CTR METROPOLITANA

EIA

Estudo de Impacto Ambiental

Setembro / 2025



ciclus AMAZÔNIA

Terra MEIO AMBIENTE

Estudos Complementares

VEREDA

MRT Engenharia e Ambiente Ltda.

Projeto do CTR

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO 70

1.1 HISTÓRICO 70

1.2 DADOS GERAIS 71

1.3 ATENDIMENTO AO TR DO EIA/RIMA 72

1.4 O ESTUDO 74

1.5 OBJETIVO 76

1.6 JUSTIFICATIVAS 77

2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 80

2.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 80

2.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 80

2.3 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA DE CONSULTORIA 80

2.4 HISTÓRICO DA EMPRESA 81

2.5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELAS EMPRESAS 82

2.6 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO 83

2.7 IDENTIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS, BAIRROS E/OU SETORES E ZONAS QUE SERÃO BENEFICIADOS PELO EMPREENDIMENTO 85

2.8 IDENTIFICAÇÃO DOS ACESSOS AO EMPREENDIMENTO, COM NOVAS ALTERNATIVAS DE ACESSO À ÁREA 88

2.8.1 BR 316 – PA 483 88

2.8.2 PA 483 – Acesso CTR 91

2.8.3 OPÇÕES DE ACESSO 93

3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS 97

3.1 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS 97
3.1.1 SITUAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS 97
3.1.2 ATERROS 99
3.1.3 SÍNTESE CONCLUSIVA DAS ALTERNATIVAS DE TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO 112
3.1.4 HISTÓRICO DA TECNOLOGIA EMPREGADA, RELACIONANDO OS EMPREENDIMENTOS SIMILARES EXISTENTES EM OUTRAS LOCALIDADES 114

3.2 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS 116
3.2.1 METODOLOGIA 116
3.2.2 SÍNTESE CONCLUSIVA DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS 134
3.2.3 HIPÓTESE DE NÃO IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 136

4 DESCRIÇÃO DO PROJETO 140

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 140

4.2 ATERRO SANITÁRIO 142
4.2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS 142
4.2.2 VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO 146
4.2.3 DIMENSIONAMENTO PRELIMINAR DO ATERRO SANITÁRIO 150
4.2.4 DISTÂNCIA DE AEROPORTOS E AERÓDROMOS 151
4.2.5 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL E DE PROTEÇÃO DE NASCENTES 154

4.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO DO ATERRO DE RESÍDUOS 162

4.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO E EMISSÁRIO DE LANÇAMENTO 168
4.4.1 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE LIXIVIADO 168
4.4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LIXIVIADO 175

4.4.3 DESCRIÇÃO SUCINTA DAS ETAPAS DE TRATAMENTO DA ETL 177
4.4.4 DESCRIÇÃO DO FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DA ETL 178
4.4.5 EMISSÁRIO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO 183
4.4.6 UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO EMPREENDIMENTO .. 186
4.4.7 ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO CORPO RECEPTOR 193

4.5 SISTEMA DE CAPTAÇÃO E DESTINAÇÃO DE BIOGÁS 194
4.5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 194
4.5.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DO BIOGÁS 195
4.5.3 REDE DE CAPTAÇÃO DE BIOGÁS 196
4.5.4 UNIDADE DE CAPTAÇÃO E QUEIMA DE BIOGÁS 198
4.5.5 ALTERNATIVAS DE APROVEITAMENTO DO BIOGÁS 200

4.6 DESCRIÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DA CRT METROPOLITANA 201
4.6.1 PREVISÃO DE AMPLIAÇÃO DO COMPLEXO 201
4.6.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO 201
4.6.3 LIMPEZA E PREPARO DO TERRENO 202
4.6.4 LOCAIS DE EMPRÉSTIMO E BOTA-FORA. 203
4.6.5 VIAS DE ACESSO 203
4.6.6 ORIGEM E ESTIMATIVA DE MÃO DE OBRA 204
4.6.7 PROTEÇÃO, ISOLAMENTO E EMPREENDIMENTO 206
4.6.8 CRONOGRAMA DE OBRAS E DE INVESTIMENTOS 210
4.6.9 MEDIDAS E EQUIPAMENTOS DE CONTROLE 214
4.6.10 PARA A FASE DE INSTALAÇÃO 214
4.6.11 PARA A FASE DE OPERAÇÃO 215
4.6.12 DESCRIÇÃO DA INFRAESTRUTURA 215
4.6.13 DESCRIÇÃO DA INFRAESTRUTURA 216
4.6.14 CANTEIRO DE OBRAS 220
4.6.15 FASE DE OPERAÇÃO 223
4.6.16 ATIVIDADES RELATIVAS AO ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO 227

5 ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETOÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO 230

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 230

5.2 MEIO FÍSICO 232

5.3 MEIO BIÓTICO 232

5.4 MEIO SOCIOECONÔMICO 234

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA 238

6.1 MEIO FÍSICO 238

6.1.1 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA E METEOROLÓGICA 240

6.1.2 CIRCULAÇÃO E CONDIÇÕES DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA 285

6.1.3 ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA - EDA 292

6.1.4 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR 322

6.1.5 CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO 371

6.1.6 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA, GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA 396

6.1.7 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA 443

6.1.8 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA 660

6.1.9 QUALIDADE DAS ÁGUAS 751

6.1.10 REFERÊNCIAS 836

6.2 MEIO BIÓTICO 849

6.2.1 FLORA 849

6.2.2 BIOTA TERRESTRE 987

6.2.3 BIOTA AQUÁTICA 1142

6.2.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 1206

6.1.2. REFERÊNCIAS 1230

6.3 MEIO SOCIOECONÔMICO 1252

6.3.1 POPULAÇÃO E DINÂMICA POPULACIONAL 1257

6.3.2 NÚCLEOS POPULACIONAIS 1273

6.3.3 USO E OCUPAÇÃO ATUAL DO SOLO 1288
6.3.4 NÍVEL DE VIDA 1298
6.3.5 SAÚDE PÚBLICA E SANEAMENTO 1309
6.3.6 INFRAESTRUTURA REGIONAL/VIAS TRÁFEGO 1314
6.3.7 ATIVIDADES ECONÔMICAS 1321
6.3.8 ORGANIZAÇÃO SOCIAL 1328
6.3.9 PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL 1340
6.3.10 POPULAÇÕES INDÍGENAS E TRADICIONAIS 1354
6.3.11 EXPECTATIVAS FAVORÁVEIS E ADVERSAS AO MEIO SOCIOECONÔMICO 1371
6.3.12 ESTUDO HIDROLÓGICO DA REGIÃO DO BAIXO ACARÁ 1375
6.3.13 CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES NO ACESSO – PERNA LESTE 1379
6.3.14 REFERÊNCIAS 1396

7 ANÁLISE INTEGRADA E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 1399

7.1 ANÁLISE INTEGRADA 1399
7.1.1 INTRODUÇÃO 1399
7.1.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O PROJETO 1402
7.1.3 ANÁLSE DOS COMPARTIMENTOS/SISTEMAS AMBIENTAIS 1403
7.1.4 TENDÊNCIA EVOLUTIVA 1412

7.2 AVALIAÇÕES DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 1415
7.2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1415
7.2.2 METODOLOGIA 1418
7.2.3 RESULTADOS DAS ANÁLISES 1423

8 PLANOS E PROGRAMAS DE CONTROLE E/OU MONITORAMENTO 1518

8.1 MEIO FÍSICO 1518
8.1.1 PROGRAMA DE CONTROLE DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR 1518
8.1.2 PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE ODORES 1527

8.1.3 PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RUÍDOS 1531
8.1.4 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS E ESTABILIDADE DE TALUDES 1538
8.1.5 PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS 1546
8.1.6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO 1575
8.1.7 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGRS 1580
8.1.8 PLANO AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO 1597
8.1.9 PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL 1604

8.2 MEIO BIÓTICO 1609
8.2.1 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – PRAD 1609
8.2.2 PROGRAMA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO 1621
8.2.3 PROGRAMA DE SALVAMENTO DE GERMOPLASMA 1646
8.2.4 PROGRAMA DE CONTROLE DA FAUNA SINANTRÓPICA, VETORES E PRAGAS 1663
8.2.5 PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE 1668
8.2.6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA SILVESTRE E BIOTA AQUÁTICA 1676
8.2.7 PROGRAMA DE PROTEÇÃO ARBÓREA 1701
8.2.8 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE APPS 1722

8.3 MEIO SÓCIO-ECONÔMICO 1728
8.3.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL 1728
8.3.2 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL 1738
8.3.3 PLANO DE FOMENTO E DESENVOLVIMENTO LOCAL 1749
8.3.4 PROGRAMA DE SEGURANÇA EM RELAÇÃO AO TRAFÉGO NO RAMAL TRANSACARÁ 1755

9 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 1759

9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1759

9.2 METODOLOGIA 1759
9.2.1 GRAU DE IMPACTO AMBIENTAL 1759
9.2.2 INDICADORES DE PRESSÃO – IP_S 1760
9.2.3 $IP_{DESTRUIÇÃO}$ 1761
9.2.4 $IP_{DEGRADAÇÃO}$ 1762
9.2.5 INDICADOR AMBIENTAL – IA 1764
9.2.6 INDICADOR COMPLEMENTAR (IC) 1769

9.3 RESULTADOS 1770
9.3.1 INDICADORES DE PRESSÃO (IP_S) 1770
9.3.2 INDICADORES AMBIENTAIS (IA_S) 1772
9.3.3 INDICADOR COMPLEMENTAR (IC) 1773

9.4 GRAU DE IMPACTO AMBIENTAL E PERCENTUAL DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 1773

9.5 SISTEMA DE CÁLCULO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL – SC2A 1773

9.6 DEMONSTRATIVO DO CÁLCULO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 1776

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.4-1 - LOCALIZAÇÃO DA CTR METROPOLITANA.....75
FIGURA 2.6-1 - USO DA TERRA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID.....84
FIGURA 2.8-1 - UM DOS RETORNOS NA RODOVIA BR-316, EM MARITUBA (IMAGEM GOOGLE).....88
FIGURA 2.8-2 - MANOBRAS PARA ACESSO E SAÍDA DA PA-483 E POSICIONAMENTO DOS RETORNOS. 89
FIGURA 2.8-3 - TRECHO DA RODOVIA PA-483, EM MARITUBA (IMAGEM GOOGLE).....89
FIGURA 2.8-4 - SAÍDA DA PA-483 PARA ACESSO À CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ. 92
FIGURA 2.8-5 - OPÇÕES DE ACESSO À CTR METROPOLITANA NA AID. 94
FIGURA 3.1-1 REPRESENTAÇÃO DO MÉTODO DA VALA.....101
FIGURA 3.1-2 - REPRESENTAÇÃO DO MÉTODO DA RAMPA.....102
FIGURA 3.1-3 - REPRESENTAÇÃO DO MÉTODO DA ÁREA. (FONTE: IPT/CEMPRE, 2000). 103
FIGURA 3.2-1 - MAPA ESQUEMÁTICO DA ÁREA DA ALTERNATIVA 01.....124
FIGURA 3.2-2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ALTERNATIVA 1 E UC IDENTIFICADAS. 126
FIGURA 3.2-3 - PRINCIPAL RODOVIA DE ACESSO (PA-150) PARA A ÁREA DA ALTERNATIVA 01. 127
FIGURA 3.2-4 - MAPA ESQUEMÁTICO DA ÁREA DA ALTERNATIVA 02 – JAZIDA RODOVIA ALÇA VIÁRIA. 128
FIGURA 3.2-5 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ALTERNATIVA 2 E UC IDENTIFICADAS. 130
FIGURA 3.2-6 - MAPA ESQUEMÁTICO DA ÁREA DA ALTERNATIVA 03 – ÁREA ADJACENTE AO LIXÃO DE AURÁ.....132
FIGURA 3.2-7 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ALTERNATIVA 3 E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO IDENTIFICADAS. 133
FIGURA 4.2-1 - CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RSU DE ANANINDEUA (2015). .143
FIGURA 4.2-2 - CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RSU DE BELÉM (2020). 144
FIGURA 4.2-3 - CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RSU DE MARITUBA (2019). 144
FIGURA 4.2-4 - ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA MÉDIA DOS RSU COLETADOS NO BRASIL. 146
FIGURA 4.2-5 - LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS QUE PODEM SER ATENDIDAS PELO EMPREENDIMENTO CTR METROPOLITANA. 148

FIGURA 4.2-6 - LOCALIZAÇÃO E DISTÂNCIA DOS AEROPORTOS E AERÓDROMOS PRÓXIMOS À ÁREA DO EMPREENDIMENTO.....153
FIGURA 4.2-7 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA CANALETA DE BERMA EXECUTADA EM GEOMEMBRANA DE PEAD E CONCRETO PRÉ-MOLDADO.....154
FIGURA 4.2-8 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA DESCIDA HIDRÁULICA EM COLCHÃO RENO. 156
FIGURA 4.2-9 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA BACIA DE DISSIPAÇÃO. 157
FIGURA 4.2-10 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA GALERIA CIRCULAR DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS. 158
FIGURA 4.2-11 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA BACIA DE DISSIPAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS. 160
FIGURA 4.2-12 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POSSÍVEIS PONTOS DE LANÇAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS E A SUA DISTÂNCIA EM RELAÇÃO AS NASCENTES. 161
FIGURA 4.3-1 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE GCL. 164
FIGURA 4.3-2 - EXEMPLO DA GEOMEMBRANA LANÇADA NA FUNDAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO. 165
FIGURA 4.3-3 - DISPOSIÇÃO DAS FAIXAS DE GEOMEMBRANA NAS CÉLULAS. 166
FIGURA 4.3-4 - DETALHE DA SOLDAGEM TÉRMICA DA GEOMEMBRANA. 166
FIGURA 4.3-5 - DETALHE DA ANCORAGEM DA GEOMEMBRANA. 166
FIGURA 4.4-1 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA E MÁXIMA MENSAL DO MUNICÍPIO DE ACARÁ (1980 – 2024). 171
FIGURA 4.4-2 - FLUXOGRAMA PROCESSOS E DAS OPERAÇÕES UNITÁRIAS ENVOLVENDO AS TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICA, BIOLÓGICA E FÍSICA DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO DA ETL DA CTR METROPOLITANA. 182
FIGURA 4.4-3 - LOCALIZAÇÃO DO EMISSÁRIO DE LANÇAMENTO DE EFLUENTE TRATADO DA ETL DA CTR METROPOLITANA. 183
FIGURA 4.4-4 - GRÁFICOS DA VARIAÇÃO DE VELOCIDADE (V), RAIO HIDRÁULICO (RH) E VAZÃO DO EMISSÁRIO DE EFLUENTE TRATADO DA ETL DA CTR METROPOLITANA. 186
FIGURA 4.4-5 - FLUXOGRAMA DE USO DA ÁGUA NO CTR METROPOLITANA NA FASE DE IMPLANTAÇÃO. 190

FIGURA 4.4-6 - FLUXOGRAMA DE USO DA ÁGUA NO CTR METROPOLITANA NA FASE DE OPERAÇÃO. 193
FIGURA 4.5-1 - REDE DE CAPTAÇÃO DE BIOGÁS DA CTR METROPOLITANA. 197
FIGURA 4.5-2 - PLANTA BAIXA (A) E CORTE (B) DO QUEIMADOR DE BIOGÁS DA CTR METROPOLITANA. 199
FIGURA 5.1-1 - LAYOUT GERAL DO PROJETO E LOCALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DA CTR METROPOLITANA. 231
FIGURA 5.3-1 - ÁREAS DE INFLUÊNCIA (AID E AII) DO MEIO FÍSICO E BIÓTICO. 233
FIGURA 5.4-1 - MAPA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO MEIO SOCIOECONÔMICO. 235
FIGURA 5.4-2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO MEIO SOCIOECONÔMICO. 237
FIGURA 6.1-1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA CTR – METROPOLITANA. 239
FIGURA 6.1-2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS, METEOROLÓGICAS E PLUVIOMÉTRICAS NAS PROXIMIDADES DA ÁREA DE ESTUDO. 244
FIGURA 6.1-3 - PRESSÃO ATMOSFÉRICA MÉDIA MENSAL. 246
FIGURA 6.1-4 - INSOLAÇÃO TOTAL E NEBULOSIDADE MÉDIA MENSAL. 248
FIGURA 6.1-5 - PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL NA ESTAÇÃO BUJARU. 250
FIGURA 6.1-6 - PRECIPITAÇÃO MENSAL MÉDIA NA ESTAÇÃO DE BUJARU. 250
FIGURA 6.1-7 - PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL NA ESTAÇÃO BELÉM. 251
FIGURA 6.1-8 - PRECIPITAÇÃO MENSAL NA ESTAÇÃO BELÉM. 252
FIGURA 6.1-9 - EVAPORAÇÃO ACUMULADA NA ESTAÇÃO DE BELÉM. 253
FIGURA 6.1-10 - EVAPORAÇÃO E PRECIPITAÇÃO AO LONGO DOS MESES NA ESTAÇÃO BELÉM. 253
FIGURA 6.1-11 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES BELÉM E BUJARU. 255
FIGURA 6.1-12 - TEMPERATURAS MÉDIAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS. 257
FIGURA 6.1-13 - TEMPERATURAS MÉDIAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS MENSAIS. 258
FIGURA 6.1-14 - TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DIÁRIAS. 258
FIGURA 6.1-15 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO DIA. 259
FIGURA 6.1-16 - UMIDADE RELATIVA MENSAL NA ESTAÇÃO BELÉM (82191). 260
FIGURA 6.1-17 - UMIDADE RELATIVA E PRECIPITAÇÃO AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DA ESTAÇÃO DE BELÉM. 260

FIGURA 6.1-18 - VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO - ESTAÇÃO A201. 262
FIGURA 6.1-19 - VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO POR HORA. 263
FIGURA 6.1-20 - GRÁFICO COM A FREQUÊNCIA DOS VENTOS NA REGIÃO. 264
FIGURA 6.1-21 - ROSA DOS VENTOS PROJETADA SOBRE A ADA DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO. 265
FIGURA 6.1-22 - EXTRATO DO BALANÇO HÍDRICO MENSAL CONSIDERADO PARA A REGIÃO DO PROJETO CTR METROPOLITANO. 267
FIGURA 6.1-23 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL CONSIDERADO PARA A REGIÃO DO PROJETO CTR METROPOLITANO. 267
FIGURA 6.1-24 - CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL (CAD) E ARMAZENAMENTO PARA A REGIÃO DO PROJETO CTR METROPOLITANO. 269
FIGURA 6.1-25 - MAPA HIDROGRÁFICO DA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANO. 271
FIGURA 6.1-26 - GRÁFICO DA SÉRIE HISTÓRICA DA PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL COM DESTAQUE AOS ANOS DE EXTREMOS CLIMÁTICOS. 278
FIGURA 6.1-27 - CLIMATOLOGIA MENSAL DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DO ACARÁ, PROJETO CTR METROPOLITANA (1994-2024). 280
FIGURA 6.1-28 - PRECIPITAÇÃO E VAZÃO MENSAL DA ESTAÇÃO DE BADAJÓS ENTRE OS ANOS DE 2022-2024. 281
FIGURA 6.1-29 - PRECIPITAÇÃO E VAZÃO MENSAL DA ESTAÇÃO FAZENDA MARINGA ENTRE OS ANOS DE 2018-2024. 283
FIGURA 6.1-30 - MAPA DA LOCALIZAÇÃO DA CTR METROPOLITANA. 287
FIGURA 6.1-31 - DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO DE BIOGÁS. 289
FIGURA 6.1-32 - ESTRUTURA ESQUEMÁTICA DO ATERRAMENTO DE LIXO NUMA CTR E QUEIMA DE BIOGÁS ATRAVÉS DO FLARE. 291
FIGURA 6.1-33 - ROSAS DOS VENTOS PARA OS PERÍODOS SELECIONADOS. 300
FIGURA 6.1-34 - DIAGRAMA DE FLUXO ORIGINAL (INGLÊS) PARA REALIZAR A ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS EM SISTEMAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES. 305
FIGURA 6.1-35 - CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO (1 HORA) PARA CO, ENTRE 01/01/2022 E 31/12/2023. 312

FIGURA 6.1-36 - CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA (24 HORAS) PTS, ENTRE 01/01/2022 E 31/12/2023. 313
FIGURA 6.1-37 - CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA (24 HORAS) PM10, ENTRE 01/01/2022 E 31/12/2023. 314
FIGURA 6.1-38 - CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA (24 HORAS) DE PM2,5, ENTRE 01/01/2022 E 31/12/2023. 315
FIGURA 6.1-39 - CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA (1 HORA) NH3, ENTRE 01/01/2022 E 31/12/2023. 316
FIGURA 6.1-40 - RESUMO METODOLÓGICO DA CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR. 323
FIGURA 6.1-41 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO DO FUTURO EMPREENDIMENTO CTR. 325
FIGURA 6.1-42 - EQUIPAMENTO INSTALADO NOS PONTOS AMOSTRAIS. 327
FIGURA 6.1-43 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE MEDIÇÃO DA QUALIDADE DO AR – ACARÁ (PA). 329
FIGURA 6.1-44 - GRÁFICOS DE CAIXAS (‘CAIXA DE BIGODE’) PARA AVALIAR A PRESENÇA DE OUTLIERS NOS DADOS REGISTRADOS NO PONTO 1. 334
FIGURA 6.1-45 - GRÁFICOS DE CAIXAS (‘CAIXA DE BIGODE’) PARA AVALIAR A PRESENÇA DE OUTLIERS NOS DADOS REGISTRADOS NO PONTO 2. 335
FIGURA 6.1-46 - AMOSTRADOR DE GRANDE VOLUME (AGV) PARA COLETA DE PTS. 336
FIGURA 6.1-47 – EQUIPAMENTO AGV-PTS NO PONTO DE AMOSTRAGEM. 338
FIGURA 6.1-48 - EQUIPAMENTO DE MONITORAMENTO DE GASES POLUENTES E MATERIAIS PARTICULADOS UTILIZADO NO PRESENTE ESTUDO: GRID MONITOR-5000. 339
FIGURA 6.1-49 - ESQUEMATIZAÇÃO DA METODOLOGIA OPC (OPTICAL PARTICLE COUNTER). 340
FIGURA 6.1-50 - ESQUEMA DE DETECÇÃO DE GASES. 341
FIGURA 6.1-51 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DE OITO HORAS DE CO QUE NÃO EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NOS PONTOS DE MONITORAMENTO 1. 346
FIGURA 6.1-52 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DE OITO HORAS DE CO QUE NÃO EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NOS PONTOS DE MONITORAMENTO 2. 347

FIGURA 6.1-53 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE NO2 QUE EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 1.....347
FIGURA 6.1-54 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE NO2 QUE NÃO EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 2. 348
FIGURA 6.1-55 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DE OITO HORAS DE O3 QUE EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 1. 348
FIGURA 6.1-56 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DE OITO HORAS DE O3 QUE NÃO EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 2. 349
FIGURA 6.1-57 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE SO2 QUE EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 1.....349
FIGURA 6.1-58 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE SO2 QUE EXCEDEU APENAS UM DIA O LIMITE CONAMA, NO PONTO 2. 350
FIGURA 6.1-59 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE MP2,5 NO PONTO 1.....350
FIGURA 6.1-60 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE MP2,5 NO PONTO 2.....351
FIGURA 6.1-61 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE MP10 QUE NÃO EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 1. 351
FIGURA 6.1-62 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE MP10 QUE NÃO EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 2. 352
FIGURA 6.1-63 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE MP100 QUE EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 1.....352
FIGURA 6.1-64 - GRÁFICO DAS MÉDIAS DIÁRIAS DE MP100 QUE EXCEDERAM O LIMITE CONAMA, NO PONTO 2.....353
FIGURA 6.1-65 - CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DO PARÂMETRO OZÔNIO. 358
FIGURA 6.1-66 - CONCENTRAÇÃO DE O_3 CONSIDERANDO A MÁXIMA MÉDIA MÓVEL DE 8H DO DIA. 358
FIGURA 6.1-67 - CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO). 360
FIGURA 6.1-68 - CONCENTRAÇÃO DE CO CONSIDERANDO A MÁXIMA MÉDIA MÓVEL DE 8H DO DIA. 360
FIGURA 6.1-69 - CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO2). 362
FIGURA 6.1-70 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SO2. 362
FIGURA 6.1-71 - CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO. 364
FIGURA 6.1-72 - MÁXIMA MÉDIA HORÁRIA DO DIA. 364

FIGURA 6.1-73 - CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE PARTÍCULAS INALÁVEIS MP2,5.....366
FIGURA 6.1-74 - CONCENTRAÇÃO DIÁRIA DE PARTICULADO INALÁVEL MP2,5. 366
FIGURA 6.1-75 - CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE PARTICULADO INALÁVEL MP10. 368
FIGURA 6.1-76 - CONCENTRAÇÃO DIÁRIA DE MP10. 368
FIGURA 6.1-77 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DA REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA. 373
FIGURA 6.1-78 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DOS NÍVEIS DE RUÍDO PARA O PROJETO CTR METROPOLITANA. 376
FIGURA 6.1-79 - AVALIAÇÃO PELO MÉTODO SIMPLIFICADO. 379
FIGURA 6.1-80 - AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DETALHADO. 381
FIGURA 6.1-81 - RESUMO METODOLÓGICO DA CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO. 382
FIGURA 6.1-82 - CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO ANTES DO INÍCIO DA AMOSTRAGEM. 383
FIGURA 6.1-83 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICAS DOS RESULTADOS DOS NÍVEIS DE RUÍDO. 389
FIGURA 6.1-84 - MAPA DA PROVÍNCIA ESTRUTURAL PARNAÍBA COM SEU CONTEXTO GEOTECTÔNICO E SUAS PRINCIPAIS ESTRUTURAS. 397
FIGURA 6.1-85 - MAPA DA PROVÍNCIA ESTRUTURAL PARNAÍBA COM SUA CRONOESTRATIGRAFIA. 398
FIGURA 6.1-86 - CLASSIFICAÇÃO LITOESTRATIGRÁFICA REGIONAL. 399
FIGURA 6.1-87 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO DE GEOLOGIA E SOLOS PLOTADOS SOBRE MDT (MODELO DIGITAL DO TERRENO) FEITO COM BASE TOPOGRÁFICA. 401
FIGURA 6.1-88 - OCORRÊNCIA DE ROCHA FERRUGINOSA AVERMELHADA COM LAMINAÇÕES PRETAS. 403
FIGURA 6.1-89 - AFLORAMENTO DA FÁCIES PELÍTICA LAMINADA COM FOLIAÇÃO. 403
FIGURA 6.1-90 - OCORRÊNCIA DE CAMADA FRATURADA DE CROSTA LATERÍTICA (PONTO 16). 404
FIGURA 6.1-91 - OCORRÊNCIA DE CROSTA LATERÍTICA FRAGMENTADA (PONTO 21).404

FIGURA 6.1-92 - SOLO AMARELADO/ALARANJADO NA PONTA DE TRADO COM FRAGMENTOS AVERMELHADOS RESULTANTES DO INTEMPERISMO DE CROSTA LATERÍTICA (PONTO 9 – 2,7 M DE PROFUNDIDADE). 406
FIGURA 6.1-93 - PERFIL ESQUEMÁTICO ADAPTADO (OLIVEIRA, 2011) ILUSTRANDO AS RELAÇÕES DE CONTATOS ENTRE AS UNIDADES CENOZOICAS. CERTAMENTE, POR QUESTÃO DE ESCALA, FALTOU A AMADA DE SEDIMENTOS ATUAIS TRANSPORTADOS SOBRE OS ELÚVIOS, QUE É BASTANTE EXPRESSIVA NA ÁREA DE INTERESSE. 406
FIGURA 6.1-94 - MAPA GEOLÓGICO COM PERFIS, PERFIS COM EXAGERO VERTICAL DE 4 VEZES. 408
FIGURA 6.1-95 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE CAMPO DE GEOLOGIA ESTRUTURAL CORRELACIONANDO COM AS DRENAGENS DA ÁREA PLOTADOS SOBRE MDT (MODELO DIGITAL DO TERRENO) FEITO COM BASE TOPOGRÁFICA. 410
FIGURA 6.1-96 - BARRANCO ONDE FOI FEITA A CARACTERIZAÇÃO DO PONTO 11. 417
FIGURA 6.1-97 - ASPECTO DA CROSTA LATERÍTICA. 419
FIGURA 6.1-98 - ASPECTO DO MATERIAL ARENOSO (MAIS CLARO) E CROSTA FRAGMENTADA (MAIS AVERMELHADO). 421
FIGURA 6.1-99 - ASPECTO DA CROSTA. 423
FIGURA 6.1-100 - ASPECTO DA TRADAGEM COM MATERIAL ARENOSO DE COLORAÇÃO BRUNO CLARO NA SUPERFÍCIE. 424
FIGURA 6.1-101 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAGEM SPT – 2025. 431
FIGURA 6.1-102 - GRÁFICO COM A DEMONSTRAÇÃO DAS IRREGULARIDADES DO IMPENETRÁVEL. 433
FIGURA 6.1-103 - MAPA GEOLÓGICO COM AS SONDAGENS. 435
FIGURA 6.1-104 – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 437
FIGURA 6.1-105 - MAPA DE SOLOS DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. 439
FIGURA 6.1-106 - MAPA DE DECLIVIDADE DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. 442
FIGURA 6.1-107 - REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO BRASIL DEFINIDAS PELO CNRH, 2003. 444
FIGURA 6.1-108 - UNIDADES DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL, 2020. 445

FIGURA 6.1-109 - REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TOCANTINS-ARAGUAIA. FONTE: ANA (2015). 448
FIGURA 6.1-110 - REGIÃO HIDROGRÁFICA TOCANTINS ARAGUAIA E SUAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO. 450
FIGURA 6.1-111 - UNIDADES DE PLANEJAMENTO (UP) INSERIDAS NA RH TOCANTINS-ARAGUAIA, COM DESTAQUE PARA A UP ACARÁ-GUAMÁ E A ÁREA DE ESTUDO. 452
FIGURA 6.1-112 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL. 454
FIGURA 6.1-113 - ISOIETAS DAS PRECIPITAÇÕES TOTAIS ANUAIS NA UP ACARÁ-GUAMÁ. 457
FIGURA 6.1-114 - BACIA DO RIO ACARÁ NA FOZ. 460
FIGURA 6.1-115 - MAPA DE SOLOS DA SUB-REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ACARÁ. 462
FIGURA 6.1-116 - MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DA SUB-REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ACARÁ. 464
FIGURA 6.1-117 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS, METEOROLÓGICAS E PLUVIOMÉTRICAS NAS PROXIMIDADES DA ÁREA DE ESTUDO. 468
FIGURA 6.1-118 - BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ CASTANHALZINHO. 470
FIGURA 6.1-119 - PERFIL LONGITUDINAL DO IGARAPÉ CASTANHALZINHO. 471
FIGURA 6.1-120 - MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO NA BACIA DO IGARAPÉ CASTANHALZINHO. 473
FIGURA 6.1-121 - LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA CACHOEIRA TRACAMBEUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ACARÁ – ANA. 475
FIGURA 6.1-122 - CURVA DE PERMANÊNCIA DO POSTO CACHOEIRA TRACAMBEUA (31020000). 478
FIGURA 6.1-123 - HIDROGRAFIA NA REGIÃO DE IMPLANTAÇÃO DA CTR METROPOLITANA. 481
FIGURA 6.1-124 - PONTOS DE INTERSEÇÃO DA HIDROGRAFIA DA SEMAS COM A ADA DA CTR METROPOLITANA. 483
FIGURA 6.1-125 - CURSO D'ÁGUA INTERCEPTADO PELA ADA NO PONTO 1 - VISTA À MONTANTE DO ACESSO 484

FIGURA 6.1-126 - CURSO D'ÁGUA INTERCEPTADO PELA ADA NO PONTO 1 - VISTA À JUSANTE DO ACESSO 484
FIGURA 6.1-127 – PONTO 2 - HIDROGRAFIA CADASTRADA NA BASE, PORÉM SEM INDÍCIOS DE CURSO D'ÁGUA NO LOCAL – VISTA A MONTANTE DO ACESSO 485
FIGURA 6.1-128 – PONTO 2 - HIDROGRAFIA CADASTRADA NA BASE, PORÉM SEM INDÍCIOS DE CURSO D'ÁGUA NO LOCAL – VISTA A JUSANTE DO ACESSO 485
FIGURA 6.1-129 – PONTO 3 – TRECHO DE INTERCEPÇÃO DO ACESSO INTERNO COM A HIDROGRAFIA CADASTRADA NA BASE, PORÉM SEM INDÍCIOS DE CURSO D'ÁGUA 486
FIGURA 6.1-130 - PONTO 3 – HIDROGRAFIA CADASTRADA NA BASE, PORÉM SEM INDÍCIOS DE CURSO D'ÁGUA NO LOCAL – VISTA A MONTANTE DO ACESSO 486
FIGURA 6.1-131 – PONTO 3 – HIDROGRAFIA CADASTRADA NA BASE, PORÉM SEM INDÍCIOS DE CURSO D'ÁGUA NO LOCAL – VISTA LOGO A JUSANTE DO ACESSO487
FIGURA 6.1-132 – PONTO 3 – TRECHO ENTRE A INTERSEÇÃO COM O ACESSO E A CONFLUÊNCIA, PORÉM SEM INDÍCIOS DE CURSO D'ÁGUA. COORDENADAS 1°38'53.37"S; 48°16'43.70"O.....488
FIGURA 6.1-133 - PONTO 3 – PONTO PRÓXIMO A CONFLUÊNCIA ENTRE OS TALVEGUES, SEM INDÍCIOS DE CURSO D'ÁGUA NO LOCAL. COORDENADAS 1°38'53.57"S; 48°16'43.83"O.....488
FIGURA 6.1-134 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE CAMPO (PONTO 4).....489
FIGURA 6.1-135 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE CAMPO (PONTO 5).....493
FIGURA 6.1-136 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE CAMPO (PONTO 6).....494
FIGURA 6.1-137 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE CAMPO (PONTO 7).....495
FIGURA 6.1-138 - PONTO 7 – PONTO PREVISTO PARA O LANÇAMENTO DE EFLUENTES DO EMPREENDIMENTO – VISTA PARA A JUSANTE DO CASTANHAL. COORDENADAS 1°40'27.51"; 48°17'22.4. 497
FIGURA 6.1-139 - FOTOS DOS PONTOS PERCORRIDOS SOBRE A ÁREA DE INDICAÇÃO DE DRENAGEM.....498
FIGURA 6.1-140 - FOTOS DOS PONTOS PERCORRIDOS SOBRE A ÁREA DE INDICAÇÃO DE DRENAGEM(CONT). 499
FIGURA 6.1-141 - LOCALIZAÇÃO DA NOVA SUGESTÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO. 501

FIGURA 6.1-142 - VISÃO GERAL DO ACESSO A PONTO DE LANÇAMENTO, COM PRESENÇA DA CASA NO LADO ESQUERDO E A PASSAGEM DO CURSO D'ÁGUA ATRÁS DA VEGETAÇÃO DE AÇAÍ. 502
FIGURA 6.1-143 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PONTO DE LANÇAMENTO. 502
FIGURA 6.1-144 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO PONTO DE LANÇAMENTO. 505
FIGURA 6.1-145 - VULNERABILIDADE ÀS INUNDAÇÕES NA ÁREA DE ESTUDO. 508
FIGURA 6.1-146 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS 4 DRENAGENS OBJETO DE MONITORAMENTO DE BATIMETRIA E VAZÃO DA CTR METROPOLITANA. 510
FIGURA 6.1-147 - FLUXOGRAMA METODOLÓGICO ADOTADO PARA ELABORAÇÃO DOS RESULTADOS DO MONITORAMENTO.....512
FIGURA 6.1-148 - EXEMPLO DE BATIMETRIA DE CALHA DE UMA DRENAGEM. 512
FIGURA 6.1-149 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO DAS DRENAGENS SELECIONADAS.....515
FIGURA 6.1-150 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DAS 4 DRENAGENS SELECIONADAS, DURANTE AS DUAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO. 516
FIGURA 6.1-151 - LOCALIZAÇÃO DAS 4 DRENAGENS ALVO DE MONITORAMENTO DE BATIMETRIA E VAZÃO EM RELAÇÃO A ADA E AID. 519
FIGURA 6.1-152 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PROCEDIMENTO BATIMÉTRICO DOS PONTOS DE DRENAGENS PRESENTES NA ADA E AID DO PROJETO CTR METROPOLITANA NAS DUAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO. 520
FIGURA 6.1-153 - SEÇÃO TRANSVERSAL E SEÇÃO TRANSVERSAL MOLHADA (1ª E 2ª CAMPANHAS).....525
FIGURA 6.1-154 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO DAS 4 DRENAGENS INSERIDAS NA ADA E AID DA CTR METROPOLITANA – CICLUS AMAZÔNIA.....528
FIGURA 6.1-155 - RESULTADOS DE VAZÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS DA DRENAGEM 1 (1° E 2ª CAMPANHAS).....531
FIGURA 6.1-156 - RESULTADOS DE VAZÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS DA DRENAGEM 2 (1° E 2ª CAMPANHAS).....532
FIGURA 6.1-157 - RESULTADOS DE VAZÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS DA DRENAGEM 3 (1ª E 2ª CAMPANHAS).....533

FIGURA 6.1-158 - RESULTADOS DE VAZÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS DA DRENAGEM 4 (1ª E 2ª CAMPANHAS).....534
FIGURA 6.1-159 - EXECUÇÃO DA PURGA NOS POÇOS DE MONITORAMENTO NA 1ª CAMPANHA. 538
FIGURA 6.1-160 - PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DO DIAGNÓSTICO DE AFLORAMENTOS NATURAIS.....546
FIGURA 6.1-161 - LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS NATURAIS IDENTIFICADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA – PROJETO CTR METROPOLITANA.....547
FIGURA 6.1-162 – PERFIL TOPOGRÁFICO DA ÁREA DO MACIÇO – PROJETO CTR METROPOLITANA.....548
FIGURA 6.1-163 - MAPA DE DECLIVIDADE COM OS PONTOS DE AFLORAMENTOS NATURAIS. 549
FIGURA 6.1-164 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-01 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....556
FIGURA 6.1-165 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-01 (2ª CAMPANHA AGOSTO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 556
FIGURA 6.1-166 - REGISTRO FOTOGRÁFICO PAN-01: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 557
FIGURA 6.1-167 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-02 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....560
FIGURA 6.1-168 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-02 (2ª CAMPANHA AGOSTO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 560
FIGURA 6.1-169 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-02: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 561
FIGURA 6.1-170 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-03 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....564
FIGURA 6.1-171 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-03 (2ª CAMPANHA AGOSTO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 564
FIGURA 6.1-172 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-03: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 565
FIGURA 6.1-173 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-04 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....568

FIGURA 6.1-174 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-04 (2ª CAMPANHA AGOSTO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 568
FIGURA 6.1-175 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-04: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 569
FIGURA 6.1-176 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PAN-05 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....572
FIGURA 6.1-177 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO PAN-05 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 572
FIGURA 6.1-178 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-05: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 573
FIGURA 6.1-179 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-06 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....576
FIGURA 6.1-180 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-06 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 576
FIGURA 6.1-181 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-06: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 578
FIGURA 6.1-182 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-07 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....580
FIGURA 6.1-183 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-07 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 580
FIGURA 6.1-184 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-07: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 582
FIGURA 6.1-185 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-08 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....584
FIGURA 6.1-186 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-08 (2ª CAMPANHA AGOSTO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 585
FIGURA 6.1-187 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-08: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 586
FIGURA 6.1-188 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-09 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....588
FIGURA 6.1-189 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-09 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 588

FIGURA 6.1-190 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-09: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 589
FIGURA 6.1-191 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-10 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....592
FIGURA 6.1-192 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-10 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 592
FIGURA 6.1-193 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-10: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 593
FIGURA 6.1-194 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-11 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....596
FIGURA 6.1-195 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-11 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 596
FIGURA 6.1-196 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-11: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 597
FIGURA 6.1-197 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-12 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....599
FIGURA 6.1-198 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-12 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 600
FIGURA 6.1-199 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-12: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 601
FIGURA 6.1-200 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-13 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....603
FIGURA 6.1-201 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-13 (2ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 604
FIGURA 6.1-202 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-13: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 605
FIGURA 6.1-203 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-14 (1ª CAMPANHA MAIO/2025, PERÍODO CHUVOSO).....607
FIGURA 6.1-204 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-14 (2ª CAMPANHA AGOSTO/2025, PERÍODO DE ESTIAGEM). 607
FIGURA 6.1-205 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO PAN-14: SITUAÇÃO DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO. 608

FIGURA 6.1-206 - MAPA COM DISTANCIAMENTO (BUFFER) DOS PRINCIPAIS CORPOS HÍDRICOS. 611
FIGURA 6.1-207 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA ÁREA 01. 613
FIGURA 6.1-208 – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA ÁREA 02. 614
FIGURA 6.1-209 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA ÁREA 03. 617
FIGURA 6.1-210 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA ÁREA 04. 619
FIGURA 6.1-211 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA ÁREA 05. 624
FIGURA 6.1-212 - FICHA DE CAMPO PARA FEIÇÕES EROSIVAS. 637
FIGURA 6.1-213 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE PROCESSOS EROSIVOS E ASSOREAMENTO, INSERIDOS NO CONTEXTO DO PROJETO CTR METROPOLITANA. 640
FIGURA 6.1-214 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE SULCOS NOS ACESSOS INSERIDOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO CTR METROPOLITANA. 641
FIGURA 6.1-215 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ASSOREAMENTO NO CONTEXTO DO PROJETO CTR METROPOLITANA. 643
FIGURA 6.1-216 - RAVINA EM ESTRADA DE CIRCULAÇÃO DA FAZENDA. 646
FIGURA 6.1-217 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE CARATERIZAÇÃO DOS USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS. 648
FIGURA 6.1-218 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO USO DO RECURSO HÍDRICO EM CADA PONTO DE LOCALIZAÇÃO. 649
FIGURA 6.1-219 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DO IGARAPÉ CASTANHALZINHO, NO CONTEXTO DO PROJETO CTR METROPOLITANA. 652
FIGURA 6.1-220 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA VEGETAÇÃO ADJACENTE AOS PONTOS LEVANTADOS, REFERENTES AO PROJETO CTR METROPOLITANA. 653
FIGURA 6.1-221 - COLUNA E DIVISÃO ESTRATIGRÁFICA ADOTADA (ROSSENCI, 2001). 661
FIGURA 6.1-222 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE REDE PIEZOMÉTRICA. 667
FIGURA 6.1-223 - ETAPAS DO TRATAMENTO DE CHORUME PREVISTO PARA A CTR METROPOLITANO. 686
FIGURA 6.1-224 - PONTOS DE AMOSTRAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA. 693
FIGURA 6.1-225 - RESULTADOS DA ANÁLISE PARA O PONTO DE LANÇAMENTO. 694
FIGURA 6.1-226 - DETERMINAÇÃO DA ÁREA DA SEÇÃO E DADOS UTILIZADOS. 695

FIGURA 6.1-227 - AUTODEPURAÇÃO. 700
FIGURA 6.1-228 - UNIDADES GEOLÓGICAS DE ACARÁ. 703
FIGURA 6.1-229 - SOLO AMARELO/ALARANJADO COM FRAGMENTOS AVERMELHADOS. 705
FIGURA 6.1-230 - OCORRÊNCIA DE CAMADA FRATURADA DE CROSTA LATERÍTICA. ..706
FIGURA 6.1-231 - UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM E ADJACÊNCIAS. 707
FIGURA 6.1-232 - ÁREA DO POLÍGONO COM QUATRO PERFIS GEOLÓGICOS. 710
FIGURA 6.1-233 - PERFIS GEOLÓGICOS. 711
FIGURA 6.1-234 - REGISTROS FOTOGRÁFICOS DAS NASCENTES NA04, NA01, NA08 E NA07. 717
FIGURA 6.1-235 - POÇO DE MONITORAMENTO PM-01. 720
FIGURA 6.1-236 - POÇO DE MONITORAMENTO PM-12. 720
FIGURA 6.1-237 - POÇO DE MONITORAMENTO PM-05 DESTRUÍDO. 720
FIGURA 6.1-238 - REALIZAÇÃO DO SLUG-TEST. 723
FIGURA 6.1-239 - GRÁFICO COM RESULTADOS DOS SLUG-TESTES. 726
FIGURA 6.1-240 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE INFILTRAÇÃO REFERENTES AO PROJETO CTR METROPOLITANA. 729
FIGURA 6.1-241 - RESULTADO DOS ENSAIOS DE INFILTRAÇÃO NOS PONTOS INFIL 02 E 03. 732
FIGURA 6.1-242 - FOTOS DE CAMPO DE AMOSTRAGEM DO TESTE DE INFILTRAÇÃO – PONTO INFIL 02. 733
FIGURA 6.1-243 - FOTOS DE CAMPO DE AMOSTRAGEM DO TESTE DE INFILTRAÇÃO – PONTO INFIL 03. 733
FIGURA 6.1-244 - SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA DO NÍVEL D´ÁGUA DO SISTEMA AQUÍFERO DAS COBERTURAS. 737
FIGURA 6.1-245 - MAPA DA PROFUNDIDADE DO NÍVEL D´ÁGUA. 738
FIGURA 6.1-246 - SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA – PERÍODO SECO. 739
FIGURA 6.1-247 - PERFIL W-E DA MALHA DO MODELO NUMÉRICO. 741
FIGURA 6.1-248 - PERFIL W-E DAS EQUIPOTENCIAIS DO NÍVEL D'ÁGUA GERADAS NA MODELAGEM NUMÉRICA. 742

FIGURA 6.1-249 - PERFIL W-E DAS EQUIPOTENCIAIS DO NÍVEL D'ÁGUA GERADAS NA MODELAGEM NUMÉRICA. 742
FIGURA 6.1-250 - DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS E VALORES ORIENTADORES PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GOD. 748
FIGURA 6.1-251 - ETAPAS METODOLÓGICAS ADOTADAS PARA ELABORAÇÃO DOS RESULTADOS DA AMOSTRAGEM. 752
FIGURA 6.1-252 - CALIBRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS *IN LOCO*....753
FIGURA 6.1-253 - ESQUEMATIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE CAMPO PARA COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL. 755
FIGURA 6.1-254 - INDÍCIOS DE PONTO SECO. 758
FIGURA 6.1-255 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS COLETAS DE ÁGUA SUPERFICIAL E MEDIÇÃO DE PARÂMETROS IN LOCO REFERENTE A 1° CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO). 760
FIGURA 6.1-256 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS COLETAS DE ÁGUA SUPERFICIAL E MEDIÇÃO DE PARÂMETROS IN LOCO REFERENTE A 2° CAMPANHA (PERÍODO SECO). 765
FIGURA 6.1-257 - CURVA MÉDIA DE VARIAÇÃO DE QUALIDADE CETESB (2017). 772
FIGURA 6.1-258 – CARTA DE JUSTIFICATIVA....793
FIGURA 6.1-259 – RESULTADOS DO PARÂMETRO ALUMÍNIO DISSOLVIDO NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUPERFICIAL....796
FIGURA 6.1-260 – RESULTADOS DO PARÂMETRO COLIFORMES TERMOTOLERANTES NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUPERFICIAL. 797
FIGURA 6.1-261 – RESULTADOS DO PARÂMETRO FERRO DISSOLVIDO NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUPERFICIAL. 798
FIGURA 6.1-262 – RESULTADOS DO PARÂMETRO PH NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUPERFICIAL 799
FIGURA 6.1-263 – RESULTADOS DO PARÂMETRO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUPERFICIAL....800
FIGURA 6.1-264 - AFERIÇÃO DO NÍVEL DA LÂMINA D'ÁGUA NOS POÇOS DE MONITORAMENTO 805

FIGURA 6.1-265 – EXECUÇÃO DA PURGA NOS POÇOS DE MONITORAMENTO DURANTE A 1° E 2° CAMPANHA.....808
FIGURA 6.1-266 - PROCEDIMENTO ANTECEDENTE A COLETA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (PSUB 14) 810
FIGURA 6.1-267 - CALIBRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS *IN LOCO*.....812
FIGURA 6.1-268 - USO DO BAILER NOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. 813
FIGURA 6.1-269 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS COLETAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA E MEDIÇÃO DE PARÂMETROS IN LOCO NA 1ª CAMPANHA.....818
FIGURA 6.1-270 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS COLETAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA E MEDIÇÃO DE PARÂMETROS IN LOCO NA 2ª CAMPANHA.....820
FIGURA 6.1-271 - EVIDÊNCIAS COM RELAÇÃO A ENTREGA DO PONTO PSUB 14. 828
FIGURA 6.1-272 – RESULTADOS DO PARÂMETRO ALUMÍNIO DISSOLVIDO NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUBTERRÂNEA. 832
FIGURA 6.1-273 – RESULTADOS DO PARÂMETRO FERRO TOTAL NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUBTERRÂNEA. 833
FIGURA 6.1-274 – RESULTADOS DO PARÂMETRO PH NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUBTERRÂNEA.....833
FIGURA 6.1-275 – RESULTADOS DO PARÂMETRO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NOS PONTOS AMOSTRAIS – ÁGUA SUBTERRÂNEA. 835
FIGURA 6.2-1 - PONTOS DE CAMINHAMENTO E PARCELAS INSTALADAS NA ÁREA DE SUPRESSÃO DEFINIDA PARA O PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ.....852
FIGURA 6.2-2 - INSTALAÇÃO DAS PARCELAS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 855
FIGURA 6.2-3 - MARCAÇÃO DAS ÁRVORES DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 855
FIGURA 6.2-4 - MEDIÇÃO DA CIRCUNFERÊNCIA À ALTURA DO PEITO E REGISTRO DAS INFORMAÇÕES NA PLANILHA DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ.....856

FIGURA 6.2-5 - ESCALADA DE INDIVÍDUOS ARBÓREOS PARA COLETA DE RAMOS PARA IDENTIFICAÇÃO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 856
FIGURA 6.2-6 - OBSERVAÇÃO DE CARACTERES DAS PLANTAS EM CAMPO, PARA A IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA, DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 857
FIGURA 6.2-7 - PROPORÇÃO DA FORMA DE VIDA DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS NO INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 873
FIGURA 6.2-8 - NÚMERO DE ESPÉCIES POR FAMÍLIA BOTÂNICA ENCONTRADO NO INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 873
FIGURA 6.2-9 - NÚMERO DE ESPÉCIES POR GÊNERO BOTÂNICO ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 874
FIGURA 6.2-10 - NÚMERO DE FUSTES POR CLASSE DE DIÂMETRO ENCONTRADO NO INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 883
FIGURA 6.2-11 - NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DE ALTURA ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 884
FIGURA 6.2-12 - ESTADO FITOSSANITÁRIO DOS FUSTES AMOSTRADOS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 891
FIGURA 6.2-13 - ESTADO ANATÔMICO DOS FUSTES AMOSTRADOS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 892
FIGURA 6.2-14 - NÚMERO DE FUSTES COM 10≥DAP>20CM POR CLASSE DE DIÂMETRO ENCONTRADO NO INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 909

FIGURA 6.2-15 - NÚMERO DE ÁRVORES COM 10≥DAP>20CM POR CLASSE DE ALTURA ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 915
FIGURA 6.2-16 - ESTADO FITOSSANITÁRIO DOS FUSTES COM 10≥DAP>20CM AMOSTRADOS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 921
FIGURA 6.2-17- ESTADO ANATÔMICO DOS FUSTES COM 10≥DAP>20CM AMOSTRADOS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 921
FIGURA 6.2-18 - ÁREA DE POMAR NO PONTO CAMINHAMENTO 01 REGISTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 933
FIGURA 6.2-19 - ÁREA DE CAPOEIRA COM ESPÉCIES NATIVAS NO FUNDO DO TERRENO NO PONTO CAMINHAMENTO 01 REGISTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 934
FIGURA 6.2-20 - ÁREAS ENTRE O C02 E C03, EM PROCESSO DE REGENERAÇÃO, COM OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES PIONEIRA E INTERMEDIÁRIAS REGISTRADAS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 935
FIGURA 6.2-21 - SISTEMA AGROFLORESTAL REGISTRADO NO C04 DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 936
FIGURA 6.2-22 - BENFEITORIA COM POMAR AO REDOR REGISTRADO NO C05 DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 937
FIGURA 6.2-23- ÁREA ALAGADA REGISTRADA NO C05 DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 937
FIGURA 6.2-24 - SEDE DA FAZENDA ONDE OBSERVA-SE ESPÉCIES DE POMAR, BENFEITORIAS E ÁREAS ABERTAS (A, B E C) REGISTRADAS NO C06 DURANTE O

INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 938
FIGURA 6.2-25 - CARTA IMAGEM DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ALVO (ACESSO 2), PROJETO CTR METROPOLITANA. 943
FIGURA 6.2-26 - VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 945
FIGURA 6.2-27 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DA ÁREA DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO DE CAPOEIRA DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 946
FIGURA 6.2-28 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DA ÁREA DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM ESTÁGIO DE CAPOEIRA E PLANTIO DE TECTONA GRANDIS DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 946
FIGURA 6.2-29 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA FITOFISIONOMIA DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA, SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO DO IBGE (2012). 947
FIGURA 6.2-30 - REGISTRO DAS ATIVIDADES DE CAMPO NA ÁREA DE ESTUDO. ONDE: (A) AFERIÇÃO DO DAP COM AUXÍLIO DE UMA SUTA; (B) AFERIÇÃO DA ALTURA DO FUSTE COMERCIAL (FUSTE) E ALTURA TOTAL COM AUXÍLIO DE UM CLINÔMETRO DIGITAL; (C) SINALIZAÇÃO DE ESPÉCIMES COM PLACAS DE ALUMÍNIO NUMERADAS; (D) ESPÉCIME IDENTIFICADO COM PLACAS METÁLICAS. 948
FIGURA 6.2-31 - REPRESENTATIVIDADE DE ABUNDÂNCIA DAS FAMÍLIAS INVENTARIADAS NA ÁREA ALVO DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 954
FIGURA 6.2-32 - ESPÉCIES COM OS MAIORES ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) REGISTRADAS NA ÁREA ALVO DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 956
FIGURA 6.2-33 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DIAMÉTRICA (CM) DOS INDIVÍDUOS AMOSTRADOS (GRÁFICO DE EXPONENCIAL NEGATIVO OU “J” INVERTIDO). 961
FIGURA 6.2-34 – DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA BASAL (M²) EM CLASSES DE DAP DOS INDIVÍDUOS AMOSTRADOS. 962
FIGURA 6.2-35 - DISTRIBUIÇÃO DA VOLUMETRIA (M³) EM CLASSES DE DAP DOS INDIVÍDUOS AMOSTRADOS. 963
FIGURA 6.2-36 - FORMA DE VIDA DOS ESPÉCIMES INVENTARIADOS. 964
FIGURA 6.2-37 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO ADENSAMENTO E FECHAMENTO DO DOSSEL DA ÁREA DO SP 25. 968

FIGURA 6.2-38 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO ACÚMULO DE SERRAPILHEIRA, PREDOMINANTEMENTE COMPOSTA POR FOLHAS DO GÊNERO CECROPIA. 968
FIGURA 6.2-39 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ALVO DO SP 25. 970
FIGURA 6.2-40 - REPRESENTATIVIDADE DE ABUNDÂNCIA (Nº DE INDIVÍDUOS) DAS FAMÍLIAS INVENTARIADAS NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 972
FIGURA 6.2-41 - REPRESENTATIVIDADE DE RIQUEZA (Nº DE ESPÉCIES) DAS FAMÍLIAS INVENTARIADAS NA ÁREA- DO SP 25. 973
FIGURA 6.2-42 - - ESPÉCIES COM OS MAIORES ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) REGISTRADAS NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 975
FIGURA 6.2-43 - - ESPÉCIES COM OS MAIORES ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA (IVC) REGISTRADAS NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 976
FIGURA 6.2-44 - DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS POR CLASSE DIAMÉTRICA (CM) NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 978
FIGURA 6.2-45 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE ÁREA BASAL ($M^2.HA^{-1}$) POR CLASSES DE DAP DOS INDIVÍDUOS AMOSTRADOS NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 979
FIGURA 6.2-46 - SOMATÓRIO DA VOLUMETRIA ($M^3.HA^{-1}$) POR CLASSES DE DAP DOS INDIVÍDUOS NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 979
FIGURA 6.2-47 - CLASSIFICAÇÃO PERCENTUAL DA RIQUEZA DAS ESPÉCIES POR HÁBITO/FORMA DE VIDA, REGISTRADAS NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 980
FIGURA 6.2-48 – GRÁFICO DO TIPO DE HABITAT DAS ESPÉCIES REGISTRADAS NA ÁREA ALVO DO SP 25. 982
FIGURA 6.2-49 –MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO REGISTRADOS NA ÁREA ALVO DO SP 25. 986
FIGURA 6.2-50 - MAPA DE PONTOS DE AMOSTRAGEM DA BIOTA TERRESTRE. 988
FIGURA 6.2-51 - ADA 1 COMPOSTA POR VEGETAÇÃO MUITO ALTERADA E EM ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO, ACARÁ, PA. 989
FIGURA 6.2-52 - ADA 2 COMPOSTA POR MATA SECUNDÁRIA, COM DOSSEL E SUB-BOSQUE POUCO DESENVOLVIDOS, ACARÁ, PA. 989
FIGURA 6.2-53 - (A) AID 1 E (B) AID 2 COMPOSTAS POR MATA SECUNDÁRIA, COM DOSSEL E SUB-BOSQUE POUCO DESENVOLVIDOS, ACARÁ, PA. 990
FIGURA 6.2-54 - ALAGADO SITUADO AO LADO DA SEDE DO TERRENO DA CICLUS AMAZÔNIA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID). 991

FIGURA 6.2-55 - ALAGADO TEMPORÁRIO NA BEIRA DA ESTRADA DISTANTE CERCA DE 200 M DO TRANSECTO ADA2. 991
FIGURA 6.2-56 - ALAGADO TEMPORÁRIO NA BEIRA DA ESTRADA DISTANTE CERCA DE 200 M DO TRANSECTO ADA2. 992
FIGURA 6.2-57 - IGARAPÉ SITUADO NO FINAL DA TRILHA AID2 - VISITADO DURANTE AS ESTAÇÕES CHUVOSA E SECA PARA REALIZAÇÃO DE PROCURA ATIVA NA REGIÃO DE ACARÁ, PARÁ. 992
FIGURA 6.2-58- IGARAPÉ TÁBUA/EMBAÚBA (AID) - VISITADO DURANTE AS ESTAÇÕES CHUVOSA E SECA PARA REALIZAÇÃO DE PROCURA ATIVA NA REGIÃO DE ACARÁ, PARÁ....993
FIGURA 6.2-59- IGARAPÉ CAJUEIRO (AID) -VISITADO DURANTE AS ESTAÇÕES CHUVOSA E SECA PARA REALIZAÇÃO DE PROCURA ATIVA NA REGIÃO DE ACARÁ, PARÁ....993
FIGURA 6.2-60 - IGARAPÉ GROTA FUNDA (AID) -VISITADO DURANTE AS ESTAÇÕES CHUVOSA E SECA PARA REALIZAÇÃO DE PROCURA ATIVA NA REGIÃO DE ACARÁ, PARÁ....994
FIGURA 6.2-61 - DADOS CLIMÁTICOS DA ESTAÇÃO AUTOMÁTICA DE BELÉM, PA, DURANTE A PRIMEIRA CAMPANHA (CHUVOSA), DE 30 DE MAIO E 07 DE JUNHO DE 2015, EM ACARÁ, PA. FONTE: INMET. 996
FIGURA 6.2-62 - DADOS CLIMÁTICOS DA ESTAÇÃO AUTOMÁTICA DE BELÉM, PA, DURANTE A SEGUNDA CAMPANHA (SECA), DE 05 A 14 DE SETEMBRO DE 2015, EM ACARÁ, PA. FONTE: INMET. 996
FIGURA 6.2-63 - ARMADILHA DO TIPO TOMAHAWK NO ESTRATO INFERIOR (SOLO) PARA A AMOSTRAGEM DOS PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO EM ACARÁ, PA....998
FIGURA 6.2-64 - ARMADILHA DO TIPO SHERMAN NO ESTRATO SUB-BOSQUE PARA A AMOSTRAGEM DOS PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO EM ACARÁ, PA. 998
FIGURA 6.2-65 - ARMADILHA DE INTERCEPTAÇÃO E QUEDA (PITFALL) PARA A AMOSTRAGEM DOS PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES DURANTE OS PERÍODOS CHUVOSO E SECO EM ACARÁ, PA....999

FIGURA 6.2-66 - MARCAÇÃO COM BRINCOS DOS PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES CAPTURADOS DURANTE A PRIMEIRA CAMPANHA (ESTAÇÃO CHUVOSA) AMOSTRADA ENTRE OS DIAS 30 DE MAIO E 07 DE JUNHO DE 2015, EM ACARÁ, PA. 999

FIGURA 6.2-67 - REDE DE NEBLINA UTILIZADAS PARA A CAPTURA DA QUIROPTEROFAUNA DURANTE OS PERÍODOS CHUVOSO E SECO EM ACARÁ, PA. 1001

FIGURA 6.2-68 - MÉTODO DE BUSCA ATIVA PARA A AMOSTRAGEM DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS DURANTE OS PERÍODOS CHUVOSO E SECO EM ACARÁ, PA.....1002

FIGURA 6.2-69 - ARMADILHA FOTOGRÁFICA PARA A AMOSTRAGEM DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS DURANTE OS PERÍODOS CHUVOSO E SECO EM ACARÁ, PA.....1003

FIGURA 6.2-70 - CURVA CUMULATIVA DE ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS POR MÉTODO APLICADO NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA 1006

FIGURA 6.2-71 - CURVA DE RAREFAÇÃO PARA AS ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS POR MÉTODO APLICADO, UTILIZANDO O ESTIMADOR DE RIQUEZA JACKNIFFE 1, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA. 1007

FIGURA 6.2-72 - RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) E NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA. 1007

FIGURA 6.2-73 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE (H') E EQUITABILIDADE (J') DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) E NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA.....1008

FIGURA 6.2-74 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES DE MASTOFAUNA. 1009

FIGURA 6.2-75 - CURVA CUMULATIVA DE ESPÉCIES DE QUIRÓPTEROS POR MÉTODO APLICADO NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA. 1012

FIGURA 6.2-76 - CURVA DE RAREFAÇÃO PARA AS ESPÉCIES DE QUIRÓPTEROS, UTILIZANDO O ESTIMADOR DE RIQUEZA JACKKNIFE 1, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA.....1012
FIGURA 6.2-77 - RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE QUIRÓPTEROS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) E NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA. 1013
FIGURA 6.2-78 -NÚMERO DE REGISTROS POR ESPÉCIES DE QUIRÓPTEROS REGISTRADOS DURANTE O EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA. 1014
FIGURA 6.2-79 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE (H') E EQUITABILIDADE (J') DE ESPÉCIES DE QUIRÓPTEROS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) E NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA. 1015
FIGURA 6.2-80 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ESPÉCIES QUIRÓPTEROS.....1016
FIGURA 6.2-81 - REPRESENTATIVIDADE DAS ORDENS TAXONÔMICAS DENTRO DO GRUPO DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS REGISTRADAS DURANTE AS CAMPANHAS CHUVOSA E SECA NO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA. 1017
FIGURA 6.2-82 - - CURVA CUMULATIVA DE ESPÉCIES DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA. 1020
FIGURA 6.2-83 - CURVA DE RAREFAÇÃO PARA AS ESPÉCIES DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS, UTILIZANDO O ESTIMADOR DE RIQUEZA JACKKNIFE 1, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO DO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA.....1021
FIGURA 6.2-84 - RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) E NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA 1021
FIGURA 6.2-85 - NÚMERO DE REGISTROS POR ESPÉCIES DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS REGISTRADOS DURANTE O EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA. 1022
FIGURA 6.2-86 -- ÍNDICES DE DIVERSIDADE (H') E EQUITABILIDADE (J') DE ESPÉCIES DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) E

NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ, PA. 1023
FIGURA 6.2-87 - - REGISTRO FOTOGRÁFICOS DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS. 1024
FIGURA 6.2-88 - MAPA COM OS REGISTROS DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE. 1029
FIGURA 6.2-89 - ÁREAS AMOSTRAIS PARA ATIVIDADES DE REGISTROS VISUAIS E AUDITIVOS, ALÉM DE CAPTURAS DE AVES COM REDES DE NEBLINA, LOCALIZADAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA). 1032
FIGURA 6.2-90 - REGISTRO FOTOGRÁFICOS DA METODOLOGIA.....1033
FIGURA 6.2-91– REGISTRO FOTOGRÁFICO DO LEVANTAMENTO AMOSTRAL.....1034
FIGURA 6.2-92 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO LEVANTAMENTO AMOSTRAL.....1037
FIGURA 6.2-93 – NÚMERO DE ESPÉCIES DE AVES DAS FAMÍLIAS MAIS REPRESENTATIVAS REGISTRADAS NA ÁREA. AS DESTACADAS EM COR LARANJA PERTENCEM ÀS ORDENS NÃO PASSERIFORMES E AS DESTACADAS EM VERDE À ORDEM PASSERIFORME.....1039
FIGURA 6.2-94 - CURVA CUMULATIVA DAS ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS POR DIAS DE AMOSTRAGEM. 1039
FIGURA 6.2-95 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES DE OCORRÊNCIA NO ESTADO DO PARÁ.....1071
FIGURA 6.2-96 - REGISTRO FOTOGRÁFICOS DE ESPÉCIES DE AVES IDENTIFICADAS. 1072
FIGURA 6.2-97 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DA ESPÉCIE COTINGA CAYANA (ANAMBÉ-AZUL). 1073
FIGURA 6.2-98 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ESPÉCIES DE AVES NA ÁREA.....1074
FIGURA 6.2-99 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DA ESPÉCIE ARAPAÇU-DE-GARGANTA-AMARELA (*XIPHORHYNCHUS GUTTATUS GRACILIROSTRIS)* 1074
FIGURA 6.2-100 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES DE AVES. 1075
FIGURA 6.2-101 - REGISTRO FOTOGRÁFICOS DA ESPÉCIE CYANOLOXIA ROTHSCHILDII (AZULÃO-DA-AMAZÔNIA).....1077
FIGURA 6.2-102 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DA ESPÉCIE GEOTRYGON MONTANA (PARIRI) CAPTURADO EM REDE NA AID3. 1078

FIGURA 6.2-103 – HÁBITAT PREFERENCIAL DAS ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES DA AID E ADA, COM DEPENDÊNCIA, SEMI-INDEPENDÊNCIA OU INDEPENDÊNCIA POR AMBIENTES FLORESTAIS E AMBIENTE AQUÁTICO. 1079
FIGURA 6.2-104 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ESPÉCIES. 1079
FIGURA 6.2-105 – GRAU DE SENSITIVIDADE AMBIENTAL DAS ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES DA AID E ADA. 1080
FIGURA 6.2-106 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS AVES COM SENSIBILIDADE.....1080
FIGURA 6.2-107– GUILDA TRÓFICA DAS ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES DA AID E ADA. 1081
FIGURA 6.2-108 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES.....1082
FIGURA 6.2-109 – NÚMERO DE ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS POR ESTAÇÃO AMOSTRAL NAS ÁREAS DIRETAMENTE AFETADAS (ADA, REPRESENTADAS EM VERMELHO) E ÁREAS INDIRETAMENTE AFETADAS (AID, REPRESENTADAS EM ROSA). 1082
FIGURA 6.2-110 – NÚMERO DE ESPÉCIES DE AVES POR CAMPANHA NA ESTAÇÃO CHUVOSA (JUNHO) E SECA (SETEMBRO DE 2015).....1083
FIGURA 6.2-111 - ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS 22 ESPÉCIES DE AVES MAIS REPRESENTATIVAS E REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO. 1083
FIGURA 6.2-112 – *BROTOGERIS CHRYSOPTERA*, ESPÉCIE COM MAIOR ABUNDÂNCIA RELATIVA, REGISTRADA NAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS ADA1, ADA2, AID2 E AID3. 1084
FIGURA 6.2-113–ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS 12 ESPÉCIES DE AVES MAIS REPRESENTATIVAS E REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DA ADA.....1084
FIGURA 6.2-114– *PSAROCOLIUS VIRIDIS*, ESPÉCIE COM MAIOR ABUNDÂNCIA RELATIVA, REGISTRADA NAS TRÊS ESTAÇÕES AMOSTRAIS ADA, ALÉM DE AID1 E AID3 1085
FIGURA 6.2-115 - ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS 12 ESPÉCIES DE AVES MAIS REPRESENTATIVAS E REGISTRADAS NAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DA AID. 1085
FIGURA 6.2-116- *RAMPHASTOS TUCANUS,* UMA DAS ESPÉCIES COM MAIOR ABUNDÂNCIA RELATIVA, REGISTRADA EM TODAS AS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DA AID, INCLUSIVE DA ADA. 1086

FIGURA 6.2-117 - NÚMERO DE AVES CAPTURADAS EM REDES DE NEBLINA POR ESTAÇÃO AMOSTRAL NAS DUAS CAMPANHAS. 1093
FIGURA 6.2-118 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES MAIS CAPTURADAS. ...1093
FIGURA 6.2-119 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO NINHO DO GAVIÃO REAL. 1094
FIGURA 6.2-120 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE NINHOS IDENTIFICADOS. 1095
FIGURA 6.2-121– GRUPO DE *PTEROGLOSSUS ARACARI* OBSERVADO NA ADA1 EM JUNHO DE 2015. 1097
FIGURA 6.2-122 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ARMADILHAS ALOCADAS. 1102
FIGURA 6.2-123– REGISTRO FOTOGRÁFICO DA COLETA DE MATERIAL. 1104
FIGURA 6.2-124 – ESTIMATIVA DE RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS E RIQUEZA OBSERVADA DURANTE AS DUAS CAMPANHAS DO INVENTÁRIO DA HERPETOFAUNA EM ACARÁ, PARÁ, COM BASE NO ESTIMADOR JACKKNIFE DE PRIMEIRA ORDEM. 1106
FIGURA 6.2-125– REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES CAPTURADAS. 1107
FIGURA 6.2-126 – GRÁFICO ILUSTRANDO A ABUNDÂNCIA TOTAL DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS POR PERÍODO AMOSTRADO E POR MÉTODO DE AMOSTRAGEM UTILIZADO. 1108
FIGURA 6.2-127– REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS. 1109
FIGURA 6.2-128 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES DE HERPETOFAUNA ENCONTRADAS. 1113
FIGURA 6.2-129– GRÁFICO ILUSTRANDO A RIQUEZA TOTAL DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS POR PERÍODO AMOSTRADO E A RIQUEZA DE ESPÉCIES EXCLUSIVAS DE CADA PERÍODO. 1114
FIGURA 6.2-130 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS. 1115
FIGURA 6.2-131– REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ESPÉCIES DE REPTEIS. 1116
FIGURA 6.2-132– REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ESPÉCIES DE ANFÍBIOS ANUROS. ..1120
FIGURA 6.2-133 – GRÁFICO DO NÚMERO DE ESPÉCIES DE RÉPTEIS E ANFÍBIOS COLETADOS NA ADA E AID, POR PERÍODO AMOSTRAL. 1121
FIGURA 6.2-134– REGISTRO FOTOGRÁFICO DA ESPÉCIE BOTHROPS ATROX. 1122
FIGURA 6.2-135 – MAPA DE PONTOS DE AMOSTRAGEM DA ENTOMOFAUNA. 1130
FIGURA 6.2-136 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS ARMADILHAS. 1131
FIGURA 6.2-137 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE MATERIAL ENTOMOLÓGICO. 1133

FIGURA 6.2-138 – ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE MARGALEF (I) POR PONTO DE COLETA, NA PRIMEIRA CAMPANHA (I1) E NA SEGUNDA CAMPANHA (I2). 1135
FIGURA 6.2-139– NÚMERO DE ESPÉCIES POR PONTO DE COLETA, NA PRIMEIRA CAMPANHA E NA SEGUNDA CAMPANHA. 1135
FIGURA 6.2-140– ÍNDICE DE SIMILARIDADE (CT) POR PONTO DE COLETA, NA PRIMEIRA CAMPANHA (CT1) E NA SEGUNDA CAMPANHA (CT2).....1136
FIGURA 6.2-141–ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE MARGALEF (I) POR ORDEM, NA PRIMEIRA CAMPANHA (I1) E NA SEGUNDA CAMPANHA (I2). 1138
FIGURA 6.2-142– FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES POR ORDEM, NA PRIMEIRA CAMPANHA. 1139
FIGURA 6.2-143–FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES POR ORDEM, NA SEGUNDA CAMPANHA. 1139
FIGURA 6.2-144 – MAPA DE PONTOS DE AMOSTRAGEM DE PLÂNCTON E ZOOBENTOS 1144
FIGURA 6.2-145 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DA METODOLOGIA DE COLETA DE PLÂNCTON. 1147
FIGURA 6.2-146 – PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO, EM NÚMERO DE TÁXONS POR CLASSE TAXONÔMICA COM BASE NAS AMOSTRAS QUALITATIVAS E QUANTITATIVAS EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. 1149
FIGURA 6.2-147– VARIAÇÃO DA DENSIDADE TOTAL EM CÉLS.ML-1 DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NA CAMPANHA DE MAIO DE 2015 E SETEMBRO DE 2015. ...1150
FIGURA 6.2-148–VARIAÇÃO DA DENSIDADE RELATIVA POR CLASSE TAXONÔMICA EM CÉLS.ML-1 DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NA CAMPANHA DE MAIO DE 2015 E SETEMBRO DE 2015. 1150
FIGURA 6.2-149 – VARIAÇÃO DA DENSIDADE TOTAL DE CIANOBACTÉRIAS EM CÉLS.ML-1 NA CAMPANHA DE MAIO DE 2015 E SETEMBRO DE 2015. 1151
FIGURA 6.2-150– VARIAÇÃO DA RIQUEZA EM TÁXONS POR AMOSTRA NA CAMPANHA DE MAIO DE 2015 E SETEMBRO DE 2015 1151
FIGURA 6.2-151– VARIAÇÃO DA DIVERSIDADE SHANNON E WIENER (EM BITS/IND) NAS CAMPANHAS DE MAIO E SETEMBRO DE 2015. LINHA PONTILHADA CORRESPONDENDO A 2,5 BITS/IND. 1152

FIGURA 6.2-152 – VARIAÇÃO DA EQUITABILIDADE EM PORCENTAGEM NAS CAMPANHAS DE MAIO E SETEMBRO DE 2015. LINHA PONTILHADA CORRESPONDENDO A 50% DE EQUITABILIDADE. 1152
FIGURA 6.2-153 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DAS COLETAS REALIZADAS.....1155
FIGURA 6.2-154 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%) DOS TÁXONS REGISTRADOS NAS AMOSTRAS DE ZOOPLÂNCTON, COLETADAS A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. 1157
FIGURA 6.2-155– ABUNDÂNCIA RELATIVA (%) DOS TÁXONS ENCONTRADOS NAS AMOSTRAS DE ZOOPLÂNCTON, COLETADAS A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. 1158
FIGURA 6.2-156– DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER (H´) E EQUITABILIDADE (J´) DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA, NAS AMOSTRAS COLETADAS A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015.....1159
FIGURA 6.2-157 –A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. 1162
FIGURA 6.2-158– PROPORÇÃO (%) ENTRE OS PRINCIPAIS GRUPOS DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA, NAS AMOSTRAS COLETADAS A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. 1162
FIGURA 6.2-159– DENDROGRAMA DOS PONTOS DE COLETA NO PERÍODO CHUVOSO E SECO, COM BASE NAS DENSIDADES DOS TÁXONS PRESENTES NAS AMOSTRAS DE ZOOPLÂNCTON COLETADAS A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. 1163
FIGURA 6.2-160– AMOSTRAGEM DE ZOOBENTOS COM REDE DE MALHA 0,5MM, UTILIZADA EM RIOS. 1166
FIGURA 6.2-161– CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS TÁXONS DE CADA GRANDE GRUPO NO TOTAL REGISTRADO NA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS DAS

CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA). 1169
FIGURA 6.2-162 – NÚMERO DE TÁXONS DA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS NOS PONTOS AMOSTRADOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1171
FIGURA 6.2-163 – CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS TÁXONS DE CADA GRANDE GRUPO NO TOTAL REGISTRADO NA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NA CAMPANHA DE PERÍODO CHUVOSO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1172
FIGURA 6.2-164 – CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO NÚMERO DE TÁXONS DE CADA GRANDE GRUPO NO TOTAL REGISTRADO NA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NA CAMPANHA DE PERÍODO SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1172
FIGURA 6.2-165 – REGISTRO DOS TÁXONS CHIRONOMIDAE SP1.....1174
FIGURA 6.2-166– VALORES DE DENSIDADE MÉDIA (IND.M-2) DA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS NOS PONTOS AMOSTRADOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1175
FIGURA 6.2-167– CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE CADA GRANDE GRUPO REGISTRADO NA DENSIDADE TOTAL DA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA). 1177
FIGURA 6.2-168– VALORES DE DENSIDADE (IND.M-2) POR GRANDE GRUPO DA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NA CAMPANHA DE PERÍODO CHUVOSO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1178
FIGURA 6.2-169 – VALORES DE DENSIDADE (IND.M-2) POR GRANDE GRUPO DA COMUNIDADE DO ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NA CAMPANHA DE PERÍODO SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1178
FIGURA 6.2-170 – VALORES DO ÍNDICE DE RIQUEZA (D) DA COMUNIDADE DE ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NAS CAMPANHAS DE

PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1180
FIGURA 6.2-171 – VALORES DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE (H') DA COMUNIDADE DE ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1180
FIGURA 6.2-172 – VALORES DO ÍNDICE DE EQUITABILIDADE (J') DA COMUNIDADE DE ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1181
FIGURA 6.2-173 – VALORES DO ÍNDICE DE DOMINÂNCIA (Λ) DA COMUNIDADE DE ZOOBENTOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO NOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA – ACARÁ (PA).....1181
FIGURA 6.2-174 – MAPA DE PONTOS DE AMOSTRAGEM DA ICTIOFAUNA. 1184
FIGURA 6.2-175 – REGISTRO FOTOGRÁFICOS DA COLETA DE ICTIOFAUNA.....1185
FIGURA 6.2-176– ESPÉCIES DE PEIXE MAIS ABUNDANTES, AMOSTRADO EM IGARAPÉS PERTENCENTES À ÁREA DESTINADA À IMPLANTAÇÃO DA CTR – METROPOLITANA. A= *HYPHESSOBRYCON HETERORHABDUS,* B = *IGUANODECTES RACHOVII* E C =*APISTOGRAMMA GR.* REGANI.....1196
FIGURA 6.2-177 –CURVA DE RAREFAÇÃO DA RIQUEZA OBSERVADA E ESTIMADA (JACKKNIFE 1A ORDEM) DA ICTIOFAUNA DOS IGARAPÉS AMOSTRADOS NA ÁREA DESTINADA À IMPLEMENTAÇÃO DO CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS (CTR METROPOLITANA), MUNICÍPIO DE ACARÁ, PARÁ, BRASIL. NA FIGURA A FORAM CONSIDERADOS TODOS OS IGARAPÉS AMOSTRADOS DE FORMA PADRONIZADA. NA FIGURA B ESTÃO REPRESENTADOS OS IGARAPÉS GROTA FUNDA E CAJUEIRO, QUE POSSUEM PARTE DE SUA BACIA DE DRENAGEM LOCALIZADA NA ADA DO EMPREENDIMENTO. NA FIGURA C ESTÃO REPRESENTADOS SOMENTE OS IGARAPÉS EMBAÚBA E TÁBUA, QUE POSSUEM SUAS BACIAS DE DRENAGEM LOCALIZADAS EXCLUSIVAMENTE NA AID DO EMPREENDIMENTO. AS FIGURAS REPRESENTAM AS ESTIMATIVAS

CONSIDERANDO DE FORMA CONJUNTA AS AMOSTRAGENS REALIZADAS NA PRIMEIRA E SEGUNDA CAMPANHA. 1197
FIGURA 6.2-178– REPRESENTAÇÃO GRÁFICA RESULTANTE DA ANÁLISE DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICA (NMDS) PARA OS DADOS DE ABUNDÂNCIA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE IGARAPÉS LOCALIZADOS NA ÁREA DESTINADA À IMPLEMENTAÇÃO DA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS (CTR METROPOLITANA) ENTE OS PERÍODOS HIDROLÓGICOS, CHUVOSO REPRESENTADO PELOS CÍRCULOS ABERTOS (○) E DE ESTIAGEM, REPRESENTADO PELOS CÍRCULOS FECHADOS (●). 1199
FIGURA 6.2-179 –REPRESENTAÇÃO GRÁFICA RESULTANTE DA ANÁLISE DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICA (NMDS) PARA OS DADOS DE ABUNDÂNCIA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE IGARAPÉS LOCALIZADOS NA ÁREA DESTINADA À IMPLEMENTAÇÃO DA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS (CTR METROPOLITANA) ENTE AS ÁREAS DE DENTRO DA PROPRIEDADE (○), REPRESENTADA PELOS CÍRCULOS ABERTOS E AID (●), REPRESENTADA PELOS CÍRCULOS FECHADOS. 1199
FIGURA 6.2-180 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ABUNDÂNCIA E BIOMASSA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES AMOSTRADOS EM IGARAPÉS LOCALIZADOS NA ÁREA DESTINADA À IMPLEMENTAÇÃO DA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS (CTR METROPOLITANA), MUNICÍPIO DE ACARÁ, PARÁ, BRASIL. AS FIGURAS A E C REPRESENTAM OS IGARAPÉS CAJUEIRO E GROTA FUNDA, RESPECTIVAMENTE, QUE POSSUEM PARTE DE SUAS BACIAS DE DRENAGEM LOCALIZADAS NA ADA. AS FIGURAS B E D REPRESENTAM OS IGARAPÉS EMBAÚBA E TÁBUA RESPECTIVAMENTE, QUE POSSUEM TODA SUA BACIA DE DRENAGEM LOCALIZADA NA AID.....1200
FIGURA 6.2-181 – MAPA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....1207
FIGURA 6.2-182 – REPRESENTADA PELO MAPA DE UNIDADES PRIORITÁRIAS DE CONSERVAÇÃO.....1218
FIGURA 6.3-1 – IGARAPÉ CASTANHALZINHO 1376
FIGURA 6.3-2: REDE HIDROGRÁFICA DA AID DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID). 1378
FIGURA 6.3-3 - ACESSOS AOS CTR E LOCALIDADES MAPEADAS EM 2019 E 2024. 1382

FIGURA 7.1-1 - ELEMENTOS DE ANÁLISE DA DINÂMICA AMBIENTAL ASSOCIADOS AO PROJETO CTR METROPOLITANA.....1400
FIGURA 7.1-2 - COMPARTIMENTOS AMBIENTAIS DA ÁREA DA CTR METROPOLITANA. 1404
FIGURA 7.1-3 - AMBIENTE DO COMPARTIMENTO 1. 1406
FIGURA 7.1-4 - AMBIENTE DO COMPARTIMENTO 2 – ACESSO. 1408
FIGURA 7.1-5 - AMBIENTE DO COMPARTIMENTO 3 – IGARAPÉ CASTANHALZINHO....1409
FIGURA 7.1-6 - AMBIENTE DO COMPARTIMENTO 4 – RAMAL SANTA RITA.....1412
FIGURA 7.2-1 - ELEMENTOS DE ANÁLISES PARA A AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AO PROJETO CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS METROPOLITANA. 1417
FIGURA 7.2-2 - ELEMENTOS UTILIZADOS NA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS. 1419
FIGURA 7.2-3 - INTERAÇÃO DOS ELEMENTOS: ATIVIDADES VERSUS COMPONENTES AMBIENTAIS; NAS DIVERSAS ETAPAS DA ATIVIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. 1420
FIGURA 7.2-4 - ANÁLISE DOS ELEMENTOS AMBIENTAIS DO MEIO BIÓTICO, REFERENTES AO PROJETO CTR METROPOLOTANA.....1470
FIGURA 8.1-1 - REDE AMOSTRAL DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR. 1522
FIGURA 8.1-2 - REDE AMOSTRAL DE MONITORAMENTO DE RUÍDO. 1534
FIGURA 8.1-3 - REDE AMOSTRAL DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL. 1549
FIGURA 8.1-4 - REDE AMOSTRAL DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. ..1556
FIGURA 8.1-5 - MODELOS DE BANHEIROS QUÍMICOS. 1562
FIGURA 8.1-6 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE NASCENTES. 1569
FIGURA 8.1-7 - ESQUEMA ILUSTRATIVO BASEADO NO ART. 21º DA LEI FEDERAL N° 12.305/2010. 1582
FIGURA 8.2-1 - ETAPAS DAS ATIVIDADES DO SUBPROGRAMA DE CONTROLE DA REMOÇÃO DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA. 1625
FIGURA 8.2-2 - CORTE PADRÃO PARA SER ADOTADO NA REMOÇÃO DO INDIVÍDUO ARBÓREO. 1628
FIGURA 8.2-3 - CAMINHOS DE FUGA. 1629

FIGURA 8.2-4 - USO DA CUNHA NO DIRECIONAMENTO DE QUEDA DA ÁRVORE. 1629
FIGURA 8.2-5 - LARGURA DA DOBRADIÇA. 1630
FIGURA 8.2-6 - ÁRVORES COM RACHADURAS. 1630
FIGURA 8.2-7 - ÁRVORE COM PRESENÇA DE OCO. 1631
FIGURA 8.2-8 - PROCEDIMENTOS DE CORTE PARA ÁRVORES GRANDES. 1631
FIGURA 8.2-9 - ÁRVORE COM TRONCO INCLINADO. 1632
FIGURA 8.2-10 - DERRUBADA COM EQUIPAMENTO MECANIZADO. 1633
FIGURA 8.2-11 - TRATOR FLORESTAL ARRASTADOR (SKIDDER) E TRANSPORTE PRIMÁRIO. 1634
FIGURA 8.2-12 - (A) E (B) ENLEIRAMENTO DOS RESÍDUOS FLORESTAIS;(C) SECAGEM DO MATERIAL; (D) ABERTURA DAS COVAS; (E) ENTERRAMENTO DO RESÍDUO; (F) COMPACTAÇÃO COM TERRA SOBRE O RESÍDUO. 1635
FIGURA 8.2-13 - TRONCO OU TORA APOIADA NO SOLO. 1636
FIGURA 8.2-14 - TRONCO OU TORA APOIADA NAS DUAS EXTREMIDADES. 1636
FIGURA 8.2-15 - TRONCO SUSPENSO EM UMA DAS EXTREMIDADES. 1637
FIGURA 8.2-16 - PASSO A PASSO DO TRAÇAMENTO EM TRONCOS DEITADOS: (A) QUANDO O DIÂMETRO DO TRONCO É MENOR OU IGUAL AO COMPRIMENTO DO SABRE; (B) QUANDO O DIÂMETRO DO TRONCO É MAIOR QUE O SABRE. 1638
FIGURA 8.2-17 - PASSO A PASSO DO TRAÇAMENTO COM TORAS APOIADAS NAS DUAS EXTREMIDADES – TIPO PONTE. 1639
FIGURA 8.2-18 - PASSO A PASSO DO TRAÇAMENTO COM TORAS APOIADAS NAS DUAS EXTREMIDADES – TIPO PONTE. 1640
FIGURA 8.2-19 - MÉTODO DE CUBAGEM ADOTADO PELO IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS), INDICADO PARA TORAS QUE APRESENTAM FORMA DE TRONCO DE PARABOLOIDE. 1642
FIGURA 8.2-20 - LOCALIZAÇÃO DOS TRANSECTOS DE MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE E PONTOS DA BIOTA AQUÁTICA NA ÁREA DA CTR METROPOLITANA. 1680
FIGURA 8.2-21 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA ESTAÇÃO DE PITFALL (CÍRCULOS LATERAIS E UM CENTRAL) EM FORMA DE CRUZ, COM BALDES

CONECTADOS POR CERCAS-GUIA DE 1,0M DE ALTURA (FAIXAS EM PRETO) SUSTENTADAS POR ESTACAS.....1682

FIGURA 8.2-22 - ILUSTRAÇÃO DA METODOLOGIA ADOTADA PARA O CENSO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE. ONDE: X, DISTÂNCIA PERPENDICULAR DO ANIMAL À LINHA DO TRANSECTO (TRILHA); R, DISTÂNCIA DE DETECÇÃO DO OBSERVADOR AO ANIMAL; A, ÂNGULO DE DETECÇÃO ENTRE O OBSERVADOR E O ANIMAL. 1687

FIGURA 8.2-23 - NÚMERO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO POR CLASSE REGISTRADAS NO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ/PA. 1693

FIGURA 8.2-24 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES NO CINTURÃO DE PROTEÇÃO.....1715

FIGURA 8.2-25 - MOSAICO FORMADO PELA DISTRIBUIÇÃO DAS MUDAS NO PLANTIO. 1716

FIGURA 9.6-1 – PLANILHA UTILIZADA PARA O CÁLCULO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 1779

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.4-1 - UNIDADES PREVISTAS PARA COMPOSIÇÃO DA CTR METROPOLITANA. 76

QUADRO 2.8-1 - SÍNTESE DAS ALTERNATIVAS DE ACESSO À CTR METROPOLITANA...96

QUADRO 3.1-1 – PESQUISA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS MUNICIPAIS. 99

QUADRO 3.1-2 - EVOLUÇÃO DO CRESCIMENTO DE ATERROS SANITÁRIOS AO LONGO DOS ANOS 114

QUADRO 3.1-3 LISTA DE ALGUNS EMPREENDIMENTOS SIMILARES IMPLANTADOS NO PAÍS. 115

QUADRO 3.2-1 - INFORMAÇÕES COMPARATIVAS COM O CENÁRIO COM E SEM IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO. 138

QUADRO 4.3-1 - INFORMAÇÕES DAS PEÇAS GRÁFICAS QUE COMPÕEM O PROJETO CTR. 167

QUADRO 4.4-1 - ETAPA DE TRATAMENTO E FAIXA DE REMOÇÃO ESTIMADA. 180

QUADRO 4.6-1 - PLACAS INDICATIVAS PREVISTAS PARA A SINALIZAÇÃO DA ÁREA DA CTR METROPOLITANA. 208

QUADRO 4.6-2 - CRONOGRAMA FÍSICO DA IMPLANTAÇÃO DA CTR METROPOLITANO. 210

QUADRO 4.6-3 - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTOS DA CTR METROPOLITANO.....211

QUADRO 6.1-1 – CLASSIFICAÇÃO DO SPI.....276

QUADRO 6.1-2 - *UNIDADES PREVISTAS PARA COMPOSIÇÃO E OPERAÇÃO DA CTR METROPOLITANA.* 289

QUADRO 6.1-3 *FORMULAÇÃO NA ESTIMAÇÃO DE EMISSÕES FUGITIVAS DE MATERIAL PARTICULADO.* 297

QUADRO 6.1-4 *PARÂMETROS E VALORES DE ENTRADA DO MODELO LANDGEM OCUPADO PARA A CTR METROPOLITANA. FONTE: LANDGEM (LANDFILL GAS EMISSIONS MODEL), VERSÃO 3.02 DA US-EPA (2005) / EMISSIONS FACTORS & AP 42, COMPILATION OF AIR POLLUTANT EMISSION FACTORS (EPA, 2009).* 301

QUADRO 6.1-5 *FATORES DE EMISSÃO (AP-42 SECÇÃO 2.4) DE POLUENTES SECUNDÁRIOS NA QUEIMA DE 8,602 X 10^7 M^3/ANO DE METANO (CH_4) DESDE OS QUEIMADORES TIPO FLARE.* 303

QUADRO 6.1-6 *INFORMAÇÕES DAS FONTES EMISSORAS.* 304

QUADRO 6.1-7 - *CÁLCULO DA ESTIMATIVA DE TAXA DE EMISSÃO DE NH_3 PELA FRENTE ABERTA DE OPERAÇÃO.* 308

QUADRO 6.1-8 - *ESTIMAÇÃO DE EMISSÕES DE MATERIAL PARTICULADO PELO TRÁFEGO VEICULAR EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS DE ATERROS.* 309

QUADRO 6.1-9 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA CO E NO_2 (1 HORA).* 310

QUADRO 6.1-10 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA PTS E SO_2 (24 HORAS).* 310

QUADRO 6.1-11 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA PM_{10} E $PM_{2,5}$ (24 HORAS).* 311

QUADRO 6.1-12 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE CURTO PERÍODO PARA NH_3 (1 HORA).* 311

QUADRO 6.1-13 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE LONGO PERÍODO PARA CO (8 HORAS) E NO_2 (1 ANO).* 318

QUADRO 6.1-14 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE LONGO PERÍODO PARA PM_{10} E $PM_{2,5}$ (1 ANO).* 318

QUADRO 6.1-15 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE LONGO PERÍODO PARA PTS E SO_2 (1 ANO).* 319

QUADRO 6.1-16 - *CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE LONGO PERÍODO PARA NH_3 (24 HORAS).* 319

QUADRO 6.1-17 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA QUALIDADE DO AR. 328

QUADRO 6.1-18 - PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 506/2024. 342

QUADRO 6.1-19 - RESUMO DAS EMISSÕES PARA O PERÍODO DE AVALIADO NAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO EM COMUNIDADE CASTANHALZINHO E COMUNIDADE SÃO PEDRO. FONTE: ELABORADO PELOS TÉCNICOS RESPONSÁVEIS, 2024. 345

QUADRO 6.1-20 - *RESULTADOS DAS MÉDIAS AMOSTRAIS DE QUALIDADE DO AR.* 354

QUADRO 6.1-21 - RESULTADOS DO IQAR NOS PONTOS AMOSTRAIS. 354

QUADRO 6.1-22 - *RESULTADOS DAS CONCENTRAÇÕES PARA O PARÂMETRO PTS.* ..355

QUADRO 6.1-23 – MÉDIA DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE OZÔNIO (O_3) 357

QUADRO 6.1-24 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA O_3 359
QUADRO 6.1-25 - MÉDIA DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO).....359
QUADRO 6.1-26 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA DIÓXIDO DE CARBONO (CO)...361
QUADRO 6.1-27 - MÉDIA DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO2). 361
QUADRO 6.1-28 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA SO_2 363
QUADRO 6.1-29 - MÉDIA DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO_2). 363
QUADRO 6.1-30 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO_2). 365
QUADRO 6.1-31 - MÉDIA DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE PARTÍCULAS INALÁVEIS MP2,5. 365
QUADRO 6.1-32 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA $MP_{2,5.}$ 367
QUADRO 6.1-33 - MÉDIA DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE PARTICULADO INALÁVEL MP_{10}. 367
QUADRO 6.1-34 - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR PARA MP_{10}.....369
QUADRO 6.1-35 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA.....372
QUADRO 6.1-36 – *CARACTERIZAÇÃO DE SOM TONAL*.....377
QUADRO 6.1-37 – *AVALIAÇÃO DA PRESSÃO SONORA QUANDO O SOM TOTAL É SUPERIOR AO LIMITE*. 378
QUADRO 6.1-38 – AVALIAÇÃO DA PRESSÃO SONORA QUANDO O SOM TOTAL É SUPERIOR AO LIMITE. 380
QUADRO 6.1-39 – LIMITES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA EM FUNÇÃO DOS TIPOS DE ÁREAS HABITADAS E DO PERÍODO. 386
QUADRO 6.1-40 - NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA IDENTIFICADOS NAS BANDAS DA FREQUÊNCIA Z DE MEDIÇÃO. 391
QUADRO 6.1-41 – RELAÇÃO DAS 4 DRENAGENS, COM AS SUAS RESPECTIVAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS. 509

QUADRO 6.1-42 – RELAÇÃO DAS 4 DRENAGENS ALVO DE MONITORAMENTO DE VAZÃO E SITUAÇÃO DE EXECUÇÃO DOS PROCEDIMENTOS, NAS DUAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO.....511
QUADRO 6.1-43 - DISTÂNCIA RECOMENDADA ENTRE VERTICAIS, DE ACORDO COM A LARGURA DO RIO. 513
QUADRO 6.1-44 – COORDENADAS GEOGRÁFICAS E UTM DOS PONTOS REFERENTES A 1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE VAZÃO DAS 4 DRENAGENS SELECIONADAS.....518
QUADRO 6.1-45 – RESULTADOS DA BATIMETRIA REALIZADA NAS DRENAGENS, DURANTE AS DUAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO. 523
QUADRO 6.1-46–CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS DE MONITORAMENTO IDENTIFICADOS NA ADA E AID DO PROJETO CTR METROPOLITANA – CICLUS AMAZÔNIA.....537
QUADRO 6.1-47-*SITUAÇÕES DOS POÇOS DE MONITORAMENTO UTILIZADOS PARA O DIAGNÓSTICO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.*.....537
QUADRO 6.1-48 - *EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA AS MEDIÇÕES EM CAMPO, E PARÂMETROS ANALISADOS, CONFORME RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357 DE 2005.* 550
QUADRO 6.1-49 - COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS AFLORAMENTOS INTITULADOS PAN. 554
QUADRO 6.1-50 - *LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE FEIÇÕES EROSIVAS E SUSCETIBILIDADE AO ASSOREAMENTO OBSERVADOS NO CONTEXTO DO PROJETO CTR METROPOLITANA.*.....639
QUADRO 6.1-51 - *EXTENSÕES DOS SULCOS IDENTIFICADOS NOS ACESSOS INSERIDOS NO CONTEXTO DO PROJETO CTR METROPOLITANA.* 642
QUADRO 6.1-52 – *CARACTERIZAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM CADA PONTO DE LOCALIZAÇÃO.*.....649
QUADRO 6.1-53: DADOS DAS NASCENTES E PONTOS DE CONTROLE CADASTRADAS EM MAIO/2025.....714
QUADRO 6.1-54: *PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS PONTOS CADASTRADOS.* 718
QUADRO 6.1-55 - DADOS DOS POÇOS CADASTRADOS E MEDIÇÕES NO NÍVEL D´ÁGUA DE MAIO/2025. 722

QUADRO 6.1-56 - STATUS DOS SLUG-TESTES REALIZADOS. 724
QUADRO 6.1-57 - RESULTADO DOS SLUG-TESTES. 726
QUADRO 6.1-58 - *CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA CALCULADA PELA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.* 727
QUADRO 6.1-59 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DO TESTE DE INFILTRAÇÃO 728
QUADRO 6.1-60 - DADOS DE CAMPO DO TESTE DE INFILTRAÇÃO – PONTO INFIL 02 ..730
QUADRO 6.1-61 - DADOS DE CAMPO DO TESTE DE INFILTRAÇÃO - PONTO INFIL 03 ...731
QUADRO 6.1-62 - UNIDADES HIDROESTRATIGRÁFICAS LOCAIS. 734
QUADRO 6.1-63 - DADOS DOS POÇOS DE MONITORAMENTO COM LEITURAS NO PERÍODO SECO. 740
QUADRO 6.1-64 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE DOS AQUÍFERO .749
QUADRO 6.1-65 - PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL RELACIONADOS ÀS ÁGUAS SUPERFICIAIS. 752
QUADRO 6.1-66 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA AS MEDIÇÕES EM CAMPO. 753
QUADRO 6.1-67 - INFORMAÇÕES DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL, REFERENTES AOS DADOS PRIMÁRIOS DO PROJETO CTR - METROPOLITANA. ...755
QUADRO 6.1-68 - SITUAÇÕES DOS LOCAIS DE COLETA PARA O DIAGNÓSTICO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS. 756
QUADRO 6.1-69 - PARÂMETROS ANALISADOS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL. 769
QUADRO 6.1-70 - CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA, SEGUNDO O IQA, NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA SUPERFICIAL DOS ANOS DE 2015 E 2024. 785
QUADRO 6.1-71 – ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL REFERENTE AO PERÍODO CHUVOSO – MAIO DE 2025. 802
QUADRO 6.1-72 - ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL REFERENTE AO PERÍODO SECO – JULHO DE 2025. 802
QUADRO 6.1-73 – PRINCIPAIS INSTRUMENTOS DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL RELACIONADOS ÀS ÁGUAS 803
QUADRO 6.1-74 – NÍVEL DA ÁGUA MEDIDO DURANTE A 1ª E 2ª CAMPANHA. 804
QUADRO 6.1-75 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA AS MEDIÇÕES EM CAMPO. 811

QUADRO 6.1-76 - INFORMAÇÕES DOS PONTOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO CTR METROPOLITANO.....815
QUADRO 6.1-77 - SITUAÇÕES DOS POÇOS DE MONITORAMENTO UTILIZADOS PARA O DIAGNÓSTICO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....815
QUADRO 6.1-78 - PARÂMETROS ANALISADOS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, CONFORME RESOLUÇÃO CONAMA Nº 396 DE 2008.....823
QUADRO 6.2-1 - RASTREABILIDADE DOS ITENS NO DIAGNÓSTICO. 849
QUADRO 7.1-1 - ELEMENTOS AMBIENTAIS E PRINCIPAIS INDICADORES PARA ANÁLISE INTEGRADA. 1400
QUADRO 7.1-2 - CARACTERÍSTICAS DOS COMPARTIMENTOS AMBIENTAIS. 1401
QUADRO 7.2-1 - INTERAÇÃO DOS ATRIBUTOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO PARA A ATIVIDADE DO PROJETO CTR METROPOLITANA. 1421
QUADRO 7.2-2 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: QUALIDADE DO AR; NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1425
QUADRO 7.2-3 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE OS ELEMENTOS: RUÍDO E VIBRAÇÃO; NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO.....1427
QUADRO 7.2-4 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO.....1430
QUADRO 7.2-5 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ÁGUA SUPERFICIAL E NASCENTES; NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1433
QUADRO 7.2-6 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ÁGUA SUBTERRÂNEA; NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1435
QUADRO 7.2-7 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: SOLO; NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1438
QUADRO 7.2-8 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: PROCESSOS EROSIVOS; NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO.....1439
QUADRO 7.2-9 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: QUALIDADE DO AR; NA ETAPA DE OPERAÇÃO.....1442
QUADRO 7.2-10 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE OS ELEMENTOS: RUÍDO E VIBRAÇÃO; NA ETAPA DE OPERAÇÃO. 1445
QUADRO 7.2-11 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA ETAPA DE OPERAÇÃO.....1447

QUADRO 7.2-12 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ÁGUA SUPERFICIAL E NASCENTES; NA ETAPA DE OPERAÇÃO. 1450
QUADRO 7.2-13 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ÁGUA SUBTERRÂNEA; NA ETAPA DE OPERAÇÃO. 1452
QUADRO 7.2-14 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: SOLO; NA ETAPA DE OPERAÇÃO. 1454
QUADRO 7.2-15 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: PROCESSOS EROSIVOS; NA ETAPA DE OPERAÇÃO. 1455
QUADRO 7.2-16 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: QUALIDADE DO AR; NA ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1457
QUADRO 7.2-17 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE OS ELEMENTOS: RUÍDO E VIBRAÇÃO; NA ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1459
QUADRO 7.2-18 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO 1460
QUADRO 7.2-19 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ÁGUA SUPERFICIAL E NASCENTES; NA ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1462
QUADRO 7.2-20 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ÁGUA SUBTERRÂNEA; NA ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1465
QUADRO 7.2-21 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: SOLO; NA ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1466
QUADRO 7.2-22 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: PROCESSOS EROSIVOS; NA ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1468
QUADRO 7.2-23 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E DIVERSIDADE BOTÂNICA DURANTE A ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1473
QUADRO 7.2-24 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO DE ALTERAÇÃO DA DIVERSIDADE DA FAUNA TERRESTRE DURANTE A ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1476
QUADRO 7.2-25 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO DE AFUGENTAMENTO DE FAUNA DURANTE A ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1479
QUADRO 7.2-26 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ALTERAÇÃO NAS COMUNIDADES AQUÁTICAS NA ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1482

QUADRO 7.2-27 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E DIVERSIDADE BOTÂNICA DURANTE A ETAPA DE OPERAÇÃO. 1484
QUADRO 7.2-28 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO DE ALTERAÇÃO DA DIVERSIDADE DA FAUNA TERRESTRE DURANTE A ETAPA DE OPERAÇÃO. 1486
QUADRO 7.2-29 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO AFUGENTAMENTO DE FAUNA DURANTE A ETAPA DE OPERAÇÃO. 1488
QUADRO 7.2-30 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ATRAÇÃO DE FAUNA SINANTRÓPICA E OPORTUNISTA, NA ETAPA DE OPERAÇÃO. 1491
QUADRO 7.2-31 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ALTERAÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS NA ETAPA DE OPERAÇÃO. 1493
QUADRO 7.2-32 - CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E DIVERSIDADE BOTÂNICA, DURANTE A ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1495
QUADRO 7.2-33 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO DE ALTERAÇÃO DA DIVERSIDADE DA FAUNA TERRESTRE, DURANTE A ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1496
QUADRO 7.2-34 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ALTERAÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS NA ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1497
QUADRO 7.2-35 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: EXPECTATIVAS DA POPULAÇÃO FRENTE AO EMPREENDIMENTO; DURANTE A ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1500
QUADRO 7.2-36 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: INCREMENTO DE FORNECEDORES DE INSUMOS E SERVIÇOS; DURANTE A ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1501
QUADRO 7.2-37 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: GERAÇÃO DE EMPREGOS DIRETOS E INDIRETOS; DURANTE A ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1503
QUADRO 7.2-38 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: AUMENTO DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO, DURANTE A ETAPA DE IMPLANTAÇÃO. 1505
QUADRO 7.2-39 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: INCREMENTO DE FORNECEDORES DE INSUMOS E SERVIÇOS; DURANTE A ETAPA DE OPERAÇÃO. 1506

QUADRO 7.2-40 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: GERAÇÃO DE EMPREGOS DIRETOS E INDIRETOS; DURANTE A ETAPA DE OPERAÇÃO. 1507
QUADRO 7.2-41 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: AUMENTO DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO, DURANTE A ETAPA DE OPERAÇÃO. 1508
QUADRO 7.2-42 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ALTERAÇÃO DAS RECEITAS TRIBUTÁRIAS E TRANSFERÊNCIAS; DURANTE A ETAPA DE OPERAÇÃO. 1510
QUADRO 7.2-43 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ENCOLHIMENTO DE FORNECEDORES DE INSUMOS E SERVIÇOS; DURANTE A ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1511
QUADRO 7.2-44 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: DIMINUIÇÃO/ DECRÉSCIMO DE EMPREGOS DIRETOS E INDIRETOS; DURANTE A ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1513
QUADRO 7.2-45 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: ALTERAÇÃO DAS RECEITAS TRIBUTÁRIAS E TRANSFERÊNCIAS; DURANTE A ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1515
QUADRO 7.2-46 - CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO SOBRE O ELEMENTO: INTERFERÊNCIA NO COTIDIANO DA POPULAÇÃO; DURANTE A ETAPA DE DESATIVAÇÃO. 1516
QUADRO 8.1-1 - PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 506/2024. 1520
QUADRO 8.1-2 - PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR. 1521
QUADRO 8.1-3 - CRONOGRAMA DE CONTROLE DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR. 1526
QUADRO 8.1-4 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE ODORES. 1530
QUADRO 8.1-5 - PONTOS DE MONITORAMENTO DE RUÍDO. 1533
QUADRO 8.1-6 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RUÍDOS. 1537
QUADRO 8.1-7 - RESUMO DA LEGISLAÇÃO ADOTADA. 1539

QUADRO 8.1-8 - MODELO DE PLANILHA PARA O CADASTRAMENTO E MONITORAMENTO DE CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS E MOVIMENTAÇÃO DE MASSA. 1540
QUADRO 8.1-9 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS E ESTABILIDADE DE TALUDES. 1545
QUADRO 8.1-10 - PONTOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL....1547
QUADRO 8.1-11 - PARÂMETROS QUALITATIVOS. 1550
QUADRO 8.1-12 - CRONOGRAMA DO SUBPROGRAMA DO MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS....1552
QUADRO 8.1-13 - PONTOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. 1554
QUADRO 8.1-14 - PARÂMETROS QUALITATIVOS. 1557
QUADRO 8.1-15 - CRONOGRAMA DO SUBPROGRAMA DO MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 1559
QUADRO 8.1-16 - PARÂMETROS QUALITATIVOS PARA MONITORAMENTO DE EFLUENTES. 1563
QUADRO 8.1-17 - CRONOGRAMA DO SUBPROGRAMA DE GESTÃO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES LÍQUIDOS. 1565
QUADRO 8.1-18 - COORDENADAS DAS NASCENTES A SEREM MONITORADAS. 1568
QUADRO 8.1-19 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA A SEREM MONITORADOS. 1570
QUADRO 8.1-20 - CRONOGRAMA DO SUBPROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E MONITORAMENTO DE NASCENTES. 1574
QUADRO 8.1-21 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO. 1579
QUADRO 8.1-22 - REQUISITOS LEGAIS DO PGRS. 1581
QUADRO 8.1-23 - CRONOGRAMA DO SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. 1585
QUADRO 8.1-24 - REQUISITOS LEGAIS DO SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 1587
QUADRO 8.1-25 - MODELO DE QUADRO PARA CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS. 1589

QUADRO 8.1-26 - CRONOGRAMA DO SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 1591
QUADRO 8.1-27 - REQUISITOS LEGAIS DO SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE. 1593
QUADRO 8.1-28 - MODELO DE QUADRO PARA CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS. 1594
QUADRO 8.1-29 - CRONOGRAMA DO SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE. 1596
QUADRO 8.1-30 - CRONOGRAMA DO PLANO AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO. 1603
QUADRO 8.1-31 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL. 1608
QUADRO 8.2-1 - FORMAS DE VIDA VEGETAL COMUMENTE UTILIZADAS EM PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE ÁREAS DEGRADADAS. 1617
QUADRO 8.2-2 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – CTR METROPOLITANA. 1620
QUADRO 8.2-3 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO. 1645
QUADRO 8.2-4 – LISTA DE ESPÉCIES-ALVO DO PSGV DA CTR METROPOLITANA. 1651
QUADRO 8.2-5 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES A SEREM APLICADAS NO ACOMPANHAMENTO DO PROGRAMA DE SALVAMENTO DE GERMOPLASMA VEGETAL. 1658
QUADRO 8.2-6 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE CONTROLE DA FAUNA SINANTRÓPICA, VETORES E PRAGAS NA ÁREA DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ/PA. 1667
QUADRO 8.2-7 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE NA ÁREA DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ/PA. 1675
QUADRO 8.2-8 - ESPÉCIES DA FAUNA REGISTRADAS DURANTE O EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO, EM ACARÁ/PA. LEGENDA: NT – QUASE AMEAÇADA; VU – VULNERÁVEL; LC – POUCO PREOCUPANTE; DD – DADOS INSUFICIENTES; NC – NÃO CONSTA. 1695

QUADRO 8.2-9 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA BIOTA TERRESTRE E AQUÁTICA NA ÁREA DA CTR METROPOLITANA, EM ACARÁ/PA. 1700
QUADRO 8.2-10 - LISTA DE ESPÉCIES DE ESPÉCIES SELECIONADAS. 1703
QUADRO 8.2-11 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE PROTEÇÃO ARBÓREA - PROJETO CTR METROPOLITANA. 1721
QUADRO 8.2-12 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE APPS - PROJETO CTR METROPOLITANA. 1727
QUADRO 8.3-1 - MATRIZ DE ENCADEAMENTO DAS AÇÕES DO PROGRAMA: EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO FORMAL. 1732
QUADRO 8.3-2 - MATRIZ DE ENCADEAMENTO DAS AÇÕES DO PROGRAMA: EDUCAÇÃO AMBIENTAL. 1734
QUADRO 8.3-3 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, PROJETO DO CTR METROPOLITANA. 1737
QUADRO 8.3-4 - ATIVIDADES PARA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA - ARTICULAÇÃO. 1741
QUADRO 8.3-5 - ATIVIDADES PARA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA - INFORMAÇÃO. 1741
QUADRO 8.3-6 - CONTEÚDO DAS INFORMAÇÕES PARA OS PÚBLICOS-ALVO NA FASE DE OPERAÇÃO. 1742
QUADRO 8.3-7 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROJETO CTR METROPOLITANA. 1747
QUADRO 8.3-8 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA LOCAL, PROJETO CTR METROPOLITANA. 1751
QUADRO 8.3-9 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE REGIONALIZAÇÃO DE COMPRA DE INSUMOS E SERVIÇOS, PROJETO CTR METROPOLITANA. 1754
QUADRO 8.3-10 - CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE SEGURANÇA EM RELAÇÃO AO TRÁFEGO DO RAMAL TRANSACARÁ, PROJETO CTR METROPOLITANA. 1758

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.7-1 - RELAÇÃO ENTRE AS COMUNIDADES LOCAIS DA AID E A DISTÂNCIA EM RELAÇÃO A CTR.....86
TABELA 3.2-1 - CRITÉRIOS A SEREM ATENDIDOS.....117
TABELA 3.2-2 - PRIORIDADE DOS CRITÉRIOS.....117
TABELA 3.2-3 - PESO PARA O TIPO DE ATENDIMENTO.....117
TABELA 3.2-4 - APLICAÇÃO DA MATRIZ MULTICRITERIAL NAS 3 ÁREAS PASSÍVEIS DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....122
TABELA 4.2-1 - MUNICÍPIOS QUE PODEM SER ATENDIDAS PELO EMPREENDIMENTO.....146
TABELA 4.2-2 - CARACTERÍSTICAS DO PROJETO POR ETAPA DE IMPLANTAÇÃO.....147
TABELA 4.2-3 - ESTIMATIVA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL.....149
TABELA 4.2-4 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPAIS DO PROJETO DO ATERRO SANITÁRIO.....151
TABELA 4.4-1 - TESTE DE GRUBBS PARA OS DADOS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL DO MUNICÍPIO DE ACARÁ (1980-2024).....170
TABELA 4.4-2 - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE LIXIVIADOS POR ETAPA DE AVANÇO DO ATERRO DO CTR METROPOLITANA.....173
TABELA 4.4-3 - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE LIXIVIADOS POR ETAPA DE AVANÇO DO ATERRO DO CTR METROPOLITANA.....174
TABELA 4.4-4 - CARACTERÍSTICAS GERAIS PREVISTAS PARA O LIXIVIADO BRUTO E TRATADO.....176
TABELA 4.4-5 - RESUMO DOS VALORES DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DO EMISSÁRIO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO DA ETL (SITUAÇÃO 1, SITUAÇÃO2 E SITUAÇÃO 3).....186
TABELA 4.4-6 - USO DA ÁGUA NO CRT METROPOLITANA NA FASE DE IMPLANTAÇÃO.....188
TABELA 4.4-7 - USO DA ÁGUA NO CRT METROPOLITANA NA FASE DE OPERAÇÃO.....191
TABELA 4.6-1 - MÃO DE OBRA, POR FUNÇÃO PARA A FASE DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....205
TABELA 4.6-2 - MÃO DE OBRA, POR FUNÇÃO PARA A FASE DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....205

TABELA 6.1-1 - ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS, METEOROLÓGICAS E PLUVIOMÉTRICAS NAS PROXIMIDADES DA ÁREA DE ESTUDO. 242
TABELA 6.1-2 - *DIFERENÇAS ENTRE AS ESTAÇÕES BELÉM E BUJARU.* 254
TABELA 6.1-3 – APLICAÇÃO DO MÉTODO SPI A SÉRIE HISTÓRICA DE 1994 A 2024. 277
TABELA 6.1-4 - *VALORES DE COBERTURA EM DÉCIMOS.* 298
TABELA 6.1-5 - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 491, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2018 – ESTABELECE OS NÍVEIS ATENÇÃO, ALERTA E EMERGÊNCIA QUE FORAM MANTIDOS PELA RESOLUÇÃO 506/24. 343
TABELA 6.1-6 - ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR DISPOSTOS NA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 506/2024....344
TABELA 6.1-7 - *POSSÍVEIS EFEITOS CAUSADOS PELO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR.* 344
TABELA 6.1-8 - *RESULTADOS DAS ANÁLISES DE PTS PELOS EQUIPAMENTOS DE HI-VOL.* 353
TABELA 6.1-9 - *RESULTADOS DA MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA.* 387
TABELA 6.1-10 - *UNIDADE DE CONSERVAÇÃO.* 455
TABELA 6.1-11 *ÁREA DE DRENAGEM E DISPONIBILIDADE HÍDRICA. FONTE: ANA (2009)* 458
TABELA 6.1-12 - *COBERTURA DO SOLO SUB-REGIÃO ACARÁ.* 463
TABELA 6.1-13 - *ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS NA ÁREA DE ESTUDO.* 467
TABELA 6.1-14 - ÁREAS E PERCENTUAIS DE USO E COBERTURA DO SOLO NA BACIA DO IGARAPÉ CASTANHALZINHO....474
TABELA 6.1-15 - SÉRIE DE VAZÕES MÁXIMAS (M³/S) NO POSTO FLUVIOMÉTRICO CACHOEIRA TRACAMBEUA. 476
TABELA 6.1-16 - *VAZÕES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TEMPOS DE RECORRÊNCIA..*477
TABELA 6.1-17 - FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS VAZÕES DO POSTO CACHOEIRA TRACAMBEUA....478
TABELA 6.1-18 - *VAZÃO (Q95 M³/S) PARA O IGARAPÉ CASTANHAL.* 479
TABELA 6.1-19 - *DISTÂNCIA ENTRE AS MARGENS E ÁREA DE SEÇÃO MOLHADA.* 524
TABELA 6.1-20 – VAZÕES REPRESENTATIVAS OBTIDAS DOS PONTOS DE DRENAGEM MONITORADOS. 530

TABELA 6.1-21 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-01, NAS DUAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO (PERÍODO CHUVOSO E DE ESTIAGEM). 555
TABELA 6.1-22 – *MEDIDAS DA NASCENTE PAN-01.* 557
TABELA 6.1-23 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-01. 558
TABELA 6.1-24 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-02, NAS DUAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO (PERÍODO CHUVOSO E DE ESTIAGEM). 559
TABELA 6.1-25 – *MEDIDAS DA NASCENTE PAN-02.* 561
TABELA 6.1-26 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-02. 562
TABELA 6.1-27 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-03.....563
TABELA 6.1-28 - MEDIDAS DO PAN-03. 565
TABELA 6.1-29 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-03. 566
TABELA 6.1-30 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO NA NASCENTE PAN-04. ..567
TABELA 6.1-31 - MEDIDAS DO PAN-04. 569
TABELA 6.1-32 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-04. 570
TABELA 6.1-33 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-05.....571
TABELA 6.1-34 - MEDIDAS DA NASCENTE PAN-05. 573
TABELA 6.1-35 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-05. 574
TABELA 6.1-36 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-06.....575
TABELA 6.1-37 - MEDIDAS DO PAN-06. 577
TABELA 6.1-38 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-06. 578
TABELA 6.1-39 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-07.....579
TABELA 6.1-40 - MEDIDAS DO PAN-07. 581
TABELA 6.1-41 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-07. 582
TABELA 6.1-42 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-08.....583
TABELA 6.1-43 - MEDIDAS DO PAN-08. 585

TABELA 6.1-44 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-08. 586
TABELA 6.1-45 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-09.....587
TABELA 6.1-46 - MEDIDAS DO PAN-09. 589
TABELA 6.1-47 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-09. 590
TABELA 6.1-48 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-10.....591
TABELA 6.1-49 - MEDIDAS DO PAN-10. 593
TABELA 6.1-50 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-10. 594
TABELA 6.1-51 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-11.....595
TABELA 6.1-52 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-11. 595
TABELA 6.1-53 - MEDIDAS DO PAN-11. 598
TABELA 6.1-54 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-12. 599
TABELA 6.1-55 - MEDIDAS DO PAN-12. 601
TABELA 6.1-56 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-13.....602
TABELA 6.1-57 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-13. 603
TABELA 6.1-58 - MEDIDAS DA NASCENTE PAN-13. 605
TABELA 6.1-59 - VAZÃO ESTIMADA PARA O AFLORAMENTO PAN-14.....606
TABELA 6.1-60 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA OBSERVADA NO PAN-14. 606
TABELA 6.1-61 - MEDIDAS DO PAN-14. 609
TABELA 6-6.1-62 - IDENTIFICAÇÃO DOS PIEZÔMETROS INSTALADOS 668
TABELA 6.1-63 - PERFIL CONSTRUTIVO.....670
TABELA 6.1-64 - PERFIL GEOLÓGICO.....670
TABELA 6.1-65 - PERFIL CONSTRUTIVO.....671
TABELA 6.1-66 - PERFIL GEOLÓGICO.....671
TABELA 6.1-67 - PERFIL CONSTRUTIVO.....672
TABELA 6.1-68 - PERFIL GEOLÓGICO.....672

TABELA 6.1-69PERFIL CONSTRUTIVO 673
TABELA 6.1-70PERFIL GEOLÓGICO 673
TABELA 6.1-71 - PERFIL CONSTRUTIVO 674
TABELA 6.1-72 - PERFIL GEOLÓGICO 674
TABELA 6.1-73PERFIL CONSTRUTIVO 675
TABELA 6.1-74PERFIL GEOLÓGICO 675
TABELA 6.1-75 - *CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE CORRESPONDE PARA CADA POÇO DE MONITORAMENTO.* 676
TABELA 6.1-76 - *RESUMO DOS DADOS HIDROGEOLÓGICOS.* 680
TABELA 6.1-77 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DOS EFLUENTES. 683
TABELA 6.1-78 - *CARACTERÍSTICAS GERAIS PREVISTAS PARA O CHORUME BRUTO E TRATADO.* 684
TABELA 6.1-79 - *VALORES DE K1 DEFINIDOS POR VON SPERLING.* 688
TABELA 6.1-80 - *VALORES TABELADOS PARA K2.* 689
TABELA 6.1-81 - *VALORES DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO (CS).* 689
TABELA 6.1-82 - *DADOS DE ENTRADA DO EFLUENTE.* 691
TABELA 6.1-83 - *DADOS DE ENTRADA DO CORPO RECEPTOR.* 696
TABELA 6.1-84 - *AUTODEPURAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA.* 699
TABELA 6.1-85 - VALORES DOS PESOS QI DE CADA PARÂMETRO DO IQA. 773
TABELA 6.1-86 - CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO IQA (CETESB, 2017). 773
TABELA 6.1-87 – RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL REFERENTE AO ANO DE 2015. 775
TABELA 6.1-88 - RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL REFERENTE AO ANO DE 2024 (PERÍODO SECO). 781
TABELA 6.1-89 – RESULTADOS ANALÍTICOS REFERENTE A 1° E 2 CAMPANHA DE ÁGUA SUPERFICIAL. 787
TABELA 6.1-90 – RESULTADO DA ANÁLISE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ANO DE 2015. 825
TABELA 6.1-91 – RESULTADO DA ANÁLISE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ANO DE 2024. 826

TABELA 6.1-92 - RESULTADOS ANALÍTICOS REFERENTE A 1° E 2 CAMPANHA DE QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA. 829
TABELA 6.2-1 - COORDENADAS DAS PARCELAS ALOCADAS NA ÁREA DE SUPRESSÃO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 853
TABELA 6.2-2 - LISTA DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ, POR ORDEM ALFABÉTICA DE FAMÍLIA BOTÂNICA, COM RESPECTIVO NOME COMUM, FORMA DE VIDA, ORIGEM, STATUS DE CONSERVAÇÃO (CNCFLORA, 2024, MMA, 2022 E LISTAS CITES). “EN”= EM PERIGO; “VU”=VULNERÁVEL; “CITES”: LISTA CITES. 864
TABELA 6.2-3 – LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO (CNCFLORA, 2024 E MMA, 2022) ENCONTRADAS NO INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. ...876
TABELA 6.2-4 - MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA OBTENÇÃO DO ERRO AMOSTRAL, A 90% DE PROBABILIDADE. 877
TABELA 6.2-5 - INTERVALO DE CONFIANÇA, A 90% DE PROBABILIDADE, PARA O VOLUME TOTAL, MÉDIO E POR HECTARE. 877
TABELA 6.2-6 - ABUNDÂNCIA DE ÁRVORES (N), FREQUÊNCIA (%), DIÂMETRO (DAP) E ALTURA TOTAL (ALTURA) MÉDIOS POR ESPÉCIES ENCONTRADOS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 878
TABELA 6.2-7 - NÚMERO DE FUSTES (N) E FREQUÊNCIA (%) POR CLASSE DE DIÂMETRO ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 882
TABELA 6.2-8 - NÚMERO DE FUSTES (N) E FREQUÊNCIA (%) POR CLASSE DE ALTURA ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 884
TABELA 6.2-9 - NÚMERO DE FUSTES (N) POR CLASSE DE ALTURA EM METROS POR ESPÉCIE ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 886

TABELA 6.2-10 - FITOSSOCIOLOGIA DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ, EM ORDEM DE VALOR DE IMPORTÂNCIA. N: ABUNDÂNCIA; G: ÁREA BASAL; DA: DENSIDADE ABSOLUTA; DR: DENSIDADE RELATIVA; FA: FREQUÊNCIA ABSOLUTA; FR: FREQUÊNCIA RELATIVA; DOA: DOMINÂNCIA ABSOLUTA; DOR: DOMINÂNCIA RELATIVA; VC: VALOR DE COBERTURA; VI: VALOR DE IMPORTÂNCIA E VI%: PERCENTUAL DO VALOR DE IMPORTÂNCIA.....893

TABELA 6.2-11 - ÁREA BASAL (GM²) E VOLUME TOTAL (VM³) POR HECTARE ENCONTRADOS POR ESPÉCIE DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ., APRESENTADO EM ORDEM DECRESCENTE DE VOLUME.....898

TABELA 6.2-12 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE CALCULADOS PARA O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 902

TABELA 6.2-13 - MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA OBTENÇÃO DO ERRO AMOSTRAL, A 90% DE PROBABILIDADE.....903

TABELA 6.2-14 - INTERVALO DE CONFIANÇA, A 90% DE PROBABILIDADE, PARA O VOLUME TOTAL, MÉDIO E POR HECTARE.....903

TABELA 6.2-15 - ABUNDÂNCIA DE ÁRVORES COM 10≥DAP>20CM (N), FREQUÊNCIA (%), DIÂMETRO (DAP) E ALTURA TOTAL (ALTURA) MÉDIOS POR ESPÉCIES ENCONTRADOS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ.....904

TABELA 6.2-16 - NÚMERO DE FUSTES (N) COM 10≥DAP>20CM E FREQUÊNCIA (%) POR CLASSE DE DIÂMETRO ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. ...909

TABELA 6.2-17 - NÚMERO DE FUSTES (N) COM 10≥DAP>20CM POR CLASSE DE DIÂMETRO (CM) E POR ESPÉCIE ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. 909

TABELA 6.2-18 - NÚMERO DE FUSTES (N) COM 10≥DAP>20CM E FREQUÊNCIA (%) POR CLASSE DE ALTURA ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. ...914

TABELA 6.2-19 - NÚMERO DE FUSTES (N) COM 10≥DAP>20CM POR CLASSE DE ALTURA EM METROS POR ESPÉCIE ENCONTRADO DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ. ...915

TABELA 6.2-20 - FITOSSOCIOLOGIA DAS ESPÉCIES COM 10≥DAP>20CM ENCONTRADAS DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ, EM ORDEM DE VALOR DE IMPORTÂNCIA. N: ABUNDÂNCIA; G: ÁREA BASAL; DA: DENSIDADE ABSOLUTA; DR: DENSIDADE RELATIVA; FA: FREQUÊNCIA ABSOLUTA; FR: FREQUÊNCIA RELATIVA; DOA: DOMINÂNCIA ABSOLUTA; DOR: DOMINÂNCIA RELATIVA; VC: VALOR DE COBERTURA; VI: VALOR DE IMPORTÂNCIA E VI%: PERCENTUAL DO VALOR DE IMPORTÂNCIA.....923

TABELA 6.2-21 - ÁREA BASAL (GM2) E VOLUME TOTAL (VM3) POR HECTARE ENCONTRADOS POR ESPÉCIE COM 10≥DAP>20CM DURANTE O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ., APRESENTADO EM ORDEM DECRESCENTE DE VOLUME.....928

TABELA 6.2-22 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE CALCULADOS PARA ÁRVORES COM 10≥DAP>20 CM PARA O INVENTÁRIO FLORESTAL REALIZADO NA ÁREA DO PROJETO DA CTR METROPOLITANA, ACARÁ, PARÁ.....933

TABELA 6.2-23 - ZONEAMENTO DA FITOFISIONOMIA DA ÁREA DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 944

TABELA 6.2-24 - CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO FUSTE DURANTE A COLETA DE DADOS EM CAMPO. 949

TABELA 6.2-25 - EQUAÇÕES EMPREGADAS NOS CÁLCULOS DOS PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS. 950

TABELA 6.2-26 - LISTA DAS ESPÉCIES VEGETAIS INVENTARIADAS NA ÁREA DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 952

TABELA 6.2-27 - - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS PARA TODAS AS ESPÉCIES REGISTRADAS NA ÁREA ALVO. ONDE: FRA – FREQUÊNCIA ABSOLUTA; FRR = FREQUÊNCIA RELATIVA; DEA = DENSIDADE ABSOLUTA; DER = DENSIDADE

RELATIVA; AB = ÁREA BASAL EM M²; DOA = DOMINÂNCIA ABSOLUTA; DOR = DOMINÂNCIA RELATIVA; IVI = ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA; IVC = ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA. 957

TABELA 6.2-28 - VALORES DOS ÍNDICES ECOLÓGICOS DA FLORA NA ÁREA ALVO DO ACESSO 2, PROJETO CTR METROPOLITANA. 960

TABELA 6.2-29 - -RELAÇÃO DE ESPÉCIES DA FLORA ENDÊMICAS DIAGNOSTICADAS NA ÁREA DE ESTUDO. LEGENDA: N – NORTE; NE - NORDESTE; CO - CENTRO OESTE; S - SUL; SE – SUDESTE. 965

TABELA 6.2-30 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS PARA AS ESPÉCIES REGISTRADAS NA ÁREA ALVO DO SP 25. ONDE: N = NÚMERO TOTAL DE INDIVÍDUOS REGISTRADOS; DR = DENSIDADE RELATIVA; FR = FREQUÊNCIA RELATIVA; DOR = DOMINÂNCIA RELATIVA; IVI = ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA; IVC= INDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE. 976

TABELA 6.2-31 - VALORES DOS ÍNDICES ECOLÓGICOS NA ÁREA ALVO DO SP 25. 981

TABELA 6.2-32- - STATUS DE AMEAÇA DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS POR LEI ENCONTRADAS NA ÁREA-ALVO DO SP 25. 984

TABELA 6.2-33 - RELAÇÃO DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO INVENTARIADA NA ÁREA ALVO DO (SP 25). 984

TABELA 6.2-34 - -COORDENADAS GEOGRÁFICAS DOS LOCAIS DE INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS NAS ÁREAS AFETADAS E DOS IGARAPÉS ONDE FORAM REALIZADAS AS COLETAS DE ESPÉCIMES DA HERPETOFAUNA NA REGIÃO DE ACARÁ, PARÁ. 994

TABELA 6.2-35 - ESFORÇO AMOSTRAL DOS TIPOS DE MÉTODOS UTILIZADOS PARA A CAPTURA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NAS CAMPANHAS CHUVOSA E SECA, EM ACARÁ, PA. 1000

TABELA 6.2-36 - ESFORÇO AMOSTRAL DOS TIPOS DE MÉTODOS UTILIZADOS PARA A CAPTURA DE QUIRÓPTEROS NAS CAMPANHAS CHUVOSA E SECA, EM ACARÁ, PA. 1001

TABELA 6.2-37 - LISTA DAS ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES CAPTURADOS NO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA. LEGENDA: STATUS DE AMEAÇA SEGUNDO AS LISTAS DO BRASIL (2014) E DO ESTADO DO PARÁ (2008). OCORRÊNCIA (RR = RARA; END=ENDÊMICA; EX=EXÓTICA;

BIO=BIOINDICADORA; IE=IMPORTÂNCIA ECONÔMICA; CI=CINEGÉTICA; RE=RISCO EPIDEMIOLÓGICO).....1005

TABELA 6.2-38 -- LISTA DAS ESPÉCIES DE QUIRÓPTEROS CAPTURADOS NO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA. LEGENDA: STATUS DE AMEAÇA SEGUNDO AS LISTAS DO BRASIL (2014) E DO ESTADO DO PARÁ (2008). OCORRÊNCIA (RR = RARA; END=ENDÊMICA; EX=EXÓTICA; BIO=BIOINDICADORA; IE=IMPORTÂNCIA ECONÔMICA; CI=CINEGÉTICA; RE=RISCO EPIDEMIOLÓGICO). 1010

TABELA 6.2-39 -LISTA DAS ESPÉCIES DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS REGISTRADOS DURANTE O EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PA. LEGENDA: STATUS DE AMEAÇA SEGUNDO AS LISTAS DO BRASIL (2014) E DO ESTADO DO PARÁ (2008). NC= NÃO CONSTA NA LISTA; DD=DADOS DEFICIENTES; NT=QUASE AMEAÇADA; VU=VULNERÁVEL. OCORRÊNCIA (RR = RARA; END=ENDÊMICA; EX=EXÓTICA; BIO=BIOINDICADORA; IE=IMPORTÂNCIA ECONÔMICA; CI=CINEGÉTICA; RE=RISCO EPIDEMIOLÓGICO).....1018

TABELA 6.2-40 -LISTA DAS ESPÉCIES DE AVES: AII – ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA QUE ABRANGE A GRANDE BELÉM E ADJACÊNCIAS, AID – ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E ADA – ÁREA DIRETAMENTE AFETADA; REG. – REGISTRO: V - VISUAL, A – AUDITIVO E C – CAPTURA EM REDE; CAT. - CATEGORIA: R – RESIDENTE, E1 – ENDEMISMO BRASILEIRO, E2 – ENDEMISMO AMAZÔNICO, VN – VISITANTE DO NORTE E VA - VAGANTE; STATUS DE CONSERVAÇÃO: MUNDIAL (IUCN, 2015), NACIONAL (ICMBIO,2014): E ESTADUAL – PA (SEMA, 2009): EN – EM PERIGO, VU – VULNERÁVEL E CR – CRITICAMENTE EM PERIGO; ESPÉCIES DE VALOR ECONÔMICO, CITES (2015): I – APÊNDICE I E II – APÊNDICE II; XERIM. – XERIMBABO E CINEG.- CINEGÉTICA. 1041

TABELA 6.2-41 - LISTA DAS ESPÉCIES DE AVES CAPTURADAS EM REDES DE NEBLINA POR ESTAÇÃO AMOSTRAL, ALÉM DE DADOS SOBRE IDADE, SEXO, MASSA CORPORAL, BIOMETRIA E OBSERVAÇÕES.....1087

TABELA 6.2-42 - RELAÇÃO DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS E O NÚMERO TOTAL DE ESPÉCIMES REGISTRADOS ATRAVÉS DAS DIFERENTES TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM UTILIZADAS NAS DUAS CAMPANHAS (PERÍODOS SECO E

CHUVOSO DE 2015) DURANTE O INVENTÁRIO DA HERPETOFAUNA DE ACARÁ, PARÁ.....1110

TABELA 6.2-43 - ESPÉCIES DA HERPETOFAUNA AMOSTRADAS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) E INFLUÊNCIA DIRETA (AID) POR PERÍODO SAZONAL, NA ÁREA DA CTR METROPOLITANA EM ACARÁ, PARÁ. 1117

TABELA 6.2-44 - ESPÉCIES LISTA DAS ESPÉCIES DE RÉPTEIS E ANFÍBIOS COLETADAS NO EIA/RIMA DA CTR METROPOLITANA DE ACARÁ, PARÁ. LEGENDA: SI: SINANTRÓPICA; RR: RARA; BIO: BIOINDICADORA; END: ENDÊMICA; IE: IMPORTÂNCIA ECONÔMICA; IM: IMPORTÂNCIA MÉDICA E CI: CINEGÉTICA. 1122

TABELA 6.2-45 - DIVERSIDADE POR ÁREAS. 1134

TABELA 6.2-46 - -ÍNDICE DE SIMILARIDADE ENTRE PONTOS.....1134

TABELA 6.2-47 - DIVERSIDADE POR ORDENS 1136

TABELA 6.2-48 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM PARA PLÂNCTON E ZOOBENTOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DO EMPREENDIMENTO. ..1145

TABELA 6.2-49 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM PARA ICTIOFAUNA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID) DO EMPREENDIMENTO.....1145

TABELA 6.2-50 - NÚMERO DE TÁXONS OBSERVADOS EM CADA GRANDE GRUPO TAXONÔMICO, NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO, NAS AMOSTRAS DE ZOOPLÂNCTON COLETADAS A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. 1158

TABELA 6.2-51 - PRESENÇA DOS TÁXONS NO PERÍODO CHUVOSO E SECO, NAS AMOSTRAS DE ZOOPLÂNCTON, COLETADAS A MONTANTE E A JUSANTE DOS IGARAPÉS CASTANHAL, CAJUEIRO E GROTA FUNDA, NO MUNICÍPIO DE ACARÁ - PARÁ, EM MAIO E SETEMBRO DE 2015. LEGENDA: C1 – CAMPANHA 1 (PERÍODO CHUVOSO) E C2 – CAMPANHA 2 (PERÍODO SECO). 1160

TABELA 6.2-52 - INVENTÁRIO DOS TÁXONS ENCONTRADOS NAS DUAS CAMPANHAS REALIZADAS (PERÍODO CHUVOSO E SECO).....1168

TABELA 6.2-53 - RELAÇÃO DOS TÁXONS IDENTIFICADOS POR PONTO NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO.....1170

TABELA 6.2-54 -RELAÇÃO FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%) DOS TÁXONS REGISTRADOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO. 1173

TABELA 6.2-55 - DENSIDADE MÉDIA (IND.M-2) DOS TÁXONS IDENTIFICADOS EM CADA UM DOS PONTOS AMOSTRADOS NAS CAMPANHAS DE PERÍODO CHUVOSO E SECO. 1176

TABELA 6.2-56 -- LISTA DAS ESPÉCIES E MORFOESPÉCIES DE PEIXES AMOSTRADAS EM IGARAPÉS NA ÁREA DESTINADA À IMPLEMENTAÇÃO DO CENTRO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS METROPOLITANA (CTR ACARÁ), MUNICÍPIO DE ACARÁ, PARÁ. OS PONTOS DE COLETA FORAM REPRESENTADOS PELO CÓDIGO PC ONDE PC1 = IGARAPÉ CAJUEIRO, PC2 = IGARAPÉ EMBAÚBA, PC3 = IGARAPÉ GROTA FUNDA, PC4 = IGARAPÉ TÁBUA. OS IGARAPÉS COM AMOSTRAGEM NÃO PADRONIZADAS ENCONTRA-SE REPRESENTADO NA COLUNA DENOMINADA DE EXTRA. AS CAMPANHAS FORAM REPRESENTADAS PELA LETRA C, ONDE: CI = PRIMEIRA CAMPANHA, CONSIDERADA COMO PERÍODO CHUVOSO E CII = SEGUNDA CAMPANHA, CONSIDERADA COMO PERÍODO DE ESTIAGEM. 1189

TABELA 6.2-57 - LISTA DAS ESPÉCIES E MORFOESPÉCIES DE PEIXES AMOSTRADAS EM IGARAPÉS NA ÁREA DESTINADA À IMPLEMENTAÇÃO DA CTR METROPOLITANA, E SUAS RESPECTIVAS CLASSIFICAÇÕES QUANTO AO INTERESSE PARA FINS ORNAMENTAIS (O), DE ACORDO COM A NORMATIVA MMA N° 13, DE 09 DE JUNHO DE 2005, E PARA A PESCA DE SUBSISTÊNCIA DA REGIÃO (PS), SEGUNDO A POPULAÇÃO LOCAL. 1193

TABELA 6.2-58 -- UNIDADES DE CONSERVAÇÃO SITUADAS NO ESTADO DO PARÁ. ..1208

TABELA 6.2-59 -- ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ. 1219

TABELA 9.2-1 - ÍNDICE FIT ASSOCIADO AO NÚMERO DE FITOFISIONOMIAS. 1762

TABELA 9.2-2 - RELAÇÃO QUALITATIVA PARA O CÁLCULO DO INDICADOR AMBIENTAL. 1765

TABELA 9.2-3 - DISTRIBUIÇÃO DOS PESOS ASSOCIADOS ÀS MACRO-UNIDADES SEGUNDO MZEE-PA. 1765

TABELA 9.2-4 - GRAU DE COMPROMETIMENTO DA ESTRUTURA DA PAISAGEM. 1766

TABELA 9.2-5 - GRUPO DE CENTROS ENDÊMICOS. 1767

TABELA 9.2-6 - VALORES DE IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA. 1768

TABELA 9.2-7 - ÁREAS A SEREM CONSIDERADAS COMO ÁREAS PROTEGIDAS. 1769

TABELA 9.2-8 - VALORAÇÃO DE IMPACTO EM UC. 1770

TABELA 9.3-1 - EFEITOS NEGATIVOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO. 1771

1 APRESENTAÇÃO

A empresa Ciclus Amazônia S.A., por meio de sua equipe técnica da Terra Meio Ambiente, através deste documento, apresenta o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) com os itens solicitados e voltados ao diagnóstico do meio físico, conforme a Notificação nº 198527/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025, emitida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará – SEMAS/PA em 3 de abril de 2025, vinculada ao Processo nº 2025/13114, registrado sob o Protocolo nº 198527/2025.

Importante citar que esta versão apresenta correções e melhorias que foram apontadas na Nota Técnica nº 52036/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025, assim como as recomendações descritas no Parecer Técnico Conclusivo, emitido pela equipe de Consultoria Técnica Pericial do Tribunal de Justiça do Estado do Pará (TJPA). Dentre as correções, foi feita uma pequena alteração na Área Diretamente Afetada (ADA), mais especificamente na extensão da tubulação de lançamento do efluente tratado (emissário). Deste modo, a ADA do Projeto CTR Metropolitana possui, atualmente, 103,50 hectares.

1.1 HISTÓRICO

O processo de licenciamento do Projeto CTR Metropolitana iniciou no ano de 2014, sendo de interesse da empresa Terraplena Ltda. Em 2017 a empresa apresentou o EIA/RIMA, sendo notificado no ano de 2019 pela Secretaria de Meio Ambiente, Clima e Sustentabilidade do Pará (SEMAS/PA) devido a inadequações.

Em 2020, a Terraplena Ltda protocolou um novo pedido de Licença Prévia (LP) para uma CTR. Contudo, o estudo foi notificado novamente pela SEMAS, argumentando o não cumprimento do Termo de Referência (TR) e não atendimento à Nota Técnica nº 19312/2019. Entre os anos de 2023 e 2024, onde o processo já estava sob tutela da empresa Ciclus Amazônia S.A, a SEMAS realizou vistorias na área de interesse de implantação do projeto e identificou inconsistências em comparação com o EIA/RIMA, sendo emitidas as Notificações nº 173950/2023 e 21129/2024.

Ainda no ano de 2024, a Secretaria expediu Parecer Técnico de Indeferimento (n° 63548/DLA/SAGRA/2024), onde a empresa Ciclus Amazônia S.A recorreu e apresentou

nova documentação, mas a SEMAS manteve o indeferimento (Nota Técnica n° 49086/2025). No ano de 2025, entre os meses de março e abril, foi protocolada uma nova versão do EIA/RIMA e avaliada pela SEMAS, onde a mesma emitiu o Laudo Técnico nº 19353/2025, juntamente com a Nota Técnica n° 49871/2025 e a Notificação nº 198527/2025, onde solicitou a reavaliação da viabilidade ambiental do empreendimento, já que o estudo ainda apresentava inconsistências técnicas, dados desatualizados e falta de informações que viabilizem a continuidade da análise.

No ano de 2025, entre os meses de março e abril, foi protocolada uma nova versão do EIA/RIMA e avaliada pela SEMAS, onde a mesma emitiu o Laudo Técnico nº 19353/2025, juntamente com a Nota Técnica n° 49871/2025 e a Notificação nº 198527/2025, onde solicitou a reavaliação da viabilidade ambiental do empreendimento, já que o estudo ainda apresentava inconsistências técnicas, dados desatualizados e falta de informações que viabilizem a continuidade da análise.

Em julho de 2025 foi protocolada mais uma versão do EIA/RIMA para atendimento à Nota Técnica n° 49871/2025 e a Notificação nº 198527/2025. No dia 08 de agosto de 2025, a Secretaria emitiu uma nova Nota Técnica (NT) nº 52036/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025, onde apontou o “Não Aceite” do referido estudo e a sua integral devolução ao empreendedor, para que seja providenciada a necessária correção.

Deste modo, a Ciclus Amazônia S.A apresenta esta nova versão do EIA/RIMA do Projeto Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana (CTR Metropolitana), contendo dados levantados pela Consultoria Ambiental Vereda, juntamente com estudos complementares realizados pela Consultoria Ambiental Terra Meio Ambiente e integrados a esta nova versão, em resposta à Nota Técnica nº 52036/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025, assim como as recomendações descritas no Parecer Técnico Conclusivo, emitido pela equipe de Consultoria Técnica Pericial do Tribunal de Justiça do Estado do Pará (TJPA).

1.2 DADOS GERAIS

Segue apresentado o Estudo de Impacto Ambiental – EIA para o projeto da Central de Tratamento de Resíduos – CTR Metropolitana, empreendimento da Ciclus Amazônia

S.A. que visa destinar de forma ambientalmente adequada os resíduos gerados por Belém, Acará e parte da Região Metropolitana de Belém.

Atendendo a legislação ambiental vigente e o que preconizam as Resoluções CONAMA Nº 001/86 e Nº 237/97, o presente documento tem como finalidade apresentar o Estudo de Impacto Ambiental – EIA que visa à obtenção da Licença Prévia (LP) da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana – CTR Metropolitana.

O estudo por ora apresentado foi elaborado subsidiado pelas orientações constantes no Termo de Referência e demais orientações através de reuniões com a SEMAS.

O presente estudo está dividido em 3 (três) volumes que compreendem, respectivamente:

- Volume 1: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) CTR Metropolitana;
- Volume 2: Anexos do Estudo de Impacto Ambiental CTR Metropolitana;
- Volume 3: Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) CTR Metropolitana.

A seguir apresentaremos um checklist que identifica os conteúdos dos capítulos solicitados no Termo de Referência e que se encontram apresentados neste estudo.

1.3 ATENDIMENTO AO TR DO EIA/RIMA

Visando atender as diretrizes do Termo de Referência, este Estudo foi subdividido em 9 capítulos, apresentando o seguinte conteúdo:

- No Capítulo 1, será descrita a apresentação do estudo;
- No Capítulo 2, será identificado o Empreendedor, o empreendimento, a Empresa Responsável pelo estudo, Histórico, Atividades desenvolvidas pela empresa, principais obras em execução, Objetivos, Justificativas, Caracterização do uso e ocupação das áreas do empreendimento, Identificação dos municípios, bairros e/ou setores e zonas que serão beneficiados pelo empreendimento e identificação dos acessos ao empreendimento;
- No Capítulo 3, serão descritas as Alternativas Tecnológicas e Locacionais consideradas para implantação do empreendimento;

- No Capítulo 4, será apresentada a vida útil do projeto, caracterização dos resíduos, distância de aeroportos e aeródromos, alternativas locacionais das estações de transbordo, listagem de desenhos do projeto, características técnicas do projeto, cronograma de obras, medidas e equipamentos de controle, descrição da infraestrutura, canteiro de obras, projeto paisagístico, fase de operação e atividades relativas ao encerramento do aterro sanitário;
- No Capítulo 5, serão descritas as áreas de influência direta e indireta correspondentes aos meios físico, biótico e socioeconômico;
- No Capítulo 6, será apresentado o Diagnóstico Ambiental dos meios Físico, Biótico e Socioeconômico, assim como, dados obtidos em literatura específica de cada tema para a região onde se localiza o Projeto;
- No Capítulo 7, será descrita a Avaliação dos Impactos Ambientais e a Análise Integrada, decorrentes das atividades do Projeto e as proposições das Medidas Mitigadoras Compensatórias;
- No Capítulo 8, serão apresentados os Programas Ambientais a serem implementados em função do Projeto;
- No Capítulo 9, será apresentada a Compensação Ambiental.

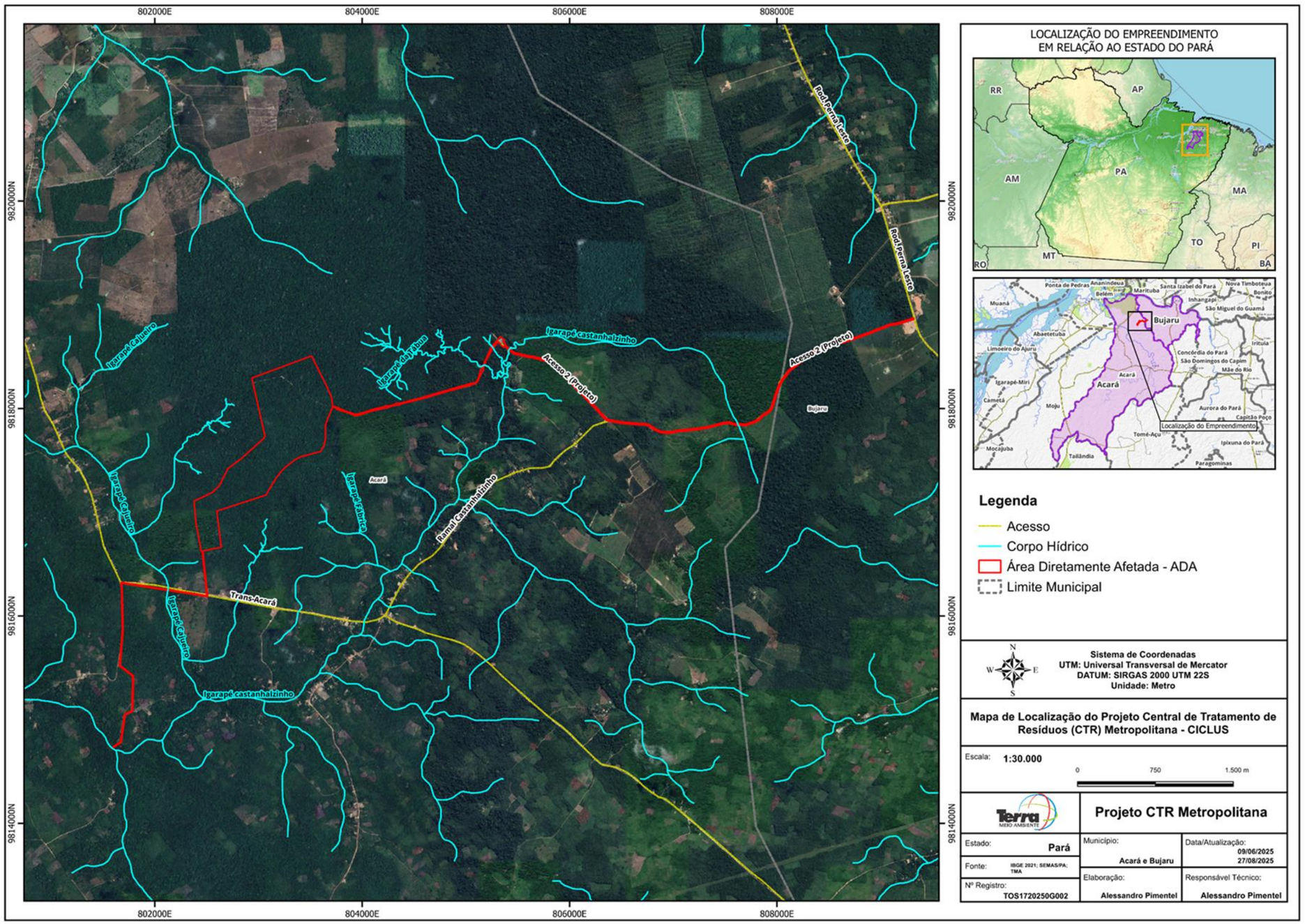
1.4 O ESTUDO

A Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana foi projetada para receber Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) Classe IIA (não inertes), conforme estabelece a ABNT NBR 10004:2004. O empreendimento contará com a infraestrutura de apoio e sistema de controle e monitoramento ambiental (ver quadro Unidades previstas para composição da CTR Metropolitana.) para que todo o processo de instalação, operação e encerramento do empreendimento esteja condizente com o preconizado pelas Normas e Legislações ambientais pertinentes.

Localizado no Município de Acará –PA, considerado como rural em sua totalidade, exceto pelo seu núcleo urbano (IBGE), o projeto proposto apresenta uma vida útil de aproximadamente 31 anos (a depender o volume recebido), e será descrito para, fins de avaliação, com sua implantação em três etapas. O Projeto foi dimensionado para recebimento de aproximadamente 1.700 ton/dia de resíduos domiciliares, incluindo os RGGs classificados como Classe IIA (não inertes), com potencial para receber os resíduos gerados pela população de nove municípios no Estado do Pará: Belém, Acará, Ananindeua, Barcarena, Benevides, Castanhal, Santa Bárbara do Pará, Santa Izabel do Pará e Marituba, na Região Metropolitana de Belém.

A localização deste projeto (ver figura a seguir) é estratégica uma vez que está situado entre as rodovias PA-483 (Alça Viária) e Perna Leste, duas importantes rodovias estaduais construídas para integrar a Região Metropolitana de Belém ao interior do estado.

Figura 1.4-1 - Localização da CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

Quadro 1.4-1 - Unidades previstas para composição da CTR Metropolitana.

Unidades de Disposição Final
Aterro de Classe IIA (não inertes) para Resíduos Domiciliares
Unidades de Tratamento de Lixiviado
Estação de Tratamento de Lixiviado – ETL com emissário de efluentes
Medidas de Controle Ambiental
Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB)

1.5 OBJETIVO

A CTR Metropolitana é um empreendimento privado cujo objetivo é atender à crescente demanda por disposição adequada e sustentável de resíduos sólidos gerados na Região Metropolitana de Belém e adjacências, principalmente nas cidades localizadas a oeste da capital paraense. A CTR Metropolitana foi projetada para receber Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), tendo por base o estabelecimento de procedimentos, critérios e ações de execução técnica, a fim de minimizar os impactos ambientais na área de implantação e operação do projeto, segundo preconizam as Normas Técnicas e Resoluções Ambientais Brasileiras.

É objetivo ainda:

- Definir e caracterizar o local de disposição;
- Definir o desenho estrutural e modelo de disposição e aterramento de resíduos;
- Definir os métodos e tecnologias de impermeabilização, drenagem de águas pluviais bem como tratamento de líquidos percolados e queima de biogás;
- Estabelecer o fluxograma de procedimentos operacionais desde o ingresso do resíduo até a disposição final no aterro;
- Estabelecer programas de controle e monitoramento ambiental bem como de comunicação social.

1.6 JUSTIFICATIVAS

Atualmente, com a evolução das tecnologias de tratamento e disposição final associadas ao esclarecimento da população geral sobre a questão ambiental e mais recentemente com o advento da Política Nacional de Resíduos, torna-se necessária a implantação de sistemas de disposição adequada que visem eliminar os impactos provocados ao meio ambiente. Os resíduos sólidos urbanos, quando expostos à céu aberto, podem atrair insetos e vetores de doenças, podem poluir o solo, o ar e a água, além de degradar o ambiente e alterar a paisagem. Estima-se que 88% das mortes por diarreias no mundo são causadas pelo saneamento inadequado. Destas mortes, aproximadamente 84% são de crianças, segundo a UNICEF/WHO (2009).

No Brasil, o Nordeste é a região com maior incidência de casos, registrando mais de 93 mil internações por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) e representando 27,2% do total nacional no ano de 2024, segundo o Instituto Trata Brasil.

Diante dos fatos, torna-se fundamental a implantação de empreendimentos que previnam os problemas ambientais e reduzam os riscos ao meio ambiente e principalmente à saúde pública. Neste caso, as diretrizes construtivas visarão evitar o contato dos resíduos com o solo através do uso de tecnologia de impermeabilização, queima de biogás, tratamento do lixiviado, todas seguindo o que preconiza as Normas Técnicas Brasileiras e Resolução CONAMA 430/11. Além do município de Acará, considerando suas 3 unidades distritais: Guajará-Mirim, Acará e Jaguarari, a CTR Metropolitana tem a capacidade de atender os oito municípios que compõem a Região Metropolitana de Belém e que poderão ser beneficiados com a implementação do aterro sanitário: Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará.

A justificativa para essa abrangência está fundamentada nas condições ambientais críticas identificadas na região metropolitana de Belém. A atual Central de Processamento e Tratamento de Resíduos de Marituba (CPTR), localizada no município de Marituba e, implantada em 2015, está em fase final de sua vida útil.

Em junho de 2016 um grupo de cerca de 100 manifestantes fechou a rodovia BR-316, no sentido Belém-Ananindeua. Eles reclamavam que o aterro sanitário, mesmo não sendo um lixão, não estaria dentro dos padrões exigidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os moradores apontavam preocupação com os mananciais da região.

Em março de 2017, os moradores voltaram a fechar a Rod. BR-316 no acesso ao aterro. A comunidade cobrava soluções contra o forte odor e alegavam problemas respiratórios causados pela instalação do aterro. O bloqueio impediu que os caminhões de lixo entrassem ou saíssem e gerou acúmulo de lixo nas ruas da Grande Belém.

Diante das queixas da população, que apontava danos ambientais, além de reclamar do forte odor, e dos pedidos para desativar o local, em abril de 2017 o Governo do Pará anunciou que ia gerenciar o aterro sanitário. Poucos meses depois, em julho de 2017, disse que o aterro sanitário de Marituba teria suas atividades canceladas, sem estabelecer data para a desativação.

Neste mesmo mês, um contrato foi firmado entre a Universidade Federal do Pará (UFPA) e o Governo do Estado para realização de estudos, avaliação e identificação de possíveis áreas contaminadas no Aterro Sanitário para fazer correções aos problemas.

Ainda em 2017, o Ministério Público identificou irregularidades na operação do aterro. A 5ª Promotoria de Justiça do MPPA ingressou com ações nas esferas civil e criminal para responsabilizar as empresas que gerenciam o aterro.

No fim de 2017, uma operação da Polícia Civil e do Ministério Público resultou na prisão de diretores do grupo empresarial.

Em dezembro de 2018, a Guamá Tratamento de Resíduos anunciou que iria encerrar as atividades em maio de 2019. No entanto, uma audiência de conciliação entre os três municípios e a empresa Guamá fixou um acordo que garantiu o funcionamento do local por mais dois anos, até 30 de junho de 2021.

Em março de 2023, a Justiça do Pará chegou a determinar que as empresas que operam o aterro realizassem na população que vive no entorno avaliação e atendimento médico imediato para consultas, exames e tratamento na rede particular, além de fornecer medicamentos, sob multa diária.

A Prefeitura de Belém, cidade que gera a maior quantidade de resíduos sólidos destinados ao aterro, iniciou em 2023 um edital para solucionar os problemas de coleta e destinação final, com a concessão destes serviços e a posterior construção de um novo Aterro Sanitário, com um novo modelo de tratamento de resíduos sólidos.

A Ciclus Amazônia S.A., como vencedora da concorrência pública realizada pela Prefeitura Municipal de Belém, tem como uma de suas obrigações, no âmbito da concessão, a implantação de um novo Aterro Sanitário, com o objetivo de solucionar o problema de destinação final de resíduos sólidos na região metropolitana de Belém, especialmente considerando o iminente término da vida útil do único Aterro atualmente licenciado a operar na região, localizado no município de Marituba.

Ressalta-se que a CTR Metropolitana se trata de um Aterro Sanitário público – bem reversível ao município de Belém – fiscalizado e regulado pelo Poder Concedente e pela Agência Reguladora de Belém – ARBEL, em conformidade com as normativas de segurança e os preceitos ambientais, suprindo assim, a carência de locais adequados para tal finalidade.

2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Responsável Legal	Bruno Francisco Muehlbauer
Telefone	(11) 98741-9598
Endereço COMERCIAL	Rua Doutor Renato Paes de Barros, nº 1017, 6º andar, Itaim Bibi, São Paulo – SP, CEP.: 04.530-001
Endereço Eletrônico	bruno.muehlbauer@ciclusamazonia.com.br

2.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CICLUS AMAZÔNIA	
Razão Social	CICLUS AMAZÔNIA S.A.
Endereço sede	Trav. Lomas Valentinas, nº 1868 – Sala 01 – Bairro Marco – Belém/PA – CEP.: 66.093-671
Endereço do Empreendimento	Rod Perna Leste Km 15,3- Sítio Casinha – Acará-PA
Telefone	(91) 98404-8420
CNPJ	53.769.781/0001-40
Inscrição Estadual	ISENTA
Responsável Legal	Bruno Francisco Muehlbauer
Endereço Eletrônico	bruno.muehlbauer@ciclusamazonia.com.br

2.3 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA DE CONSULTORIA

VEREDA ESTUDOS E EXECUÇÃO DE PROJETOS LTDA – EIA/RIMA	
Endereço sede	Avenida Presidente Vargas, 590 sala 2105 – Centro Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20.071-000
Telefone	(21) 2263-0800
CNPJ	00.536.647/0001-32
Responsável Legal	Ed Wilson Veríssimo
Endereço Eletrônico	ed.wilson@veredaprojetos.com.br

TERRA MEIO AMBIENTE LTDA – REVISÃO EIA/RIMA	
Endereço sede	Av. Governador José Malcher, 2306, 3º Andar – São Brás – CEP: 66.060-232
Telefone	(91) 3212-0294
CNPJ	04.015.340/0001-47
Responsável Legal	Tony Carlos Dias da Costa
Endereço Eletrônico	terra@terrameioambiente.com.br

MRT ENGENHARIA LTDA – REVISÃO EIA/RIMA	
Endereço sede	Av. Governador José Malcher, 153, Sala 12 Ed. Futura Office – Nazaré – CEP: 66.035-065
Telefone	(91) 99164-1935
CNPJ	36.713.663/0001-09
Responsável Legal	Mário Augusto Tavares Russo
Endereço Eletrônico	mariorusso@mrt-engenharia.com

2.4 HISTÓRICO DA EMPRESA

A Ciclus Amazônia S.A. foi criada em 2024 sendo uma empresa controlada pelo Grupo SIMPAR cuja história começa no ano de 1956 no estado de São Paulo. A Ciclus Amazônia é líder na parceria público-privada responsável pela gestão de resíduos sólidos em Belém, firmando um compromisso de 30 anos. Com um investimento superior a R$ 900 milhões, os serviços abrangem a ampliação da varrição de ruas, a coleta de resíduos, a instalação de ecopontos e a construção de um nova central de tratamento de resíduos. A empresa está dedicada a melhorar a qualidade de vida urbana, promover a sustentabilidade e gerar mais de três mil empregos diretos, integrando tecnologia de ponta e iniciativas de inclusão social.

Equipada com tecnologia de ponta e uma equipe dedicada, a Ciclus Amazônia está pronta para enfrentar os desafios ambientais e transformar Belém em um modelo de sustentabilidade urbana.

2.5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELAS EMPRESAS

A Ciclus Amazônia S.A. cuja suas atividades se desenvolvem no município de Belém atua no ramo da Engenharia Sanitária realizando os seguintes serviços:

- Conservação Urbana como: Coleta, Transporte e Destino Final de resíduos sólidos domiciliares e de saúde do sistema de saúde de município de Belém;
- Varrição e lavagem de feiras, praças e logradouros públicos;
- Coleta de entulhos;
- Capinação e raspagem de ruas e logradouros públicos;
- Limpeza do sistema de drenagem, de galerias, poços de visita, bocas de lobo, valas e canais;
- Implantação e operação de ECOPONTOS;
- Implantação e operação de Estação de Transbordo de Resíduos – ETR;
- Remediação do lixão do Aurá;
- Implantação e operação de aterros sanitários e outras soluções ambientais para destinação final dos resíduos urbanos.

Além da constante preocupação com o fator humano, a empresa investe constantemente em planejamento, novas técnicas, máquinas, equipamentos e programas de melhoria de produtividade para oferecer ao seu cliente o melhor na área em que atua.

A Ciclus Ambiental empresa do Grupo SIMPAR possuí experiencia na operação do CTR em Seropédica, através de concessão da Comlurb (Companhia de Limpeza Urbana) pertencente a prefeitura do Rio de Janeiro. Na concessão, além de receber os resíduos do Rio de Janeiro, atende também a municípios como Seropédica, Itaguaí, Mangaratiba, São João de Meriti, Piraí e Miguel Pereira.

A Central possui um moderno aterro sanitário bioenergético, dentro de um terreno com 3 milhões de metros quadrados, preparado com rigorosos padrões ambientais para tratar tudo de forma adequada e segura.

Nos antigos lixões e aterros controlados, o gás metano, um dos poluentes resultantes da decomposição dos resíduos, era liberado na atmosfera, causando danos à saúde e ao

meio ambiente. Com a infraestrutura da Ciclus Ambiental, é possível tratar esse contaminante e transformá-lo em biogás.

Na CTR da Ciclus Ambiental, os drenos captam diariamente 450.000 metros cúbicos de metano. Depois de tratado, o biogás resultante é encaminhado para uma Unidade terceirizada, que produz biocombustíveis para veículos e indústrias.

Ao evitar o lançamento de mais de 50 mil toneladas de metano na atmosfera, há uma redução de emissão equivalente a 500 mil carros por ano, o que corresponde a quase 25% da frota do Rio de Janeiro.

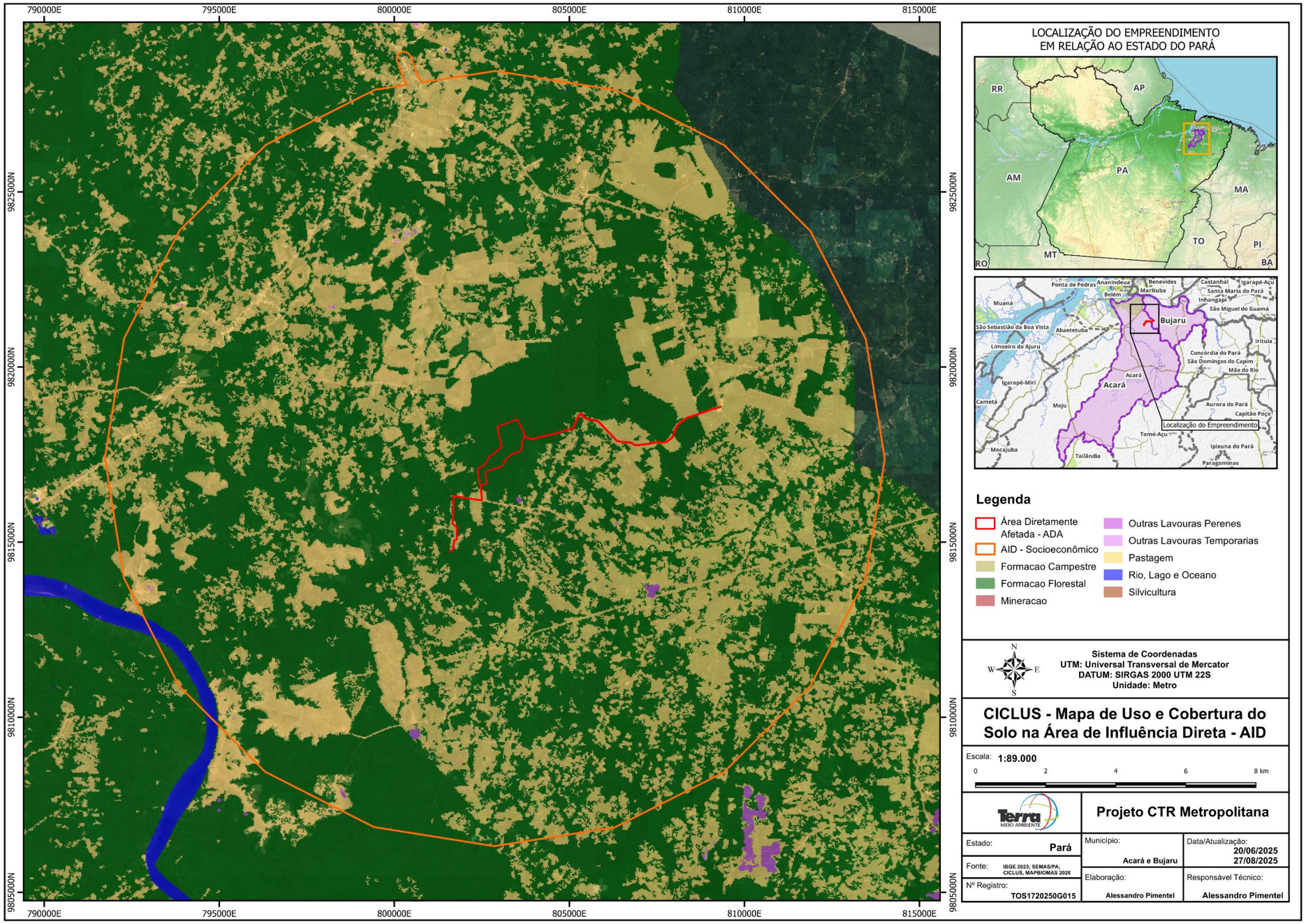
A captura e queima controlada do gás metano, um dos gases que provoca o efeito estufa, possibilita que a Ciclus Ambiental obtenha créditos de carbono. Até o fim de 2017, mais de 2,5 milhões de créditos de carbono foram entregues ao Banco Mundial e à Caixa Econômica Federal. A Ciclus Ambiental foi uma das vencedoras do leilão Pilot Auction Facility 2020 e já destinou 465 mil créditos de carbono ao Banco Mundial.

2.6 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

Em relação aos dados do IBGE referentes ao uso do solo, o município de Acará, com exceção de seu núcleo urbano, é considerado rural em sua totalidade. Tal característica foi confirmada tanto pelos dados apresentados no item 6.3, diagnóstico do meio socioeconômico, como no trabalho de campo realizado neste estudo.

Como aponta o mapa de uso da terra demonstrado na figura abaixo, há uma predominância de vegetação no entorno da Área Diretamente Afetada – ADA, com característica de apenas 10% da área ocupada por estabelecimentos agropecuários. A fragmentação territorial - que mescla áreas de mata, pastagem e pequenos núcleos urbanos - fica mais evidente nas margens da Alça Viária, especificamente na entrada da via Transacará (km 32) que dá acesso à CTR.

Figura 2.6-1 - Uso da terra na área de influência direta – AID.



Fonte: Terra, 2025.

É preciso enfatizar que devido à característica do uso da terra, formado por segmentos de vegetação e áreas de lavouras de pequeno e médio porte, a AID não possui grande concentração de áreas consideradas urbanas. Assim, tanto a população como os equipamentos públicos estão organizados em fragmentos de terras espaçadas entre si e posicionadas geralmente às margens dos ramais ou dos igarapés.

Na área do empreendimento, foram encontradas formações florestais secundárias, árvores remanescentes da vegetação primária e capoeiras. Segundo informações obtidas de moradores locais, antes de ser vendida à atual empresa proprietária, havia plantações de mandioca e ocorreu intensa extração seletiva de madeira.

2.7 IDENTIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS, BAIRROS E/OU SETORES E ZONAS QUE SERÃO BENEFICIADOS PELO EMPREENDIMENTO

A divisão territorial considera a distribuição entre distritos e, consequentemente, vem acompanhada de dados produzidos nessas escalas, diferindo-as dos indicadores agrupados por municípios. O município de Acará possui 03 unidades distritais: Guajará-Mirim, Acará e Jaguarari, que juntos possuem uma área geográfica superior a toda a RMB. Esta por sua vez, é composta ao todo por 07 municípios metropolitanos que serão beneficiados com a implantação do aterro.

Foi possível identificar uma série de povoados e vilas, distribuídas entre os ramais transversais e o principal, conhecido como Transacará, cujo acesso fica no km 32 da Alça Viária, na entrada do núcleo urbanos da Vila de Nínive. Ao todo foram visitadas 16 comunidades, entre assentamentos rurais, pequenos núcleos urbanos e comunidades quilombolas.

No primeiro levantamento de campo, em 2015, foi percorrido principalmente o ramal Transacará. A via tem seu início em Nínive, passando por São Pedro, chegando a Vila Castanhalzinho. A partir daí, segue pelo ramal Curuperé até o terreno da Ciclus Amazônia. No caminho estão as localidades Nossa Senhora das Graças, São João Batista e Espírito Santo. No sentido contrário a CTR, na bifurcação entre Transacará e Curuperé, segue-se na direção do Assentamento Araxiteua (ou Bom Jesus), cruzando outra pequena comunidade, também chamada de Curuperé.

No segundo trabalho de campo, em agosto de 2019, além de nova visita às nove comunidades do Ramal Transacará, foram reconhecidas as comunidades que ficam no Ramal Fortaleza, acesso em frente à entrada da Vila de Nínive, km32, e do Ramal Boa Vista, no km 24 da Alça Viária. Assim foi possível identificar mais 06 comunidade e/ou vilas, todas autorreferenciadas e reconhecidas na região – inclusive pelos equipamentos públicos e suas políticas setoriais de saúde e assistência social – como quilombolas. São elas: Itancoã-Miri; Guajará-Miri; Santa Quitéria; Fortaleza; Monte Alegre; São Sebastião.

Com a mudança no acesso ao empreendimento, agora usando a Perna Leste, foi realizado novo levantamento de campo em 2024 visando caracterizar as comunidades existentes nesse trajeto, que não estão sob os efeitos diretos da operação da CTR, mas influenciadas pela passagem dos caminhões que transportam os resíduos da RMB para a CTR.

Na tabela abaixo, é possível identificar a relação dos ramais, a presença de comunidades e a distância em relação ao terreno da CTR Metropolitana.

Tabela 2.7-1 - Relação entre as comunidades locais da AID e a distância em relação a CTR.

UNIDADES/LOCALIDADES	DISTÂNCIA CTR	ACESSO PRINCIPAL
Vila de Nínive	8km / Raio 10km	Ramal Transacará (km32 Alça Viária)
São Pedro	3km / Raio 5km	Transacará
Castanhalzinho	1,8km / Raio 2km	Transacará
Nossa Senhora das Graças	1,92km / Raio 2km	Ramal Curuperé (via Transacará)
São João Batista	2,7km / Raio 5km	Ramal Curuperé
Centro Alegre	9,7km / Raio 10 km	km 37 Alça Viária
Joana D'Arc	6,5km / Raio 10km	Transacará
Espírito Santo II	1,82km / Raio 2km	Ramal Curuperé
Curuperé	2,4km / Raio 5km	Ramal Curuperé
Araxiteua/Bom Jesus	5,2km / Raio 10 km	Ramal Curuperé
Quilombo Itacoã-Miri	19,3km / Raio 20km	Boa Vista (km24 Alça Viária)
Quilombo Guajará-Miri	19,4km / Raio 20km	Boa Vista/Areial (km24 Alça Viária)
Quilombo São José	11,85km / Raio 15km	Boa Vista/Areial (km24 Alça Viária)
Quilombo Fortaleza	11,75km / Raio 15km	Ramal Fortaleza
Quilombo Monte Alegre	11,77km / Raio 15km	Ramal do Ester (via Ramal Fortaleza)

UNIDADES/LOCALIDADES	DISTÂNCIA CTR	ACESSO PRINCIPAL
Quilombo São Sebastião	14,55km / Raio 15km	Ramal do Ester
Vila Guarani - USF Traquateua	8,5 km/ Raio 6 km	Acesso Perna Leste Vila Guarani
Vila Guarani - E.M. Santa Ana	10 km/ Raio 6 km	Acesso Perna Leste Vila Guarani
Vila Guarani -Igreja Adventista do Sétimo Dia	10,5 km/ Raio 6 km	Acesso Perna Leste Vila Guarani
Vila São Raimundo E.M.E.F. São Raimundo	15,5 km/ Raio 6 km	Acesso Vila São Raimundo
Vila São Raimundo – Igreja São Raimundo	15,6 km/ Raio 6 km	Vila São Raimundo
Vila São Raimundo - UBS São Raimundo	15,7 km/ Raio 6 km	Acesso Vila São Raimundo
Correia (Vila São Raimundo) - Cemitério	15,8 km/ Raio 6 km	Vila São Raimundo
Amazonflora - Empresa de sementes	18 km/ Raio 6,5 km	Acesso Propriedade
Igreja Adventista do Sétimo Dia	22 km/ Raio 10,5 km	Acesso Propriedade
Igreja Deus é Amor	22,4km/Raio 10,5 km	Acesso Propriedade
Interseção Perna Leste - Alça Viária	23 km/ Raio 10,5 km	Acesso Propriedade

2.8 IDENTIFICAÇÃO DOS ACESSOS AO EMPREENDIMENTO, COM NOVAS ALTERNATIVAS DE ACESSO À ÁREA

O acesso à Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana será efetuado pela rodovia PA-483, denominada de Alça Viária do Pará, no km 24 está o ponto de entrada para estrada de acesso à CTR, rodovia Perna Leste conforme pode ser observada na figura seguinte, representada pelo Mapa dos acessos à CTR Metropolitana.

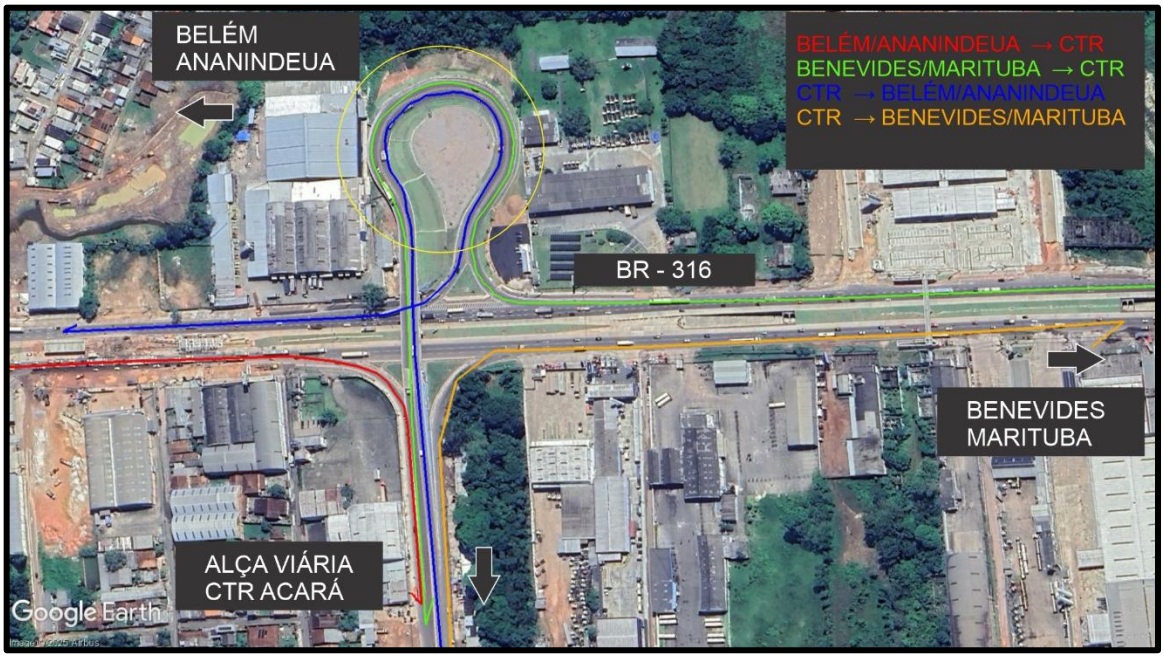
Figura 2.8-1 - Um dos retornos na rodovia BR-316, em Marituba (imagem Google).



2.8.1 BR 316 – PA 483

Os veículos provenientes de Ananindeua e Belém, pela BR-316, poderão acessar diretamente a Alça Viária do Pará. Os veículos provenientes de Benevides e de Marituba percorrerão mais 500 metros até o retorno existente. Esta mesma manobra deverá ser feita pelos veículos provenientes da CTR que tiverem como destino Belém ou Ananindeua tendo que retornar aproximadamente 1.200 metros depois da saída da PA-483. A figura abaixo apresenta as manobras de acesso.

Figura 2.8-2 - Manobras para acesso e saída da PA-483 e posicionamento dos retornos.



Fonte: Modificado de Google Earth, 2025.

Conforme apresentado na figura a seguir, os retornos apresentam raios inadequados para a manobra de veículos longos e não possuem faixas de aceleração e desaceleração compatíveis com a demanda. Mesmo hoje já são observadas manobras inadequadas realizadas por ônibus e caminhões com invasão de faixas adjacentes durante a manobra.

Figura 2.8-3 - Trecho da rodovia PA-483, em Marituba (imagem Google).



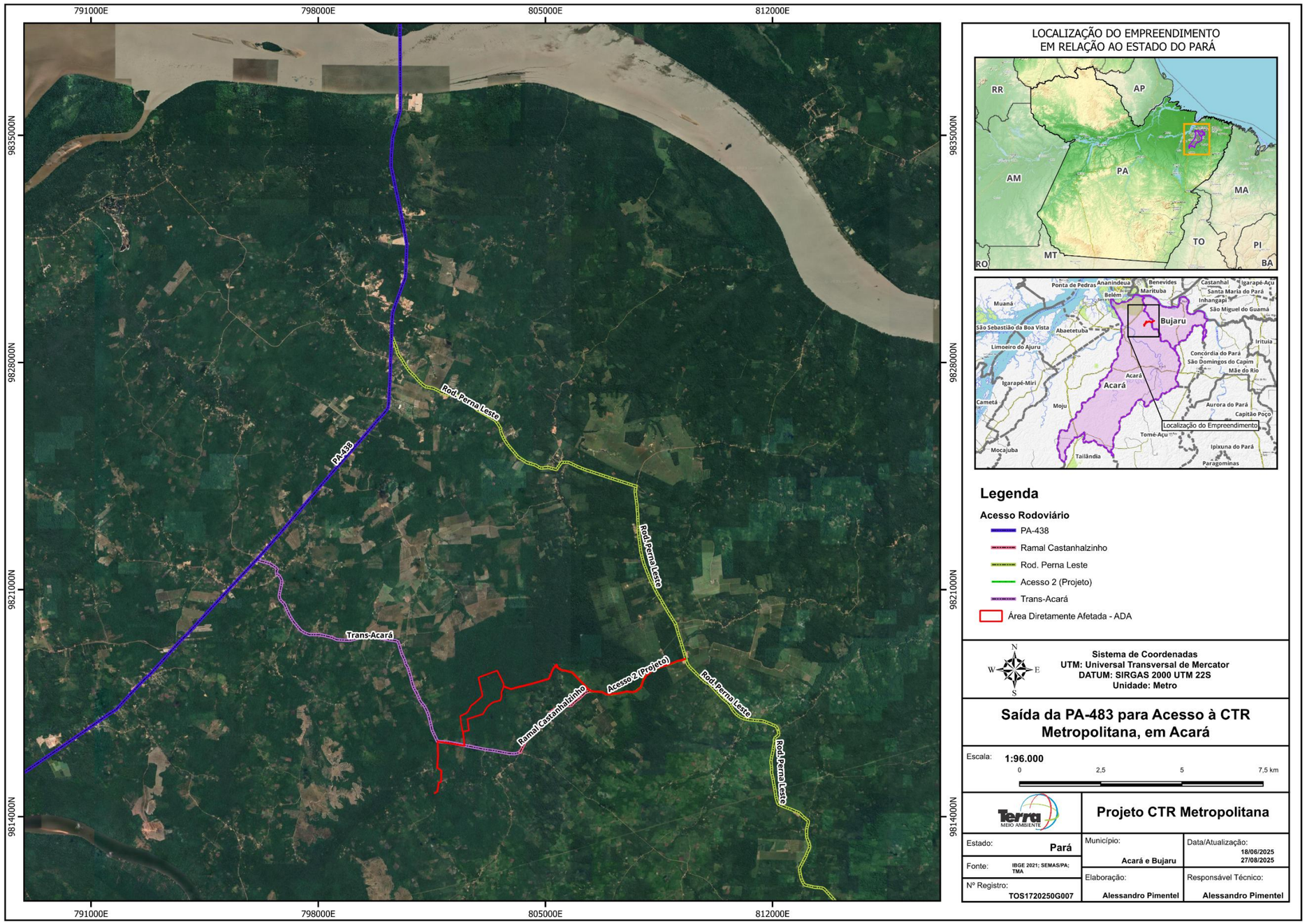
2.8.2 PA 483 – ACESSO CTR

Saindo do km 24 da rodovia PA-483, no sentido Belém – Barcarena, será acessada a rodovia Perna Leste depois por vias internas a propriedade até chegar ao aterro sanitário.

A estrada secundária de acesso à propriedade, localidade onde será implantada a CTR Metropolitana não é pavimentada, não apresenta nenhuma sinalização nem iluminação pública no trecho. Não são encontradas habitações e núcleos urbanos neste trecho. O tráfego local é bastante reduzido, que atendem aos interesses da comunidade local.

Do ponto de vista geométrico seja no ponto de acesso bem como na chamada área de influência, as duas rodovias são planas e apresentam trechos retos, possibilitando ampla visibilidade, qualquer que seja a solução geométrica concebida, apresentando no mapa da figura a seguir.

Figura 2.8-4 - Saída da PA-483 para acesso à CTR Metropolitana, em Acará.



Fonte: Terra, 2025.

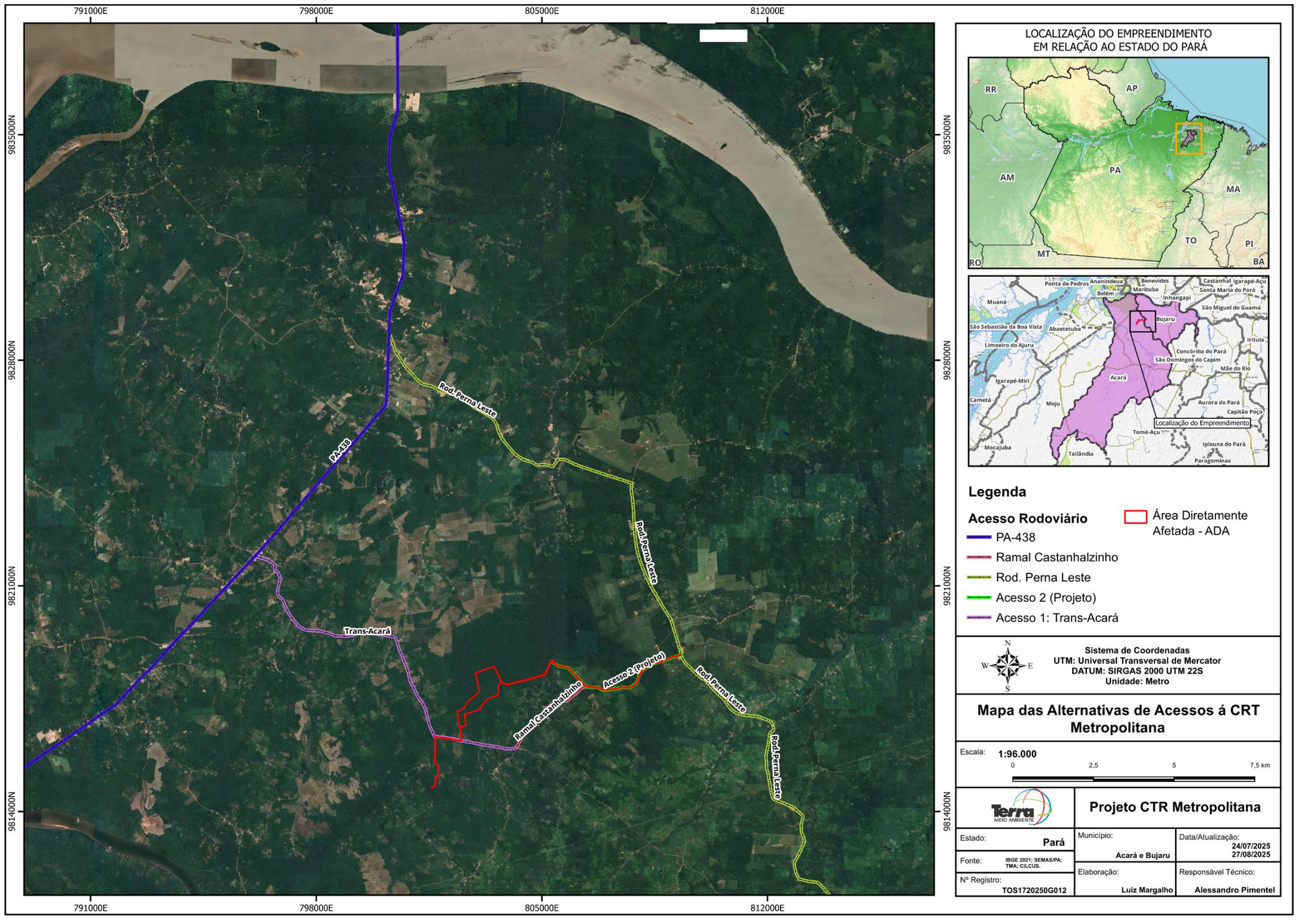
2.8.3 OPÇÕES DE ACESSO

De forma a complementar as análises a respeito dos impactos do empreendimento, o projeto previu 02 opções de acesso à CTR Metropolitana como alternativa ao Ramal Transacará, utilizado hoje para acessar o terreno da Ciclus Amazônia.

Desde a implementação da rodovia Perna Leste, passaram a existir duas alternativas de acesso à CTR. A primeira, o **acesso 1**, seria construído entre o km 32 (Nínive) da Alça Viária, estendendo-se pela Transacará até chegar à CTR. Já a segunda opção, o **acesso 2**, surgiu com a construção e asfaltamento da rodovia Perna Leste a qual evitaria o fluxo em vias não pavimentadas e presença de comunidades.

Dessa forma, **o acesso 2** (via rodovia Perna Leste) será adotado como a opção de acesso definitivo ao empreendimento. Na figura seguinte evidencia os dois acessos previstos para o projeto e enfatiza o acesso 2 como sendo o escolhido dentre as duas alternativas.

Figura 2.8-5 - Opções de acesso à CTR Metropolitana na AID.



Fonte: Terra, 2025.

De acordo com a figura acima e o Anexo I (croqui de Acesso), percebe-se que os dois acessos possuem partes projetadas, que seriam articuladas aos ramais já existentes. O Acesso 1 pela Vila de Nínive, no km 32 da Alça Viária, e percorre, primeiramente, o Ramal Transacará, passando pela comunidade de São Pedro até a altura de Castanhalzinho. A partir deste ponto, na praça central da comunidade, segue-se pelo ramal Curuperé até o terreno do empreendimento. Entre todos os percursos realizados nesse estudo, o trajeto atual Nínive-CTR é aquele com a maior presença de comunidades, casas e população na margem da via.

O Acesso 2 será realizado a partir do km 24 da Alça Viária entrando na rodovia Perna Leste pavimentada e, após percorrer 15 quilômetros, chega-se a uma via secundária, não pavimentada em um percurso de 4,7 km ao futuro acesso a Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana. Deste ponto, onde estarão as instalações administrativas e de apoio (escritório, balança, oficina etc.) percorre-se mais 2,6 km em vias internas da propriedade até chegar ao aterro sanitário.

A estrada secundária de acesso à propriedade, localidade onde será implantada a CTR Metropolitana não é pavimentada, não apresenta nenhuma sinalização nem iluminação pública no trecho. Não são encontradas habitações e núcleos urbanos neste trecho. O tráfego local é bastante reduzido, que atende aos interesses da comunidade local. O Acesso 2 segue a maior parte por rodovia pavimentada. Os trechos em vias secundárias não pavimentadas evitam a passagem por áreas habitadas e percorrem boa parte por dentro da propriedade, minimizando os impactos sobre as comunidades.

A Ciclus Amazônia S.A. realizará a manutenção das vias de acesso e das vias internas do empreendimento. Salienta que, em momento oportuno, pactuará instrumento de parceria com o Poder Público competente. De todo modo, desde já, em função preservação de seus equipamentos, ratifica que será responsável pelos acessos internos e externos da região. A seguir, é apresentado um quadro síntese com as alternativas de acesso à CTR Metropolitana.

Quadro 2.8-1 - Síntese das alternativas de acesso à CTR Metropolitana.

Alternativa de Acesso	Localidades Afetadas	Acesso Principal	Possíveis Impactos Ambientais
Acesso 1	Centro Alegre, Nínive, São Pedro	Comunidade de Centro Alegre	Impacto na biodiversidade, emissões atmosféricas
Acesso 2	Interliga PA-140 com a Alça Viária	Rodovia Perna Leste	Emissões atmosféricas, impacto na infraestrutura

3 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

3.1 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

3.1.1 SITUAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR - 2019, instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), revela tendência de melhora da situação de destinação final do lixo coletado no país nos últimos anos. Em 2019, o lixo produzido e destinado chegava a 51.981.510,50 toneladas, sendo que 73,09% eram destinados a aterros sanitários e em aterros controlados e lixões apenas 21,99 %. Ou seja, mais de 70 % de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado, em aterros sanitários. Todavia, em número de municípios, o resultado não é tão favorável: 77 % utilizavam aterros controlados e lixões e 23 %, aterros sanitários. Em 1989, a PNSB mostrava que o percentual de municípios que destinavam seus resíduos de forma adequada era de apenas 10,7 %.

Em 2010, dos 5.507 municípios brasileiros, 4.026, ou seja 73,1%, têm população até 20.000 habitantes. Nestes municípios, 68,5% dos resíduos gerados são vazados em lixões e em alagados. Se tomarmos, entretanto, como referência, a quantidade de lixo por eles gerada, em relação ao total da produção brasileira, a situação é menos grave, pois em conjunto coletam somente 12,8 % do total brasileiro (20.658 t/dia). Isto é menos do que o gerado pelas 13 maiores cidades brasileiras, com população acima de 1 milhão de habitantes. Só estas, coletam 31,9 % (51.635 t/dia) de todo o lixo urbano brasileiro, e têm seus locais de disposição final em melhor situação: apenas 1,8 % (832 t/dia) é destinado a lixões, o restante sendo depositado em aterros controlados ou sanitários.

Os dados publicados no site do SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento) no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2015 mostram que são utilizadas 2.473 áreas para disposição dos resíduos sólidos urbanos, ainda predominando os lixões a céu aberto (46%), seguidos do aterro controlado (26%) e aterros sanitários (28%).

Já os dados publicados no site do SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento) no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2022 mostram que, do total, 2.350 municípios apresentam disposição final inadequada, o que

corresponde a 45,4% em relação ao total dos municípios com informações sobre a disposição final. Em números absolutos houve um aumento de 32 municípios com disposição final inadequada em relação à 2021, que é menor que o aumento absoluto entre os anos de 2020 e 2021, onde foi possível observar um acréscimo de 62 municípios com disposição final inadequada.

O destaque positivo é a região Sul, que obteve no ano de 2022 mais de 85% dos seus municípios com disposição final adequada. Em contraponto, a região Norte tem um pouco mais de 15,0% dos municípios com situação de disposição final adequada no ano de 2022.

Desta forma, ao se calcular a massa total de disposição final, obteve-se o resultado de 46,08 milhões de toneladas dispostas em aterros sanitários, o que corresponde a 73,7% do total aproximado (62,49 milhões de toneladas). Além disso, contabilizou-se 16,41 milhões de toneladas dispostas em unidades de disposição final consideradas inadequadas (aterros controlados e lixões), que correspondem juntas a 26,6% do total disposto em solo, no ano de 2022.

Quando comparamos a quantidade de municípios com disposição adequada e inadequada temos: Aterro sanitário – 626 unidades (22,4%), Aterros controlados – 598 unidades (21,4%) e Lixões - 2572 unidades (56,4%).

Segundo a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) 2023, realizada pelo IBGE, essa é a situação:

- **Lixões:** 31,9% dos municípios ainda utilizam lixões como destino final de resíduos sólidos, o que representa um grande desafio ambiental e sanitário.
- **Aterros sanitários**: 28,6% dos municípios possuem aterros sanitários, que são a opção mais adequada para disposição de resíduos.
- **Aterros controlados**: 18,7% dos municípios utilizam aterros controlados, que possuem alguma infraestrutura, mas não atendem totalmente às normas ambientais.

Mesmo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, muitos municípios ainda não eliminaram os lixões, destacando a necessidade de investimentos e políticas públicas eficazes, conforme pode ser observado no quadro a seguir.

Quadro 3.1-1 – Pesquisa de informações básicas municipais.

Região	Lixões (%)	Aterros Sanitários (%)	Aterros Controlados (%)
Norte	73,8%	10,8%	19,3%
Nordeste	58,7%	25,5%	17,2%
Sudeste	13,7%	43,3%	29,2%
Sul	7,5%	45%	18,7%
Centro-Oeste	52,9%	29,5%	29,5%

Fonte: IBGE, 2023.

Os dados evidenciam que as regiões Norte e Nordeste ainda enfrentam desafios significativos na gestão adequada dos resíduos sólidos, com altas porcentagens de municípios utilizando lixões. Por outro lado, as regiões Sul e Sudeste, apresentam melhores índices de destinação adequada, com maior uso de aterros sanitários e menor dependência de lixões.

3.1.2 ATERROS

O aterro sanitário consiste em um processo utilizado para a disposição final de resíduos sólidos no solo, particularmente resíduo doméstico. A operação de aterro sanitário é fundamentada em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permitindo confinamento do resíduo sólido em camadas protegidas por material cobertura (argila), visando assim, evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança (IPT/CEMPRE, 2000), minimizando de forma significativa os impactos ambientais negativos gerados no caso de disposição inadequada dos resíduos.

Esta técnica de disposição de resíduos sólidos decorre de aspectos como a não disponibilidade de áreas, aumento dos volumes de resíduos e preocupação ambiental crescente. Este método se apresenta-se, para países em desenvolvimento, como uma das melhores alternativas econômica e ambiental, em oposição às áreas de despejo irregular e aos aterros controlados, pois permite que o emprego de técnicas de engenharia e normas operacionais específicas favoreça a segurança e o bem-estar da

população, evitando danos ou riscos à população e minimizando os impactos ambientais, sem contar com o custo-benefício que agrega aos municípios uma vez que o investimento municipal é escasso.

Dentre as características tecnológicas que favorecem a implantação de um aterro sanitário, destaca-se os seguintes pontos:

- Rapidez na fase de implantação e tecnologia amplamente dominada;
- Sistema eficiente no controle de efluentes (líquido percolado), impedindo a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (lençol freático), das áreas de mananciais, do solo e da população do entorno;
- Processo flexível, podendo adaptar-se ao crescimento da população e ao incremento da produção de lixo;
- Eliminação dos problemas sociais, estéticos, de segurança e de saúde-pública encontrados na implantação de lixões;
- Minimização de agressão ao meio ambiente;
- Solução sanitária com maior viabilidade técnica-econômica e de menores investimentos se comparado com os de outros processos sanitários.

Dentre as opções tecnológicas acima relacionadas, o processo de aterramento do resíduo pode ser executado de três formas, as quais são sucintamente descritas a seguir:

3.1.2.1 MÉTODO DE TRINCHEIRA OU VALA

Consiste na abertura de valas, podendo ser de pequena ou de grande dimensão, dependendo exclusivamente da quantidade de resíduos a serem aterrados e da vida útil desejada. Os resíduos são descarregados, trecho a trecho, junto à base do talude de uma de suas extremidades, em seguida o trator de esteiras empurra e compacta os resíduos de encontro a esse talude, em movimentos de baixo para cima, formando células que posteriormente são cobertas com solo. Assim sendo, com a sobreposição de camadas, obtém-se o preenchimento total da vala, devolvendo ao terreno a sua topografia inicial. É importante salientar que esse método é mais utilizado em áreas planas onde o lençol freático encontra-se em níveis profundos. O grande inconveniente deste método é a baixa ocupação da área de disposição de resíduos.

Figura 3.1-1 Representação do método da vala.

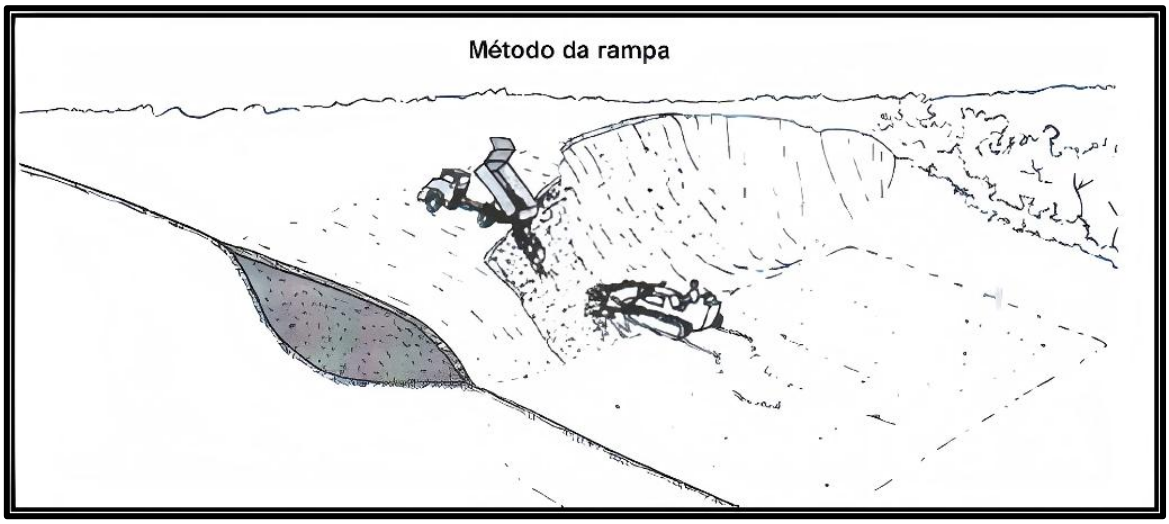


Fonte: MS Informa.

3.1.2.2 MÉTODO DE RAMPA OU ESCAVAÇÃO PROGRESSIVA

Consiste na escavação de rampas, em áreas de meia encosta, ou seja, planos inclinados, onde o solo natural favoreça a escavação e o material excedente possa ser utilizado para a cobertura final. Os resíduos são dispostos na base das rampas, empurrados e compactados por um trator de esteiras, formando células, posteriormente cobertas com solo. A sobreposição das células dá origem a uma plataforma de resíduo compactado, de forma prismática, com declividade de 1:2,5 (V:H) e relativamente regular, apresentado na figura a seguir.

Figura 3.1-2 - Representação do método da rampa.

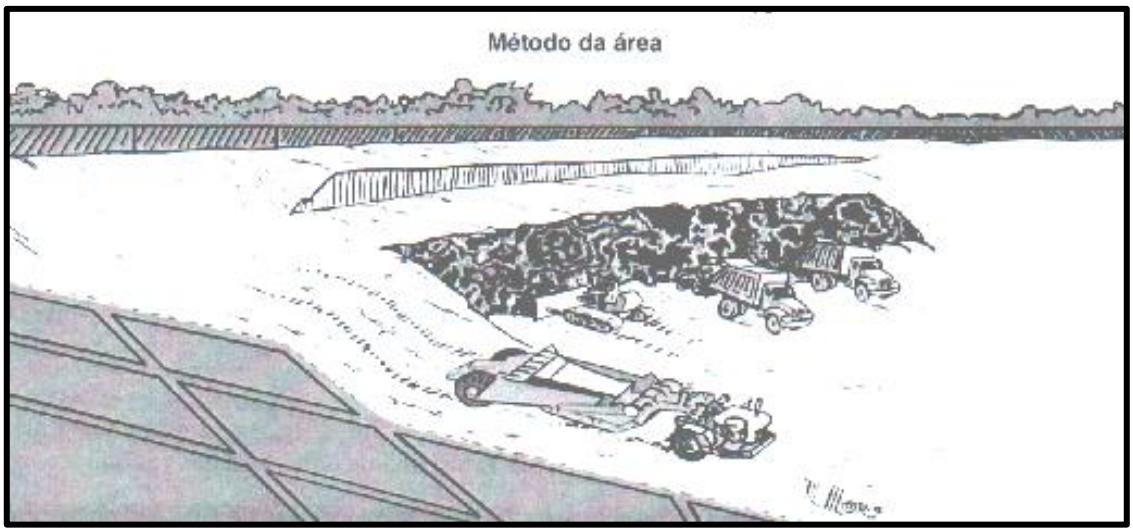


Fonte: IPT/CEMPRE, 2000.

3.1.2.3 MÉTODO DE ÁREA

Consiste na criação de desníveis com os próprios resíduos, sendo possível aplicar esse método em áreas planas e de lençol freático raso, limitando abertura de valas, podendo então, criar com o próprio resíduo uma célula inicial, substituindo os desníveis naturais do terreno. As células seguintes são preparadas, compactando-se os resíduos de encontro à célula inicial, seguindo as mesmas operações utilizadas nos terrenos acidentados conforme evidenciado na figura seguinte.

Figura 3.1-3 - Representação do método da área. (Fonte: IPT/CEMPRE, 2000).



Fonte: IPT/CEMPRE, 2000.

Partindo do princípio que a escolha por um método de operação depende exclusivamente das características físicas e geográficas da área e da quantidade de "lixo" a dispor (IPT/CEMPRE, 2000), definiu-se como melhor alternativa para a operação da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana o método de rampa ou escavação progressiva.

3.1.2.4 TRATAMENTO TÉRMICO

Considerações sobre Tecnologias de Tratamento Térmico, as principais tecnologias térmicas de tratamento de resíduos sólidos são:

- Incineração: Combustão controlada a altas temperaturas (800–1.200°C), reduzindo o volume dos resíduos e gerando energia (eletricidade/calor). Requer controle de emissões (gases poluentes, como dioxinas).
- Pirólise: Decomposição térmica na ausência de oxigênio (300–900°C), produzindo gases combustíveis, óleo pirolítico e carvão vegetal (biochar). Adequada para resíduos orgânicos e plásticos.
- Gaseificação: Conversão parcial em alta temperatura (700–1.500°C) com oxigênio limitado, gerando syngas (gás de síntese) para energia ou produtos químicos. Mais eficiente que incineração.
- Plasma térmico: Uso de arcos de plasma (até 10.000°C) para decompor resíduos em gases e escória inerte. Trata resíduos perigosos e complexos, mas é caro.
- Coprocessamento: Uso de resíduos como combustível alternativo em fornos de cimenteiras, aproveitando a alta temperatura do processo.

A seguir são descritos os principais processos térmicos para o tratamento de resíduos:

Incineração e Pirólise.

3.1.2.4.1 Incineração

A incineração pode ser definida sumariamente como um sistema ou um processo que promove a redução do volume e do peso dos resíduos através da combustão controlada. Outra maneira de se definir incineração: o método de tratamento que utiliza a decomposição térmica, via oxidação, com o objetivo de tornar os resíduos menos volumosos, menos tóxicos, ou atóxicos, ou ainda eliminá-los. Se for considerada uma combustão ideal, a incineração gera remanescentes que se constituem basicamente de gases - CO2, SOx, NOx, N2 e O2 provenientes da queima com o ar atmosférico alimentado em excesso, vapor d'água, escória e cinzas (óxidos metálicos, aglomerados

inorgânicos, vitrificados etc.). Além de se aprimorar o processo de combustão a temperatura e tempos de residência adequados, é necessário o controle de emissões gasosas por sistemas complexos de depuração de gases de combustão. As cinzas geradas na queima de resíduos domiciliares e de serviços de saúde devem ser dispostas em aterros apropriados, de acordo com sua classificação.

3.1.2.4.2 Pirólise e Gaseificação

São sistemas de tratamento térmico de resíduos semelhantes à incineração e se diferenciam quanto à quantidade de oxigênio presente na câmara de combustão.

As unidades de incineração vão desde pequenas instalações projetadas para queimar apenas um tipo de resíduo específico, que em geral são operadas pelo próprio gerador, até unidades com capacidade para queimar grandes quantidades de resíduos provenientes de diversas fontes geradoras. Algumas plantas de incineração estão associadas a sistemas de recuperação térmica, como geração de vapor ou ainda associadas a sistemas de produção de energia elétrica, com geração de vapor e turbogeradores.

A pirólise é mais atrativa do ponto de vista econômico e ambiental. Não apresenta emissões atmosféricas significativas, nem efluentes líquidos. Os resíduos sólidos são inertes, podendo geralmente ter utilização econômica.

Para assegurar uma operação confiável de um sistema de pirólise faz-se necessária uma boa homogeneização de um lixo de características muito variadas, e uma regularização de fluxos durante 24 h/dia.

Os investimentos necessários são elevados, porém inferiores aos exigidos para incineradores. A operação exige um bom nível de competência e controles rigorosos.

Os processos de gaseificação são processos contínuos e de operação difícil para o caso em apreço, tratamento de resíduos infecciosos, e a priori são considerados inadequados.

3.1.2.4.3 DuoTherm

A tecnologia DuoTherm é uma inovação tecnológica em que um reator contendo duas fontes térmicas gera um gradiente de calor, de temperaturas elevadas, entre essas

fontes. O reator não possui refratário, como nos modelos convencionais, exceto no cadinho. Por isso, trata-se de um equipamento leve e de baixa manutenção, próprio para uso em hospitais, indústrias, navios, entre outros locais de tratamento de resíduos.

O resíduo não é misturado ao ar atmosférico e sofre uma destilação seca, ou seja, é completamente desintegrado e liquefeito na ausência de ar, o que reduz consideravelmente a formação de poluentes danosos ao meio ambiente e à saúde, inclusive cancerígenos. A redução em massa do lixo orgânico, nesse processo, é da ordem de 10:1 e, em volume, de 100:1 a 200:1, de acordo com a categoria do lixo processado.

O processo DuoTherm consegue dar destinação final aos resíduos, quaisquer que sejam suas origens, inclusive os hospitalares, pois nas condições das temperaturas alcançadas pelo processo, tempo de residência e ausência de ar atmosférico, sem preocupação de seletividade, todos os tipos de materiais apresentam praticamente o mesmo comportamento: desintegração seguida de liquefação e, quando resfriados, uma nova composição sólida em forma de matriz inerte.

Esse processo difere dos anteriormente citados, principalmente pelas seguintes características:

- Não processa o lixo na presença do ar atmosférico. Com isso, não produz volume considerável de gases poluentes para serem tratados;
- Como, praticamente, não há presença de ar atmosférico no processo, não há formação de moléculas cancerígenas como as dioxinas e furanos, que necessitam do oxigênio para formarem-se. Ademais, os gases a serem tratados, que ocorrem proporcionalmente em pequeníssima quantidade, sofrem um choque térmico que diminui a temperatura da ordem de 800°C para algo em torno de 40°C, não permitindo novamente a síntese na formação de moléculas complexas;
- Não há formação de cinzas no processo, devido à alta temperatura da fonte 2, da ordem de 1600°C. Portanto, não há subproduto tóxico, como ocorre na

incineração. Há a fusão de componentes residuais particulados (tipo cinza) em matrizes férreas e cerâmicas, que inibem a formação de cinzas e, como consequência, há a inexistência de resíduos sólidos para os quais são necessárias outras metodologias de descartes;

- Inicialização e controle do processo automatizado, informatizado e facilitado, permitindo o desligamento e religamento da usina com frequência adequada à metodologia ditada pela empresa operadora.

A desvantagem desta tecnologia, que é nova e nacional, é a capacidade volumétrica de tratamento dos equipamentos (4 ton/dia), não sendo viável, até este momento, para tratamento de grandes volumes, como é o caso em análise.

3.1.2.4.4 Coprocessamento de Resíduos Sólidos

O coprocessamento é uma técnica de tratamento térmico de resíduos que consiste em utilizá-los como combustível alternativo ou matéria-prima em fornos industriais de alta temperatura, principalmente em cimenteiras. Esse processo aproveita a infraestrutura já existente nas fábricas de cimento, onde os resíduos substituem parcial ou totalmente os combustíveis fósseis tradicionais (como coque de petróleo) e, em alguns casos, matérias-primas minerais.

O princípio de funcionamento do Coprocessamento de Resíduos Sólidos:

Os fornos de cimento operam em temperaturas entre 1.450°C e 2.000°C, garantindo a completa destruição de compostos orgânicos perigosos. O coprocessamento ocorre em três etapas principais:

1. Pré-tratamento dos resíduos:

- Trituração, secagem e homogeneização para garantir eficiência na queima;
- Resíduos perigosos podem precisar de tratamento adicional (ex.: neutralização de líquidos inflamáveis);

2. Injeção no forno de cimento:

- Os resíduos são alimentados na zona de combustão (via queimador principal) ou na zona de pré-aquecimento (para materiais menos energéticos);
- A alta temperatura garante a destruição térmica de contaminantes orgânicos (como solventes, pesticidas e PCBs);

3. Incorporação de cinzas ao clínquer:

- Os resíduos minerais (como cinzas) são incorporados ao produto final (clínquer de cimento), desde que não alterem suas propriedades.

- Tipos de Resíduos Apropriados para Coprocessamento

- Combustíveis alternativos: Pneus, plásticos, óleos usados, biomassa, resíduos sólidos urbanos (RSU) selecionados, lodo de esgoto seco.
- Matérias-primas alternativas: Cinzas de incineração, escórias, resíduos de construção e demolição (RCD).
- Resíduos perigosos: Solventes, tintas, resíduos de indústrias químicas e farmacêuticas (devem atender a regulamentações rigorosas).

- Vantagens do Coprocessamento

- Redução do uso de combustíveis fósseis (economia de custos e menor emissão de CO_2).
- Destruição segura de resíduos perigosos (alta temperatura e tempo de residência garantem degradação completa).
- Valorização energética e material (aproveitamento térmico e mineral).
- Solução ambientalmente regulamentada (menor impacto que aterros ou incineração convencional).
- Não gera resíduos secundários (as cinzas são incorporadas ao cimento).

O coprocessamento é uma solução sustentável para a gestão de resíduos, aliando benefícios ambientais e econômicos. No entanto, sua eficácia depende de controles

operacionais rigorosos e políticas públicas que incentivem a integração entre indústrias e gestão de resíduos.

3.1.2.4.5 Tratamento de Resíduos Sólidos por Plasma Térmico

O plasma térmico é uma tecnologia avançada de tratamento de resíduos que utiliza um gás ionizado (plasma) em temperaturas extremamente altas (entre 3.000°C e 10.000°C) para decompor materiais perigosos e resíduos complexos em subprodutos inertes e aproveitáveis. Essa técnica é especialmente eficaz para resíduos que não podem ser tratados por métodos convencionais, como incineração ou aterros.

3.1.2.4.5.1 Princípio de Funcionamento

O processo de plasma térmico ocorre em três etapas principais:

1. Geração do Plasma

Um arco elétrico (ou outro sistema de descarga) é criado entre eletrodos, ionizando um gás (geralmente argônio, nitrogênio ou ar) e formando plasma.

O plasma atinge temperaturas entre 3.000°C e 10.000°C, suficiente para dissociar moléculas complexas em átomos básicos.

2. Tratamento Térmico dos Resíduos

Os resíduos são alimentados no reator de plasma e expostos ao calor extremo.

Materiais orgânicos (plásticos, solventes, lixo hospitalar) são gaseificados, formando syngas (gás de síntese: H_2, CO, CH_4).

Materiais inorgânicos (metais, vidros, cerâmicas) são fundidos, formando uma escória vítrea (slag) inertizada.

3. Resfriamento e Separação dos Produtos

O gás resultante passa por um sistema de resfriamento rápido (quenching) para evitar a recombinação de dioxinas/furanos.

Os gases são tratados em sistemas de filtragem (SCR, lavadores ácidos) para remover poluentes antes de liberação ou aproveitamento energético.

A escória metálica ou vítrea é resfriada e pode ser usada como material de construção (agregado para pavimentação, tijolos).

- Tipos de Resíduos Tratáveis por Plasma Térmico

1. Resíduos perigosos:

- Lixo hospitalar (seringas, tecidos infectados).
- Baterias, eletrônicos (e-waste).
- Resíduos químicos (solventes, pesticidas, PCBs).

2.Resíduos Sólidos complexos:

- Rejeitos de refinarias, lodo contaminado.
- Pneus, plásticos não recicláveis.

3. Resíduos radioativos de baixo nível:

- Materiais contaminados (proteções, ferramentas).

4. Resíduos sólidos urbanos (RSU) pré-selecionados:

Fração não reciclável de lixo municipal.

-Principais vantagens do Plasma Térmico

- Destruição completa de contaminantes (incluindo compostos recalcitrantes como dioxinas).
- Redução drástica de volume (até 95% de redução em massa).
- Geração de subprodutos aproveitáveis:
- Syngas (usado para geração de energia).
- Escória inerte (aplicável na construção civil).

- Não gera cinzas tóxicas (diferente da incineração).

- Flexibilidade (pode tratar resíduos sólidos, líquidos e gasosos).

Desafios e Limitações

- Custo elevado

- Alto consumo energético (depende de eletricidade ou gás para gerar plasma).
- Investimento inicial em equipamentos complexos.

- Regulação e monitoramento:

- Necessidade de controle rigoroso de emissões gasosas (NOx, metais voláteis).
- Normas ambientais exigentes.

- Escalabilidade limitada:

Mais viável para resíduos de alto risco do que para grandes volumes de RSU.

- Aplicações no Mundo

- -Japão e EUA: Usam plasma para tratamento de lixo hospitalar e demais resíduos perigosos.
- - Europa: Projetos piloto para RSU e resíduos eletrônicos (ex.: planta da Europlasma na França).
- -Brasil: Ainda em fase experimental, com estudos em universidades e projetos de demonstração.

O plasma térmico é uma tecnologia de ponta para tratamento de resíduos perigosos e complexos, oferecendo alta eficiência na destruição de poluentes e valorização energética. Apesar dos custos elevados, seu uso tende a crescer em aplicações críticas, como resíduos hospitalares, onde outros métodos falham.

3.1.3 SÍNTESE CONCLUSIVA DAS ALTERNATIVAS DE TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO

As principais opções de tratamento dos resíduos em contrapartida ao aterro sanitário são as tecnologias de tratamento térmico, que apresentam com vantagem a redução do volume dos resíduos tratados, ocupam menor espaço para instalação e operação, reduzindo os impactos, principalmente sobre a fauna e flora local e sem geração de efluentes para lançamento nos corpos d'água. Por outro lado, possuem um custo de tratamento bem mais elevado que o da disposição em aterro sanitário. Para tratamento de grandes volumes, os custos iniciais de investimentos são bem mais elevados. O aterro sanitário como é implantado em fases, dilui o custo de implantação e operação ao longo dos anos.

A seguir uma rápida comparação entre as 3 tecnologias, mas utilizadas:

- **Incineração** – processo mais comum, muito usado para tratamento de resíduos perigosos e infectantes. Tem a vantagem da redução do volume de resíduos, ocupa uma área pequena para a instalação e operação, com menores intervenções no ambiente, reduzindo os impactos sobre a fauna e flora da área, mas é um processo com geração de gases (que precisam ter processos complexos de tratamento) e resíduos (cinzas) que precisam ser destinadas em aterro específico. Custo aproximado de tratamento de R$ 500,00 a R$ 1.500,00/ton.
- **Pirólise** – tecnologia mais avançada que a incineração e mais atrativa do ponto de vista ambiental. Não apresenta emissões atmosféricas significativas, nem efluentes líquidos, além de também ocupar menor área de instalação em relação ao aterro sanitário. No entanto, também apresenta alto custo a ser investido de imediato, além do maior custo de tratamento por tonelada (R$ 500,00 a 2.000/ton).
- **Aterro Sanitário** – Sistema mais utilizado no país e no mundo, quando adotado um processo de seleção de áreas, pode ter seus impactos ambientais bem

reduzidos. Possui metodologias bem difundida e não depende de grandes investimentos em equipamentos complexos. Maiores investimentos em área e em materiais e tecnologias de impermeabilização, tratamento de lixiviados e controle dos gases de efeito estufa. Atualmente com o avanço das tecnologias de captação e tratamento dos gases, pode gerar energia e renda extra com esse ativo.

O custo por tonelada para destinação final em aterro sanitário varia no país, mas tem um valor médio de R$ 150,00 /ton a R$ 200,00/ton, bem inferior às demais tecnologias.

3.1.4 HISTÓRICO DA TECNOLOGIA EMPREGADA, RELACIONANDO OS EMPREENDIMENTOS SIMILARES EXISTENTES EM OUTRAS LOCALIDADES

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), em relação à situação dos municípios quanto a disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) que compreende a "reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, entre elas a disposição final, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos", existem 2.073 municípios em situação adequada (que representa 37% dos municípios brasileiros), atendendo uma população de 129 milhões de habitantes (61% da população total).

A partir do "Diagnóstico da Política Nacional de Resíduos Sólidos", elaborado pela Confederação Nacional de Municípios (CNM, 2022), onde 4.088 municípios dos 5.568 existentes no Brasil (72%) responderam à pesquisa, constatou-se que 63,5% dos municípios possuem aterro sanitário, ou seja, um total de 2.545 cidades, apresentado no quadro abaixo.

Quadro 3.1-2 - Evolução do crescimento de aterros sanitários ao longo dos anos

		DIAGNÓSTICO DA GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS					
		Lixão / Aterro Controlado	Aterro Sanitário	PGIRS Finalizado	Coleta Seletiva	Compostagem	Consórcios de Resíduos Sólidos
BRASIL	2015	50,6%	48,3%	36,3%	49,1%	13,6%	29,4%
	2017	48,1%	47,5%	38,3%	48,3%	12,2%	29,5%
	2019	47,7%	52,2%	44,5%	52,6%	11,7%	29,5%
	2022	34,3%	63,5%	62,9%	56,1%	12,9%	40,6%
OBS: Pesquisa de 2022 com dados de 4.008 Municípios (72% dos 5.568 Municípios brasileiros)							

Fonte: CNM.

Ainda segundo o SINIR (2019), existem no Brasil um total de 959 aterros sanitários. A maior concentração está na região sudeste, com 491, que representa quase 52% do total implantados no país. A região norte possui 11 aterros sanitários, que representa pouco mais de 11% do total do país.

Para ilustrar, apresentamos no quadro abaixo uma lista de empreendimentos similares existentes em outras localidades no país:

Quadro 3.1-3 Lista de alguns empreendimentos similares implantados no país.

Município	Empreendimento	Abrangência
Rosário - MA	CTR TITARA	Atende a São Luís e municípios da Região Metropolitana
Cariacica - ES	CTR MARCA AMBIENTAL	Atende Vitória e municípios do entorno.
Seropédica - RJ	CTR CICLUS AMBIENTAL	Atende a cidade do Rio Janeiro e outros municípios da Região metropolitana
Nova Iguaçu - RJ	CTR NOVA IGUAÇU	Atende ao próprio município e outros da região da baixada fluminense.
Belo Horizonte - MG	CTR MACAÚBAS	Atende Belo Horizonte e municípios da Região metropolitana
São Paulo - SP	CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS LESTE (CTL)	Atende às regiões Leste e Sul da capital

3.2 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Foram consideradas para implantação deste empreendimento três alternativas locacionais. Neste caso, os locais foram visitados e caracterizados segundo a natureza do empreendimento tendo em consideração as características fisiográficas e logísticas de cada local.

3.2.1 METODOLOGIA

Para a escolha das áreas passíveis de implantação do empreendimento, foi aplicada a metodologia de matriz multicriterial para as 3 áreas escolhidas, com base em literatura específica para determinação de áreas para aterros sanitários (CALIJURI *et. al.*, 2002; NUNES *et. al.*, 2007; Projeto EIA/RIMA Espírito Santo Sem Lixão - CONORTE, 2010; MONTAÑO *et. al.,* 2012), a fim de se determinar a área mais adequada.

- Análise Multicriterial

Esta análise corresponde a uma das ferramentas que pode ser utilizada para a seleção de áreas para instalação de aterros sanitários. Seu princípio consiste em dividir os problemas de decisão em partes menores, analisar cada parte separadamente e, assim, integrar as partes de maneira lógica.

Neste tipo de matriz, são considerados diversos atributos que implicam na avaliação e na seleção de áreas aptas dentre várias alternativas possíveis, levando-se em consideração os riscos, que por sua vez, estão atrelados a decisão. A decisão baseia-se em critérios que servem como normas para a determinação da melhor alternativa.

A seleção da melhor área para implantação do aterro sanitário foi precedida de uma análise individual de cada área selecionada com relação a cada um dos diversos critérios, descritos na tabela abaixo, fornecendo-se justificativa para os tipos de atendimento que permita considerar o critério totalmente atendido, atendido parcialmente através de obras ou não atendido. Os critérios foram ordenados por prioridade de acordo com o atendimento aos aspectos vinculados ao processo de licenciamento, implantação e operação do empreendimento, descritos na tabela de prioridades dos critérios.

Tabela 3.2-1 - Critérios a serem atendidos.

CRITÉRIOS			
1	Acesso a veículos pesados	9	Vias de acesso
2	Área de empréstimo	10	Titularidade do terreno
3	Proximidade a aeroportos	11	Investimento em infraestrutura
4	Proximidade a cursos d'água	12	Permeabilidade do solo natural
5	Intervenção em áreas naturais	13	Uso do solo
6	Supressão de Vegetação	14	Vida útil
7	Proximidade a núcleos residenciais	15	Instalações Infraestrutura de apoio
8	Problemas com a comunidade local		

Tabela 3.2-2 - Prioridade dos Critérios.

CRITÉRIOS	PRIORIDADE
Atendimento à legislação em vigor e ao termo de referência	1
Atendimento aos condicionantes político-sociais	2
Atendimento aos principais condicionantes econômicos	3
Atendimento aos principais condicionantes técnicos	4
Atendimento aos demais condicionantes econômicos	5
Atendimento aos demais condicionantes técnicos	6

Para a padronização dos critérios para fins de comparação, foram atribuídos pesos tanto para a prioridade de atendimento dos critérios quanto para o tipo de atendimento apresentados nas tabelas seguintes, cuja valoração equivale a quantificação da importância relativa de cada critério. Em função das constatações do reconhecimento local de cada área, deve ser atribuída uma pontuação para cada um dos critérios verificados, de acordo com a sua menor ou maior proximidade em relação à condição desejável.

Tabela 3.2-3 - Peso para o Tipo de atendimento.

TIPO DE ATENDIMENTO	PESO (%)
Total – T atende integralmente	100
Parcial – P atende parcialmente	50
Não atendido – N não atende	0

A pontuação relativa de cada critério é obtida através da equação:

$$\textbf{Pontuação relativa} = \frac{\text{Peso do tipo de atendimento}}{100} \times \text{peso da prioridade do critério}$$

Para cada alternativa de área escolhida, dadas às características locais, o mesmo critério poderá apresentar pontuação diferenciada. As pontuações parciais de cada critério deverão ser somadas ao final da avaliação e a escolha da área mais recomendável para a implantação do aterro dentre as alternativas escolhidas será aquela que apresentar a maior pontuação final. Considera-se empate técnico, quando as maiores notas finais apresentarem diferença inferior a 10%. Nesse caso, efetua-se o detalhamento de ambas para decidir em função das novas informações ou se escolhe a alternativa que apresentar maiores pontuações para os aspectos mais relevantes, ou seja, aqueles a que se atribuíram pesos mais elevados.

- Aplicação da Matriz Multicriterial

A caracterização das alternativas pré-selecionadas foi feita através de levantamentos de campo e de dados pretéritos que permitiram a verificação *in situ* dos itens necessários para a escolha da melhor área para instalação do aterro sanitário. Tais características foram consideradas de acordo com os critérios estabelecidos para escolha da área mais adequada, conforme demonstrado na tabela seguinte.

Como já descrito anteriormente, as informações levantadas em campo tiveram como base os critérios estabelecidos na ABNT NBR nº 13.896/97, acrescidos de critérios estabelecidos de acordo com os levantamentos feitos. Os aspectos observados para a seleção de área foram:

- **ACESSO A VEÍCULOS PESADOS:** o acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste das carretas e/ou dos veículos coletores e evitar a passagem por áreas densamente povoadas;
- **ÁREA DE EMPRÉSTIMO:** a área deverá apresentar preferencialmente uma conformação topográfica tal que facilite a implantação da infraestrutura do empreendimento, especialmente quanto a movimentos de terra, contenções e drenagens, além de permitir que a operação futura se dê em condições mais

favoráveis. O relevo do aterro deverá ter, preferencialmente, uma conformação que permita ainda a drenagem do lixiviado por gravidade;

- **PROXIMIDADE DE AEROPORTOS:** com base no que preconizam a Portaria Nº 1.141/GM5 e a Resolução CONAMA Nº 004/1995, determina-se que as áreas de aterro não estejam localizadas dentro do raio de 20 Km em relação ao epicentro de aeroportos;
- **PROXIMIDADE A CURSOS DE ÁGUA**: A área definida para implantação do empreendimento deverá estar, preferencialmente, afastada dos corpos hídricos, em distância mínima de 200 m;
- **INTERVENÇÃO EM ÁREAS NATURAIS:** as atividades previstas para as fases de implantação e operação do empreendimento não deverão, preferencialmente, interferir em ambientes naturais ou em recuperação;
- **SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO:** Áreas com cobertura vegetal densa são menos recomendáveis, sendo mais indicado às áreas com formações campestres ou alteradas, que receberão maior pontuação;
- **PROXIMIDADE A NÚCLEOS RESIDENCIAIS**: À área da efetiva implantação do empreendimento deverá estar, preferencialmente, afastada das áreas habitadas ou de forma que as atividades não sejam percebidas pela comunidade, sendo através de maiores distâncias ou por barreiras naturais. O aterro deve se localizar a uma distância mínima de 500 m;
- **DISTÂNCIA DE NÚCLEOS DE BAIXA RENDA**: A distância de núcleos populacionais de baixa renda favorece a opção de escolha do local mais adequado uma vez que a atividade de destinação final de resíduos sólidos urbanos pode acarretar um problema social, atraindo pessoas que sobrevivem de atividades de coleta

de lixo e que porventura residam neste núcleo populacional próximo, por exemplo.

- **PROBLEMAS COM A COMUNIDADE LOCAL**: Em uma área selecionada para a implantação do aterro sanitário é recomendado que não se tenha tido nenhum tipo de problema com a comunidade, tendo em vista que uma indisposição com o poder público pode gerar reações de oposição à instalação do aterro;
- **VIAS DE ACESSO:** foram consideradas todas as vias já existentes para as áreas (pavimentadas ou não), mesmo aquelas que necessitem de melhoramentos para o tráfego de caminhões pesados;
- **TITULARIDADE DO TERRENO**: a área de implantação do empreendimento deverá ser própria do empreendedor ou estar livre de desembaraçados judiciais quanto à documentação e escrituração.
- **INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA**: Áreas afastadas de habitações, mas que possuam infraestrutura, tais como acesso pavimentado, iluminação pública, energia, telefone e água favorecem a implantação do empreendimento e reduzem custo de investimento;
- **MATERIAL DE COBERTURA:** é aconselhável que seja dada preferência para áreas que possuam jazida de empréstimo, evitando assim a degradação de outras áreas, além de assegurar o permanente recobrimento dos resíduos, minimizando os riscos da exposição a céu aberto. Áreas com jazidas dentro da área com capacidade de atendimento ao empreendimento receberão maior pontuação;
- **PERMEABILIDADE DO SOLO NATURAL**: visando reduzir os riscos de contaminação do aquífero, recomenda-se que a área escolhida apresente solo com

impermeabilidade natural. As normas recomendam que o solo natural deva ter um coeficiente de permeabilidade da ordem de 10^{-5} cm/s ou menor;

- **USO DO SOLO**: Considerar a lei de zoneamento municipal, visando desta forma, evitar problemas de incompatibilidade de uso e se adequar à vocação definida da zona. Deve-se valorizar as zonas onde não há incentivo de crescimento habitacional;
- **VIDA ÚTIL:** considerando o alto investimento e a importância deste tipo de empreendimento, a sua implantação torna-se mais viável quanto maior for a vida útil, recomendando-se como mínimo de 15 a 20 anos. Quanto maior a vida útil, maior a pontuação;
- **DISTÂNCIA DO CENTRO DA COLETA:** O empreendimento deverá estar, preferencialmente, a uma distância menor que 20 Km do centro gerador, evitando assim grandes deslocamentos e a necessidade de estações de transferências;
- **INSTALAÇÕES DE INFRAESTRUTURA DE APOIO:** a área escolhida deverá possuir instalações para locação de infraestrutura de apoio como escritórios, refeitórios, banheiros etc.

Tabela 3.2-4 - Aplicação da Matriz Multicriterial nas 3 áreas passíveis de implantação do empreendimento.

	Critérios	Peso dos critérios		Alternativa 01 – Alça Viária Km 32			Alternativa 02 - jazida rodovia alça viária			Alternativa 03 – Área Adjacente ao lixão de Aurá		
				Peso do tipo de atendimento		Pontuação	Peso do tipo de atendimento		Pontuação	Peso do tipo de atendimento		Pontuação
		Prioridade critério	Peso %	Tipo de atendimento	Peso %		Tipo de atendimento	Peso %		Tipo de atendimento	Peso %	
1	Acesso a veículos pesados	1	10	T - atende integralmente	100	10	T - atende integralmente	100	10	P - atende parcialmente	50	5
2	Área de empréstimo	1	10	T - atende integralmente	100	10	P - atende parcialmente	50	5	T - atende integralmente	100	10
3	Proximidade a aeroportos	2	10	P - atende parcialmente	50	5	P - atende parcialmente	50	5	P - atende parcialmente	50	5
4	Proximidade cursos d'água	1	10	P - atende parcialmente	50	5	N - não atende	0	0	P - atende parcialmente	50	5
5	Intervenção em áreas naturais	1	10	T - atende integralmente	100	10	T - atende integralmente	100	10	P - atende parcialmente	50	5
6	Supressão de Vegetação	2	6	T - atende integralmente	100	6	T - atende integralmente	100	6	P - atende parcialmente	50	3
7	Proximidade a núcleos residenciais	2	6	T - atende integralmente	100	6	N - não atende	0	0	T - atende integralmente	100	6
8	Distância de núcleos de baixa renda	4	3	P - atende parcialmente	50	1,5	N - não atende	50	1,5	P - atende parcialmente	50	1,5
9	Problemas com a comunidade local	1	10	P - atende parcialmente	50	5	N - não atende	0	0	P - atende parcialmente	50	5
10	Vias de acesso	3	4	P - atende parcialmente	50	2	T - atende integralmente	100	4	P - atende parcialmente	50	2
11	Titularidade do terreno	3	4	T - atende integralmente	100	4	T - atende integralmente	100	4	N - não atende	0	0
12	Investimento em infraestrutura	3	4	P - atende parcialmente	50	2	T - atende integralmente	100	4	P - atende parcialmente	50	2
13	Material de Cobertura	4	3	T - atende integralmente	100	3	P - atende parcialmente	50	1,5	P - atende parcialmente	50	1,5
14	Permeabilidade do solo natural	1	10	N - não atende	0	0	N - não atende	0	0	N - não atende	0	0
15	Uso do solo	1	10	T - atende integralmente	100	10	T - atende integralmente	100	10	T - atende integralmente	100	10
16	Vida útil	1	10	T - atende integralmente	100	10	N - não atende	0	0	T - atende integralmente	100	10
17	Distância ao centro de coleta	5	2	T - atende integralmente	100	2	T - atende integralmente	100	2	P - atende parcialmente	50	1
18	Instalações de Infraestrutura de apoio	6	1	P - atende parcialmente	50	0,5	P - atende parcialmente	50	0,5	N - não atende	0	0
	Pontuação Total					92			63,5			72
	Classificação			1ª			3ª			2ª		

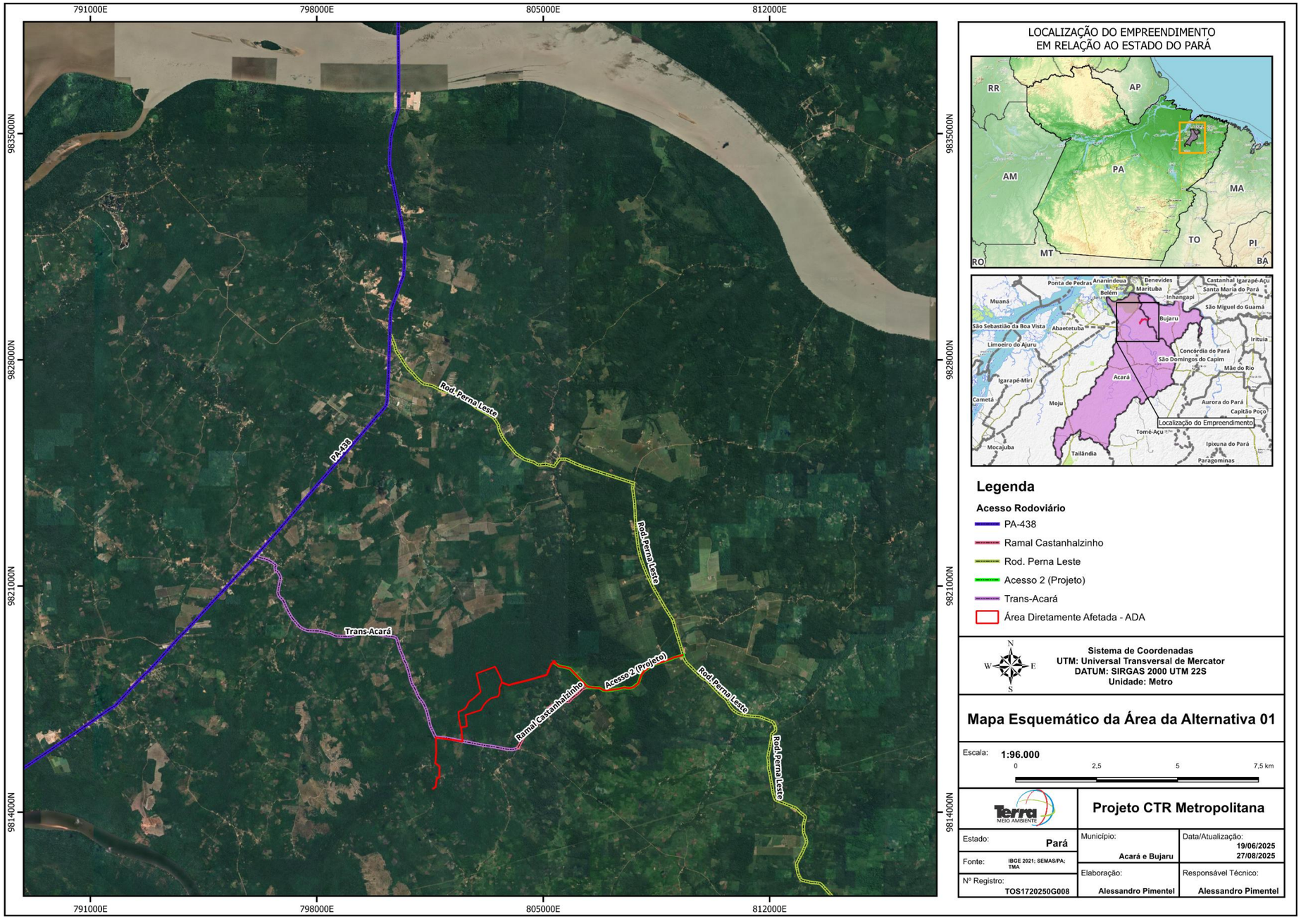
Tipo de atendimento		Peso %
Total	T - atende integralmente	100
Parcial	P - atende parcialmente	50
Não atendido	N - não atende	0

Peso dos critérios e do tipo de atendimento	
Prioridade dos critérios	Peso
1	10
2	6
3	4
4	3
5	2
6	1

- ALTERNATIVA 01 - RODOVIA ALÇA VIÁRIA KM 32 (Sítio Casinha)

Esta área possui 440ha e está situada no km 32 da Rodovia Alça Viária no Município de Acará, nas coordenadas 1°38'44.63"S e 48°16'32.25"O. A área é considerada como rural com baixa densidade populacional e está afastada 8 Km em linha reta do eixo da Rodovia Alça Viária, que constitui a sua principal via de acesso, apresentado na figura a seguir.

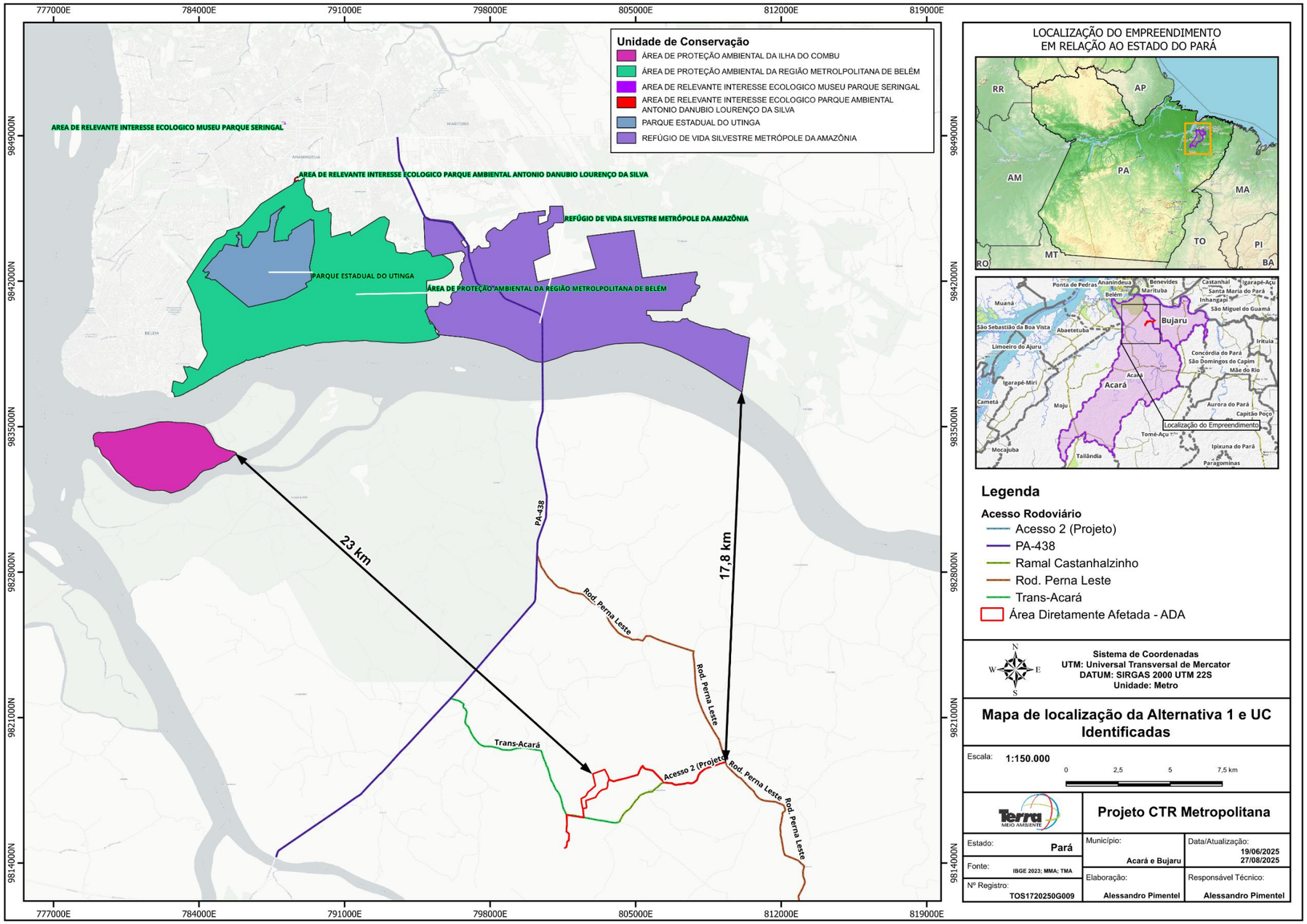
Figura 3.2-1 - Mapa esquemático da área da Alternativa 01.



Fonte: Terra, 2025.

Esta alternativa dista, aproximadamente, 38 Km do Aeroporto Internacional de Belém. Sua área total propicia uma perspectiva de vida útil prolongada já contemplando área para uma futura expansão do empreendimento, caso necessário, e poderá atender aos municípios da região metropolitana de Belém. Esta área tem forte projeção de fomento à implantação de um Polo Econômico da Indústria da Reciclagem e Reutilização no entorno do empreendimento. Dentre as alternativas apresentadas, a Alternativa 01 se apresenta como a mais adequada para instalação da CTR Metropolitana. Entre outras características possui distância adequada em relação a aeroportos (Aeroporto Internacional de Belém) e aos centros geradores de resíduos, considerando que estão previstos a implantação de Estações de Transbordo - ET, bem como, distância de domicílios (dada a baixa densidade populacional na região), distância de Unidades de conservação observado no mapa da figura a seguir, área útil para disposição de resíduos a longo prazo, com jazida na própria área e vias de acesso por rodovias asfaltadas apresentado nas figuras seguintes. Esta alternativa apresentou a melhor pontuação na matriz multicriterial, quando comparada a avaliação das outras duas alternativas.

Figura 3.2-2 - Mapa de localização da alternativa 1 e UC identificadas.



Fonte: Terra, 2025.

Figura 3.2-3 - Principal rodovia de acesso (PA-150) para a área da Alternativa 01.



- ALTERNATIVA 02 - JAZIDA RODOVIA ALÇA VIÁRIA (Jazida A. Locádio)

Esta área de 372ha localiza-se no km 4, lado direito, da Rodovia Alça Viária no Município de Marituba, sob as coordenadas 01°24’08,72’’S e 48°21’10,77’’W.

Esta área é próxima do centro de massa, ou seja, dos pontos de geração de resíduos, promovendo menor custo no transporte e melhor dinâmica do fluxo de transporte de resíduos e atendimento na coleta porta a porta, não necessitando da implantação de ET. Mas não poderia atender ao município de Acará, que continuaria despejando em lixão.

É uma área já degradada, o que minimiza os impactos no ambiente. Por outro lado, a área faz parte da expansão urbana da região metropolitana de Belém, com perspectiva em futuro próximo de crescimento e adensamento populacional, o que futuramente poderá provocar incômodos a população vizinha, como vem ocorrendo com o aterro atual. Para que esses impactos sejam minimizados, deverá haver grande investimento em medidas como cinturão verde, controle de odores etc.

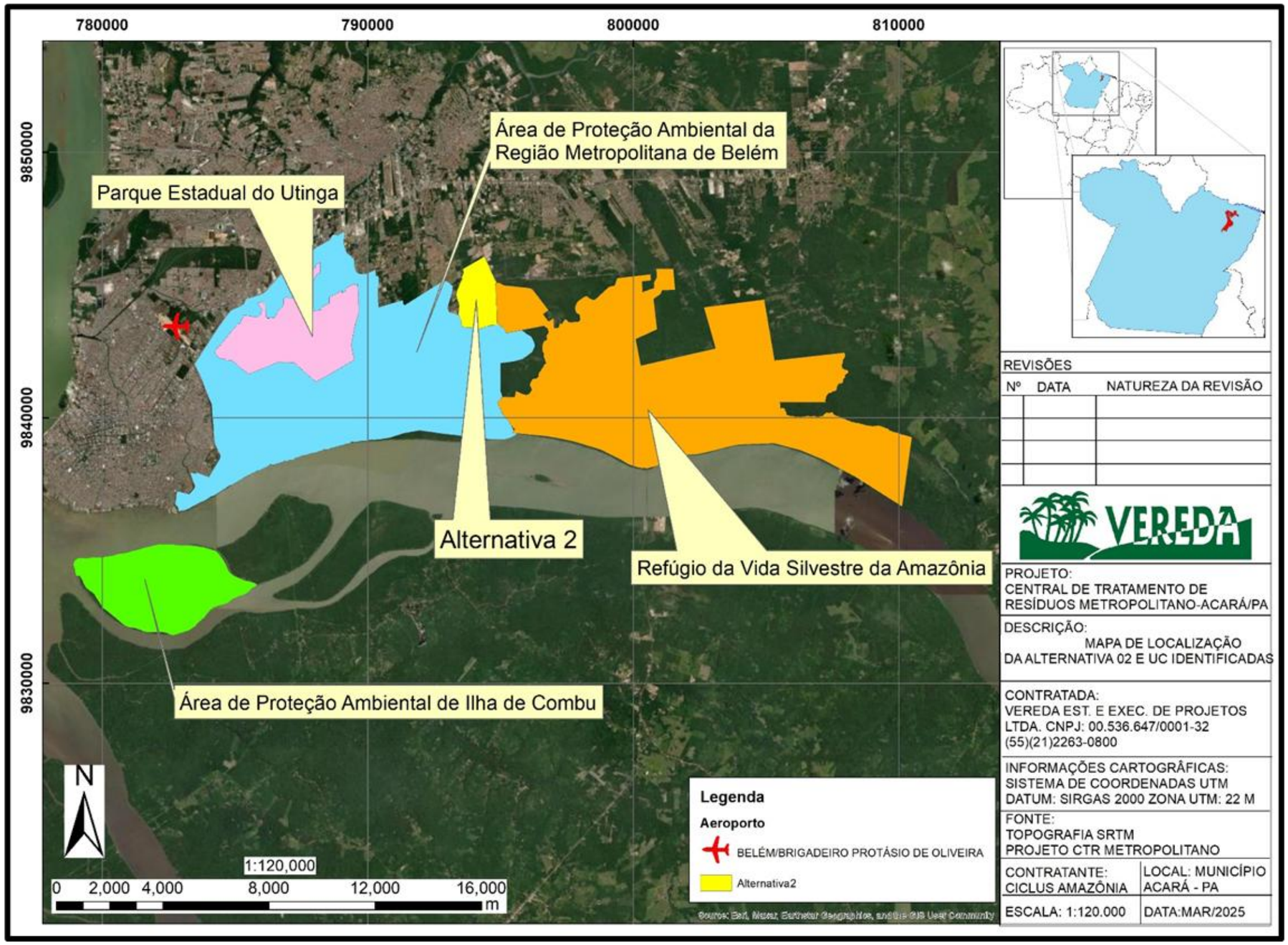
Figura 3.2-4 - Mapa esquemático da área da Alternativa 02 – Jazida Rodovia Alça Viária.



Fonte: Vereda, 2025.

Próximo à área existem as nascentes dos rios Uriboquinha e Uriboca, a Unidade de conservação Refúgio da Vida Silvestre Metrópole da Amazônia (antiga Fazenda Pirelli) evidenciado no mapa da figura abaixo e o Aeroporto Internacional de Belém (15 Km). Ambos os rios desembocam a poucos metros da estação de captação de águas da COSANPA que abastece a cidade de Belém. Dadas as dificuldades de implantação de uma CTR nesta localidade, em função da presença de nascentes de rios, proximidade de aeródromos e unidades de conservação, e por estar inserida em área de expansão urbana, a área foi considerada inapta para este tipo de empreendimento.

Figura 3.2-5 - Mapa de localização da alternativa 2 e UC identificadas.

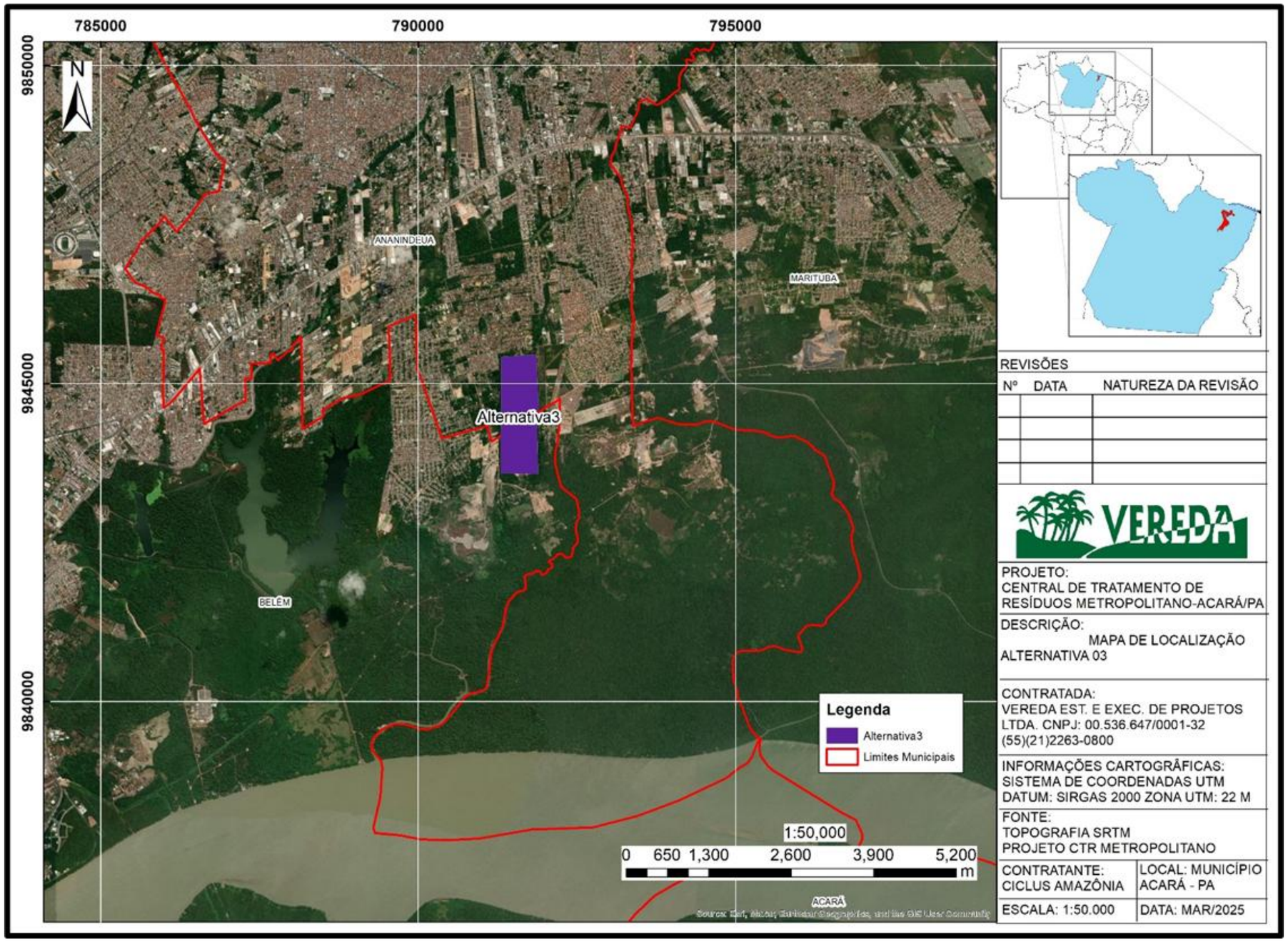


Fonte: Vereda, 2025.

- ALTERNATIVA 03 – ÁREA ADJACENTE AO LIXÃO DE AURÁ

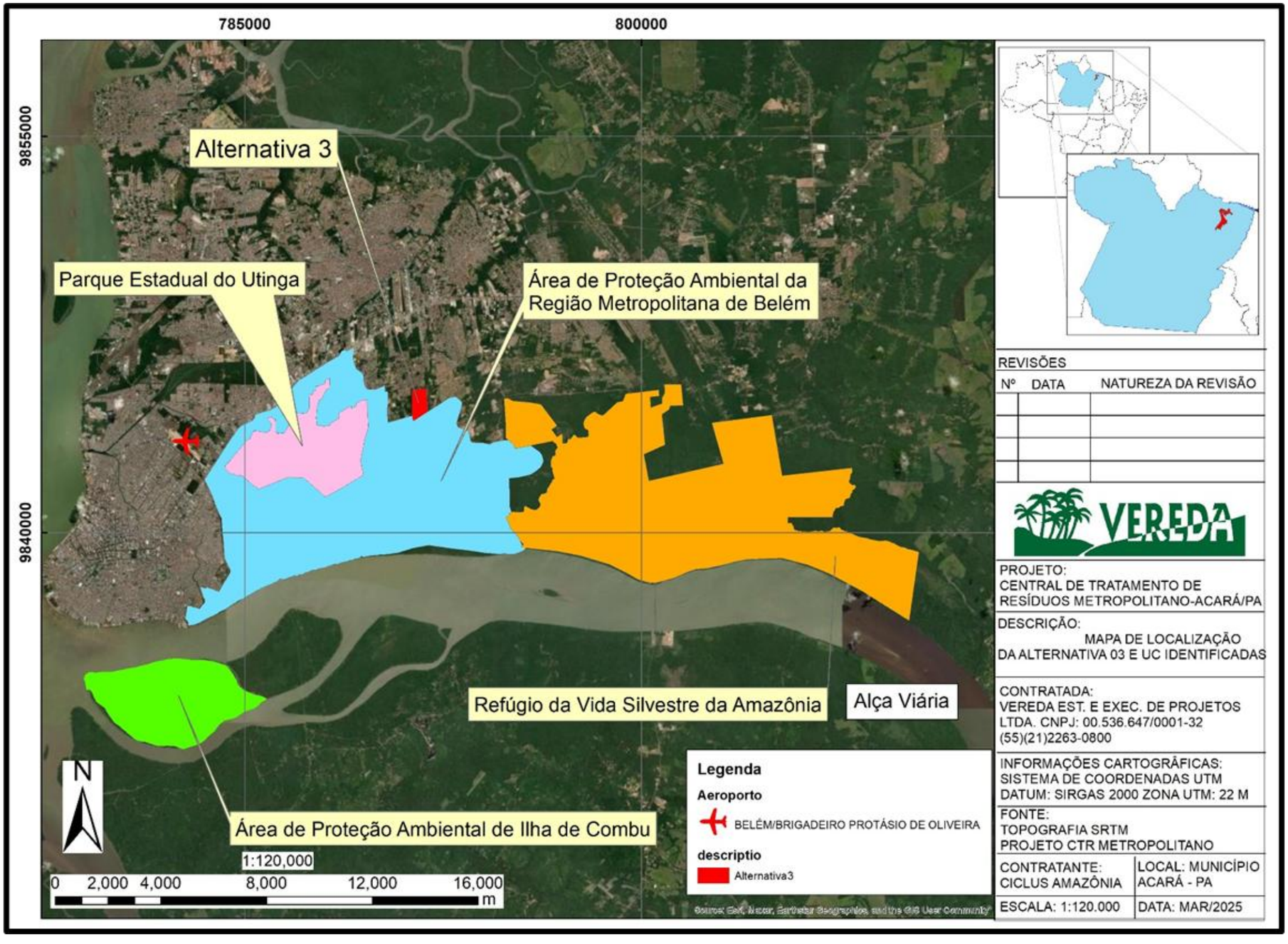
Esta área identificada como uma possível área de implantação do empreendimento refere-se a área vizinha ao lixão de Aurá, sob as coordenadas 1°24’53,11’’S e 48°23’02,08’’W. A área possui 107ha de extensão, apresentado no mapa da figura abaixo, em região urbanizada, com média densidade populacional e com alta perspectiva de crescimento e adensamento futuros. Aurá é um bairro localizado no município de Ananindeua, que por sua vez pertence a região metropolitana de Belém, que engloba ainda os municípios de Belém, Marituba, Benevides, Santa Isabel do Pará, Santa Bárbara do Pará e Castanhal. Contudo, apresenta-se próxima ao Aeroporto Internacional de Belém (13 Km) e as Unidades de Conservação, Área de Proteção Ambiental Metropolitana de Belém (APA Belém) e Refúgio da Vida Silvestre Metrópole da Amazônia (antiga Fazenda Pirelli), evidenciado no mapa da figura seguinte. Esta degradação pode interferir nos rios próximos a área pretendida que por sua vez deságuam no rio Guamá, onde fica a captação de água para o município de Belém.

Figura 3.2-6 - Mapa esquemático da área da Alternativa 03 – Área Adjacente ao Lixão de Aurá.



Fonte: Vereda, 2025.

Figura 3.2-7 - Mapa de localização da alternativa 3 e Unidades de Conservação identificadas.



Fonte: Vereda, 2025.

No caso de implantação do empreendimento nesta localidade será necessário adoção de medidas de adequação para permitir a implantação de soluções alternativas para a disposição de resíduos sólidos da região metropolitana de Belém. Dadas as dificuldades de implantação de uma CTR nesta localidade, em função do passivo ambiental existente, da proximidade com o aeroporto internacional de Belém e por estar inserida na APA da Região Metropolitana de Belém, a área não apresenta características adequadas para implantação do empreendimento em questão.

3.2.2 SÍNTESE CONCLUSIVA DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Tendo como parâmetros a Matriz Multicriterial, foram avaliadas as características técnicas e socioambientais para a proposição das três áreas mais indicadas para a implantação do empreendimento. Frente aos cenários apresentados e considerando-se a combinação dos critérios aqui descritos, de acordo com a metodologia adotada para aplicação da Matriz Multicriterial, a área mais propícia para instalação do empreendimento é a alternativa 01. A escolha da Alternativa 01 para a implantação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Metropolitana é respaldada por uma análise técnica abrangente, apoiada em levantamentos de campo, dados históricos e critérios normativos conforme estabelecido pela ABNT NBR nº 13.896/97. Destacam-se os seguintes elementos que favoreceram a seleção desta alternativa:

- Distância Estratégica do Aeroporto:

A Alternativa 01, situada a aproximadamente 38 km do Aeroporto Internacional de Belém, cumpre integralmente as diretrizes da Portaria Nº 1.141/GM5 e Resolução CONAMA Nº 004/1995. Essa localização estratégica mitigou potenciais conflitos com as operações aeroportuárias, assegurando a conformidade com as normativas vigentes.

- Vida Útil Prolongada:

A área total da Alternativa 01 proporciona uma perspectiva de vida útil estimada em cerca de 31 anos. Essa projeção abrange não apenas as demandas imediatas, mas também reserva espaço para futuras expansões do empreendimento (Etapa 1, etapa 2 e etapa 3), garantindo sua sustentabilidade ao longo do tempo.

- Atendimento Regional Eficiente:

Estrategicamente posicionada, a Alternativa 01 viabiliza um atendimento eficiente aos municípios da região metropolitana de Belém e áreas circunvizinhas. Isso resulta em uma otimização da gestão regional de resíduos sólidos, contribuindo para a eficácia e abrangência do serviço.

- Potencial de Desenvolvimento Econômico:

Destaca-se o expressivo potencial da Alternativa 01 para fomentar a criação de um Polo Econômico da Indústria da Reciclagem e Reutilização nas proximidades. Essa iniciativa contribui de maneira significativa para o desenvolvimento sustentável da região, alinhando-se aos princípios da economia circular.

- Logística Favorável:

A distância adequada em relação a aeroportos, centros geradores de resíduos e a previsão de instalação de Estações de Transbordo (ET) foram contemplados na escolha da Alternativa 01. A presença de vias de acesso por rodovias asfaltadas facilita de maneira eficiente o transporte de resíduos, otimizando a logística operacional.

- Minimização de Impactos na Comunidade:

A Alternativa 01 está estrategicamente distante de núcleos residenciais, aproveitando-se da baixa densidade populacional na região, o que contribui para a minimização de possíveis impactos negativos junto à comunidade local.

- Eficiência Operacional com Jazida Interna:

A presença de uma jazida de material de cobertura dentro da própria área confere eficiência operacional ao projeto. Isso evita a necessidade de degradação de outras regiões para a obtenção desse recurso, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade ambiental.

A avaliação criteriosa desses elementos, aliada à aplicação da matriz multicriterial, posiciona a Alternativa 01 como a escolha mais robusta e sustentável para a implantação da CTR Metropolitana. Sua escolha representa um equilíbrio eficiente entre os aspectos técnicos, ambientais e logísticos, consolidando-se como a decisão mais apropriada e sustentável para a implantação da CTR Metropolitana.

3.2.3 HIPÓTESE DE NÃO IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

No contexto do município de Acará, a inexistência de uma central de tratamento de resíduos apresenta potenciais contribuições para a preservação de áreas naturais e ecossistemas, atenuando a interferência humana e, por conseguinte, prevenindo a alteração da paisagem natural e evitando modificações expressivas na estética da região. A não implantação e operação de uma central de tratamento de resíduos implica em economia de recursos financeiros, e possível prevenção de descontentamentos e problemas sociais dentro da comunidade local. Embora esses aspectos possam ser interpretados como positivos, é fundamental reconhecer que a não implementação acarreta desafios significativos.

A persistência da ausência de infraestrutura adequada para a disposição final de resíduos sólidos urbanos mantém a deficiência nessas áreas, levando, consequentemente, a população e a municipalidade a continuar a destinar os resíduos de maneira inadequada, seja no atual lixão, em rios, terrenos baldios, entre outros, resultando na formação de pequenos lixões propensos a atrair vetores como ratos, aves (urubus), suínos, cachorros e gatos, além de potenciais riscos para a saúde pública.

O equilíbrio entre os benefícios e os desafios deve ser cuidadosamente avaliado para orientar decisões futuras relacionadas à gestão de resíduos no município.

A ausência de um empreendimento adequado para gestão de resíduos na Região Metropolitana de Belém pode agravar problemas ambientais e urbanos já existentes. A falta de uma destinação correta favorece:

- A perpetuação de áreas degradadas devido ao descarte irregular;
- O avanço do desmatamento em zonas ainda preservadas;
- O aumento de vetores de doenças, afetando a saúde pública;
- A falta de uma alternativa sustentável que amplie a vida útil dos aterros, minimize transtornos à população e reduza impactos ambientais.

O atual aterro sanitário, cuja capacidade está próxima do esgotamento, já demonstra graves problemas devido à sua localização próxima a áreas urbanas e ao vetor de

expansão da cidade. Essa situação tem gerado conflitos para moradores e desafios para gestores públicos, cujos impactos ambientais do manejo inadequado incluem:

- Degradação do asseio urbano e limpeza pública;
- Danos a áreas verdes e zonas de preservação;
- Prejuízos aos sistemas de drenagem urbana (entupimento de canais, valas e tubulações, danos a bombas e comportas);
- Agravamento de enchentes, já comuns na região, devido ao acúmulo de resíduos em vias fluviais.

Além disso, o descarte irregular em locais inadequados intensifica riscos ambientais e operacionais, comprometendo a infraestrutura urbana e a qualidade de vida da população. A implementação de uma solução sustentável é urgente para reverter esse cenário.

A síntese das informações acerca dos impactos positivos e negativos resultantes da não implantação do empreendimento, bem como da escolha tecnológica adotada, considerando as escalas local, regional e intermunicipal, encontra-se de forma resumida no quadro a seguir.

Quadro 3.2-1 - Informações comparativas com o cenário com e sem implantação do empreendimento.

Escalas	Pontos Positivos da Não Implantação	Pontos Negativos da Não Implantação
Local (Município de Acará-PA)	-Preservação da área natural e ecossistemas do local previsto para implantação da CTR.	- Riscos à saúde da população devido manter o atual lixão.
	-Economia de recursos financeiros e menor consumo de energia	- Degradação ambiental com a contaminação de solos, cursos d'água superficiais e lençóis freáticos.
	-Evitar alterações da paisagem natural	- Continuidade da disposição inadequada de resíduos no atual lixão, rios, terrenos baldios, formando pequenos lixões, Além de manter o município em desacordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
	-Economia de recursos financeiros e menor consumo de energia	- Degradação ambiental com a contaminação de solos, cursos d'água superficiais e lençóis freáticos.
Intermunicipal (Região Metropolitana de Belém)	- Manter os principais custos de transporte devido à localização da unidade de disposição final próximas aos centros geradores.	- Persistência dos transtornos causados pelo aterro atual, gerando problemas para a população, poder público municipal e estadual. - Riscos de colapso na gestão de resíduos em Belém e sua Região Metropolitana com o risco de fechamento do atual aterro sanitário.
	- Evitaria todo os desgastes políticos e a degradação de uma nova área natural.	-Manutenção dos problemas causados pelo atual aterro próximo à população, afetando o poder público municipal e estadual.
Regional (Estado do Pará)	-Evita a degradação de ecossistemas e habitats naturais em uma escala regional, contribuindo para a preservação da biodiversidade.	- Mantém a falta de empreendimento de disposição final adequada em bom funcionamento e os riscos de manutenção dos demais lixões municipais, além do desatendimento dos municípios paraenses a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
	-Preserva características culturais e identidade regional, evitando influências negativas sobre tradições locais.	-A não implantação pode manter ou agravar problemas sociais e ambientais existentes, gerando descontentamento e insatisfação na comunidade local dos diversos municípios com potencial para serem atendidos pela CTR Metropolitana.
	-Evita sobrecarga em infraestruturas regionais, como sistemas de transporte e redes de fornecimento de energia	-A continuidade da disposição inadequada de resíduos pode limitar a vida útil de áreas urbanas, comprometendo o crescimento ordenado e sustentável de diversas localidades.

A CTR Metropolitana surge como opção para a resolução ou minimização destes problemas com disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos da região metropolitana e do interior, podendo atender ao município de Acará e do seu entorno.

4 DESCRIÇÃO DO PROJETO

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O projeto da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana (CTR) abrange diversas fases e aspectos, com foco em controle ambiental, segurança e sustentabilidade. Essa unidade de tratamento de resíduos sólidos será implantada numa área de 4.402.838,30 m², tendo capacidade de receber 1.700 ton/d durante período de aproximadamente 31,0 anos de vida útil.

A CTR Metropolitana se subdivide em oito (08) compartimentos principais, cuja descrição sumarizada destes é realizada a seguir:

- Centro administrativo da CTR Metropolitana: compartimento se destina a administrar as atividades relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos, possuindo as seguintes subunidades: portaria, oficina, almoxarifado, laboratório, ambulatório, balança, posto de abastecimento, estacionamento de veículos, auditório, refeitório, vestiário masculino e feminino, salas administrativas, e sistema de abastecimento de água potável (SAAP);
- Acesso viário interno: com largura mínima de 7,0 m e comprimento de 2,0 km, configura-se como a rota de entrada e de saída de veículos que vão realizar a descarga de resíduos sólidos Classe 2, além de servir como via de comunicação entre o centro administrativo e demais unidades da CTR Metropolitana (canteiro temporário de obra, maciço de resíduos, UCQB e ETL);
- Canteiro temporário de obra: esse compartimento servirá como base para a execução da construção das unidades da CTR Metropolitana, abrigando áreas de apoio e operacionais;
- Maciço de resíduos: ocupando área de 712.972,32 m² tal compartimento se destina ao descarte seguro e controlado de resíduos sólidos de Classe 2;
- Unidade de captação e queima de biogás (UCQB): ocupando área de 6.643,84 m² tal compartimento se destina a coletar o biogás produzido no maciço de resíduos e depois efetuar a queima centralizada e controlada dos gases poluentes (CH_4, H_2S, etc) para destruição térmica desses gases principalmente o metano ($CH_4 \rightarrow CO_2 + H_2O$), evitando assim que a emissão deste contribuía com o aquecimento global;
- Estação de tratamento de lixiviado (ETL): ocupando área de 11.308,88 m^2, tal unidade se destina ao tratamento de lixiviado gerado no maciço de resíduos sólidos.

A seguir, será feita a apresentação dos principais itens que compõem o Capítulo 4 – Descrição do Projeto e cuja descrição será realizada na seguinte sequência no presente documento:

- **Aterro Sanitário**
  - Caracterização dos resíduos;
  - Vida útil do aterro sanitário;
  - Dimensionamento preliminar do aterro sanitário
  - Distância de aeroportos e aeródromos;
  - Impermeabilização da fundação do aterro de resíduos;
  - Sistema de drenagem pluvial e de proteção de nascentes;
  - Peças gráficas do projeto da CTR Metropolitana.
- **Estação de tratamento do lixiviado e emissário de lançamento**
  - Estimativa de geração de lixiviado;
  - Tratamento do lixiviado;
  - Emissário de lançamento do efluente tratado;
  - Utilização dos recursos hídricos no empreendimento;
  - Estudo de autodepuração do corpo receptor.
- **Sistema de captação e tratamento do biogás**
  - Considerações gerais;
  - Descrição do sistema de captação e tratamento do biogás;
  - Rede de captação do biogás;
  - Unidade de captação e queima de biogás;
  - Alternativas de aproveitamento do biogás.
- **Etapas de implantação da CTR Metropolitana**
  - Descrição das intervenções civis da implantação da CTR Metropolitana;
  - Cronograma de obras e de investimentos;
  - Medidas e equipamentos de controle;
  - Descrição da infraestrutura;
  - Canteiro de obras;
  - Fase de operação.

4.2 ATERRO SANITÁRIO

4.2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

No âmbito legal, aplicam-se a Lei Estadual nº 7.731/2013, que regulamenta a política de saneamento básico do Pará, e a Lei Municipal nº 8.899/2011, que institui o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Belém.

Para a caracterização qualitativa dos resíduos a serem destinados à Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Metropolitano, adotou-se como referência a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos dos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba, conforme levantamento realizado por Mendonça (2022). Esses municípios integram a Região Metropolitana de Belém (RMB), localizada no Estado do Pará (PA), cuja área total corresponde a 1.353,261 km², com população estimada em aproximadamente 1.973.625 habitantes (IBGE, 2010), resultando em uma densidade demográfica de 1.458,42 hab/km².

Na composição gravimétrica de RSU os principais de tipos de categorias avaliados foram:

- Resíduos orgânicos biodegradáveis (ROB = restos de alimentos);
- Papel/papelão (PP);
- Resíduos verdes (RV);
- Madeira;
- Plástico filme (PEBD = Polietileno de Baixa Densidade);
- Plástico rígido (PR);
- Polietileno Tereftalato/ Polipropileno (PET/PP);
- Plástico mole (PM);
- Plástico duro (PD);
- Embalagem Tetra Pak® (ETP – longa vida)
- Têxteis Sanitários (Fraldas, pensos...);
- Tecidos/trapos (TT);
- Vidros;
- Alumínio (Al);
- Metais ferrosos (MF);
- Finos (F);

- Entulho;
- Outros;
- Rejeitos.

Nas figuras abaixo são apresentados, respectivamente, os gráficos de distribuição percentual da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU), considerando os municípios de Ananindeua, Belém e Marituba.

Figura 4.2-1 - Caracterização gravimétrica de RSU de Ananindeua (2015).

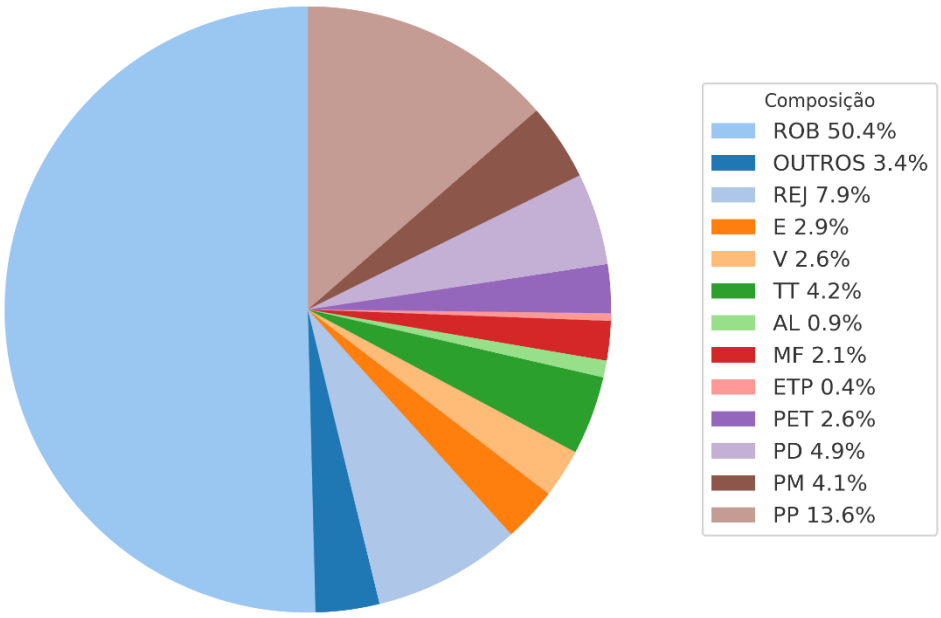


Figura 4.2-2 - Caracterização gravimétrica de RSU de Belém (2020).

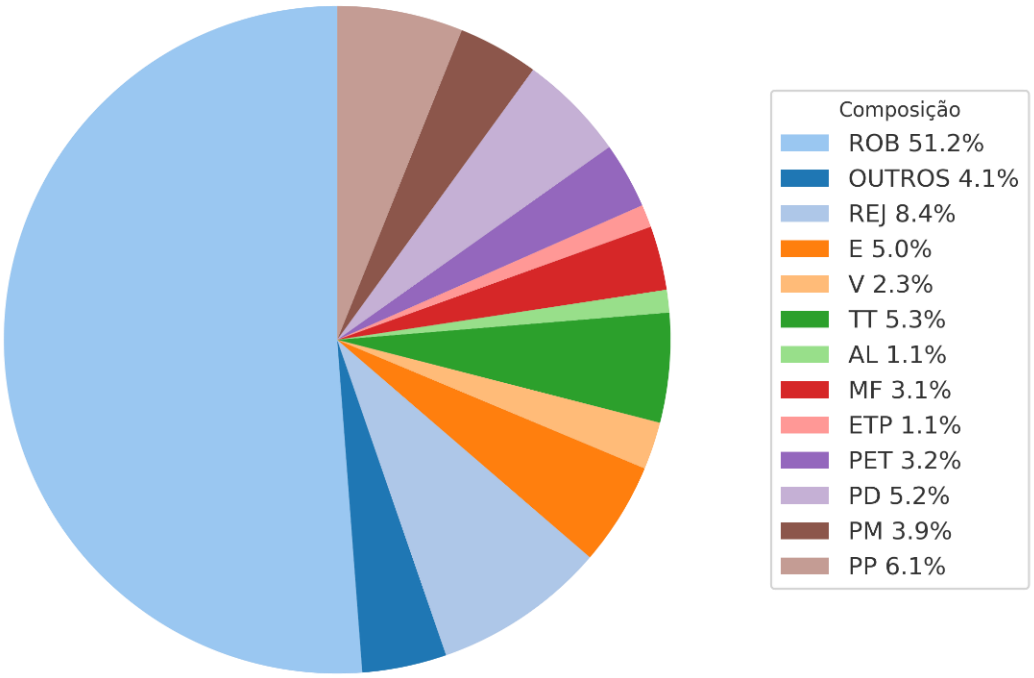
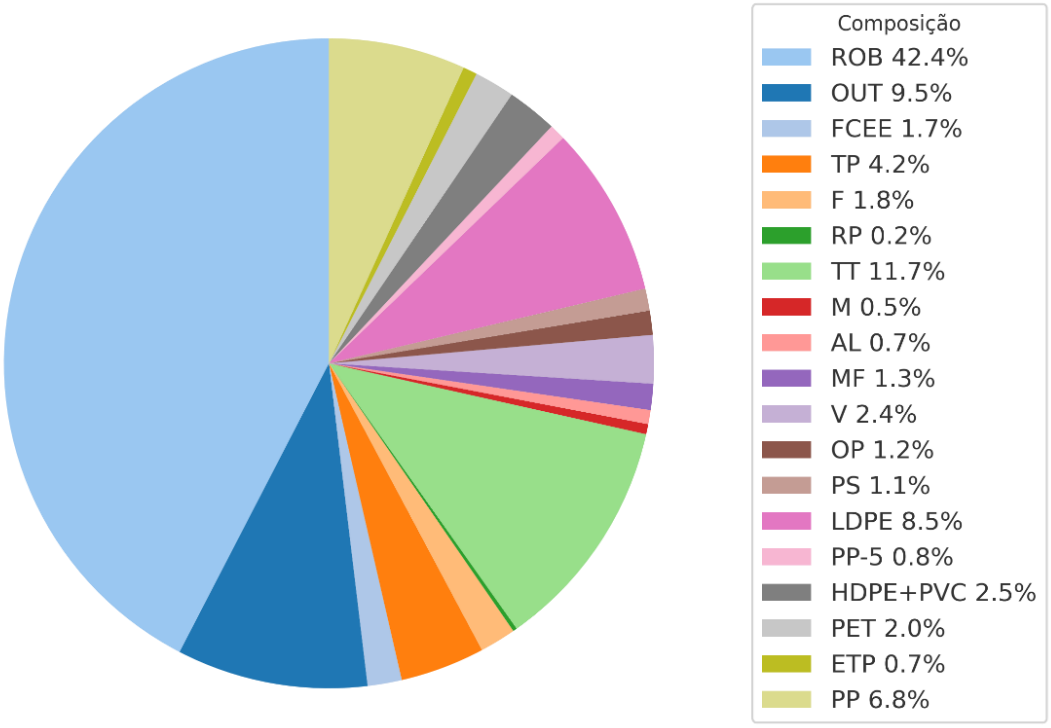


Figura 4.2-3 - Caracterização gravimétrica de RSU de Marituba (2019).

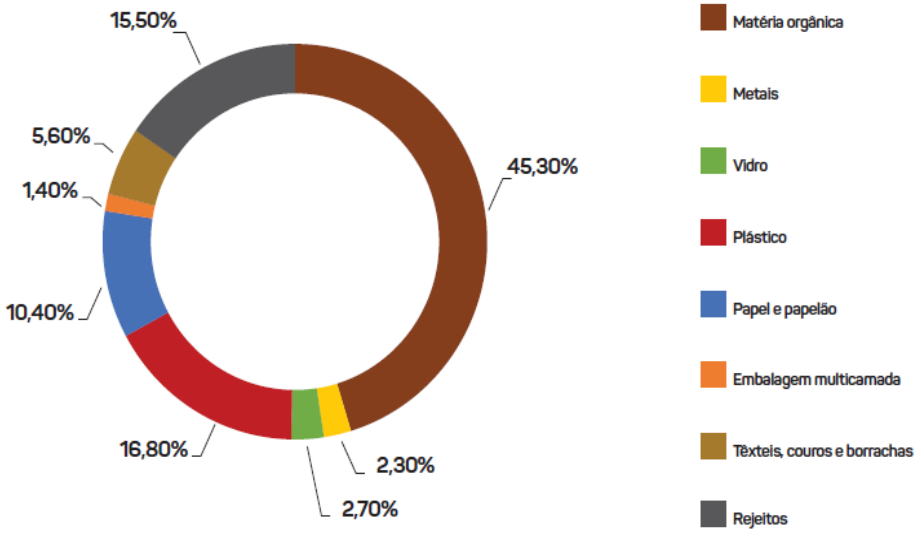


Os dados da composição gravimétrica realizada para Ananindeua, Belém e Marituba em termos de número de categorias de RSU quanto a segregação dos RSU, indicam a identificação de 13; 13; e, 19, respectivamente. Em todos os trabalhos realizados a fração de Resíduos orgânicos biodegradáveis (ROB) é a predominante, variando de 42,4% até 51,2%, a variabilidade no conteúdo orgânico está relacionada ao porte do município, número de roteiros de coleta, estrato social (padrão de classe baixa, média baixa-média alta e misto) e sazonalidade climática (chuvoso e menos chuvoso).

Em relação aos materiais recicláveis, verificou-se que, em média, 28,43% ± 3,54% dos resíduos apresentam potencial para reciclagem e/ou inserção em rotas de logística reversa, enquanto aproximadamente 17,76% ± 2,91% correspondem a materiais classificados como inertes, com baixo ou nenhum valor econômico para reaproveitamento. Entre os municípios analisados, Ananindeua apresentou a maior média percentual de recicláveis (30,77%), seguido por Marituba (28,51%) e Belém (26,01%).

Quando comparado aos resultados do estudo de composição gravimétrica apresentado no Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2022 (figura a seguir), observa-se comportamento semelhante, com predominância da fração orgânica, que representa 45,3% do total. Em seguida, destacam-se os resíduos recicláveis, que correspondem a 33,6%, sendo compostos principalmente por plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), vidros (2,7%), metais (2,3%) e embalagens multicamadas (1,4%).

Figura 4.2-4 - Estimativa da Composição Gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil.



4.2.2 VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO

O empreendimento CTR Metropolitana será implementado em terreno de 4.402.838,30 m², com capacidade operacional de 1.700 toneladas/dia para tratamento de resíduos sólidos urbanos classificados como Classe 2 pela norma ABNT NBR 10.004/2024, atendendo possivelmente os municípios relacionados na tabela abaixo.

Tabela 4.2-1 - Municípios que podem ser atendidas pelo empreendimento.

MUNICÍPIOS	
Acará	Ananindeua
Barcarena	Belém
Benevides	Castanhal
Marituba	Santa Bárbara do Pará
Santa Isabel do Pará	

O detalhamento da dinâmica populacional de cada município encontra-se apresentado no Capítulo 6 – Meio Socioeconômico, no Item 6.3.1 – População e Dinâmica Populacional.

O aterro sanitário foi projetado para ser implantado em três fases, que somadas terão vida útil estimada em 31 anos, considerando a capacidade total de recebimento. A tabela apresenta a vida útil por fase.

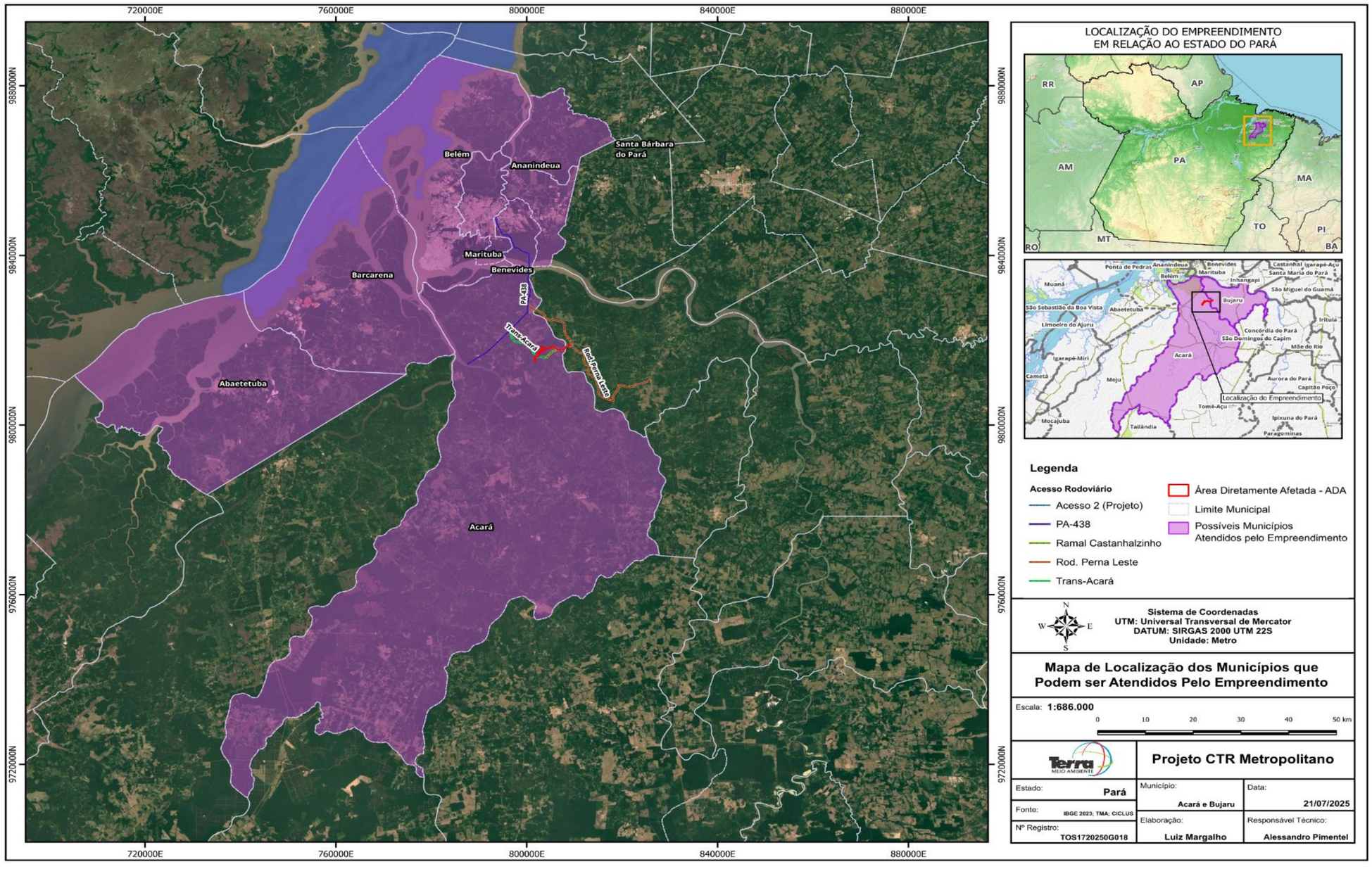
Tabela 4.2-2 - Características do projeto por etapa de implantação.

CARACTERÍSTICAS	ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO			
	1ª FASE	2ª FASE	3ª FASE	TOTAL
Vida útil (anos)	6	6	19	31

Ressalta-se que inicialmente a Vereda Estudos e Execução de Projetos Ltda, fez previsão de vida útil da CTR Metropolitana de cerca de 39 anos, por considerar o coeficiente de compactação (D_C) de 900 kg RSU/m³. Contudo, em razão da influência de fatores como: i) heterogeneidade do RSU disposto, ii) condições operacionais (tipo e peso do equipamento de compactação), iii) condições ambientais locais (clima, temperatura, precipitação pluviométrica distinta no período chuvoso e menos chuvoso), etc., esse parâmetro foi revisto, de maneira a se retratar cenário adverso de compactação de RSU, passando-se então a se considerar o coeficiente de compactação (D_C) de 700 kg RSU/m³ e FS de 1,14, o que resulta em valor médio de ~ 800 kg RSU/m³, ocasionando assim a redução de vida útil para 31 anos.

Além disso, outro fator que contribuiu para a redução da vida útil foi a necessidade de se ter o *buffer* de proteção das nascentes, que ocasionou a redução na geometria do maciço, para se respeitar as limitações espaciais e normativas previstas na NBR 10.157/1987.

Figura 4.2-5 - Localização dos municípios que podem ser atendidas pelo empreendimento CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

Tabela 4.2-3 - Estimativa de crescimento populacional.

VIDA ÚTIL	ANO	POPULAÇÃO TOTAL (HAB)	% DE CRESCIMENTO ANUAL	VIDA ÚTIL	ANO	POPULAÇÃO TOTAL (HAB)	% DE CRESCIMENTO ANUAL	VIDA ÚTIL	ANO	POPULAÇÃO TOTAL (HAB)	% DE CRESCIMENTO ANUAL
1	2022	1.537.263	0,52	14	2035	1.594.660	0,13	27	2048	1.606.847	0,09
2	2023	1.544.613	0,48	15	2036	1.595.366	0,04	28	2049	1.608.350	0,09
3	2024	1.551.454	0,44	16	2037	1.595.629	0,02	29	2050	1.609.854	0,09
4	2025	1.558.991	0,49	17	2038	1.595.498	-0,01	30	2051	1.611.360	0,09
5	2026	1.565.682	0,37	18	2039	1.595.025	-0,03	31	2052	1.612.867	0,09
6	2027	1.569.831	0,33	19	2040	1.594.874	-0,01	32	2053	1.614.376	0,09
7	2028	1.574.453	0,29	20	2041	1.596.366	0,09	33	2054	1.615.886	0,09
8	2029	1.578.565	0,26	21	2042	1.597.859	0,09	34	2055	1.617.398	0,09
9	2030	1.583.401	0,31	22	2043	1.599.353	0,09	35	2056	1.618.911	0,09
10	2031	1.586.442	0,19	23	2044	1.600.849	0,09	36	2057	1.620.426	0,09
11	2032	1.588.958	0,16	24	2045	1.602.347	0,09	37	2058	1.621.942	0,09
12	2033	1.590.990	0,13	25	2046	1.603.845	0,09	38	2059	1.623.459	0,09
13	2034	1.592.586	0,1	26	2047	1.605.345	0,09	39	2060	1.624.978	0,09

Fonte: PMI- Consórcio Belém – ref. Plano de gestão integrada de RS- Egis-Ampla, 2020.

4.2.3 DIMENSIONAMENTO PRELIMINAR DO ATERRO SANITÁRIO

A vida útil foi calculada com base nas seguintes premissas principais a saber:

Massa específica dos resíduos sólidos compactados (D_C): 700 kg/m^3 (Castilhos Junior *et.al*, 2003);

Fator de segurança para grau de compactação (FS): 1,14.

Percentual de massa de terra de cobertura / massa de resíduos sólidos: 15%;

Capacidade da CTR Metropolitana: 1.700 ton/d;

Vida útil-1ª FASE: 6,0 anos;

Vida útil-2ª FASE: 6,0 anos;

Vida útil-3ª FASE: 19,0 anos;

Altura do maciço - 1ª FASE: 37 m;

Altura do maciço - 2ª FASE: 37 m; e

Altura do maciço - 3ª FASE: 40 m.

$$V_{AS}=\frac{M.t.(1+P).\ v_{ut}}{D_C.FS} \quad (01)$$

$$A_{AS}=\frac{V_{AS}}{h_{AS}} \quad (02)$$

Em que:

V_{AS}=volume do aterro (m^3);

M= massa diária de resíduos sólidos (kg/d);

t=tempo anual de operação do aterro sanitário (d/ano);

P=percentual da massa de argila (%);

v_{ut}= vida útil da fase de operação do aterro sanitário (ano);

D_C= massa específica dos resíduos sólidos compactados (kg/m^3);

FS= Fator de segurança para grau de compactação (-)

A_{AS}=área da fase de operação do aterro sanitário (m^3);

h_{AS}= altura da fase de operação do aterro sanitário (m);

Depois de estabelecidas as condições de contorno as principais características de área de maciço, volume de resíduo e volume de argila por etapa podem ser observadas na tabela abaixo.

Tabela 4.2-4 - Características técnicas principais do projeto do aterro sanitário.

CARACTERÍSTICAS DO PROJETO	1ª FASE	2ª FASE	3ª FASE	TOTAL
ÁREA PROPRIEDADE (M²)				4.402.838,4
ÁREA ADA (M²)				1.035.000,00
ÁREA MACIÇO (M²)	144.643,58	144.643,58	423.685,16	712.972,32
VOLUME RESÍDUO (M³)	4.653.750,00	4.653.750,00	14.736.875,00	24.044.375,00
VOLUME ARGILA (M³)	698.062,50	698.062,50	2.210.531,25	3.606.656,25

Durante a evolução do aterro serão mantidas áreas de bota espera para armazenamento do volume excedente e parte do material poderá ser utilizado para melhorias nas estradas de acesso do entorno do empreendimento ou utilizada em outros projetos da empresa proprietária deste empreendimento.

E na peça gráfica PG-003110275-PTR-002-REV-00 (Volume II – Anexos, pág. 6) se pode observar a evolução do aterro, por etapa de implantação e operação. Ressalta-se que no projeto executivo de terraplanagem do aterro sanitário serão detalhadas informações quanto a quantidade de solo de escavação, aterro e dique.

4.2.4 DISTÂNCIA DE AEROPORTOS E AERÓDROMOS

Para identificar aeródromos próximos à área da CTR Metropolitana, foram consultadas as bases de dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO). Na região de estudo, foram catalogados 12 (doze) aeródromos públicos, dos quais 2 (dois) são administrados pela INFRAERO e classificados como aeroportos – por possuírem infraestrutura completa para operações aeronáuticas, embarque/desembarque de passageiros e carga.

A figura adiante apresenta os aeródromos identificados para o estudo referente à CTR Metropolitana e suas respectivas distâncias estimadas em relação à área em questão.

A Portaria COMAER Nº 256/GC5, de 13 de maio de 2011, do Ministério da Aeronáutica, proíbe a instalação de empreendimentos considerados perigosos nas áreas de aproximação e transição de aeródromos. Entre esses, destacam-se refinarias, depósitos de combustíveis, indústrias químicas, aterros sanitários e cultivos agrícolas – estes últimos devido ao risco de atraírem aves, representando ameaça à segurança aérea.

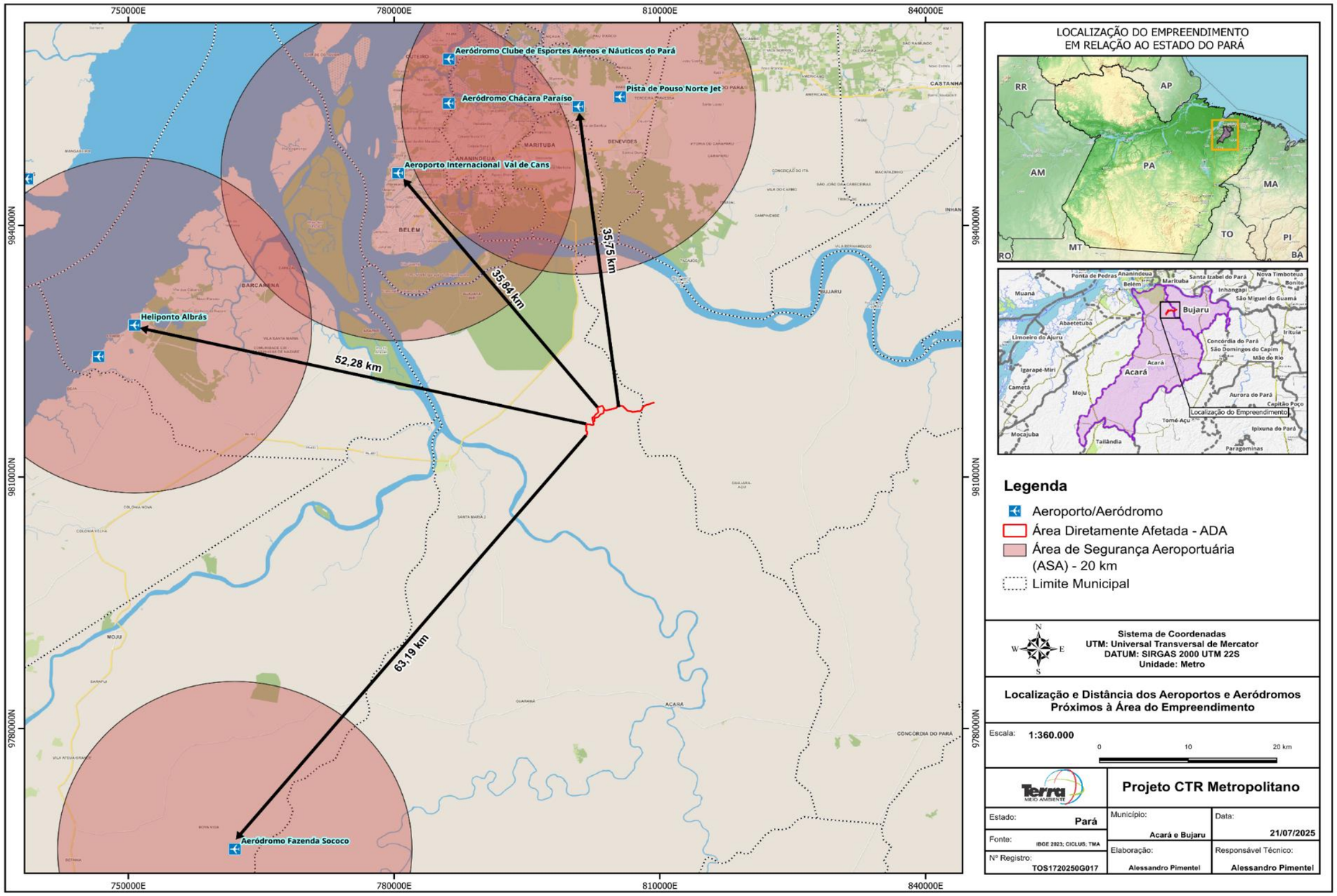
Com base nessa regulamentação e em contribuições do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), o CONAMA estabeleceu, por meio da Resolução Nº 4/1995, a Área de Segurança Aeroportuária (ASA). Nessa zona, é vedada a implantação de atividades que possam atrair aves.

Conforme a resolução, a ASA é delimitada por um raio específico a partir do centro geométrico do aeródromo, variando conforme o tipo de operação:

- 20 km para aeródromos com operação por instrumentos (IFR);
- 13 km para aeródromos com operação visual (VFR).

Diante do exposto, considerando a Portaria COMAER Nº 256/GC5/2011 e a Resolução CONAMA Nº 04/1995, verifica-se que os aeródromos identificados estão situados a uma distância mínima de 30,7 km da área de estudo, não interferindo, portanto, na Área de Segurança Aeroportuária.

Figura 4.2-6 - Localização e Distância dos aeroportos e aeródromos próximos à área do empreendimento.



Fonte: Terra, 2025.

4.2.5 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL E DE PROTEÇÃO DE NASCENTES

O sistema de drenagem de águas pluviais do aterro sanitário do CTR Metropolitana tem como objetivo realizar a coleta e o transporte da água de chuva de maneira segura, garantindo a integridade estrutural do aterro, do corpo estradal e do terreno que receberá suas águas.

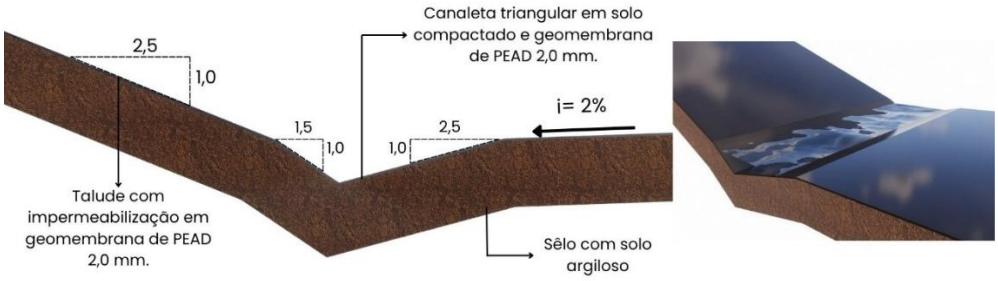
Os principais elementos que constituem o sistema de drenagem do aterro sanitário são: sistemas de canaletas de berma tipo meia-cana, descidas hidráulicas em colchão reno, caixa e bacia de dissipação em gabião e galerias de águas pluviais.

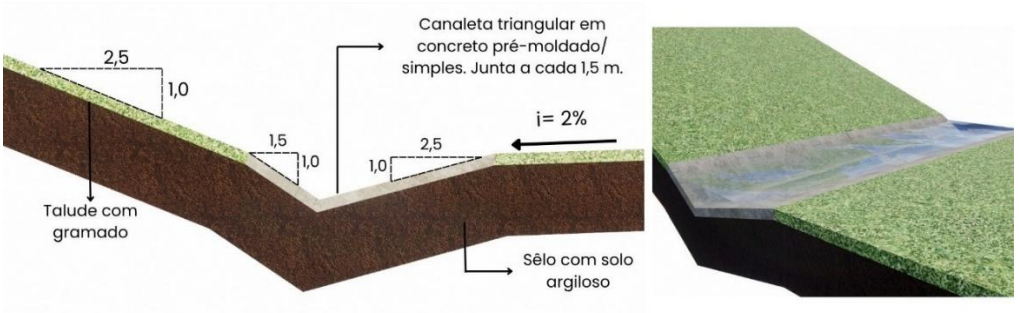
Nos tópicos a seguir serão descritas as principais características dos dispositivos hidráulicos que serão implantados no aterro sanitário da CTR Metropolitana. As vazões pluviais incidentes na área do aterro sanitário serão encaminhadas por meio destes drenos superficiais para as drenagens naturais existentes no entorno da área do aterro sanitário, ou seja, igarapés Grota Funda e Cajueiro. A seguir são descritos os principais sistemas de drenagem pluvial da CTR Metropolitana.

4.2.5.1 CANALETA DE BERMA

A canaleta de berma é o dispositivo responsável por coletar e conduzir as águas pluviais que escoam superficialmente ao longo do talude para as descidas hidráulicas. Sua execução pode ser realizada em solo compactado e geomembrana de PEAD 2,0 mm ou canaleta triangular de concreto pré-moldado. O desenho esquemático da canaleta de berma pode ser observado na figura abaixo.

Figura 4.2-7 - Desenho esquemático da canaleta de berma executada em geomembrana de PEAD e concreto pré-moldado.





Para fins de execução e implantação da canaleta de berma, deve-se seguir as seguintes etapas:

I) regularização da área com solo compactado para corrigir possíveis depressões e desníveis causadas pelo recalque do aterro;

II) Escavação das valas para instalação das canaletas, removendo ou espalhando o bota-fora gerado de maneira regular para evitar a formação de obstáculos que possam impedir ou dificultar o fluxo de água para a canaleta; e

III) Uma vez concluídos estes trabalhos, deverá ser executada a compactação manual, por intermédio de sapo pneumático ou soquetes manuais, de forma a ser obtida uma superfície uniforme, e execução da canaleta em concreto simples com juntas de dilatação espaçadas de cerca de 1,5 metros.

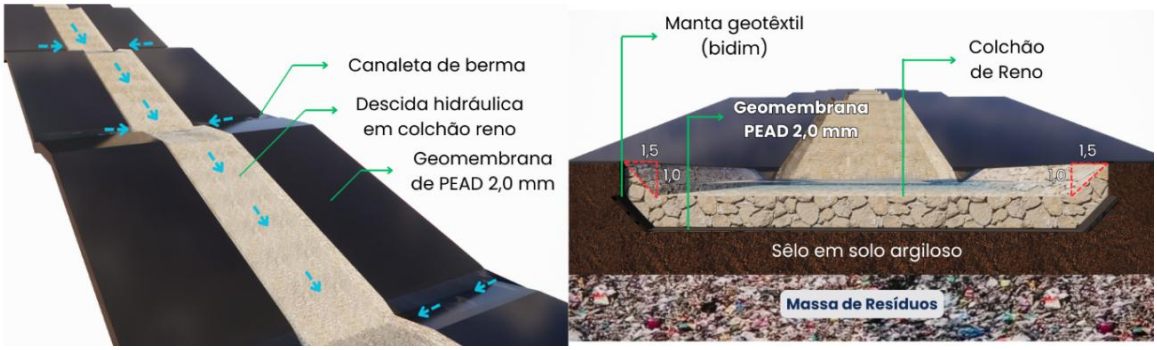
4.2.5.2 DESCIDA HIDRÁULICA EM COLCHÃO RENO

A descida hidráulica tem como principal função conduzir de forma controlada e segura as águas pluviais coletadas nas partes superiores do aterro até os dispositivos de drenagem localizados na base (galerias de drenagem ou drenos superficiais), evitando processos erosivos e danos à estabilidade geotécnica da estrutura do maciço.

Amplamente difundida em projetos de controle de erosão superficial, proteção de taludes e margens, revestimento de canais e valas de drenagem, dissipação de energia em descidas d'água e estabilização de leitos de cursos hídricos. Em sistemas de drenagem pluvial, como em aterros sanitários, é empregado nas descidas hidráulicas para conduzir o escoamento superficial de forma segura, reduzindo a velocidade do fluxo e prevenindo processos erosivos que poderiam comprometer a estabilidade do talude.

Geralmente é confeccionada em fio de aço galvanizado ou revestido com PVC, e possui altura reduzida (tipicamente entre 0,17 m e 0,30 m), largura variável e comprimento conforme a necessidade de projeto. Os compartimentos entre as malhas são preenchidos com material pétreo (brita ou pedra rachão), formando uma unidade flexível e permeável que atua como revestimento protetivo em obras hidráulicas e geotécnicas.

Figura 4.2-8 - Desenho esquemático da descida hidráulica em colchão reno.



As etapas de execução da descida hidráulica são divididas em:

I) escavação da vala com as técnicas e equipamentos apropriados;

II) remoção do material escavado para a frente de disposição de resíduos;

III) recobrimento do perfil escavado com 30 cm de solo argiloso e compactação do solo para conformação da superfície;

IV) Instalação de geomembrana de PEAD 2,0 mm com sobreposição de manta geotêxtil para receber as descidas hidráulicas em colchão reno; e

V) Instalação das descidas hidráulicas executadas em telas de aço galvanizado em malha hexagonal, preenchidas com material rochoso com dimensões apropriadas às características do gabião para minimização da velocidade da descida d'agua e consequentemente dos processos erosivos relacionados.

4.2.5.3 CAIXA E BACIA DE DISSIPAÇÃO EM GABIÃO

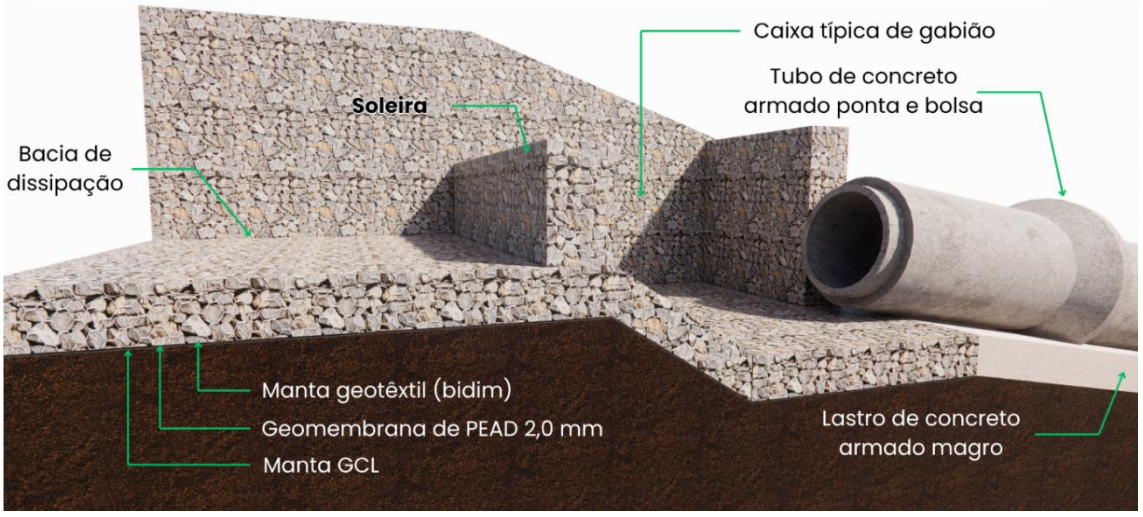
A caixa de dissipação em gabião é uma estrutura hidráulica utilizada para reduzir a energia do escoamento concentrado de águas pluviais, especialmente em pontos de descarga com elevada velocidade, como nas extremidades de descidas d'água, canaletas ou tubos condutores. Sua principal função é dissipar a energia cinética da

água, promovendo uma transição suave entre o sistema de drenagem artificial e o meio natural, evitando processos erosivos no terreno a jusante.

Construída a partir de malha metálica de dupla torção (gabião) preenchida com material pétreo (geralmente pedra britada ou rachão), a caixa de dissipação atua como um dispositivo amortecedor de energia hidráulica. A turbulência gerada pela interação da água com as pedras e com os vazios internos do gabião resulta na perda de carga e consequente redução da velocidade do fluxo, minimizando o risco de erosão, rebaixamento do leito e desestabilização do solo na região de saída.

Além de seu papel hidráulico, a caixa de dissipação também contribui para a proteção de estruturas adjacentes, como taludes, canaletas, tubulações ou bases de aterros sanitários, sendo amplamente empregada em projetos de engenharia geotécnica, drenagem urbana e obras de controle ambiental. O desenho esquemático da caixa de dissipação pode ser observado na figura abaixo.

Figura 4.2-9 - Desenho esquemático da bacia de dissipação.



As caixas de dissipação serão construídas concomitantemente com as descidas d'água nos taludes seguindo a mesma metodologia executiva empregada na construção das descidas.

4.2.5.4 TRAVESSIA EM TUBOS

O sistema de transporte das águas pluviais do aterro do CTR Metropolitana consiste em galerias circulares subterrâneas executadas em tubo de concreto ponta e bolsa, seguindo as recomendações da ABNT NBR 17015/2023 e ABNT NBR 8890/2007. As

galerias de águas pluviais serão executadas com tubulações de concreto, instaladas onde for previsto o tráfego de caminhões coletores e carretas. O desenho esquemático da galeria circular de transporte de águas pluviais pode ser observado na figura a seguir.

Figura 4.2-10 - Desenho esquemático da galeria circular de drenagem de águas pluviais.



Para a implantação das tubulações, deverão ser executadas valas com dimensões compatíveis com os diâmetros previstos em projeto. Após a escavação, cada vala deverá ser devidamente regularizada, garantindo-se um fundo uniforme e com declividade mínima de 1%, conforme as exigências hidráulicas. Em seguida, será executado o berço da tubulação utilizando-se camada de brita devidamente nivelada. Após essa etapa, proceder-se-á à instalação dos tubos de concreto armado, ao seu rejuntamento e, por fim, ao reaterro da vala com solo previamente selecionado e compactado em camadas, assegurando a estabilidade da infraestrutura.

Uma vez concluídos estes trabalhos, deverá ser executada a compactação manual, por intermédio de sapo pneumático ou soquetes manuais, de forma a ser obtida uma superfície uniforme, e execução da canaleta em concreto simples com juntas de dilatação espaçadas de cerca de 1,5 metros.

Ressalta-se que no projeto executivo serão apresentados detalhamento do projeto de proteção das nascentes, o qual a princípio terá dispositivos de controle da vazão de escoamento superficial, zona de amortecimento hidráulico e descidas de dissipação.

4.2.5.5 BACIA DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA

A bacia de dissipação é um dispositivo hidráulico utilizado em sistemas de drenagem para reduzir a energia do escoamento antes do seu lançamento em um corpo receptor, prevenindo processos erosivos e garantindo a estabilidade da estrutura. Sua função principal é transformar o fluxo supercrítico, caracterizado por altas velocidades, em fluxo subcrítico, mais lento e controlado, por meio da formação de turbulência e ressalto hidráulico.

As principais características da bacia de dissipação do sistema de drenagem de águas pluviais da CTR Metropolitana, bem como a sua distância em relação as nascentes identificadas na área do CTR, são:

- Diâmetro de 20,14 m;
- Profundidade máxima de 1,40 m;
- Bacia de dissipação tipo escavado, em solo compactado;
- Munida de canal de dissipação de energia para atenuação da velocidade de chegada da água na bacia;
- Distância máxima identificada entre a bacia de dissipação e as nascentes: 1.129 metros;
- Distância mínima identificada entre a bacia de dissipação e as nascentes: 238,81 metros.

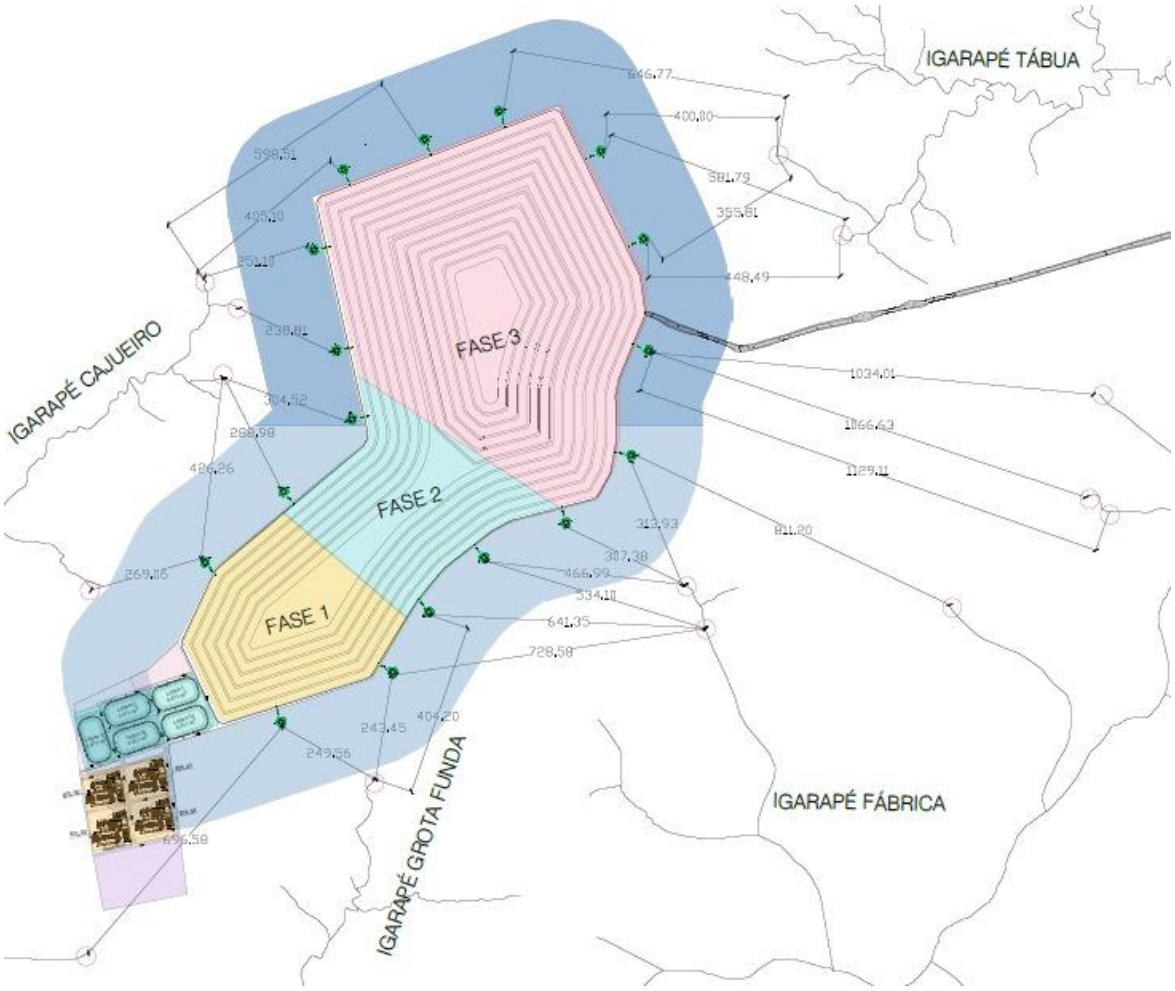
A figura a seguir apresenta de maneira esquemática a bacia de dissipação de energia que receberá as águas drenadas do Aterro Sanitário Metropolitana.

Figura 4.2-11 - Desenho esquemático da bacia de dissipação do sistema de drenagem de águas pluviais.



Após a dissipação da energia, a água verterá sobre a borda da bacia e seguirá para a drenagem natural do terreno (igarapé Grota Funda e Cajueiro), os possíveis pontos de lançamento do sistema de drenagem de águas pluviais em relação as nascentes identificadas na área da CTR Metropolitana podem ser observadas na figura abaixo.

Figura 4.2-12 - Mapa de localização dos possíveis pontos de lançamento do sistema de drenagem de águas pluviais e a sua distância em relação as nascentes.



Analisando-se a figura anterior, é possível observar que a distância entre os pontos de lançamento do sistema de drenagem de águas pluviais e as nascentes são maiores ou iguais a 238,81 m, portanto, a água dissipada ainda percorrerá uma distância considerável até chegar no corpo hídrico, mitigando os processos erosivos relacionados e garantindo a integridade das nascentes presentes na área. O mapa de localização dos possíveis pontos de lançamento do sistema de drenagem de águas pluviais e a sua distância em relação as nascentes também podem ser observadas na peça gráfica PG-003110275-PTR-019-REV-00 (Volume II – Anexos; pág. 23).

Ressalta-se nesse momento que no projeto executivo será realizada a compatibilização de informações do projeto de terraplanagem com o do sistema de drenagem pluvial e de proteção de nascentes para que então se apresentem as informações envolvendo tais disciplinas e consequentemente as de capacidade hidráulica.

4.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO DO ATERRO DE RESÍDUOS

A implantação do aterro sanitário incluirá serviços de terraplanagem, com os seguintes objetivos:

- - Preparação do terreno:
  - Adequação topográfica para receber o maciço de resíduos;
  - Maximização da capacidade volumétrica útil.
- - Preparação da fundação:
  - Remoção de solos com características geotécnicas inadequadas (resistência e deformabilidade incompatíveis com as cargas previstas);
  - Garantia de condições adequadas para o assentamento das camadas impermeabilizantes da base.

Destaca-se que a remoção de solos inadequados na fundação de aterros sanitários é um fator crítico para a estabilidade do maciço de resíduos. A segurança estrutural do aterro depende, em grande medida, da correta preparação da fundação, especialmente quanto à sua capacidade de suporte e ao adequado sistema de drenagem. Evidências acumuladas ao longo do tempo indicam que a maioria dos incidentes envolvendo rupturas em aterros está relacionada a falhas na fundação, frequentemente associadas à presença de solos com baixa resistência ao cisalhamento — como solos moles —, descontinuidades geotécnicas, planos de fraqueza ou deficiências no controle da drenagem.

Para definir o projeto de escavação de fundação foram desenvolvidas investigações geológicas na área de implantação do empreendimento mediante o emprego de sondagens a percussão e rotativas, determinação de SPT, as quais estão descritas em item diagnóstico e apresentados no Anexo III, englobando todas as unidades do empreendimento. Para a fase de licença de instalação novas sondagens serão realizadas para elaboração do projeto executivo da CTR.

Os solos obtidos nessas escavações foram previstos para servirem de material de cobertura diária das células de resíduos e/ou para o revestimento final do aterro. Essas escavações serão programadas para serem feitas de forma de etapas, a fim de minimizar o volume das áreas bota-esperas. Dada a grande vida útil do aterro, as

necessidades de solos serão obtidas nas etapas da escavação das fundações do próprio aterro.

Os solos escavados serão mantidos em bota-esperas localizados na própria área do aterro que ainda não esteja em operação, para posterior emprego como material de cobertura das células de disposição de resíduos ou para a execução de reaterros de conformação de fundação do próprio aterro e/ou das demais unidades da CTR Metropolitano.

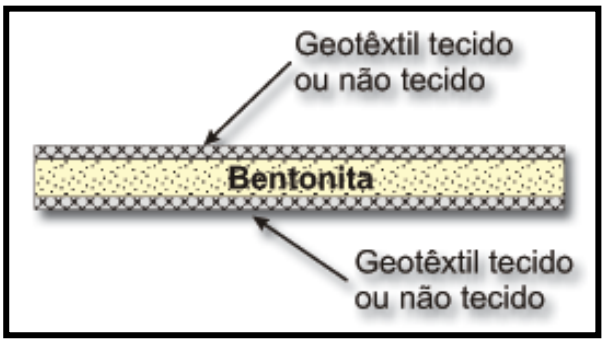
Os reaterros de conformação da fundação foram previstos para serem construídos em camadas compactadas de no máximo 0,30m de espessura, com grau de compactação entre 96% e 101% da energia do ensaio de Proctor Normal e com desvio de umidade em relação à ótima de compactação entre –2% e +2%, visando a execução da fundação do aterro por meio de camada de solo argiloso compactado, com coeficiente de permeabilidade $k \leq 10^{-7}$ cm/s, de espessura aproximada de 30 a 60 cm, a ser definida na fase de projeto executivo.

Em toda a área de implantação do aterro, após a execução de todos os serviços de limpeza, escavação e drenagem de fundação, assim como a aplicação do aterro de regularização final da fundação, está prevista a implantação de uma manta de GCL visando assegurar um complemento à impermeabilização da fundação (figura abaixo).

Salienta-se que esta manta deverá ser constituída por 3,5kg/m² de bentonita e apresentar coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-9}cm/s.

Previamente ao lançamento da manta, as áreas serão liberadas pelo engenheiro geotécnico que ficará encarregado dos trabalhos. Ele determinará, onde necessário, a correção de irregularidades oriundas de eventuais erosões, pistas de acesso, retirada de pedras, materiais pontiagudos etc.

Figura 4.3-1 - Exemplo de aplicação de GCL.



Acima das camadas de argila compactada e da manta bentonítica – GCL será implantada uma manta de polietileno de alta densidade – PEAD, visando reforçar a impermeabilização.

A geomembrana prevista compreende a aplicação de mantas PEAD, de espessura mínima de 2,0mm. O projeto prevê que seja utilizada geomembrana com a máxima largura possível no sentido de minimizar o número de emendas.

O corte da geomembrana, quando necessário, será feito empregando equipamentos definidos pelo FABRICANTE.

Na eventualidade de serem verificados rasgos ou furos durante os serviços de instalação ou manuseio da geomembrana, as partes danificadas deverão ser tratadas colando um pedaço da manta ("manchão") com dimensões que ultrapassem as bordas do rasgo/furo em cerca 0,30m para todos os lados.

A união das geomembranas deverá ser realizada por processo de "soldagem térmica", definida pelo fabricante. Esta soldagem deverá ser feita através de máquinas apropriadas para garantir a perfeita transmissão de esforços. As emendas deverão ser feitas no próprio local de instalação da geomembrana.

As geomembranas deverão ser ancoradas nos taludes de corte e/ou de diques de solo através de trincheiras executadas.

Adicionalmente, além dos aspectos antes descritos, foi previsto que os serviços relacionados a procedimentos de instalação seguirão as recomendações do FABRICANTE, o qual fornecerá previamente à execução dos serviços um Manual de Instruções, contendo particularidades básicas para instalação da geomembrana.

Após instalação da geomembrana, o projeto prevê ainda uma proteção por uma camada de solo com espessura não inferior a 0,30m. O material a ser lançado será proveniente das escavações que estiverem sendo feitas na área do aterro. O material deverá estar isento de matéria orgânica (galhos, troncos etc.), pedregulhos, pedras de mão e/ou outro material que de alguma forma possa causar dano à geomembrana durante a operação de lançamento e espalhamento do solo.

A fim de não danificar a geomembrana implantada, esta camada de proteção deverá ter previsão para lançamento, espalhamento e compactação pelo trânsito de equipamentos (rolos leves e/ou tratores D4) na plataforma e nos taludes das ombreiras. A figura a seguir apresenta um exemplo da implantação deste dispositivo.

Figura 4.3-2 - Exemplo da geomembrana lançada na fundação de um aterro sanitário.



(Fonte: www.estre.com.br).

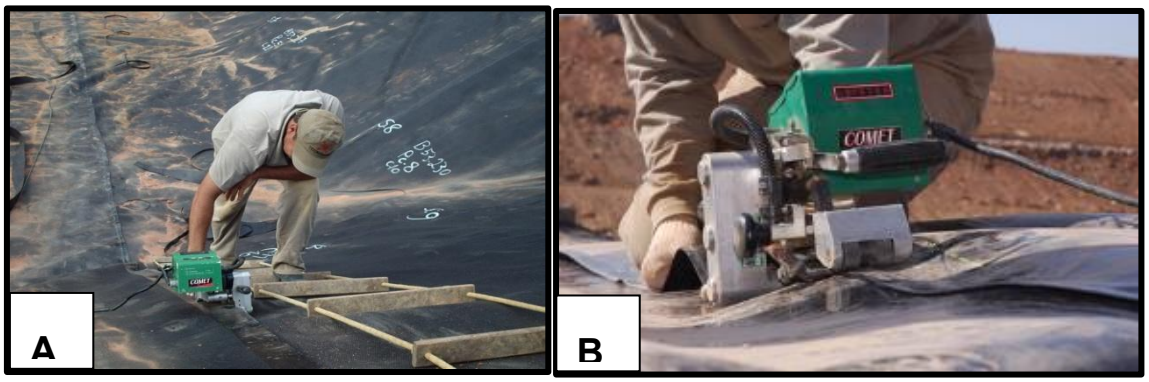
As geomembranas serão aplicadas através de faixas emendadas por meio de processos definidos pelo fabricante que, em geral, se constituem por soldagem térmica, conforme ilustrado esquematicamente nas figuras abaixo.

Após a execução das emendas serão feitos testes de estanqueidade para comprovar eventuais pontos que necessitem reparos.

Figura 4.3-3 - Disposição das faixas de geomembrana nas células.



Figura 4.3-4 - Detalhe da soldagem térmica da geomembrana.



As geomembranas de PEAD das células serão ancoradas nas bordas dos taludes conforme indicado a seguir e apresentado na figura abaixo.

Figura 4.3-5 - Detalhe da ancoragem da geomembrana.



A- Execução do Dique de Contenção e Disparo das Células

A área do aterro deverá contar com diques em solo executados de maneira a possibilitar a instalação da manta geossintética. O dique será executado aproveitando as escavações a serem realizadas para a remoção de solos. Os taludes do dique deverão apresentar teor de umidade adequados, com isenção de granulometrias superiores a 10 cm e com teor de umidade inferior a 1,10 e superior a 0,95 do teor de umidade ótimo referido à energia normal de compactação, de modo a possibilitar a execução de corpo compactado com condições adequadas.

Os procedimentos de execução do dique deverão seguir os mesmos critérios estabelecidos para o aterro compactado de fundação.

- Peças gráficas do projeto da CTR Metropolitana

Este item contém a lista das peças gráficas que compõem o projeto, as quais podem ser consultadas no Volume II (Anexos, pág. 3-24), juntamente como a guia de remessa de documentos (GRD-CICLUS-PROJETO-CONCEITUAL-REV01).

Quadro 4.3-1 - Informações das peças gráficas que compõem o projeto CTR.

CÓDIGO DA PEÇA GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO DOCUMENTO
PG-003110275-PTR-001-REV-00	ARRANJO GERAL DA CENTRAL METROPOLITANA DE RESÍDUO
PG-003110275-PTR-002-REV-00	PLANTA BAIXA DO MACIÇO DE RSU E DIVISÃO DA FASE 1, FASE 2 E FASE 3 DA CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-003-REV-00	PLANTA BAIXA (FASE 1 E FASE 2) DO SISTEMA DE DRENAGEM DE FUNDO DE COLETA DE LIXIVIADO DA CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-004-REV-00	PLANTA BAIXA (FASE 1 E FASE 2) DA REDE DE COLETA BIOGÁS GERADO NO MACIÇO DA CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-005-REV-00	DRENAGEM SUPERFICIAL DO MACIÇO - DESCIDAS HIDRÁULICAS
PG-003110275-PTR-006-REV-00	DRENAGEM SUPERFICIAL DO MACIÇO - DESCIDAS HIDRÁULICAS - DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS
PG-003110275-PTR-007-REV-00	PLANTA BAIXA DA LAGOA DE EQUALIZAÇÃO DE LIXIVIADO BRUTO -CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-008-REV-00	PLANTA BAIXA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO - CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-009-REV-00	PLANTA BAIXA DO CENTRO TECNOLÓGICO DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO E BIOGÁS - CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA

CÓDIGO DA PEÇA GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO DOCUMENTO
PG-003110275-PTR-010-REV-00	PLANTA BAIXA E CORTE DA UNIDADE DE COLETA E QUEIMA DO BIOGÁS GERADO NO MACIÇO DA CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-011-REV-00	PLANTA BAIXA DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LIXIVIADO BRUTO - CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-012-REV-00	PLANTA BAIXA E CORTE DO CANTEIRO TEMPORÁRIO DE OBRAS
PG-003110275-PTR-013-REV-00	PLANTA BAIXA DO ALMOXARIFADO/CARPINTARIA/ARMAÇÃO E ESTOQUE DE FERRAGENS DA CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-014-REV-00	PLANTA BAIXA DO CENTRO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO - CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-015-REV-00	PLANTA BAIXA E CORTE DA BALANÇA RODOVIARIA - CTR METROPOLITANA - CICLUS AMAZÔNIA
PG-003110275-PTR-016-REV-00	PLANTA BAIXA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL - CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-017-REV-00	DETALHE DO SISTEMA DE DRENAGEM DE FUNDO DE LIXIVIADO - CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-018-REV-00	PLANTA BAIXA DO SISTEMA DE SEPARAÇÃO DE ÁGUA E ÓLEO - CICLUS AMAZÔNIA - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-019-REV-00	PLANTA BAIXA DOS PONTOS DE LANÇAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DO ATERRO SANITÁRIO - CTR METROPOLITANA
PG-003110275-PTR-020-REV-00	PLANTA BAIXA E CORTES DA BACIA DE DISSIPAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS DO ATERRO SANITÁRIO - CTR METROPOLITANA

4.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE LIXIVIADO E EMISSÁRIO DE LANÇAMENTO

4.4.1 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE LIXIVIADO

No presente tópico será realizada a estimativa da geração de lixiviados no maciço de resíduos sólidos do CTR Metropolitana, segmentada por fases operacionais do empreendimento e projetada cumulativamente até o término de sua vida útil. A quantificação baseia-se em parâmetros hidrológicos e operacionais que influenciam diretamente a produção de percolado, tais como precipitação efetiva, taxa de infiltração, coeficiente de compactação, utilização de cobertura temporária na operação das frentes

de serviço e cobertura definitiva com geomembrana de PEAD no fechamento das células de disposição de resíduos.

A estimativa de geração de lixiviado foi realizada utilizando-se dos dados de precipitação pluviométrica do município de Acará, obtidos por meio da estação 148009 para o período de 1980 a 2024 (44 anos). Para a consolidação do banco de dados inicial, foram considerados apenas as informações com nível de consistência 1 (dados brutos) e a precipitação total de cada mês, resultando em 529 dados de precipitação.

As premissas adotadas para o tratamento estatístico das informações e estimativa da geração de lixiviado foram as seguintes:

- Base de dados: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) – estação 148009;
- Nível de consistência dos dados: 1 (dados brutos);
- Tipo de informação: precipitação total mensal;
- Número de informações: 529 dados;
- Remoção de outliers (valores anormais) por meio dos limites interquartílicos superior e inferior;
- Verificação da existência de outliers remanescentes por meio do teste de Grubbs;
- Estimativa da vazão de lixiviado por meio do método Suíço.

Com o banco de dados inicial em mãos, procedeu-se ao tratamento estatístico no software Minitab 2020 para a remoção dos outliers presentes. Segundo Triolla (1999), o outlier ou ponto discrepante é um valor que se apresenta distante de quase todos os demais pontos da distribuição, superando os limites superior e inferior definidos pelas equações a seguir.

$$L_s=Q_3+1{,}5\times(Q_3-Q_1) \quad (03)$$

$$L_i=Q_1-1{,}5\times(Q_3-Q_1) \quad (04)$$

Em que:

Ls: limite superior;

Li: limite inferior;

Q3: terceiro quartil; e

Q1: primeiro quartil.

Estabelecido os limites superior e inferior dos dados, todos os pontos anormais observados foram removidos, gerando-se um novo conjunto de dados com 511 informações de precipitação total mensal. De maneira complementar, confirmou-se por meio do teste de Grubbs a remoção dos outliers, considerando um nível de significância de 5% (α=0,05) e as seguintes hipóteses:

- Valor de p ≤ α: Existe um outlier (rejeite H_0); e
- Valor de p > α: Não é possível concluir que existe um outlier (não deve rejeitar H_0).

A aplicação deste teste se justifica por sua eficácia na identificação de valores extremos, especialmente quando há necessidade de garantir a homogeneidade da amostra e a robustez das inferências estatísticas. Os resultados obtidos no teste de Grubbs na verificação dos outliers na verificação dos outliers podem ser observados na tabela a seguir.

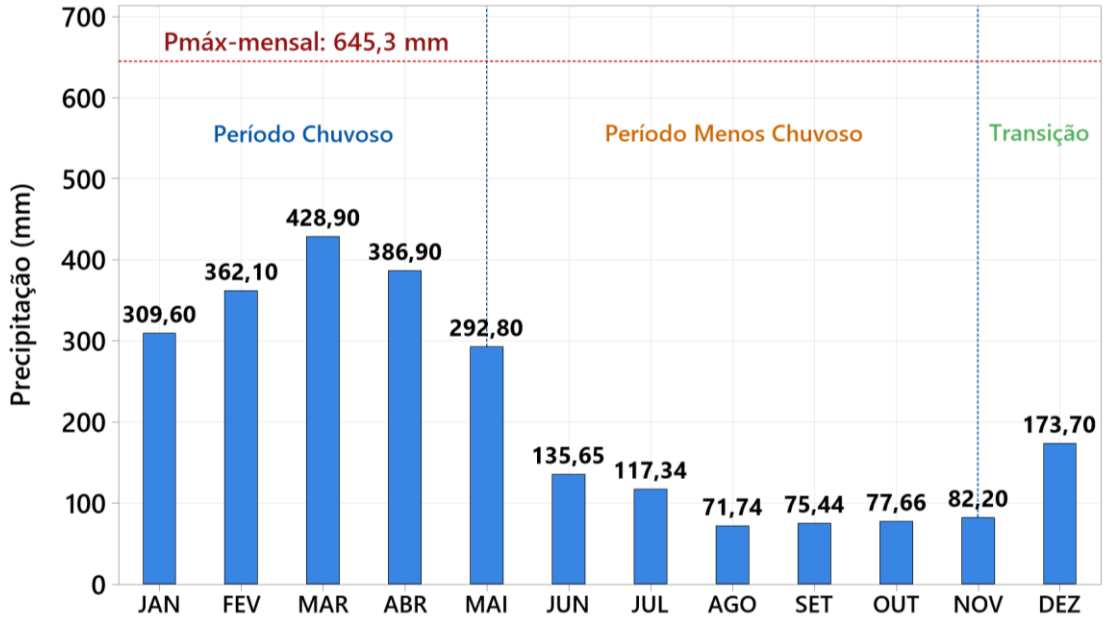
Tabela 4.4-1 - Teste de Grubbs para os dados de precipitação total mensal do município de Acará (1980-2024).

MÊS	N	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (MM)	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA (MM)	VALOR DE *P*
JANEIRO	45	309,6	561,5	0,549
FEVEREIRO	43	362,1	611,1	1,000
MARÇO	43	428,9	640,5	0,897
ABRIL	42	386,9	645,3	1,000
MAIO	43	292,8	584	0,631
JUNHO	40	135,65	281,5	0,624
JULHO	43	117,34	245	1,000
AGOSTO	41	71,74	156,2	0,631
SETEMBRO	43	75,44	186	0,472
OUTUBRO	43	77,66	224,8	0,069
NOVEMBRO	42	82,2	193,3	1,000
DEZEMBRO	43	173,7	417,3	0,677

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (2025).

Analisando-se o valor de p obtido no teste de Grubbs para os dados de precipitação de janeiro a dezembro do período de 1980 a 2024, verifica-se que a condição p>α foi predominante, portanto, não é possível concluir que existe um outlier, logo, os dados estão livres de valores anormais ou extremos. Os valores de precipitação média e a precipitação máxima obtidos após a remoção dos outliers pode ser observado na figura abaixo.

Figura 4.4-1 - Precipitação média e máxima mensal do município de Acará (1980 – 2024).



Analisando a figura acima, é possível observar que no período de janeiro a maio temos os meses de maior índice de pluviosidade, aumentando gradativamente em janeiro (309,60 mm/mês), atingindo a máxima no mês de março (428,90 mm/mês) e decrescendo até o mês de maio (292,80 mm/mês), finalizando o período chuvoso.

Para o período menos chuvoso, temos os meses de junho a novembro, que, por sua vez, dispõem dos menores valores de precipitação, chegando no valor mínimo de 71,74 mm/mês em agosto. O mês de dezembro é considerado uma fase de transição entre o período seco e o chuvoso, apresentando o valor de precipitação média mensal de 173,70 mm/mês, estando um pouco abaixo da média anual que é de 209,50 mm/mês.

Tendo em vista a necessidade de segurança hidráulica do projeto de engenharia do aterro do CTR Metropolitana, considerou-se o valor de precipitação máxima mensal no

cálculo da estimativa de geração de lixiviados. A precipitação máxima observada no período de 1980 a 2024 ocorreu no mês de abril de 2010, cujo valor foi igual a 645,30 mm/mês.

A vazão de geração do lixiviado bruto a ser tratado na estação de tratamento de lixiviado (ETL) foi obtida mediante a aplicação do Método Suíço cuja formulação é representada pela seguinte equação:

$$Q_{LB} = \frac{1}{t} P.A.k. \qquad (05)$$

Em que:

Q_{LB}: vazão de lixiviado (L/s);

P: precipitação anual (mm) – média anual ($P_{MÉD}$) e máxima anual ($P_{MÁX}$);

A: área do aterro (m^2);

k: coeficiente do grau de compactação da célula de confinamento fracamente compactada de RSU: 0,40 ($\leq$ 700kg/m^3 – Castilhos Junior *et.al*, 2003).

As condições de contorno fixadas para obtenção da vazão do lixiviado bruto foram as seguintes:

- Área de disposição de resíduos da etapa 01: 151.000 m²;
- Área de disposição de resíduos da etapa 02: 151.000 m²;
- Área de disposição de resíduos da etapa 03: 418.900 m²;
- Precipitação máxima considerada: 645,30 mm/mês;
- Coeficiente de compactação considerado: 0,40 (fracamente compactado);
- Fator de acúmulo de vazão de lixiviado no início da frente de serviço: 1; e
- Fator de acúmulo de vazão de lixiviado das demais frentes de serviço: 0,35 (considerando a utilização de cobertura temporária durante a operação e cobertura definitiva na finalização de cada frente de serviço).

Considerando as condições de contorno adotadas para a estimativa da geração de lixiviado no CTR Metropolitana, observa-se que todos os parâmetros foram definidos com base em cenários operacionais mais críticos, de forma a garantir que tanto o

sistema de drenagem de lixiviado quanto a estação de tratamento sejam dimensionados para suportar as vazões máximas previstas, assegurando a estabilidade funcional e a eficiência operacional do sistema em condições adversas.

Os resultados obtidos no cálculo da estimativa da geração de lixiviados no aterro do CTR Metropolitana são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 4.4-2 - Estimativa da geração de lixiviados por etapa de avanço do aterro do CTR Metropolitana.

ATERRO FRACAMENTE COMPACTADO – PRECIPITAÇÃO MÁXIMA MENSAL – ETAPA 01							
Situação	**k**	**Área (m²)**	**P (mm/mês)**	**Q (m³/dia)**	**F_A (-)**	**Q_{T-AC} (m³/dia)**	**Q_{T-AC} (m³/h)**
1	0,40	50.333,33	645,30	429,53	1,00	429,53	17,90
2	0,40	50.333,33	645,30	429,53	0,35	579,87	24,16
3	0,40	50.333,33	645,30	429,53	0,35	632,49	26,35
ATERRO FRACAMENTE COMPACTADO – PRECIPITAÇÃO MÁXIMA MENSAL – ETAPA 02							
Situação	**k**	**Área (m²)**	**P (mm/mês)**	**Q (m³/dia)**	**F_A (-)**	**Q_{T-AC} (m³/dia)**	**Q_{T-AC} (m³/h)**
1	0,40	50.333,33	645,30	429,53	1,00	429,53	17,90
2	0,40	50.333,33	645,30	429,53	0,35	579,87	24,16
3	0,40	50.333,33	645,30	429,53	0,35	632,49	26,35
ATERRO FRACAMENTE COMPACTADO – PRECIPITAÇÃO MÁXIMA MENSAL – ETAPA 03							
Situação	**k**	**Área (m2)**	**P (mm/mês)**	**Q (m³/dia)**	**FA (-)**	**QT-AC (m³/dia)**	**QT-AC (m³/h)**
1	0,40	83.780	645,30	714,96	1,00	714,96	29,79
2	0,40	83.780	645,30	714,96	0,35	965,19	40,22
3	0,40	83.780	645,30	714,96	0,35	1.052,77	43,87
4	0,40	83.780	645,30	714,96	0,35	1.083,43	45,14
5	0,40	83.780	645,30	714,96	0,35	1.094,16	45,59

Legenda: k – Fator de compactação; P – Precipitação máxima mensal; Q – Vazão de lixiviado gerado; FA – Fator de acúmulo; QT-AC – Vazão total acumulada de lixiviado

O pedido de Outorga Preventiva Nº1299/2025 – validade 16/06/2028, Processo Nº 2024/0000024631, estabelece a vazão de lançamento de efluente tratado de 24 m^3/h em período de 20 h (480 m^3/d). Ao compararmos essa com os dados da tabela acima, Situação 1 – 429,53 m^3/d (ETAPA 1), o valor de vazão outorgado está 11,7% acima do previsto, e desse modo, a CTR Metropolitana terá até 2,0 anos para realizar nova solicitação, pois nesse prazo se terá área de 50.333,33 m^2 para realizar a disposição adequada de aproximadamente 1.862.333,21 m^3 de RSU.

Com base nos dados da tabela acima, a produção estimada de lixiviado na célula de disposição de resíduos da Etapa 01 do aterro do CTR Metropolitana foi de 632,49 m³/dia. Esse valor considera a subdivisão da frente de operação da etapa 01 em três áreas iguais, com 50.333,33 m² cada, fator de compactação de 0,40 (fracamente compactado), precipitação máxima mensal de 645,30 mm/mês e fator de acúmulo de 0,35. A Etapa 02 apresenta as mesmas condições de contorno adotadas para a Etapa 01, portanto, por analogia, estima-se para esta fase uma vazão de geração de lixiviado igual a 632,49 m³/dia.

A Etapa 03 apresentou a maior vazão estimada de geração de lixiviado dentre as fases analisadas, sendo igual a 1.094,16 m³/dia. Esse valor foi calculado com base na subdivisão da frente de operação em cinco módulos de 83.780 m² cada, considerando-se um fator de compactação dos resíduos igual a 0,40, precipitação máxima mensal de 645,30 mm e fator de acúmulo de 0,35. Somando-se as vazões de lixiviado gerado de cada etapa, obtém-se a vazão total gerada no aterro do CTR Metropolitana, que, por sua vez, foi igual a 2.359,13 m³/dia. Tendo em vista a necessidade de segurança hidráulica na estimativa da geração de lixiviados, adotou-se como valor de geração de lixiviado a vazão de 2.400 m³/dia.

Com a definição da vazão máxima de geração de lixiviado, procedeu-se à determinação das vazões de projeto da estação de tratamento, considerando o avanço progressivo das etapas operacionais do aterro do CTR Metropolitana. As vazões correspondentes ao tratamento em cada fase encontram-se apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 4.4-3 - Estimativa da geração de lixiviados por etapa de avanço do aterro do CTR Metropolitana.

FASE	ÁREA (M²)	ÁREA (HA)	Q_{T-G} (M³/DIA)	Q_{U-ETL} (M³/DIA)	N_{ETL} (-)	Q_{T-ETL} (M³/DIA)	FSH (%)	FSH_A (%)
1	151.000	15,10	632,49	685,00	1	685,00	8,30	8,30
2	151.000	15,10	632,49	685,00	1	685,00	8,30	8,30
3	418.900	41,89	1.094,16	685,00	2	1.370,00	25,21	16,1
Total	720.900	72,09	2.400,00	-	4	2.740,00	14,2	14,2

Legenda: Q_{T-G} - vazão total de lixiviado gerado; Q_{u-ETL} - vazão unitária da ETL; Q_{T-ETL} - vazão total da ETL; n_{ETL}-número de módulos da ETL, FSH - fator de segurança hidráulica; FSH_A - fator de segurança hidráulica absoluto.

Analisando-se a tabela anterior, é possível observar que na Etapa 01 teremos 1 (um) módulo de estação de tratamento de lixiviado com capacidade de tratamento de 685 m³/dia, atendendo a demanda de lixiviado gerado (632,49 m³/dia) com segurança hidráulica de 8,30%. Analogamente à Etapa 01, a Etapa 02 contará com 1 (um) módulo de estação de tratamento de lixiviado com vazão máxima de tratamento de 685 m³/dia e segurança hidráulica de 8,30%.

A Etapa 03 será constituída por 2 módulos da estação de tratamento de lixiviado com capacidade máxima unitária de 685 m³/dia, totalizando uma capacidade instalada de 1.370 m³/dia. A segurança hidráulica relativa desta etapa é de 25,21% e considerando as etapas anteriores, o fator de segurança hidráulica absoluto é de 16,1%. Tendo em vista o arredondamento realizado no valor de geração de lixiviado para 2.400 m³/dia e a vazão máxima de tratamento de 2.740 m³/dia ao final da instalação dos 4 (quatro) módulos da estação de tratamento de lixiviado, verifica-se que há um superávit de 340 m³/dia de capacidade de tratamento. Esse valor representa um fator de segurança hidráulica global de 14,2%, o qual assegura a operação eficiente do sistema de tratamento mesmo sob condições de geração superiores às médias projetadas, conferindo robustez e estabilidade hidráulica ao sistema ao longo da vida útil do empreendimento.

Cabe ressaltar que as condições apresentadas correspondem ao cenário operacional mais crítico, adotado intencionalmente para fins de dimensionamento conservador. Entretanto, considerando os elevados índices pluviométricos característicos da região de implantação do aterro do CTR Metropolitana, torna-se fundamental a adoção e manutenção de medidas operacionais de controle para mitigação da geração de lixiviados. Dentre essas medidas, destacam-se: a aplicação de mantas temporárias de polietileno de baixa densidade (PEBD) nas áreas em operação e a execução da cobertura final com geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD) com espessura mínima de 2,00 mm ao término de cada frente de serviço.

4.4.2 CARACTERIZAÇÃO DO LIXIVIADO

Os principais fatores que influenciam a composição dos lixiviados incluem:

- Idade do aterro
- Geometria e altura da camada de resíduos

- Composição dos resíduos depositados
- Prática de recirculação do lixiviado
- Área superficial exposta para disposição de resíduos
- Condições climáticas regionais
- Métodos operacionais do aterro

Embora apresentem grande variabilidade composicional, os lixiviados possuem características marcantes como:

- Presença significativa de sais (Na^+, Ca^{2+}, K^+)
- Compostos orgânicos aromáticos
- Elevados teores de compostos nitrogenados (especialmente amônia)
- Coloração variando de amarelo-claro a negro
- Condutividade elétrica superior a 10.000 µS/cm (indicativo da alta concentração iônica)
- Ácidos graxos e carboidratos
- Traços de metais pesados e ferro

A tabela apresenta parâmetros médios de lixiviados (brutos e tratados) monitorados pela TECMA em aterros Classe II A do Sudeste brasileiro, servindo como base comparativa para o projeto.

Tabela 4.4-4 - Características gerais previstas para o Lixiviado Bruto e Tratado.

VIDA ÚTIL	LIXIVIADO BRUTO	LIXIVIADO TRATADO	CONAMA 430
pH	7,5 - 8,3	6,0 – 8,0	5,0 -9,0
Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	< 0,1	1,0
Demanda Química de Oxigênio, mg/L de O2	4.000 - 7.000	< 200	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio, mg/L de O2	1.500 - 5.000	< 5	Redução mín. = 60%
Sólidos em Suspensão Totais, mg/L	-	< 20	
Detergentes (MBAS), mg/L	-	< 2,0	-
Toxicidade Aguda (Danio rerio), Utp	-	< 8	-
Cor, mg Pt/L	1.750 - 3.750	< 25	-
Turbidez, uT	-	< 15,0	-
Nitrogênio Amoniacal, mg/L N	900 – 1.500	< 20	20

VIDA ÚTIL	LIXIVIADO BRUTO	LIXIVIADO TRATADO	CONAMA 430
Óleos e Graxas Totais, mg/L	-	< 6	20
Condutividade, µS/cm	10.000 - 17.000	-	-
Cloreto, mg/L	2.000 – 3.500	-	-

4.4.3 DESCRIÇÃO SUCINTA DAS ETAPAS DE TRATAMENTO DA ETL

A ETL será implantada em módulos, os quais serão proporcionais a vazão de geração do lixiviado bruto relativa a cada fase de implantação do maciço de resíduos sólidos, cujos valores de capacidade hidráulica são os seguintes: 1) FASE 1 – Q_{ETL}=685 m^3/d (7,93 L/s); FASE 2 – Q_{ETL}=685 m^3/d (7,93 L/s) e FASE 3 – Q_{ETL}=1.370 m^3/d (15,86 L/s).

De maneira sumarizada, o sistema de tratamento da ETL da CTR Metropolitana consiste na implantação de unidades que envolvem processos e operações unitárias, de tecnologias físico-químicas, biológicas e físicas associadas para remover poluentes como: matéria orgânica (MO), nitrogênio amoniacal total (NAT), metais (Cr, Ni, Co, As, Pb, Hg, Cd), cor e outros poluentes orgânicos persistentes.

Assim, para que se tenha a remoção de poluentes presentes no lixiviado bruto, a ETL terá cerca de 9,0 etapas principais que são:

- Cobertura temporária em PEBD: minimização da produção de lixiviado;
- Lagoas de lixiviado bruto: equalização do lixiviado bruto;
- Pré-tratamento: Peneiramento – remoção de sólidos grosseiros;
- Carbonatação: 1ª injeção de CO_2 para evitar incrustações de carbonato de cálcio;
- Precipitação Química: alcalinização química com cal e posterior sedimentação para separação de fases (sólida e líquida);
- Remoção de nitrogênio: Stripping de NH_3 e lavagem de gases para tratamento das emissões gasosas;
- Ajuste final físico-químico: carbonatação (2ª injeção de CO_2), correção de pH e formação de incrustações de carbonato de cálcio nas unidades do tratamento biológico e de polimento
- Tratamento Biológico: uso de sistema de lodos ativados, para remoão complementar da amônia pelos processos de nitrificação e desnitrificação biológica;

- Tratamento físico: uso da tecnologia de nanofiltração para retenção física de compostos em escala nanométrica (geralmente entre 0,1 e 1 nm), configurando-se assim como etapa de polimento.

É importante mencionar nesse momento que a CTR Metropolitana será implantada em área de pluviosidade elevada (média anual de 2.204,43 mm), então, para que se tenha o devido controle quanto a geração de lixiviado nesse empreendimento, o projeto em questão da ETL, considera a aplicação de cobertura temporária em PEBD (240 e 380 g/m^2) como etapa e medida de controle para minimização da produção de lixiviado na frente de trabalho e o uso de cobertura definitiva (definida em projeto executivo), que irá propiciar menor infiltração de água pluvial no interior dos macios de disposição de RSU durante o período mais chuvoso (janeiro a maio).

Além da adoção do uso de cobertura temporária em PEBD, esta previsto que as lagoas de equalização, também operem como lagoas de armazenamento temporário de lixiviados mediante a evolução operacional das diferentes fases de implantação dos maciços de RSU e conseguentemente de geração de lixiviado, de maneria que essas unidades proporcionem segurança ambiental e operacional num cenário adverso de geração de chorume ou de manuntenção de unidade/equipamento na ETL.

O volume total de acumulação das lagoas de lixiviado bruto da CTR Metropolitana foi estimado em aproximadamente 86.220,00 m³, cujo gerenciamento a priori do transporte e tratamento do lixiviado possa ocorrer sem riscos e de forma controlada, conforme descrito a seguir:

- Fase 1 e Fase 2: Vazão total estimada de lixiviado = 1.264,98 m³/dia; considerando-se 3,0 lagoas em operação com área de 12.933,00 m2, H = 4,0 m tem-se volume de 51.732,00 m³, que resultará em tempo de armazenamento de 40,9 dias;
- Fase 3: Vazão total estimada de lixiviado = 1.135,02 m³/dia; considerando-se 2,0 lagoas em operação com área de 8.622,00 m2, H = 4,0 m tem-se volume de 34.488,00 m³, que resultará em tempo de armazenamento de 30,4 dias.

4.4.4 DESCRIÇÃO DO FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DA ETL

O lixiviado bruto (LB), coletado e transportado por gravidade pela rede de drenagem de fundo dos macios de disposição de RSU é encaminhado para a estação elevatória de lixiviado bruto (EELB), a partir da qual se realiza o bombeamento, deste para as lagoas de equalização, que se destinam a regularizar a vazão e homomogeinizar a carga

poluidora, produzindo então, o lixiviado equalizado (LE). A partir daí o LE, segue para para a peneira estática, para remoção de sólidos grosseiros e em seguida escoará para o tanque de remoção de gás carbônico no qual se faz a primeira injeção de CO_2 antes do “stripping” de amônia para evitar incrustações de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) nas torres de stripping.

Depois, o lixiviado pré-tratado é encaminhado para etapa de precipitação química (alcalinização) onde se tem a adição de hidróxido de cálcio, para realizar a coagulação e floculação dos poluentes presentes no lixiviado, a qual ocorre no tanque de sedimentação. Ocorrendo nesse momento, a geração do lixiviado precipitado (LP) alcalinizado que será encaminhado para a torre de stripping, objetivando-se nesta unidade se remover o nitrogênio amoniacal (amônia, $N\text{-}NH_3$) presente no LP, com ajuste de pH e injeção de O_2 (aeração). O nitrogênio amoniacal removido pela torre de stripping juntamente com outros gases liberados durante essa etapa de tratamento serão captados e conduzidos ao sistema de tratamento de gases através de exaustão forçada, no qual o nitrogênio amoniacal é absorvido através de lavagem com solução química (H_2SO_4 ou HCl) para fins de tratamento de tal emissão. Finalizado o tratamento por stripping, o lixiviado é encaminhado para o tanque de carbonatação, no qual se tem nova dosagem de gás carbônico (2ª injeção de CO_2), para ajuste pH e remoção do cálcio, de maneira a se evitar a deposição do lodo químico na etapa biológica de tratamento, bem como, a ocorrência de incrustação excessiva nos equipamentos de nanofiltração. A partir dessa etapa se tem o chamado lixiviado carbonatado (LC).

A seguir, o LC segue para o tratamento biológico, no sistema de lodos ativados, o qual irá complementar a remoção da amônia pelos processos de nitrificação e de desnitrificação, cuja concentração de oxigênio dissolvido no tanque de aeração deve ser superior a 1,0 mg/L O_2, os sólidos em suspensão voláteis devem ser mantidos em concentrações maiores que 8.000 mg/L (considerando a utilização de reator com membranas de ultrafiltração submersas), o tempo de detenção hidráulica (TDH) superior a 2 dias e a relação alimento/microrganismo, relativa a DBO deve ser mantida em torno de 0,10 kg DBO/KgSSV.d.

Ao término do tratamento biológico, obtém-se o lixiviado desnitrificado (LD) que seguirá para polimento na unidade de nanofiltração, responsável por remover partículas na faixa de um nanômetro, incluindo moléculas orgânicas de alto peso molecular e determinados

sais. Esse processo gera efluente incolor e com redução significativa da carga orgânica inicial. O permeado da nanofiltração (efluente tratado fina), agora considerado lixiviado tratado (LT), atende aos parâmetros legais estabelecidos, sendo adequado para descarga no corpo d´água receptor e/ou utilizado como água de processo ou reúso das atividades da CTR Metropolitana como: lavagens de veículos, irrigação de áreas verdes, limpeza da rede drenagem e da rede esgoto sanitário, reserva de incêndio, limpezada de unidades, máquinas e equipamentos da ETL, preparo de solução de produto químico da ETL, etc.

E com relação a fase sólida (lodo) da precipitação química, tratamento biológico e da nanofiltração esses vão ser submetidos a condicionamento prévio com adição de polímero e depois disso, o lodo condicionado será submetido a desaguamento utilizando-se decanter tipo centrífuga, onde o lodo desaguado será disposto no maciço de residuos sólidos e o líquido clarificado dessa unidade irá retornar para tratamento na linha entre o tanque de remoção de gás carbônico e o tanque de alcalinização.

A eficiência estimada de tratamento do lixiviado na ETL, essa devido a natureza de tal efluente, com alta carga orgânica, presença de NH_3, metais pesados, sais dissolvidos e substâncias recalcitrantes, dificilmente um único processo garante eficiência plena, sendo então necessário a combinação de tratamentos envolvendo tecnologias físico-químicas, biológicas e físicas, para se atingir as faixas de remoção usuais reportadas pela literatura técnica que se pode observar no quadro abaixo.

Quadro 4.4-1 - Etapa de tratamento e faixa de remoção estimada[1].

ETAPA DE TRATAMENTO	PARÂMETRO	EFICIÊNCIA (%)
Peneiramento	**SST**	**20 a 70**
1ª Carbonatação	---	---

[1] Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras (2009) – Prosab 5.

Coletânea em Saneamento Ambiental - Série Temática Tecnologias Ambientais (2011)- Volume 4, Processos físico-químicos para tratamento do chorume de aterros de resíduos sólidos urbanos- DESA-UFMG.

Pollution Control Technology for Leachate From Municipal Solid Waste (2018) - Chapter 5 Leachate Treatment Engineering Processes;

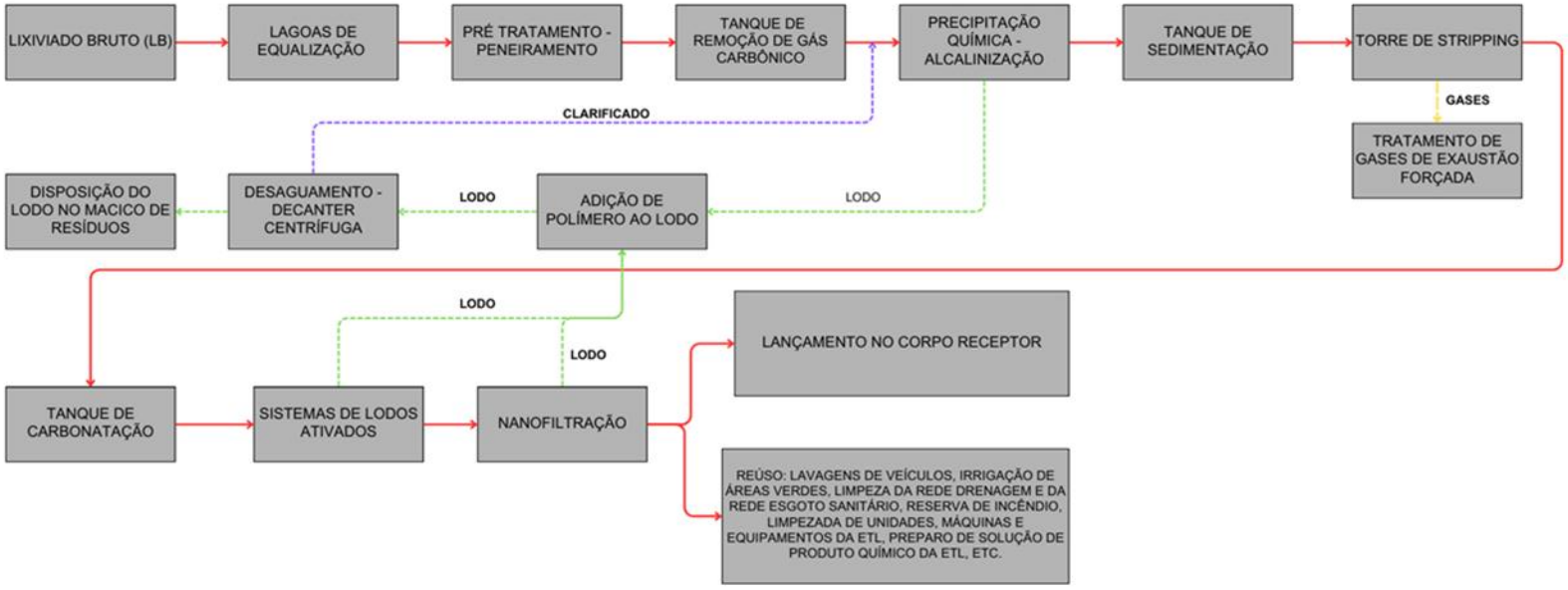
Avaliação de estratégias para o tratamento do lixiviado do aterro sanitário intermunicipal dos municípios de Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Dom Joaquim (2020) - Relatório técnico- DESA-UFMG.

Precipitação Química	DQO	28 a 40
Stripping de NH_3	$N\text{-}NH_3$	13 a 90
2ª Carbonatação e correção do pH	---	---
Sistema de lodo ativado	DQO / $N\text{-}NH_3$	15 a 50 / 70 a 90
Nanofiltração	DQO/DBO / $N\text{-}NH_3$ /Metais/SST	85/85/65/90/100

Ressalta-se que na fase de licença de instalação (LI) no projeto executivo da ETL da CTR Metropolitana, é que serão apresentados no memorial de cálculo, o dimensional das unidades de tratamento, bem como a capacidade hidráulica e a eficiência de remoção.

Na figura a seguir se pode observar um fluxograma processos e das operações unitárias envolvendo as tecnologias de tratamento físico-química, biológica e física que integram o tratamento de lixiviado da ETL da CTR Metropolitana.

Figura 4.4-2 - Fluxograma processos e das operações unitárias envolvendo as tecnologias de tratamento físico-química, biológica e física de tratamento de lixiviado da ETL da CTR Metropolitana.

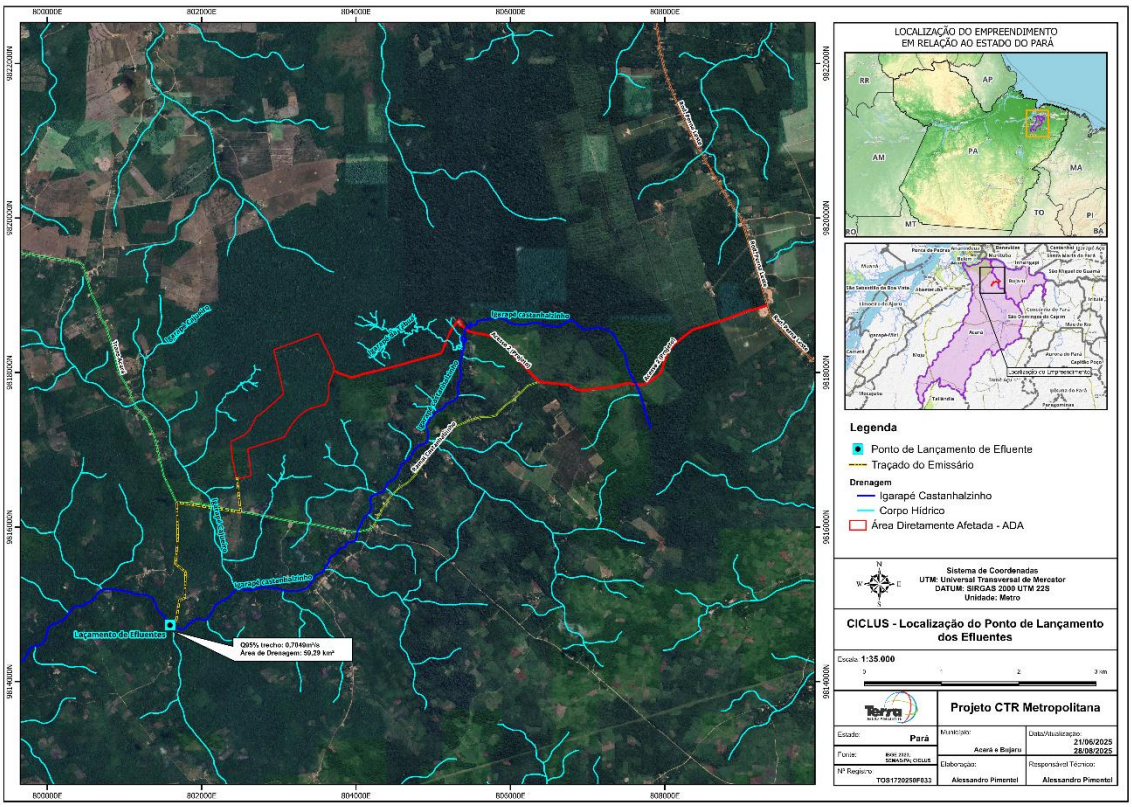


4.4.5 EMISSÁRIO DE LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO

O emissário que irá direcionar o efluente tratado ao ponto de lançamento do igarapé Castanhal terá extensão aproximada de 3,02 km, desde a saída do ETL até o corpo d'água receptor. O traçado do emissário abrangerá uma faixa de servidão de cerca de 8 metros (4 m de cada lado do eixo), exigindo ajustes topográficos para manter a condição hidráulica de lançamento por gravidade.

Esse traçado priorizou o uso de áreas já degradadas existentes, acompanhando as vias de acesso existentes conforme indicado na figura a seguir.

Figura 4.4-3 - Localização do emissário de lançamento de efluente tratado da ETL da CTR Metropolitana.



O emissário de lançamento de efluente tratado será dimensionado de acordo com as vazões de projeto provenientes da Estação de Tratamento de Lixiviado (ETL), assegurando o transporte contínuo e seguro até o corpo hídrico receptor que ocorrerá sob regime de conduto livre, ou seja, com escoamento sob ação da gravidade.

De maneira sintética, o emissário de lançamento de efluente tratado consiste na implantação de unidades e trechos construtivos que envolvem obras lineares, estruturas de apoio e o dispositivo final de lançamento, conforme descrição a seguir:

- Trecho inicial: corresponde ao ponto de saída do efluente tratado da ETL, contemplando dispositivos de transição hidráulica e caixas de inspeção que permitirão o acesso para manutenção;
- Tubulação principal: constituída em material de alta durabilidade e resistência química (PEAD), destina-se a realizar o transporte da vazão projetada sob regime de gravidade;
- Estruturas de inspeção e apoio: essas incluem poços de visita (PV) e caixas de inspeção (CI) dispostas ao longo do traçado, possibilitando monitoramento, manutenção preventiva e intervenções operacionais em caso de necessidade;
- Trecho terminal: corresponde à seção final do emissário, que se destina a conduzir o efluente tratado da ETL até o corpo hídrico receptor, respeitando o enquadramento e a capacidade de autodepuração;
- Proteções e dispositivos de segurança: incluem dissipadores de energia, válvulas de bloqueio e estruturas de proteção contra processos erosivos ou esforços hidrodinâmicos, assegurando a integridade da tubulação;

Ressalta-se que na fase de licença de instalação (LI) o detalhamento das unidades e trechos construtivos que envolvem o emissário de lançamento de efluente tratado, as estruturas de apoio e o dispositivo final de lançamento serão apresentadas no projeto executivo da CTR Metropolitana.

O procedimento empregado para a determinação da capacidade hidráulica do emissário pertencente ao empreendimento CTR Metropolitana utilizou o método dos parâmetros adimensionais para escoamento livre em canais circulares, cujas relações trigonométricas da seção circular, baseiam-se no diâmetro (D) e na altura lâmina d'água y (m) como as dimensões geométricas de maior interesse e das quais resulta o ângulo interno teta (θ) que conjuntamente com dados de declividade (I), coeficiente de Manning (n) e das expressões adimensionais se obtém o comportamento da vazão (Q), Raio hidráulico (R_H) e velocidade em função de y.

As principais expressões utilizadas para quantificação da vazão de lançamento do emissário foram as seguintes:

$$\theta=2 \arccos\left[1-\frac{2y}{D}\right)] \qquad (06)$$

$$\frac{R_H}{D} = (\theta\text{-sen}\,\theta)/4\theta \quad (07)$$

$$\frac{A_M}{y^2} = [(\theta\text{-sen}\,\theta)/4].\,(1\text{-cos}\,\theta/2) \quad (08)$$

$$\frac{Q.n}{I^{1/2}} = A_M.\,(R_H)^{2/3} \quad (09)$$

$$\frac{y}{D} = 0{,}5.\,(1\text{-cos}\,\theta/2) \quad (10)$$

$$\frac{A_M}{D^2} = (\theta\text{-sen}\,\theta)/8 \quad (11)$$

As condições de contorno fixadas para obtenção da capacidade hidráulica de vazão de lançamento do emissário envolveram foram as seguintes:

- Regime de lançamento: escoamento sob ação da gravidade;
- Extensão da tubulação: 3,02 Km;
- Material da tubulação: PEAD;
- Vazão inicial:685 m^3/d (7,93 L/s) - Situação 1,0.;
- Vazão final: 2.740 m^3/d (31,71 L/s) - Situação 2,0.;
- Coeficiente de Manning (n) =0,012 (Tigre, 2025);
- Declividade (I): 0,0045 m/m;
- Diâmetro (D): 350 mm;
- Y/D: 0,75 – Situação 3,0 (Projeto).

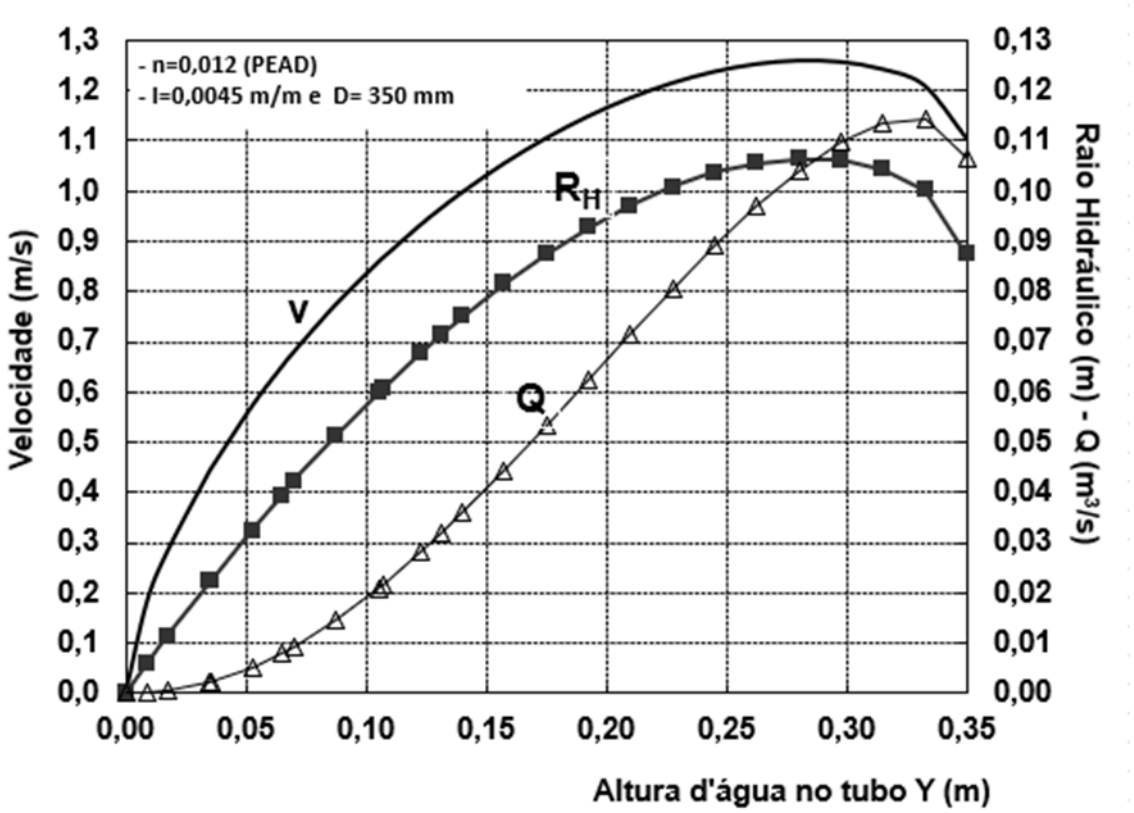
Depois de estabelecidas as condições de contorno, os principais resultados com relação a capacidade hidráulica de lançamento do emissário para as situações: 1) Situação 1 - vazão inicial da ETL de 685 m^3/d (7,93 L/s), 2) Situação 2 - vazão final da ETL de 2.740 m^3/d (31,71 L/s) e 3) Situação 3 - vazão de projeto do emissário de 97,09 L/s, podem ser observados na tabela e figura a seguir.

De acordo com os resultados da quantificação hidráulica, o emissário do efluente tratado pré-dimensionado com tudo de PEAD, com DN 350 mm e I=0,0045 m/m (Situação 3-projeto), tem capacidade de escoamento de 97,09 L/s, a qual atende as condições de vazão inicial de da ETL operando com 7,93 L/s (Situação 1) e de vazão final da ETL funcionando com 35,88 L/s (Situação 2

Tabela 4.4-5 - Resumo dos valores da capacidade hidráulica do emissário de lançamento do efluente tratado da ETL (Situação 1, Situação2 e Situação 3).

SITUAÇÃO	Y/D	θ	N	D (MM)	I (M/M)	Y (M)	R_H (M)	V (M/S)	Q_T (M^3/S)	Q (L/S)
0,0	0,000	0,000	0,012	350	0,0045	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
1,0	0,185	1,777	0,012	350	0,0045	0,065	0,04	0,65	0,008	7,93
2,0	0,400	2,739	0,012	350	0,0045	0,140	0,07	1,00	0,036	35,88
3,0	0,750	4,189	0,012	350	0,0045	0,263	0,11	1,25	0,097	97,09

Figura 4.4-4 - Gráficos da variação de velocidade (v), raio hidráulico (RH) e vazão do emissário de efluente tratado da ETL da CTR Metropolitana.



4.4.6 UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO EMPREENDIMENTO

O presente tópico tem por objetivo apresentar as informações necessárias à caracterização da dinâmica de uso dos recursos hídricos nas atividades previstas para o CTR Metropolitana. Considerando que as fases de implantação e operação possuem particularidades distintas quanto à demanda e circulação da água no sistema, a quantificação do consumo hídrico foi elaborada de forma segmentada para cada uma dessas etapas, a fim de representar adequadamente os volumes envolvidos ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

4.4.6.1 USO DA ÁGUA – FASE DE IMPLANTAÇÃO

A fase de implantação do empreendimento corresponde ao período destinado à execução das obras do CTR Metropolitana, abrangendo a construção do aterro sanitário, das estruturas de apoio operacional, da Estação de Tratamento de Lixiviado (ETL) e da Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB). Informações complementares e especificações técnicas detalhadas serão apresentadas no respectivo Projeto Executivo do aterro sanitário do CTR Metropolitana.

A água utilizada na etapa de implantação será proveniente de captação subterrânea através de poços tubulares construídos em conformidade com a ABNT NBR 12244:2022 – Poços tubulares para captação de água subterrânea — Projeto, construção, desenvolvimento e proteção sanitária. Para a implantação dos referidos poços será aberto processo administrativo específico junto à SEMAS visando obter a Autorização de Perfuração, assim como a outorga para uso dos recursos hídricos das vazões necessárias para atendimento do empreendimento. A localização do poço tubular, bem como da estação de tratamento de água compacta que abastecem a CTR Metropolitana estão localizadas na área administrativa como pode ser observado na peça gráfica PG-003110275-PTR-014-REV-00 (Volume II – Anexos, pág. 18).

Os usos da água durante a implantação serão basicamente para atendimento das demandas dos funcionários que atuarão na área administrativa, canteiro de obras e nas frentes de serviço, englobando o abastecimento dos banheiros, vestiários e refeitórios. A expectativa do empreendimento é de que sejam empregados, de forma simultânea 350 funcionários. Sendo assim, foi possível realizar a estimativa da vazão de água necessária para atendimento dessas demandas, por meio do equacionamento e considerando os seguintes parâmetros:

- Área de disposição de resíduos da etapa 01: 151.000 m²;
- População: 350 funcionários;
- Consumo per capita de água: 80 L/hab.dia (per capita para alojamento temporário) (TSUTIYA, 2013);
- Coeficiente do dia de maior consumo: 1,2 (k1);
- Coeficiente da hora de maior consumo: 1,5 (k2); e
- Vazão adicional para lavagem de piso e máquinas pesadas: 50 m³/dia.

$$Q_{Água} = \frac{k_1 \times k_2 \times P \times q}{1000} + Q_A. \quad (12)$$

Em que:

$Q_{Água}$: vazão de água consumida (m³/dia)

K1: coeficiente do dia de maior consumo;

K2: coeficiente da hora de maior consumo;

P: população (hab);

q: consumo per capita (L/hab.dia); e

Q_A: vazão adicional destinada para lavagem de piso e máquinas pesadas (m³/dia).

Por meio da Equação 12 e dos parâmetros supracitados, o valor da vazão de água a ser utilizada na etapa de implantação foi de 100,4 m³/dia, sendo 50,4 m³/dia destinados ao atendimento da demanda gerada pelos funcionários e 50 m³/dia será destinada à lavagem de piso, lavagem de máquinas pesadas e demais atividades que necessitem de água.

O detalhamento do uso da água no canteiro de obras e nas frentes operacionais, bem como no setor administrativo na fase de implantação pode ser observado na tabela abaixo.

Tabela 4.4-6 - Uso da água no CRT Metropolitana na fase de implantação.

CONSUMO DE ÁGUA DO CANTEIRO DE OBRAS + OPERACIONAL – FASE DE IMPLANTAÇÃO								
Q_A (m³/dia)	**k1**	**k2**	**P (hab)**	**q (L/hab.dia)**	**$Q_{Água}$ (L/dia)**	**$Q_{Água}$ (L/dia)**	**Q_T (m³/dia)**	**Q_{ESG} (m³/dia)**
45,00	1,20	1,50	290,00	80,00	41.760,00	41,76	86,76	33,41
CONSUMO DE ÁGUA DO SETOR ADMINISTRATIVO – FASE DE IMPLANTAÇÃO								
Q_A (m³/dia)	**k1**	**k2**	**P (hab)**	**q (L/hab.dia)**	**$Q_{Água}$ (L/dia)**	**$Q_{Água}$ (L/dia)**	**Q_T (m³/dia)**	**Q_{ESG} (m³/dia)**
5,00	1,20	1,50	60,00	80,00	8.640,00	8,64	13,64	6,91
CONSUMO TOTAL DO CTR METROPOLITANA – FASE DE IMPLANTAÇÃO								
Q_A (m³/dia)	**k1**	**k2**	**P (hab)**	**q (L/hab.dia)**	**$Q_{Água}$ (L/dia)**	**$Q_{Água}$ (L/dia)**	**Q_T (m³/dia)**	**Q_{ESG} (m³/dia)**
50,00	1,20	1,50	350,00	80,00	50.400,00	50,40	100,40	40,32

Legenda: Q_{ESG} – vazão de esgoto.

A partir dos dados da tabela acima, observa-se que a vazão de consumo de água do canteiro de obras e frente operacional na fase de implantação será de 86,76 m³/dia, sendo 41,76 m³/dia destinados ao atendimento dos funcionários e 45 m³/dia para a

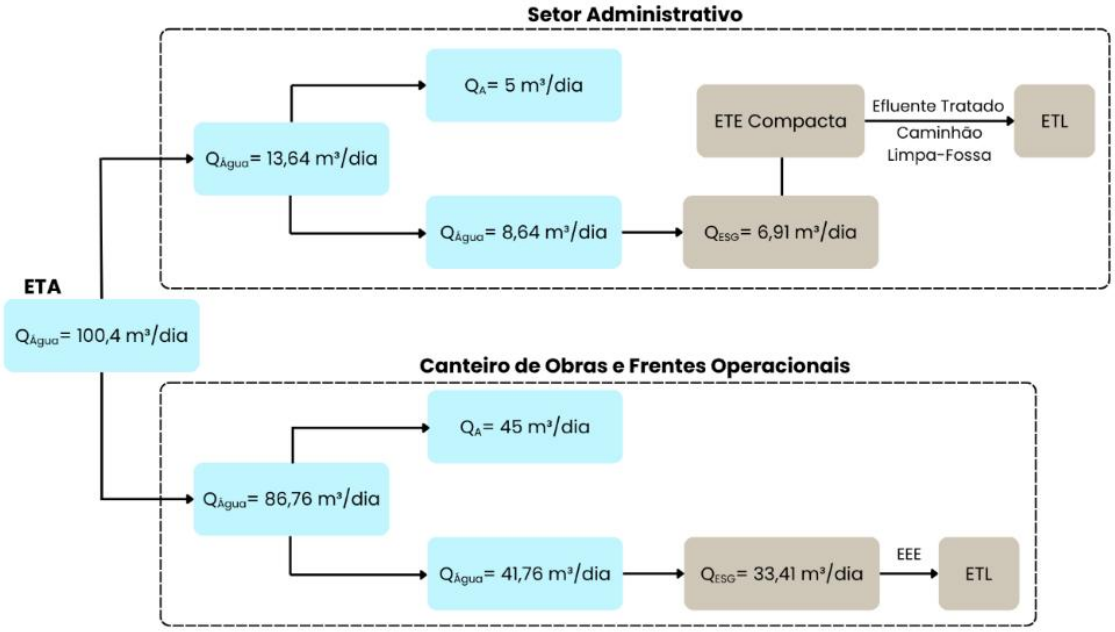
lavagem de pisos e máquinas pesadas. No que diz respeito à geração de esgotos, foi considerado um coeficiente de retorno de 0,80 sobre o consumo de água dos funcionários, obtendo-se uma vazão de esgoto de 33,41 m³/dia. O esgoto gerado no canteiro de obras será conduzido por meio de estação elevatória para a estação de tratamento de lixiviado do CTR Metropolitana.

Para o setor administrativo, a vazão total de água para consumo na fase de implantação foi de 13,64 m³/dia, onde 8,64 m³/dia são destinados ao atendimento das necessidades dos funcionários e 5 m³/dia para a lavagem de pisos e demais espaços do setor. Adotando-se o mesmo coeficiente de retorno do utilizado no canteiro de obras e frente de serviço (0,80), obteve-se a vazão de esgoto do setor administrativo, que foi igual a 6,91 m³/dia. O esgoto gerado no setor administrativo será tratado por ETE compacta e o efluente tratado será conduzido para a estação de tratamento de lixiviado do CRT Metropolitana.

A água captada no poço tubular profundo será conduzida por bombeamento até a estação de tratamento de água, onde será submetida a tratamento compatível com os usos previstos no empreendimento. Após o tratamento, a água potável será distribuída por meio de rede hidráulica pressurizada no setor administrativo e alimentará as frentes operacionais e o canteiro de obras mediante a utilização de caminhão pipa.

O fluxograma das vazões de água utilizadas na fase de implantação do CTR Metropolitana pode ser observado na figura a seguir.

Figura 4.4-5 - Fluxograma de uso da água no CTR Metropolitana na fase de implantação.



Legenda: EEE – Estação elevatória de Esgoto.

4.1.12.1 USO DA ÁGUA – FASE DE OPERAÇÃO

Durante a operação do aterro o balanço hídrico apresentará uma dinâmica distinta da apresentada na etapa de instalação, principalmente pela redução no número de funcionários ficando no CTR Metropolitana apenas os funcionários permanentes do setor administrativo e das frentes operacionais.

Assim como na etapa de implantação, a água utilizada para a operação do aterro será proveniente de captação subterrânea através de poços tubulares de concreto. Ainda, haverá utilização do efluente (lixiviado) tratado para a realização de umectação das vias internas de acesso às pilhas de resíduos, promovendo o reuso do recurso hídrico.

A água subterrânea captada por meio dos poços tubulares profundos será destinada, prioritariamente, ao suprimento das demandas hídricas associadas às atividades de apoio à operação do empreendimento, notadamente aquelas relacionadas ao uso humano nas edificações administrativas e funcionais. Dentre essas edificações, incluem-se sanitários, copa, refeitório, vestiários, oficina de manutenção e ambulatório. Outra parcela da água proveniente dos poços será destinada ao atendimento das necessidades de lavagem de piso e dos caminhões.

A expectativa do empreendimento é de que sejam empregados na fase de operação, de forma simultânea 200 funcionários. Sendo assim, foi possível realizar a estimativa da

vazão de água necessária para atendimento dessas demandas, por meio da equação 10 e considerando os seguintes parâmetros:

- População: 200 funcionários;
- Consumo per capita de água: 80 L/hab.dia (per capita para alojamento temporário) TSUTIYA (2013);
- Coeficiente do dia de maior consumo: 1,2 (k1);
- Coeficiente da hora de maior consumo: 1,5 (k2); e
- Vazão adicional para lavagem de piso e máquinas pesadas: 50 m³/dia.

Por meio da equação 12 e dos parâmetros supracitados, o valor da vazão de água a ser utilizada na etapa de implantação foi de 78,8 m³/dia, sendo 28,8 m³/dia destinados ao atendimento da demanda gerada pelos funcionários e 50 m³/dia será destinada à lavagem de piso, lavagem de máquinas pesadas e demais atividades que necessitem de água.

O detalhamento do uso da água no canteiro de obras e nas frentes operacionais, bem como no setor administrativo na fase de operação pode ser observado na tabela abaixo.

Tabela 4.4-7 - Uso da água no CRT Metropolitana na fase de operação.

CONSUMO DE ÁGUA DO CANTEIRO DE OBRAS + OPERACIONAL – FASE OPERACIONAL								
Q_A (m³/dia)	k1	k2	P (hab)	q (L/hab.dia)	$Q_{Água}$ (L/dia)	$Q_{Água}$ (L/dia)	Q_T (m³/dia)	Q_{ESG} (m³/dia)
45,00	1,20	1,50	150,00	80,00	21.600,00	21,60	66,60	17,28
CONSUMO DE ÁGUA DO SETOR ADMINISTRATIVO – FASE OPERACIONAL								
Q_A (m³/dia)	k1	k2	P (hab)	q (L/hab.dia)	$Q_{Água}$ (L/dia)	$Q_{Água}$ (L/dia)	Q_T (m³/dia)	Q_{ESG} (m³/dia)
5,00	1,20	1,50	50,00	80,00	7.200,00	7,20	12,20	5,76
CONSUMO TOTAL DO CTR METROPOLITANA – FASE OPERACIONAL								
Q_A (m³/dia)	k1	k2	P (hab)	q (L/hab.dia)	$Q_{Água}$ (L/dia)	$Q_{Água}$ (L/dia)	Q_T (m³/dia)	Q_{ESG} (m³/dia)
50,00	1,20	1,50	200,00	80,00	28.800,00	28,80	78,80	23,04

Legenda: Q_{ESG} – vazão de esgoto.

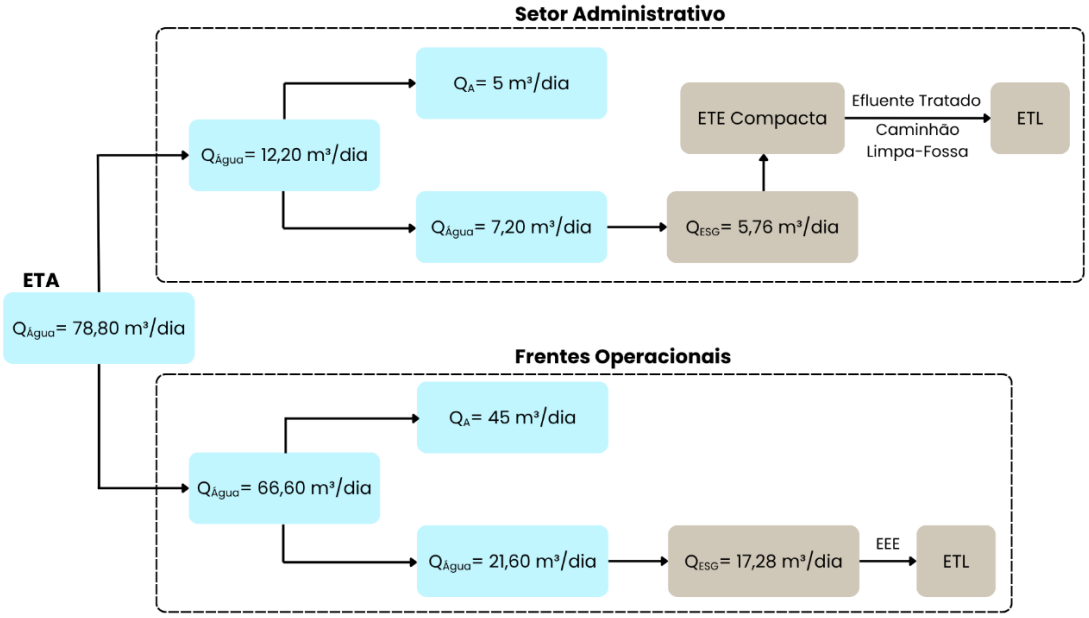
A partir dos dados da tabela, observa-se que a vazão de consumo de água do canteiro de obras e frente operacional na fase de implantação será de 66,60 m³/dia, sendo 21,60 m³/dia destinados ao atendimento dos funcionários e 45 m³/dia para a lavagem de pisos e máquinas pesadas. No que diz respeito à geração de esgotos, foi considerado um coeficiente de retorno de 0,80 sobre o consumo de água dos funcionários, obtendo-se

uma vazão de esgoto de 17,28 m³/dia. O esgoto gerado no canteiro de obras será conduzido por meio de estação elevatória para a estação de tratamento de lixiviado do CTR Metropolitana.

No setor administrativo, a vazão total de água para consumo na fase de implantação foi de 12,20 m³/dia, onde 7,20 m³/dia são destinados ao atendimento das necessidades dos funcionários e 5 m³/dia para a lavagem de pisos e demais espaços do setor. Adotando-se o mesmo coeficiente de retorno do utilizado no canteiro de obras e frente de serviço (0,80), obteve-se a vazão de esgoto do setor administrativo, que foi igual a 5,76 m³/dia. O esgoto gerado no setor administrativo será tratado por ETE compacta e o efluente tratado será conduzido para a estação de tratamento de lixiviado do CRT Metropolitana.

A água subterrânea será aduzida por bombeamento até a Estação de Tratamento de Água (ETA), onde será submetida aos processos de adequação da qualidade, seguindo os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Uma vez tratada e classificada como potável, a água será distribuída por meio de rede hidráulica pressurizada às edificações do setor administrativo. Paralelamente, será disponibilizada para as frentes operacionais por meio de abastecimento indireto, utilizando-se caminhões-pipa, garantindo o fornecimento contínuo nas áreas não contempladas pela infraestrutura fixa de distribuição. O fluxograma das vazões de água na fase operacional do CTR Metropolitana pode ser observado na figura a seguir.

Figura 4.4-6 - Fluxograma de uso da água no CTR Metropolitana na fase de operação.



4.4.7 ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO CORPO RECEPTOR

O estudo de autodepuração busca avaliar a capacidade natural de um corpo hídrico em assimilar e decompor a carga poluidora recebida, restabelecendo seu equilíbrio ambiental.

A seguir tem-se o resumo das principais informações do estudo de autodepuração:

- Corpo d'água receptor
  - Nome: Igarapé Castanhalzinho (Outorga Preventiva Nº1299/2025);
  - Localização geográfica: 01°40'27,50"S e 48°17'22,40W (Outorga Preventiva Nº1299/2025);
  - Vazão de referência (Q95%): 0,7049 m3/s (2.537,64 m3/h) - Portal SEIRH (SEMAS-PA);
  - Classificação segundo a legislação: Resolução CONAMA 357 de 2005 – Classe II.
  - Concentração de DBO: 3,37 a 3,49 mg/L (Fonte: 23.DLP.110.RT);
- Caracterização da carga lançada
  - Origem do efluente: Efluente tratado na ETL da CTR Ciclus – proveniente da unidade de nanofiltração;
  - Vazão de lançamento: 480 m3/d (Formulário técnico D – Diluição de Lançamento de Efluentes SEMAS);

- Concentração de DBO: 5,0 mg/L (Formulário técnico D – Diluição de Lançamento de Efluentes SEMAS);
- Condições de lançamento: conduto livre sob ação da gravidade (Fonte: 23.DLP.110.RT).

- Modelagem de autodepuração
  - Aplicação de modelos matemáticos: Modelo Streeter Phelps (Fonte: 23.DLP.110.RT);
  - Definição do coeficiente de desoxigenação (k1) = 0,34 d-1(Fonte: 23.DLP.110.RT);
  - Definição do coeficiente de reaeração (k2) = 0,55 d-1 (Fonte: 23.DLP.110.RT);
  - Temperatura da água superficial (T) = 27,5°C (Fonte: 23.DLP.110.RT);
  - Concentração de OD: 3,78 a 4,04 mg/L (Fonte: 23.DLP.110.RT).

4.4.7.1 RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES

Reserva de vazão de diluição de 30 m^3/h no corpo receptor Igarapé Castanhalzinho, localizado nas coordenadas 01°40’27,50”S e 48°17’22,40W para diluir DBO=10 mg/L, proveniente do efluente chorume tratado na CTR de Tratamento de Resíduos Metropolitana com vazão de lançamento de 24 m^3/h em um período de 20h, totalizando 480 m^3/d (Outorga Preventiva Nº1299/2025);

No caso da CTR Metropolitana o pedido de Outorga Preventiva Nº1299/2025 – validade 16/06/2028, Processo Nº 2024/ 0000024631 aprovado pela SEMAS, no qual se estabeleceu vazão de lançamento de efluente tratado de 24 m^3/h em período de 20 h (480 m3/d), ao ser comparado com os dados de estimativa da geração de lixiviados por etapa de avanço do aterro do CTR Metropolitana, Situação 1 – 429,53 m^3/d (ETAPA 1), o valor de vazão outorgado está 11,7% acima do previsto, e desse modo, a CTR Metropolitana terá até 2,0 anos para realizar nova solicitação, pois nesse prazo se terá área de 50.333,33 m^2 para realizar a disposição adequada de aproximadamente 1.862.333,21 m^3 de RSU.

4.5 SISTEMA DE CAPTAÇÃO E DESTINAÇÃO DE BIOGÁS

4.5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O biogás de aterro sanitário é um dos principais subprodutos da decomposição anaeróbia da matéria orgânica presente no RSU, cuja composição inclui diversos gases,

sendo o metano (CH_4) o mais relevante, representando cerca de 50% do biogás e que se configura como Gás de Efeito Estufa (GEE), além de apresentar alto potencial inflamável, o que demanda estratégias de controle.

Uma das formas de mitigar suas emissões é a conversão em dióxido de carbono (CO_2) por meio da combustão, processo que reduz em 25 vezes o impacto no aquecimento global em comparação à liberação direta do metano na atmosfera. Atualmente, as principais técnicas de destruição e aproveitamento do metano proveniente de biogás incluem:

- Combustão em queimadores específicos (flares);
- Geração de energia elétrica em moto-geradores a biogás, eliminando a necessidade de combustíveis fósseis;
- Purificação do biogás, convertendo-o em um produto equivalente ao Gás Natural Renovável (GNR), substituindo fontes não renováveis.

Visando adotar as melhores tecnologias e práticas ambientais disponíveis, a CTR Metropolitana irá implementar no referido empreendimento Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB) para controlar e reduzir as emissões provenientes do maciço de resíduos sólidos.

4.5.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DO BIOGÁS

O sistema de captação e destinação de biogás da CTR Metropolitana é composto por duas etapas principais:

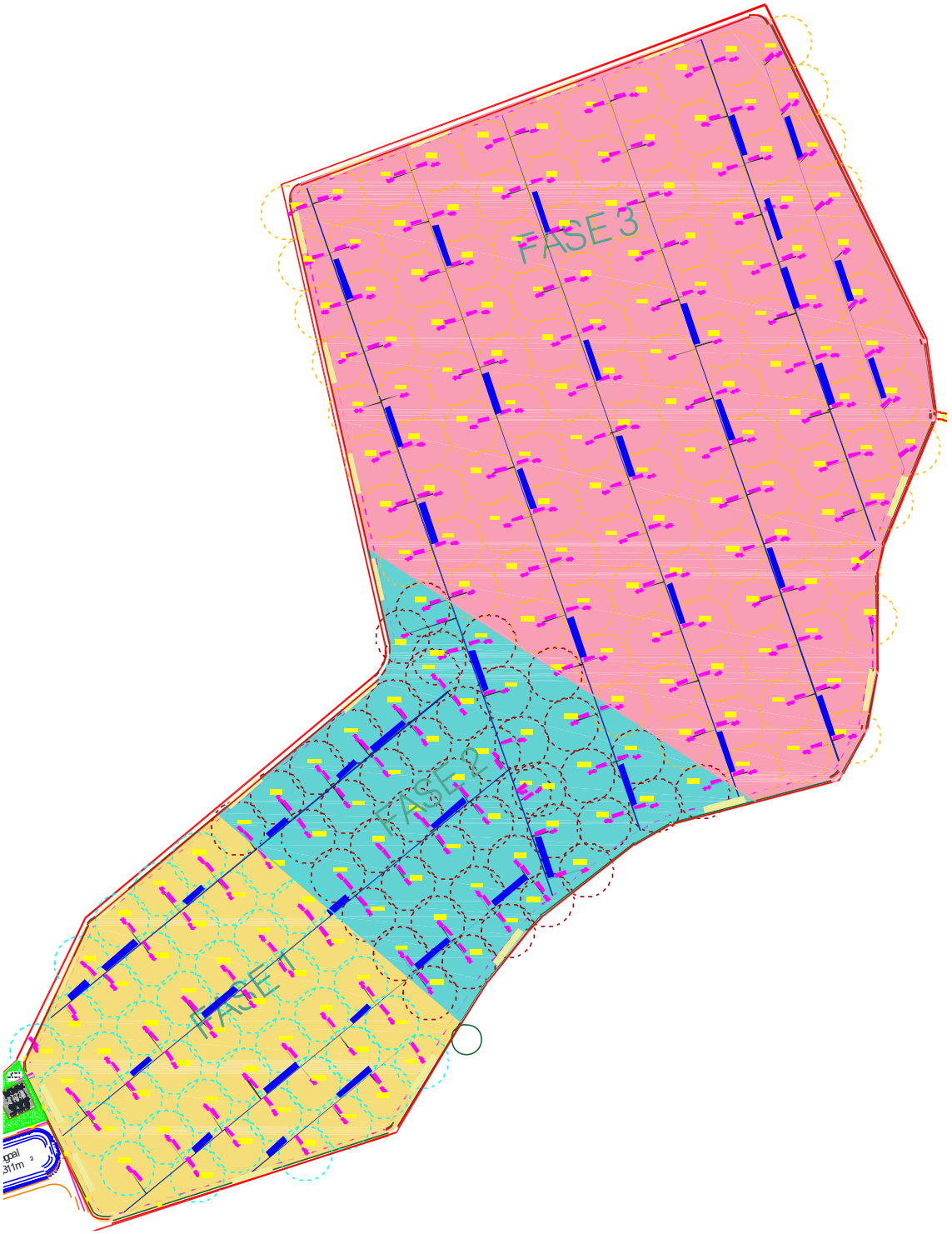
- Captação do biogás – Realizada por meio de poços de extração e uma rede de tubulações e conexões em PEAD, que formam o gasoduto distribuído pelo aterro sanitário. O número de drenos verticais de biogás por fase de implantação são os seguintes: Fase 1 – 42 unidades; Fase 2 – 45 unidades e Fase 3 – 126 unidades, com relação as tubulações de PEAD tem-se DN 90 mm para cabeçotes, DN 160 mm para tubulações destinadas a interligação dos poços de biogás com a rede de captação perimétrica e DN 200 mm para tubulações perimétricas dos coletores principais que vão chegar até a UCQB;
- UCQB – responsável pelo monitoramento do sistema e pelo controle da destinação do gás, direcionando-o para os diferentes processos de aproveitamento ou destruição.

4.5.3 REDE DE CAPTAÇÃO DE BIOGÁS

Os drenos verticais de biogás (poços) serão implantados uniformemente em toda a área do aterro sanitário. O sistema de captação opera da seguinte forma: os cabeçotes (DN 90 mm) e tubulações de interligação de PEAD (DN 160 mm) conectados aos poços coletam o biogás existente no interior dos maciços e depois encaminham esses para as tubulações perimétricas de PEAD (DN 200 mm) que vão levar o biogás por meio se exaustão para a Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB).

A seguir apresenta-se na figura a seguir a planta baixa dos poços de desgaseificação a ser implantado no maciço de RSU da CTR Metropolitana.

Figura 4.5-1 - Rede de Captação de Biogás da CTR Metropolitana.



4.5.4 UNIDADE DE CAPTAÇÃO E QUEIMA DE BIOGÁS

A UCQB será concebida para permitir o monitoramento e a regulagem da sucção de todo o sistema de captação instalado no aterro sanitário. Por isto, cada ramal de PEAD proveniente do aterro sanitário corresponde a um coletor de entrada no sistema onde é monitorada: a vazão, a pressão aplicada na linha e a temperatura do biogás. Cada coletor de entrada será dotado de um sistema para regular a sucção que se deseja aplicar na rede em campo, onde o valor de sucção é mantido constante mediante a modulação das válvulas pneumáticas comandadas pelo sistema de supervisão e comando. Cada linha, além dos instrumentos de medição e regulagem, possui um separador de condensado (*Demister)* com filtro de coalescência de aço inox e com bombeamento automático.

Estas linhas de entrada são interligadas aos sopradores de múltiplos estágios. Os sopradores serão dimensionados cada um para uma vazão de biogás, com capacidade suficiente para a sucção do biogás do aterro sanitário e para a alimentação do sistema de combustão, ou no ponto de entrega para tratamento. O número de sopradores, bem como as linhas de entrada no sistema, será crescente em função da ampliação do aterro sanitário e da respectiva disponibilidade do biogás.

O transporte do biogás entre as várias seções da central realiza-se no interior dos coletores e tubulações construídas em aço inox; o diâmetro de cada coletor será projetado em função da vazão final prevista para o biogás e limitando a velocidade de fluxo. No interior da sala de controle estarão instalados os quadros elétricos e de comando (com CLP) e os quadros de análise de biogás. O comando de todos os equipamentos da planta é centralizado por estes quadros e um sistema de supervisão e controle constituído por computadores (um reserva), ligados aos CLP, através software de interface específico, possibilitando a visualização e arquivamento de todos os parâmetros de funcionamento da central.

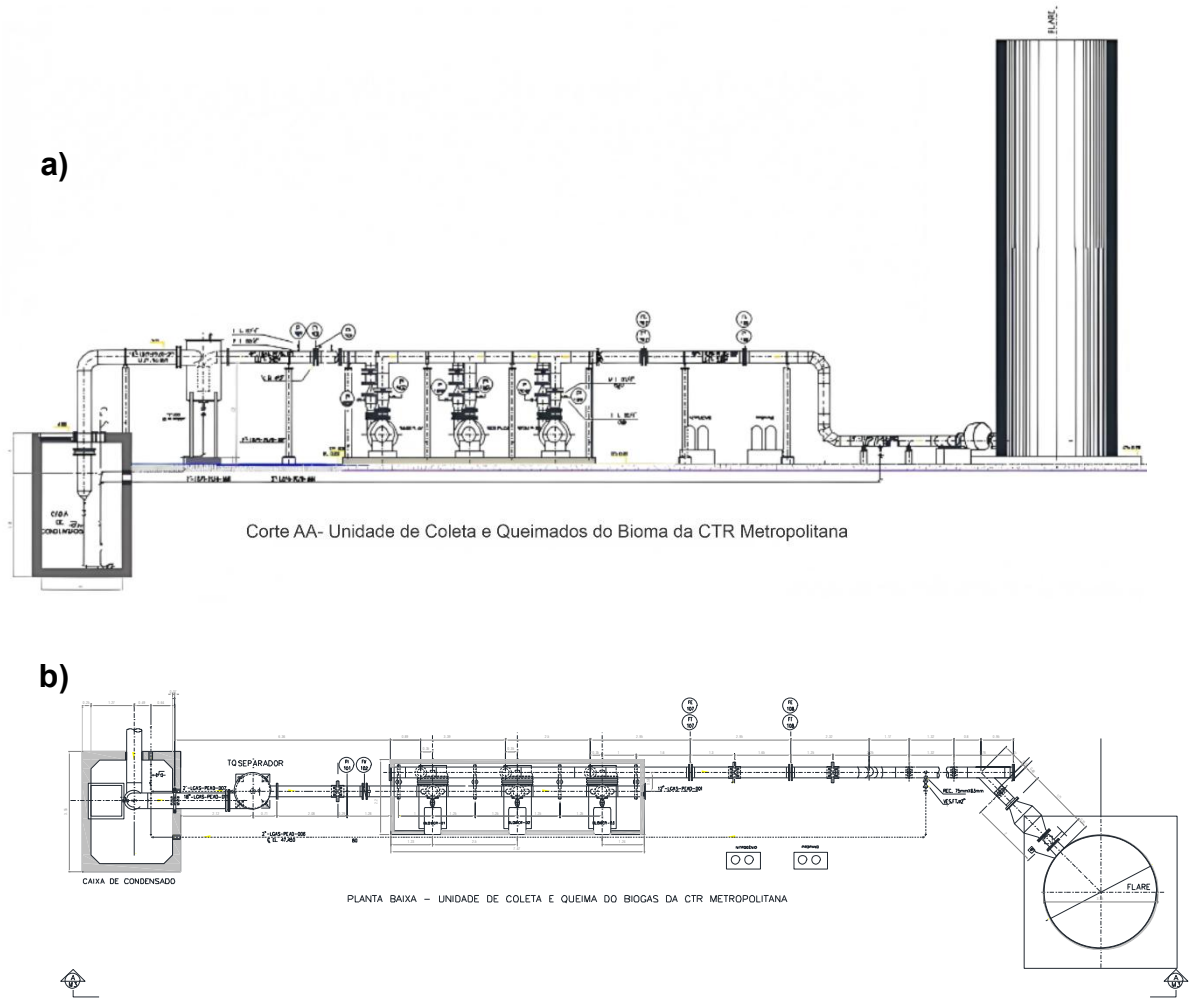
Os queimadores de biogás (Flares enclausurados) são constituídos por um cilindro de aço inox com módulos de fibras cerâmicas refratárias, que garantem o desempenho esperado, através da combustão regulada automaticamente e com monitoramento.

Cada queimador possuirá uma linha de amostragem individual composta por sonda de amostragem para alta temperatura, mangueiras flexíveis, bomba de diafragma para

sucção da amostra, sistema de condicionamento da amostra, filtros, rotâmetros, válvulas para controle e regulagem, analisador de metano e oxigênio, entre outros. Essa linha de amostragem conduz o gás da parte superior dos Flares até os quadros de análise, localizados na sala de controle da unidade. Os parâmetros de metano e oxigênio são monitorados continuamente e registrado em computador supervisório.

A seguir apresenta-se na figura a seguir a planta baixa e o corte da unidade de desgaseificação UCQB a ser implantada na CTR Metropolitana.

Figura 4.5-2 - Planta baixa (a) e corte (b) do queimador de biogás da CTR Metropolitana.



4.5.5 ALTERNATIVAS DE APROVEITAMENTO DO BIOGÁS

O biogás gerado nos maciços de tratamento de RSU é uma mistura de gases, principalmente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), além de outros componentes em menor quantidade, cuja emissão direta de CH_4 no meio ambiente é preocupante uma vez que sua molécula possui efeito estufa 28 vezes maior que o CO_2, e que que atualmente este subproduto gasoso tem sido objeto de aproveitamento nas centrais de tratamento de resíduos sólidos, em alternativas de valorização como: i) Geração de Energia Elétrica e ii) Produção de Biometano.

A seguir descrevem sucintamente esses processos de aproveitamento do biogás, de modo sucinto:

1. Geração de Energia Elétrica: se constitui na forma mais comum de valorização do biogás, o qual esse é capturado e queimado em um motor de combustão interna, turbina a gás ou microturbina, que aciona gerador para produzir eletricidade.

A eletricidade gerada na CTR, pode ser usada para consumo próprio do empreendimento (autoprodutor), ou mesmo ser vendida para a rede de distribuição ou então utilizada para alimentar outras instalações (públicas ou privadas) próximas do raio de produção.

A usina de geração de energia elétrica é composta por sistemas de: 1) Recepção e condicionamento do biogás (filtros, compressores e resfriadores); 2) Unidades geradoras (motores ou turbinas); 3) Sistema de resfriamento e recuperação térmica; e 4) Subestação e sistema de conexão à rede elétrica, para injeção da energia produzida; 5) Instrumentação, automação e controle operacional, garantindo segurança, eficiência e monitoramento contínuo da geração.

2. Produção de Biometano: O biogás passa por processos de purificação e remoção de CO_2, H_2S, vapor d'água e outros contaminantes, resultando em biometano (CH_4 > 95%).

As principais tecnologias de purificação para produção do Biometano são: i) separação por membranas, ii) Lavagem em fase líquida (água) e iii) Adsorção por variação de pressão. Depois de obtido o biometano, esse pode ser utilizado como combustível veicular o qual é comprimido para abastecer frotas de ônibus, caminhões e carros,

substituindo diesel e gasolina, ou então, ser destonado para uso Industrial, substituindo o gás natural em caldeiras e fornos industriais.

No caso específico da CTR Metropolitana será realizado durante o projeto executivo, o estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental envolvendo as alternativas de tratamento e aproveitamento de biogás mais adequado a capacidade de 1.700 ton/dia, contendo as seguintes etapas:

- Definição das alternativas de aproveitamento do biogás;
- Estudo de mercado;
- Levantamento técnico e operacional;
- Estimativa de investimentos iniciais (CAPEX);
- Estimativa de custos operacionais (OPEX);
- Projeção de receitas e análise financeira;
- Análise de riscos e cenários;
- Conclusão e recomendação.

4.6 DESCRIÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DA CRT METROPOLITANA

A seguir são apresentadas todas as etapas a serem realizadas para implantação do projeto da Central de Tratamento de Resíduos – CTR Metropolitano e que serão descritas nos subitens contidos neste capítulo.

4.6.1 PREVISÃO DE AMPLIAÇÃO DO COMPLEXO

O projeto apresentado atende, neste momento, o planejamento da empresa, não sendo previsto ampliação da área da CTR Metropolitano. No entanto, essa possibilidade poderá ocorrer dependendo de demandas futuras.

4.6.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

O projeto da Central de Tratamento de Resíduos será composto por um aterro sanitário, infraestrutura de apoio, Estação de Tratamento de Efluente (ETE) e Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB). Todo o projeto foi desenvolvido procurando atender aos parâmetros definidos na NBR 13.896/97, ou seja, considerando as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação do aterro de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações

vizinhas. O projeto atendeu ainda aos itens definidos para apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos conforme a NBR 8419/96 que incluem todos os elementos e sistemas de proteção ambiental.

As etapas previstas para a implantação da Central de Tratamento de Resíduos - CTR Metropolitano estão a seguir detalhadas.

4.6.3 LIMPEZA E PREPARO DO TERRENO

Os trabalhos de limpeza do terreno consistirão na remoção de todo o material de origem vegetal presentes na área, que se encontram devidamente caracterizadas no Diagnóstico Ambiental, dos acessos, área de infraestrutura, áreas de implantação do aterro e da Estação de Tratamento de Efluente.

A limpeza incluirá, onde necessário, as operações de supressão, roçada de vegetação rasteira, capoeiras, macegas, destocamento e raspagem com profundidade suficiente para a remoção dos detritos de origem vegetal, carga e transporte até bota-fora que será feito em local dentro do terreno, de preferência em área já degradada.

Na presença de talvegues com transporte de água nos períodos de chuva serão realizadas obras hidráulicas para retificação e de desvio do curso da água e forma a garantir a vazão de escoamento, conforme definido Resolução CERH nº 10/10.

Após a limpeza e conclusão de obras de ajustes do terreno na área de implantação do aterro, serão executados serviços de terraplenagem com o intuito de remover a camada de solo superficial incluindo solos inconsistentes, a serem avaliados por engenheiro geotécnico e aprovado pela fiscalização.

Esse serviço visa a remoção de solos de baixa resistência, a implantação da infraestrutura, acessos e principalmente do sistema de retificação escoamento e de drenagem subsuperficial e, posteriormente, a execução da fundação do aterro por meio de camada de solo argiloso compactado, de modo a constituir uma barreira física à percolação de efluentes líquidos gerados no interior do maciço. Inclui, ainda, a escavação, carga, transporte, descarga e espalhamento em bota-fora.

4.6.4 LOCAIS DE EMPRÉSTIMO E BOTA-FORA.

A área destinada à implantação da CTR Metropolitano tem capacidade de fornecer os volumes necessários de solo para cobertura das células de resíduos e ainda gerar excedente. Sendo assim, o solo para cobertura será obtido durante o processo de corte do terreno para implantação das fases do aterro sanitário, localizado em áreas internas à propriedade.

O material excedente gerado nas atividades de corte será depositado em bota-espera e posteriormente utilizado nas obras civis da infraestrutura, para construção e manutenção das vias de acesso interna e externa ao empreendimento e como camada de cobertura das células de resíduos. À medida que o aterro for avançando, o material excedente a estas atividades será disposto em bota-fora, podendo ser utilizado em obras particulares fora do empreendimento.

4.6.5 VIAS DE ACESSO

O acesso à CTR Metropolitano será efetuado pela rodovia PA-483, denominada de Alça Viária do Pará, acessando, de Belém para o Acará, no Km 24 a esquerda na rodovia Perna Leste por mais 15 km e acessa a direita até a entrada da área da CTR. A interseção a ser feita na rodovia PA-483 deverá passar por estudo de tráfego específico visando definir melhor solução de acesso e saída.

- Acesso Interno à CTR

As pistas de acesso interno foram planejadas apresentando largura mínima de 7,00 m, sendo niveladas e tratadas com uma camada de pedra britada compactada de 5 cm de espessura com declividades e dispositivos de drenagem, convenientemente dimensionados, para assegurar o adequado escoamento de águas superficiais durante o período operacional e após o encerramento da disposição de resíduos. Estão previstos acessos internos provisórios e definitivos. Os acessos internos definitivos serão aqueles que terão a função de assegurar o trânsito dos equipamentos desde o início até o término da operação do aterro, sem sofrer grandes alterações, enquanto os acessos internos provisórios corresponderão aos de uso temporário para cada fase da obra e serão reaterrados pela disposição de resíduos sólidos nas fases seguintes de operação.

As estradas de acesso internas do aterro deverão seguir o *greide* do terreno natural, de modo a evitar declives muito acentuados, possibilitando, assim, um tráfego normal e facilidade de implantação de sistemas de drenagem pluviais. De modo a conceder as condições necessárias ao tráfego de veículos pesados e equipamentos, os acessos deverão ser executados de forma a garantir rampa máxima de 12% e raio de curvatura mínima de 25,0m, sempre obedecendo às recomendações e normas exigidas pelos órgãos competentes, como a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

As pistas de serviço serão executadas com os próprios equipamentos do aterro com antecedência suficiente para que não ocorra o estrangulamento na entrada de resíduos no aterro, por falta de acessos às frentes de serviço. Para tanto, o projeto executivo do aterro será desenvolvido considerando as particularidades regionais o regime de chuvas e as demandas de resíduos, com projeção de crescimento reavaliada a cada 6 (seis) meses.

Tal procedimento terá como objetivo básico antever as eventuais necessidades do preparo e/ou recuperação de frentes de acessos, e impedir a interrupção das operações de descarga, uma vez que tais serviços envolvem responsabilidades que podem afetar a descarga dos caminhões coletores. As eventuais recuperações destas serão executadas com o auxílio dos próprios equipamentos do aterro. Sobre a superfície regularizada, será executado o revestimento com brita, de forma a assegurar o trânsito normal dos veículos para qualquer época do ano.

O transporte e lançamento da brita serão realizados com caminhões basculantes, sendo, então, espalhada por meio de trator de esteira com potência adequada. A compactação será executada inicialmente pelo trânsito dos equipamentos de transporte e, caso necessário, pelo emprego de rolos compactadores vibratórios apropriados.

4.6.6 ORIGEM E ESTIMATIVA DE MÃO DE OBRA

A mão de obra prevista para a fase de implantação será oriunda de comunidades próximas à CTR Metropolitano, sob regime de CLT. Dever-se-á empregar, nas fases de implantação das diversas unidades, em torno de 95 funcionários.

Para a Fase de Operação o aterro poderá operar em até 3 (três) turnos de trabalho diários, estimando-se a geração de 60 empregos diretos, envolvendo pessoal técnico administrativo e de apoio operacional.

Tabela 4.6-1 - Mão de obra, por função para a fase de implantação do empreendimento.

FUNÇÃO	MESES					
	1	2	3	4	5	6
Engenheiro	10	10	15	15	15	15
Técnico de Segurança Trabalho	3	3	3	4	4	4
Técnico de Edificações	20	20	20	25	25	25
Topógrafo	8	8	8	10	10	10
Nivelador	8	8	8	10	10	10
Auxiliar de topógrafo	8	8	8	10	10	10
Encarregado de Pessoal	5	5	5	8	8	8
Auxiliar de Escritório	5	5	5	8	8	15
Apontador	4	4	6	9	9	9
Almoxarife	3	3	3	5	8	8
Auxiliar Serviços Gerais	8	8	8	10	12	15
Auxiliar de Portaria/Vigia	3	3	3	6	6	6
Mestre de Obras	4	4	4	6	6	6
Encarregado	3	3	3	5	8	8
Pedreiro	10	13	15	15	15	15
Carpinteiro	5	7	8	10	10	10
Armador	5	5	5	5	8	10
Montador	5	7	10	10	10	10
Eletricista	5	7	9	9	9	10
Mecânico	5	5	5	5	9	10
Soldador	5	7	7	7	10	10
Bombeiro	3	3	4	4	4	4
Pintor	3	3	6	6	10	10
Operador de Máquinas	10	20	25	25	25	25
Motorista	12	15	20	20	22	22
Servente	20	30	35	35	45	65
TOTAL	180	214	248	282	316	350

Tabela 4.6-2 - Mão de obra, por função para a fase de operação do empreendimento.

FUNÇÃO	QUANTIDADE
Engenheiro	10
Técnico de Segurança Trabalho	4
Técnico de Edificações	6
Topógrafo	6
Nivelador	6
Auxiliar de topógrafo	8
Encarregado de Pessoal	5

FUNÇÃO	QUANTIDADE
Auxiliares administrativos	15
Almoxarife	6
Auxiliar Serviços Gerais	15
Auxiliar de Portaria/Vigia	5
Mestre de Obras	4
Pedreiro	7
Carpinteiro	6
Armador	6
Montador	6
Eletricista	4
Mecânico	4
Soldador	4
Bombeiro	3
Pintor	2
Operador de Máquinas	20
Motorista	8
Servente	8
Operadores de balança	6
Borracheiro	2
Operador da ETE	4
Auxiliares da ETE	8
Operador da UCQB	2
Auxiliares da UCQB	4
Técnico de laboratório	2
Auxiliar de laboratório	4

4.6.7 PROTEÇÃO, ISOLAMENTO E EMPREENDIMENTO

O projeto de isolamento da área da CTR Metropolitano terá três funções básicas, a saber:

- resguardo do patrimônio, como medida que vise impedir a entrada de pessoas não autorizadas e animais;
- barreira física com o entorno, constituindo instrumento de atenuação de impactos, como a retenção complementar de poeiras, ruídos e odores; e
- construir um instrumento de reintegração ambiental e paisagística com o entorno.

No que se refere ao isolamento físico, contar-se-á com o cercamento de todo o perímetro da área através de cerca de arame farpado e mourões, associado à vigilância

permanente de toda a área. Conjuntamente a esse cercamento, será executado o cinturão verde, o qual se constituirá em barreira física adicional. O cinturão, inicialmente será implantado apenas nas áreas desprovidas de vegetação e que façam divisa com outras propriedades. As áreas com cinturão poderão ser aumentadas à medida que o maciço do aterro evolua.

Está prevista a implantação de um sistema de sinalização para atender às necessidades de segurança do empreendimento. Esse sistema consiste na colocação de placas indicativas e na instalação de equipamentos de comunicação visual e de rádio móvel para comunicação interna.

A instalação de equipamentos de comunicação visual interna aos aterros tem como finalidade indicar, regulamentar ou advertir quanto ao uso das vias de circulação pelos veículos, equipamentos e pessoas, da forma mais segura e eficiente. As placas de sinalização a serem utilizadas estão descritas no quadro abaixo.

O sistema de sinalização proposto foi concebido levando-se em consideração as seguintes premissas:

- Colocação de todos os sinais necessários em locais como: vias de acesso e áreas de circulação da CTR-Metropolitano;
- Todos os sinais serão refletivos para que não percam a finalidade durante a noite;
- Os sinais serão colocados num ângulo de até 95º com o sentido do fluxo dos veículos e pelo menos 1,20 m de altura sobre a superfície da pista;
- No posicionamento das placas de sinalização serão tomadas as precauções necessárias para que nenhuma ocorrência possa obstruir a visibilidade delas. Os sinais serão, sempre, colocados em posição onde possam transmitir sua mensagem mais eficazmente, sem restringir a distância de visibilidade ou provocar diminuição da largura dos acessos.
- A sinalização será colocada a distância suficiente para que o motorista tenha tempo de assimilar a mensagem, antes de agir. Como regra geral, as placas serão colocadas no lado direito dos acessos, e o bordo mais próximo do sinal distará aproximadamente de 1,00 m do bordo da pista.

a) Sinalização Vertical

- A sinalização vertical será constituída por placas contendo sinais cuja classificação subdivide-se em:
- Sinais de Regulamentação: conterão mensagens imperativas cujo desrespeito constituirá infração, onde para o caso do Transbordo serão utilizados os de Parada Obrigatória, Velocidade Máxima Permitida, dentre outros;

- Sinais de Advertência: Conterão mensagens com caráter de recomendação, cuja finalidade será alertar aqueles que se utilizam dos acessos internos da área da CTR-Metropolitano.
- Sinais de Indicação: conterão mensagens informativas de trajetos quando uma mudança de direção for necessária, ou a indicação especial relacionada com a setorização interna da CTR-Metropolitano.
- As placas de sinalização vertical serão em alumínio, de acordo com o projeto específico para cada caso, sendo confeccionadas por empresa especializada. Todas as placas serão refletivas, com refletorização obtida através da aplicação de películas refletivas em todas as cores dos sinais, exceto cor preta.

b) Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal será constituída de linhas, faixas, símbolos, legendas e dispositivos inscritos ou instalados no pavimento, cuja função será organizar os fluxos de veículos e pedestres, de forma a tornar mais segura e eficiente a operação no interior da CTR-Metropolitano e no acesso externo.

Será atribuída à sinalização horizontal também a propriedade de regulamentar, advertir e indicar procedimentos a quem transitar pelos acessos da área em questão.

Esse tipo de sinalização ficará restrito aos trechos com pavimentação asfáltica, ainda a ser definida na fase de projeto executivo.

Quadro 4.6-1 - Placas indicativas previstas para a sinalização da área da CTR Metropolitana.

TIPO DE MENSAGEM	DESCRIÇÃO
Sinalização de perigo	Fundo branco com desenho oval de cor vermelha dentro de um retângulo preto. Uma linha branca deverá separar o perímetro exterior do oval vermelho, do retângulo preto. A palavra PERIGO será escrita em branco dentro do oval vermelho. O conjunto assim descrito deverá ficar na parte superior da área do sinal. O tamanho do oval e da palavra PERIGO variará de modo
Sinalização informativa	Fundo branco com retângulo azul localizado na parte superior da área total do aviso. A informação do retângulo azul será com letras brancas. As informações na parte inferior serão em letras pretas sobre o fundo branco.
Sinalização de precaução	Fundo amarelo com um retângulo preto. A mensagem em cor amarela deverá ficar centrada no retângulo preto, o qual ficará na parte superior da área total do sinal.
Sinalização de segurança	Retângulo verde sobre o fundo branco. A mensagem em cor branca ficará sobre o retângulo verde.
Sinalização direcional	Fundo branco, em flechas brancas sobre o retângulo preto. A mensagem deverá ser pintada na parte inferior com letras pretas sobre o fundo branco.

Sinalização de regulamentação	Fundo branco com tarja vermelha e o símbolo em preto.
Sinalização de advertência	Fundo amarelo com tarja preta e o símbolo em preto.
Sinalização de indicação	Fundo verde com tarja branca e o símbolo em branco.
Sinalização de identificação e educação	Fundo branco onde a tarja será em preta e o símbolo em preto.

4.6.8 CRONOGRAMA DE OBRAS E DE INVESTIMENTOS

O cronograma de obras para a implantação é apresentado no quadro a seguir.

Quadro 4.6-2 - Cronograma Físico da Implantação da CTR Metropolitano.

CRONOGRAMA FÍSICO DA IMPLANTAÇÃO DA CTR METROPOLITANO																
ITEM	ATIVIDADES	MESES														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Emissão de LP															
2	Pedido da Licença de Instalação															
2.1	Elaboração do Projeto Executivo de Implantação															
2.2	Elaboração do Plano de Gestão Ambiental															
2.3	Entrega do Plano de Gestão Ambiental															
2.4	Análise pelo SEMAS *															
2.5	Emissão de LI *															
3	Obra de instalação															
3.1	Instalação de canteiro e mobilização															
3.2	Preparo da área-escavação, aterro e regularização e drenagem de base															
3.3	Impermeabilização – instalação de manta															
3.4	Sistema de lixiviados e gases															
3.5	Construção de Edificações															

CRONOGRAMA FÍSICO DA IMPLANTAÇÃO DA CTR METROPOLITANO															
ITEM	ATIVIDADES	MESES													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3.6	Construção de Estação de Tratamento de Líquidos Lixiviados															
4	Licença de Operação															
4.1	Vistoria e emissão de LO *															
4.2.	Emissão da L.O.															

O cronograma de investimentos, separado por etapas, apresenta-se no quadro a seguir, que será atualizado quando da elaboração do projeto executivo:

Quadro 4.6-3 - Cronograma de investimentos da CTR Metropolitano.

Aterro sanitário	Descrição	Fase nº1 (R$)	FASE nº2 (R$)	Fase nº3 (R$)	TOTAL (R$)
1. Serviços gerais	Desmatamento e limpeza de terrenos com trator	223.898,56	161.600,22	289.054,50	674.553,28
2. Canteiro de obras	Obras destinadas a instalação e desmobilização do canteiro de obras	21.942,84	0	0	21.942,84
3. Acessos internos	terraplanagem e cobertura para os acessos internos	405.385,11	0	58.799,78	464.184,89
4. Redes de instalação elétrica externa	Postes e cabeado elétrico interno	29.351,52	0	0	29.351,52

5. Instalações de apoio	Construção da guarita para balança (contempla valor da balança)	136.083,87	0	0	136.083,87
6. Escavação e drenagem da fundação do aterro	Escavação da fundação para remoção de materiais inadequados e retaludamento das encostas	16.960.143,02	19.729.195,05	31.317.784,67	68.007.122,74
	Dreno principal de fundação	412.197,90	239.659,77	777.998,41	1.429.856,08
	Dreno secundário de fundação	400.112,85	279.217,62	673.972,09	1.353.302,56
7. Tratamento e impermeabilização da fundação	Aterro de base e/ou de regularização da fundação - obtido na própria área da CTR	5.153.547,13	3.706.307,36	7.478.575,70	16.338.430,19
	Impermeabilização com geomembrana de polietileno de alta densidade - PEAD (vide desenhos)	6.805.901,71	5.035.148,80	10.460.182,50	22.301.233,01
Sub-Total 01		30.548.564,51	29.151.128,82	51.056.367,65	110.756.060,98
Aterro sanitário	**Descrição**	**Fase nº1 (R$)**	**FASE nº2 (R$)**	**Fase nº3 (R$)**	**TOTAL (R$)**
	Aterro de proteção da geomembrana (vide desenhos)	2.576.773,57	1.853.153,68	3.739.287,85	8.169.215,10
8. Sistema de drenagem de efluentes líquidos percolados e de gases	Dreno principal de chorume na fundação	493.633,19	45.139,33	171.227,87	710.000,39
	Dreno secundário de chorume na fundação	267.002,90	251.375,50	428.631,40	947.009,80
	Poços verticais de drenagem de gás e chorume	1.814.221,86	1.655.200,31	2.520.644,53	5.990.066,70
	Dreno horizontal de chorume nas células de resíduos	1.845.479,37	2.190.463,72	3.098.231,34	7.134.174,43
	Dreno de chorume em taludes	315.078,53	362.901,15	796.324,65	1.474.304,33
9. Execução de células de resíduos	Operação do aterro	7.012.733,21	11.213.156,23	12.975.730,95	31.201.620,39

10. Unidade de Captação de Queima de Biogás (UCQB)	Instalação da UCQB	4.000.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00	12.000.000,00
10. Cobertura final do aterro	Cobertura argilosa, geomembranas (PEAD e PVC) e grama	45.481.666,41	31.713.709,03	59.881.152,70	137.076.528,14
11. Drenagem superficial	Execução de canaleta de berma	414.997,52	516.405,87	1.583.946,28	2.515.349,67
	Execução de Canaleta de Grama Tipo 1	6.027,98	15.336,03	12.742,52	34.106,53
	Execução de Descida D´Água em Colchão Reno	441.939,88	705.888,84	3.139.631,21	4.287.459,93
	Execução de Tubulação de Drenagem de Diâmetro de 1m, Classe PA-4	1.008.395,69	0	7.343,40	1.015.739,09
12. Estação de tratamento de lixiviado	Implantação da Estação de tratamento de lixiviado	18.785.794,50	18.785.794,50	37.571.589,00	75.143.178,00
Sub-Total 02		**84.463.744,61**	**73.308.524,19**	**129.926.483,70**	**287.698.752,50**
Total		**115.012.309,12**	**102.459.653,01**	**180.982.851,35**	**398.454.813,48**

Nota: O orçamento e, por consequência, a base de cálculo da compensação, que será paga por fase de implantação da CTR Metropolitana, poderá sofrer variação após elaboração do projeto executivo detalhado.

4.6.9 MEDIDAS E EQUIPAMENTOS DE CONTROLE

As medidas previstas para o controle atmosférico e de odores estarão divididas em ações diversas que se complementarão. Para o controle de emissões de particulado e odores serão adotadas medidas no processo operacional, implantadas barreiras físicas constituindo instrumento de atenuação de impactos, como a retenção complementar de poeiras, ruídos e odores.

Em relação as emissões de odores do aterro, serão instaladas mantas de 0,4 mm sobre os taludes encerrados além dos sistemas de drenagem de gás centralizados em um queimador - flare central, concentrando para queima as principais fontes de geração de odor, além da queima de gás para redução das emissões de metano. Estas medidas promoverão uma redução significativa dos odores e das emissões com a queima do metano gerado na decomposição do lixo.

Além disso, medidas como a cobertura diária do lixo também auxiliam no controle e na minimização das emissões atmosféricas.

Para o controle das contribuições da ETE, o sistema prevê lavadores de gases (conforme descrito no item específico da ETE) e a cobertura das lagoas de armazenamento de lixiviado.

4.6.10 PARA A FASE DE INSTALAÇÃO

Na Fase de Implantação da CTR Metropolitano serão mobilizados diversos equipamentos para as operações de terraplenagem geral da área, construção de acessos e implantação das diversas unidades, cuja programação efetiva de uso será definida durante a elaboração do projeto executivo do empreendimento. De acordo com a estimativa feita no projeto básico desenvolvido está previsto a mobilização da frota de veículos listados a seguir:

- Escavadeiras Hidráulicas sobre esteiras – quatro unidades;
- Pá Carregadeira – duas unidades;
- Tratores de Esteira Tipo D6 – quatro unidades;
- Motoniveladora – duas unidades;
- Caminhão Pipa de 10.000 l – duas unidades;
- Rolo Compactador tipo Pé de Carneiro – duas unidades;

- Grades de Disco para homogeneização dos solos a serem compactados – duas unidades;
- Caminhões basculantes trucados para transporte de solos – doze unidades;
- Caminhões betoneiras – quatro unidades;
- Caminhões Munck – duas unidades.

4.6.11 PARA A FASE DE OPERAÇÃO

O número de veículos que trafegarão durante as fases de operação das diversas unidades será função das demandas de recebimento de resíduos na CTR Metropolitano.

Em função da experiência já disponível da operação de outras CTRs similares, em outros municípios, estima-se que quando as unidades estiverem operando na sua capacidade máxima haja tráfegos diários dos seguintes equipamentos em cada unidade objeto deste licenciamento:

- Escavadeiras Hidráulicas sobre esteiras – três unidades;
- Pá Carregadeira – duas unidades;
- Tratores de Esteira Tipo D6 – três unidades;
- Motoniveladora – uma Unidade
- Caminhões basculantes trucados para transporte de solos – oito unidades;

4.6.12 DESCRIÇÃO DA INFRAESTRUTURA

4.6.12.1 DEMANDA E ORIGEM DE ÁGUA E ENERGIA

O abastecimento de água para os períodos de construção e operação da CTR será feito através de poço profundo a ser perfurado na área próxima onde serão localizadas as unidades administrativas e de apoio. A água será bombeada para um reservatório elevado e distribuída por gravidade para unidades.

A captação de água subterrânea será realizada mediante autorização (outorga) a ser solicitada a SEMAS.

4.6.12.2 ENERGIA ELÉTRICA

A demanda de energia elétrica necessária às fases de implantação e operação do aterro e suas unidades de apoio será suprida pela rede pública ou por geradores, no caso de não atendimento a área. Posteriormente poderá ser complementada pela geração de energia a partir do biogás do aterro.

4.6.13 DESCRIÇÃO DA INFRAESTRUTURA

No projeto de implantação da Central de Tratamento de Resíduos – CTR Metropolitano, estão previstas edificações de apoio operacional e administrativo. Estas unidades estão distribuídas no terreno atendendo às necessidades técnicas de cada atividade e seguem detalhadas nas peças gráficas que constam no Volume II (Anexos – pág. 03 a 24).

As unidades de apoio que serão implantadas na CTR Metropolitano são:

- Balança;
- Almoxarifado;
- Escritório Central;
- Centro de Visitantes;
- Refeitório;
- Vestiário;
- Oficina;
- Laboratório;
- Ambulatório;
- Estacionamento; e
- Posto de abastecimento.

Ressalta-se que, em função de potenciais especificidades geológico-geotécnicas locais que sejam observadas durante a fase de implantação, as unidades previstas poderão sofrer ajustes em suas localizações, dimensões básicas e capacidades para se adaptar às reais condições, bem como nas reavaliações das demandas de recebimento de resíduos, ao longo de sua vida útil, porém sem alterar a concepção básica aqui apresentada. Adicionalmente, estas unidades poderão sofrer ajustes para atender as solicitações e recomendações feitas dos órgãos licenciadores municipal e estadual.

4.6.13.1 RECEPÇÃO E SISTEMA DE PESAGEM DOS RESÍDUOS RECEBIDOS

Junto à entrada da CTR Metropolitano será implantado um sistema de recepção para que seja feita a primeira identificação dos veículos que trarão os resíduos a serem tratados na CTR.

Esta unidade contará com uma guarita com cancela e balanças. O procedimento de recepção dos veículos deverá ser feito por profissionais treinados e especializados para a identificação e pesagem dos veículos e verificação da procedência dos resíduos neles contidos.

Também serão instalados nesta unidade sistemas de comunicação por telefone, rádio e computadores ligados ao sistema centralizado de cadastro e identificação dos veículos. Nos veículos cadastrados e que tenham acesso sistemático à CTR Metropolitano serão instalados "*transponders*" para o acionamento automático da cancela e registro no sistema de gerenciamento dos resíduos recebidos.

Junto a esta unidade serão instaladas duas balanças eletrônicas com capacidades unitárias de 60 toneladas para a pesagem dos veículos tanto na entrada como na saída da CTR Metropolitano. Os registros das pesagens serão feitos "*on line*" no sistema de gerenciamento dos resíduos recebidos.

Todos os veículos que forem habilitados a dispor resíduos Classe II na CTR deverão apresentar o manifesto de resíduos preenchido no momento da pesagem. Ao sair da unidade, será entregue ao motorista do veículo uma via em "Ticket" comprovante dos dados dos resíduos recebidos, contendo entre outros dados a placa do veículo, peso com e sem a sua carga, local de origem dos resíduos e o manifesto assinado referente à carga.

4.6.13.2 ALMOXARIFADO

O almoxarifado é o local onde serão recebidos e armazenados os utensílios, materiais e ferramentas utilizados nas atividades do aterro sanitário. Haverá um controle do estoque desses materiais, assim como da distribuição (entradas e saídas) aos funcionários.

4.6.13.3 ESCRITÓRIO CENTRAL

A CTR Metropolitano contará com um escritório técnico-administrativo para centralizar as operações de tratamento e destino final dos resíduos recebidos.

Este escritório contará com os seguintes ambientes básicos: recepção; sala administrativa; sala para funcionários (técnicos e engenheiros); sala técnica; sala de arquivo técnico; sanitários masculino e feminino; copa.

Nesta unidade será feita a centralização de todas as atividades da CTR, devendo estar interligadas a todas as demais unidades por sistemas de computadores, além de sistemas de comunicação por telefone.

4.6.13.4 CENTRO DE VISITANTES

O centro de visitantes será o espaço destinado ao recebimento de grupos para realização de seminários, apresentações, palestras e eventos relacionados ao dia a dia do aterro, assim como eventos, estudos e projetos na área ambiental.

4.6.13.5 REFEITÓRIO

A CTR Metropolitano contará com um refeitório centralizado para servir alimentação aos funcionários. Esta unidade deverá estar apta a servir refeições a todo o contingente de funcionários, as quais deverão ser preparadas fora da CTR, por empresas especializadas neste tipo de serviço.

4.6.13.6 VESTIÁRIO

A CTR Metropolitano possuirá vestiário para que os seus colaboradores possam realizar a troca de uniforme ao início e fim da jornada de trabalho, além de armários individuais para a guarda de itens pessoais e equipamentos de proteção individual, bancos impermeáveis, ventilação adequada e chuveiro para higienização.

4.6.13.7 OFICINA

A oficina será o local destinado à manutenção e lavagem dos veículos que atuam na operação do aterro sanitário, sendo eles caminhões-pipa, carretas, tratores, escavadeiras e veículos de passeio. O local possuirá sistema de tratamento dos efluentes gerados, a partir da instalação de caixas de areia, caixas separadoras e

coletoras de óleo. Os resíduos gerados na oficina serão armazenados em recipientes apropriados e descartados em local adequado, de acordo com a classe pertencente ao resíduo.

4.6.13.8 LABORATÓRIO

Nesta unidade, serão realizadas análises simples de materiais (resíduos) que possam adentrar no aterro, como resíduos provenientes de construção civil. Os equipamentos e insumos relacionados à etapa de monitoramento do aterro, como sondas multiparâmetro, equipamentos de topografia, equipamentos de monitoramento geotécnico, dentre outros, também serão armazenados no laboratório, com o intuito de facilitar o acesso a estes itens, quando da realização destas atividades mencionadas.

4.6.13.9 AMBULATÓRIO

Será construído um pequeno ambulatório com o intuito de realizar os primeiros socorros em caso de acidente do colaborador, durante a realização das atividades no aterro sanitário. Após a triagem inicial, será definido se haverá necessidade de encaminhamento do funcionário para uma unidade de saúde com estrutura especializada.

4.6.13.10 ESTACIONAMENTO

O estacionamento será localizado próximo à entrada do empreendimento, sendo o local onde ficarão os veículos que operam no aterro, assim como veículos de visitantes.

4.6.13.11 POSTO DE ABASTECIMENTO

O posto de abastecimento será construído exclusivamente para fornecimento de óleo diesel aos veículos que operam no aterro sanitário e de gasolina para os veículos de passeio, de propriedade da CTR Metropolitano, assim como para o maquinário que necessita deste combustível para operar, tais como roçadeiras semimecanizadas, motopodas etc. Este sistema de abastecimento será devidamente licenciado.

4.6.14 CANTEIRO DE OBRAS

O canteiro de obras deve proporcionar condições ideais de operação ao pessoal lotado nas instalações e assegurar boas condições de controle e fiscalização dos diversos setores e áreas, atendendo também as questões de segurança.

Pré-dimensionamento das Instalações

O arranjo geral do canteiro foi idealizado de maneira que as unidades fiquem agrupadas em decorrência da lógica funcional das diversas atividades a serem executadas, obedecendo às prescrições contidas na norma regulamentadora NR-18, visando:

- Melhor aproveitamento do espaço disponível;
- Adequar os acessos e circulação do pessoal e veículos;
- Administrar e controlar a entrada, manuseio e saída de materiais, pessoal e resíduos;
- Minimizar as distâncias de transporte; e
- Facilitar a vigilância e segurança do canteiro.

Da análise do tipo da obra e do volume dos serviços a serem executados serão coletados os elementos fundamentais para a determinação do dimensionamento e arranjo do canteiro.

O canteiro foi dimensionado especificamente para cada utilização, sempre considerando os princípios técnicos e padrões compatíveis, como forma de garantir o bem-estar e perfeita segurança daqueles que nelas irão trabalhar. A localização e detalhamento do arranjo é apresentado na peça gráfica que consta no Volume II (Anexos, pág 5-8).

4.6.14.1 REDE DE ENERGIA ELÉTRICA

Haverá energia elétrica instalada com capacidade para atender toda a demanda necessária para a execução das obras.

O suprimento de energia elétrica será feito através da rede de distribuição da concessionária local. A rede de energia elétrica compreenderá entrada de alta-tensão, transformação para baixa-tensão, distribuição e iluminação externa.

A iluminação externa será distribuída por meio de postes com 10,0m de altura distanciados de 20,0m em 20,0m, com lâmpadas de vapor de mercúrio/sódio de 400W. A partir desta linha da aérea externa, serão alimentados os quadros terminais de luz e força de cada dependência com condutores isolados, dimensionados pela potência instalada e envelopados em eletrodutos de ferro galvanizado. Os condutores serão de cobre com isolamento termoplástico antichamas, para uma tensão de 600V, devidamente envelopados.

A iluminação das dependências será do tipo fluorescente e os receptáculos (soquetes) serão de louça. Todos os quadros de distribuição serão do tipo montagem externa em chapa de ferro com disjuntores adequados.

A iluminação externa será instalada nos pontos de distribuição comandados por células fotoelétricas, de modo a permitir a utilização do canteiro de obras no período noturno e para melhorar o nível de segurança das instalações.

4.6.14.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

As instalações hidráulicas serão aparentes, devendo o projeto prever sua organização visual.

Os materiais que serão empregados nas instalações hidráulicas compreendem:

- Tubulação para água fria - tubos de PVC;
- Tubulação para esgoto - manilha de barro;
- Condutores de águas pluviais - tubos de PVC;
- Caixas de água em polietileno;
- Aparelhos sanitários – louça na cor branca;
- Caixas de descarga;
- Chuveiros elétricos;
- Hidrantes de coluna, ligado à rede pública;
- Metais de latão, com ou sem cromação;
- Tubulações hidráulicas fixadas com braçadeiras distanciadas 1,50m.

4.6.14.3 REDE DE ÁGUA POTÁVEL

A água para o suprimento das diversas operações do aterro e unidades de apoio será obtida de poços semiartesianos/artesianos, especialmente implantados para este fim, após obtenção dos processos de outorga junto ao órgão estadual competente.

Toda a água captada para uso nas diversas dependências da CTR será constantemente monitorada através de exames da qualidade da água em laboratórios autônomos especializados, conforme será definido nos programas de monitoramento.

Após a captação, a água passará para um sistema de tratamento constituído por filtros e dispositivos de tratamento químico adequado. Deste ponto em diante, a água será conduzida a reservatórios elevados e eventuais caixas enterradas, mediante redes e sistemas de recalque apropriados. A distribuição de água servirá tanto para uso na forma potável, quanto para finalidade industrial e de combate a incêndio. A água para consumo humano será suprida, preferencialmente, por bebedouros de água mineral instalados nas diversas dependências das unidades de apoio da CTR.

4.6.14.4 REDE DE ESGOTO SANITÁRIO

O esgoto sanitário de todas as unidades de apoio da CTR será tratado no formato fossa-filtro, já que a área não dispõe de qualquer sistema de coleta e encaminhamento de efluentes sanitários público ou privado.

Para o desenvolvimento dos trabalhos temporários nas áreas mais distantes serão instalados banheiros químicos.

4.6.14.5 ARRUAMENTO, CERCAS E PORTÕES

As áreas dos canteiros serão isoladas das áreas adjacentes, de modo a conferir segurança e privacidade aos locais de trabalho. Internamente também haverá divisórias entre as diversas unidades, permitindo maior controle de seus respectivos fluxos de materiais, veículos e funcionários. Junto às edificações existirá uma calçada cimentada com largura mínima de 1,00m, a partir do alinhamento da parede, em todo perímetro.

Nos pontos julgados convenientes, tanto para veículos como para pedestres, serão colocados portões de madeira e/ou de tubulações metálicas para que se proceda ao necessário controle.

4.6.14.6 MÓVEIS, UTENSÍLIOS E EQUIPAMENTOS

Todos os setores que compõem o canteiro receberão mobiliário, equipamentos e utensílios necessários às suas funções técnicas, administrativas ou de apoio. Os mobiliários serão de características simples, mas práticos, higiênicos e resistentes.

Os vestiários receberão bancos e armários. A cantina será provida de mesas com tampo impermeável (tipo fibra fenólica ou laminado melamínico), bancos e cadeiras, bem como de todos os equipamentos necessários ao seu funcionamento.

4.6.14.7 LIMPEZA E DEDETIZAÇÃO

Os serviços de limpeza das edificações do canteiro, pátios e circulações nas suas proximidades serão feitos permanentemente, recolhendo-se o lixo decorrente em recipientes plásticos para destino final. Abrangem a limpeza de mobiliário, instalações sanitárias, laboratórios e cantina e demais instalações do canteiro. O lixo doméstico proveniente das atividades do canteiro será destinado ao aterro de resíduos Classe II em OPERAÇÃO. A dedetização contra insetos rasteiros e voadores e, também contra roedores etc., será feita de acordo com os prazos de validade do serviço ou até antes, se necessário.

4.6.15 FASE DE OPERAÇÃO

4.6.15.1 PROCEDIMENTO PARA CONTROLE DE RECEBIMENTO DE RESÍDUOS

Genericamente, um aterro sanitário, em qualquer escala, tem a vantagem de flexibilidade operacional que permite receber e acomodar quantidades de resíduos (lixo) conforme a demanda, adaptando-se com facilidade às necessidades de médias e grandes comunidades e ao crescimento populacional.

4.6.15.2 EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Na implantação e operação da CTR Metropolitano serão utilizados equipamentos apropriados tais como, trator de esteira, escavadeira hidráulica, Pá carregadeira, caminhão basculante e caminhão irrigadeira, motoniveladora (patrol), dentre outros equipamentos.

Conforme já descrito, devido às características físicas e geográficas da área, foi adotada a opção operacional de aterramento misto, ou seja, método do tipo rampa e método tipo área. Esta é uma operação convencional, ou seja, os veículos transportadores de resíduos são orientados no sentido de descarregarem os resíduos na frente de serviço, aos pés dos taludes (jusante da frente de serviços), mantendo a menor frente possível. Após o processo de descarga, será realizada a terraplanagem através de equipamento apropriado (trator D6) que empurrará os resíduos e os compactará em camadas finas sobre a superfície, construindo assim células com declividade (talude) do maciço de 1:2 (V:H) e com alturas de, aproximadamente, 6,00 m.

Os trabalhos na operação da frente de serviço do aterro sanitário consistirão nas atividades de espalhamento, compactação e recobrimento dos resíduos sólidos ali lançados pelos caminhões coletores, como também os trabalhos de corte de material (solo) concernentes à progressiva abertura dos trechos das plataformas de base imediatamente adjacentes e/ou a montante da mesma frente de serviço, de modo a obter material (solo) para recobrimento dos resíduos depositados e compactados, como também obter material (solo) para execução da base impermeabilizante das referidas plataformas, trecho a trecho. Portanto, as frentes de serviço serão dimensionadas e ajustadas, fase a fase, de forma a atender tanto à intensidade de fluxo e à frequência de descarga dos veículos coletores, quanto à capacidade operacional do trator de esteiras.

Será prevista e mantida uma área operacional mínima, destinada à descarga emergencial, no período de chuvas excessivas.

Serão implantados os sistemas mais modernos de controle ambiental entre materiais e processos. Visando o controle ambiental, estão previstas as seguintes técnicas: instalação de uma base de impermeabilização de linear triplo composto de argila compactada, manta de GCL e membrana de PEAD de 2,0 mm, uma rede de drenagem

subsuperficial para captação e transferência da surgência (drenagem envelopada), sistema de drenagem de líquidos lixiviados, drenagem do biogás gerado no aterro, drenagem pluvial, instalações de instrumentos de monitoramento (poços de monitoramento da água subterrânea, piezômetros e outros do monitoramento geotécnico), fechamento correto do entorno contra a entrada de animais e intrusos, além do plantio de árvores e arbustos configurando assim o cinturão verde nas áreas onde necessário. O controle de entrada e saída será feito por sistema com 2 (duas) balanças eletrônicas com capacidade de 60 toneladas, equipamento utilizado para pesagem de todo o resíduo que entra, portaria para controle de acesso e fiscalização da operação.

4.6.15.3 DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS NAS CÉLULAS

Os resíduos dispostos (lançados, espalhados, compactados e recobertos) na frente de serviço a cada dia configuram uma célula os quais os resíduos serão dispostos na frente de serviço, mantendo a menor área possível de operação, onde o trator de esteiras espalhará o “lixo” contra as rampas escavadas, sempre de baixo para cima, permitindo assim uma maior compactação do resíduo.

O resultado das atividades de aterramento resultará, ao término do dia de trabalho, num maciço de forma prismática e secção relativamente regular. A partir daí, será conformado o “patamar” superior do prisma em que se constituirá a célula diária. A extensão (comprimento) da célula varia de acordo com o volume aterrado e da área preparada para receber os resíduos.

Quando da retomada dos trabalhos no dia seguinte, esta camada poderá ser retirada ou escarificada para manter a continuidade da massa dos resíduos. Ao final do último dia de trabalho de cada semana, ou sempre que a operação em uma determinada frente de serviço for paralisada por mais de 48 h, deverá ser feito o capeamento da rampa (talude) frontal da célula, sem, no entanto, compactar essa parcela inclinada da capa. Quando vier a ser retomado o trabalho nesse segmento do aterro, esse trecho do capeamento deverá ser removido, antes da conformação de uma nova célula sobre sua superfície, de forma que não venha a configurar um obstáculo ao fluxo dos gases em direção aos drenos verticais. Este capeamento, ou cobertura, justifica a operação, pois não se admite em aterro sanitário que qualquer parcela de resíduo permaneça sem cobertura por mais de 24 horas seguidas, e para evitar a dispersão do “lixo” pela ação

do vento, evitar a presença de urubus e o surgimento de vetores (moscas, ratos e outros).

Será evitado o uso dos substratos de solos mais marcadamente argilosos e de baixa permeabilidade, encontrados durante as operações de corte, na conformação do capeamento das células diárias. Tais materiais deverão, prioritariamente e tanto quanto seja viável, na prática, ser reservados para a conformação da camada impermeabilizante das plataformas e taludes intermediários da base do aterro, assim como da camada de capeamento final das parcelas acabadas do aterro, fase a fase.

É absolutamente imprescindível que se tenha em vista o fato de que o aterro sanitário se constitui numa instalação que se vai conformando paulatinamente, conforme um plano global integrado por componentes diversos e de diversas naturezas, ao longo de um extenso período.

4.6.15.4 RECOBRIMENTO DIÁRIO E FINAL DOS RESÍDUOS

O sistema de recobrimento diário tem função importante que é a de proteger a superfície das células de “lixo”, eliminando a proliferação de vetores (insetos e roedores) e a saída descontrolada do biogás, diminuindo a taxa de formação de lixiviados, dificultando a infiltração das águas da chuva, reduzindo a exalação de odores, além de permitir o tráfego de caminhões coletores de “lixo”.

O sistema de cobertura final do aterro sanitário, nas suas plataformas horizontais, será realizado com adoção de impermeabilização com manta de PEAD de 2,00 mm texturizada nas duas faces, instalada sobre camada de solo compactada de 40 cm de espessura. Por sobre a manta de PEAD será composta uma camada de material drenante e outro de solo orgânico ou recomposto com substrato para a revegetação do topo do aterro.

4.6.15.5 DRENAGEM PARA SURGÊNCIA

Durante a execução da obra de implantação e sob o sistema de impermeabilização da base do aterro deverá se dar importância à observação mais detalhada da existência de surgência de água, em algum ponto da área em obra após a execução do platô e/ou “off-set”, que servirá como base.

Observada a existência de surgências permanentes ou intermitentes, serão implantados drenos profundos para a condução da água subsuperficial para drenagem pluvial natural fora da área do empreendimento.

As dimensões dos drenos profundos serão executadas pela equipe técnica de campo da Ciclus, adequando sua geometria, não podendo ser inferiores às apresentadas conservadoramente no desenho de detalhes. Estes drenos serão robustos bastantes para garantir a segurança do sistema e evitar a pressão negativa sob o *liner* de impermeabilização. As suas dimensões devem ter capacidade hidráulica para escoar 4,0 L/s com um enorme coeficiente de segurança elevado.

Os drenos subterrâneos serão acessados pelo sistema de monitorização ambiental, utilizados como testemunhos da qualidade da água natural, bem como monitoramento da integridade do sistema de proteção exercida pela impermeabilização da base (argila-PEAD-solo).

4.6.16 ATIVIDADES RELATIVAS AO ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO

4.6.16.1 MONITORAMENTO DOS TALUDES, EFLUENTES LÍQUIDOS E GASOSOS

Deverão ser mantidos os serviços de manutenção da CTR Metropolitana, como a acumulação e tratamento do lixiviado, reconformação geométrica das drenagens pluviais sobre o aterro (já que estará sujeito a recalques expressivos ao longo do tempo), paisagismo, manutenção das drenagens de líquidos e gases, dentre outras atividades, até que os efeitos potencialmente impactantes não tenham mais significância.

4.6.16.2 MONITORAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS SOB A ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ATERRO (A JUSANTE)

O monitoramento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos presentes na área de influência da CTR Metropolitano será realizado de acordo com o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e efluentes, descrito no Capítulo 9, referente aos Programas de Gestão Ambiental.

4.6.16.3 RECOMPOSIÇÃO PAISAGÍSTICA

O projeto de paisagismo do encerramento deverá ser elaborado com o objetivo de estabelecer uma sucessão de espécies para consolidar enfim uma vegetação harmônica para a região, estabelecendo ao longo do tempo uma floresta heterogênea.

Os procedimentos para recomposição paisagística para a fase de encerramento serão aqueles descritos no Capítulo 8 – Planos e Programas de Controle e/ou Monitoramento.

4.6.16.4 USO FUTURO DA ÁREA

Após o fim da vida útil prevê-se que toda a gleba se transforme em área verde com integração paisagística pela revegetação.

Não serão construídas estruturas sobre os maciços de lixo aterrado, devendo então somente ser realizada a vegetação dos taludes e platôs.

4.6.16.5 IMPERMEABILIZAÇÃO SUPERIOR

A camada de cobertura final será realizada conforme descrito neste capítulo, mas a cada encerramento de fase/camada será implantada uma manta de PVC e/ou PEAD com espessura de 2,0 mm, com a finalidade de impermeabilizar o plano temporariamente, inibindo a percolação de água de chuva e otimizar a captação do gás para eventual aproveitamento energético.

4.6.16.6 VIGILÂNCIA E CONTROLE OPERACIONAIS APÓS O ENCERRAMENTO

Após o encerramento da CTR Metropolitano, serão efetuados, enquanto houver recalque no maciço de resíduos, serviços de manutenção do sistema de drenagem, circulação, isolamento, tratamento de lixiviados e monitoramento ambiental e geotécnico.

Para este tipo de trabalho serão implantados poços de monitoramento de aquíferos subterrâneos, piezômetros para acompanhamento das pressões neutras internas e dos gases gerados, marcos superficiais para verificação de recalques e deslocamentos horizontais, além de serem montados relatórios técnicos para verificação de estabilidade do maciço e acompanhamento fotográfico.

O programa de monitoramento geotécnico será apresentado no capítulo 8 (Programa de Monitoramento Geotécnico).

4.6.16.7 PLANO DE ENCERRAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO.

O objetivo deste plano é o de monitorar e manter a estabilidade física, química e biológica do maciço e da área.

O plano de encerramento das operações do aterro seguirá o mesmo faseamento da operação. Assim, o projeto prevê que ao término de cada uma das fases serão realizados os seguintes procedimentos: [1] implantação da camada de revestimento final com a geomembrana de PEAD de 2,00 mm; [2] implantação da camada de proteção desta geomembrana, [3] instalação dos instrumentos de monitoramento geotécnico (marcos superficiais definitivos e piezômetros) e [4] finalização das implantações dos dispositivos de drenagem de água de superfície.

No período em que forem sendo implantadas e operadas as fases subsequentes, as atividades nas áreas já encerradas se restringirão a manutenção geral do maciço do aterro, que consistirá nas seguintes atividades: [1] correção de eventuais deficiências no sistema de drenagem superficial, [2] correção de eventuais deficiências no sistema de impermeabilização final do aterro, [3] Correção nas mantas danificadas, [4] monitoramento geotécnico e ambiental, entre outros.

5 ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETOÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A delimitação das áreas de influência de um determinado projeto é um dos requisitos legais para a realização de estudos ambientais, que visam o diagnóstico da região e a localização territorial das interferências positivas e negativas da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana (CTR Metropolitana).

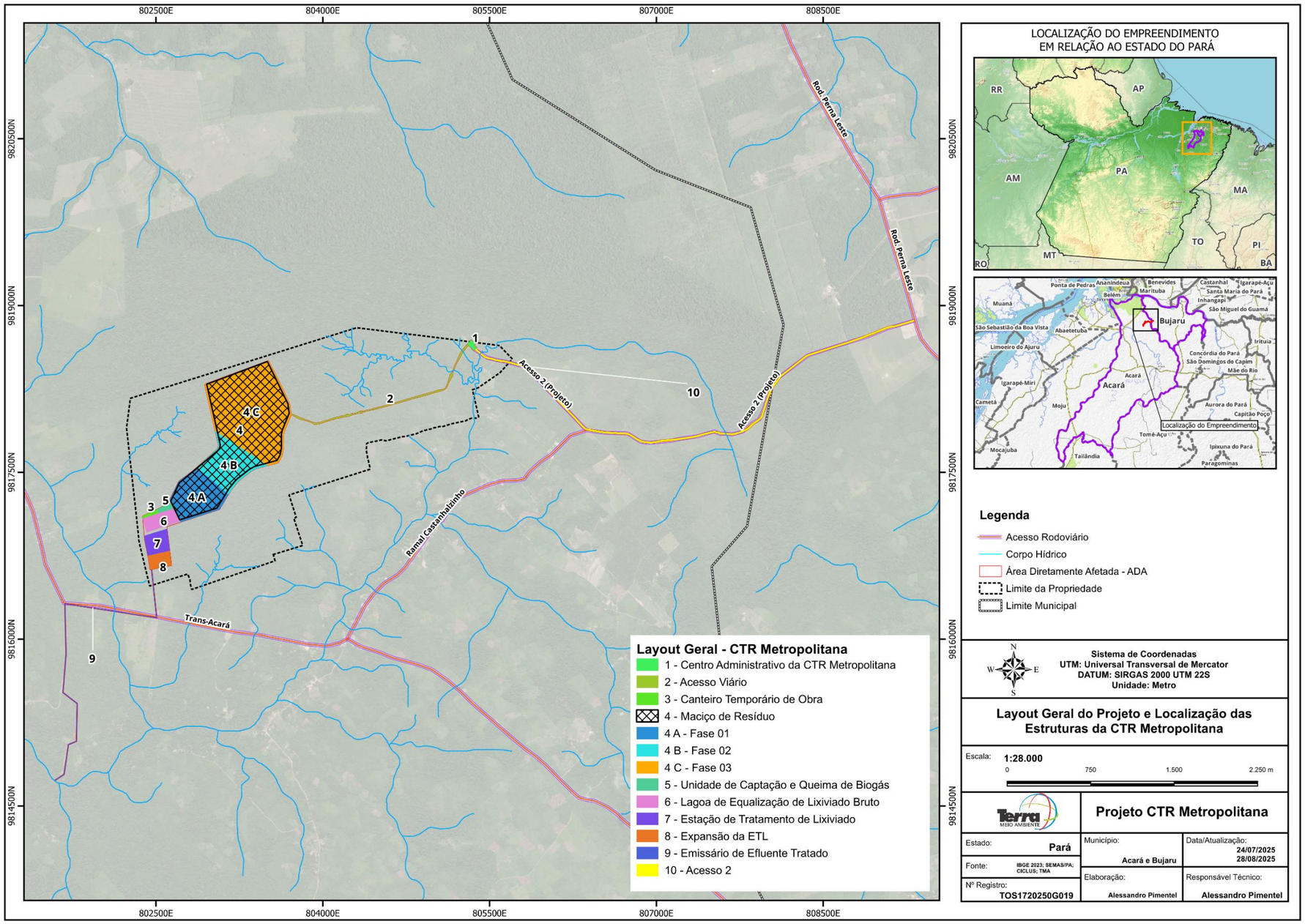
A definição adequada das áreas de influência é relevante na identificação de potenciais impactos ambientais, assim como na elaboração do diagnóstico ambiental. Sua inadequação pode levar à definição de uma área inferior ou superior àquela necessária, comprometendo desta maneira todo o processo de Avaliação de Impacto Ambiental.

Ressalte-se que os critérios para definição das áreas de influência, reapresentadas neste Estudo, já haviam sido descritos na versão anterior do EIA-RIMA do Projeto, até então denominado CTR Metropolitano (Vereda, 2025[2]), e permaneceram nesta versão. Como o layout geral do Projeto passou por pequenas alterações, com vistas ao controle e à mitigação de potenciais impactos sobre os recursos hídricos, houve atualização da área diretamente afetada, conforme apresentado neste estudo.

Considerando-se as ações e intervenções previstas e visando um estudo mais conservativo, o limite de abrangência das áreas de influência torna-se variável para cada compartimento ambiental. A Área Diretamente Afetada compreende as áreas de intervenção direta, ou seja, aquelas destinadas à implantação da CTR Metropolitana, assumindo toda estrutura e instalações que a compõem: acessos, área administrativa, maciço, estação de tratamento de lixiviado, unidade de captação e queima de biogás e o emissário de efluente (figura abaixo). Quanto às áreas de Influência Direta e Indireta, estas seguem descritas correspondentes aos meios Físico, Biótico e Socioeconômico, a seguir.

[2] Estudo de Impacto Ambiental: CTR Metropolitano – Ciclus Amazônia. Vereda Estudos e Execução de Projetos Ltda., 2025.

Figura 5.1-1 - Layout geral do projeto e localização das estruturas da CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

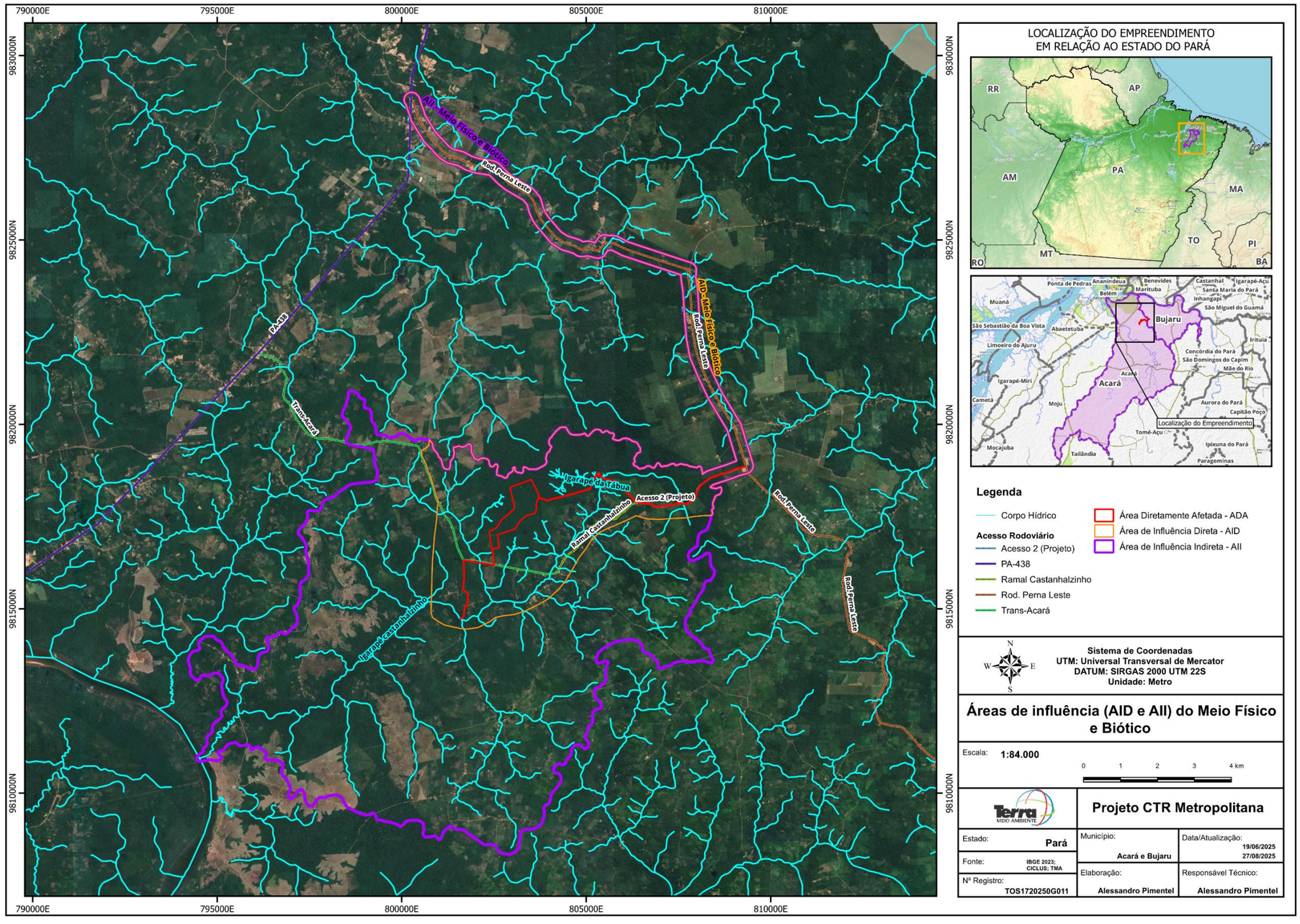
5.2 MEIO FÍSICO

Para compreender a ambiência física e biológica na Área Diretamente Afetada (ADA), compôs-se o mapa da figura abaixo. Visando a avaliação dos possíveis impactos sobre os elementos do meio físico, considerou-se como Área de Influência Direta (AID) do empreendimento a área compreendida e delimitada ao norte pelo limite da Bacia Hidrográfica do Igarapé Castanhalzinho e a Sul pela poligonal das estradas vicinais. A AID se estende considerando um buffer de 200 m de um trecho da rodovia Perna Leste, que se estende do acesso imediato da área do empreendimento à rodovia PA-483 (Alça Viária). A Área de Influência Indireta considera em sua integridade a bacia hidrográfica do Igarapé Castanhalzinho.

5.3 MEIO BIÓTICO

Para a caracterização do meio biótico, foi definido basicamente o mesmo comprometimento que a definição ao meio Físico, ou seja, considera-se como Área Diretamente Afetada (ADA) a área de intervenção direta, destinada à instalação da CTR e a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento delimitada a norte pelo limite da Bacia Hidrográfica do Igarapé Castanhalzinho e a Sul, pela poligonal formada pelas estradas de terra vicinais, considerando ainda um buffer de 200 m de um trecho da rodovia Perna Leste, que se estende do acesso imediato da área do empreendimento à Rod. PA-483 (figura abaixo). Cabe mencionar que para os ecossistemas aquáticos, excepcionalmente, foi considerada integralmente a bacia do Igarapé Castanhalzinho como Área de Influência Indireta (AII).

Figura 5.3-1 - Áreas de influência (AID e AII) do Meio Físico e Biótico.

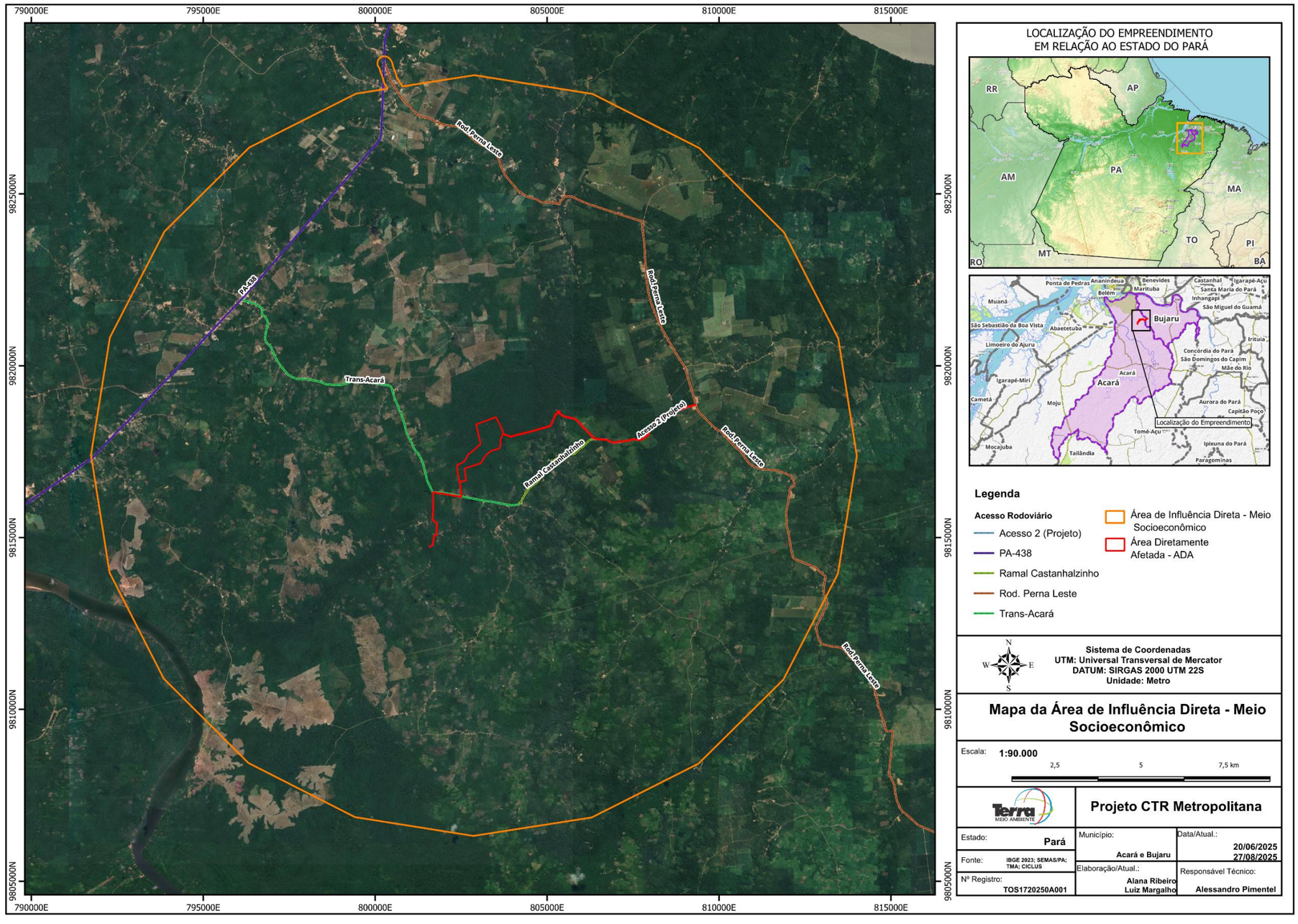


Fonte: Terra, 2025.

5.4 MEIO SOCIOECONÔMICO

Para a definição da Área de Influência Direta (AID), foi considerada a área da efetiva implantação da CTR acrescido de 10 Km de raio a partir do empreendimento, estendendo-se por um buffer de 200 metros de um trecho da rodovia Perna Leste, que se estende do acesso imediato da área do empreendimento à Rodovia PA-483 (Alça Viária), e que serve como via de acesso principal ao empreendimento. A abrangência desta extensão de área tem como objetivo assegurar a inclusão de todas as comunidades vizinhas, povoados, e estradas secundárias que poderiam ser afetadas pela implementação do empreendimento (figura abaixo).

Figura 5.4-1 - Mapa da Área de influência Direta do Meio Socioeconômico.

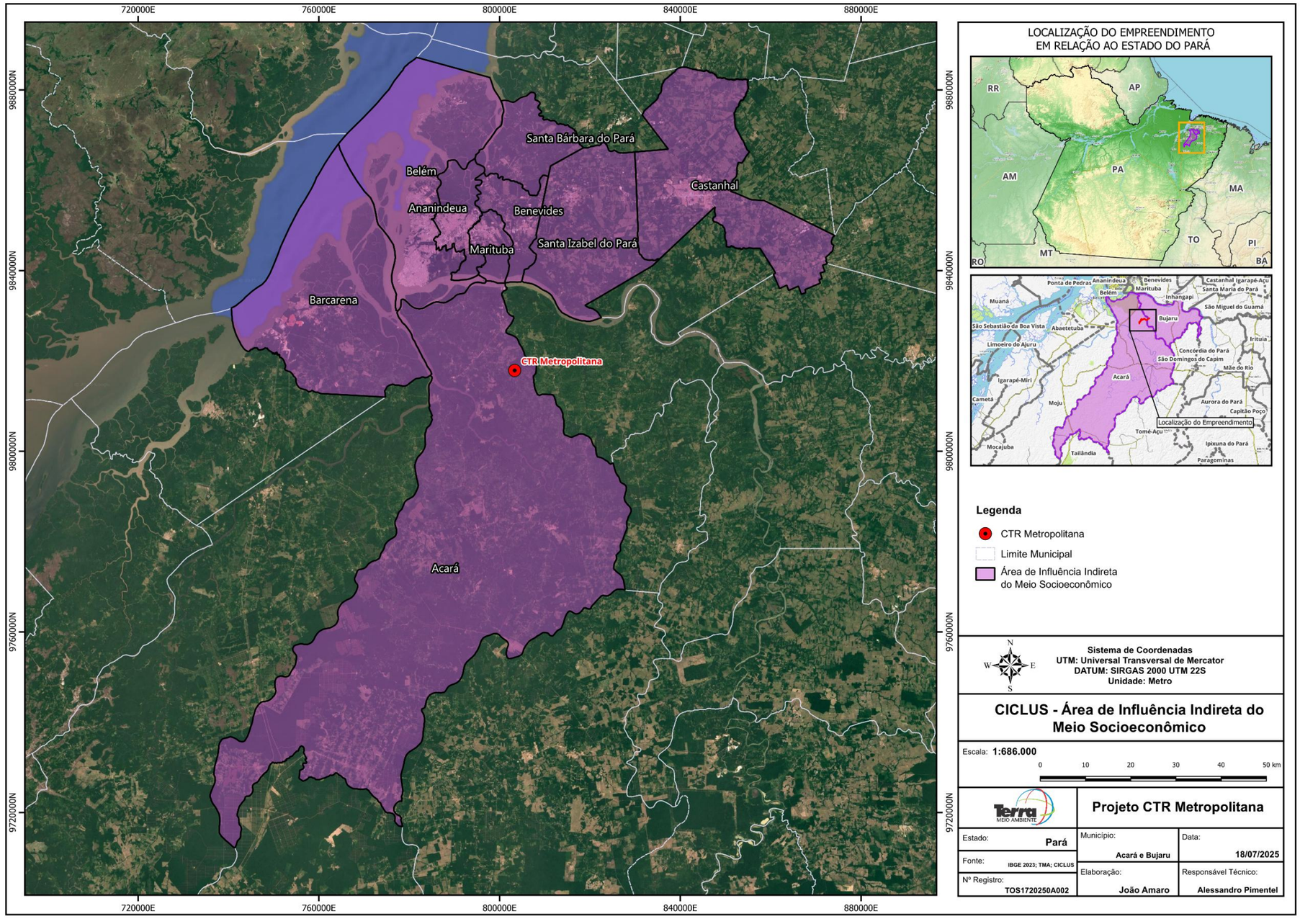


Fonte: Terra, 2025.

Para efeito de caracterização dos principais aspectos socioeconômicos da região, considerou-se como Área de Influência Indireta (AII) (figura abaixo) o município de Acará, e a região metropolitana de Belém (RMB), composta por oito municípios: Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará. Essa agregação espacial se justifica devido às relações econômicas e de Resolução CONAMA Nº 01/86. A área de influência de um empreendimento de tratamento final de resíduos abrange todo o espaço suscetível às ações diretas e indiretas nas fases, desde a construção ao fim da vida útil do empreendimento.

A adequada delimitação das áreas de influência deste empreendimento permite definir a referência espacial para o levantamento e análise de informações que conduzirão à caracterização do contexto dos meios Físico, Biótico e Socioeconômico, bem como a avaliação da abrangência dos potenciais impactos ambientais.

Figura 5.4-2 - Área de Influência Indireta do Meio Socioeconômico.



Fonte: Terra, 2025.

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

6.1 MEIO FÍSICO

A Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Metropolitana (Pará) está sendo projetada para ser implantada no Município de Acará – PA, na Região Metropolitana de Belém, capital do estado, como mostra a figura a seguir.

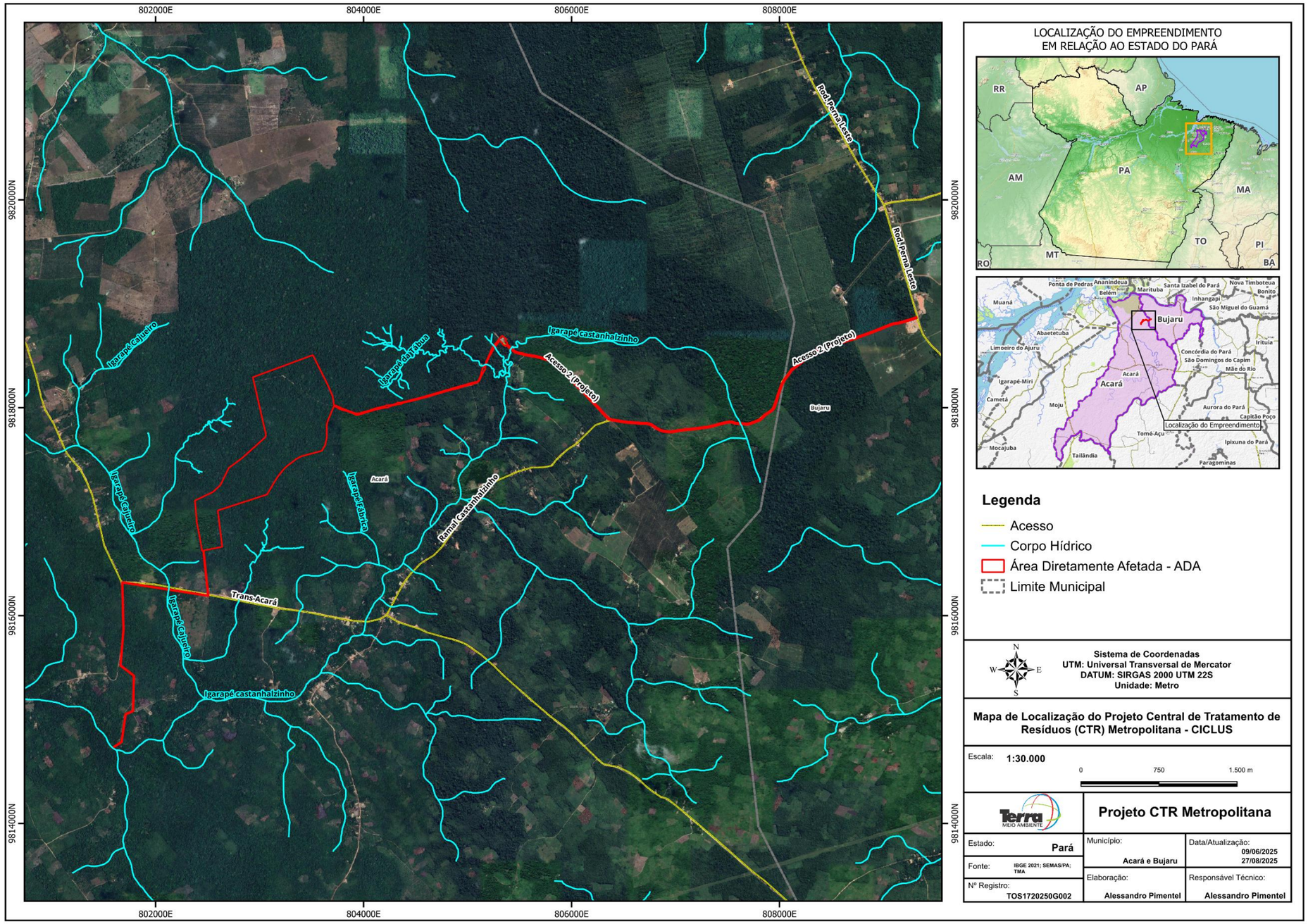
A área do empreendimento localiza-se na bacia de contribuição do Igarapé Castanhal, afluente da margem direita do rio Acará, pertencente à Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, cuja foz no Oceano Atlântico acontece através da Baía do Guajará, que se liga à Baía da Ilha de Marajó.

A figura a seguir apresenta a Área Diretamente Afetada (ADA) para implantação do empreendimento CTR Metropolitana (Pará), assim como a localização do Igarapé Castanhal e do rio Acará, que distam, respectivamente, 0,1km e 1,6km da CTR, tendo como referência o ponto mais próximo deste.

Com base na rede de drenagem regional, para efeito do diagnóstico e avaliação dos recursos hídricos superficiais neste estudo, a área delimitada ao norte pela bacia hidrográfica do Igarapé Castanhal e ao Sul pelas estradas de terra vicinais foi adotado como Área de Influência Direta – AID, e a Bacia Hidrográfica do Igarapé Castanhal, como Área de Influência Indireta – AII.

Nesse sentido, considerando as áreas de influência do empreendimento, serão apresentadas, a seguir, as caracterizações climatológicas, meteorológicas, hidrológicas e hidrogeológicas para a implantação da CTR Metropolitana.

Figura 6.1-1 - Mapa de Localização da CTR – Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.1 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA E METEOROLÓGICA

Para o desenvolvimento da caracterização climatológica e meteorológica da área de estudo foi conduzida uma pesquisa bibliográfica, incluindo o levantamento de dados para identificar os estudos existentes e as estações climáticas e meteorológicas responsáveis pelo monitoramento na região.

Nesse sentido, para o levantamento da rede de monitoramento foram consultados os bancos de dados das instituições federais e estaduais de referência. No âmbito nacional, os órgãos consultados foram o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), o CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) e a ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento) e, em nível estadual, a SEMAS-PA (Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade).

6.1.1.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Em consulta ao INMET foram identificadas 1 (uma) estação meteorológica convencional (82191 – Belém) e 1 (uma) estação automática (A201 – Belém). Para a estação A201, o período de dados disponível é de 2003-2024 (22 anos) e, para a 82191, os dados disponíveis são de 1961-2024 (64 anos). Ainda se destaca que também são disponibilizadas pelo INMET as Normais Climatológicas, que se referem a um conjunto de dados estatísticos que representam as médias de diferentes variáveis climáticas em uma determinada região ao longo de um período específico. Esses dados são utilizados como referência para caracterizar o clima de uma área durante um intervalo de tempo relativamente longo. No contexto do INMET, as Normais Climatológicas geralmente se referem a um período de 30 anos. Foram consultadas, portanto, as Normais Climatológicas para o município de Belém, calculadas com base na estação convencional 82191 – Belém, mencionada anteriormente. Os períodos de dados para esta estação consistem em: 1961 – 1990; 1981 – 2010; 1991 – 2020.

O levantamento das estações pluviométricas no banco de dados hidrometeorológicos da ANA, o Hidroweb, foi realizado adotando como área de abrangência os municípios de Acará, onde encontra-se inserida a área de estudo, e os municípios vizinhos, sendo estes: Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Izabel do Pará, Bujaru, Moju e Barcarena. Como mostra a Tabela abaixo, para o município de Belém foram localizadas

13 estações pluviométricas, sendo 2 delas climatológicas (código 148002 e 148014), em Santa Isabel do Pará a pesquisa retornou 3 estações pluviométricas, em Bujaru e Barcarena foram identificadas apenas 2 estações e, em Moju, 2 (duas). Destas estações, apenas a 148002 - Belém, do INMET, apresenta mais de 30 anos de dados consistidos completos.

Também foi consultada a base pluviométrica do CEMADEN, disponível em: http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/#. Ao analisar o mapa interativo observou-se que as estações mais próximas da área de estudo são as instaladas no município de Belém, para o qual foram identificadas 12 estações pluviométricas, conforme Tabela a seguir. Embora tenha um quantitativo relevante de estações, não foi possível considerá-las no estudo, uma vez que não foi possível ter acesso à série histórica de dados do CEMADEN.

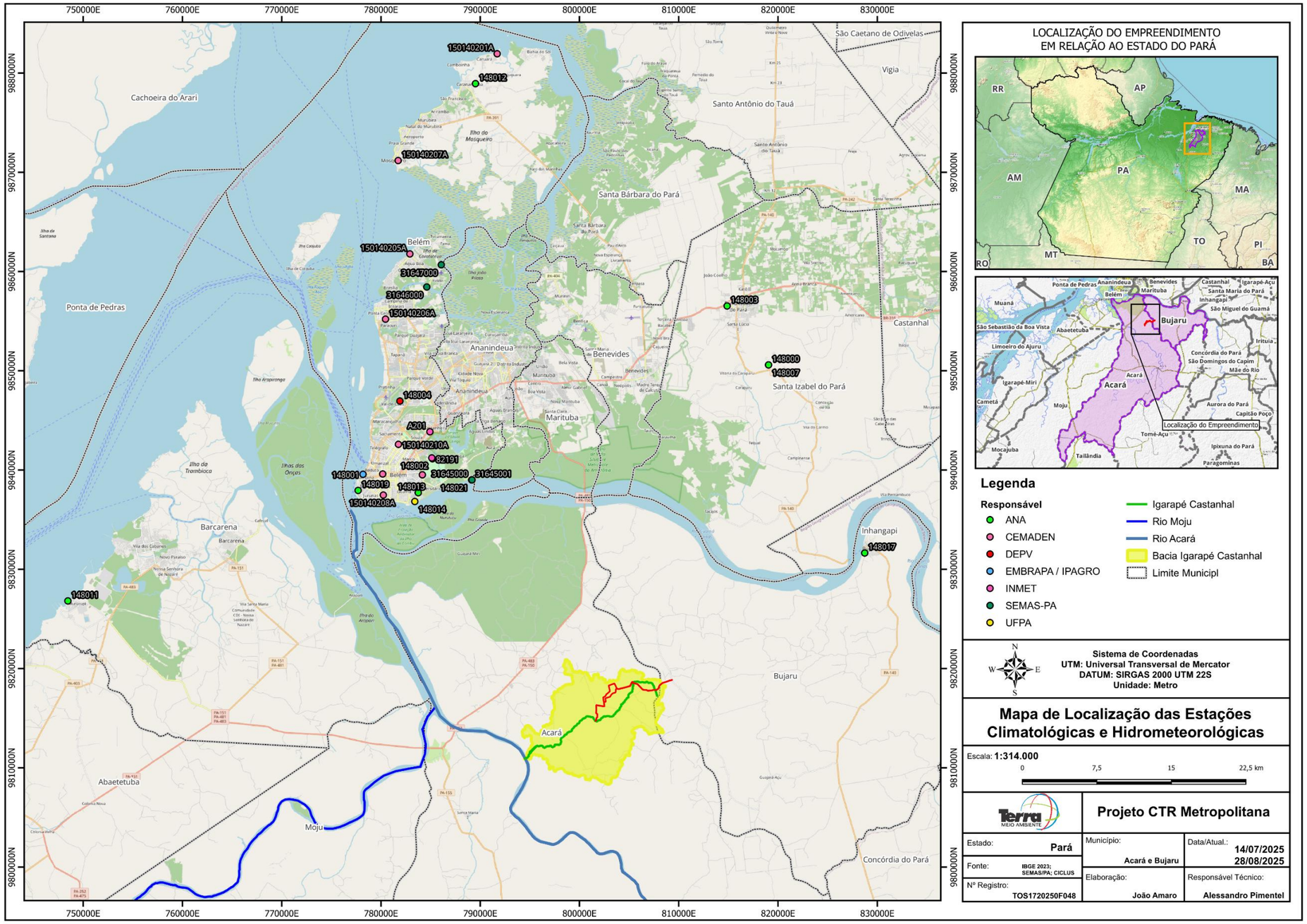
A SEMAS-PA também disponibiliza um sistema de visualização de dados meteorológicos – **SISMET**, um portal criado em 2014 e que tem como objetivo facilitar o acesso aos dados de precipitação no estado do Pará. Este sistema fornece dados em dois formatos: **Dados climatológicos**: através da média dos valores mensais e dos totais anuais de precipitação, interpolados para todos os municípios do estado do Pará. A base de dados utilizada reúne estações do INMET, SEMAS e ANA e o intervalo de dados compreende o período entre 1970 e 2007; **Dados meteorológicos**: provenientes das plataformas de coleta de dados (PCD) que fazem parte da rede de estações da SEMAS em parceria com o INPE. Os dados disponíveis são pontuais para os municípios de Altamira, Barcarena, Canaã dos Carajás, Capanema, Jacareacanga, Marabá, Novo Progresso, Porto Trombetas e Tailândia. Destes, o município mais próximo da área de estudo é Barcarena.

Tabela 6.1-1 - Estações climatológicas, meteorológicas e pluviométricas nas proximidades da área de estudo.

Código	Nome	Tipo	Município	Responsável	Operadora	Lat	Long
148000	Porto de Minas	Pluviométrica	Santa Isabel do Pará	ANA	ANA	1,3500	48,1333
148003	Santa Isabel do Pará	Pluviométrica	Santa Isabel do Pará	ANA	CPRM	1,2964	48,1708
148007	Caraparu (Porto de Minas)	Pluviométrica	Santa Isabel do Pará	ANA	ANA	1,3500	48,1333
148011	Vila do Conde	Pluviométrica	Barcarena	ANA	CPRM	1,5656	48,7669
148012	Mosqueiro	Pluviométrica	Belém	ANA	CPRM	1,0942	48,3986
148013	CPATU	Pluviométrica	Belém	ANA	CPRM	1,4667	48,4500
148017	Bujaru	Pluviométrica	BUJARU	ANA	CPRM	1,5211	48,0461
148019	Belém 4º Distrito Naval	Pluviométrica	Belém	ANA	CPRM	1,4647	48,5044
148021	Captação de Água da COSANPA	Pluviométrica	Belém	ANA	CPRM	1,4550	48,4017
249002	Vila Elim	Pluviométrica	Moju	ANA	CPRM	2,8044	49,3778
349001	Cachoeira –	Pluviométrica	Moju	ANA	CPRM	3,5142	49,2225
31645000	Captação de Água da COSANPA	Fluviométrica	Belém	ANA	CPRM	1,4550	48,4017
150140201A	Ilha do Mosqueiro	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,0670	48,3790
150140203A	Terra Firme	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,4504	48,4463
150140204A	Nazaré	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,4497	48,4822

Código	Nome	Tipo	Município	Responsável	Operadora	Lat	Long
150140205A	Ilha Outeiro	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,2493	48,4578
150140206A	Icoaraci	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,3087	48,4798
150140207A	Vila Mosqueir	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,1643	48,4685
150140208A	Cremação	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,4689	48,4816
150140210A	Pedreira	Pluviométrica	Belém	CEMADEN	CEMADEN	1,4227	48,4680
148004	Belém (Val de Cans - SBBE)	Pluviométrica	Belém	DEPV	DEPV	1,3833	48,4667
148001	Belém	Pluviométrica	Belém	EMBRAPA / IPAGRO	EMBRAPA / IPAGRO	1,4500	48,5000
82191	Belém	Meteorológica Convencional	Belém	INMET	INMET	1,4358	48,4372
148002	Belém	Pluviométrica /Climatológica	Belém	INMET	INMET	1,4350	48,4378
A201	Belém	Meteorológica Automática	Belém	INMET	INMET	1,4112	48,4395
31645001	Belém 1	Fluviométrica	Belém	SEMAS-PA	SEMAS-PA	1,4550	48,4014
31646000	Belém 2	Fluviométrica	Belém	SEMAS-PA	SEMAS-PA	1,2794	48,4425
31647000	Belém 3	Fluviométrica	Belém	SEMAS-PA	SEMAS-PA	1,2592	48,4294
148014	UFPA	Pluviométrica /Climatológica	Belém	UFPA	UFPA	1,4747	48,4531

Figura 6.1-2 - Mapa de localização das estações climatológicas, meteorológicas e pluviométricas nas proximidades da área de estudo.



Fonte: Terra, 2025.

Nesse sentido, com base no levantamento das estações, conclui-se que a estação mais apta a ser utilizada no estudo é a estação meteorológica convencional 82191-Belém (1°26'S e 48°26'W), do INMET, para o período de 1961 a 2023.

Em relação à precipitação, foram utilizadas ainda as observações da estação hidrometeorológica de Bujaru (1°31'16" S e 48°02'46" W) pertencente à ANA, entre os anos 1995 e 2023.

6.1.1.2 CARACTERIZAÇÃO

Neste item será apresentada uma análise abrangente das principais forças que influenciam o clima da área de implantação da CTR Metropolitana. A caracterização terá início através da avaliação da pressão atmosférica, uma medida fundamental da densidade do ar e sua distribuição vertical sobre a superfície terrestre. Além desta variável, a análise inclui a insolação total e a nebulosidade, que delineiam a quantidade de radiação solar que atinge nosso planeta e sua distribuição ao longo do tempo, bem como a precipitação e a evaporação, elementos importantes no ciclo hidrológico. A avaliação da temperatura do ar e da umidade relativa também representa uma etapa importante, uma vez que estes aspectos definem a sensação térmica e a umidade atmosférica. Por fim, faz-se necessário o estudo do comportamento do vento na região, uma vez que este trata-se de um agente dinâmico que influencia a dispersão de energia, umidade e poluentes. A compreensão destas variáveis são fundamentais para subsidiar a avaliação dos impactos decorrentes da implantação do empreendimento, principalmente na escala local, mas também nas áreas de abrangência do presente estudo.

6.1.1.2.1 Pressão Atmosférica

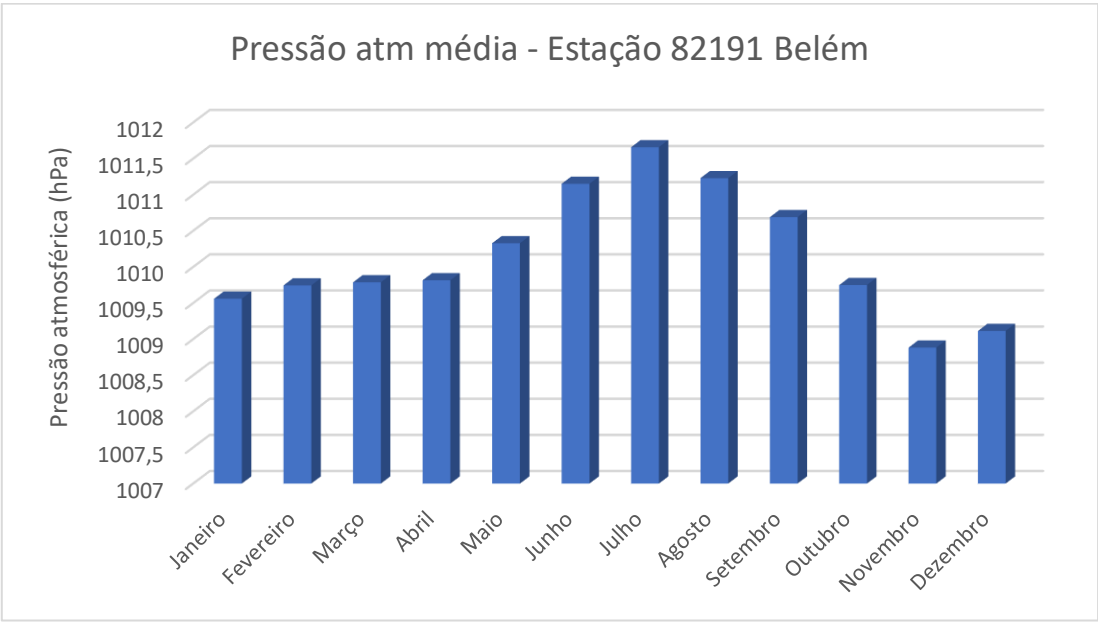
A pressão atmosférica é definida por McIntosh e Thom (1969) como a força direcionada para baixo sobre a unidade de área horizontal resultante da ação da gravidade sobre a massa de ar situada verticalmente. Sendo assim, à medida que a altitude aumenta, o peso que os gases exercem é menor, reduzindo a pressão atmosférica e o inverso também acontece. Essa variação de pressão também ocorre ao longo da superfície terrestre, já que a distribuição dos gases não é homogênea, tampouco a radiação solar.

A pressão atmosférica afeta diretamente o clima de uma região, visto que a formação de baixa pressão na superfície faz com que o ar quente suba, enquanto as altas pressões resultam na descida do ar frio. As altas pressões inibem a formação de nuvens, possuem o ar mais seco e consequentemente provocam menos chuva. Já as baixas pressões estão associadas à formação de nuvens, concentração de umidade e calor, provocando chuvas. É importante destacar que o ar sempre circula superficialmente da alta pressão para a baixa.

A avaliação da pressão atmosférica foi realizada com base nos dados disponíveis na estação meteorológica Belém, sendo uma estação convencional do INMET, cujo código de identificação é 82191, possuindo dados de pressão atmosférica horária e mensal, desde o ano 1961. Vale destacar que foram desconsiderados os anos de 1964, 1965 e 1966 por apresentarem falhas de dados.

A pressão atmosférica média mensal registrada na estação supracitada é maior nos meses de inverno (junho, julho e agosto), onde os valores são superiores a 1011 hPa, com valor máximo de 1011,65 hPa no mês de julho. Os meses de novembro, dezembro e janeiro tiveram médias mensais menores, com o menor valor registrado em novembro, correspondente a 1008,88 hPa. A figura a seguir ilustra as médias mensais para o período de 1961 a 2023.

Figura 6.1-3 - Pressão Atmosférica média mensal.



Conforme indica o gráfico acima, os resultados para pressão atmosférica média mensal indicam uma variabilidade sazonal bem-marcada, em que as maiores médias ocorrem durante os meses de temperaturas mais amenas. Já os menores registro se dão nos meses mais quentes.

No que tange a influência da pressão atmosférica na dispersão de poluentes, uma vez que condições de pressão reduzida podem favorecer o transporte e mistura vertical dos poluentes na atmosfera, indica-se que o período mais favorável para a dispersão compreende outubro a abril.

6.1.1.2.2 Insolação Total e Nebulosidade

O parâmetro atmosférico insolação representa a quantidade de horas de brilho solar que uma determinada região foi exposta. Desta forma, seus valores são diretamente influenciados pela posição da Terra na órbita, além da nebulosidade na região. Apesar de ainda existirem em algumas localidades, medidas de insolação tem se tornado cada vez mais raras, uma vez que só são realizadas em estações meteorológicas convencionais, como é o caso em questão. No entanto, as estações convencionais estão sendo constantemente substituídas por estações automáticas, as quais medem radiação solar. Esta medida, além de fornecer indiretamente o tempo que uma determinada região fica exposta a radiação solar, também fornece a quantidade desta radiação que chega à superfície terrestre.

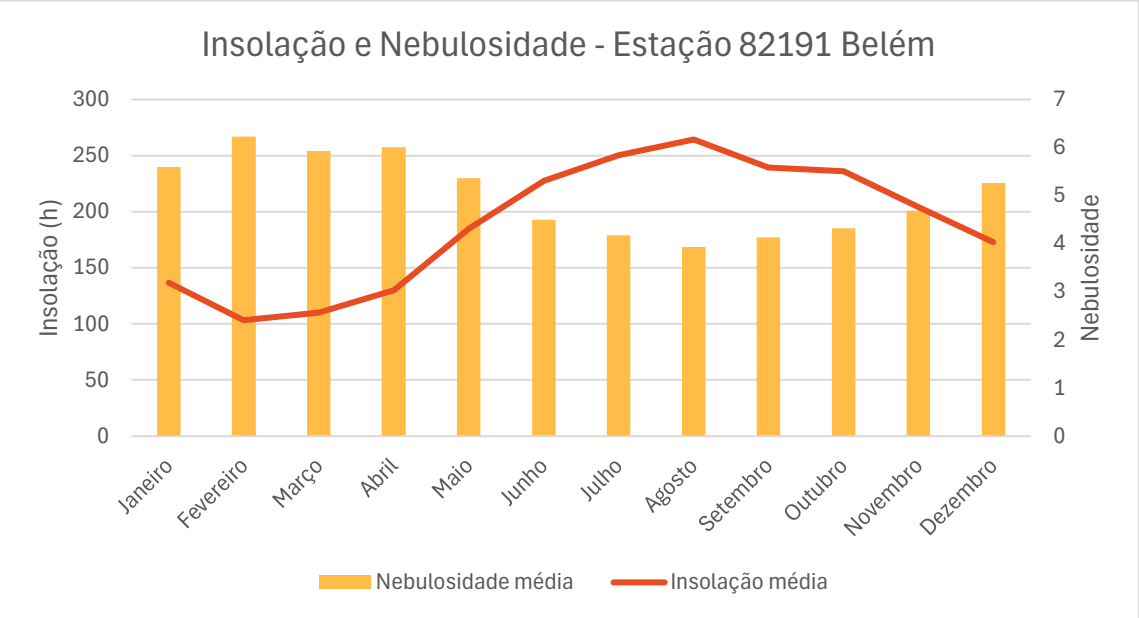
Considerando que a estação utilizada para avaliação meteorológica se trata de uma estação convencional, ela monitora os parâmetros de insolação e nebulosidade, sendo esses parâmetros utilizados para avaliar a interferência solar no clima da região de estudo.

Com relação a insolação total para a estação analisada, ela acumula em média 2245 horas de sol anualmente. O mês de agosto apresenta o maior valor de insolação média mensal, com 264,35 horas/mês; enquanto os meses de fevereiro e março apresentam valores entre 103 e 110 horas/mês, respectivamente. De fato, o acumulado do primeiro quadrimestre do ano representa apenas 21% do total anual.

A Nebulosidade média mensal segue a tendência inversa, ou seja, os meses com menor insolação apresentam as maiores nebulosidade (em décimos). Os meses de fevereiro a abril têm as maiores nebulosidades médias: 8 décimos. O mês de maior insolação

(agosto) é também o mês de menor nebulosidade média (3,93 décimos). A Figura abaixo ilustra a insolação total e nebulosidade médias mensais no período de 1961 a 2023.

Figura 6.1-4 - Insolação Total e Nebulosidade média mensal.



6.1.1.2.3 Precipitação e Evaporação

A precipitação pluviométrica é um dos principais elementos na determinação do clima de uma região, dado sua elevada variabilidade no tempo e no espaço. Este parâmetro responde as influências de fenômenos de grande escala e os distúrbios de mesoescala, bem como, as condições locais como topografia, proximidade do mar e uso e ocupação do solo. Como consequência, a precipitação pode apresentar grande variação interanual e intra-anual, diferente de outros parâmetros meteorológicos como temperatura, vento e insolação que apresentam ciclos bem definidos. Baseado no exposto, são apresentados gráficos específicos que demonstram tanto a variabilidade interanual como a intra-anual, além de tabelas com extremos e percentis para cada estação de monitoramento.

Em meteorologia, o termo evaporação é usado para designar a transferência de água para a atmosfera sobre a forma de vapor, decorrente, tanto da evaporação que se verifica em solo úmido sem vegetação, nos oceanos, lagos, rios e em outras superfícies hídricas naturais. De acordo com Pinto (1976), a perda por evaporação é a quantidade

de água evaporada por unidade de área horizontal durante um certo intervalo de tempo. As estações de monitoramento convencionais realizam a medição da evaporação através do evaporímetro de Piche, indicando a quantidade de água evaporada em milímetros.

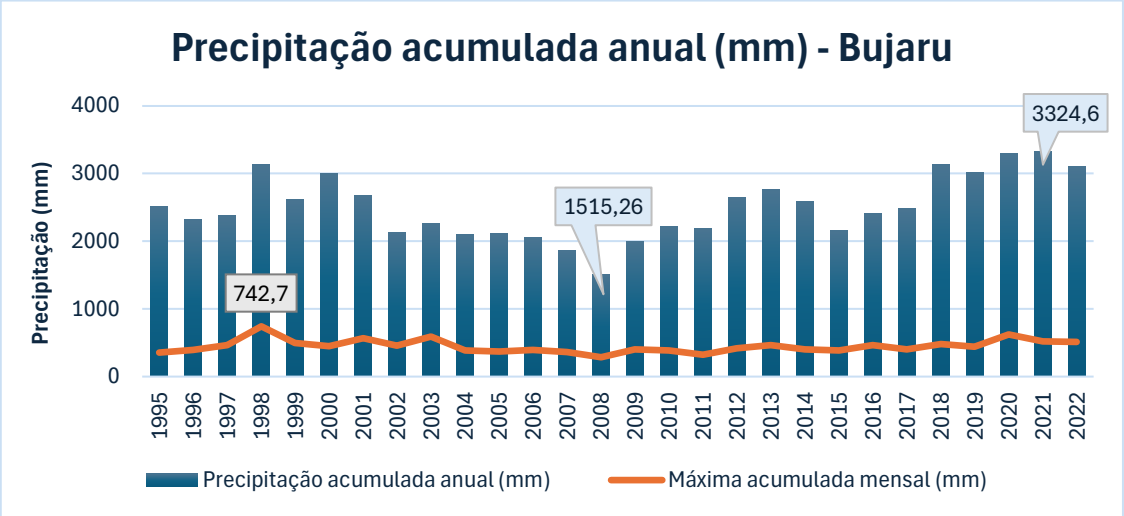
Para tais análises, foram avaliadas duas estações: a estação meteorológica convencional Belém (82191), operada pelo INMET, a qual monitora chuva e evaporação, e a estação pluviométrica Bujaru (148017), operada pela ANA, monitorando apenas a chuva. Ambas as estações estão situadas a cerca de 29Km da área de estudo, porém a de Belém para oeste e a Bujaru para leste.

6.1.1.2.3.1 Bujaru – 148017 (ANA)

A estação de Bujaru (148017) trata-se de uma estação pluviométrica e está localizada na região central do município de Bujaru, distante cerca de 29 Km da área de estudo, possuindo dados de monitoramento entre os anos de 1994 e 2023. Para a avaliação da pluviometria foram desconsiderados os dados relativos aos anos de 1994 e 2023, em função de não estarem completos. Cabe destacar que os dados somente foram consistidos até meados de 2005, sendo que os anos de 1999 e 2000 também não foram ratificados pelo operador. Assim, foram considerados os dados não consistidos e, quando existentes, os dados consistidos.

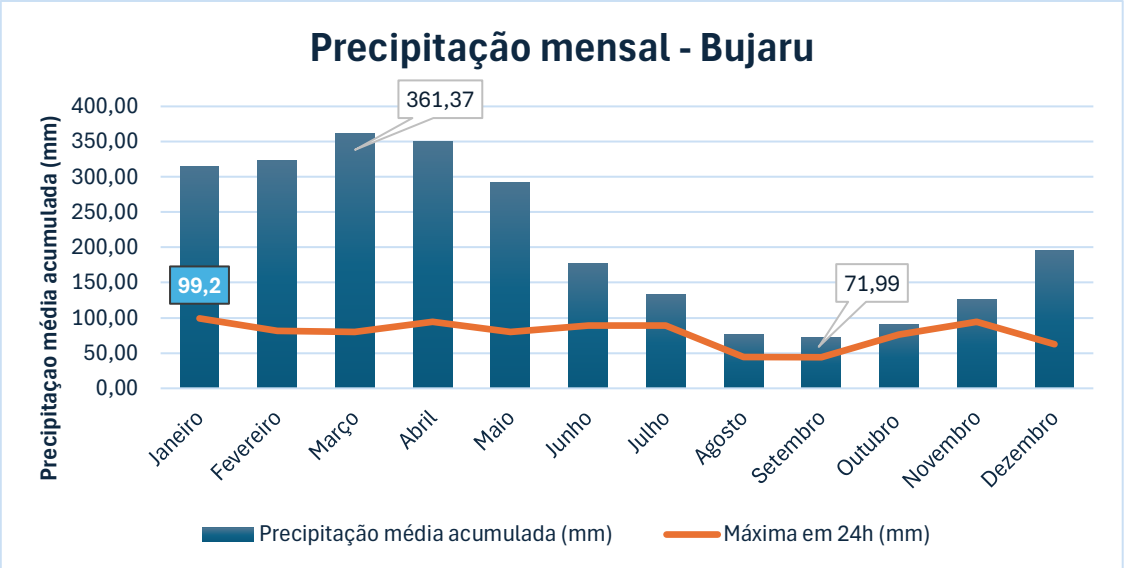
A precipitação média acumulada anual foi equivalente a 2500 mm, sendo o ano de 2021 o de maior acumulado pluviométrico da série histórica, com 3324,6 mm de chuva registrados na estação de Bujaru. Já o ano de menor pluviosidade foi o de 2008, atingindo apenas 1515,26 mm. Quando analisamos o maior acumulado mensal, observa-se que o ano de 1998 apresentou o recorde de chuva mensal, registrado no mês de janeiro, correspondente a 742,7 mm. O gráfico apresentado a seguir ilustra a distribuição das chuvas anuais na série histórica considerada.

Figura 6.1-5 - Precipitação acumulada anual na estação Bujaru.



Analisando a distribuição das chuvas de forma mensal é possível observar que os meses de janeiro a abril correspondem ao período mais chuvoso do ano, totalizando um acumulado de 1348mm, representando cerca de 54% da chuva no ano. A média dos acumulados mensais indica que o mês de março é o que mais contribui para o período chuvoso, com 361 mm. Já o mês de setembro é o de menor média dos acumulados mensais, com cerca de 72 mm, conforme ilustra o gráfico abaixo. A chuva máxima em 24 horas registrada na estação foi equivalente a 99,2 mm, ocorrida no mês de janeiro de 1998, mesmo não sendo o mês mais chuvoso da série observada.

Figura 6.1-6 - Precipitação mensal média na estação de Bujaru.

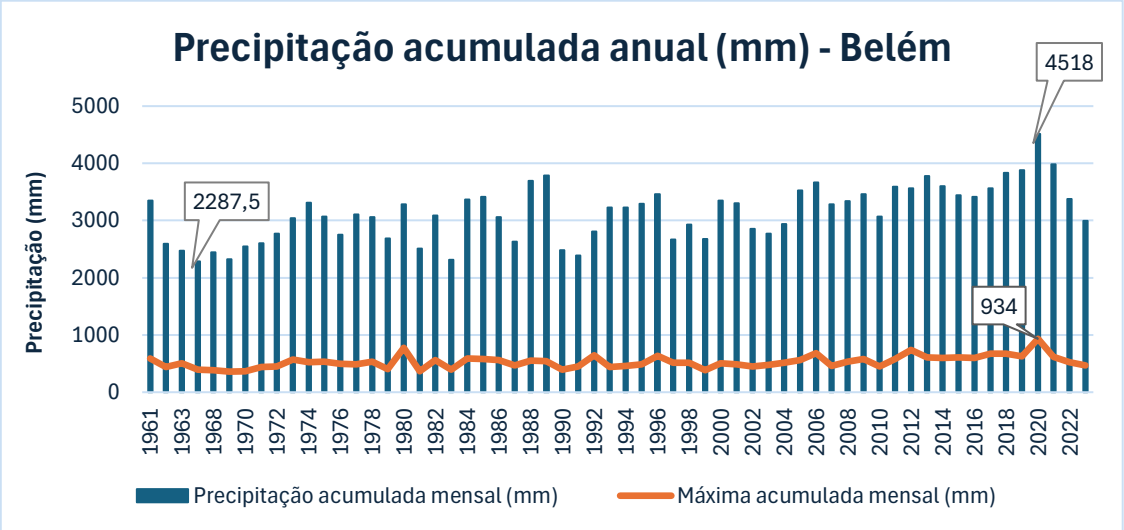


6.1.1.2.3.2 Belém – 82191 (INMET)

A estação Belém (82191) trata-se de uma estação meteorológica convencional, localizada no bairro de Curió-Utinga, há cerca de 8Km da região central de Belém e 29Km da área de estudo. A referida estação possui dados de precipitação desde 1961, sendo que os anos de 1964, 1965 e 1966 apresentam falhas de monitoramento, sendo excluídos da presente análise. Com relação aos dados de evaporação, são apresentados dados desse parâmetro de forma mensal, também desde 1961. Para a presente avaliação, os meses ou anos que apresentaram dados nulos foram descartados.

A precipitação média acumulada anual foi equivalente a 3131 mm, sendo o ano de 2020 o de maior acumulado pluviométrico da série histórica, com 4518 mm de chuva registrados na estação de Belém. Já o ano de menor pluviosidade foi o de 1967, atingindo apenas 2287,5 mm. Quando analisamos o maior acumulado mensal, observa-se que o ano de 2020 apresentou-se de forma discrepante quando comparado com os outros anos, com uma chuva de 934 mm registrada no mês de março. O gráfico apresentado na figura abaixo ilustra a distribuição das chuvas anuais na série histórica considerada.

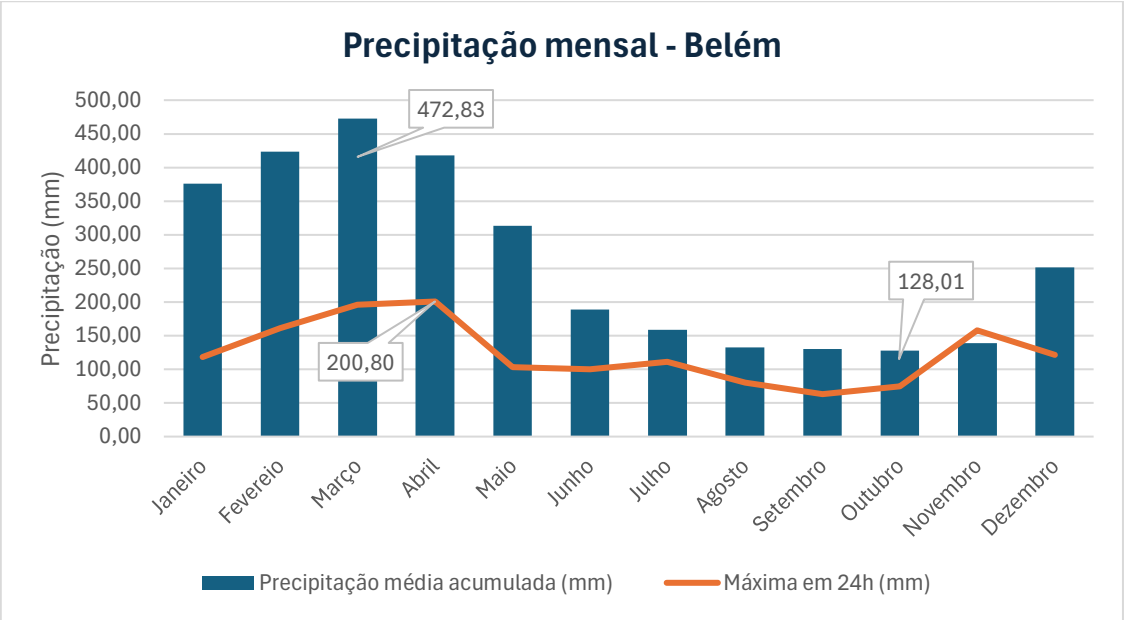
Figura 6.1-7 - Precipitação acumulada anual na estação Belém.



Analisando a distribuição das chuvas de forma mensal é possível observar que os meses de janeiro a abril correspondem ao período mais chuvoso do ano, totalizando um acumulado de 1689mm, representando cerca de 54% da chuva no ano. A média dos

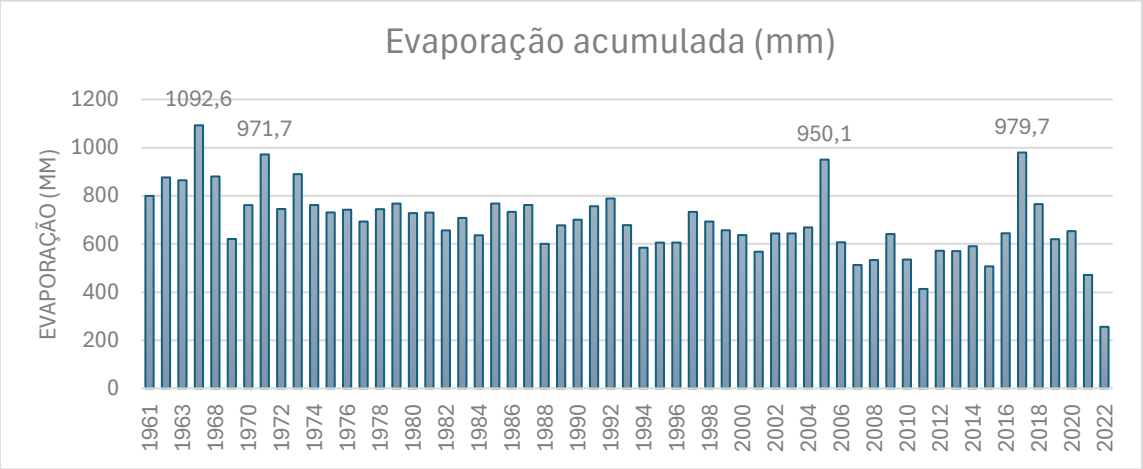
acumulados mensais indica que o mês de março é o que mais contribui para o período chuvoso, com 472,83 mm. Já o mês de outubro é o de menor média dos acumulados mensais, com cerca de 128 mm, conforme ilustra o gráfico da figura abaixo. A chuva máxima em 24 horas registrada na estação foi equivalente a 200 mm, ocorrida no mês de abril de 2005, mesmo não sendo o mês mais chuvoso da série observada.

Figura 6.1-8 - Precipitação mensal na estação Belém.



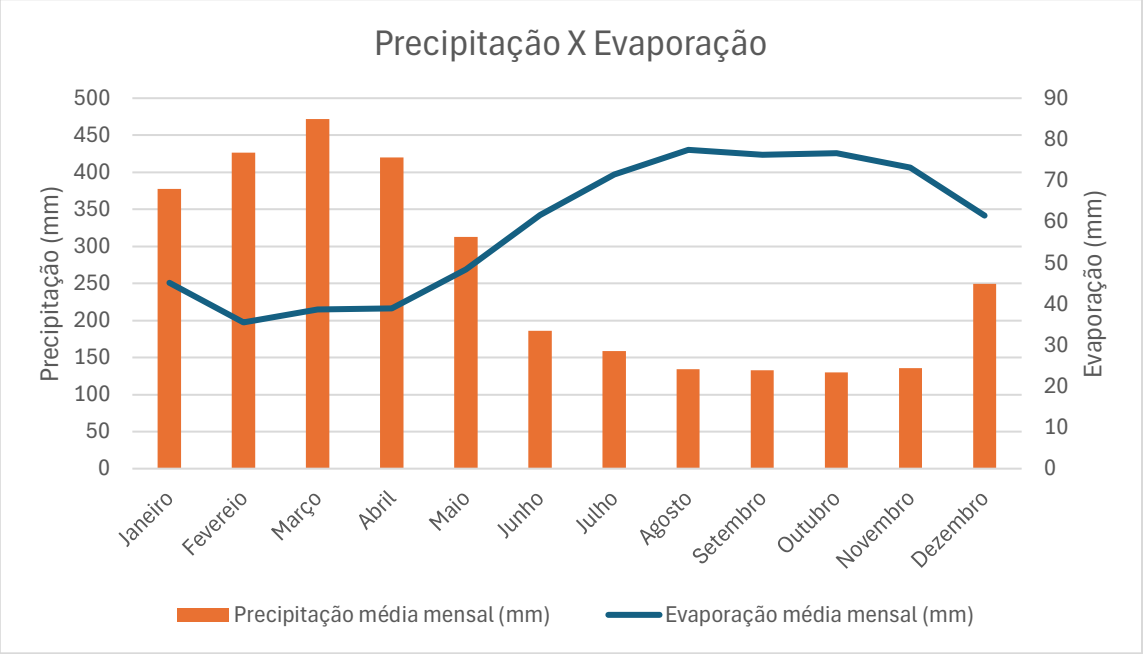
Com relação ao parâmetro de evaporação, os valores acumulados anuais totalizaram uma evaporação média de 690 mm por ano, traduzindo uma perda de 22% da precipitação (considerando a precipitação média anual de 3131 mm). Ao longo da série histórica, o ano que apresentou os maiores acumulados de evaporação foi o de 1967, seguido dos anos 2017, 1971 e 2005, conforme ilustra o gráfico da figura abaixo.

Figura 6.1-9 - Evaporação acumulada na estação de Belém.



Analisando o parâmetro evaporação ao longo dos meses, a evaporação média mensal é correspondente a 59 mm de água. Os meses de agosto a setembro correspondem ao período de maior evaporação, que são justamente os meses de menor precipitação. O mesmo acontece com o período de menor evaporação, correspondendo ao período de maior precipitação. O gráfico a seguir ilustra bem essa relação da evaporação com a precipitação.

Figura 6.1-10 - Evaporação e precipitação ao longo dos meses na estação Belém.



Pelos valores acumulados de precipitação e evaporação, é possível avaliar que o excedente de água no primeiro semestre do ano seja elevado, principalmente no trimestre mais chuvoso (fevereiro a abril).

6.1.1.2.3.3 Belém X Bujaru

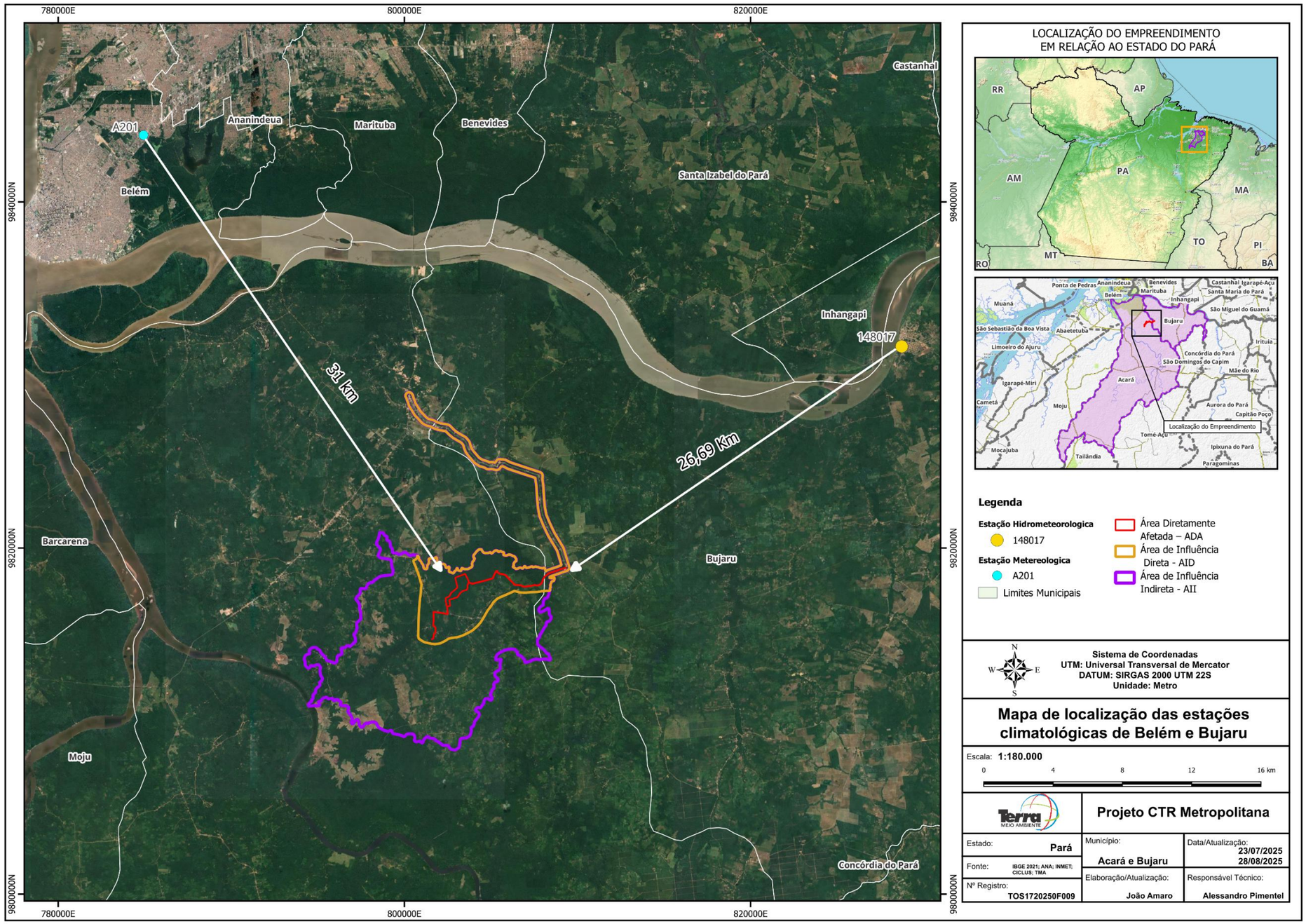
Avaliando os dados de monitoramento de chuva para as duas estações consideradas é possível verificar que os valores apresentam diferença relativamente significativas quando se considera os acumulados anuais de chuva. Apesar de estarem situadas a mesma distância para a área do empreendimento, a estação de Belém recebe uma influência do oceano maior que a estação de Bujaru, o que contribui para os valores mais elevados de chuva. A Tabela abaixo apresenta as divergências dos valores encontrados nas estações Belém e Bujaru.

Tabela 6.1-2 - *Diferenças entre as estações Belém e Bujaru.*

Parâmetros	Bujaru	Belém
Precipitação média mensal (mm)	209,27	260,94
Precipitação média acumulada anual (mm)	2.511,00	3.131,00
Precipitação máxima em 24h (mm)	99,2	200,8
Maior acumulado médio mensal (mm)	361,37	472,83
Maior precipitação mensal (mm)	742,00	934,00

Através das isoietas de precipitação anuais do Brasil, desenvolvidas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), é possível observar essa diferença de comportamento das chuvas na região, conforme Figura a seguir.

Figura 6.1-11 - Localização das estações Belém e Bujaru.



Fonte: Terra, 2025.

As curvas geradas para representação das precipitações médias anuais do Brasil indicam que a área de estudo se encontra entre as precipitações médias anuais de 2.700 e 2.800 mm de chuva. Já a estação Belém, entre 3.000 e 3.100 mm e a Bujaru entre 2.600 e 2.700 mm. Sendo assim a precipitação mais representativa da área de estudo é a de Bujaru, pois apresenta acumulados anuais mais compatíveis com a área de estudo.

6.1.1.2.4 Temperatura do Ar

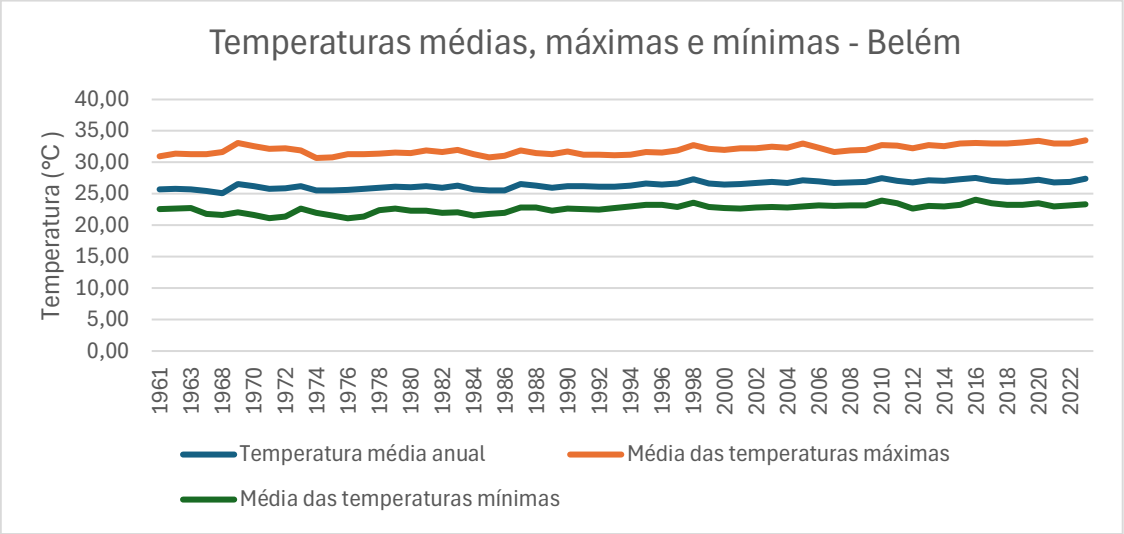
A temperatura remete à quantidade de calor existente em determinada porção da atmosfera e, de certo modo, representa a frequência com que as moléculas de ar se agitam, sendo essencial nos estudos meteorológicos.

Sua distribuição na atmosfera é de fundamental importância para definir o estado termodinâmico e a dinâmica das circulações na atmosfera. Sua variação diária próxima à superfície é resultado do balanço entre a energia proveniente do Sol e a energia emitida pela superfície da Terra na forma de ondas longas (banda infravermelha no espectro eletromagnético). Essa variação local da temperatura se dá pelas trocas energéticas entre a superfície terrestre e a atmosfera, além da advecção de ar frio e ar quente causada pelas circulações nas diversas escalas atmosféricas.

A temperatura da região foi analisada com base nos dados disponíveis na estação de monitoramento de Belém (82191), operada pelo INMET. Foram avaliados dados desde 1991, sendo excluídos os dados relativos aos anos de 1964 a 1966 em função das falhas observadas no monitoramento.

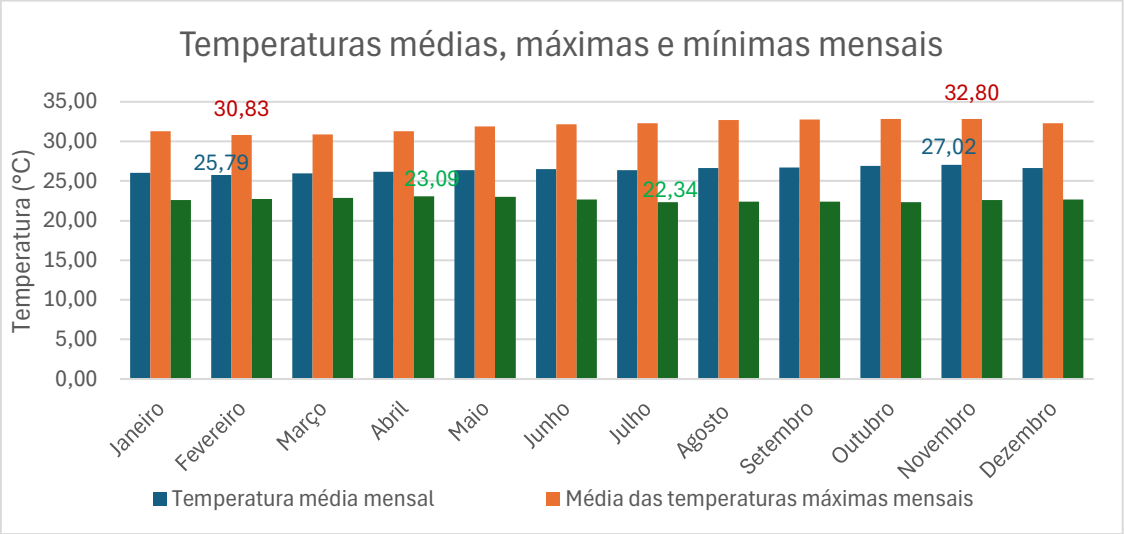
Assim, a temperatura média registrada na referida estação é de 26,4°C. Enquanto a média das temperaturas máximas é de 32°C, a média das mínimas de 22,6°C. O ano de 2023 foi o que apresentou a maior média das temperaturas máximas, correspondente a 33,5°C, seguido dos anos de 2020 e 2019, com 33,42°C e 33,19°C respectivamente. Ao longo dos anos de monitoramento é possível observar uma leve tendência de elevação nas temperaturas médias, máximas e mínimas, conforme ilustra o gráfico da Figura a seguir.

Figura 6.1-12 - Temperaturas médias, máximas e mínimas.



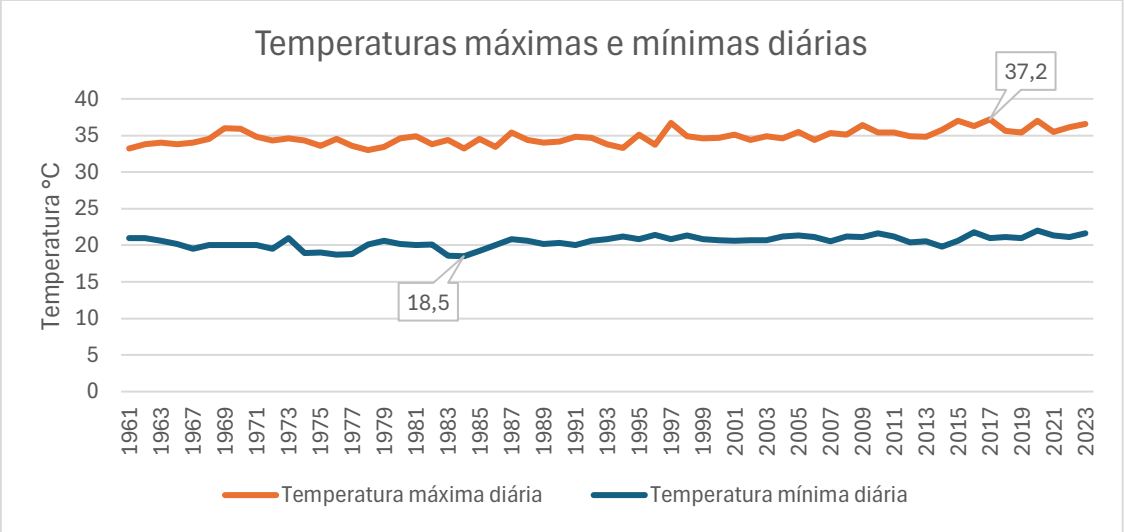
Acerca das temperaturas mensais, os valores registrados para a região não apresentaram grandes variações de temperatura. Para as temperaturas máximas, por exemplo, o trimestre com maiores registros é de setembro a novembro, com valores em torno de 32,8°C. Já o mês com menores temperaturas máximas é em fevereiro, com 30,8°C. Com relação às temperaturas médias, os valores se apresentaram entre 27°C (novembro) e 25,8°C (fevereiro). No tocante às temperaturas mínimas, os valores oscilaram entre 22,34°C e 23,09°C. O gráfico da Figura ilustra essas variações da temperatura ao longo dos meses.

Figura 6.1-13 - Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais.



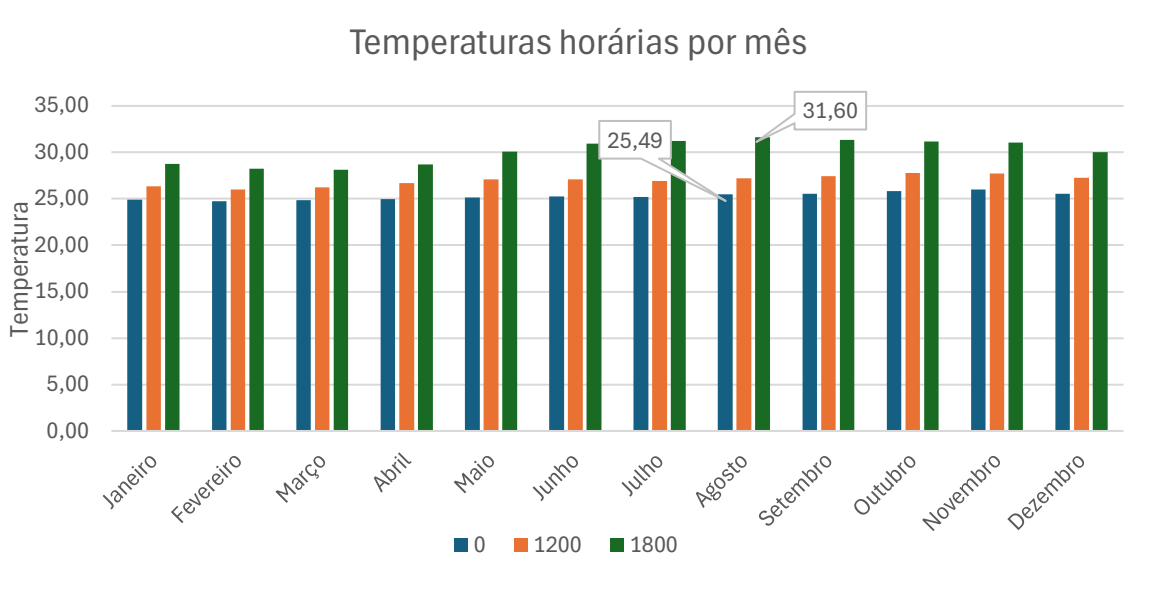
As temperaturas máximas e mínimas diárias variaram entre 37,2°C no ano de 2017 e 18,5°C em 1984, respectivamente. O gráfico da figura abaixo lustra essa descrição.

Figura 6.1-14 - Temperaturas máximas e mínimas diárias.



Ainda, as temperaturas médias horárias mensais indicam os meses de junho a setembro os que possuem maior variação ao longo dos dias, com variação máxima diária de 6,11°C no mês de agosto, quando medido entre às 00:00h e às 18:00h, conforme gráfico a seguir.

Figura 6.1-15 - Variação da temperatura ao longo do dia.



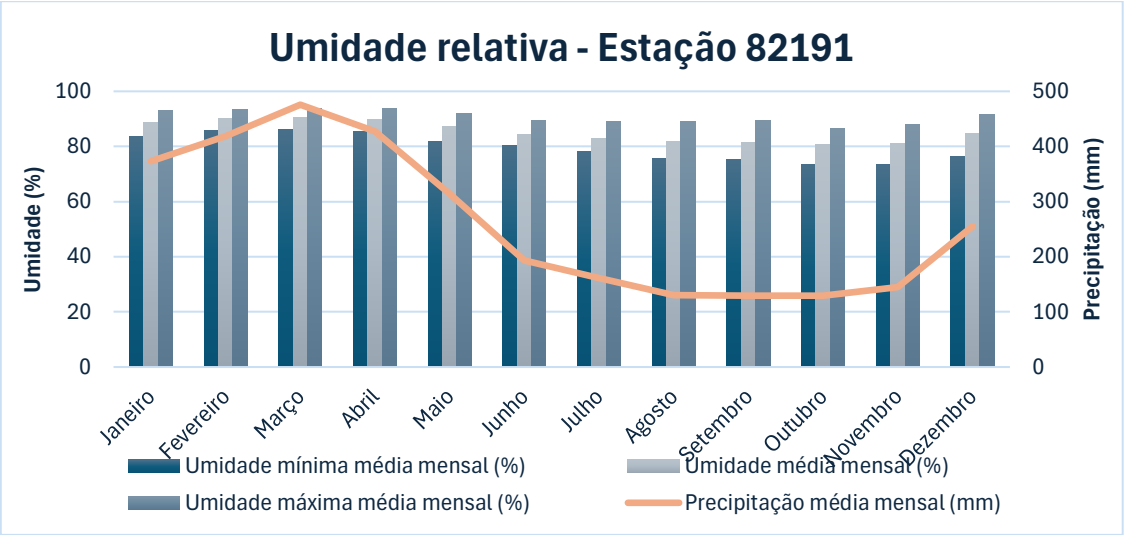
6.1.1.2.5 Umidade Relativa

A existência de água na atmosfera e suas mudanças de fase desempenham papel importantíssimo em vários processos físicos naturais, como o transporte e a distribuição de calor na atmosfera, a evaporação e evapotranspiração, além da absorção de diversos comprimentos de onda da radiação solar e terrestre. A variação da umidade relativa do ar (UR) está relacionada com variações do regime de precipitação e da temperatura do ar que ocorrem na natureza tipicamente por: variação diurna da temperatura; movimento horizontal de massa de ar (advecção) e movimento vertical de ar (convecção). Desta forma, uma série de situações meteorológicas pode ocorrer e resultar em diferenciados valores de umidade relativa, dependendo também, das características da superfície e do solo, latitude, altitude e proximidade de corpos d'água.

Os dados relativos à umidade registrados na estação Belém indicam que a região possui elevada umidade relativa do ar e pouca variação desse parâmetro ao longo dos meses, inclusive nos meses menos chuvoso. A umidade média varia de 80 a 90% ao longo do ano, com uma média geral de 85%. O mês de abril apresenta a maior média das máximas de umidade relativa, mesmo não sendo o mês pico da chuva, correspondendo a praticamente 94% de umidade. Os meses de menor umidade são outubro e novembro, justamente os meses de menor precipitação na região, mesmo assim os valores das

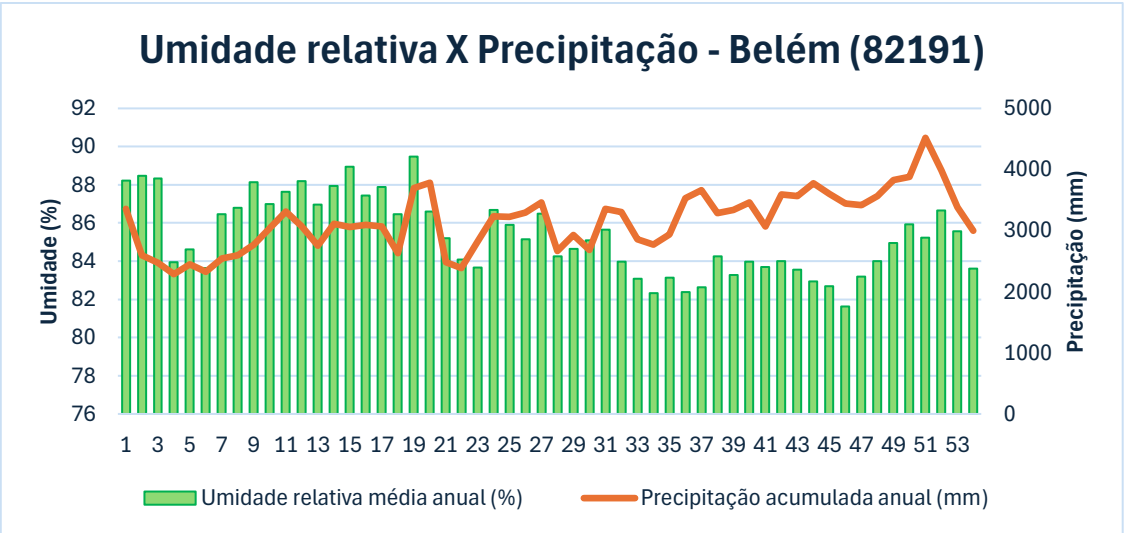
médias mínimas ficam acima de 73%. O gráfico da Figura abaixo apresenta a variação da umidade relativa ao longo do ano.

Figura 6.1-16 - Umidade relativa mensal na estação Belém (82191).



Analisando os registros de umidade e precipitação ao longo dos anos de monitoramento, conforme ilustrado no gráfico da figura a seguir, é possível observar uma leve queda dos valores de umidade, principalmente a partir da última metade da série histórica, mesmo com os registros de precipitação em crescimento.

Figura 6.1-17 - Umidade relativa e precipitação ao longo da série histórica da estação de Belém.



6.1.1.2.6 Vento

O aquecimento diferenciado na superfície terrestre conduz a uma diferença de pressão na atmosfera. O gradiente de pressão faz com que o ar se desloque de regiões de alta pressão para as de baixa pressão. Esse deslocamento de ar denomina-se vento. O vento possui importante papel na atmosfera terrestre, onde é responsável por transportar e misturar distintas massas de ar, amenizando o desequilíbrio energético e de massa na atmosfera.

Os principais parâmetros monitorados do vento são direção e velocidade. Considerando que o vento possui direções diversas e muitas vezes são simultâneas, a estação de monitoramento registra a direção predominante do vento, considerando a rosa dos ventos. Assim, quando informada uma direção predominante do vento, significa que ela é o ponto cardeal de onde vem o vento, ou seja, um vento norte sopra do Norte para o Sul, ou um vento Leste sopra de Leste para Oeste.

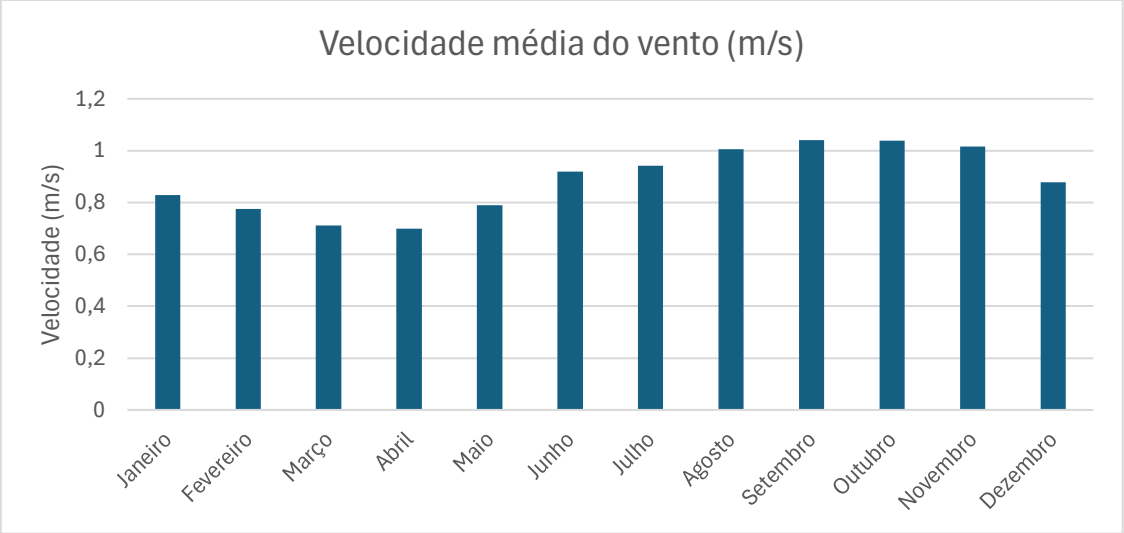
A velocidade do vento representa a intensidade do vento e é representada pelo monitoramento nas estações em m/s a uma distância de 10 metros do solo. Possui diversas classificações de intensidade, como por exemplo, calmaria, vento fraco, médio ou forte e tempestade. O meteorologista Francis Beaufort foi um dos pioneiros a realizar essa classificação do vento e em 1830 criou a Escala Beaufort, que na época foi direcionada para os efeitos do vento no mar. Até os dias de hoje a referida escala é utilizada largamente, porém com adaptações para os efeitos provocados em Terra.

O monitoramento do vento na região da área de estudo é realizado tanto pela estação convencional 82191 quanto pela estação automática A201, sendo que a automática apresenta as medições no mínimo a cada 1 hora, enquanto a estação convencional mede, no mínimo, 3 vezes ao dia. Considerando que a estação automática apresenta maior detalhamento da variação do vento ao longo do dia, foi realizado o processamento dos dados desta estação, conforme será detalhado a seguir.

6.1.1.2.6.1 Belém automática – A201 (INMET)

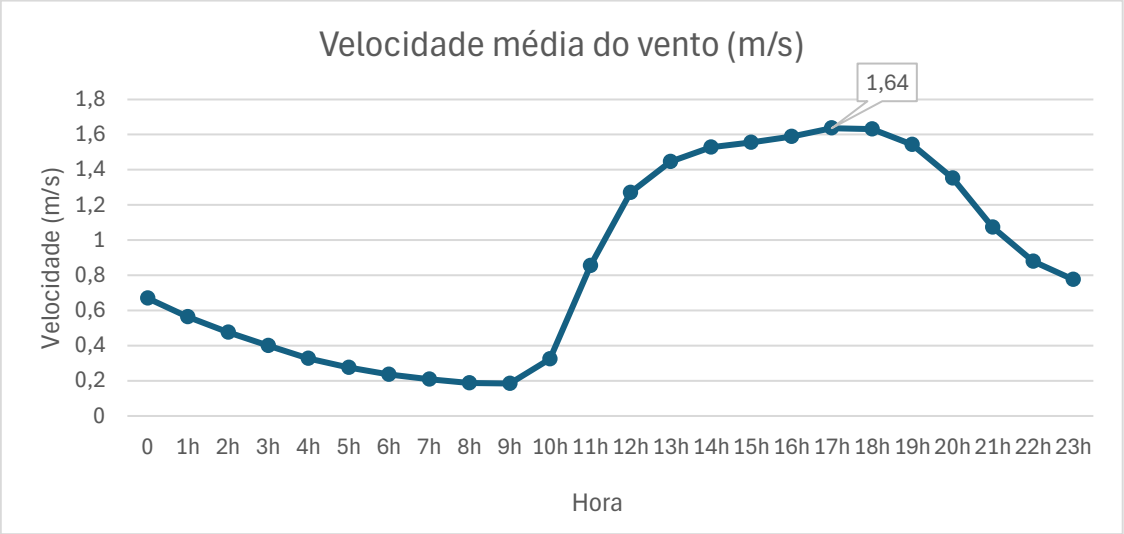
A estação automática de Belém A201 está localizada nas coordenadas -1.411228; -48.439512 e começou a operar em janeiro de 2003, possuindo aproximadamente 20 anos de dados de monitoramento. Para o parâmetro de velocidade do vento, o gráfico da abaixo apresenta as velocidades médias de janeiro a fevereiro, indicando ventos de maior intensidade entre os meses de agosto e novembro.

Figura 6.1-18 - Velocidade média do vento - Estação A201.



Com relação às médias horárias da velocidade do vento, é possível observar através do gráfico da figura abaixo, que as maiores velocidades são registradas no período entre 12:00h e 20:00h, com o pico às 17:00h de 1,64m/s.

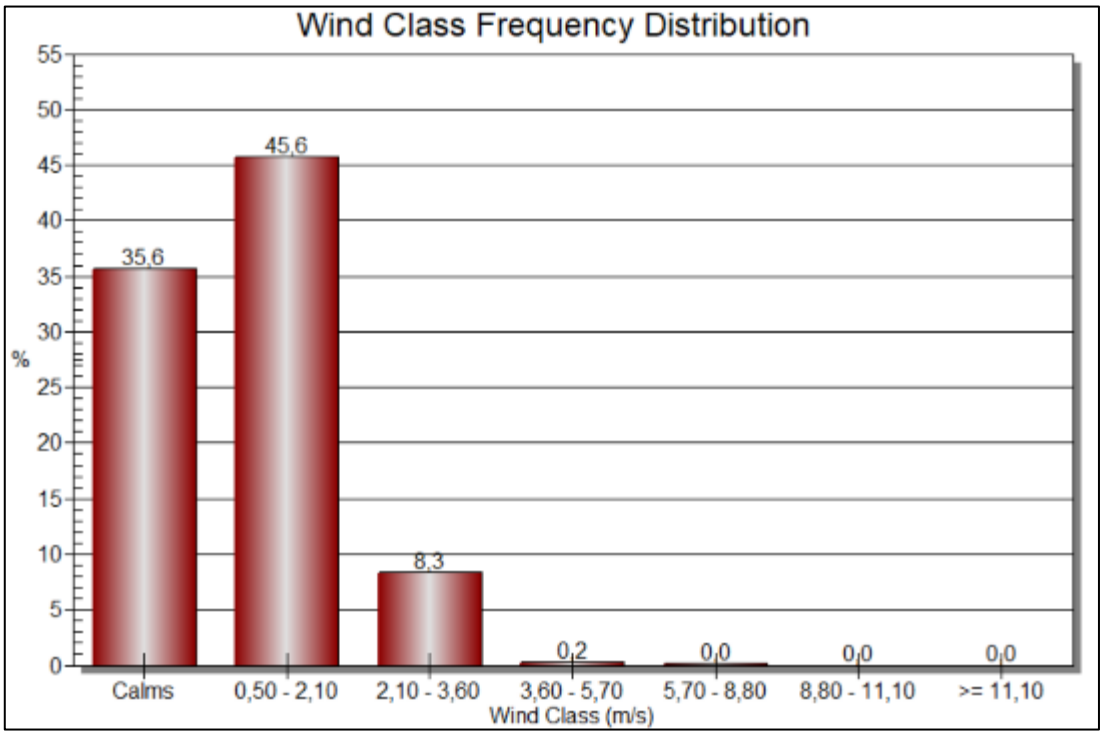
Figura 6.1-19 - Velocidade média do vento por hora.



Para o processamento dos dados de ventos de calmaria e direção do vento foi utilizado o software WRPLOT View, que é um programa que gera estatísticas e gráficos de rosas dos ventos, rosa de Chuva e Classes de Estabilidade da Atmosfera, para vários formatos de dados meteorológicos, distribuído pela Lakes Environmental, empresa Canadense que fornece softwares para empresas de consultoria.

O gráfico da figura a seguir apresenta a distribuição das velocidades do vento registrado na estação A201, apresentando um percentual de 35% do tempo de ventos de calmaria, o qual ocorre quando não é possível perceber a movimentação do ar, dessa forma os elementos da paisagem permanecem imóveis e toda fumaça se eleva no sentido vertical. De forma predominante, com 45% de representatividade, ocorrem os ventos com velocidades entre 0,5 e 2,1 m/s, considerados ainda ventos calmos, mas que já permite senti-lo na face.

Figura 6.1-20 - Gráfico com a frequência dos ventos na região.

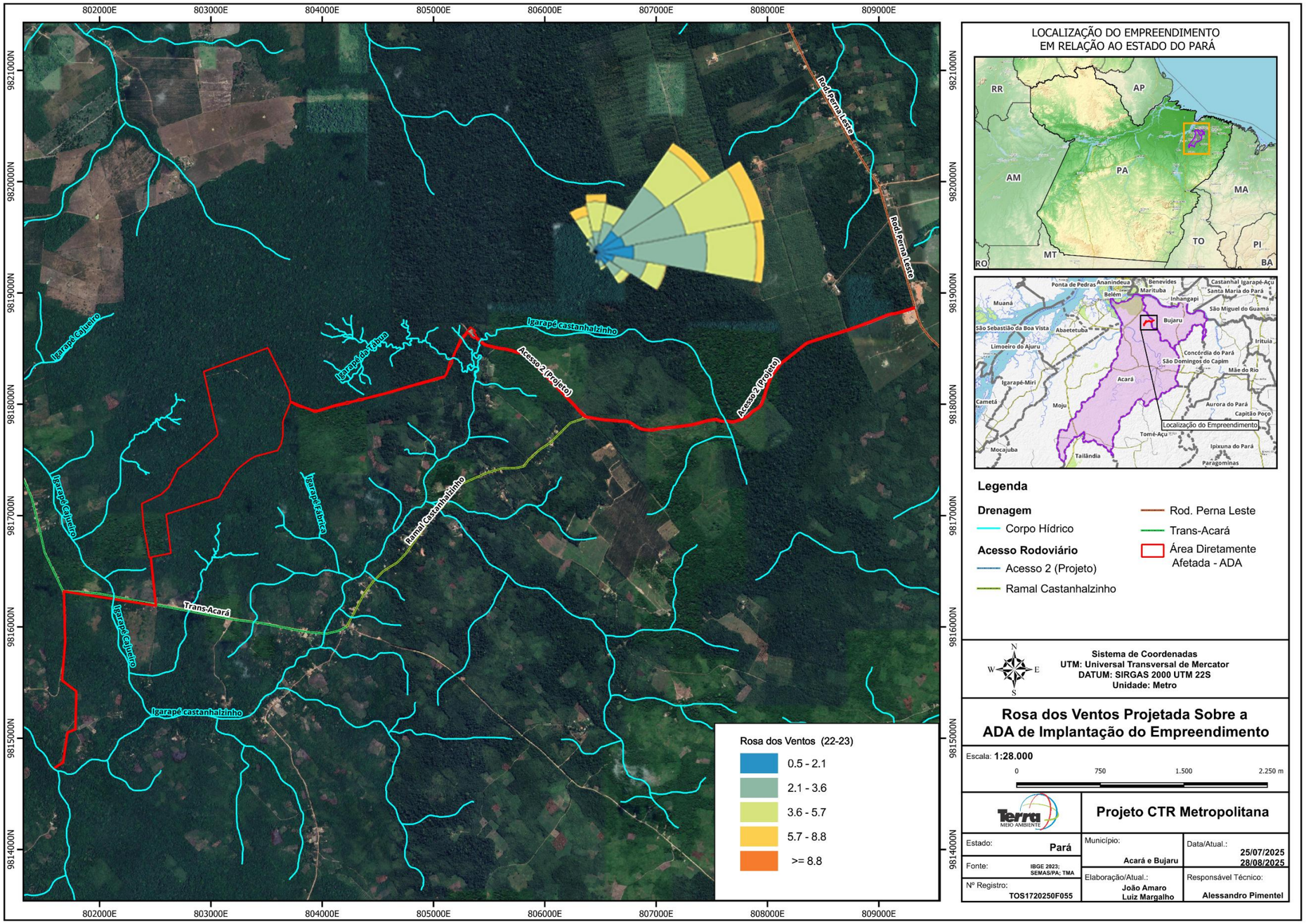


Observa-se que, de uma forma geral, os ventos são predominantes de Nordeste (NE), conforme ilustrado na Figura abaixo. Já na figura a seguir é possível verificar a projeção da rosa dos ventos sobre a ADA prevista para implantação do empreendimento, gerada a partir do software WRPLOT View.

Analisando os dados de direção e velocidade do vento em escala anual, a distribuição da direção do vento mostra uma predominância do quadrante leste (35,4% da amostra) e nordeste (25,1% da amostra). Estes quadrantes demonstram ventos vindos do Oceano Atlântico, o que acarreta grande entrada de umidade para a região, o que corrobora com as elevadas taxas de umidade relativa e precipitação encontrados em itens anteriores.

Com relação à velocidade do vento, mais de 80% dos ventos registrados na estação possuem velocidade de até 2,10 m/s, sendo que desse total, cerca de 35% são classificados como ventos de calmaria, com velocidade de até 0,5 m/s. As velocidades médias mensais indicaram que o período de primavera (setembro, outubro e novembro) é o que apresenta maior intensidade do vento, que também abrange parte do período mais seco do ano.

Figura 6.1-21 - Rosa dos ventos projetada sobre a ADA de implantação do empreendimento.



Fonte: Terra, 2025.

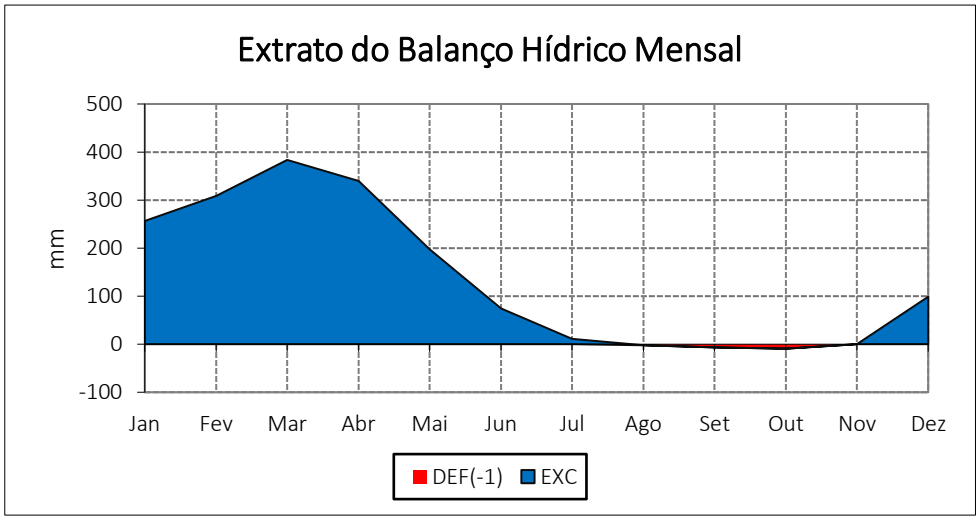
6.1.1.3 ESTUDO DO BALANÇO HÍDRICO

O Balanço Hídrico (BH) feito para região manuseou a planilha no ambiente excel TM elaborado por Rolim et al. (1998). Tais autores, aplicaram o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para o cálculo do BH, este método pondera que a variação do armazenamento (ARM) de água do solo é uma função exponencial que compreende capacidade de água disponível (CAD) (Função da profundidade de exploração efetiva das raízes e características físicas do solo) e perda de água acumulada (Negativo Acumulado). Para a estimação da Evapotranspiração Potencial (ETP) os programas aplicam a metodologia proposta por THORNTHWAITE (1948), o qual tem a vantagem de necessitar apenas dos dados de temperatura média do ar dos períodos e da latitude local e propicia resultados confiáveis entre as latitudes de 40ºN e 40ºS (DOURADO NETO; VAN LIER, 1991). A Evapotranspiração Real (ETR) também foi estimada pelo BH.

A precipitação e a temperatura média empregadas como parâmetros de entrada no Balanço Hídrico foram adquiridas da estação meteorológica de Belém (Código 82191 – INMET), escolhida por conter séries históricas completas e consistentes, principalmente relacionado à temperatura, com base em registros compreendidos entre os anos de 1994 e 2024.

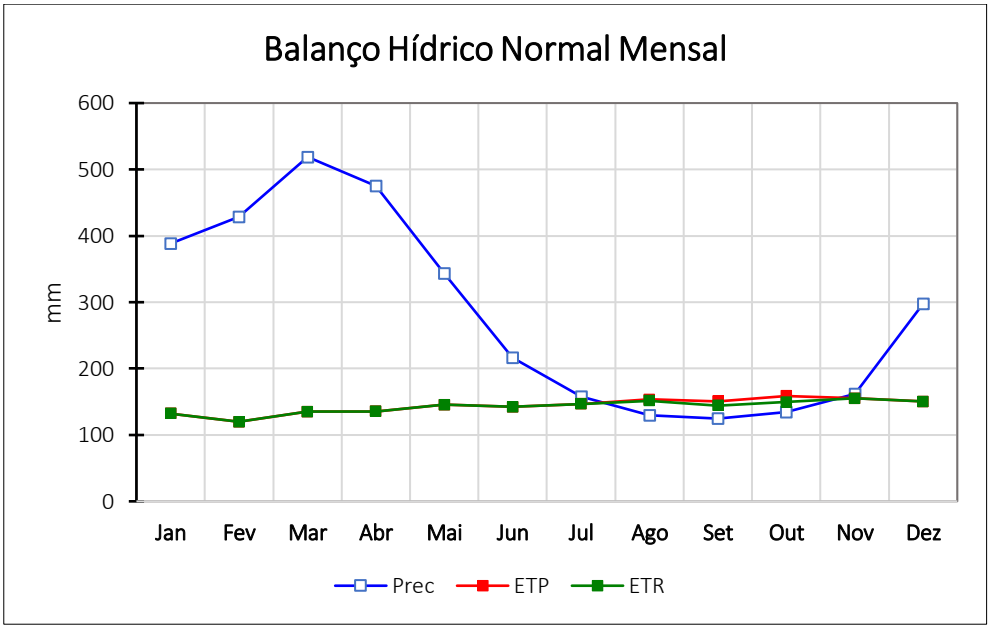
O resultado do Balanço Hídrico para a região do Projeto CTR Metropolitano é evidenciado nas duas figuras a seguir, onde é observado um breve período de déficit hídrico que vai de agosto a novembro, caracterizando o período de menos chuvoso onde se observa um mínimo de disponibilidade hídrica. Todavia, o excedente (potencial) hídrico ocorre no período de dezembro a julho, período de pouca variação entre a evapotranspiração potencial e a real.

Figura 6.1-22 - Extrato do balanço hídrico mensal considerado para a região do Projeto CTR Metropolitano.



O comportamento mensal das variáveis: precipitação, ETP e ETR; pode ser visualizado na figura abaixo. A evapotranspiração potencial (ETP) corresponde ao processo de transferência da água do solo para a atmosfera, ou a passagem da água do estado líquido para o gasoso. Tal processo requer suprimento de energia, e a única fonte disponível para isso é a radiação solar.

Figura 6.1-23 - Balanço hídrico mensal considerado para a região do Projeto CTR Metropolitano.



Dessa maneira, é perceptível que a ETP e ETR possuem valores máximos nos meses em que os raios solares estão incidindo diretamente na região do empreendimento (região

equatorial) e a nebulosidade é mínima (primavera), que são os meses de setembro e outubro. Quando a umidade no solo é suficiente, a evapotranspiração potencial depende apenas do suprimento de energia solar. Se faltar água no solo, a evapotranspiração ficará reduzida, deixando de ser potencial; ocorrerá, então, a evapotranspiração real, menor que a potencial. Por conseguinte, entende-se que de dezembro a julho não há restrição hídrica para atender às necessidades da evaporação do solo e da transpiração.

No geral, observa-se que, ao longo do ano, há saturação dos solos em diversos períodos, especialmente durante os meses mais chuvosos, o que favorece a recarga frequente dos aquíferos. Os déficits hídricos, quando ocorrem, são curtos e pouco significativos, evidenciando a baixa sazonalidade do clima da região. Mesmo nos meses considerados mais secos, o déficit é classificado como leve a moderado, não comprometendo a disponibilidade hídrica local. Nesses períodos, a evapotranspiração real (ETR) torna-se inferior à evapotranspiração potencial (ETP), indicando uma limitação hídrica decorrente da menor disponibilidade de água em relação à demanda atmosférica. Já nos meses chuvosos, a ETR se iguala à ETP, o que demonstra que a vegetação transpira livremente, sem restrições hídricas.

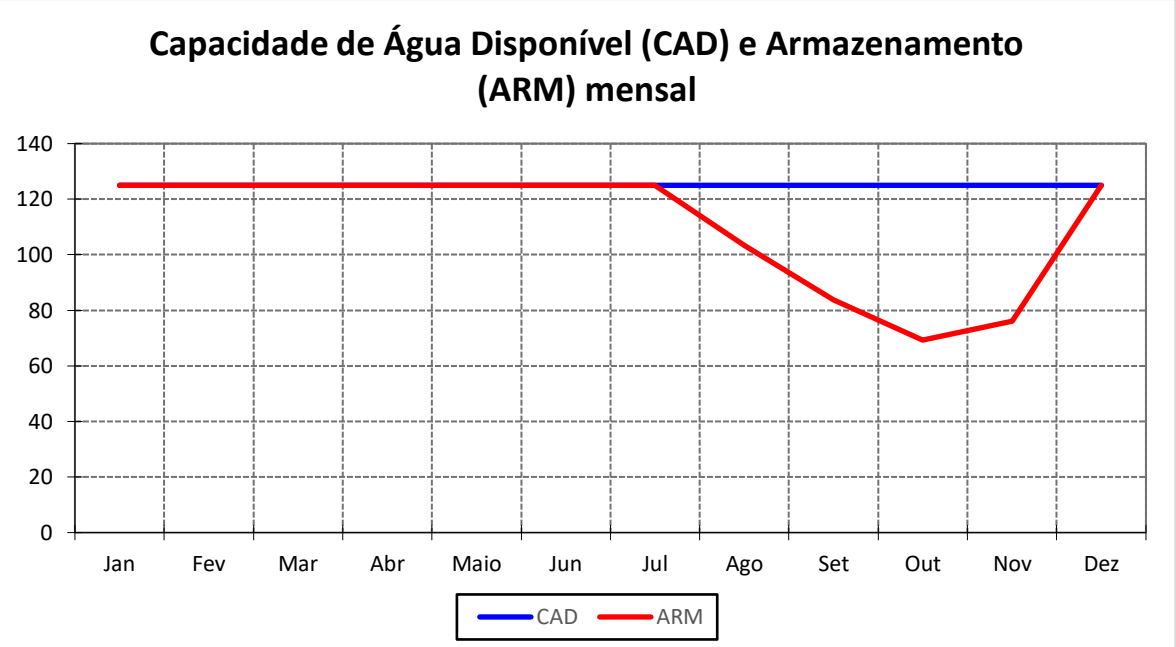
Com relação a Capacidade de Água Disponível (CAD), a adoção do valor de 125 mm é comum para a região de Belém (PA) e para áreas com clima tropical úmido ou equatorial como a Amazônia. Esse valor reflete as características típicas da região, como a alta capacidade de infiltração e armazenamento dos solos, que são bem estruturados e com boa porosidade. Além disso, a presença de vegetação perene e densa contribui para maior retenção de água no solo, e a elevada pluviosidade ao longo do ano mantém o solo frequentemente próximo da saturação.

O valor de 125 mm é amplamente referenciado na literatura e em aplicações práticas de balanço hídrico para regiões úmidas como a Amazônia, sendo resultado direto das condições edafoclimáticas locais. Ele está relacionado à alta capacidade de infiltração e armazenamento dos solos da região, que, em sua maioria, são profundos, bem estruturados e com boa porosidade, favorecendo o acúmulo de água nas camadas mais exploradas pelas raízes. Também considera a presença de vegetação perene e densa, como a floresta ombrófila, que mantém atividade radicular ativa durante todo o ano, contribuindo para uma alta eficiência na absorção e retenção de água no solo. Soma-se a

isso a elevada pluviosidade anual, que geralmente supera a evapotranspiração potencial média, mantendo o solo frequentemente próximo da Capacidade de Campo (CC), ou seja, no ponto em que retém o máximo de água disponível após o escoamento da água gravitacional. Esses fatores, combinados à umidade crítica, que marca o limite inferior da água disponível antes da restrição hídrica, e à profundidade efetiva do sistema radicular, que determina o volume de solo explorado, resultam na definição do CAD adotado para a região.

A adequação do CAD adotado pode ser observada na figura abaixo, que mostra o comportamento do armazenamento mensal ao longo do ano. Nota-se que, na maior parte do tempo, o solo permanece próximo à capacidade máxima, com redução apenas durante o período seco entre agosto e novembro, evidenciando déficits hídricos curtos e baixa limitação hídrica na região.

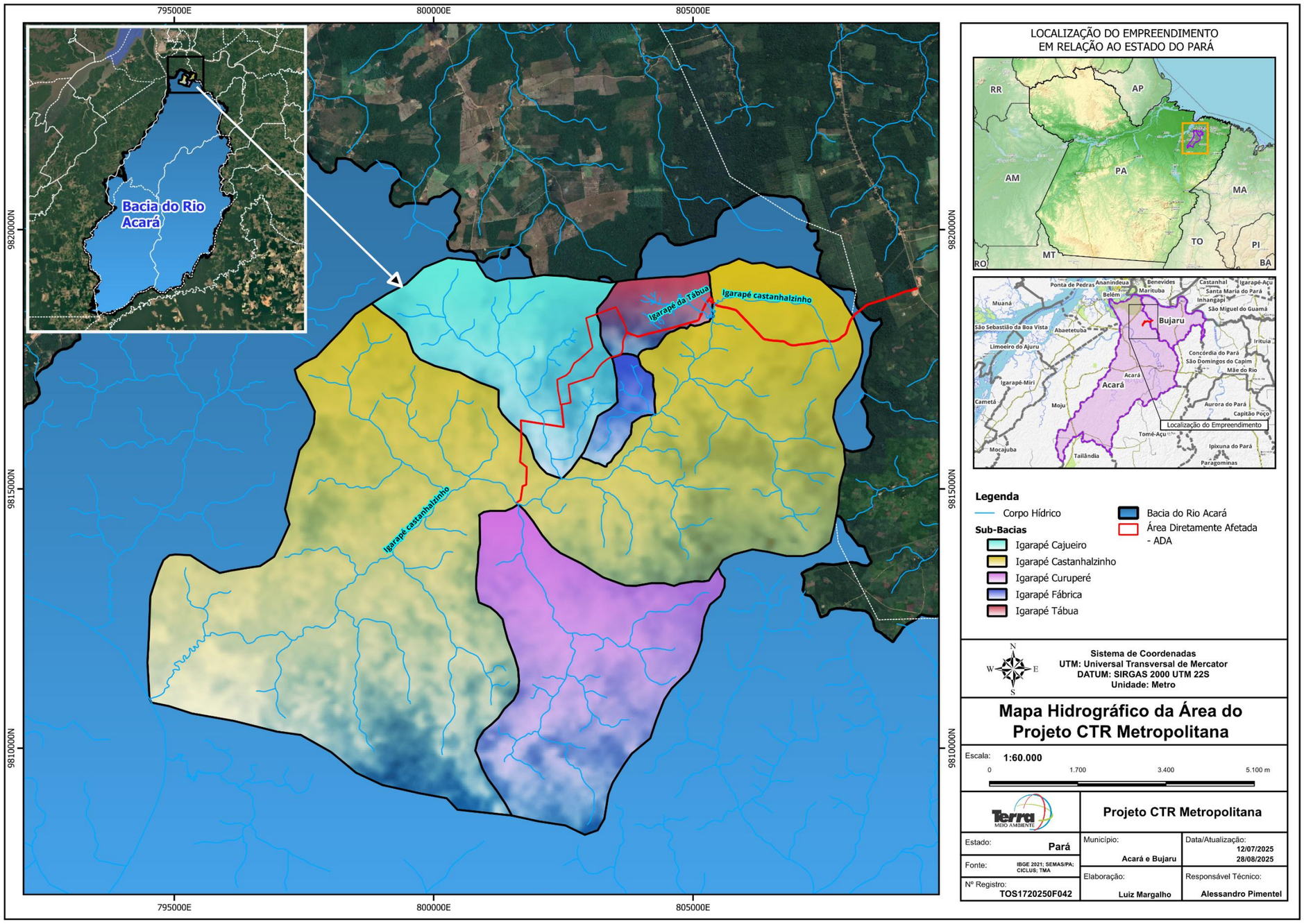
Figura 6.1-24 - Capacidade de Água Disponível (CAD) e Armazenamento para a região do Projeto CTR Metropolitano.



6.1.1.3.1 Mapa Hidrográfico da Área do Projeto

Na figura a seguir é apresentado o mapa hidrográfico na área do Projeto CTR Metropolitano. O local de implantação do aterro está situado na Bacia do Igarapé Castanhalzinho, que possui uma área aproximada de 9786,38 ha. No mapa também se destaca as sub-bacias do Igarapé Fábrica (145,17 ha), Igarapé Cajueiro (1074,65 ha), Igarapé Tábua (253,51 ha) e Igarapé Curuperé (1700,98 ha).

Figura 6.1-25 - Mapa Hidrográfico da Área do Projeto CTR Metropolitano.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.1.3.2 Infiltração

Para infiltração, o risco ambiental associado está relacionado a produção de lixiviado no aterro. Esse lixiviado é um líquido formado a partir da decomposição dos resíduos sólidos urbanos em associação da água. Esse líquido, também conhecido como chorume ou percolado, pode entrar em contato com a água da chuva, resultando em um efluente com elevado volume e elevada carga contaminante (PEREIRA, 2021).

O volume gerado depende de diversos fatores, como o regime de precipitação, a temperatura local, os processos físico-químicos e biológicos e o projeto de engenharia que ocorrem internamente. Para evitar que esse líquido gere impactos ambientais, a gestão do lixiviado deve contemplar um conjunto de sistemas integrados, que, de acordo com Pereira (2021) deve incluir: barreiras hidráulicas que limitam a capacidade de infiltração e/ou escoamento; sistemas de coleta que se baseiam na gravidade para levá-lo até um reservatório externo; e um sistema para seu tratamento.

No caso da CTR a ser implantado no município de Acará (PA), os dados do balanço hídrico regional (Belém/PA, 1994–2024) indicam média anual de precipitação de 3.378,6 mm, com destaque para os meses de março (518,8 mm), abril (470,9 mm) e fevereiro (426,6 mm) como os de maior volume de chuvas. Esse volume de água pode refletir diretamente na quantidade de lixiviado produzido no aterro. Além do mais, esse comportamento hidrológico impõe um desafio adicional para o gerenciamento de lixiviados, pois acarreta aumento no volume a ser coletado, armazenado e tratado, especialmente no primeiro semestre do ano.

Como medida preventiva, o Projeto da CTR prevê a aplicação de uma cobertura provisória sobre a frente de serviço, com o objetivo de atenuar o contato direto da água da chuva com os resíduos recém-dispostos, reduzindo a formação de lixiviado na fonte e minimizando a carga sobre o sistema de tratamento.

6.1.1.3.3 Escoamento

O escoamento superficial ocorre quando a precipitação excede a capacidade de infiltração do solo, especialmente em situações em que esse solo já se encontra saturado. Esse excedente, que não é absorvido pelo solo nem perdido por evapotranspiração, escorre pela superfície, podendo gerar impactos operacionais e ambientais significativos em empreendimentos como o CTR.

Grandes volumes de escoamento podem sobrecarregar os canais e valas de drenagem pluvial. Esses fluxos também estão diretamente relacionados à erosão hídrica em taludes, vias internas e áreas de contenção, além de contribuírem para a sobrecarga hidráulica do sistema de drenagem, especialmente durante eventos de chuva intensa.

O balanço hídrico da região do Acará, com base em dados da estação de Belém (1994–2024), mostra que, após a evapotranspiração potencial (ETP), há um excedente hídrico (EXC) anual superior a 1500 mm, concentrado sobretudo entre janeiro e maio. Durante esse período, os altos volumes de precipitação coincidem com um solo já saturado, o que eleva substancialmente o volume de escoamento superficial.

Esse cenário representa um risco direto ao CTR, principalmente se os sistemas de drenagem não forem dimensionados para comportar a vazão gerada. Como medidas de mitigação, é fundamental a implantação de estruturas de contenção e dissipadores de energia e barreiras físicas ao longo das áreas críticas. Além disso, é necessária uma atenção especial ao período chuvoso, com monitoramento preventivo e manutenção contínua do sistema de drenagem superficial para garantir seu desempenho diante dos volumes de escoamento esperados.

6.1.1.3.4 Erosão

No contexto da CTR, a erosão pode ocorrer em taludes de aterros, vias internas de acesso e canais de drenagem, principalmente quando não há cobertura vegetal ou proteção mecânica adequada. Esse tipo de impacto pode expor resíduos já dispostos, comprometer a integridade de estruturas geotécnicas e afetar diretamente a segurança operacional do empreendimento.

A análise do balanço hídrico regional evidência que os meses de janeiro a abril apresentam os maiores volumes de precipitação e excedente hídrico (EXC), configurando um cenário de solos saturados e alto potencial erosivo. Como medidas preventivas, recomenda-se o reforço no monitoramento geotécnico de taludes e das feições erosivas, bem como a manutenção contínua das estruturas de contenção e drenagem ao longo do primeiro semestre. A estabilização com vegetação, uso de mantas geossintéticas e a implantação de dissipadores de energia nas saídas de drenagem são estratégias eficazes para reduzir os efeitos erosivos e garantir a integridade física das estruturas da CTR.

6.1.1.3.5 Sobrecarga de drenagem

A gestão eficiente da drenagem superficial é essencial para garantir a estabilidade e o funcionamento adequado das estruturas em aterros sanitários. De acordo com Oliveira (2021), o sistema de drenagem deve atuar de forma integrada ao controle de sedimentação e erosão, utilizando dispositivos que acumulem sedimentos, conduzam o escoamento e promovam a retenção temporária da água pluvial. Esses sistemas geralmente incluem:

a) Drenagem secundária, com canaletas escavadas no solo para escoamento auxiliar;
b) Drenagem principal, com canaletas de concreto moldado in loco e caixas de passagem;
c) Bacias de detenção, destinadas à regulação de vazões em situações de pico.

Nos meses de março e abril, o balanço hídrico da região indica volumes de precipitação superiores a 500 mm e excedentes hídricos acima de 380 mm, configurando uma situação de alta concentração de chuvas e saturação do solo. Essas condições podem ultrapassar a capacidade de projeto das canaletas, caixas de passagem e bacias de

retenção, levando à sobrecarga hidráulica e ao risco de transbordamento de águas pluviais.

A concentração das chuvas no primeiro semestre, associada à topografia e à natureza do solo, exige que o Projeto CTR Metropolitano adote um dimensionamento hidráulico compatível com eventos críticos, considerando inclusive a possibilidade de eventos extremos fora da média histórica. Caso contrário, há o risco de alagamentos localizados, deterioração das vias internas de circulação e paralisações operacionais.

Como medidas de mitigação, recomenda-se o uso de bacias adicionais, bem como a execução de um plano de manutenção preventiva periódica das estruturas de escoamento, visando assegurar a funcionalidade do sistema durante os períodos de maior demanda.

6.1.1.3.6 Recarga Subterrânea Anual

6.1.1.3.6.1 Cenários extremos de precipitação e estiagem

6.1.1.3.6.1.1 Metodologia para determinação de cenários extremos

Para a determinação de cenários extremos utilizou-se o método estatístico SPI (Standardized Precipitation Index – Índice de Precipitação Normalizada), desenvolvido por McKee et al. (1993), apresentado por Rocha (2022). Este índice é uma ferramenta estatística amplamente empregada por instituições de pesquisa e órgãos governamentais para a identificação e quantificação de eventos climáticos extremos, tanto de seca quanto de excesso de precipitação. O cálculo do SPI resulta em um valor adimensional referente a um período específico, o qual permite classificar a condição de umidade. Valores positivos indicam precipitações acima da média, enquanto valores negativos representam condições abaixo da média. Já valores próximos de zero refletem uma situação dentro da normalidade climática. O quadro abaixo apresenta a classificação SPI.

Quadro 6.1-1 – Classificação do SPI

VALORES DE SPI	CLASSES
< - 2,00	Seca Extrema
-1,99 a -1,50	Seca Severa
-1,49 a -1,00	Seca Moderada
-0,99 a -0,49	Seca Leve
-0,48 a 0,49	Quase Normal
0,50 a 0,99	Chuva Leve
1,00 a 1,49	Chuva Moderada
1,50 a 1,99	Chuva Severa
> 2,00	Chuva Extrema

Fonte: Rocha, 2022.

O cálculo do SPI é realizado pela equação abaixo:

$$SPI = \frac{Pi - \mathrm{p}i}{\delta i}$$

Onde,

Pi – precipitação observada;

pi – média da precipitação do intervalo observado da série histórica;

δi – desvio padrão da precipitação do intervalo observado da série histórica

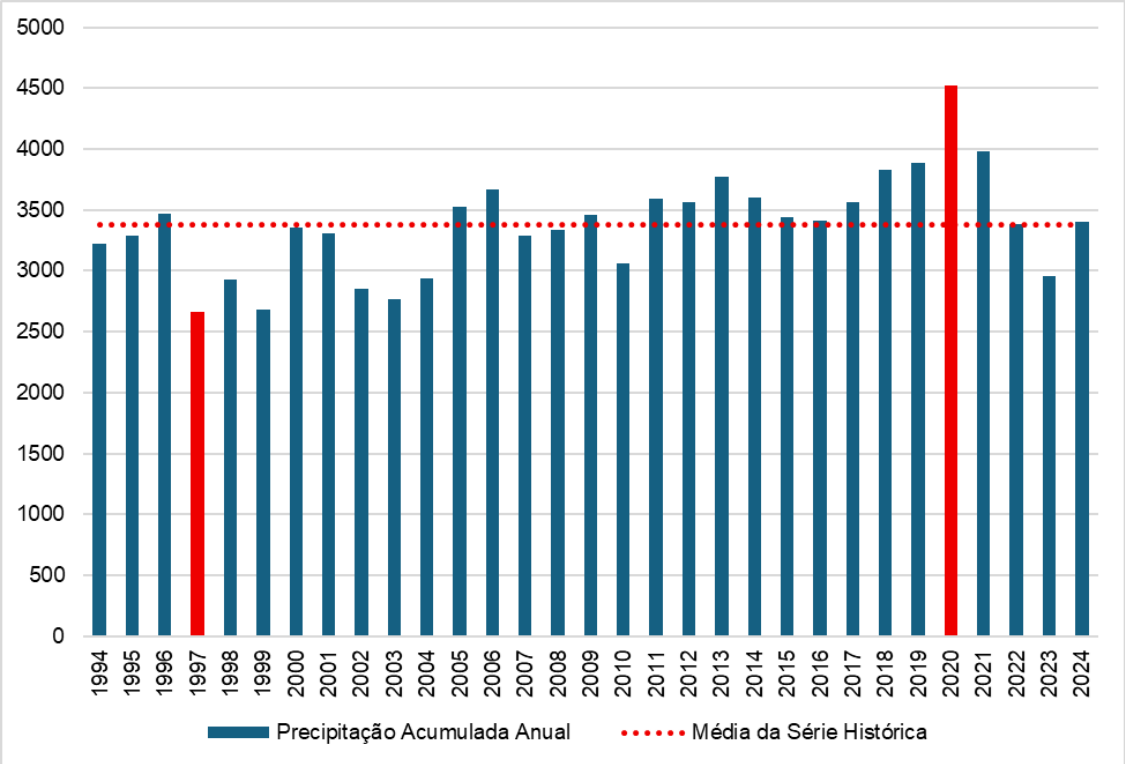
6.1.1.3.6.1.2 Resultados

A partir da aplicação do método pode ser conferido na tabela abaixo. A média geral para a série histórica de 1994-2024 foi de 3378,6 mm e o desvio padrão foi de 398,34. Além disso, na figura posterior é apresentado o gráfico da série histórica, com o destaque para os extremos climáticos.

Tabela 6.1-3 – Aplicação do método SPI a série histórica de 1994 a 2024.

ANO	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL (mm)	RESULTADO	CLASSIFICAÇÃO MCKEE
1994	3226,8	-0,38107842	Quase Normal
1995	3291,3	-0,219157748	Quase Normal
1996	3464,6	0,21589423	Quase Normal
1997	**2664,9**	**-1,791671072**	**Seca Severa**
1998	2932,5	-1,11988856	Seca Moderada
1999	2680,2	-1,753261982	Seca Severa
2000	3352,1	-0,066525548	Quase Normal
2001	3304,2	-0,186773613	Quase Normal
2002	2856	-1,311934009	Seca Moderada
2003	2769,4	-1,529334478	Seca Severa
2004	2940,2	-1,100558495	Seca Moderada
2005	3528,5	0,376308664	Quase Normal
2006	3663,8	0,715965517	Chuva Leve
2007	3286,2	-0,231960778	Quase Normal
2008	3339,6	-0,097905523	Quase Normal
2009	3463,6	0,213383832	Quase Normal
2010	3065,3	-0,786507702	Seca Leve
2011	3592,2	0,536221018	Chuva Leve
2012	3563	0,462917396	Quase Normal
2013	3775,6	0,996628017	Chuva Leve
2014	3598,4	0,551785486	Chuva Leve
2015	3445,2	0,167192509	Quase Normal
2016	3416,2	0,094390966	Quase Normal
2017	3563,9	0,465176754	Quase Normal
2018	3830,4	1,134197828	Chuva Moderada
2019	3881,8	1,263232287	Chuva Moderada
2020	**4518**	**2,860347511**	**Chuva Extrema**
2021	3981,5	1,51351897	Chuva Severa
2022	3380,9	0,005773915	Quase Normal
2023	2957,3	-1,057630689	Seca Moderada
2024	3403	0,061253712	Quase Normal

Figura 6.1-26 - Gráfico da série histórica da precipitação acumulada anual com destaque aos anos de extremos climáticos.



Com base na análise da precipitação anual no município de Belém entre os anos de 1994 e 2024, foi possível calcular o índice SPI (Standardized Precipitation Index) para cada ano e classificá-los segundo os critérios propostos por McKee. O SPI anual fornece uma medida padronizada que permite identificar e comparar eventos de seca e de excesso de precipitação ao longo do tempo.

Durante o período analisado, observou-se que o ano de 1997 apresentou um dos menores valores de SPI da série histórica, com -1,79, sendo classificado como um evento de seca severa a partir da média histórica anual. Esse ano reflete uma condição de déficit hídrico acentuado e persistente, o que o torna representativo de um cenário de baixa recarga do aquífero subterrâneo.

Por outro lado, o ano de 2020 registrou um SPI de +2,86, o mais alto de toda a série, sendo classificado como um evento de chuva extrema. Essa condição indica um excedente hídrico significativo, com elevada precipitação acumulada, favorecendo uma recarga potencial máxima dos aquíferos.

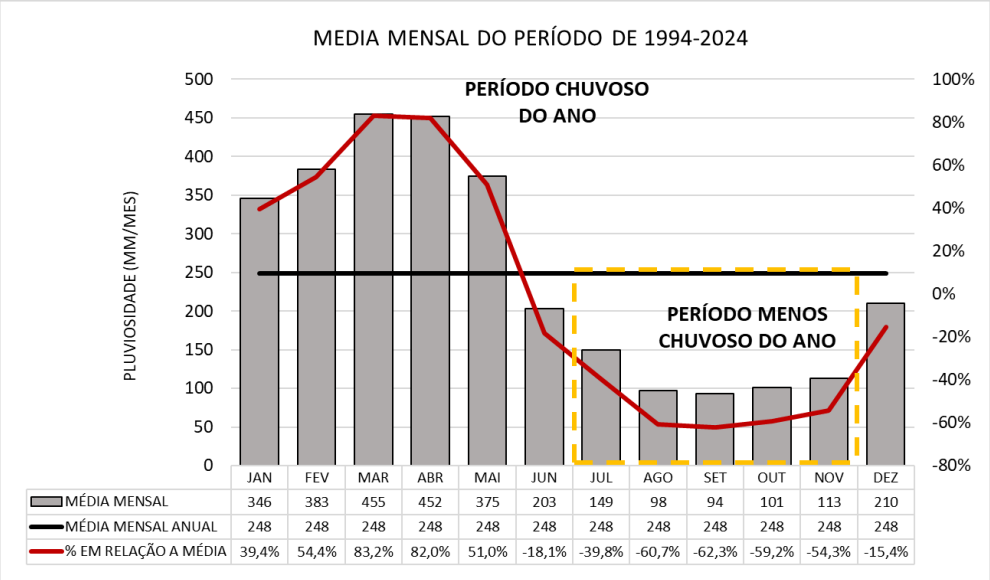
Considerando a necessidade de representar cenários extremos para estimativa da recarga do aquífero subterrâneo, foram selecionados os anos de 1997 (seca severa) e 2020 (chuva extrema) como referências para as condições mais críticas e mais favoráveis, respectivamente, ao armazenamento hídrico no solo.

6.1.1.3.7 Caracterização do Regime Hidrológico (Item 5.4)

A caracterização do regime hidrológico associada ao Projeto CTR Metropolitana tem como objetivo compreender o comportamento das águas superficiais na área do empreendimento, localizado no município de Acará (PA), inserido na Região Hidrográfica Costa Atlântica Nordeste. A análise foi conduzida com base em séries históricas mensais de precipitação e vazão fluviométrica, incluindo avaliação dos valores máximos, médios e mínimos, de modo a evidenciar os padrões sazonais de cheia e estiagem.

A base da análise pluviométrica foi construída a partir dos dados da estação convencional pluviométrica do Acará (Código 148009 – ANA), que apresenta uma série histórica consistente e representativa das condições de precipitação na área do empreendimento. A figura a seguir ilustra o comportamento médio mensal da precipitação ao longo do ano, permitindo visualizar claramente a sazonalidade climática da região, com um período úmido bem definido entre janeiro e maio, e uma redução significativa dos volumes precipitados entre julho e novembro, caracterizando a estação menos chuvosa.

Figura 6.1-27 - Climatologia mensal da precipitação no município do Acará, Projeto CTR Metropolitana (1994-2024).



Os meses de fevereiro (383 mm), março (455 mm) e abril (452 mm) se destacam com os maiores volumes médios mensais de precipitação, representando, respectivamente, 54,4%, 83,2% e 82,0% acima da média anual (248 mm). Março, portanto, é o ápice do período chuvoso, concentrando quase o dobro da média anual, com uma precipitação cerca de 83% superior à média.

Em contraste, os meses de agosto (98 mm) e setembro (94 mm) registram os menores volumes de chuva, com reduções de 60,7% e 62,3%, respectivamente, em relação à média anual. Essa redução expressiva caracteriza a estação menos chuvosa da região, com precipitações significativamente abaixo da média.

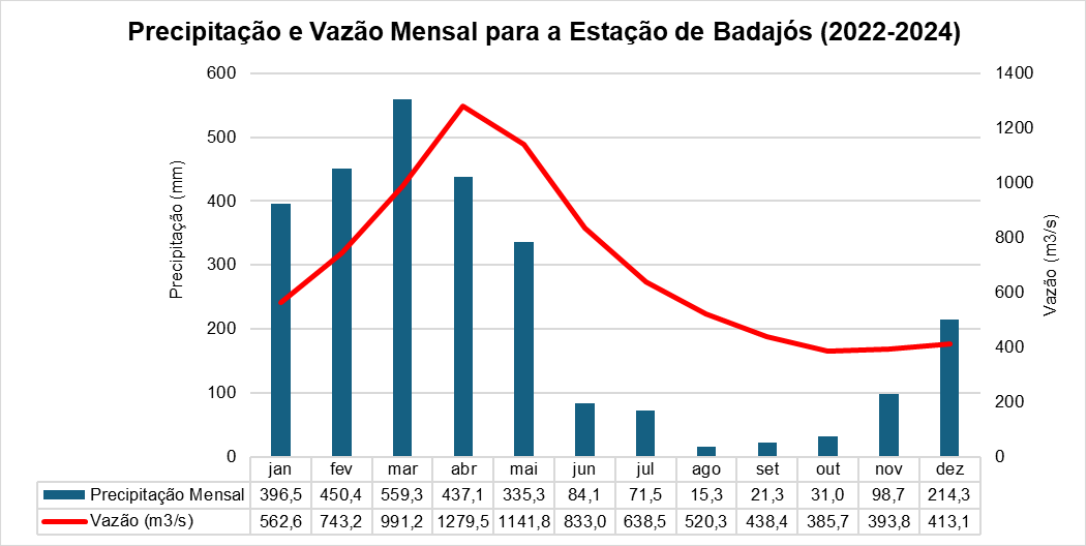
A transição entre os dois regimes ocorre gradualmente: junho (203 mm) ainda apresenta valores relativamente elevados, mas já 18,1% abaixo da média, enquanto dezembro (210 mm) marca o início da recuperação dos índices pluviométricos, ainda que permaneça 15,4% abaixo da média anual.

A distribuição sazonal da precipitação, com altos índices concentrados em poucos meses, sugere forte influência do regime de chuvas equatoriais, comuns na região Norte do Brasil. Essa característica impõe importantes condicionantes hidrológicas ao projeto, especialmente no dimensionamento e planejamento dos sistemas de drenagem e controle de águas pluviais.

Relacionada a análise fluviométrica, em virtude da ausência de estações fluviométricas na bacia do rio Acará, adotou-se uma abordagem a nível regional, considerando a Região Hidrográfica Costa Atlântica Nordeste, com a utilização de dados de estações situadas na bacia do rio Capim. As estações selecionadas para esta analogia foram aquelas com séries históricas representativas e com registros consistentes de vazão e precipitação.

Para subsidiar a caracterização do regime hidrológico regional, foi analisada a série histórica de vazões da estação fluviométrica Badajós (31700000 – ANA, -2,5128 lat., -47,7681 long.), localizada no rio Capim. Foi considerado o período de 2022 a 2024, em razão da boa consistência dos dados disponíveis nesse intervalo, sem registro de falhas significativas. A Figura apresenta a variação média mensal das vazões observadas nesta estação, evidenciando o padrão sazonal típico da região.

Figura 6.1-28 - Precipitação e vazão mensal da estação de Badajós entre os anos de 2022-2024.



A análise conjunta dos dados de precipitação e vazão na estação fluviométrica Badajós revela um padrão hidrológico fortemente sazonal, com períodos bem definidos de cheia e estiagem. O pico de precipitação ocorre em março (559,3 mm), seguido de valores ainda elevados em fevereiro (450,4 mm) e abril (437,1 mm). A resposta hidrológica da bacia se manifesta com um pequeno defasamento temporal, típico de sistemas naturais com tempo de concentração médio, sendo a vazão máxima registrada em abril (1.279,50 m³/s) — um mês após o pico de precipitação. Esse comportamento indica que

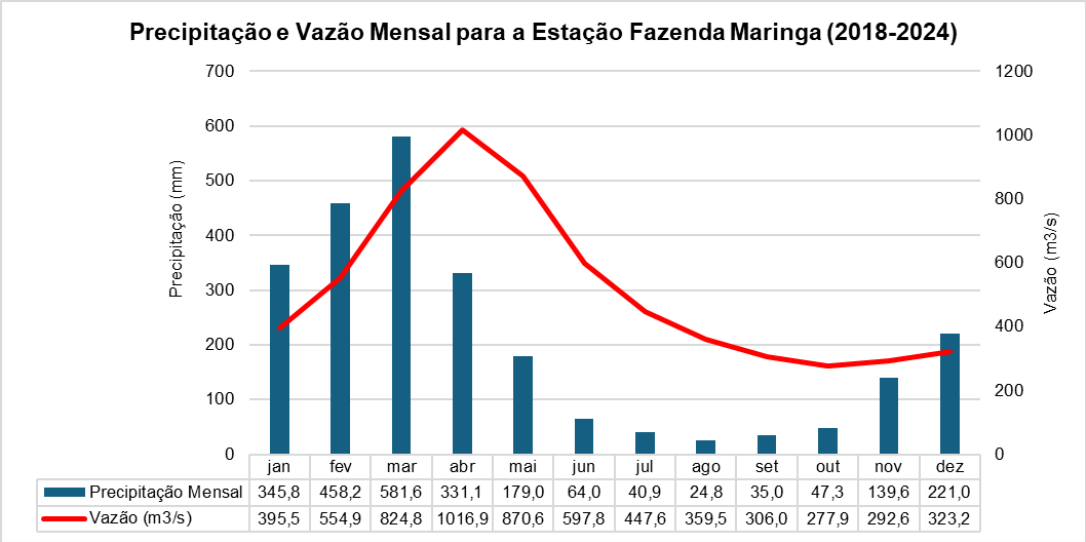
a bacia apresenta capacidade de armazenamento intermediária, com escoamento significativo após o acúmulo progressivo das chuvas.

O período de cheia se estende de fevereiro a maio, com vazões consistentemente elevadas, superiores a 740 m³/s. Em maio (1.141,83 m³/s), observa-se uma redução em relação a abril, acompanhando a tendência de declínio das chuvas, embora os volumes ainda se mantenham altos devido à drenagem acumulada. A partir de junho, as vazões começam a diminuir de forma mais expressiva, acompanhando a redução acentuada da precipitação, que atinge o mínimo em agosto (15,3 mm).

O período de estiagem é identificado entre agosto e novembro, com destaque para setembro (438,40 m³/s) e outubro (385,73 m³/s) como os meses de menor vazão. As vazões mínimas absolutas são observadas em outubro, enquanto a precipitação mínima ocorre em agosto, indicando novamente um atraso na resposta da bacia à redução da pluviosidade. Esse intervalo de defasagem entre os picos de precipitação e vazão — em média cerca de um mês — sugere um tempo de concentração moderado na bacia do rio Capim.

A estação fluviométrica Fazenda Maringa (31680000 – ANA, -3.1372 lat., -48.0847 long.), cujos resultados constam na figura a seguir, situada no alto curso do rio Capim, também apresenta um regime hidrológico sazonal, coerente com o padrão climático da Região Hidrográfica Costa Atlântica Nordeste. No entanto, por estar localizada mais a montante, seus valores de vazão são naturalmente inferiores aos observados em Badajós, refletindo uma área de drenagem menor e menor contribuição lateral acumulada. Para essa estação, foram considerados o período entre 2018 a 2024, em razão da boa consistência dos dados disponíveis nesse intervalo, sem registro de falhas significativas.

Figura 6.1-29 - Precipitação e vazão mensal da estação Fazenda Maringa entre os anos de 2018-2024.



A precipitação máxima foi registrada em março (581,6 mm), porém, a vazão máxima ocorre em abril (1.016,9 m³/s), um mês após o pico de precipitação, evidenciando também um tempo de concentração de cerca de um mês. O período de cheia se concentra entre fevereiro e maio, com vazões superiores a 550 m³/s, alinhado ao regime chuvoso regional. Mesmo com a precipitação reduzida em abril (331,1 mm), a vazão atinge o pico devido ao escoamento acumulado dos meses anteriores, demonstrando a importância do armazenamento temporário no solo e nos corpos hídricos contribuintes da bacia.

A partir de junho, inicia-se o período de estiagem, com declínio contínuo das vazões, acompanhando a drástica redução da precipitação, que atinge seu mínimo em julho (40,9 mm) e agosto (24,8 mm). As vazões mínimas ocorrem em outubro (277,9 m³/s) e novembro (292,6 m³/s), novamente com um pequeno atraso em relação à precipitação mínima, mantendo o padrão de defasagem típico da bacia.

Comparando com a estação Badajós, observa-se que, embora ambas apresentem o mesmo padrão sazonal, a magnitude das vazões é significativamente menor em Fazenda Maringá, o que é compatível com sua posição mais a montante. Além disso, a resposta hidrológica da bacia superior tende a ser mais rápida, com menor capacidade de amortecimento, sugerindo maior sensibilidade a eventos extremos de precipitação.

Cabe ressaltar que segundo Gregório e Mendes (2009), no Rio Acará ocorre variação de maré, ou seja, a influência das marés do oceano chega até esses rios. Entretanto, não se sabe até onde exatamente essa influência da maré se estende rio acima. O mesmo vale para o rio Capim: não se conhece com precisão até que ponto ele é influenciado pelas marés.

6.1.1.3.8 Conclusão

Para o balanço hídrico atesta-se um breve período de déficit hídrico que vai de agosto a novembro, caracterizando o período de menos chuvoso onde se observa um mínimo de disponibilidade hídrica. Por sua vez, o excedente hídrico ocorre no período de dezembro a julho, período de pouca variação entre a evapotranspiração potencial e a real.

Para o regime hidrológico, a abordagem a nível regional atestou o pico de precipitação nos meses de fevereiro, março e abril. A resposta hidrológica da bacia se manifesta com um pequeno defasamento temporal, sendo os picos de vazão máxima registrada no mês de abril. No período menos chuvoso os menores registros de precipitação são registrados em agosto e setembro, sendo as vazões mínimas identificadas em outubro e novembro.

6.1.2 CIRCULAÇÃO E CONDIÇÕES DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

6.1.2.1 ESCOPO

O Estudo de Dispersão Atmosférica – EDA tem como etapa inicial o Inventário de emissões que subsidiará a segunda etapa, que é a modelagem e conclusão do EDA para o empreendimento CTR Metropolitana.

Para a avaliação do impacto na qualidade do ar (QAr), conforme os padrões determinados na Resolução CONAMA 491/18, foi realizado um Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) dos poluentes a serem emitidos nas fases de instalação e operação do empreendimento. A estimativa das emissões foi realizada seguindo os modelos numéricos e protocolos incluídos no *Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors* (EPA, 2009). A Dispersão Atmosférica destas emissões foi realizada usando os modelos de simulação da USEPA, ISCST3 (*Industrial Source Complex - Short Term*) e ISC-PRIME *(Industrial Source Complex - Plume RIse*) incluídos no software AERMOD View TM v8.0.

6.1.2.2 INTRODUÇÃO

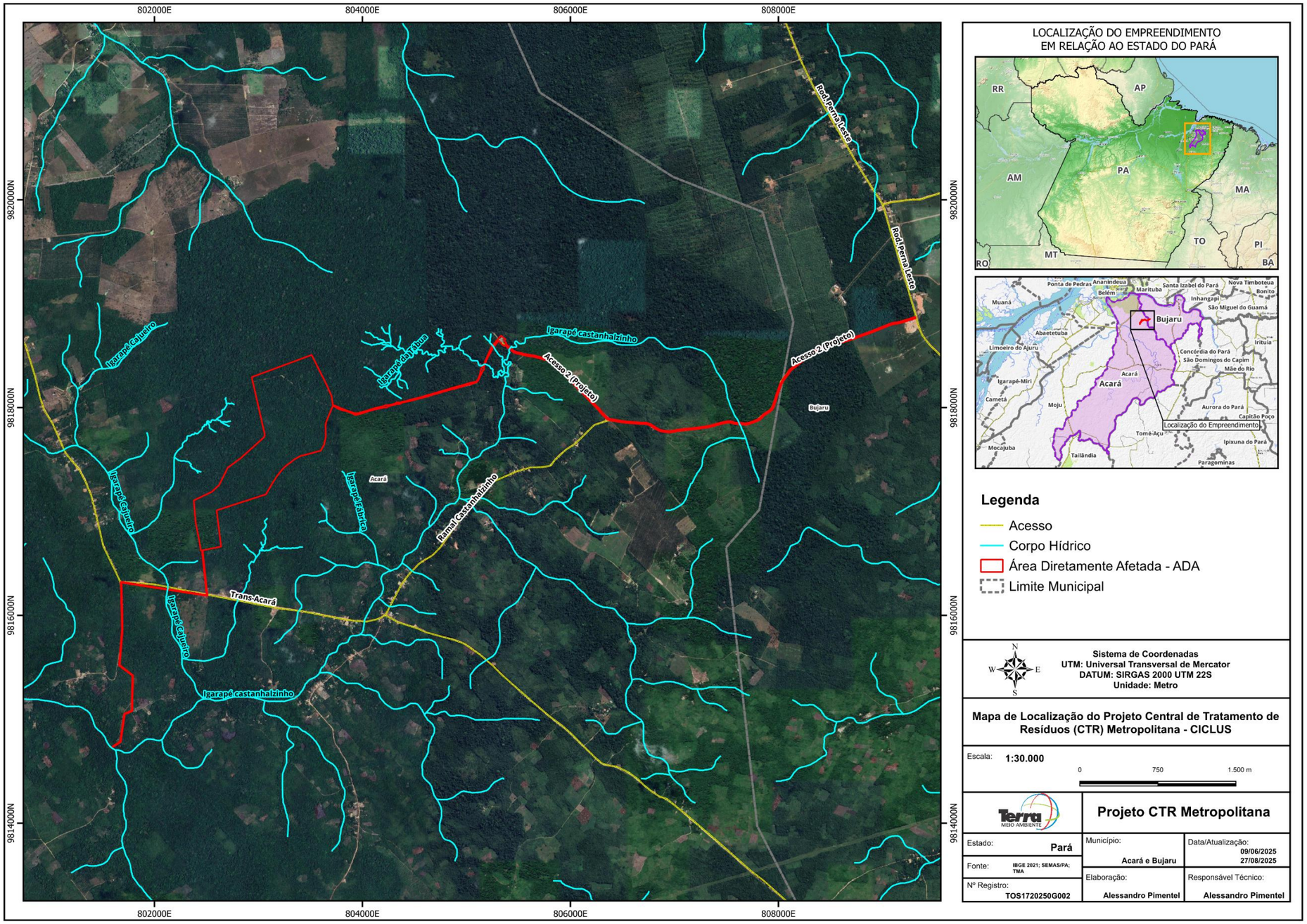
O presente relatório foi elaborado para apresentar as estimativas da dispersão das principais emissões decorrentes da implementação e operação do empreendimento. Este documento representa um subsídio fundamental para o planejamento, implantação e acompanhamento de políticas voltadas a mitigar um possível impacto na qualidade do ar na área como consequência da implementação do projeto. A CTR Metropolitana está prevista para se instalar no município de Acará/PA. A localização do empreendimento está representada na figura a seguir.

Os resíduos a serem recebidos para disposição final são essencialmente domiciliares, de varrição e os resíduos classificados como classe IIA (não inertes), ou seja, aqueles com características de resíduos sólidos urbanos gerados pela população, conforme a Norma da ABNT, NBR 10004:2004. No âmbito Estadual, é considerada a Lei nº7731/2013 que dispõe sobre a política de saneamento básico do Estado do Pará e a Lei ordinária nº8899/2011, que institui o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Belém.

O empreendimento tem uma vida útil estimada em 31 anos, considerando um recebimento em torno de 1.700 t/dia.

O empreendimento passa por três fases numa CTR: implantação, operação e encerramento, onde diversas atividades de implantação e operação geram fontes de emissão.

Figura 6.1-30 - Mapa da localização da CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.2.3 FASE DE IMPLANTAÇÃO

O projeto da Central de Tratamento de Resíduos será composto por um aterro sanitário, infraestrutura de apoio, Estação de Tratamento de Lixiviados (ETL) e Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB). Todo o projeto foi desenvolvido conforme os parâmetros definidos na NBR 13.896/97, ou seja, considerando as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação do aterro de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas. O projeto atendeu ainda aos itens definidos para apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos conforme a NBR 8419/96 que inclui todos os elementos e sistemas de proteção ambiental.

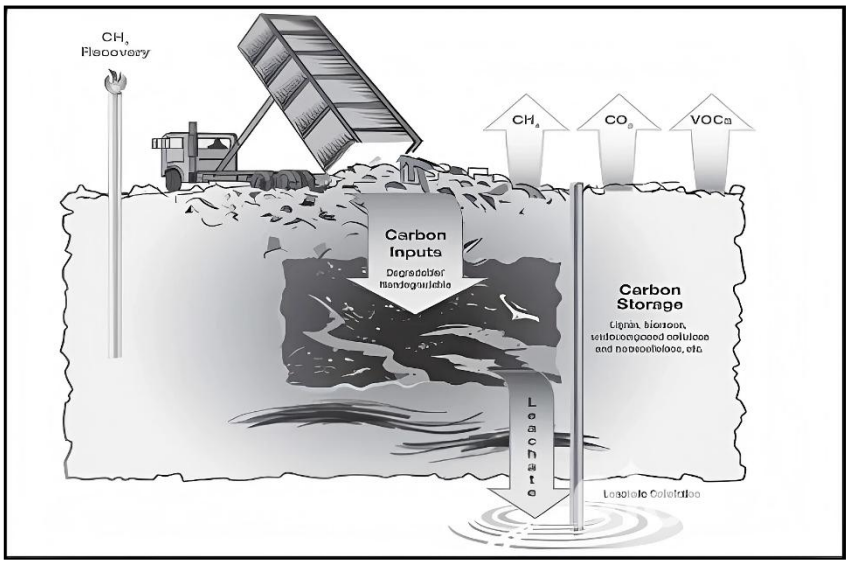
Nessa fase será sentida a alteração no fluxo de veículos nas vias de acesso e de pessoal envolvido diretamente nas obras. De modo geral, estima-se um aumento nos níveis de emissão de poeira no período de implantação, devido à mobilização de equipamentos até a conclusão das obras. Estas emissões, principalmente tipo *puff*, geradas desde as vias de acesso e frentes de obras, poderão ser sentidas nas comunidades próximas. Esse impacto, entretanto, será de caráter transitório, devendo sua ocorrência estar restrita ao prazo entre o início e o término das obras de implantação da CTR. Medidas de controle de poluição atmosférica como monitoramento ambiental de partículas totais em suspensão (PTS), umectação das vias com caminhão pipa e instalação de malhas de contenção de poeira nas vias de acesso foram contempladas nesta etapa.

6.1.2.4 FASE DE OPERAÇÃO

O Quadro a seguir apresenta as unidades operacionais previstas para a CTR Metropolitana indicando o tipo de poluente e fonte de emissão atmosférica, isto é, Fixa (FIX), Móvel (MOV) e Fugitiva (FUG), na ADA e na AID.

No caso, observa-se que os principais poluentes são gases provenientes de fontes fixas, seja no caso da queima pelos flares *in situ* no aterro ou pela queima de biogás (figura abaixo). As emissões fugitivas estão relacionadas principalmente aos processos de ressuspensão de partículas (PTS) do chão decorrente do alto tráfego de caminhões pesados em estradas de acesso sem pavimentação no interior da AID.

Figura 6.1-31 - Disposição de resíduos e produção de biogás.



No Quadro abaixo, são apresentadas as principais fontes de emissões para CTR Metropolitana.

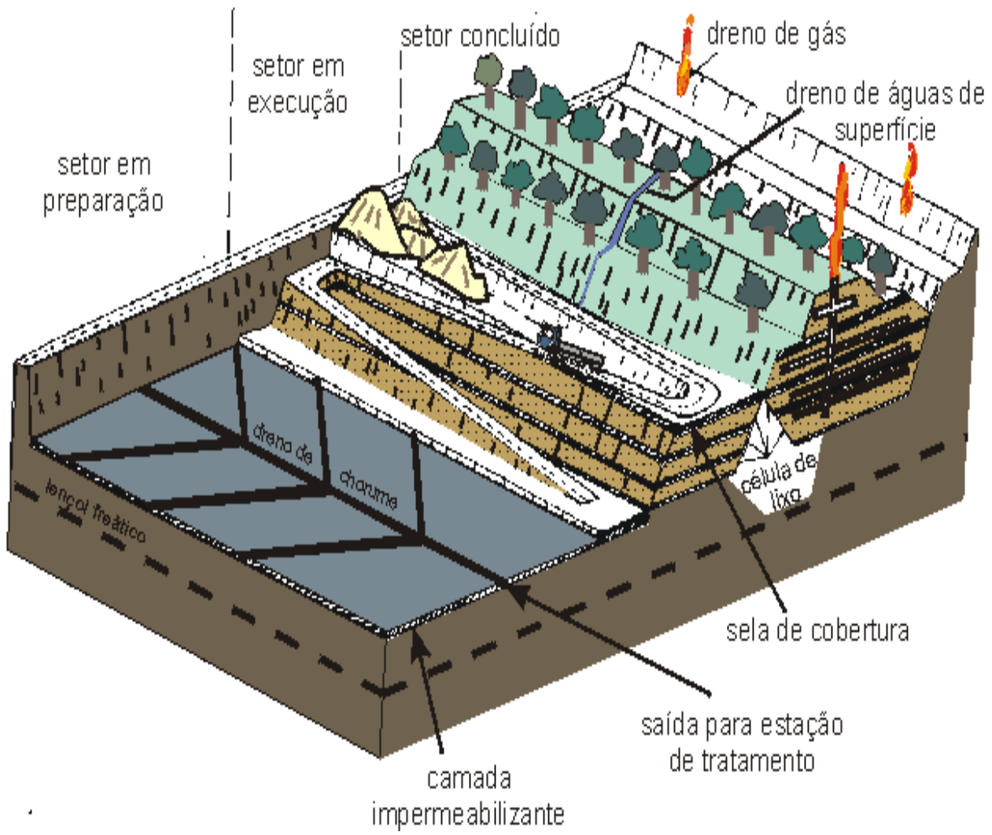
Quadro 6.1-2 - *Unidades previstas para composição e operação da CTR Metropolitana.*

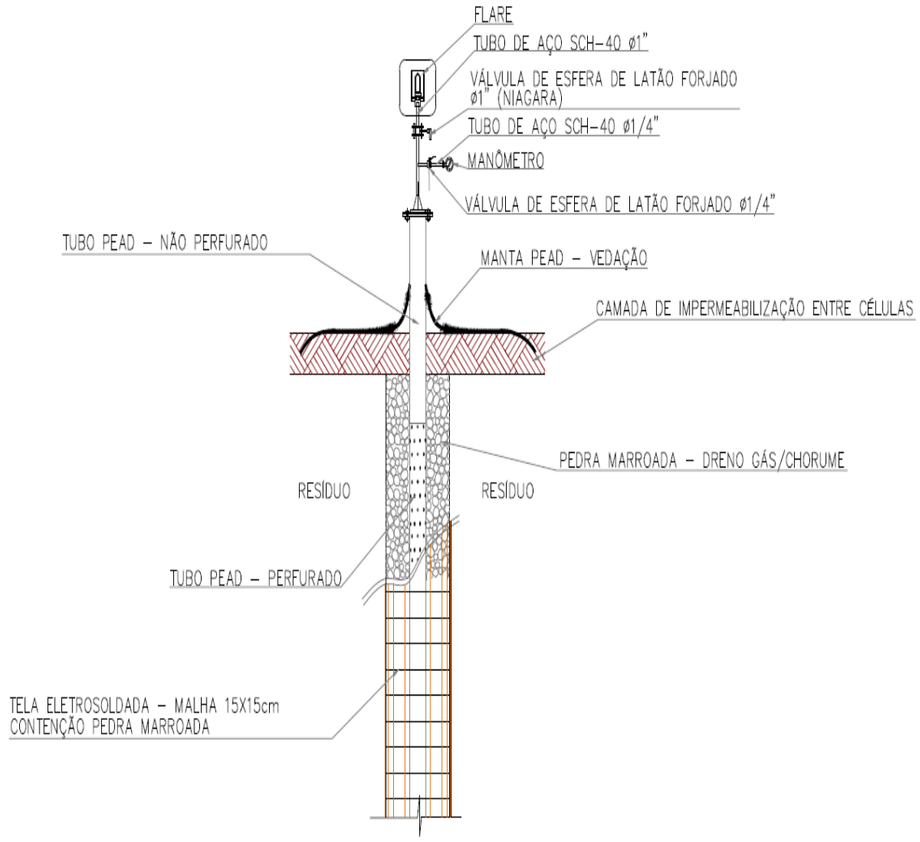
ATIVIDADE / UNIDADE	POLUENTE (TIPO DE FONTE)	
	ADA	AID
Tratamento de Resíduos		
Estação de Queima das Emissões Gasosas Aterro Classe II (Queimador *Flare*)	CO_x, NO_x (FIX)	CO, NO_2 (FIX)
Disposição Final	-	
Aterro de co-disposição para Resíduos Domiciliares - Classe II	CH_4, CO_2, NMOC	CH_4, CO_2, NMOC

A técnica de disposição de resíduos Classe II, representada na Figura abaixo, consiste basicamente na compactação dos resíduos no solo na forma de camadas, periodicamente cobertas com argila ou outro material inerte, de modo a produzir uma degradação natural e lenta, por via bioquímica, até a mineralização da matéria biodegradável. Neste processo são produzidas emissões líquidas e gasosas que serão controladas através da execução de procedimentos de impermeabilização do solo, captação e tratamento de percolado e queima do biogás produzido. A impermeabilização do solo será realizada através da aplicação da combinação de manta bentonítica geossintética para impermeabilização (GCL) e Geomembranas em Polietileno de Alta Densidade (PEAD), captação e tratamento do percolado, já a queima

de biogás será realizada através de queimadores tipo *flare* e posteriormente para a UCQB.

Figura 6.1-32 - Estrutura esquemática do aterramento de lixo numa CTR e queima de biogás através do Flare.





6.1.3 ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA - EDA

Todo estudo de dispersão atmosférica (EDA) contempla, de forma geral, duas partes. A primeira parte trata da estimativa das emissões de poluentes aéreos (inventário de emissões), enquanto a segunda parte apresenta a simulação da dispersão destas emissões em um raio de 10 km (Simulação de Dispersão) sob dois cenários hipotéticos, com e sem fontes potencialmente poluidoras.

6.1.3.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES

O cálculo das emissões provenientes do empreendimento foi realizado considerando os poluentes de importância em saúde e meio ambiente, indicados na Resolução CONAMA 03/1990 e nas seguintes atualizações realizadas mediante Resoluções 382/2006 e 436/2011. Foram consideradas quatro atividades/unidades geradoras de poluentes aéreos: i) produção e queima de biogás; ii) Unidade de geração de energia elétrica iii) Frente aberta de operação de resíduos e lagoa de lixiviados; e iv) tráfego de veículos de carga pesada por ruas e estradas não pavimentada no interior da AID.

6.1.3.1.1 Produção e Queima de Biogás

O biogás de aterro sanitário é um dos principais subprodutos gerados pela decomposição da matéria orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos em meio anaeróbio. Dentre os gases que compõem essa mistura, o mais relevante é o gás metano, que representa aproximadamente 50% da composição do biogás, por ser um Gás de Efeito Estufa (GEE), além de altamente inflamável. A mitigação da emissão deste GEE para atmosfera consiste na transformação em dióxido de carbono através do processo de combustão, que contribui vinte e cinco (25) vezes menos ao aquecimento global em comparação ao metano.

A metodologia mais utilizada para a determinação do cálculo da quantidade de biogás produzido e queimado no aterro, é realizado usando o modelo de simulação LandGEM (*Landfill Gas Emissions Model*), Versão 3.03 da US-EPA (2020), e os protocolos da *Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors* (EPA, 2024). O modelo de geração de biogás presume que a produção de metano pela matéria orgânica em degradação decai exponencialmente através do tempo após um pico, com uma cinética de primeira ordem. A seguinte equação descreve a produção de Metano

(Q_{CH4}) através do tempo num aterro de resíduos Classe II, formulação incluída no Modelo LandGEM da USEPA (2020).

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=0.1}^{1} kL_o \left(\frac{M_i}{10}\right) e^{-kt_{ij}}$$

Onde:

Q_{CH4} = geração de metano por ano (*m^3/ano*);

N= (ano do cálculo) - (ano inicial da disposição de resíduos);

i = incremento de unidade ano;

j= incremento de décimo de ano;

k= taxa anual de geração de metano (ano^{-1});

L_o= capacidade potencial de geração de metano (m^3/Mg);

M_i= massa de resíduo recebida no i-ésimo ano (Mg);

t_{ij}= idade da j-ésima seção de massa de resíduo M_i recebida no i-ésimo ano (ano decimal, por exemplo: 3,2 anos).

Da fórmula anterior podemos ver a dependência do valor de taxa de emissão do gás em função da quantidade de resíduo que o aterro recebe. Sendo assim, podemos considerar que o ano seguinte ao ano de fechamento do aterro, corresponde ao ano que apresenta o maior volume anual de geração de biogás. Sendo assim, de forma a estabelecer um cenário conservador, será utilizado este valor máximo futuro de geração de biogás, de forma a obter uma estimativa da pior situação possível em relação a poluentes no ar.

O sistema de captação e destinação de biogás projetado para a CTR Metropolitana, pode ser dividido em 2 etapas, a saber: captação de biogás, constituída predominantemente pelos poços de biogás e rede de tubos e conexões de PEAD que compõem o gasoduto que percorre o aterro sanitário e a Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB), responsável pelo monitoramento do sistema, bem como o controle de destinação do gás para os diferentes usos. A UCQB foi projetada de forma a poder seguir as fases de ampliação do aterro sanitário, ou seja, foi projetada em seções

modulares tanto para sucção, quanto para a queima. Como mencionado anteriormente, será utilizado um cenário conservador no qual vamos considerar o valor máximo esperado de biogás gerado pelo resíduo. Sendo assim, vamos considerar também, a quantidade máxima de queimadores e motores geradores.

Considerando os poluentes estabelecidos na Resolução CONAMA 491/18, os principais poluentes a serem produzidos pela queima de biogás com tecnologia flare serão CO_x, NO_x, SO_2 e Material Particulado. Para a estimativa das emissões, a seção 2.4 da AP-42 da USEPA estabelece fatores de emissões relacionados com a queima de biogás de aterros sanitários utilizando queimadores tipo *flares*.

Para o cálculo é utilizada a equação geral sugerida na referência técnica de USEPA AP-42, apresentada a seguir.

$$E = A \times FE \times (1-ER/100)$$

Onde:

E = emissões,

A = taxa de atividade

FE = fator de emissão, e

ER = eficiência global de redução de emissões, %.

6.1.3.1.2 Geração de Energia Elétrica

A planta de geração de energia elétrica é composta por dois motogeradores movidos à combustão de biogás de aterro sanitário, com capacidade de 1.429 kWe, além dos componentes principais relacionados a este processo, a saber: toda a parte elétrica necessária para geração, como, transformadores, cabos elétricos, painéis de baixa e média tensão, painéis de comando e CLP, skid de óleo lubrificante, entre outros.

A operação dos motogeradores requer tratamento prévio do biogás de aterro, visando minimizar paradas por eventuais necessidades de manutenção corretiva e garantir longevidade aos equipamentos. O tratamento consiste na desumidificação do gás e aumento/estabilidade de pressão. A desumidificação e compressão do biogás tem início a partir da saída dos sopradores da UCQB, com término na entrada dos motogeradores

(alimentação de gás nos motogeradores), fazendo a interligação das duas unidades (UCQB e planta de geração).

Para o cálculo é utilizada a equação geral sugerida na referência técnica de USEPA, apresentada no item anterior.

6.1.3.1.3 Frente aberta de operação com resíduos e lagoa de lixiviado

Este item foi criado com o intuito de avaliar o comportamento dos odores na operação da CTR Metropolitana. Para isto foram considerados duas fontes principais de odores, a frente aberta de operação com resíduos e a lagoa de lixiviados, que faz parte do sistema de tratamento de efluente da CTR. Os odores têm sido colocados como a maior preocupação a nível público para a implementação de recursos no tratamento de efluentes. Atualmente, a eliminação de odores tem alcançado grande importância no projeto (design) e operação de estações de tratamento de efluentes, por isso, mesmo não tendo parâmetros existentes na legislação para a avaliação de odores, é necessário entender os mecanismos de dispersão destes compostos gasosos no entorno da CTR Metropolitana como uma forma de diminuir os impactos negativos existentes em todo processo de tratamento de resíduos.

O odor pode ser definido, de uma maneira simples, como uma mistura complexa de moléculas químicas voláteis. Os odores são causados usualmente por gases produzidos a partir da decomposição da matéria orgânica. Para que as moléculas sejam odorantes, é necessário que reajam com a mucosa nasal criando uma sensação olfativa. Esta última depende da natureza da substância odorante e de sua concentração no ar. (CARMO, 2005).

Os efeitos dos odores na saúde ainda são muito difíceis de serem quantificados, mas já foram relatados e documentados na literatura sintomas de náuseas, vômitos e dores de cabeça; falta de fôlego e tosse; distúrbios no sono e no apetite; irritação nos olhos, nariz e garganta; inquietação, tristeza e depressão; redução da sensação de bem-estar e do prazer de realização de atividades cotidianas como comer, passear etc. A resposta humana para um odor é altamente subjetiva; diferentes pessoas encontram diferentes odores ofensivos em diferentes concentrações. Isto resulta na maneira diferente que os indivíduos percebem os odores. O processo é visualizado em dois estágios, a recepção fisiológica e a interpretação psicológica, que resultam em uma impressão mental de um

odor específico. O limite olfativo humano para diferentes compostos varia muito devido à natureza química dos compostos, e entre indivíduos, dependendo da idade, gênero e estado de saúde.

A maior parte das substâncias odorantes deriva da decomposição aeróbia da matéria orgânica que contém enxofre e nitrogênio, e grande parte é gasosa em condições atmosféricas abaixo da normal, ou no mínimo tem uma volatilização significante. Neste caso, será avaliado o composto amônio (NH_3).

Como mencionado anteriormente, as fontes principais a serem avaliadas na geração de NH_3 correspondem à frente de operação de resíduo e as lagoas de lixiviado. Para a determinação da taxa de emissão da frente de operação, foi utilizada a mesma ferramenta software LandGEM que permite determinar a quantidade de biogás gerado em relação à quantidade de resíduo que o aterro recebe. Da literatura, temos que o biogás apresenta normalmente valores entre 0,1% até 1% de amônia, de forma que para criar um cenário conservador, vamos utilizar o máximo valor encontrado na literatura, ou seja, 1% de amônia no biogás.

No caso da lagoa de lixiviado o processo de cálculo foi realizado utilizando as diretrizes estabelecidas na AP-42 capítulo 4.3 *Waste Water Collection, Treatment and Storage*. Embora este capítulo não trate especificamente de efluentes de aterro sanitário, serve como boa aproximação do processo de tratamento de efluentes que será implantado na CTR Metropolitana.

6.1.3.1.4 Tráfego Veicular

Considerando uma capacidade máxima de 1.700 toneladas/dia de resíduos, com caminhões que circularam por vias não pavimentadas, os fatores de emissão AP-42 para ruas não pavimentadas (*Section 13.2.2 Unpaved Roads*) foram utilizados para estimar a contribuição das emissões fugitivas de veículos que circularão dentro do empreendimento.

Sob essas considerações, o quadro a seguir apresenta expressão utilizada para estimar a quantidade de emissões fugitivas de partículas por quilômetro percorrido por veículo (VKT), onde *k, a, b, c e d* são constantes empíricas.

Quadro 6.1-3 ***Formulação na estimação de emissões fugitivas de material particulado.***

Rodovias não pavimentadas
$E = k\ (s/12)^a (W/3)^b$

Onde:

E = Emissões (lb/VMT)

W = peso bruto do veículo (tons)

s = conteúdo de silte na superfície dos caminhos (%)

Os parâmetros empíricos extraídos da AP-42 (USEPA) *Seção 13.2.2 Unpaved Roads*, *W(40Ton), s (6,4%),* são descritos como características de áreas de disposição de resíduos e devem ser entendidas como parâmetros de correção sob condições padrões para ajustar as estimativas de emissões para as condições locais (C. Cowherd, 2006). A conversão métrica lb/VMT em gramas (g) por quilômetro (km) percorrido por veículo (VKT) é 1lb/VMT=281.9g/VKT.

O valor de peso dos caminhões (W=40 Ton) foi considerando como sendo o máximo. No caso da velocidade de circulação (V=40 km/h) considerou-se o valor da máxima velocidade permitida nas vias de acesso ao empreendimento.

6.1.3.2 INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS

Os dados meteorológicos de superfície e altitude inventariados abrangem o período entre 01/01/2022 e 31/12/2023 utilizando dados da estação do Aeroporto Val do Cães de Belém, PA.

No tocante aos dados de superfície, estes foram obtidos de forma horária, por meio de códigos METAR disponíveis no *website* da REDEMET, totalizando 17.520 horas de dados. Deste total, estão ausentes 35 horas de dados de temperatura do ar, ponto do orvalho, pressão atmosférica e cobertura de nuvens.

Com os dados de temperatura do ar e ponto do orvalho, foi estimada a umidade relativa. Por meio do critério sugerido no *Federal Handbook Meteorology* (2005), também foram estimadas as alturas de teto (*ceiling height*). Esta equivale à altura do primeiro nível de observação de cobertura de nuvens BKN ou OVC do código METAR. Ainda sobre a cobertura de nuvens, como o código METAR considera oitavos de céu e o AERMOD necessita do valor de cobertura em décimos, os códigos foram transformados em décimos, a partir da conversão apresentada na Tabela abaixo.

Tabela 6.1-4 - *Valores de Cobertura em décimos.*

NSC e SKC	0/10
FEW	2/10
SCT	5/10
BKN	7/10
OVC	10/0

As alturas de nuvens foram convertidas de pés para metros. O valor “77777” indica que o teto é ilimitado. Estes valores se encontram na base de dados meteorológicos que acompanha este relatório como anexo digital.

No que diz respeito aos dados de altitude (sondagem atmosférica), eles foram obtidos no site da ESRL/NOAA. As observações ocorrem diariamente às 12h.

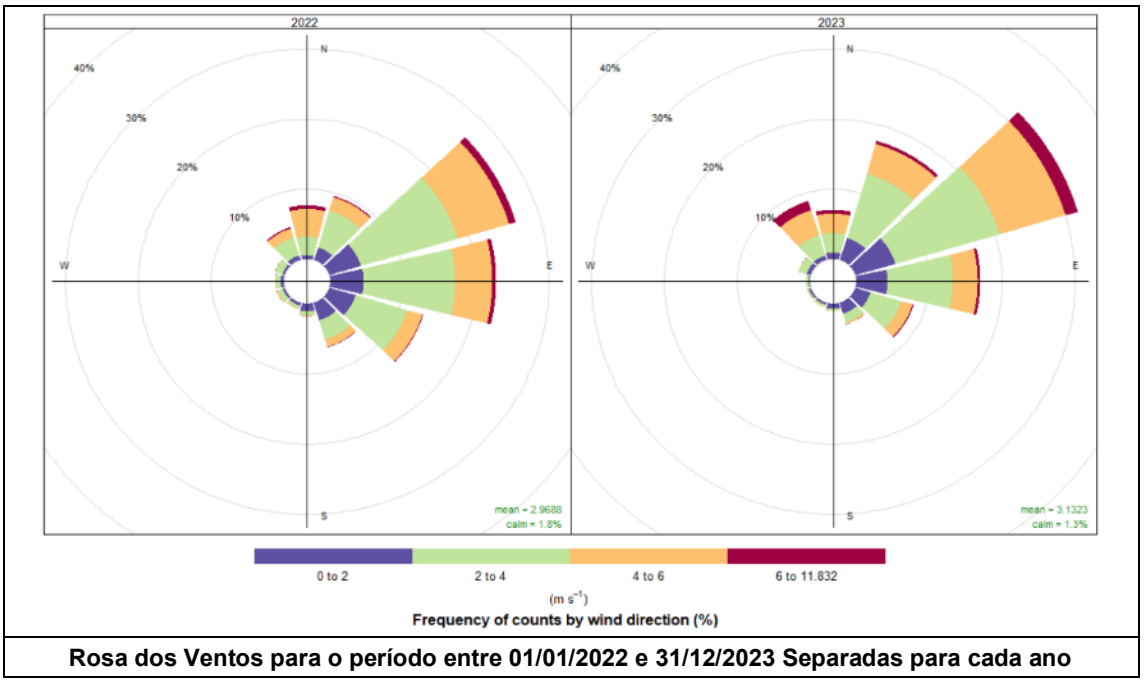
6.1.3.3 SIMULAÇÕES DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

Para a simulação da dispersão atmosférica dos poluentes foi utilizado o modelo AERMOD desenvolvido pela US EPA que é a agência norte americana de proteção ao meio ambiente. É um modelo de escala local, utilizado para todo o tipo de fonte e situações de topografia simples ou complexa. Inclui um módulo de dispersão (AERMOD), de processamento meteorológico (AERMET) e de processamento de terreno (AERMAP). O modelo foi sujeito a avaliações por parte da USEPA (EPA-454/R-03-002 e EPA-454/R-03-003, Junho 2003), com resultados bastante positivos, sendo recomendada a sua utilização como modelo autorizado. O AERMOD substitui desde Novembro de 2005 o anterior modelo “regulatório” Americano ISC3 – Industrial Sourcer Complex.

Os principais dados de entrada do modelo computacional correspondem aos dados meteorológicos, elevação do terreno e informações das fontes poluidoras avaliadas.

Os dois tipos de dados meteorológicos utilizados, de superfície e de sondagem, foram obtidos da estação localizada no Aeroporto Val de Cães na cidade de Belém, PA. Estes dados foram tratados para avaliar a sua qualidade e adequação ao formato dos arquivos de entrada, necessário para a execução do modelo. As séries de dados utilizadas referem-se aos dados horários de superfície que contemplam os intervalos de tempo de 01/01/2022 até 31/12/2023. A figura abaixo apresenta análise preliminar da frequência e da distribuição dos ventos obtidos na estação de Belém, PA mediante a rosa dos ventos para os dois períodos modelados.

Figura 6.1-33 - Rosas dos ventos para os períodos selecionados.



Rosa dos Ventos para o período entre 01/01/2022 e 31/12/2023 Separadas para cada ano

Para ambas as séries temporais, os ventos do quadrante nordeste e leste são os mais frequentes, com mais de 60% da amostragem. A velocidade média do vento é inferior a 4 m/s na maior parte do tempo, tendo os ventos vindos da direção nordeste a maior presença de velocidades superiores a 6 m/s, embora as maiores velocidades se deram de ventos vindos da direção noroeste.

Para os dados de elevação do terreno foram utilizadas imagens de satélites provenientes da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), da Agência Espacial Estadunidense (NASA). As imagens de satélite estão disponíveis no geoportal da Nasa no endereço eletrônico https://search.earthdata.nasa.gov/, e apresenta informação de elevação em resolução de 30 x 30 metros.

Para a simulação foi determinado uma grade cartesiana quadrada, com 50 km de lado (que circunscreve um círculo de raio 25 km). Na grade, foram definidos receptores a superfície, com resolução espacial de 500 metros. Os receptores são os pontos georreferenciados na área modelada, onde serão calculadas as concentrações no decorrer da modelagem. Da geração do modelo de elevação de terreno são exportados os valores de posicionamento (coordenada e cota) de cada ponto de interesse, fontes de emissão e receptores, sendo posteriormente plotados na imagem e fornecidos ao modelo de dispersão.

Foram investigadas as concentrações de CO, NO_2, PTS, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_2 e NH_3 para todos os receptores definidos. Com os resultados das simulações foram elaboradas tabelas para as 10 maiores concentrações máximas de curto período e as 10 maiores médias de longo período, presentes na resolução CONAMA 491/18. Além disso, foram gerados 14 mapas de concentrações, um para cada poluente, por cada intervalo de tempo nas simulações realizadas

6.1.3.4 RESULTADOS

6.1.3.4.1 Estimativa de Emissões

6.1.3.4.1.1 Produção e Queima de Biogás e Geração de Energia Elétrica

Considerando que a CTR Metropolitana está projetada para atender uma demanda máxima de 1.700 toneladas diárias de resíduos durante 31 anos, o quadro abaixo resume os parâmetros de entrada do modelo LandGEM para o cálculo da produção de biogás do empreendimento. No caso, os valores de k (0,040 ano^{-1}), L_o (100m^3/Mg), concentração de NMOC (2400ppmv como hexano) e percentual de metano (50% de volume) estão relacionados às características de codisposição, percentual de umidade do lixo, bem como drenagem e tratamento de percolado a serem implantados no empreendimento.

Quadro 6.1-4 ***Parâmetros e valores de entrada do modelo LandGEM ocupado para a CTR Metropolitana. Fonte: LandGEM (Landfill Gas Emissions Model), Versão 3.02 da US-EPA (2005) / Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors (EPA, 2009).***

LANDFILL CHARACTERISTICS		
Landfill Open Year	2025	
Landfill Closure Year (with 80-year limit)	2070	
Actual Closure Year (without limit)		
Have Model Calculate Closure Year?	No	
Waste Design Capacity		megagrams
MODEL PARAMETERS		
Methane Generation Rate, k	0,040	$year^{-1}$
Potential Methane Generation Capacity, L_o	100	m^3/Mg
NMOC Concentration	2.400	ppmv as hexane
Methane Content	50	% by volume

A saída gráfica do modelo pode ser observada na figura a seguir. Observa-se que o pico de produção de biogás é observado após quase 31 anos do início do funcionamento da CTR Metropolitana. A nomenclatura NMCO corresponde a compostos orgânicos voláteis não metânicos, os que representam os hidrocarbonetos totais gerados e estes são totalmente queimados na combustão dos *flares*. As curvas de degradação exponencial se apresentam a seguir:

Desta forma, considerando o pico de produção de metano com $5{,}74x10^4$ Mg/ano ou $8{,}602x10^7$ m^3/ano, o montante de produção de CO, NO_2, SO_2 e PTS é apresentado no quadro a seguir. Pelo fato de não haver informação sobre a quantidade de formas de sulfetos nos resíduos, a estimativa foi realizada considerando um valor (padrão) de 46,9 ppmv como Cp (Concentração de enxofre no aterro), valor sugerido no AP-42 seção 2.4. Assim, utilizou-se a seguinte equação para estimar a emissão de SO_2 nos *flares*:

$$Q_P = 1.82\ Q_{CH_4} * \frac{C_P}{(1\ x\ 10^6)}$$

Onde:

Q_p = Taxa de vazão (m^3/ano)

Q_{CH4} = Taxa de emissão de metano

Cp = Concentração do poluente no aterro (ppmv)

Uma vez determinada a vazão de SO_2 (m^3/ano) tem que se determinar a taxa de emissão utilizando as seguintes expressões:

$$UM_P = Q_P * \left[\frac{MW_P * 1\ atm}{(8.205x10^{-5}\ m^3\text{-}atm/gmol\text{-}^{\circ}K)(1000g/kg)(273 + T\ ^{\circ}K)}\right]$$

Onde:

UMp = emissão não controlada do poluente, neste caso SO_2 (kg/ano)

MWp = massa molecular do SO_2 (64,066 g/mol)

Q_p = Taxa de Emissão (m^3/ano)

T = Temperatura do gás (°C)

E logo

$$CM_{SO_2} = UM_P * \frac{\eta_{col}}{100} * 2.0$$

Onde:

CM_{SO2} = taxa de emissão controlada (kg/ano)

UMp = emissão não controlada do poluente, neste caso SO_2 (kg/ano)

η_{col} = eficiência do sistema de drenagem do gás (%) 2,0 = corresponde a ração entre a massa molecular do SO_2 e o S.

Quadro 6.1-5 ***Fatores de emissão (AP-42 secção 2.4) de poluentes secundários na queima de 8,602 x 10^7 m^3/ano de metano (CH_4) desde os queimadores tipo flare.***

Tipo Queima	Poluente	Fator de Emissão EPA (Kg/10^6 m^3 CH_4)	Emissão (Ton/ano) (TPY)	Taxa de emissão (g/sec)	Rating
Industrial Flare	NO_2	610	52,47	1,66	Highly Representative
	CO	920	79,14	2,51	Highly Representative
	MP	270	23,23	0,74	D
	SO_2	-	41,86	1,33	-
IC Engine	NO_2	1500	129,03	4,09	Highly Representative
	CO	4600	395,69	12,55	Highly Representative
	MP	770	66,24	2,10	E
	SO_2	-	41,86	1,33	-

Nota: Classificação. Fator de emissão = Excelente (A), Abaixo da média (B), Médio (C), Abaixo da média (D), Ruim/Pobre (E). (*) = Fator de multiplicação e não de emissão.

A emissão, por parte da queima de biogás, corresponde a uma vazão anual de metano (8,602 x 10^7 m³/ano) a vazão e velocidade de saída para cada poluente analisado é a mesma, pois são constituintes de um gás que está sendo emitido. Os valores são apresentados no quadro abaixo, a seguir:

Quadro 6.1-6 ***Informações das fontes emissoras.***

Fonte	Diâmetro (m)	Velocidade de saída (m/s)	Altura Saída (m)
Industrial Flare	2	0,9	8
IC Engine	0,4	40	8

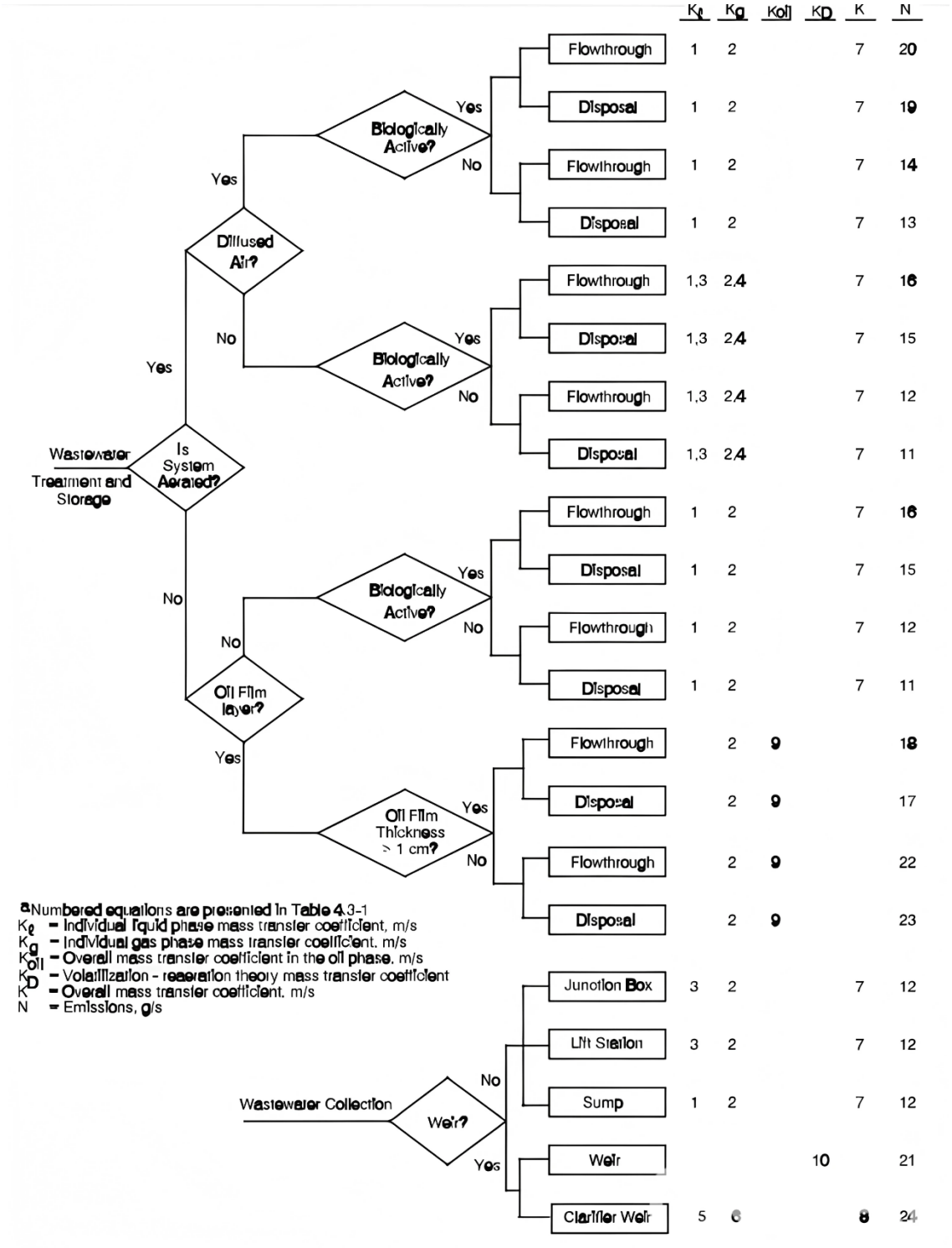
6.1.3.4.1.2 Frente Aberta de Operação com Resíduos e Lagoa de Lixiviado

Muitos tipos de empreendimentos geram fluxos de águas residuais que contêm compostos orgânicos. Quase todos esses fluxos passam por operações de coleta, tratamento de contaminantes e/ou armazenamento antes deles serem finalmente descarregados em um corpo de água receptor ou em uma estação de tratamento municipal para tratamento adicional. Durante algumas destas operações, as águas residuais ficam expostas à atmosfera e compostos orgânicos voláteis (COV) podem ser emitidos das águas residuais para a atmosfera.

Os sistemas de coleta, tratamento e armazenamento são específicos de cada empreendimento. Todas as instalações possuem algum tipo de sistema de recolha, mas a complexidade dependerá do número e do volume dos fluxos de águas residuais gerados. Como mencionado acima, as operações de tratamento também variam em tamanho e grau de tratamento. O tamanho e o grau de tratamento dos fluxos de águas residuais dependerão do volume e grau de contaminação das águas residuais e na extensão desejada da remoção de contaminantes.

Desta forma, é muito complexo contar com uma fórmula ou equação única que permita determinar a taxa de geração de poluente pelo sistema de tratamento e armazenamento. Sendo assim, o capítulo 4.3 da AP-42, indica uma metodologia de cálculo, mediante um diagrama de fluxo dependendo das características do sistema de tratamento/armazenamento. O diagrama original em inglês se apresenta a seguir:

Figura 6.1-34 - Diagrama de fluxo original (inglês) para realizar a estimativa de emissões de compostos orgânicos em sistemas de tratamento de efluentes.



[a] Numbered equations are presented in Table 4.3-1
K_ℓ = Individual liquid phase mass transfer coefficient, m/s
K_g = Individual gas phase mass transfer coefficient, m/s
K_{oil} = Overall mass transfer coefficient in the oil phase, m/s
K_D = Volatilization - reaeration theory mass transfer coefficient
K = Overall mass transfer coefficient, m/s
N = Emissions, g/s

A partir do diagrama de fluxo apresentado, foram selecionadas as equações que serviram para estimar a taxa de emissão da lagoa de tratamento de efluentes. Neste caso, como a lagoa corresponde à armazenagem no processo de tratamento, se considera que é aerada de forma difusa e que tem atividade biológica, sendo que a lagoa não é de disposição final e o líquido percolado tem um tempo de permanência no sistema. Desta a forma, a seguir, se apresenta as equações utilizadas para o cálculo.

Em primeiro lugar correspondem as equações de transferência de massa entre as fases líquidas e gasosas.

$$k_l\ (m/s) = (2.61 \times 10^{-7})(U_{10})^2(D_w/D_{ether})^{2/3}$$
$$\text{For: } U_{10} > 3.25\ m/s \text{ and } F/D > 51.2$$

Onde

kl: transferência de massa em fase liquida;

U_{10}: velocidade média vento a 10mts (m/s);

D_w: difusividade do constituinte em água (cm^2/s) e

D_{ether}: difusividade do ether em água (cm^2/s).

$$k_g\ (m/s) = (4.82 \times 10^{-3})(U_{10})^{0.78}\ (Sc_G)^{-0.67}\ (d_e)^{-0.11}$$
$$\text{where:}$$
$$Sc_G = \mu_a/(\rho_a D_a)$$
$$d_e(m) = 2(A/\pi)^{0.5}$$

onde

k_g: transferência massa em fase gasosa;

μ_a: viscosidade do ar (g/cm*s);

ρ_a: densidade do ar (g/cm^2);

D_a: difusividade do constituinte no ar (cm^2/s) e

A: área do espelho (m^2).

Posteriormente

$$K = (k_\ell \, Keq \, k_g)/(Keq \, k_g + k_\ell)$$
where:
$$Keq = H/(RT)$$

Onde

H: constante da lei de henry(atm*m³/gmol)

R: constante universal dos gases(atm*m³/gmol*K)

T: temperatura da água (°K)

E finalmente

$$N(g/s) = (1 - Ct/Co)(KA + Q_aKeq)/(KA + Q_aKeq + Kmax \, b_i \, V/K_s) \, V \, Co/t$$
where:
$$Ct/Co = \exp[-(KA + KeqQ_a)t/V - Kmax \, b_i \, t/K_s]$$

N(g/s): taxa de emissão

Co: Concentração inicial do constituinte na fase liquida;

K: Coeficiente global de transferência de massa para transferência de constituinte da fase líquida para a fase gasosa;

Qa: taxa de fluxo de ar difuso;

Kmax: constante de taxa biológica máxima;

V:Volume espelho (m³);

Ks: constante meia saturação de taxa biológica;

t: tempo residência (s)

bi: concentração biomassa (g/m³).

Importante considerar que embora exista uma grande quantidade de variáveis que seriam necessárias de conhecer *in situ*, o documento da AP-42 entrega uma série de

valores médios para poder realizar os cálculos. Uma vez realizados os cálculos, o valor final de taxa de emissão para a lagoa de percolados foi de 0,04801 g/s.

Para calcular a taxa de emissão da frente de operação com resíduos, foi utilizado o mesmo software LandGEM para o cálculo de geração de biogás por parte de 1700 toneladas de resíduos, que correspondem à massa de resíduo que se recebe num dia. Isto posto, a frente aberta fica em operação unicamente com o resíduo do dia, sendo necessária à noite o fechamento com material impermeabilizante.

A área de operação com resíduos pode variar dependendo de múltiplos fatores, sendo, neste caso, de forma a utilizar um valor conservador, adotando-se a frente aberta de operação diária seja considerada de 20.000 m². Desta forma, a estimativa de taxa de emissão teve o seguinte resultado apresentado no quadro a seguir.

Quadro 6.1-7 - *Cálculo da estimativa de taxa de emissão de NH_3 pela frente aberta de operação.*

	Biogás	% NH_3 no biogás	
	total	1%	0,55%
M³/ano	9.325.775,20	282,60	155,43
ton/ano	11.646,25	0,35	0,19
g/s	367.276,08	11,13	6,12

No quadro anterior apresenta dois valores de taxa de emissão, sendo que para a simulação foi escolhido o valor maior (11,13 g/s) correspondente a uma porcentagem de 1% de NH_3 no biogás, de forma de criar o cenário mais conservador possível.

6.1.3.4.1.3 Tráfego Veicular

Quando o empreendimento entrar em operação, haverá tráfego diário de caminhões. Considerando um conteúdo de silte de 6,4% (*s -unpaved Road, Ref: Table 13.2.2-3*) com velocidade máxima permitida de 40 km/h para caminhões com peso médio (W) de 40 toneladas, as estimativas de emissões de tráfego veicular são apresentadas no quadro abaixo, calculadas conforme as seções 13.2.2 *(Dust Emition from industrial unpaved roads*).

Quadro 6.1-8 - *Estimação de emissões de material particulado pelo tráfego veicular em estradas não pavimentadas de aterros.*

	K (lb/VMT)	a	b	Emissão (lb/VMT)	Emissão (g/VKT)	Taxa de Emissão (g/s)	Taxa de Emissão com redução por conta de chuva (g/s)
$PM_{2.5}$	0,15	0,9	0,45	0,27	77,04	6,42	2,11
PM_{10}	1,5	0,9	0,45	2,73	770,38	64,21	21,11
PTS	4,9	0,7	0,45	10,12	2853,73	237,85	78,20

Com o intuito de considerar o pior cenário foi realizada a simulação computacional utilizando a emissão de MP nas estradas pavimentadas sem variação horária, ou seja, emissão contínua de material particulado em função do número total de caminhões diários.

6.1.3.4.2 Simulações da Dispersão Atmosférica

6.1.3.4.2.1 Resultados Tabulados

Os quadros e figuras a seguir apresentam os resultados e a localização das concentrações máximas de curto período, para o período analisado (de 01/01/22 a 31/12/23). As coordenadas nos resultados em tabelas correspondem ao DATUM SIRGAS 2000 projeção UTM zona 22.

Quadro 6.1-9 - ***Concentração máxima de curto período para CO e NO_2 (1 hora).***

Concentração CO (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Concentração NO2 (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
334,94	802480	9817330	222,08	802480	9817330
330,07	802480	9817330	218,85	802480	9817330
302,48	802480	9817330	200,55	802480	9817330
299,57	802480	9817330	198,62	802480	9817330
291,48	802480	9817330	193,19	802480	9817330
250,57	802480	9816830	164,66	802480	9817330
246,17	802480	9817330	163,23	802480	9817330
236,04	802480	9817330	156,51	802480	9817330
236,03	802480	9817330	156,51	802480	9817330
215,85	802480	9816830	139,89	802480	9817330

Quadro 6.1-10 - ***Concentração máxima de curto período para PTS e SO_2 (24 horas).***

Concentração PTS (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Concentração SO_2 (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
93,7	807480	9817830	30,03	801980	9816830
82,4	807480	9817830	27,41	801980	9816830
75,4	807480	9817830	22,18	801980	9816830
72,5	807480	9817830	21,90	801980	9816830
72,3	807480	9817830	20,49	801980	9816830
71,8	807480	9817830	19,25	801980	9816830
69,8	807480	9817830	19,14	801980	9816830
68,5	807480	9817830	18,86	801980	9816830
67,5	807480	9817830	18,79	801980	9816830
67,2	807480	9817830	18,73	801980	9816830

Quadro 6.1-11 - ***Concentração máxima de curto período para PM_{10} e $PM_{2,5}$ (24 horas).***

Concentração PM_{10} (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Concentração $PM_{2,5}$ (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
25,30	807480	9817830	16,70	801980	9816830
22,30	807480	9817830	15,30	801980	9816830
20,40	807480	9817830	12,30	801980	9816830
19,60	807480	9817830	12,30	801980	9816830
19,50	807480	9817830	11,50	801980	9816830
19,40	807480	9817830	10,80	801980	9816830
18,83	807480	9817830	10,65	801980	9816830
18,49	807480	9817830	10,55	801980	9816830
18,23	807480	9817830	10,48	801980	9816830
18,14	807480	9817830	10,44	801980	9816830

Quadro 6.1-12 - ***Concentração máxima de curto período para NH_3 (1 hora).***

Concentração NH_3 (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
32351,3	802480	9816830
31956,6	802480	9816830
27869,6	802480	9816830
22644,4	802480	9817330
22334,0	802480	9817330
20947,7	802480	9817330
20862,5	802480	9817330
20839,9	802480	9817330
20835,3	802480	9817330
20783,3	802480	9817330

Figura 6.1-35 - Concentração máxima de curto período (1 hora) para CO, entre 01/01/2022 e 31/12/2023.

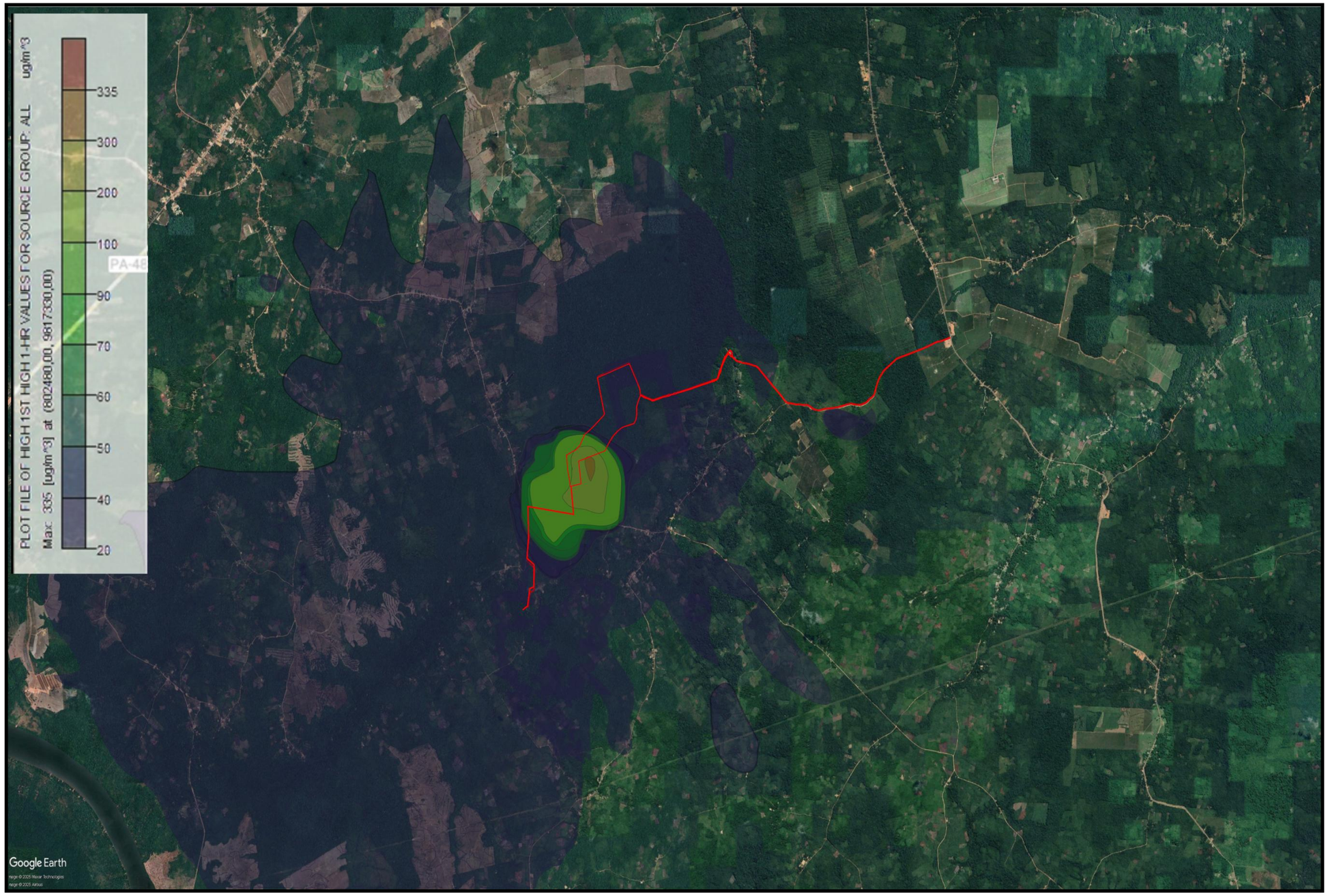


Figura 6.1-36 - Concentração máxima de curto período para (24 horas) PTS, entre 01/01/2022 e 31/12/2023.

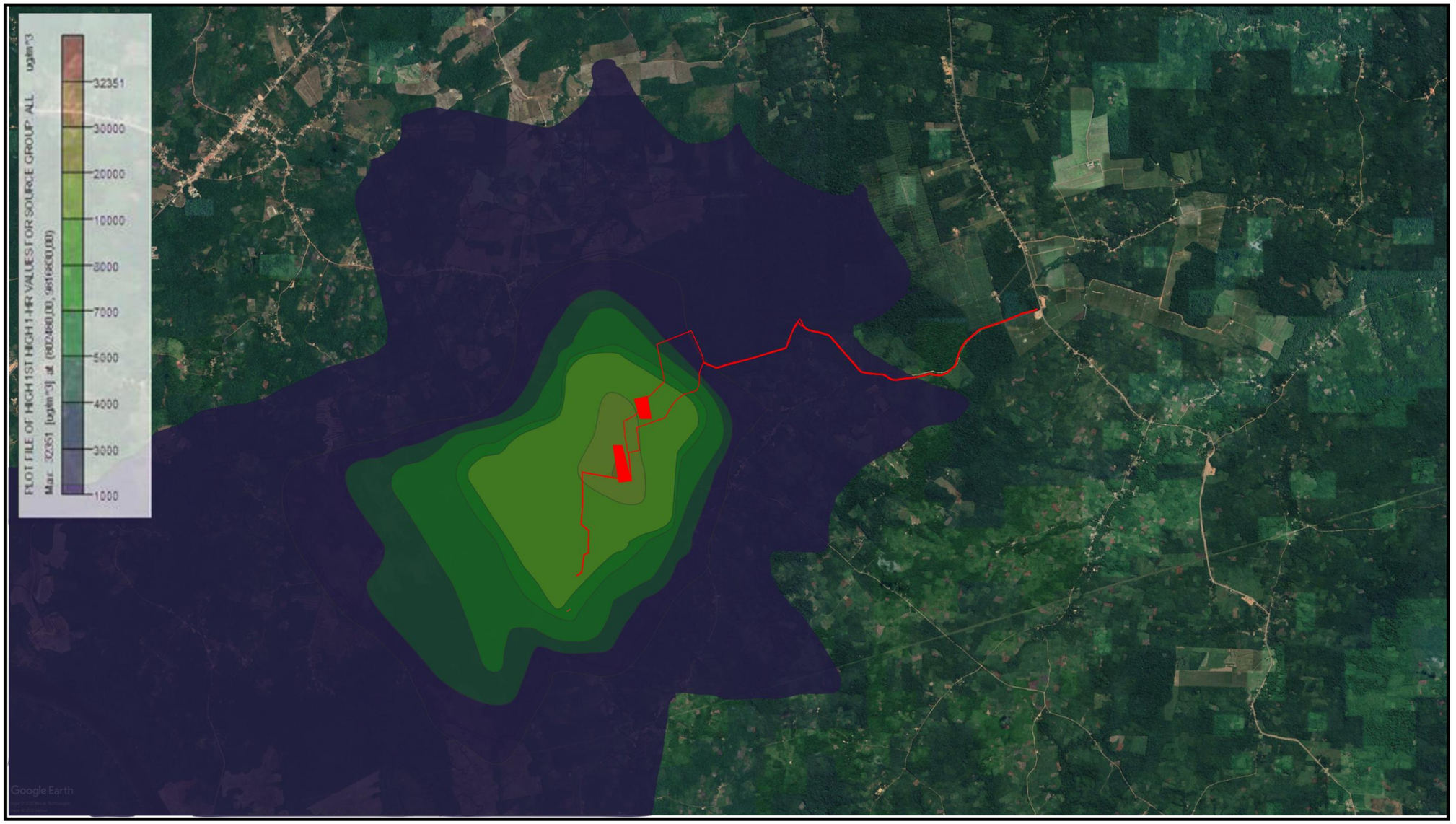


Figura 6.1-37 - Concentração máxima de curto período para (24 horas) PM10, entre 01/01/2022 e 31/12/2023.

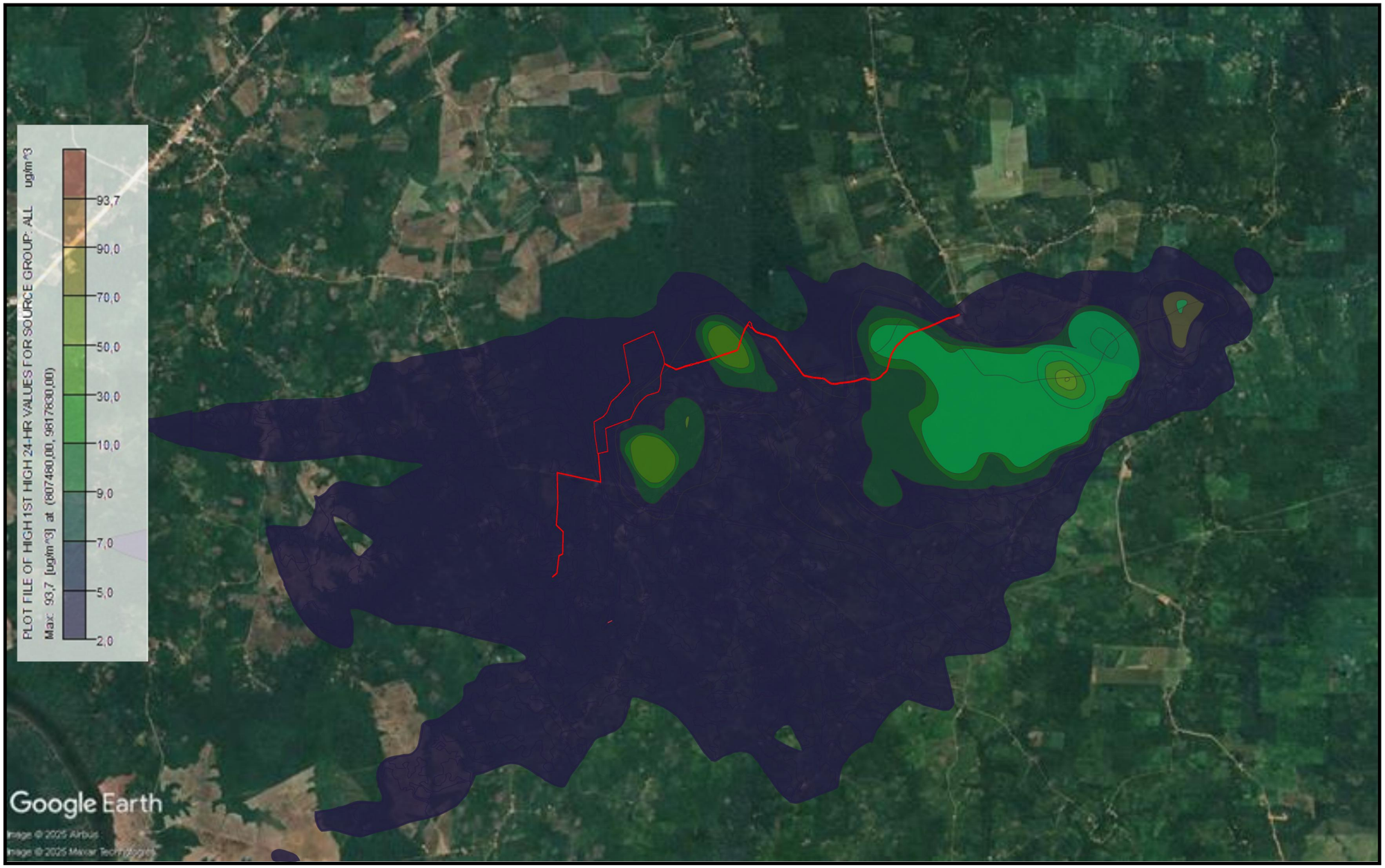


Figura 6.1-38 - Concentração máxima de curto período para (24 horas) de PM2,5, entre 01/01/2022 e 31/12/2023.

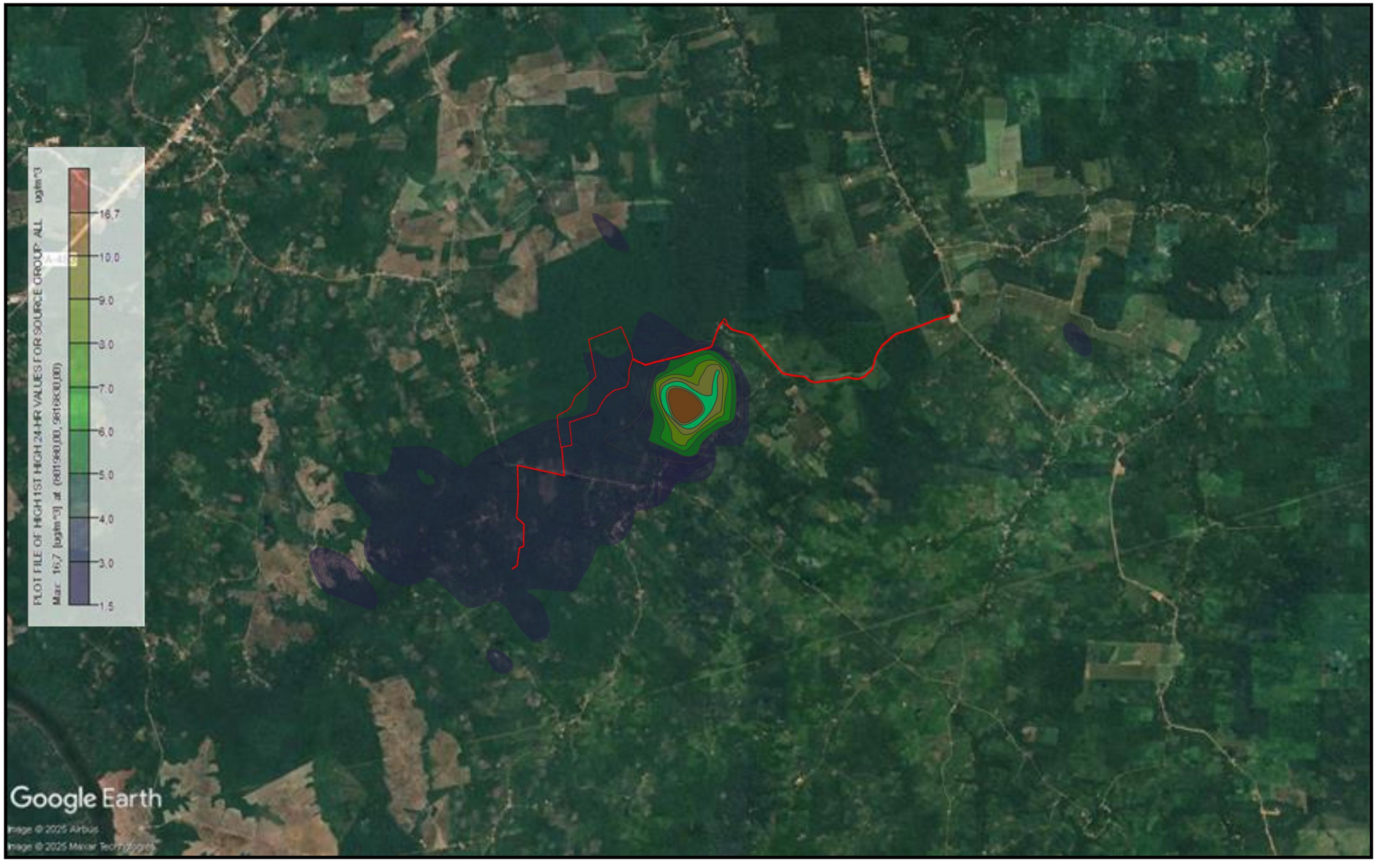
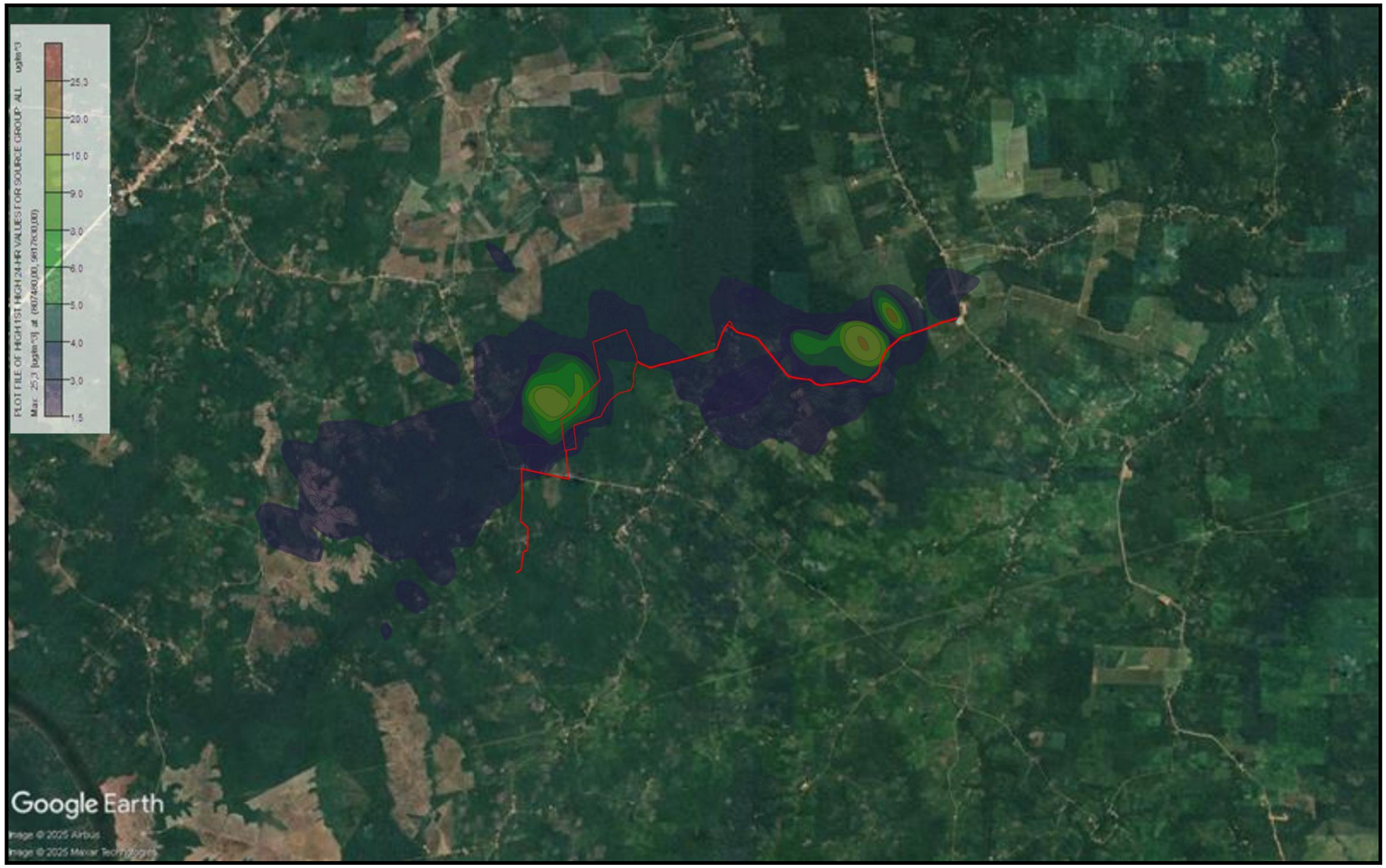


Figura 6.1-39 - Concentração máxima de curto período para (1 hora) NH3, entre 01/01/2022 e 31/12/2023.



De acordo com a modelagem realizada, o AERMOD estima a concentração máxima de monóxido de carbono (CO) em 334,90 µg/m^3 para 1 hora, representando menos do 1% do padrão final presente na CONAMA 03/90. Ressaltamos que na nova resolução CONAMA 491/18 os parâmetros CO tem unicamente padrões finais para o CO no período de avaliação de 8 horas, que será apresentado nos resultados de "longo prazo".

As concentrações máximas de NO_2 fornecidas pelo modelo matemático de dispersão, no período de 1 hora, apresentaram-se significativas quando comparadas ao padrão inicial de 260 µg/m^3 da Resolução CONAMA 491/18. O maior valor obtido foi 222,08 µg/m^3, representa aproximadamente 84% do padrão fixado pela legislação. Esta concentração ocorre próximo das fontes de emissão, dentro da ADA, seguindo a direção preferencial dos ventos.

A concentração máxima de partículas totais em suspensão (PTS), para o período de 24 horas, apresentou valor de 93,7 µg/m^3, aproximadamente um 40% do padrão afixado na CONAMA 491/18 (240 µg/m^3). Estas concentrações foram estimadas fora da ADA, na estrada de acesso, dentro do que corresponderia a AID.

O PM_{10} se comporta da mesma forma que o PTS, tendo uma concentração máxima estimada em 25,30 µg/m^3, localizada na mesma área que o valor máximo de PTS, na estrada de acesso (AID). Este valor máximo estimado está muito abaixo do padrão inicial estabelecido na legislação (120 µg/m^3).

Por outra parte o $PM_{2,5}$ apresentou uma concentração máxima estimada em 16,70 µg/m^3 o que representa aproximadamente um 28% do padrão inicial estabelecido na CONAMA 491/18 (60 µg/m^3). A diferença do PTS, esta concentração máxima foi estimada nas proximidades da unidade de geração de energia elétrica (flares e motores), na ADA.

Acerca das concentrações de dióxido de enxofre (SO_2), o AERMOD calcula a concentração máxima de 24 horas em 30,03 µg/m^3, muito inferior ao padrão inicial presente na CONAMA 491/18(125 µg/m^3). O receptor desse máximo de concentração se localiza na AID, nas proximidades da unidade de geração de energia elétrica.

Para o parâmetro avaliado NH_3 o valor máximo estimado de concentração para 1 hora foi de 32,35 mg/m³, encontrada nas proximidades da lagoa de lixiviado. Não existe parâmetro na legislação para avaliar NH_3, ou compostos odoríficos, embora a literatura

existente indique que para valor de 20mg/m³ o composto já e detectado pelo olfato humano. Desta forma temos que a concentração estimada que possa ser gerada pelo aterro pode ser sentida até aproximadamente 800 mts ao sudoeste da área de operação de resíduos. Destacando que esta corresponde ao valor máximo de concentração para o tempo simulado.

Para as emissões de longo período, os quadros e figuras a seguir, apresentam-se os resultados e a localização das concentrações na série de dados estudada.

Quadro 6.1-13 - ***Concentração máxima de longo período para CO (8 horas) e NO_2 (1 ano).***

Concentração CO (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Concentração NO2 (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
120,77	801980	9816830	7,39	801980	9816830
97,12	801980	9816830	2,16	802480	9816830
90,67	801980	9816830	1,70	801980	9817330
83,21	801980	9816830	1,63	801980	9816330
76,60	801980	9816830	1,42	801480	9816330
76,45	801980	9816830	1,18	801480	9816830
73,40	801980	9816830	1,01	802480	9817330
68,63	801980	9816830	0,80	800980	9816330
68,04	801980	9816830	0,71	801480	9817330
67,54	801980	9816830	0,70	800480	9816330

Quadro 6.1-14 - ***Concentração máxima de longo período para PM_{10} e $PM_{2,5}$ (1 ano).***

Concentração PM_{10} (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Concentração $PM_{2,5}$ (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
8,85	807480	9817830	3,31	801980	9816830
3,52	801980	9816830	0,99	802480	9816830
3,38	807980	9818330	0,89	807480	9817830
2,50	806480	9817830	0,79	801980	9817330
1,62	806980	9817830	0,74	801980	9816330
1,22	802480	9816830	0,65	801480	9816330
1,17	804980	9818330	0,55	801480	9816830
1,09	805480	9818330	0,48	802480	9817330
1,03	801980	9817330	0,37	800980	9816330
0,94	806480	9817330	0,34	807980	9818330

Quadro 6.1-15 - ***Concentração máxima de longo período para PTS e SO_2 (1 ano).***

Concentração PTS (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Concentração SO_2 (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
32,75	807480	9817830	5,82	801980	9816830
12,50	807980	9818330	1,62	802480	9816830
9,24	806480	9817830	1,31	801980	9817330
6,00	806980	9817830	1,27	801980	9816330
4,33	804980	9818330	1,10	801480	9816330
4,14	801980	9816830	0,91	801480	9816830
4,02	805480	9818330	0,78	802480	9817330
3,48	806480	9817330	0,62	800980	9816330
3,16	808980	9818830	0,54	800480	9816330
3,09	806980	9817330	0,54	801480	9817330

Quadro 6.1-16 - ***Concentração máxima de longo período para NH_3 (24 horas).***

Concentração NH_3 (µg/m³)	Coord. UTM X	Coord. UTM Y
3795,3	802480	9817330
3670,7	802480	9817330
3437,9	802480	9817330
3430,3	802480	9817330
3193,7	802480	9817330
2899,1	802480	9817330
2701,0	802480	9817330
2670,9	802480	9817330
2606,4	802480	9817330
2496,4	802480	9817330

No tocante às concentrações de longo período que se referem às médias anuais, as concentrações de CO para o período de 8 horas foram estimadas com valor máximo de 120,77 μg/m³, valor pouco significativo se comparado com o padrão final de 9 ppm (ou 10.477,8 μg/m^3) exigido pela CONAMA 491/18.

As concentrações de NO_2 apresentaram valores abaixo do padrão inicial estabelecido pela CONAMA 491/18 (60 μg/m^3). O maior valor estimado pela modelagem matemática é de 7,34 μg/m³, localizada dentro da ADA.

As concentrações de PTS, para o período de 01 (um) ano, foram estimadas com valor máximo de 32,75 μg/m³, sendo esse valor abaixo do padrão final afixado pela CONAMA 491/18 (80 μg/m^3). Esse valor máximo se localiza nas cercanias da estrada de acesso à CTR, dentro da AID. Da mesma forma para o valor estimado do parâmetro PM_{10} foi registrada média anual de 8,85 μg/m^3, localizado no mesmo ponto que para o parâmetro PTS, ou seja, na estrada de acesso, na AID. No caso do PM_{10} o padrão inicial da CONAMA 491/18 apresenta valor de 40 μg/m^3 para média aritmética de um ano.

Para o $PM_{2,5}$ o valor médio anual estimado foi de 3,31 μg/m^3, valor muito abaixo do limite da legislação (20 μg/m^3). A localização deste valor corresponde às proximidades das chaminés da unidade de geração de energia elétrica.

As concentrações de SO_2, para o período de 01 (um) ano, foram estimadas com valor máximo de 5,82 μg/m³, muito inferior ao padrão inicial na CONAMA 491/18 (40 μg/m^3). Essa máxima concentração está localizada na ADA.

Finalmente temos que o parâmetro NH_3 não apresenta limite de referência para exposição em longo prazo embora se destaque a média para 24 horas de 3,79 mg/m³ apresenta valores abaixo dos limites detectáveis pelo olfato humano, indicando que os máximos valores apresentados para o curto prazo de 1 hora, correspondem a situações atípicas.

6.1.1.1. CONCLUSÕES

Em todos os cenários analisados verificou-se que não teve valores de concentração estimados que ultrapassem os limites fixados pela Resolução CONAMA 491/18, tanto para curto período como para longo período, para o período avaliado na simulação (2 anos). É importante ressaltar que os picos de concentração correspondentes às concentrações máximas horárias refletem situações consideradas pelo modelo de simulação como desfavoráveis à dispersão de poluentes no ar, que podem, eventualmente, vir a ocorrer na região em curtos espaços de tempo. Entretanto, considerando-se os padrões de qualidade do ar vigentes durante o estudo e os resultados das simulações, indica-se que o empreendimento se adequa aos pré-requisitos do licenciamento. Tal resultado pode ser destacado quando se observa que as concentrações máximas ocorrem numa distância média de cerca de 500 metros da fonte, na denominada área diretamente afetada (ADA).

Por outra parte deve-se considerar também o impacto na população vizinha por conta dos odores que eventualmente sejam gerados na operação do aterro. Utilizando o parâmetro de amônia (NH3) como sinalizador da situação, podemos ver que existe sim uma geração de odores importante para o pior cenário simulado, isto é, com o total esperado de geração de biogás e de líquido percolado, sendo que esta situação se espera unicamente para o final do período de vida útil do aterro. Importante considerar que todo empreendimento com tratamento de resíduos implica em geração de odores, contudo, ressalta-se que as condições dispersivas na região não são desfavoráveis, já que a topografia em geral, é livre de relevos que interfiram nos ventos, como se indica também no Estudo de Impacto Ambiental deste projeto.

6.1.4 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

6.1.4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A qualidade do ar é determinada em função da presença e concentração de poluentes atmosféricos, na forma de material particulado ou gasoso. Estes são classificados de acordo com sua origem, composição e efeitos. Podem ser lançados de forma natural ou podem ser produzidos a partir da dinâmica humana, em seu processo de urbanização, industrialização e modificações no espaço.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990, o poluente atmosférico é toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Diante do exposto, a gestão da qualidade do ar tem como objetivo garantir que o desenvolvimento socioeconômico ocorra de forma sustentável e ambientalmente segura. Para tanto, se faz necessário a caracterização e diagnóstico para definir ações de prevenção, combate e redução das emissões de poluentes e dos efeitos da degradação do ambiente atmosférico.

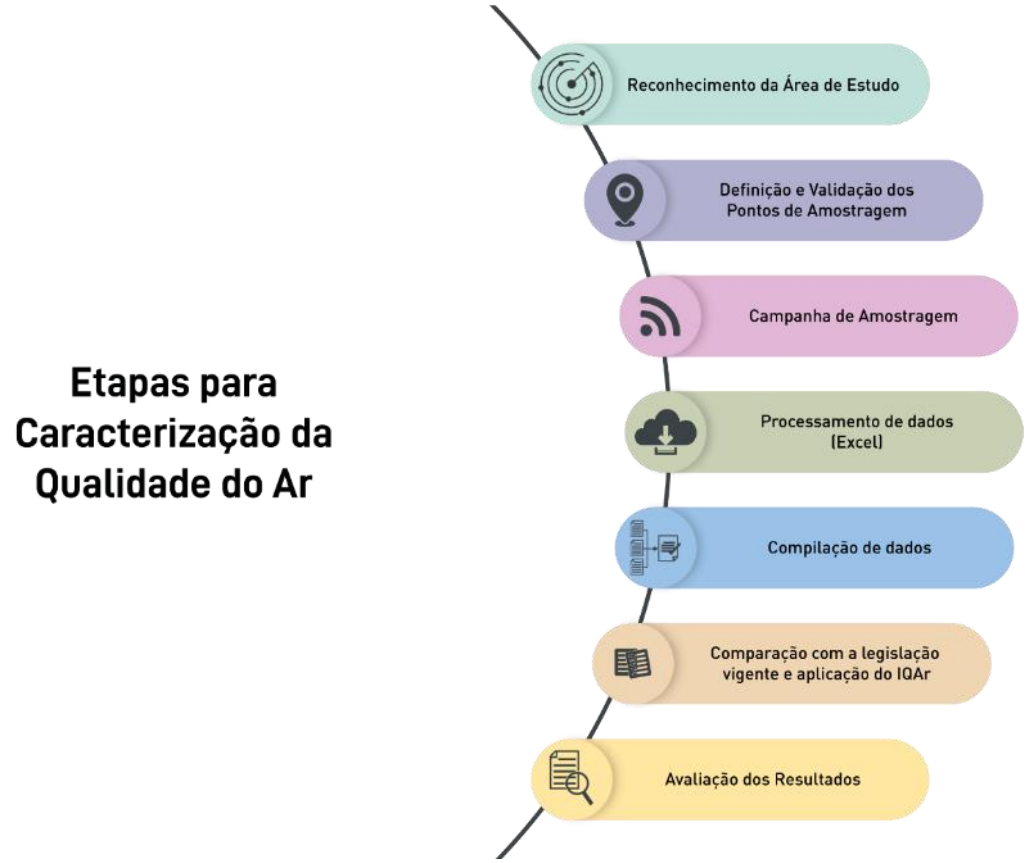
Portanto, será realizado a avaliação da qualidade do ar por meio da comparação das concentrações dos poluentes aos padrões que estabelecem os níveis máximos permitidos para cada substância, de acordo com as referências legais da Resolução CONAMA 506 de 05 de julho de 2024. Através destes resultados, também podem ser calculados Índices de Qualidade do Ar (IQAr) que facilitam a compreensão dos resultados apresentados.

Para este diagnóstico foram realizadas duas campanhas de amostragem para a área em estudo: a 1ª campanha, no ano de 2024, de responsabilidade da empresa Veredas e a 2ª campanha, no ano de 2025, de responsabilidade da empresa Terra Meio Ambiente, como resposta a notificação 198527/Gepas/Cinfap/Dla/Sagra/2025.

6.1.4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização da qualidade do ar compreendeu sete etapas conforme apresentado a seguir.

Figura 6.1-40 - Resumo Metodológico da Caracterização da Qualidade do Ar.



Inicialmente foi realizado um trabalho de reconhecimento da área através da análise de bases cartográficas à avaliação dos pontos a serem adotados na caracterização da qualidade do ar na área de influência, considerando as exigências de localização recomendadas como critérios pela *United States Environmental Protection Agency* (U.S. EPA).

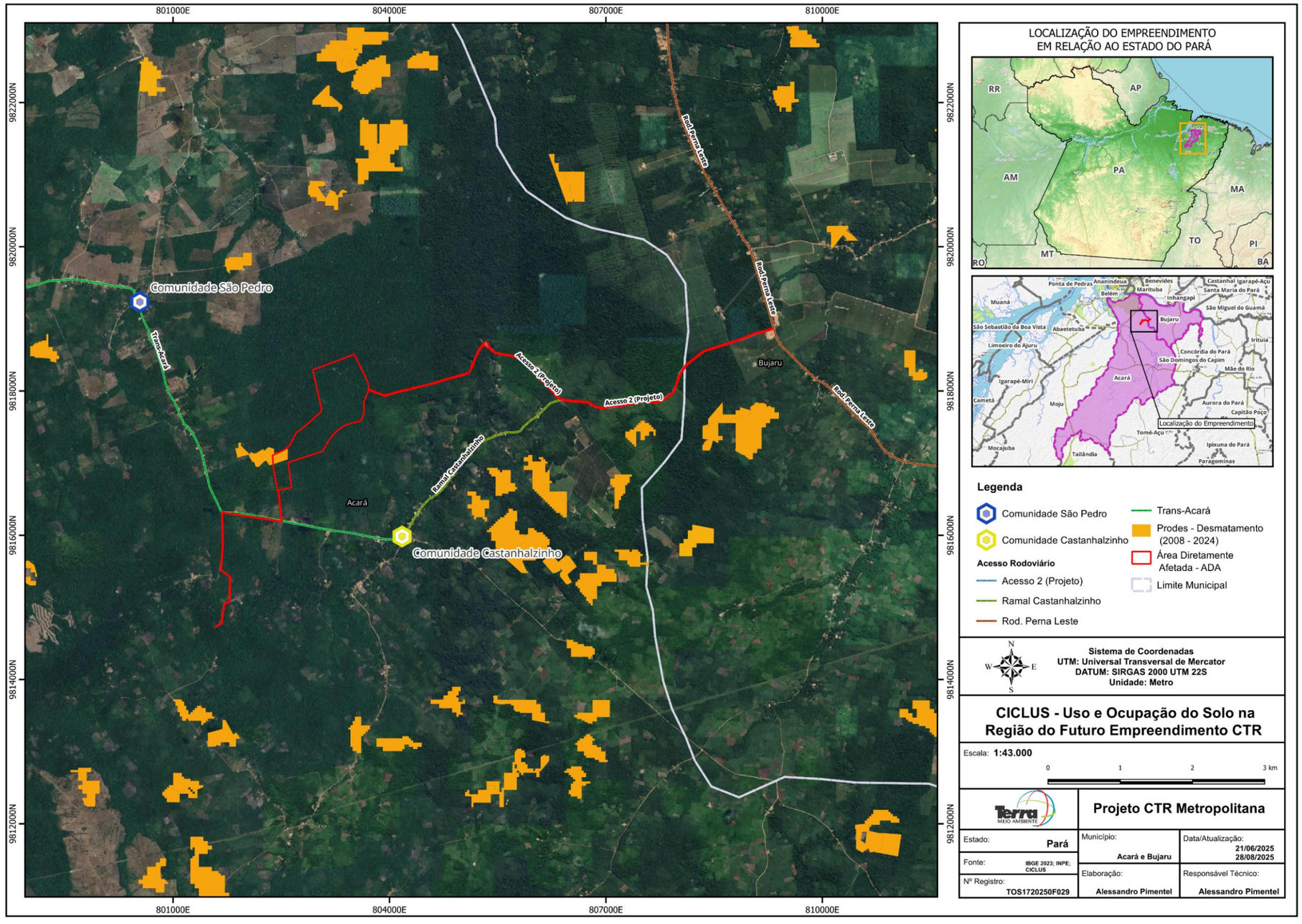
A definição dos pontos amostrais de qualidade do ar para a realização do diagnóstico considerou a direção predominante dos ventos, os receptores críticos, bem como fornecimento de energia e segurança dos equipamentos, sendo localizados nas áreas de influência do empreendimento. Definido o ponto de amostragem, foi executada em prol do diagnóstico da qualidade do ar, seguida pela compilação dos dados, comparação

com a legislação vigente; aplicação do IQAr; produção dos gráficos e tabelas e construção do presente documento.

6.1.4.2.1 Características Locais da Região do Projeto CTR Metropolitana

O local do empreendimento situa-se na bacia de contribuição do Igarapé Castanhal, um afluente da margem direita do rio Acará, pertencente à Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, cuja foz desemboca no Oceano Atlântico pela Baía do Guajará, conectando-se à Baía da Ilha de Marajó. A figura abaixo indica a Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento CTR Metropolitana (Pará). É importante ressaltar as áreas de desmatamento e estradas em volta do empreendimento. Fatore que podem afetar diretamente as emissões registradas pelos sensores na região.

Figura 6.1-41 - Uso e ocupação do solo na região do futuro empreendimento CTR.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.2.2 Pontos de Amostragem

Para a realização do diagnóstico da qualidade do ar na área de influência do empreendimento, foram considerados ao todo 5 pontos amostrais.

Na primeira campanha, de responsabilidade da empresa Veredas, foram definidos quatro pontos (PQAr 01, PQAr 02, PQAr 03 e PQAr 04) para instalação dos amostradores de grande volume (Hi- vol) com a finalidade de mensurar as partículas totais em suspensão (PTS), sendo que em dois desses pontos também foram instaladas estações automáticas que realizaram o monitoramento dos demais parâmetros de avaliação neste estudo mencionados anteriormente.

Na segunda campanha, de responsabilidade da empresa Terra Meio Ambiente, realizou-se amostragem no ponto denominando PQAr 05 (Ponto de Qualidade do Ar 05), localizado na área de influência do empreendimento. Este ponto amostral está localizado à jusante do Acesso 2, considerando a ação predominante dos ventos. Esse ponto foi determinado, conforme solicitado na Notificação n°198527, uma área entre o ramal externo que liga a portaria à Perna Leste, denominada Acesso 2, além do fornecimento de energia no local para ocorrer a medição, assim como a segurança na permanência dos equipamentos e a presença de superficiários, tendo como intuito trazer resultados de uma malha amostral mais abrangente diante dos dados dos pontos anteriores já obtidos. Desta forma, as amostragens foram realizadas em ambiente propício para instalação do GM-5000 e AGV PTS, assim como a permanência dos mesmos durante o período de medição, conforme descrito nos quadros e figuras a seguir. Ademais, nas imagens abaixo são apresentados os equipamentos em operação durante a amostragem.

Figura 6.1-42 - Equipamento Instalado nos pontos amostrais.



Hi-vol instalado no ponto Ar1 (Comunidade Castanhalzinho)



Hi-vol instalado no ponto Ar2 (Comunidade São Pedro)



Hi-vol instalado no ponto Ar3 (Comunidade Castanhalzinho)



Hi-vol instalado no ponto Ar4 (Comunidade São Pedro)



Equipamento Instalado no Ponto PQAr 05 na 2ª campanha



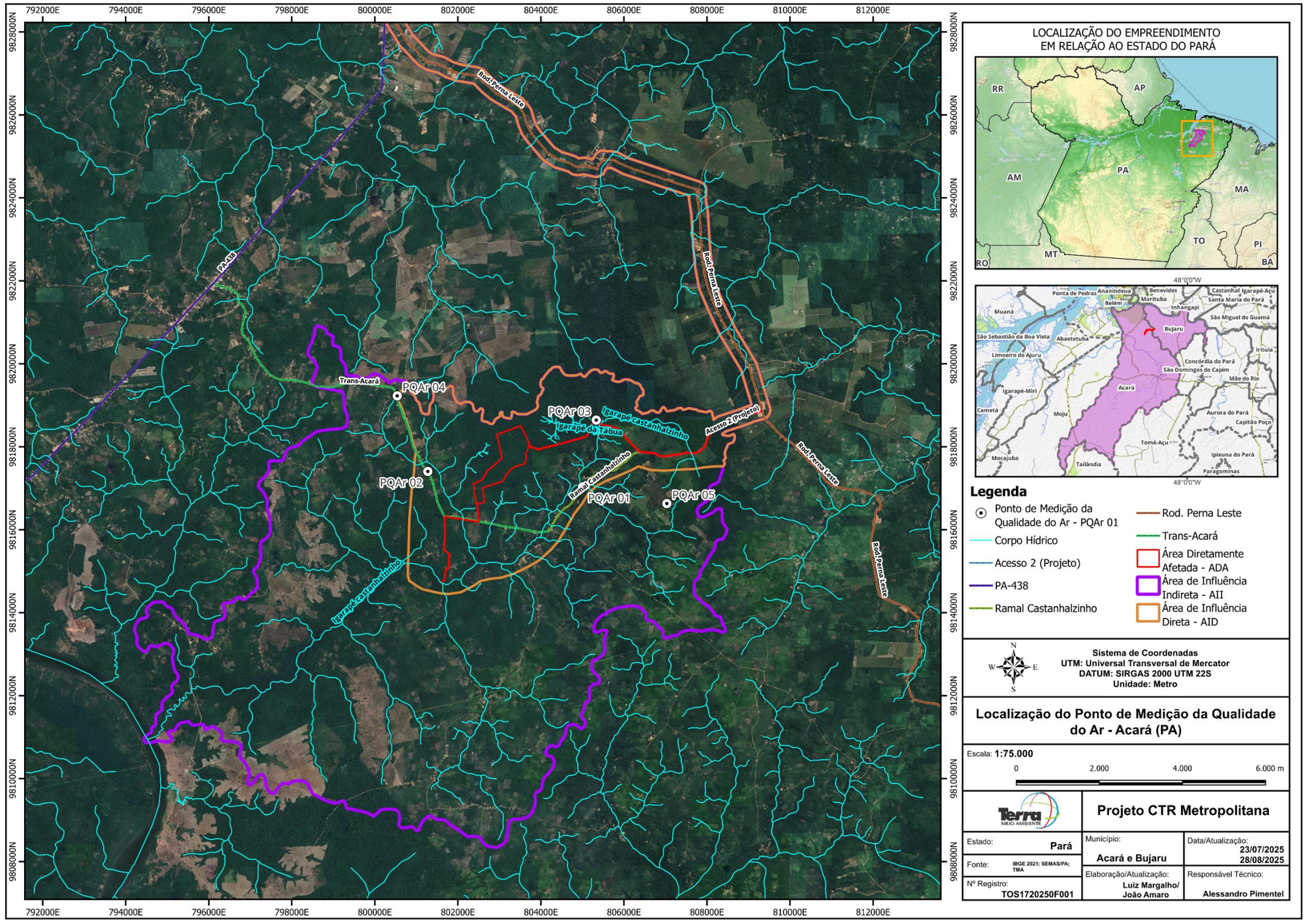
Equipamento Instalado no Ponto PQAr 05 na 2ª campanha

Quadro 6.1-17 – Localização dos Pontos de Amostragem da Qualidade do Ar.

PONTO	COORDENADAS				DESCRIÇÃO
	LONGITUDE	LATITUDE	LONGITUDE(UTM)	LATITUDE(UTM)	
PQAr 01	48° 15′ 33,000″ W	1° 39′ 12,300″ S	804977	9817037	1ª Campanha - Comunidade Castanhalzinho
PQAr 02	48° 17′ 32,200″ W	1° 38′ 59,800″ S	801290	9817426	1ª Campanha - Comunidade São Pedro
PQAr 03	48° 15′ 21,600″ W	1° 38′ 20,000″ S	805332	9818644	1ª Campanha - Comunidade Castanhalzinho
PQAr 04	48° 17′ 56,600″ W	1° 38′ 1,200″ S	800538	9819228	1ª Campanha - Comunidade São Pedro
PQAr 05	48° 14′ 26,549″ W	1° 39′ 25,358″ S	807032	9816632	2ª Campanha - Fazenda Seramucim (Localizado a jusante do Acesso 2)

Fonte: Terra, 2025

Figura 6.1-43 - Mapa de Localização do Ponto de Medição da Qualidade do Ar – Acará (PA).



Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.2.3 Parâmetros Analisados

Para este estudo foram considerados: Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas inaláveis (MP_{10}), Dióxido de Enxofre (SO_2), Dióxido de Nitrogênio (NO_2) e Monóxido de Carbono (CO). Necessitou – se a análise desses parâmetros, pois cada um possui caraterísticas e impactos específicos. Dessa forma, a medição estabelece uma linha base durante a operação para o monitoramento contínuo, essencial para avaliar o impacto potencial do projeto, da qualidade do ar e a saúde pública antes da instalação do empreendimento, em prol de aplicar medidas mitigadoras e garantir o cumprimento das normas regulamentadoras.

6.1.4.2.3.1 PTS

O parâmetro PTS representa materiais sólidos e líquidos em suspensão na atmosfera, como poeira, pó e fuligem, podendo ser de origem mineral (sílica, carbono resultante de combustões incompletas, fibras de vidro etc.) ou orgânica (pólen, algumas fibras etc.), sendo uma das principais causas as poeiras fugitivas em suspensão, a partir de estradas ou áreas com solos expostos sob ação de vento ou movimentação de máquinas e veículos.

6.1.4.2.3.2 SO2

O dióxido de enxofre é produzido por fontes antropogênicas, oriundo da queima de combustíveis que contenham enxofre em sua composição, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina. Pode ser produzido ainda por fontes naturais, como vulcões e emissões de reações biológicas (FEPAM, 2016). Além disso, a queima de biomassa como carvão ou madeira também podem ser fontes de dióxido de enxofre (CETESB, 2025)

Este poluente é um gás incolor, com forte odor e altamente solúvel. O dióxido de enxofre em contato com o ar forma o SO_3 que na presença de vapor d'água produz o ácido sulfídrico (H_2SO_4), sendo um dos principais constituintes da chuva ácida (FEPAM, 2016).

6.1.4.2.3.3 NO2

O óxido de nitrogênio é um gás incolor e inodoro, formado por fontes antropogênicas durante processos de combustão, e por fontes naturais como processos biológicos no solo e relâmpagos. Esse gás gera prejuízos à saúde, pois são carcinogênicos e tóxicos ao homem, podem causar irritação da mucosa, danos às plantas, chuvas ácidas e reagem com os hidrocarbonetos produzindo oxidantes fotoquímicos (Mota, 1997).

6.1.4.2.3.4 O3

Os oxidantes fotoquímicos são resultantes da reação entre os compostos orgânicos voláteis e os óxidos de nitrogênio, na presença da luz solar. Como produto desta reação, o ozônio tem sido utilizado como parâmetro indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera (CETESB, 2025).

De acordo com a CETESB (2025), o ozônio encontrado na faixa de ar próxima do solo, onde respiramos, chamado de “mau ozônio”, é tóxico. Entretanto, na estratosfera (a cerca de 25 km de altitude) o ozônio tem a importante função de proteger a Terra, como um filtro dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2024) relata que “a presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera tem sido associada com a redução da capacidade pulmonar e com o agravamento de doenças respiratórias, como a asma”.

6.1.4.2.3.5 CO

A maior fonte de emissão de CO para a atmosfera são os veículos automotores, sendo, portanto, um poluente encontrado em áreas urbanas com tráfego intenso. A contribuição humana ocorre, sobretudo, na queima incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham carbono em sua composição. As fontes naturais de CO são as queimadas e reações fotoquímicas (FEPAM, 2016).

Este poluente é considerado muito perigoso para a saúde humana, pois possui afinidade com a hemoglobina do sangue cerca de 200 a 250 vezes mais do que pelo oxigênio, formando a carboxihemoglobina, a qual reduz a capacidade do sangue em transportar oxigênio (CETESB, 2025).

6.1.4.2.3.6 MP10

Partículas Inaláveis são aquelas em que o diâmetro aerodinâmico é menor que 10 µm. O MP_{10} ocorre causando efeitos adversos ao meio ambiente, tais como danos à vegetação, contaminação do solo e deterioração da visibilidade. Além disso, permanece suspenso no ar por algum tempo e é facilmente inalado até o pulmão.

Representam riscos à saúde humana e que recebem maior atenção de órgãos nacionais e internacionais ligado ao meio ambiente (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB e US EPA, por exemplo).

Portanto, a classificação MP_{10} é um indicador de condições de saúde, utilizado com foco regulador, visando controlar aquelas partículas, suficientemente pequenas, que poderiam penetrar na região torácica do sistema respiratório humano.

6.1.4.2.3.7 MP2,5

Partículas Inaláveis Finas, são definidas pela maneira simplificada, cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 2,5 µm. Por conta do seu tamanho minúsculo, penetram profundamente no sistema respiratório, podendo atingir os alvéolos pulmonares (CETESB, 2025).

Essas partículas podem ser geradas pelo processo de combustão, como frota de veículos e indústrias, e processos de formação secundaria, reações atmosféricas, que são geradas pela formação de partículas atmosfera, como por exemplos a formação de sulfatos, SO_2. (FREITAS; SOLCI, 2009).

Com isso, o tamanho dessa partícula, afeta diretamente a saúde humana, causando hospitalizações respiratórias e cardiovasculares, alteração na função pulmonar e uso de medicamentos. (BELO; TROFOLI, 2011).

6.1.4.2.4 Metodologia de Amostragem

6.1.4.2.4.1 Rede Automática - 1ª Campanha de Amostragem

A Rede de Monitoramento Automática em Acará foi composta por uma estação com sensores automáticos, que foram trocadas de pontos para o período de 26/09/24 a 15/10/2024. A estação possui comunicação sem fio, direta com a Internet através de rede LPWA (*Low Power Wide Area Network*). Os dados dos sensores são enviados,

armazenados e tratados numa plataforma na nuvem, sendo o sistema de comunicação homologado pela Anatel. A estação possui alimentação através de painel solar com baterias recarregáveis para operação nos períodos de baixa ou nenhuma luminosidade.

A estação possui gabinetes preparados para utilização em área interna ou externa com grau de proteção IP-65 e cada estação envia os dados dos sensores para a plataforma na nuvem numa frequência mínima de 12 em 12 minutos.

Nos itens a seguir são detalhados a metodologia e as informações utilizadas para o tratamento e apresentação dos dados.

6.1.4.2.4.1.1 Tratamento dos dados

A representatividade dos dados é necessária para a adoção de critérios para o tratamento dos dados de séries temporais. A representatividade dos dados é calculada para as médias horárias, diárias, mensais e anuais, onde cada uma delas é avaliada com base em critérios definidos. A presença de valores extremos nos dados de emissão, identificados nos diagramas de caixa, exigiu a aplicação de técnicas de tratamento de dados para garantir a confiabilidade dos resultados. A análise de valor foi utilizada para identificar e remover outliers, ou seja, valores que se desviam significativamente da média e podem ser considerados atípicos. É importante ressaltar que a ocorrência de valores extremos pode estar relacionada a diversos fatores, como a proximidade a fontes pontuais de poluição (estradas, obras) ou a características intrínsecas dos sensores utilizados. Ao eliminar esses valores, busca-se obter uma visão mais precisa do padrão de emissão na região e evitar que resultados atípicos sejam considerados na análise de emissões.

Observa-se que foram registrados muitos valores atípicos tanto no Ponto 1 e Ponto 2. Todos os pontos acima do ‘bigode’ superior no diagrama de caixa, podem ser considerados valores atípicos. É essencial como a localização do sensor pode ter influenciado o registro desses valores atípicos. Desde uma grande proximidade à uma estrada de terra com muita poeira, ou movimentada, ou outros fatores antrópicos como construções.

Figura 6.1-44 - Gráficos de Caixas (‘Caixa de Bigode’) para avaliar a presença de outliers nos dados registrados no Ponto 1.

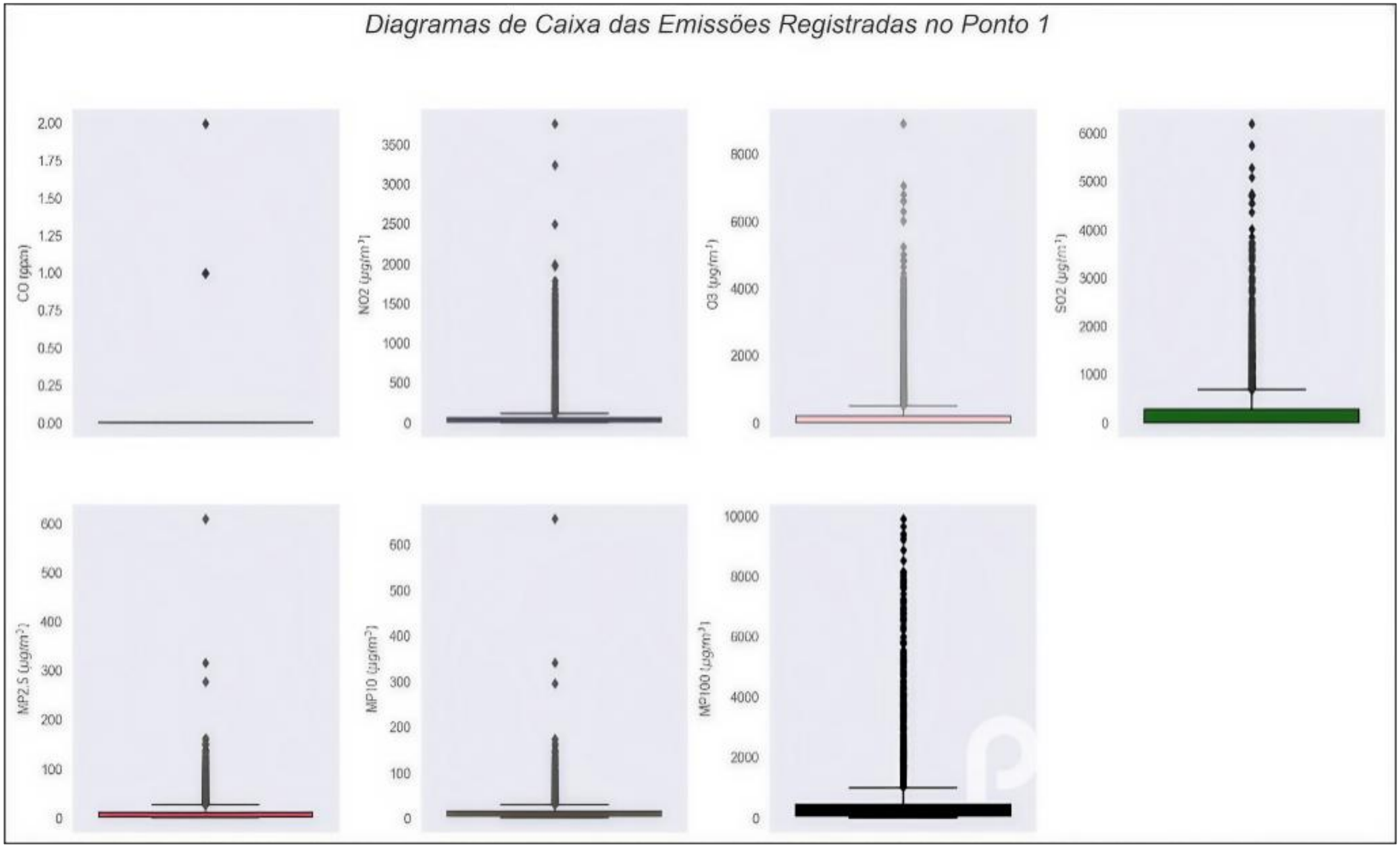
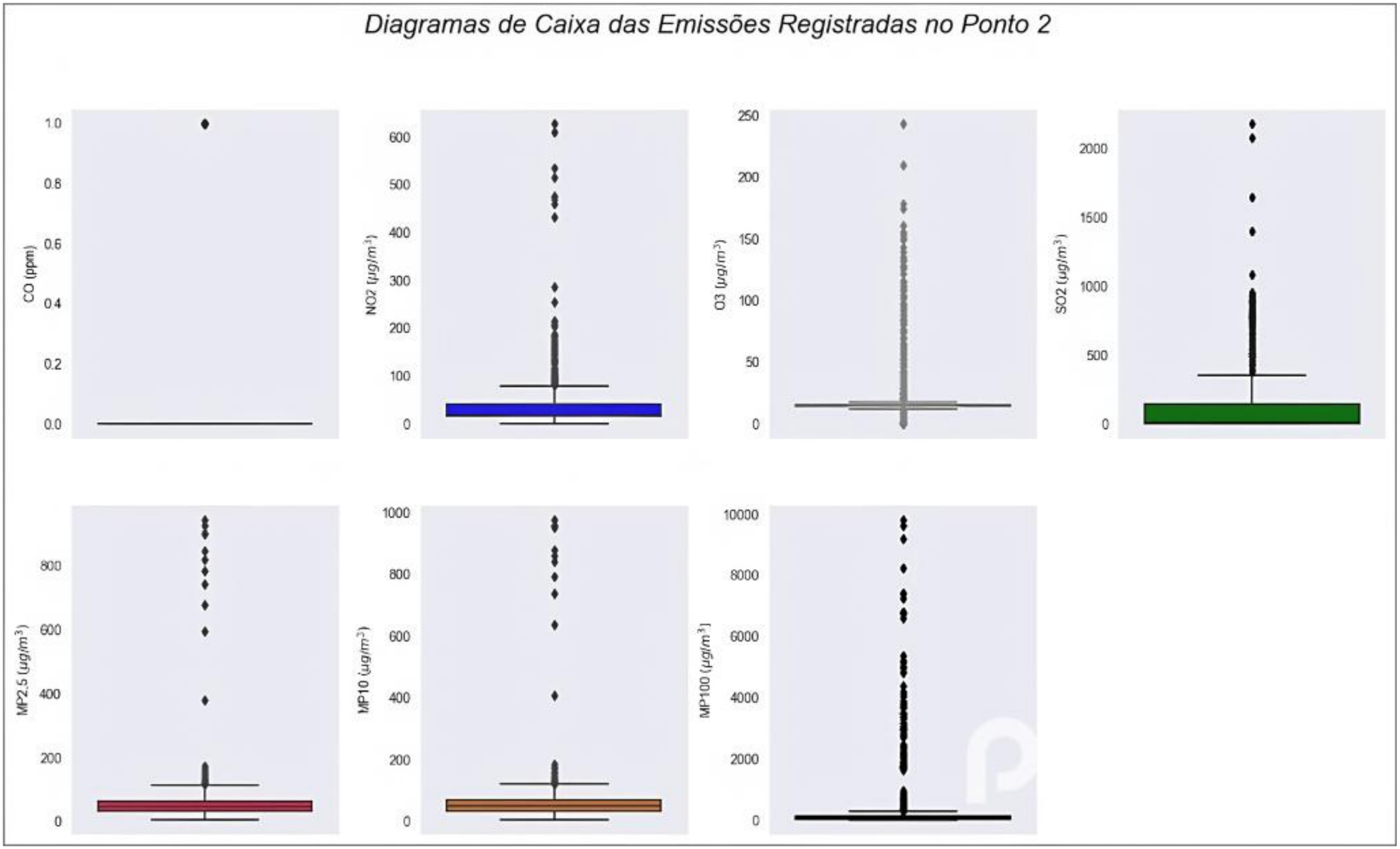


Figura 6.1-45 - Gráficos de Caixas (‘Caixa de Bigode’) para avaliar a presença de outliers nos dados registrados no Ponto 2.



6.1.4.2.4.2 Amostrador de Grande Volume (HI-VOL AGV-PTS) - 1ª e 2ª Campanha de Amostragem

Na primeira campanha de diagnóstico da qualidade do ar, conduzida pela empresa Veredas, o equipamento AGV PTS foi instalado nos pontos Ar1, Ar2, Ar3 e Ar4, permanecendo em operação contínua por 24 horas em cada local. Por sua vez, na segunda campanha, de responsabilidade da empresa Terra Meio Ambiente, no ponto PQAr 05, o equipamento permaneceu durante o período de 18/04/2025 a 24/04/2025.

Segundo a norma NBR 9547 de setembro de 1997, através da determinação da concentração total pelo método do Amostrador de Grande Volume – AGV PTS / HI-VOL. O HI-VOL foi calibrado ao início das amostragens, segundo a NBR 9547/97. Para tanto, foi realizado o Ensaio de Padrão de Transferência da Vazão (PTV), conforme especificações da fabricante (ENERGÉTICA – Qualidade do Ar), a qual também fornece um relatório com os dados para viabilização do ensaio.

Figura 6.1-46 - Amostrador de Grande Volume (AGV) para Coleta de PTS.



O método de ensaio consiste em instalar os amostradores em posições estratégicas. O amostrador aspira certa quantidade de ar ambiente através de um filtro, geralmente de fibra de vidro ou material relativamente inerte, não higroscópico e que apresente baixa resistência à passagem do ar, dentro de um ambiente coberto, durante um período de amostragem de 24 horas. A vazão imprimida pelo amostrador e a geometria do abrigo (que

possui orifício de entrada do ar) favorecem a coleta de partículas de até 100 µm (diâmetro aerodinâmico), dependendo da velocidade e da direção do vento.

Os filtros empregados são específicos para uma eficiência mínima de 99% para partículas de 0,3 µm. O filtro é pesado (após equilíbrio da umidade) antes e após a coleta, a fim de se determinar o ganho líquido em massa (gravimetria). O volume de ar amostrado, corrigido para condições-padrão é determinado a partir da vazão medida e do tempo de amostragem. A concentração de partículas coletadas no ar ambiente é calculada dividindo-se a massa das partículas coletadas pelo volume de ar amostrado, sendo expressa em microgramas por metro cúbico (µg/m³).

Este método é aplicado em medições de concentração em massa de PTS de 24 horas, com níveis acima de 1-5 µg/m³ e partículas com tamanho entre 0,3 e 100 µm.

Figura 6.1-47 – Equipamento AGV-PTS no Ponto de Amostragem.



Evidência da amostragem na 1ª campanha



Calibração do HI-VOL no ponto PQAr 05 na 2ª campanha

6.1.4.2.4.3 Gases (SO2, NO2, O3 e CO) e Partículas Inaláveis (MP10 e MP2,5) – 2ª Campanha

Para realização de amostragem dos parâmetros PM_{10}, $MP_{2,5}$, O_3, SO_2, NO_2, e CO, durante a 2ª campanha, foi utilizada a Estação Compacta de medição contínua de partículas e gases GM-5000 - fabricado pela *Thermo Fisher Scientific*. O GM-5000 é um equipamento completo de monitoramento de poluição atmosférica projetado para fornecer medições contínuas de poluentes, incluindo ozônio (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e material particulado em suspensão, como o $PM_{2,5}$, PM_{10}. É um instrumento compacto, resistente e totalmente independente projetado para implantação rápida e operação desacompanhada, que pode ser instalado em um poste ou tripé, por exemplo. O GM-5000 faz a amostragem do ar através de um tubo de entrada vertical aquecido, que permite que poluentes gasosos e materiais particulados entrem no analisador, excluindo detritos e gotículas de água. O fluxo de ar amostrado então entra em um Contador de Partículas Ópticas (CPO) que detecta o número, a distribuição e o tamanho das partículas succionadas.

Depois de passar pelo CPO, a amostra entra na câmara de detecção de gases, onde a concentração de poluentes gasosos é medida por células eletroquímicas. Após o sistema de medição, o ar escoa para dentro do compartimento do instrumento, onde se mistura com o ar que entra para o resfriamento sendo, em seguida, exaurido do analisador. Devido à combinação de sensores ópticos e eletroquímicos, juntamente com um avançado sistema de processamento, o analisador fornece medições precisas e de longo-prazo utilizando as técnicas de medição de poluentes mais refinadas dos últimos 25 anos.

Figura 6.1-48 - Equipamento de Monitoramento de Gases Poluentes e Materiais Particulados utilizado no presente Estudo: Grid Monitor-5000.

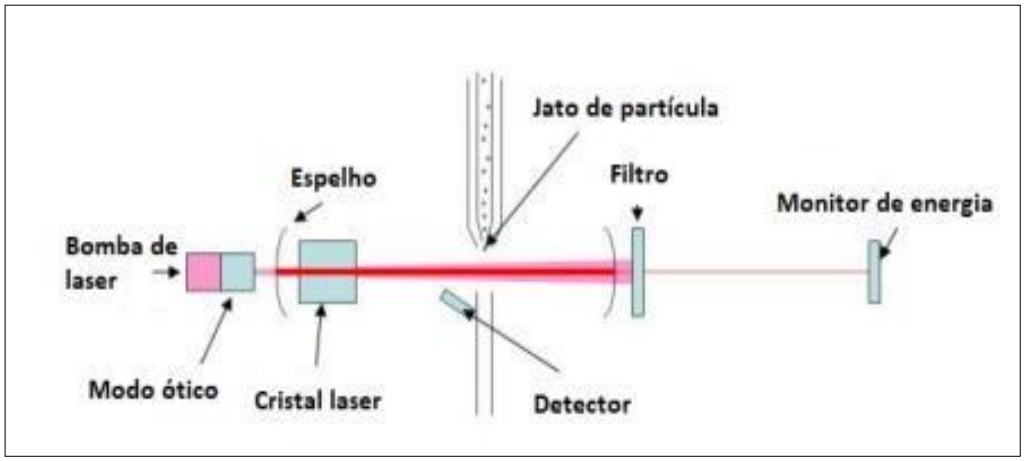


6.1.4.2.4.3.1 Detecção de Partículas

Com relação ao método de detecção de partículas, seu princípio de funcionamento se dá pela incidência de um raio laser que é “focalizado” e colimado para iluminar fortemente o pequeno volume por onde estão passando as partículas que refletem e refratam a luz recebida. Um sensor óptico de alta sensibilidade (fotodiodo) mede a quantidade de luz espalhada pelas partículas. O espalhamento de luz depende do diâmetro e formato da partícula.

O sinal gerado pelo detector é enviado a um microprocessador que interpreta, calcula e conta, obtendo, simultaneamente, a concentração em número e o diâmetro de cada partícula (distribuição por tamanho). O ar, com as partículas suspensas, passa então por uma bomba de vácuo, sendo novamente expelido para o ambiente. A figura abaixo esquematiza a metodologia OPC (optical particle counter).

Figura 6.1-49 - Esquematização da Metodologia OPC (Optical Particle Counter).

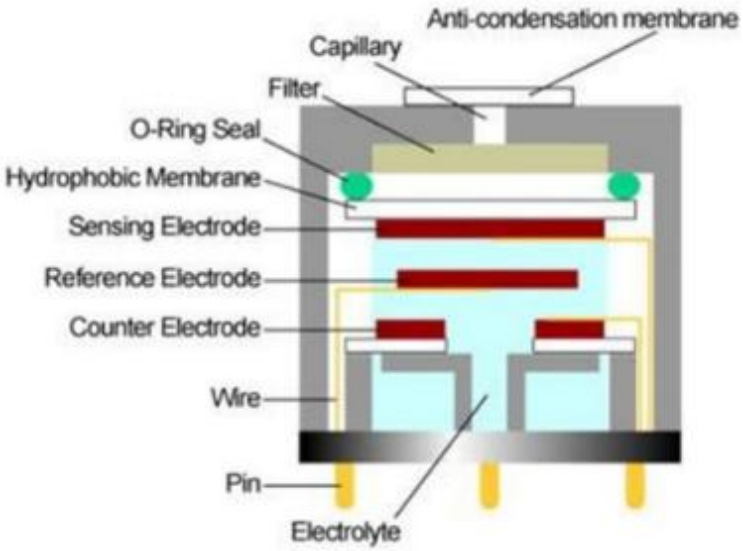


6.1.4.2.4.3.2 Detecção de Gases

Cada espécie gasosa é medida por um único sensor eletroquímico. Cada sensor contém uma célula que incorpora três eletrodos separados por filtros hidrofílicos que permitem o contato iônico entre eletrodos devido ao transporte de eletrólitos por ação capilar. O eletrodo de trabalho é o responsável pela redução ou oxidação do gás de interesse, sendo revestido com catalisadores selecionados para fornecer maior área superficial de contato e promover a reação com o gás de interesse que entra por difusão. Os sensores são projetados de tal forma que a taxa de difusão do gás para o eletrodo seja muito mais lenta do que a taxa de reação do gás no eletrodo. Consequentemente, a saída de corrente pelo

sensor é diretamente proporcional à concentração da espécie gasosa, conforme a figura abaixo.

Figura 6.1-50 - Esquema de Detecção de Gases.



6.1.4.2.5 Padrões e Índices Comparativos

Os resultados obtidos foram avaliados através da comparação com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 506/2024 e apresentados conforme a metodologia do Índice de Qualidade do Ar (IQAR), desenvolvida pela U.S EPA, adaptada pela CETESB, disponível no Guia Técnico para o Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar.

No quadro a seguir, são apresentados os valores máximos permitidos para a concentração de poluentes atmosféricos, previstos na Resolução CONAMA nº 491/2018. Esta estabelece o uso do Padrão Intermediário 1 – PI-1, dentre 03 (três) PIs definidos, a ser revisado a cada três anos (a contar da data de sua publicação), conforme interlocução com os órgãos ambientais estaduais e distrital, até que se atinja o Padrão Final – PF. Ressalta-se que a Resolução prevê que, para os poluentes Monóxido de Carbono – CO e Partículas Totais em Suspensão - PTS, será adotado o padrão de qualidade do ar final.

Quadro 6.1-18 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar segundo a Resolução CONAMA nº 506/2024.

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRA-GEM	PADRÃO DE QUALIDADE DO AR			
		PADRÃO INTERMEDIÁRIO 1	PADRÃO INTERMEDIÁRIO 2	PADRÃO INTERMEDIÁRIO 3	PADRÃO FINAL
Partículas totais em suspensão	24 horas Anual[2]	-	-	-	240 µg/m³ 80 µg/m³
Dióxido de Enxofre – SO_2	24 horas Anual[1]	125 µg/m³ 40 µg/m³	50 µg/m³ 30 µg/m³	30 µg/m³ 20 µg/m³	20 µg/m³ -
Dióxido de Nitrogênio – NO_2	1 hora Anual[1]	260 µg/m³ 60 µg/m³	240 µg/m³ 50 µg/m³	220 µg/m³ 45 µg/m³	200 µg/m³ 40 µg/m³
Monóxido de Carbono – CO	8 horas	-	-	-	9 ppm
Ozônio – O3	8 horas	140 µg/m³	130 µg/m³	120 µg/m³	100 µg/m³
Partículas Inaláveis – $MP_{2,5}$	24 horas Anual	60 µg/m³ 20 µg/m³	50 µg/m³ 17 µg/m³	37 µg/m³ 15 µg/m³	25 µg/m³ 10 µg/m³
Partículas Inaláveis – MP_{10}	24 horas Anual[2]	120 µg/m³ 40 µg/m³	100 µg/m³ 35 µg/m³	75 µg/m³ 30 µg/m³	50 µg/m³ 20 µg/m³

1 – Média Aritmética Anual; 2 – Média Geométrica Anual; 3 – Máxima Média Móvel obtida no dia; 4 - Máxima média móvel obtida no dia.

Na primeira campanha de amostragem, para os dados da rede automática, os dados obtidos também foram comparados com a tabela abaixo.

Tabela 6.1-5 - Resolução CONAMA nº 491, de 28 de novembro de 2018 – Estabelece os níveis Atenção, Alerta e Emergência que foram mantidos pela resolução 506/24.

NÍVEL	POLUENTES E CONCENTRAÇÕES						
	MÉDIA DE 1H	MÉDIA MÓVEL DE 8H		MÉDIA DIÁRIA			
	NO_2 (µg/m³)	CO (ppm)	O_3 (µg/m3)	SO_2 (µg/m3)	$MP_{2,5}$ (µg/m3)	MP_{10} (µg/m3)	MP_{100} (µg/m3)
Atenção	1.130	15	200	800	125	250	375
Alerta	2.260	30	400	1.600	210	420	625
Emergência	3.000	40	600	2.100	250	500	875

6.1.4.2.6 Índice de Qualidade do Ar – IQAr

O Índice de Qualidade do Ar (IQAr) foi criado com o intuito de facilitar a divulgação dos dados de monitoramento da qualidade do ar de curto prazo, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 491/2018 atualizado para a Resolução CONAMA N°506/2024 tornando mais fácil o entendimento dos resultados pela sociedade.

Esse índice, aplicado aos dados da 2ª campanha, é utilizado desde 1981, e foi criado usando como base uma longa experiência desenvolvida no Canadá e EUA. Para cada amostra de poluente medido é calculado um índice, de acordo com a equação seguinte:

$$Índice = Índice_{inicial} + \left(\frac{Índice_{final} - Índice_{inicial}}{Conc._{final} - Conc._{inicial}}\right) \times (Conc._{medida} - Conc._{inicial})$$

Onde:

Índice: índice de qualidade do ar desejado;

$Conc._{medida}$: Concentração medida;

$Conc._{inicial}$: Concentração inicial da faixa onde encontra-se a concentração medida;

$Conc._{final}$: Concentração final da faixa onde encontra-se a concentração medida;

$Índice_{inicial}$: Valor do índice correspondente à $Conc._{inicial}$;

$Índice_{final}$: Valor do índice correspondente à $Conc._{final}$.

Por meio do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma espécie de nota, conforme apresentado na tabela abaixo. Cada nota, relacionada aos intervalos do IQA, é classificada em níveis de qualidade indicados por cores correspondentes. Cada cor/classificação representa um significado quanto aos efeitos causados à saúde humana.

Tabela 6.1-6 - Índices de Qualidade do Ar dispostos na Resolução CONAMA Nº 506/2024.

Qualidade DO AR	Índice	PM_{10} 24h (µg/m³)	$PM_{2,5}$ 24h (µg/m³)	O_3 8H (µg/m³)	CO 8h (ppm)	NO2 1h (µg/m³)	SO2 24h (µg/m³)
N1 - Boa	0 - 40	0 - 45	0 – 15	0 – 100	0 - 9	0 - 200	0 - 40
N2 - Moderada	41 - 80	>45 – 100	>15 – 50	>100 – 130	>9 - 11	>200 - 240	>40 - 50
N3 - Ruim	81 - 120	>100 – 150	>50 – 75	>130–160	>11 - 13	>240 - 320	>50 - 125
N4 - Muito Ruim	121 - 200	>150 - 250	>75 - 125	>160 - 200	>13 - 15	>320 - 1130	>125 - 800
N5 - Péssima	210 - 400	>250-600	>125-300	>200-800	>15-50	>1130-3750	>800-2620

Tabela 6.1-7 - *Possíveis Efeitos causados pelo Índice de Qualidade do Ar.*

Índice	Efeitos
N1 - Boa	-
N2 - Moderada	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população em geral não é afetada.
N3 - Ruim	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias ecardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 - Muito Ruim	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardornos olhos, nariz, garganta, respiração ofegante e ainda falta de respiração. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 - Péssima	Toda população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em grupos sensíveis.

6.1.4.3 RESULTADOS

6.1.4.3.1 1ª Campanha

A seguir, são apresentados os resultados obtidos das medições realizadas pelas estações automáticas e pelos amostradores de grande volume (AGV) ou Hi-vol.

Nos pontos localizados na Comunidade Castanhalzinho (Ponto 1) e Comunidade São Pedro (Ponto 2), cinco poluentes estiveram acima das normas estabelecidas pela resolução CONAMA.

Quadro 6.1-19 - Resumo das emissões para o período de avaliado nas estações de monitoramento em Comunidade Castanhalzinho e Comunidade São Pedro. Fonte: elaborado pelos técnicos responsáveis, 2024.

POLUENTES	NÍVEL EMISSÕES	PONTO 1 – COMUNIDADE CASTANHALZINHO	PONTO 2 – COMUNIDADE SÃO PEDRO
		EMISSÕES ACIMA CONAMA N. 506/2024	
NO_2	PI-1	9%	1%
	Atenção	0%	0%
	Alerta	0%	0%
	Emergência	0%	0%
O_3	PI-1	9%	0%
	Atenção	18%	0%
	Alerta	0%	0%
	Emergência	50%	0%
SO_2	PI-1	85%	17%
	Atenção	0%	0%
	Alerta	0%	0%
	Emergência	0%	0%
$MP_{2,5}$	PI-1	0%	25%
	Atenção	0%	0%
	Alerta	0%	0%
	Emergência	0%	0%
MP_{10}	PI-1	0%	0%
	Atenção	0%	0%
	Alerta	0%	0%
	Emergência	0%	0%
CO	PF	0%	0%

MP_{100}	PF	85%	11%

6.1.4.3.1.1 Monóxido de Carbono (CO)

As médias de oito horas para CO não excederam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 no Ponto 1 e Ponto 2 de monitoramento, para o período de análise conforme demonstrado nas figuras a seguir.

Figura 6.1-51 - Gráfico das médias de oito horas de CO que não excederam o limite CONAMA, nos Pontos de Monitoramento 1.

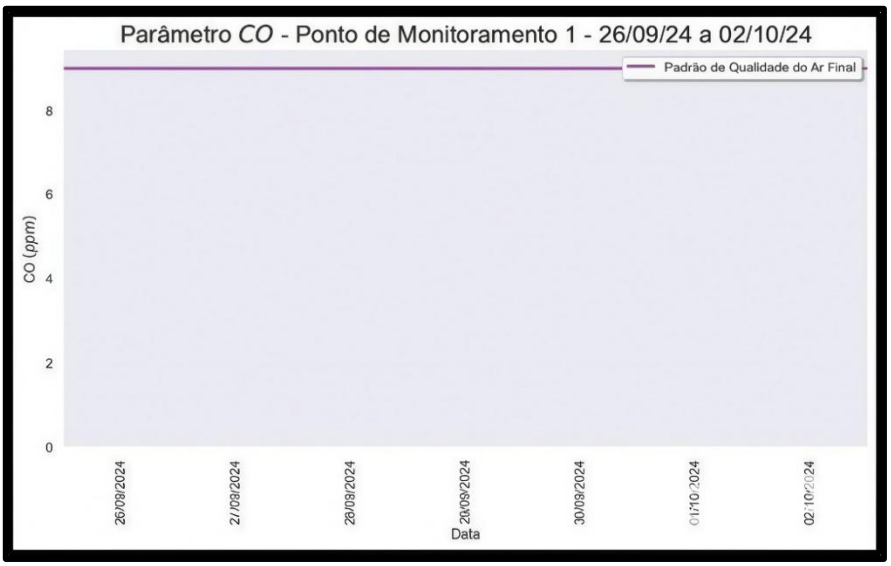
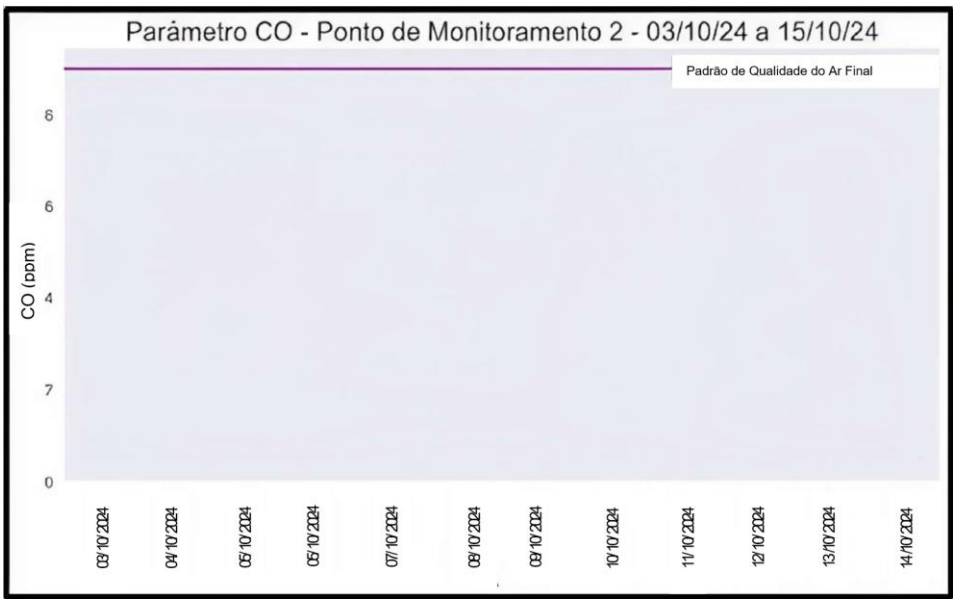


Figura 6.1-52 - Gráfico das médias de oito horas de CO que não excederam o limite CONAMA, nos Pontos de Monitoramento 2.



6.1.4.3.1.2 Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

As médias horárias de NO_2 extrapolaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 no Ponto 1 e não extrapolaram Ponto 2 de monitoramento, conforme figuras a seguir.

Figura 6.1-53 - Gráfico das médias diárias de NO2 que excederam o limite CONAMA, no Ponto 1.

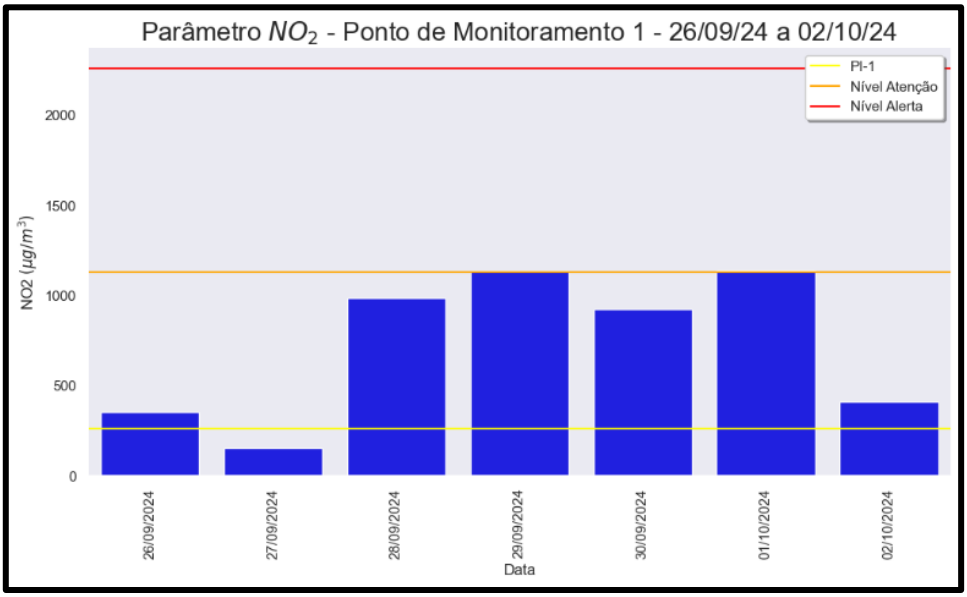
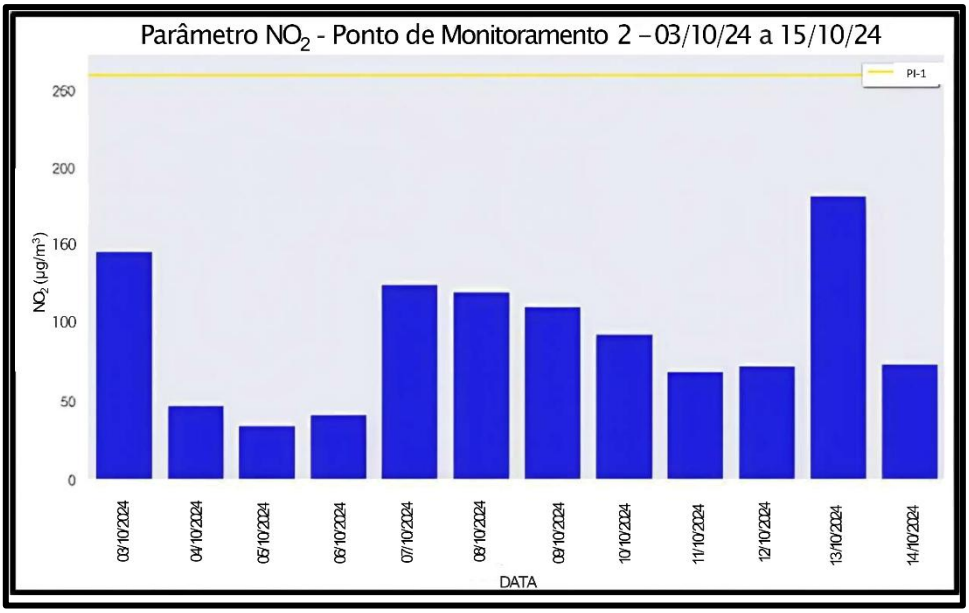


Figura 6.1-54 - Gráfico das médias diárias de NO2 que não excederam o limite CONAMA, no Ponto 2.



6.1.4.3.1.3 Ozônio Troposférico (O_3)

As médias de oito horas para O_3 excederam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 no Ponto 1 e não excederam no Ponto 2 de monitoramento, conforme figuras a seguir.

Figura 6.1-55 - Gráfico das médias de oito horas de O3 que excederam o limite CONAMA, no Ponto 1.

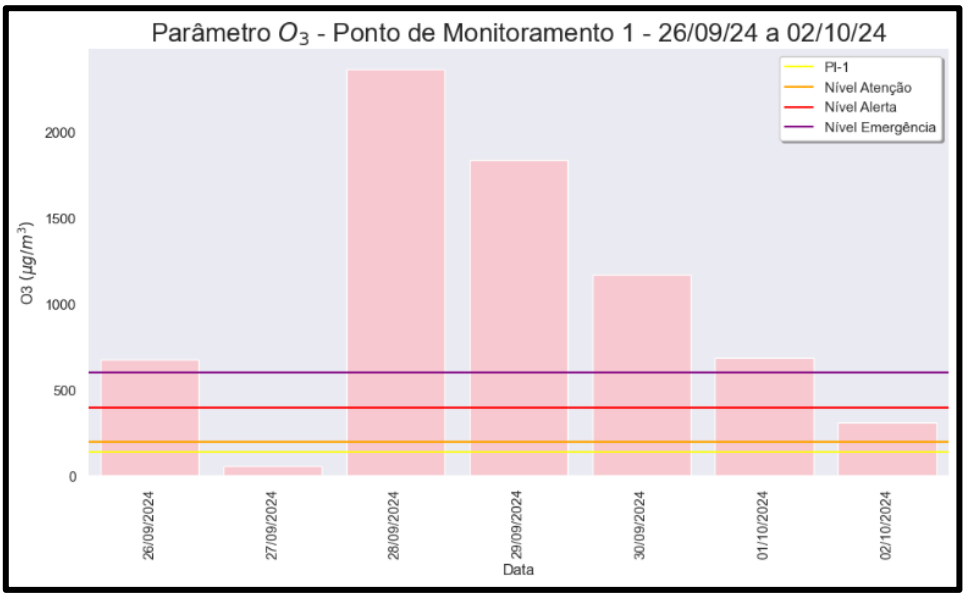
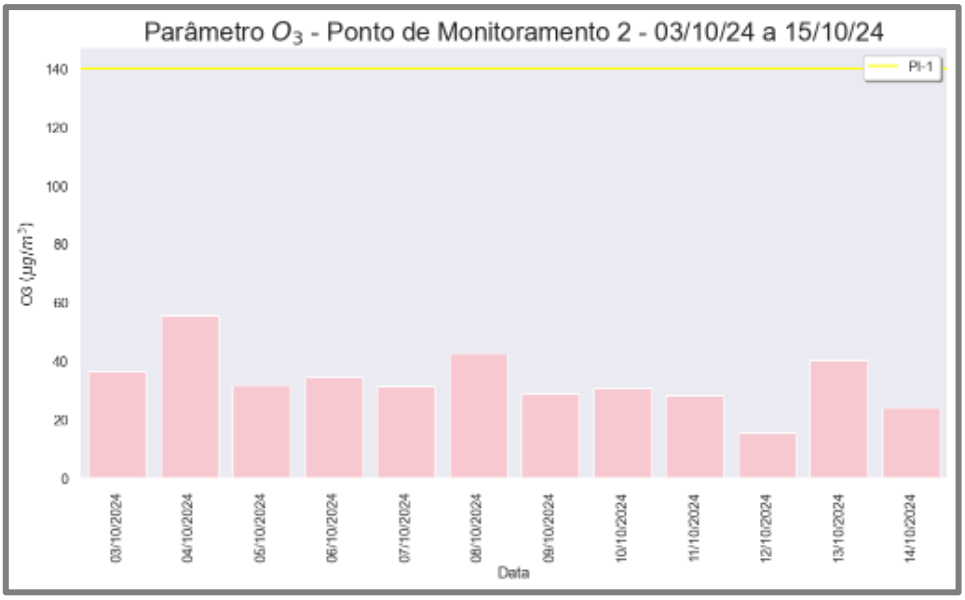


Figura 6.1-56 - Gráfico das médias de oito horas de O3 que não excederam o limite CONAMA, no Ponto 2.



6.1.4.3.1.4 Dióxido de Enxofre (SO_2)

As médias diárias para SO_2 excederam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 no Ponto 1 e Ponto 2 de monitoramento, durante o período de análise.

Figura 6.1-57 - Gráfico das médias diárias de SO2 que excederam o limite CONAMA, no Ponto 1.

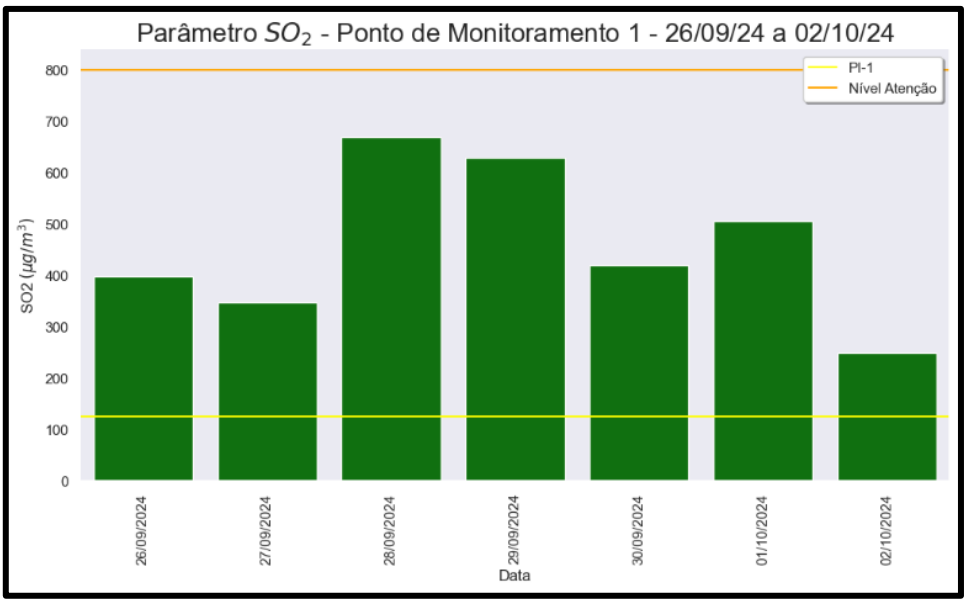
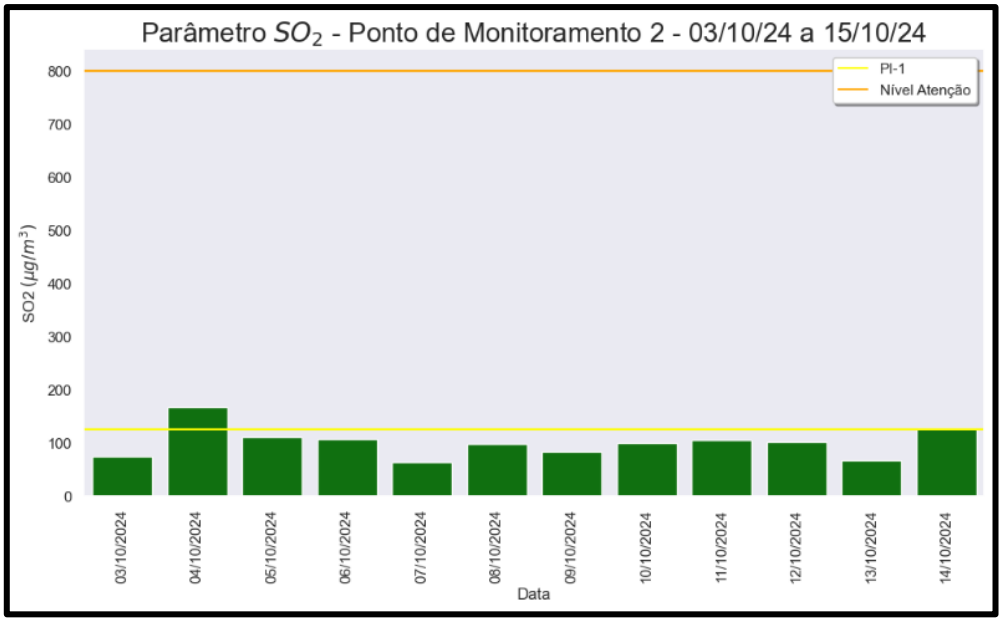


Figura 6.1-58 - Gráfico das médias diárias de SO2 que excedeu apenas um dia o limite CONAMA, no Ponto 2.



6.1.4.3.1.5 Material Particulado $MP_{2,5}$

As médias diárias para $MP_{2,5}$ excederam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 no Ponto 1 e no Ponto 2 de monitoramento em apenas 1 e 3 dias, respectivamente nas figuras a seguir.

Figura 6.1-59 - Gráfico das médias diárias de MP2,5 no ponto 1.

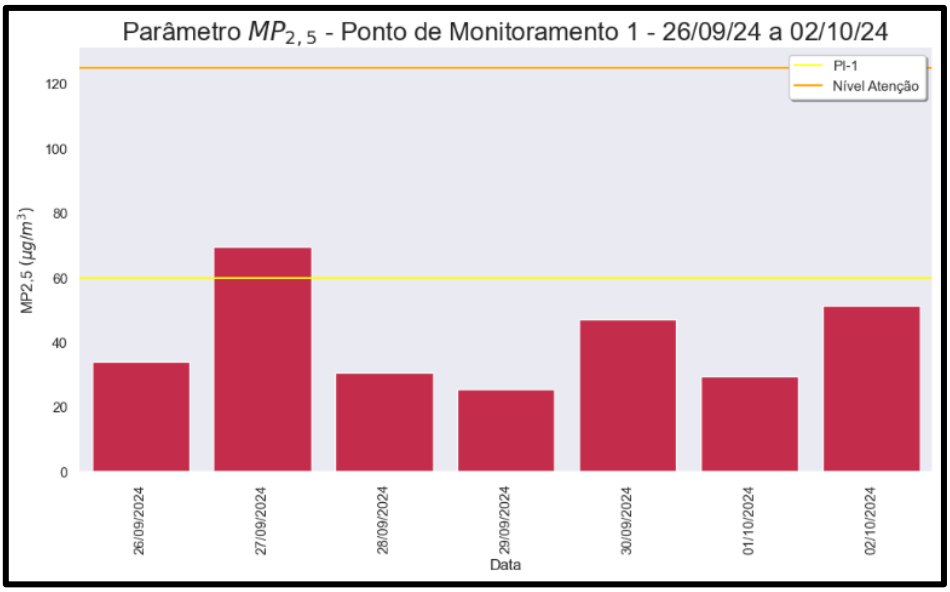
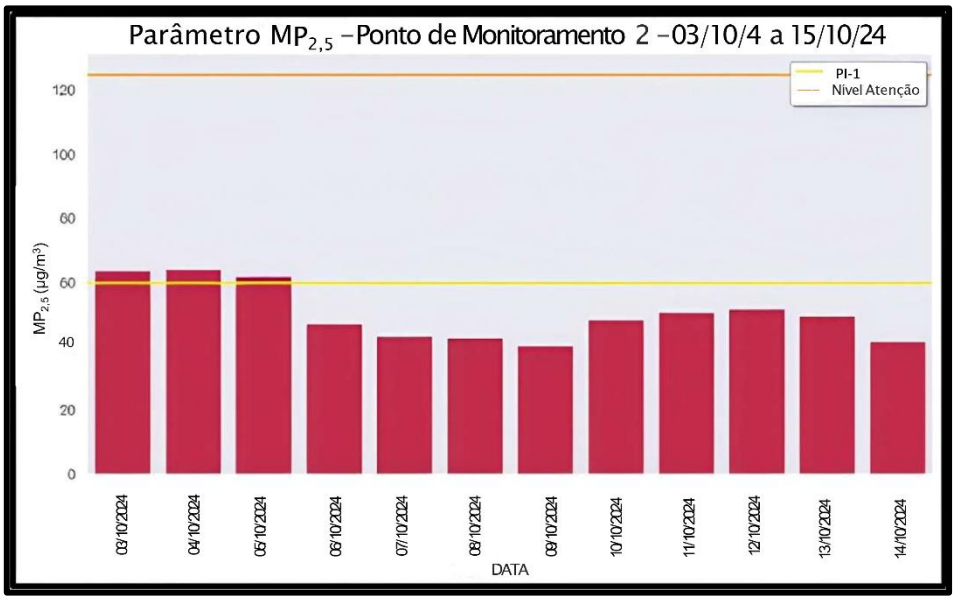


Figura 6.1-60 - Gráfico das médias diárias de MP2,5 no ponto 2.



6.1.4.3.1.6 Material Particulado MP_{10}

As médias diárias para MP_{10} não excederam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 no Ponto 1 e Ponto 2 de monitoramento no período de análise conforme observado a seguir.

Figura 6.1-61 - Gráfico das médias diárias de MP10 que não excederam o limite CONAMA, no Ponto 1.

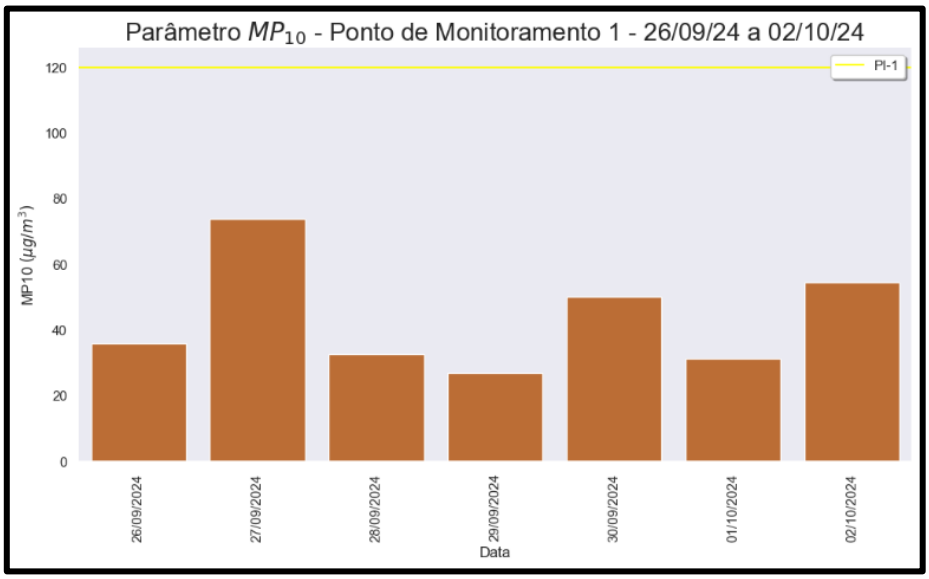
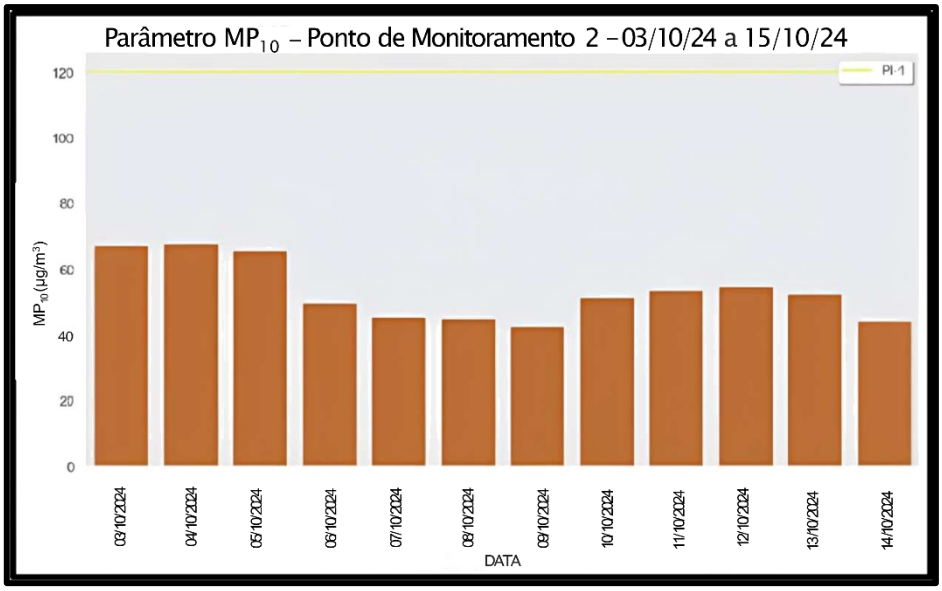


Figura 6.1-62 - Gráfico das médias diárias de MP10 que não excederam o limite CONAMA, no Ponto 2.



6.1.4.3.1.7 MP_{100} - PTS

As médias diárias para MP_{100} excederam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 506/2024 no Ponto 1 e Ponto 2 de monitoramento ao longo do período de análise.

Figura 6.1-63 - Gráfico das médias diárias de MP100 que excederam o limite CONAMA, no ponto 1.

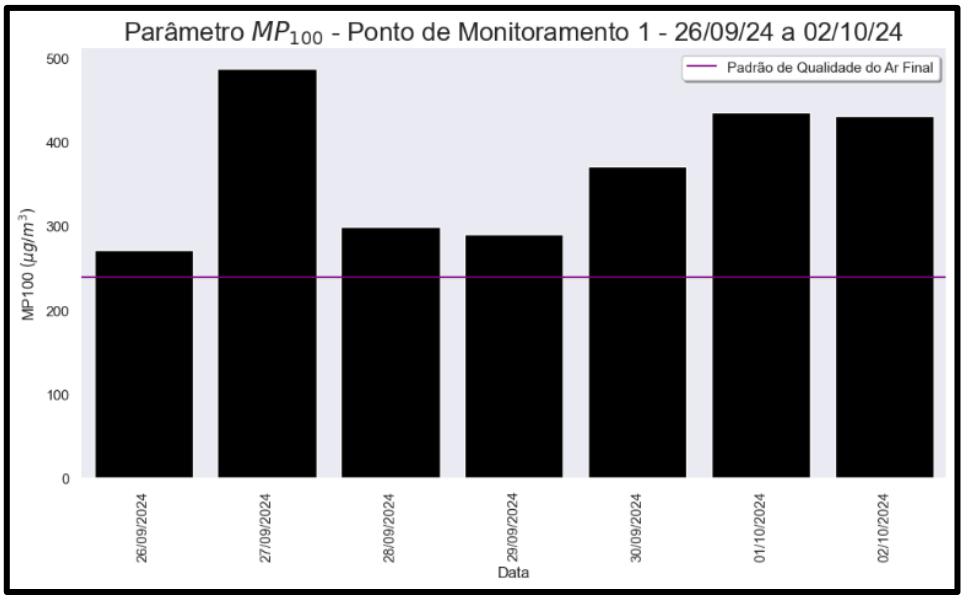
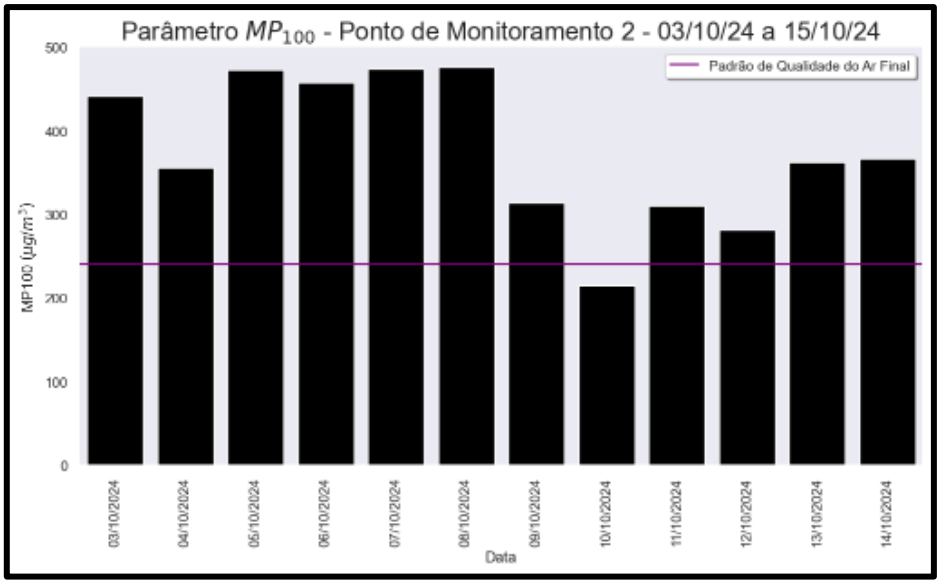


Figura 6.1-64 - Gráfico das médias diárias de MP100 que excederam o limite CONAMA, no ponto 2.



6.1.4.3.1.8 Partículas Totais em Suspensão

As concentrações de material particulado (calculadas em µg/m3) registradas nos quatro (04) pontos de avaliação estiveram abaixo do limite estabelecido nas duas legislações tomadas como referência: CONAMA 491/18 e CONAMA 506/24. O ponto que apresentou o menor valor dentre os quatro avaliados foi o Ar3 (31 µg/m^3).

Tabela 6.1-8 - *Resultados das análises de PTS pelos equipamentos de Hi-vol.*

Ponto	Data amostragem	Coordenadas	PTS (µg/m3)	CONAMA 506/2024
Ar1	23/09 - 13:26h	S 1°39'12.3" / W 48°15'33.0"	63,8	240 µg/m^3
Ar2	24/09 - 12:54h	S 1°38'59.8" / W 48°17'32.2"	48,3	240 µg/m^3
Ar3	24/9 - 14:45h	S 1°38'20.0" / W 48°15'21.6"	31	240 µg/m^3
Ar4	23/09 - 11:28h	S 1°38'01.2" / W 48°17'56.6"	43,4	240 µg/m^3

6.1.4.3.2 2ª Campanha – Atendimento Notificação 198527/Gepas/Cinfap/Dla/Sagra/2025 - Acrescentar Novo Ponto Ponto De Amostragem De Qualidade Do Ar Na Área Entre O Ramal Externo Que Liga A Portaria À Perna Leste (Acesso 2) (Item 3.3).

As médias gerais das concentrações dos parâmetros PTS, MP10, MP2,5, O3, SO2, NO2 e CO para o ponto amostral PQAr 05, encontram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela CONAMA nº 506/2024. Os valores e o comparativo dos parâmetros com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 506/2024 são apresentados no quadro abaixo.

Os laudos de calibração dos equipamentos estão presentes no Anexo III do Capítulo 6.1 referente ao meio físico correspondente ao presente estudo.

Quadro 6.1-20 - *Resultados das Médias Amostrais de Qualidade do Ar.*

PARÂMETRO	PQAR 05	PADRÃO DE REFERÊNCIA (V.M.A) *
PTS	68,62	240 µg/m³
SO_2	22,83	50 µg/m³
NO_2	55,67	240 µg/m³
CO	0,98	9 ppm
O_3	36,82	130 µg/m³
$MP_{2,5}$	7,70	50 µg/m³
MP_{10}	22,35	100 µg/m³

*V.M.A. – Valores Máximos Admitidos conforme a Resolução CONAMA nº 506/2024.

Por sua vez, o quadro abaixo apresenta do Índice de Qualidade do Ar para os pontos com a média geral obtida durante a campanha de amostragem para cada parâmetro analisado.

Quadro 6.1-21 - Resultados do IQAr nos Pontos Amostrais.

PARÂMETRO	PQAR 05
PTS	N. A*
SO2	N1 – Boa
NO2	N1 – Boa
CO	N1 – Boa
O3	N1 – Boa
MP2,5	N1 – Boa
MP10	N1 – Boa

*N. A – Não se Aplica.
Fonte: Resolução CONAMA nº 506, 2024.

A caracterização detalhada das concentrações dos poluentes (PTS, MP_{10}, $MP_{2,5}$ SO_2, NO_2 e CO) analisados durante todo o período de amostragem e o IQAr podem ser observados de maneira detalhada a seguir.

6.1.4.3.2.1 PTS

A concentração diária de PTS no ponto PQAr 05 apresentou valores abaixo do limite máximo estabelecido pelo CONAMA nº 506/2024, em todas as amostras, conforme evidenciado no quadro a seguir que demostram a concentração diária do parâmetro PTS. Apresentando conformidade com a legislação vigente.

Quadro 6.1-22 - *Resultados das Concentrações para o Parâmetro PTS.*

	Ponto	Amostra/ Data	Concent. (µg/m³)	Padrão de REFERÊNCIA
ABRIL de 2025	PQAr 05	Amostra 1: 18-19/04/2025	49,42	240 µg/m³
		Amostra 2: 19-20/04/2025	94,50	
		Amostra 3: 20-21/04/2025	39,88	
		Amostra 4: 21-22/04/2025	39,61	
		Amostra 5: 22-23/04/2025	92,08	
		Amostra 6: 23-24/04/2025	96,24	

Fonte: Terra, 2025.

Na figura a seguir é evidenciado o registro fotográfico das amostragens de PTS nos pontos amostrais de qualidade do ar.

Figura 6 - 1 - Registro Fotográfico durante a amostragem – PTS.



19/04/2025



20/04/2025



21/04/2025



22/04/2025



23/04/2025



24/04/2025

6.1.4.3.2.2 O3

Os resultados das concentrações de Ozônio (O_3) são apresentados no quadro abaixo, no qual é possível verificar que a média das concentrações estiveram dentro do padrão determinado pela legislação no ponto de amostragem, cujo limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 506/2024 é de 130 µg/m³.

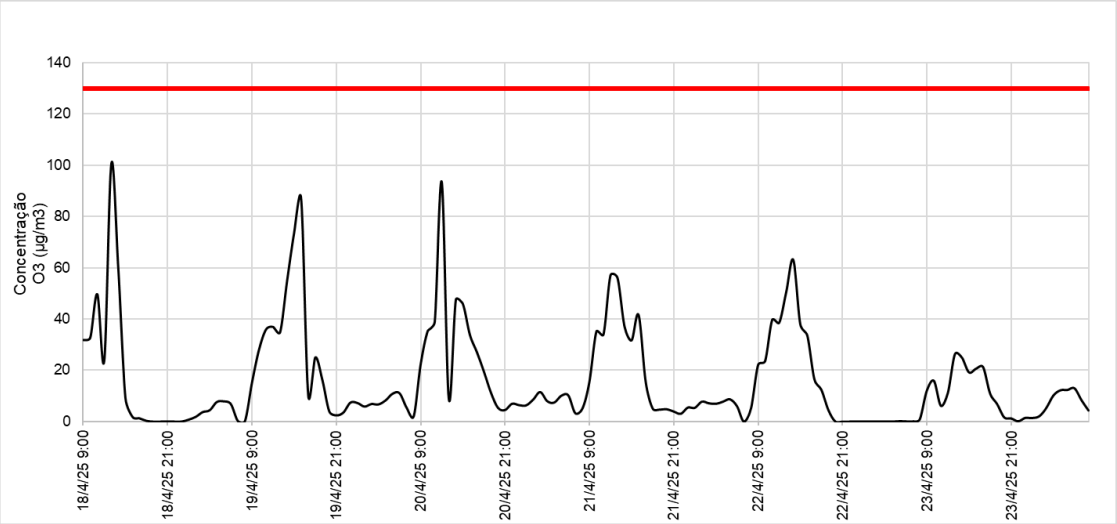
Quadro 6.1-23 – Média Diária da Concentração de Ozônio (O_3)

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)
PQAr 05	18 - 19/04/2025	38,58
	19 - 20/04/2025	45,73
	20 - 21/04/2025	41,33
	21 - 22/04/2025	38,47
	22 - 23/04/2025	38,6
	23 - 24/04/2025	18,21
MÉDIA	-	36,82

Fonte: Terra, 2025.

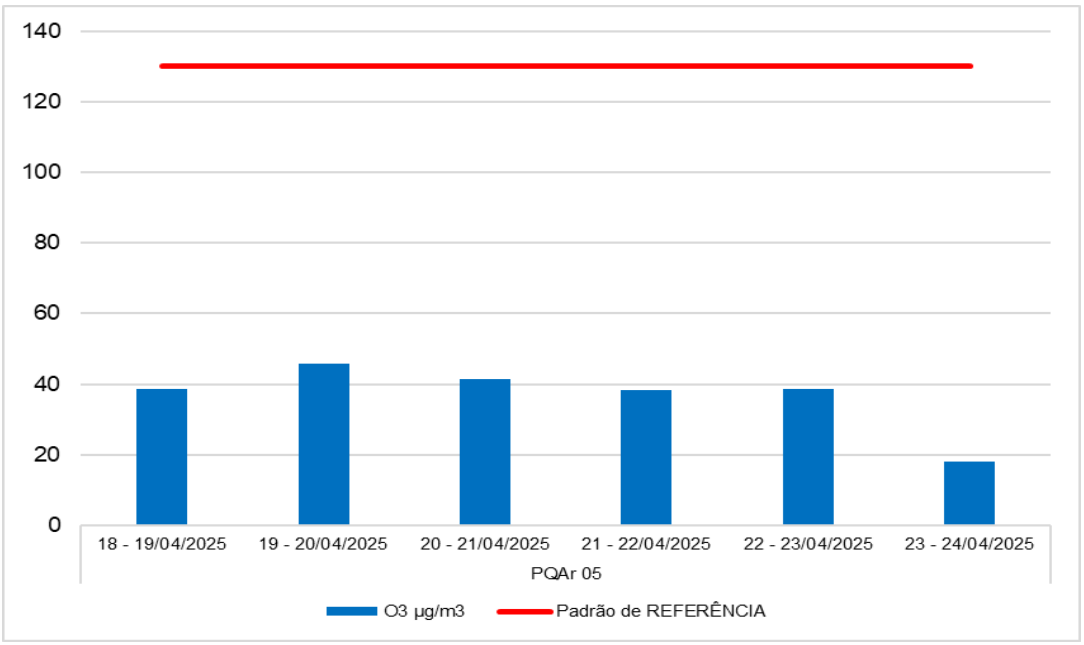
O ozônio na troposfera é um poluente secundário, formado a partir de outros poluentes atmosféricos, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente. Ressalta -se que ele é um composto altamente oxidante e sua formação ocorre por meio de reações químicas complexas entre o dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de radiação solar. A variação da concentração horária deste parâmetro não obteve variações elevadas, conforme apresentando no gráfico abaixo, estando dentro do limite (130 µg/m³) estabelecido pela resolução vigente.

Figura 6.1-65 - Concentração Horária do Parâmetro Ozônio.



De acordo com a Resolução CONAMA 506/2024 para este parâmetro, deve – se obter a máxima média móvel do dia, no qual é apresentado a seguir que em comparação com o padrão de referência da resolução supracitada, é possível analisar que as concentrações apresentaram resultados dentro do permitido, ou seja, abaixo de 130 µg/m³. Por meio disso, realizou- se a contagem dos valores para obter o Índice de Qualidade do Ar (IQAr) que implicou em um IQAr classificado como “N1-Boa” para todos os resultados analisados no ponto amostral, conforme demonstrado no quadro a seguir.

Figura 6.1-66 - Concentração de O_3 Considerando a Máxima Média Móvel de 8h do dia.



Quadro 6.1-24 - Índice de qualidade do ar para O_3

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)	iqar 8h
PQAr 05	18 - 19/04/2025	38,58	N1 – Boa
	19 - 20/04/2025	45,73	N1 – Boa
	20 - 21/04/2025	41,33	N1 – Boa
	21 - 22/04/2025	38,47	N1 – Boa
	22 - 23/04/2025	38,6	N1 – Boa
	23 - 24/04/2025	18,21	N1 – Boa

Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.3.2.3 CO

Os resultados da média das concentrações diárias de monóxido de carbono (CO) são apresentados a seguir, no qual é possível verificar que as médias diárias das concentrações obter valor dentro do padrão determinado pela legislação, cujo limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 506/2024 é de 9 ppm.

Quadro 6.1-25 - Média diária da concentração de Monóxido de Carbono (CO).

Ponto	Data	Concent. (ppm)
PQAr 05	18 - 19/04/2025	0,99
	19 - 20/04/2025	1,00
	20 - 21/04/2025	0,95
	21 - 22/04/2025	0,98
	22 - 23/04/2025	1,01
	23 - 24/04/2025	0,98
MÉDIA	-	0,98

Fonte: Terra, 2025.

O Monóxido de Carbono (CO) pode ser encontrado nos fumos de escapes de automóveis, fogões, sistemas de aquecimento, incêndios e inclusive no fumo de cigarros. Geralmente, em lugares com pequena emissão de CO, a concentração deste poluente no ar será em torno de 0,5 a 5 ppm.

A variação horária da concentração de Monóxido de Carbono (CO) no ponto de amostragem pode ser observada na figura abaixo. Segundo a Resolução CONAMA 506/24, deve – se obter a máxima média móvel do dia, no qual é apresentado a seguir, no qual é possível analisar que em comparação com a legislação, os valores obtidos estiveram abaixo de 9 ppm, isto é, dentro do limite permitido. Com isso, também analisou – se o Indice

de Qualidade do Ar (IQAr), indicando que no ponto amostral as concentrações de monóxido de carbono apresentaram resultados que implicou em um IQAr classificado como “N1-Boa”.

Figura 6.1-67 - Concentração Horária de Monóxido de Carbono (CO).

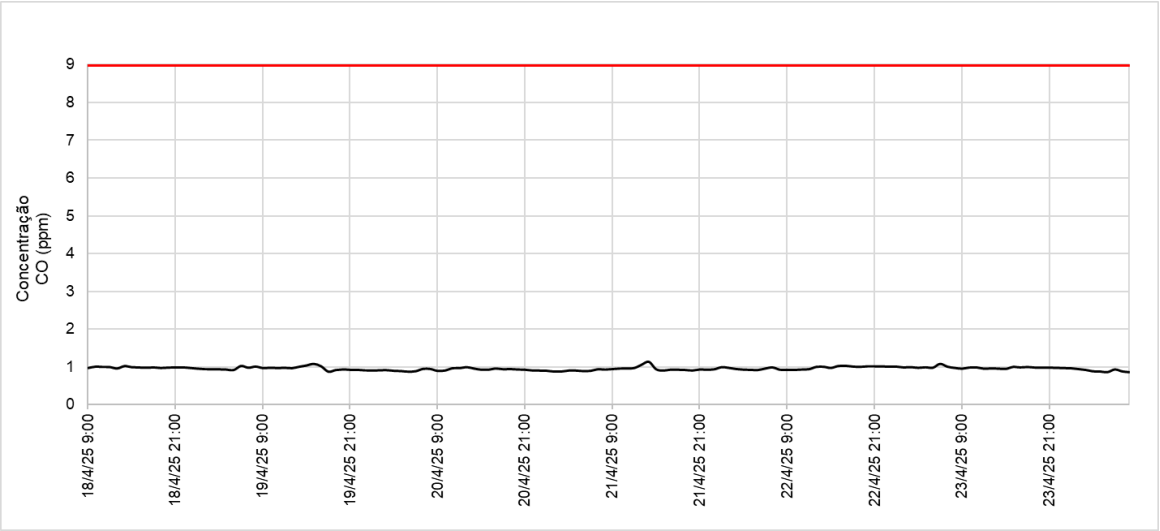
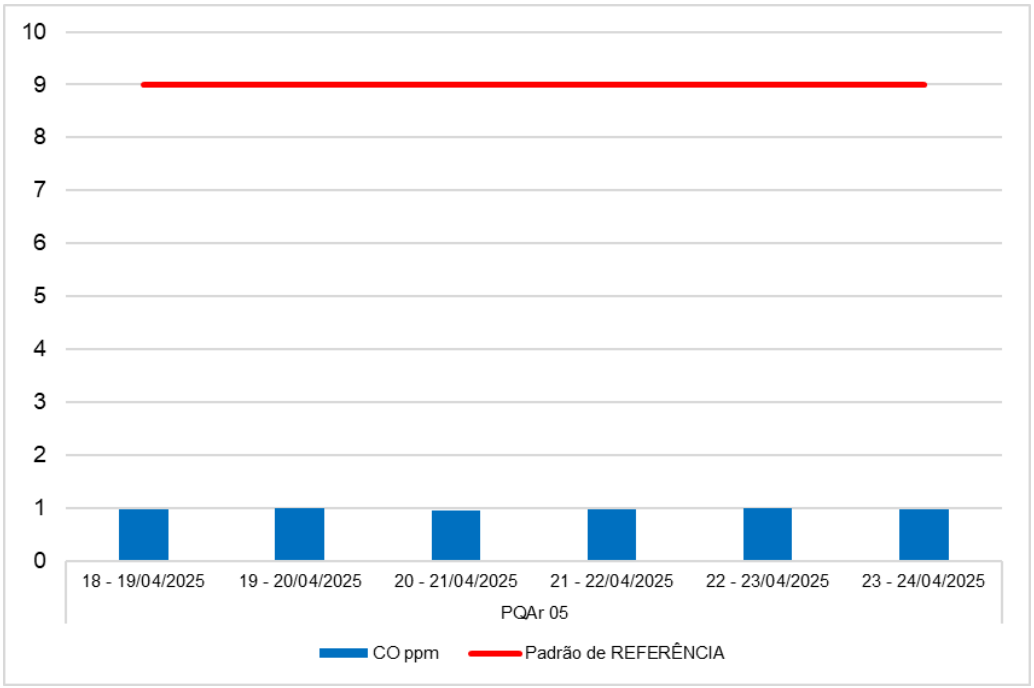


Figura 6.1-68 - Concentração de CO considerando a máxima média móvel de 8h do dia.



Quadro 6.1-26 - Índice de qualidade do ar para Dióxido de Carbono (CO).

Ponto	Data	Concent. (ppm)	iqar 8h
PQAr 05	18 - 19/04/2025	0,99	N1 – Boa
	19 - 20/04/2025	1,00	N1 – Boa
	20 - 21/04/2025	0,95	N1 – Boa
	21 - 22/04/2025	0,98	N1 – Boa
	22 - 23/04/2025	1,01	N1 – Boa
	23 - 24/04/2025	0,98	N1 – Boa

Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.3.2.4 SO2

Os resultados das concentrações diária de Dióxido de Enxofre (SO_2) são apresentados no quadro a seguir, no qual é possível verificar que as médias diárias das concentrações estiveram dentro do padrão determinado pela legislação em ambos os pontos de amostragem, cujo limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 506/2024 é de 50 µg/m³.

Quadro 6.1-27 - Média diária da Concentração de Dióxido de Enxofre (SO2).

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)
PQAr 05	18 - 19/04/2025	24,17
	19 - 20/04/2025	22,53
	20 - 21/04/2025	20,90
	21 - 22/04/2025	22,07
	22 - 23/04/2025	25,34
	23 - 24/04/2025	21,96
MÉDIA	-	22,83

Fonte: Terra, 2025.

A variação horária da concentração de Dióxido de Enxofre (SO_2) no ponto de amostragem pode ser observada na figura a seguir, enquanto a média diária demonstrada a seguir, que em comparação com a legislação, os valores obtidos estiveram abaixo de 50 µg/m³, dentro do limite permitido. Com isso, analisou – se o Indice de Qualidade do Ar (IQAr), indicando que no ponto amostral as concentrações de SO_2 apresentaram resultados que implicaram em um IQAr classificado como “N1-Boa”.

Figura 6.1-69 - Concentração horária de Dióxido de Enxofre (SO2).

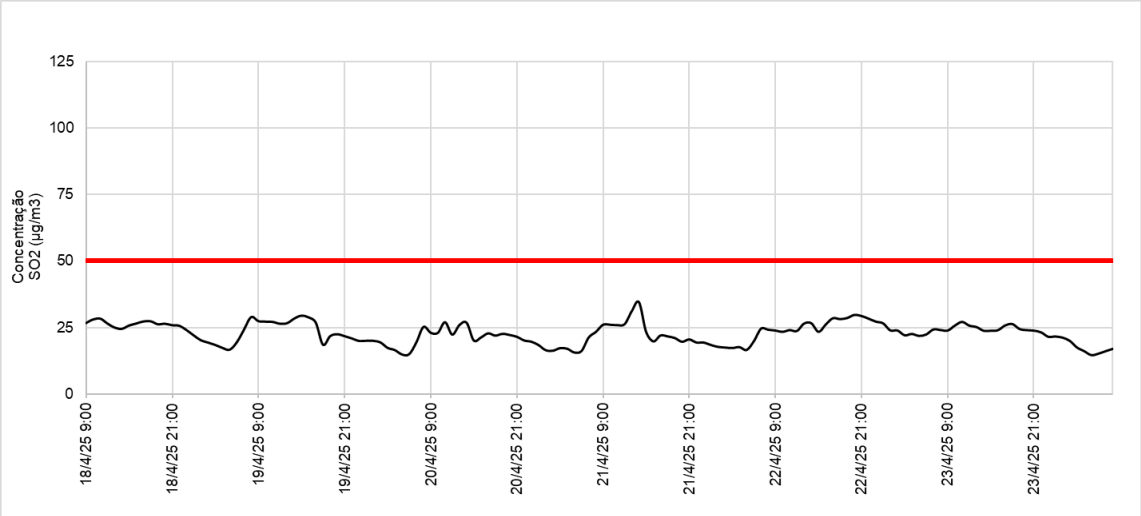
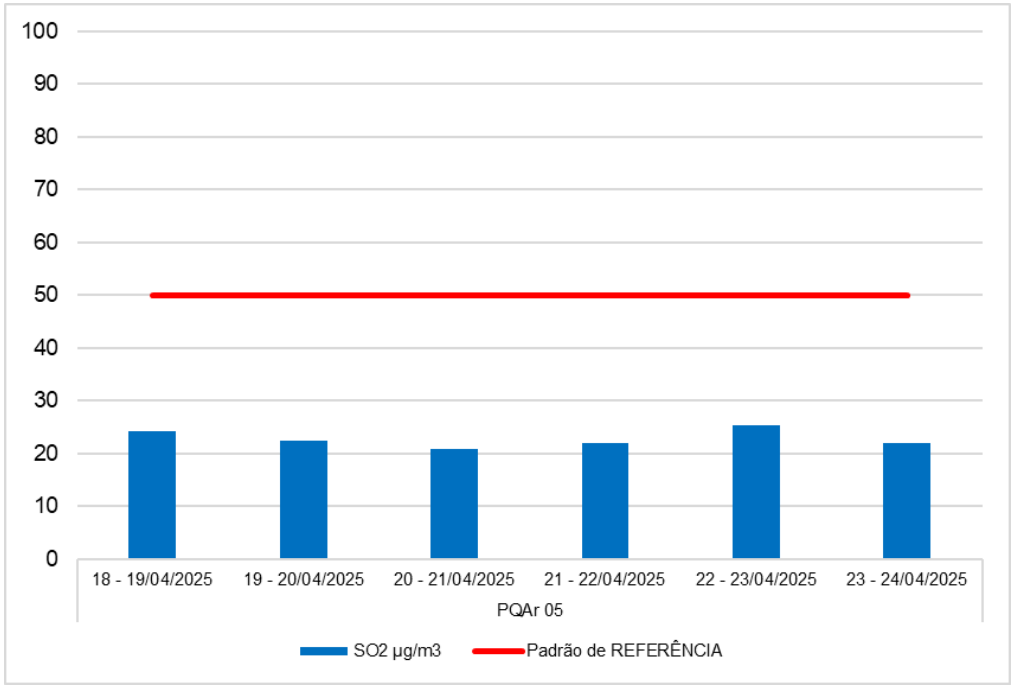


Figura 6.1-70 - Concentração Média de SO2.



Quadro 6.1-28 - Índice de qualidade do Ar para SO_2

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)	iqar 24h
PQAr 05	18 - 19/04/2025	24,17	N1 – Boa
	19 - 20/04/2025	22,53	N1 – Boa
	20 - 21/04/2025	20,90	N1 – Boa
	21 - 22/04/2025	22,07	N1 – Boa
	22 - 23/04/2025	25,34	N1 – Boa
	23 - 24/04/2025	21,96	N1 – Boa

Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.3.2.5 NO2

Os resultados das concentrações de Dióxido de Nitrogênio são apresentados no quadro abaixo, no qual é possível verificar que a média das concentrações estiveram dentro do padrão determinado pela legislação, cujo limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 506/2024 é de 240 µg/m³.

Quadro 6.1-29 - Média diária da concentração de Dióxido de Nitrogênio (NO_2).

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)
PQAr 05	18 - 19/04/2025	63,46
	19 - 20/04/2025	77,86
	20 - 21/04/2025	62,23
	21 - 22/04/2025	47,94
	22 - 23/04/2025	47,72
	23 - 24/04/2025	34,83
MÉDIA	-	55,67

Fonte: Terra, 2025.

A variação horária da concentração de Dióxido de Nitrogênio (NO_2) nos pontos de amostragem, são apresentadas na figura abaixo. Conforme descreve o CONAMA 506/2024, deve – se considerar a máxima média horária obtida no dia onde são apresentados a seguir e em comparação com a legislação supracitada, as concentrações horárias do parâmetro apresentou valores que segundo o Índice de Qualidade do Ar, se encontra dentro dos padrões de qualidade), o que implicou em um IQAr classificado como “N1-Boa”.

Figura 6.1-71 - Concentração Horária de Dióxido de Nitrogênio.

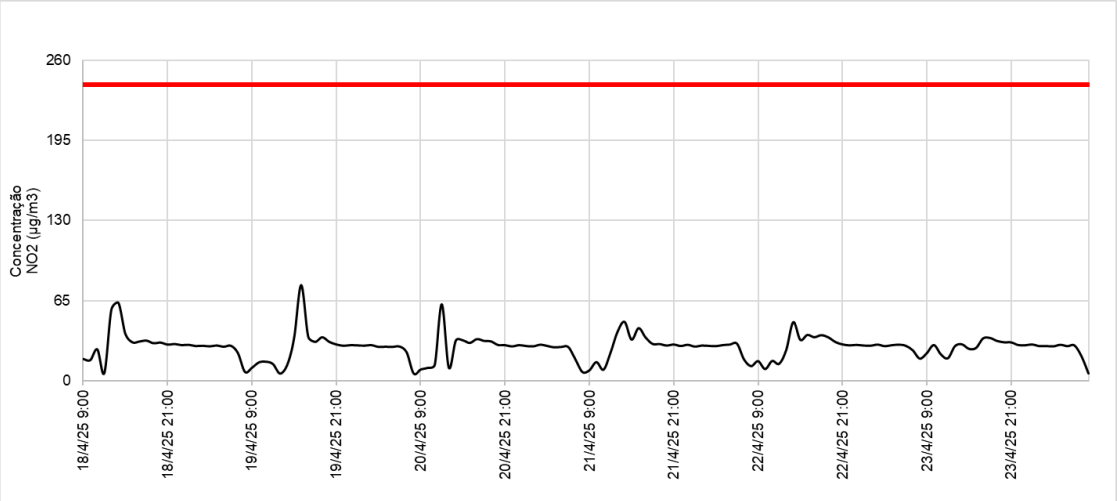
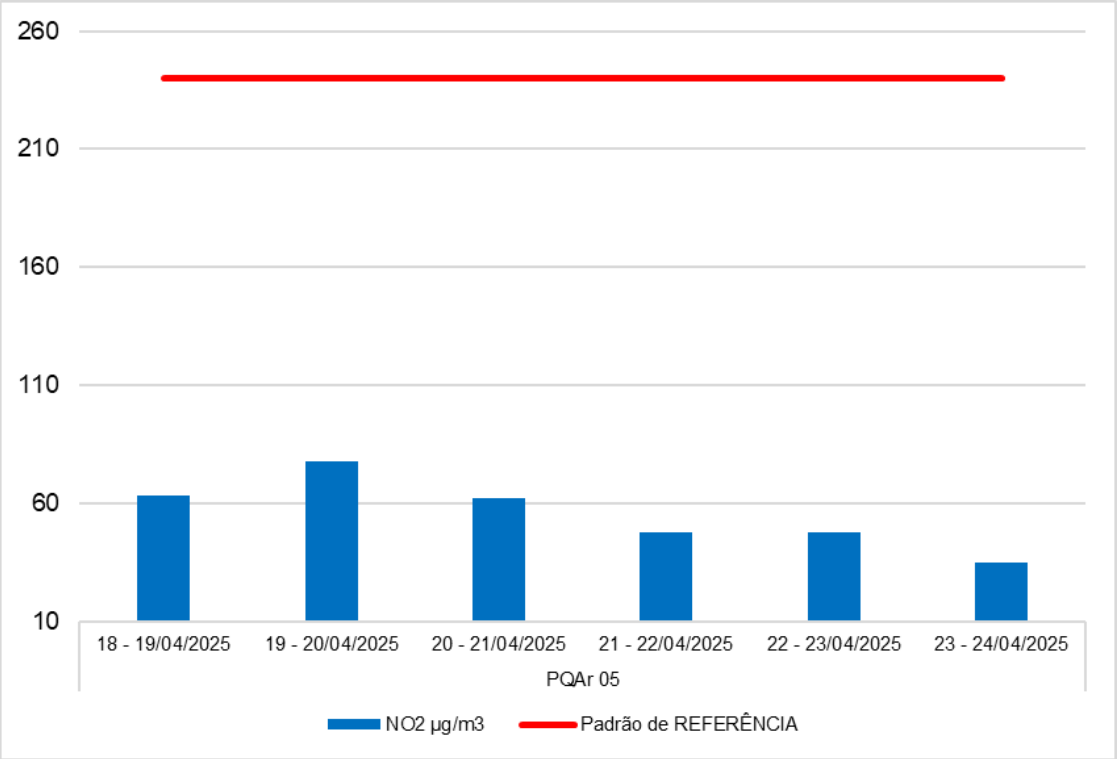


Figura 6.1-72 - Máxima Média Horária do Dia.



Quadro 6.1-30 - Índice de qualidade do Ar para Dióxido de Nitrogênio (NO_2).

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)	iqar 1h
PQAr 05	18 - 19/04/2025	63,46	N1 – Boa
	19 - 20/04/2025	77,86	N1 – Boa
	20 - 21/04/2025	62,23	N1 – Boa
	21 - 22/04/2025	47,94	N1 – Boa
	22 - 23/04/2025	47,72	N1 – Boa
	23 - 24/04/2025	34,83	N1 – Boa

Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.3.2.6 PM2,5

Os resultados das concentrações de Partículas Inaláveis $MP_{2,5}$ são apresentados no quadro abaixo, no qual é possível verificar que a média das concentrações estiveram dentro do padrão determinado pela legislação, cujo limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 506/2024 é de 50 µg/m³.

Quadro 6.1-31 - Média diária da concentração de Partículas Inaláveis MP2,5.

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)
PQAr 05	18 - 19/04/2025	7,93
	19 - 20/04/2025	7,73
	20 - 21/04/2025	7,72
	21 - 22/04/2025	7,49
	22 - 23/04/2025	7,86
	23 - 24/04/2025	7,46
MÉDIA	-	7,70

Fonte: Terra, 2025.

As concentrações horárias de $MP_{2,5}$ nos pontos de amostragem são apresentados a seguir, no qual evidencia que aos valores então em conformidade com a resolução vigente. Os valores das concentrações da média diária equiparado ao Índice de Qualidade do Ar (IQA) apresentado no quadro abaixo, implicou em um IQA classificado como “N1-Boa”.

Figura 6.1-73 - Concentração Horária de Partículas Inaláveis MP2,5.

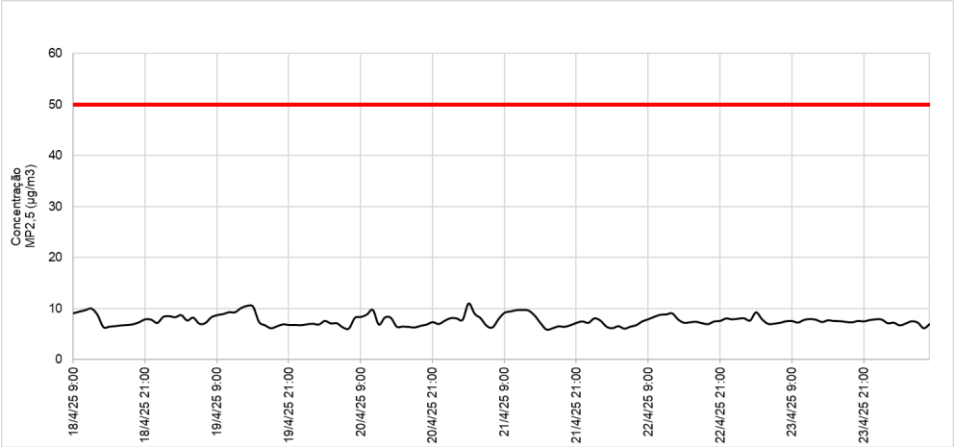
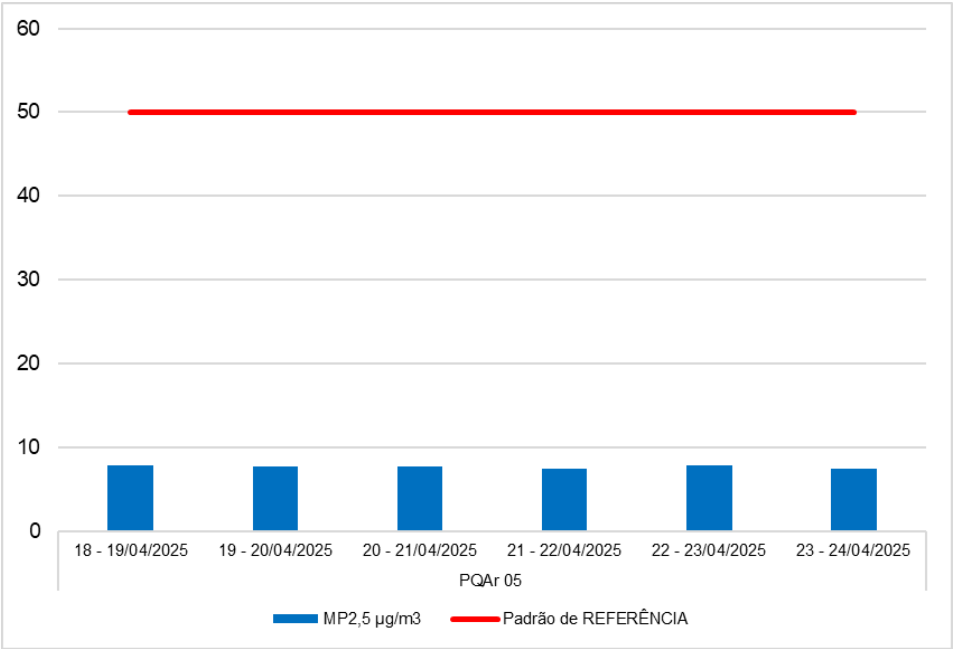


Figura 6.1-74 - Concentração diária de Particulado Inalável MP2,5.



Quadro 6.1-32 - Índice de qualidade do ar para $MP_{2,5}$.

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)	iqar 24h
PQAr 05	18 - 19/04/2025	7,93	N1 – Boa
	19 - 20/04/2025	7,73	N1 – Boa
	20 - 21/04/2025	7,72	N1 – Boa
	21 - 22/04/2025	7,49	N1 – Boa
	22 - 23/04/2025	7,86	N1 – Boa
	23 - 24/04/2025	7,46	N1 – Boa

Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.3.2.7 PM10

Os resultados das concentrações de Particulado Inalável MP_{10} são apresentados no quadro abaixo, no qual é possível verificar que as médias diárias das concentrações estiveram dentro do padrão determinado pela legislação, no qual o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 506/2024 é de 100 µg/m³.

Quadro 6.1-33 - Média diária da concentração de Particulado Inalável MP_{10}.

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)
PQAr 05	18 - 19/04/2025	22,47
	19 - 20/04/2025	22,41
	20 - 21/04/2025	20,81
	21 - 22/04/2025	26,58
	22 - 23/04/2025	23,46
	23 - 24/04/2025	18,36
MÉDIA	-	22,35

Fonte: Terra, 2025.

As concentrações horárias de MP_{10} nos pontos de amostragem são apresentados na figura abaixo, no qual evidencia que aos valores então em conformidade com a resolução vigente, abaixo de 100 µg/m³. Os valores das concentrações média diária apresentados abaixo equiparado ao Índice de Qualidade do Ar (IQA) apresentado no quadro a seguir implicou em um IQA classificado como “N1-Boa”.

Figura 6.1-75 - Concentração horária de Particulado Inalável MP10.

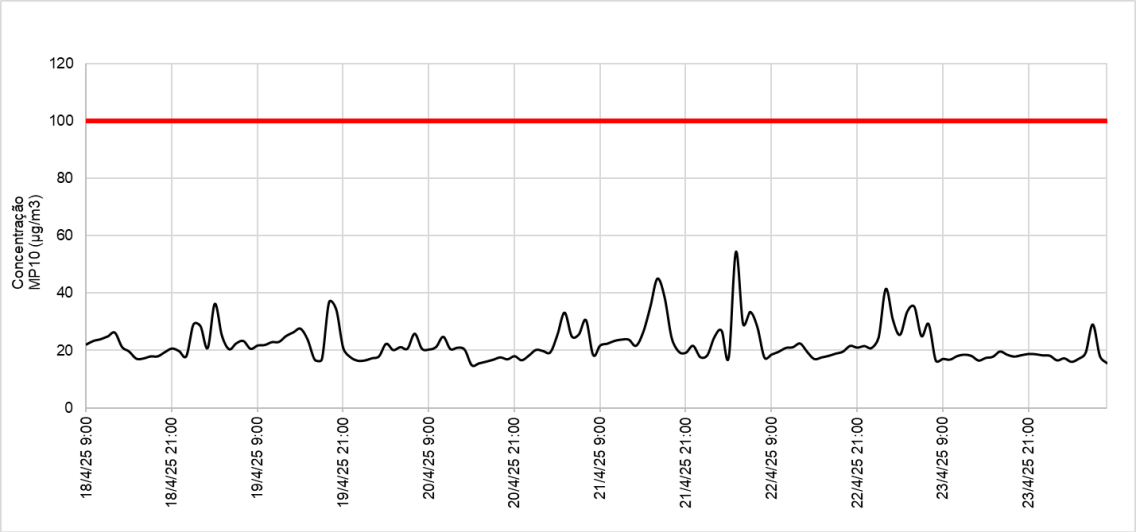
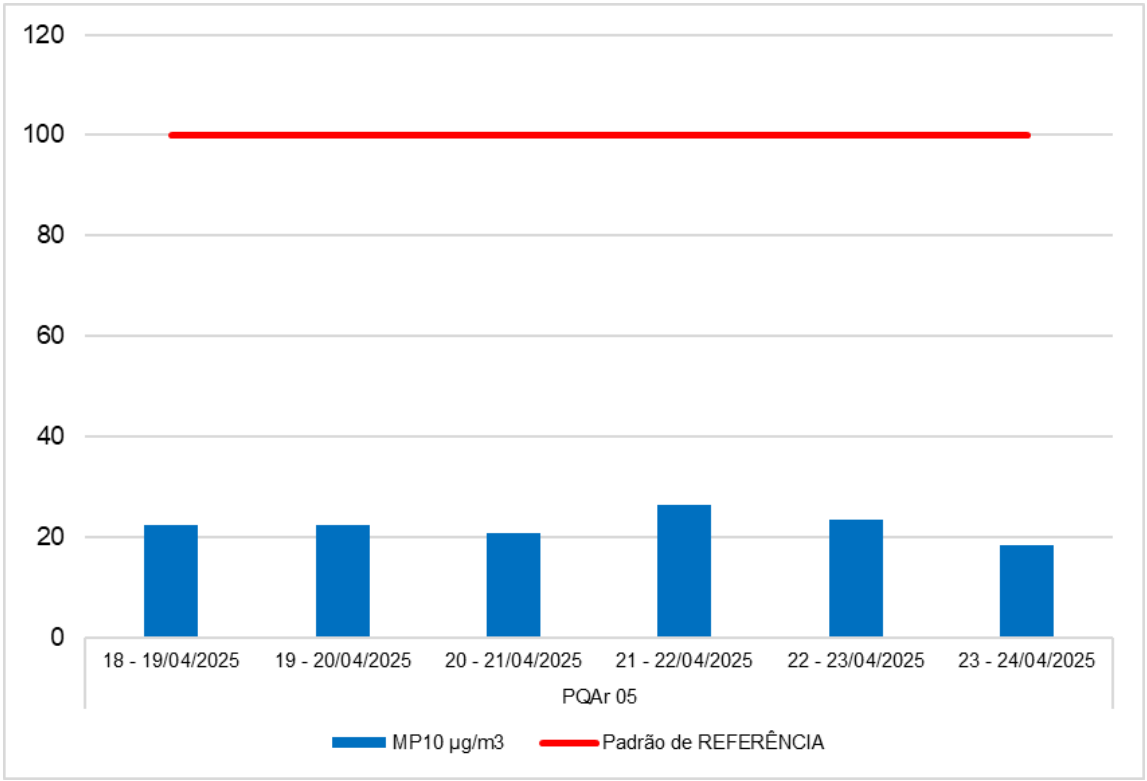


Figura 6.1-76 - Concentração diária de MP10.



Quadro 6.1-34 - Índice de Qualidade do Ar para MP_{10}.

Ponto	Data	Concent. (µg/m3)	iqar 24h
PQAr 05	18 - 19/04/2025	22,47	N1 – Boa
	19 - 20/04/2025	22,41	N1 – Boa
	20 - 21/04/2025	20,81	N1 – Boa
	21 - 22/04/2025	26,58	N1 – Boa
	22 - 23/04/2025	23,46	N1 – Boa
	23 - 24/04/2025	18,36	N1 – Boa

Fonte: Terra, 2025.

6.1.4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na primeira campanha, de responsabilidade da empresa Veredas, os pontos localizados em Comunidade Castanhalzinho, registraram as maiores médias de poluição. Os poluentes NO_2, O_3, SO_2, e MP_{100} ultrapassaram não apenas o Padrão Intermediário 1, mas também os níveis de Atenção, Alerta e Emergência e em alguns casos. Esses poluentes possuem origem tanto em processos naturais como em atividades humanas. NO_2, O_3 e SO_2 podem ser relacionados diretamente com emissões de automóveis, condizente com a localização da estação entre estradas. Já os altos valores de material particulado ($MP_{2,5}$ e MP_{100}) podem estar ligados não apenas com a poeira levantada pelas estradas de terra perto das estações de monitoramento, mas também com pequenos incêndios na região para abrir a mata.

Outra observação para explicar a diferença entre as emissões de Ponto 1 e Ponto 2, além do diferente período de registro das emissões, é a localização do Ponto 1 jusante dos ventos em relação ao Ponto 2. O Ponto pode acabar registrando emissões não só em sua proximidade, mas também outras emissões tragas pelos ventos da região. A avaliação da localização de um ponto de monitoramento é essencial, principalmente porque caso localizada extremamente próxima à uma fonte, como uma estrada de terra, pode gerar valores atípicos e extremos (‘outliers’) que não representam a realidade da região.

Como demonstrado ambos os Pontos registraram uma grande quantidade de ‘outliers’, que foram removidos de acordo com a pontuação padrão estatística para uma análise mais real. Entretanto, tal quantidade de valores atípicos, mostra que são necessários mais estudos sobre o melhor tipo de sensor para a região e uma análise histórica mais extensa, a fim de entender qual o verdadeiro padrão de emissões para a região em volta da futura CTR.

Uma vez que ao início do funcionamento do empreendimento, que irá gerar uma grande movimentação de caminhões no entorno, as emissões com certeza apresentaram um padrão mais elevado de emissões como NO_2, O_3 e SO_2. E para identificar o verdadeiro impacto, é necessário ter uma análise estatística robusta da região antes do funcionamento da CTR. Os sensores usados para a avaliação indicam que as emissões pré-empreendimento já são elevadas na região.

Com relação às amostragens realizadas com o amostrador de grande volume (Hi-vol) nos quatro pontos, os baixos valores de partículas totais em suspensão registrados no ponto Ar3 em comparação aos demais pontos, pode ser atribuído ao fato deste ponto possuir baixo tráfego veicular no local, ao contrário do observado nos outros três pontos, onde foi registrado tráfego moderado de veículos, além de queimada próximo ao ponto Ar2.

Na segunda campanha, de responsabilidade da empresa Terra Meio Ambiente, conforme a análise dos dados levantados durante o diagnóstico da qualidade do ar no ponto PQAr 05 (Acesso 2), verificou - se que de acordo com a média obtida, os parâmetros O_3, CO, SO_2, NO_2, MP_{10}, $MP_{2,5}$ e PTS então de acordo com os padrões de qualidade exigidos pela Resolução CONAMA 506/2024.

Segundo os critérios de classificação do Índice de Qualidade do Ar (IQAr), os resultados obtidos durante os 6 dias de amostragem equiparado ao IQAr, apresentou classificação para todos os parâmetros medidos como “N1- Boa”

Desse modo, conclui- se que a os resultados apresentados para o ponto amostral analisado, demonstram que para a região onde será implantado Centro de Tratamento de Resíduos - CTR no município do Acará – PA, apresentaram resultados satisfatórios em relação a qualidade do ar local, onde todos os parâmetros obtiveram valores abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA 506/2024, estando de acordo com a referida legislação.

6.1.5 CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO

A avaliação dos níveis de ruído na região do entorno da área da CTR Metropolitana tem por objetivo identificar os níveis de emissões sonoras na fase que antecede a implantação e operação do empreendimento e desta forma analisar o nível de ruído ambiente e sua relação com os limites estabelecidos em norma.

Para a estimativa dos níveis de ruído ambiente foram definidos pontos de medição de acordo com a distribuição da ocupação na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, sendo assim, realizada uma campanha de levantamento de níveis de pressão sonora nos dias 23 e 24 de setembro de 2015.

6.1.5.1 MATERIAL E MÉTODOS

6.1.5.1.1 Pontos de Amostragem

As medições dos níveis de ruído foram realizadas entre os dias 17/04/2025 e 24/04/2025 em oito pontos localizados no entorno da Projeto CTR Metropolitana, levando em consideração as áreas de influência, bem como a área entre o ramal externo que liga a portaria à Perna Leste (Acesso 2).

Para determinação da malha amostral, a premissa é a busca por áreas habitadas de modo a caracterizar o ambiente da população local que poderá ser afetada pela atividade do projeto. Entende-se por área habitada as áreas destinadas à moradia, trabalho, estudo, recreação, atividades de saúde, administração pública, entre outras. A definição dos pontos amostrais dos níveis de pressão sonora considerou a autorização dos moradores locais para a realização das medições.

Cabe salientar que os pontos de medição R1, R2, R3, R4, R5, R6 e R7 foram definidos no âmbito dos estudos ambientais do Projeto CTR Metropolitana. Como complementação às campanhas anteriores e em atendimento à solicitação do item 4 da notificação N°198527/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025, foi incluído um novo ponto de medição, identificado como R8. Esse ponto foi posicionado de forma a representar adequadamente a área entre o ramal externo que liga a portaria à Perna Leste (Acesso 2). Dessa forma, a medição foi realizada no ponto habitado mais próximo ao Acesso 2, localizada na Vila Castanhalzinho.

Os pontos das amostragens são apresentados no quadro abaixo e ilustrados nas figuras a seguir. Na figura a seguir, são apresentados os registros fotográficos da realização das medições.

Quadro 6.1-35 – Localização dos pontos de amostragem dos níveis de pressão sonora.

PONTO	DESCRIÇÃO	COORDENADAS			
		LATITUDE (GMS)	LONGITUDE (GMS)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (UTM)
R1	Vila do Nínive: residências, comércio local e igreja.	1° 36' 44,071" S	48° 20' 0,461" W	9821604,000 m	796710,000 m
R2	Comunidade São Pedro: Ponto na estrada de terra em frente à mercearia Mercantil Benício (Açougue e Mercantil Popular). Pequeno comércio local, residências e escola rural no entorno.	1° 37' 53,605" S	48° 18' 5,405" W	9819462,000 m	800266,000 m
R3	Terreno na estrada de terra de acesso à fazenda (Residência do Sr. José Jeronimo Batista)	1° 38' 41,010" S	48° 17' 43,552" W	9818004,000 m	800940,000 m
R4	Ponto na estrada de terra próximo as indicações da localização do Sítio (Sol Nasce Para Todos)	1° 39' 36,466" S	48° 17' 9,854" W	9816298,000 m	801980,000 m
R5	Residência e igreja na estrada de terra na Vila Castanhalzinho.	1° 39' 46,210" S	48° 15' 56,272" W	9815995,347 m	804255,636 m
R6	Comunidade Nossa Senhora das Graças: Área de residência e próximo a Escola Municipal de Ensino Infantil e Ensino Fundamental	1° 39' 19,027" S	48° 15' 35,057" W	9816830,000 m	804913,000 m
R7	Entrada da Fazenda Sítio Casinha	1° 38' 23,567" S	48° 15' 17,611" W	9818534,000 m	805455,000 m
R8	Área de residência e igreja (Igreja Batista) próximo a área ao ramal externo que liga a portaria à Perna Leste (Acesso 2)	1° 38' 51,086" S	48° 14' 58,348" W	9817687,269 m	806049,714 m

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-77 - Registro fotográfico da realização das medições dos níveis de pressão sonora.



R1 Diurno



R1 Noturno



R2 Diurno



R2 Noturno



R3 Diurno



R3 Noturno



R4 Diurno



R4 Noturno



R5 Diurno



R5 Noturno



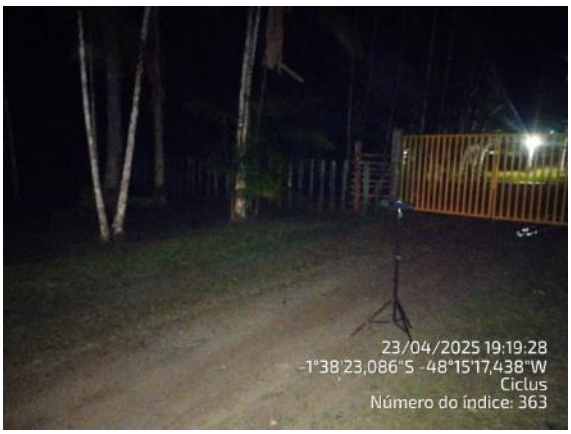
R6 Diurno



R6 Noturno



R7 Diurno



R7 Noturno



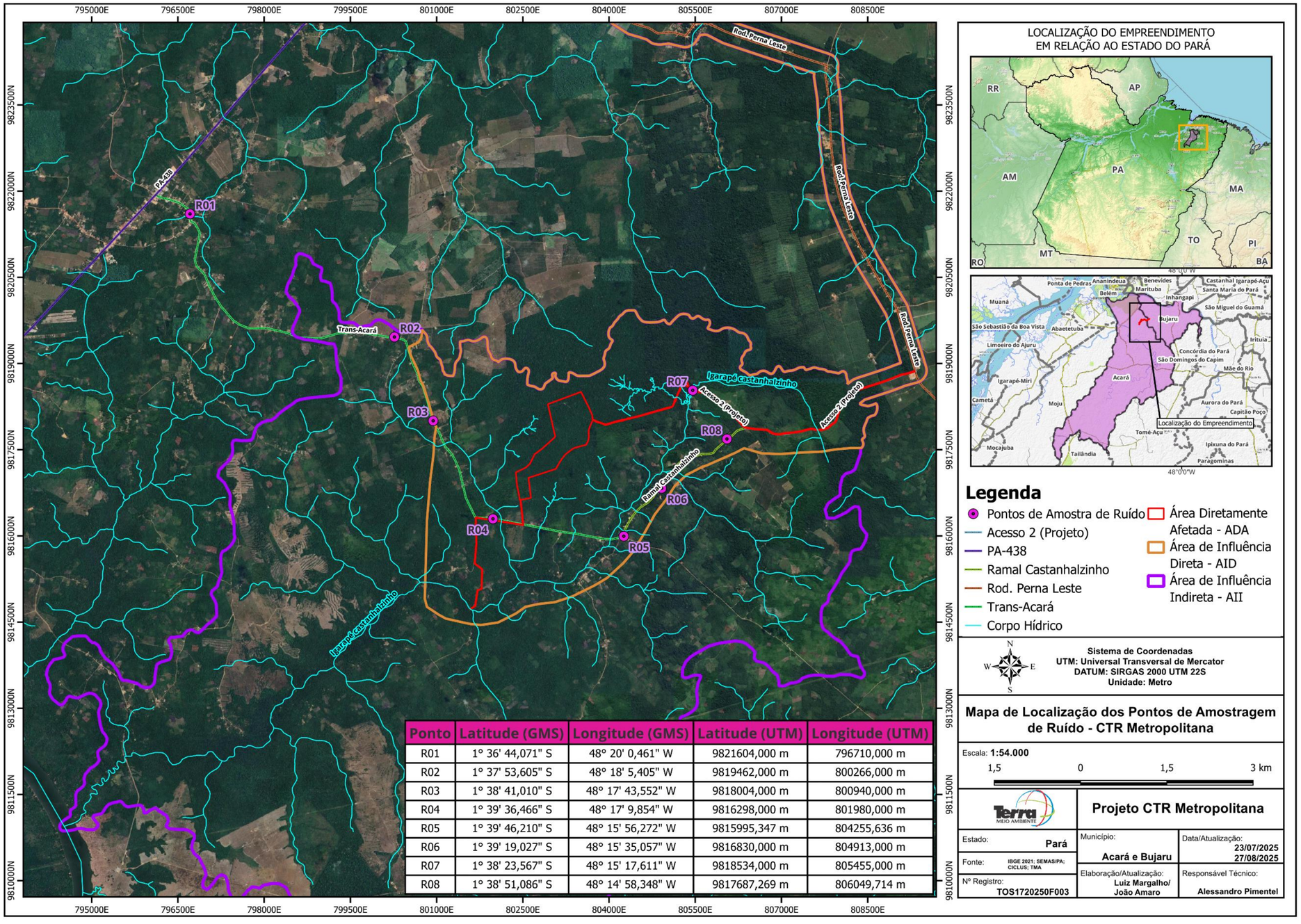
R8 Diurno



R8 Noturno

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-78 - Mapa de Localização dos pontos de amostragem dos níveis de ruído para o Projeto CTR Metropolitana.



Ponto	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)
R01	1° 36' 44,071" S	48° 20' 0,461" W	9821604,000 m	796710,000 m
R02	1° 37' 53,605" S	48° 18' 5,405" W	9819462,000 m	800266,000 m
R03	1° 38' 41,010" S	48° 17' 43,552" W	9818004,000 m	800940,000 m
R04	1° 39' 36,466" S	48° 17' 9,854" W	9816298,000 m	801980,000 m
R05	1° 39' 46,210" S	48° 15' 56,272" W	9815995,347 m	804255,636 m
R06	1° 39' 19,027" S	48° 15' 35,057" W	9816830,000 m	804913,000 m
R07	1° 38' 23,567" S	48° 15' 17,611" W	9818534,000 m	805455,000 m
R08	1° 38' 51,086" S	48° 14' 58,348" W	9817687,269 m	806049,714 m

Fonte: Terra, 2025.

6.1.5.1.2 Parâmetros Analisados

Conforme previsto na NBR 10.151:2019 (atualizada em 2020), existem três métodos para a monitoramento dos níveis de pressão sonora: método simplificado; método detalhado; e método de longa duração. A descrição da aplicabilidade dos métodos é descrita a seguir, segundo a referida Norma. O método simplificado é utilizado para medição do nível de pressão sonora global, em ambientes externos ou internos às edificações, para identificação e caracterização de sons contínuos ou intermitentes. Antes de iniciar a medição, é recomendado identificar se as fontes sonoras objeto de medição podem apresentar características de sons tonais e impulsivos. Caso apresentem tais características, deve-se aplicar o método detalhado. Não apresentando, pode-se aplicar o método simplificado. Nos dois próximos parágrafos, é apresentado em detalhes os métodos de caracterização dos sons impulsivo e tonal, de acordo com a Norma.

A caracterização de som impulsivo, decorrente da(s) fonte(s) sonora(s) objeto de medição, se dá quando o resultado da subtração aritmética entre LAFmax e o LAeqT, medido durante a ocorrência do som impulsivo, for igual ou superior a 6 dB (LAFmax – LAeq,T ≥ 6 dB). Deve constar no relatório o tempo de integração T e a justificativa de sua escolha. O tempo de integração seguir o recomendado pela referida Norma: “Para o caso de registro de variação de níveis de pressão sonora ao longo do tempo de medição. Recomenda-se o tempo de integração de 1s”. Por fim, a norma recomenda que o tempo de integração T adotado na medição contemple pelo menos dois ou mais eventos de sons impulsivos A caracterização de som tonal (Quadro abaixo) se dá quando o nível de pressão sonora contínuo equivalente na banda de 1/3 de oitava de interesse (frequência que apresentar picos de som) exceder os níveis de pressão sonora continua, equivalente em ambas as bandas de 1/3 de oitava adjacente, conforme intervalos de frequência determinados na Norma.

Quadro 6.1-36 – *Caracterização de som tonal.*

BANDA DE 1/3 DE OITAVA DE INTERESSE	DIFERENÇA ARITMÉTICA ENTRE O $L_{ZEQ,T,FHZ}$(1/3) DA BANDA DE INTERESSE E O $L_{ZEQ,T,FHZ(}$(1/3) DE CADA BANDA ADJACENTE
25 Hz a 125 Hz	≥ 15 dB
160 Hz a 400 Hz	≥ 8 dB
500 Hz a 10000 Hz	≥ 5 dB

Fonte: NBR 10.151 (ABNT, 2019).

No método simplificado, de acordo com a norma, se o valor medido de LAeqT for inferior ao limite estabelecido (RLAeq) o nível medido é considerado aceitável. Entretanto, se caso LAeqT for superior ao limite estabelecido deve-se avaliar as três situações a seguir.

Quadro 6.1-37 – ***Avaliação da pressão sonora quando o som total é superior ao limite.***

SITUAÇÃO	CONDIÇÃO	CONCLUSÃO
1	L_{AeqT} (total) - L_{AeqT} (residual) < 3 db	Informa-se que não é possível atribuir responsabilidade à fonte sonora objeto de avaliação pelos níveis sonoros medidos.
2	3 db < L_{AeqT} (total) - L_{AeqT} (residual) < 15 db	Deve-se calcular o nível sonoro específico (L_{AeqT} (específico)) conforme a equação: $$LAesp = 10\ x\ \log_{10}\left(10\frac{Ltot}{10} - 10\frac{Lres}{10}\right)$$
3	L_{AeqT} (total) - L_{AeqT} (residual) > 15 db	Assume-se que o L_{AeqT} (específico) é igual ao L_{AeqT} (total), onde considera-se que o som específico é completamente dominante e o som residual[3] é desprezível

Fonte: MAUAL DE PROACUSTICA - CETESB, 2023

Nas situações 2 e 3 compara-se o LAesp com os valores limites estabelecidos na norma NBR 10151:2019 (Atualizada em 2020) para verificar se há o seu atendimento ou não.

A figura a seguir apresenta o fluxograma de avaliação pelo método simplificado.

[3] Seguindo os termos e definições descritos na NBR 16.313 (ABNT, 2014), o som residual é o som remanescente do som total em uma dada posição e em uma dada situação quando são suprimidos os sons específicos em consideração.

Figura 6.1-79 - Avaliação pelo método simplificado.



A avaliação pelo método detalhado é aplicada para avaliação sonora decorrente de sons contínuos, intermitentes, impulsivos ou tonais.

A avaliação é realizada pela comparação do nível corrigido LR calculado a partir do LAeq,T(total) medido com a contribuição do(s) som(ns) proveniente(s) da(s) fonte(s) objeto de avaliação, no respectivo período/horário, com os limites de RLAeq em função do uso e ocupação do solo no local da medição. Considera-se aceitável o resultado do LR quando este for menor ou igual ao estabelecido no apresentado no tópico de Padrões e índices comparativos.

O LR é calculado conforme equação abaixo:

$$LR = LAeq + KI + KT$$

Onde,

LAeq é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A associado à(s) fonte(s) sonora(s) objeto de avaliação para sons contínuos ou intermitentes;

KI é igual a 5 quando for caracterizado som impulsivo; e

KT é igual a 5 quando for caracterizado som tonal.

A Norma ainda contempla que quando o LR calculado a partir do LAeqT(total) for superior ao limite de RLAeq, para a área e o horário em questão, estabelecido no tópico Padrões e índices comparativos localizado a seguir, a avaliação deve ser realizada pela comparação do nível corrigido LR calculado a partir do nível de pressão sonora específico LAesp da(s) fonte(s) sonora(s) objeto da avaliação. Considera-se aceitável esse resultado (LR calculado a partir do LAesp) quando este for menor ou igual ao previsto no presente no tópico sobre Padrões e Índices Comparativos.

Se caso LR for superior ao limite estabelecido deve-se avaliar os valores de LAeq nas três situações a seguir.

Quadro 6.1-38 – Avaliação da pressão sonora quando o som total é superior ao limite.

SITUAÇÃO	CONDIÇÃO	CONCLUSÃO
1	L_{AeqT} (total) - L_{AeqT} (residual) < 3 db	Informa-se que não é possível atribuir responsabilidade à fonte sonora objeto de avaliação pelos níveis sonoros medidos.
2	3 db < L_{AeqT} (total) - L_{AeqT} (residual) < 15 db	Deve-se calcular o nível sonoro específico (L_{AeqT} (específico)) conforme a equação: $$LAesp = 10\ x\ \log_{10}\left(10\frac{Ltot}{10} - 10\frac{Lres}{10}\right)$$
3	L_{AeqT} (total) - L_{AeqT} (residual) > 15 db	Assume-se que o L_{AeqT} (específico) é igual ao L_{AeqT} (total), onde considera-se que o som específico é completamente dominante e o som residual é desprezível

Fonte: MAUAL DE PROACUSTICA - CETESB, 2023

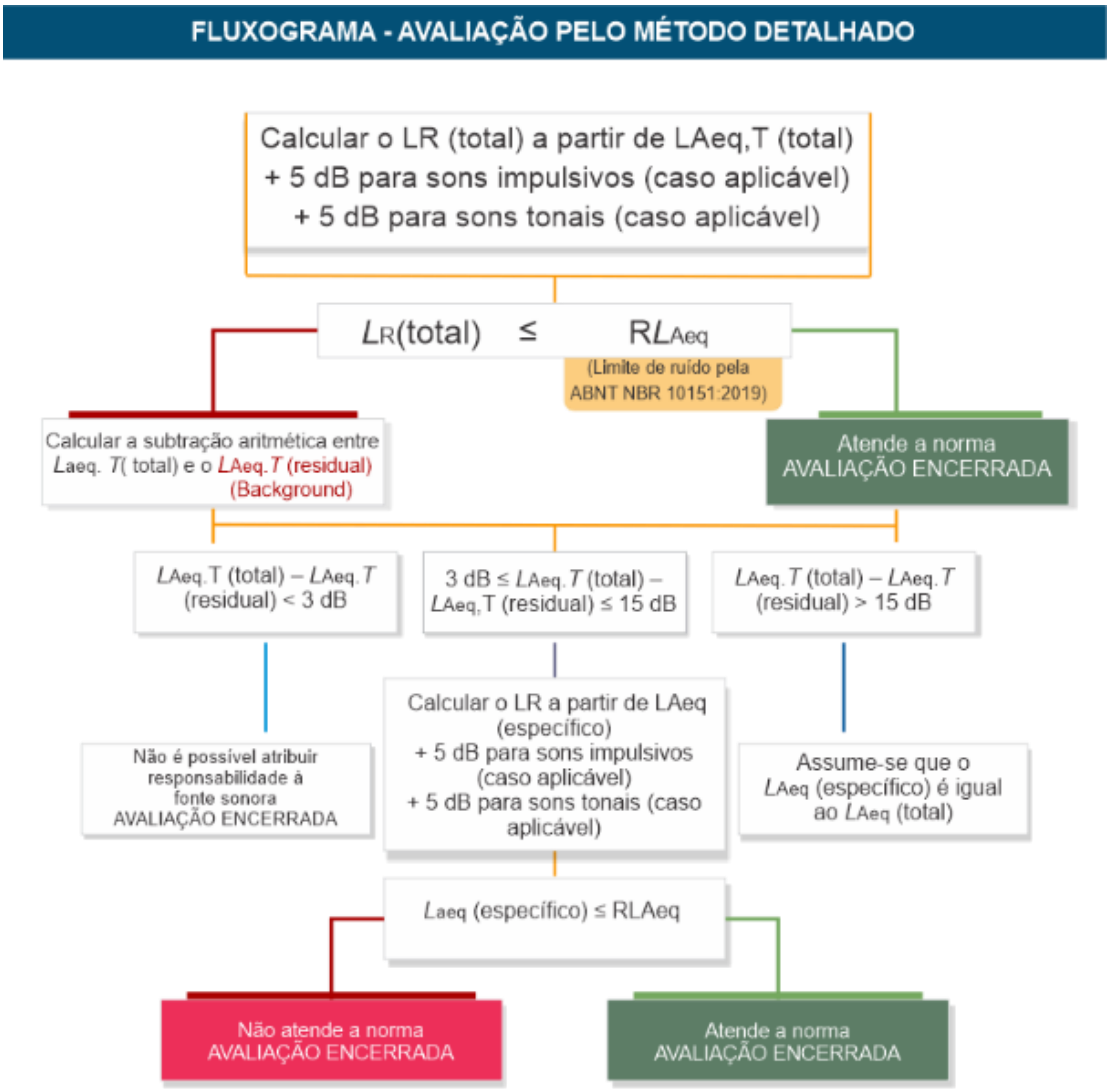
Nas situações 2 e 3 compara-se o LR (específico) a partir do LAesp calculado com os valores limites estabelecidos na norma NBR 10151/2019 para verificar se há o seu atendimento ou não.

O LR específico é calculado conforme equação abaixo:

$$LRespecifico = LAesp + KI + KT$$

A figura a seguir apresenta o fluxograma de avaliação pelo método detalhado.

Figura 6.1-80 - Avaliação pelo método detalhado.



O método de monitoramento de longa duração é aplicável para fins de planejamento urbano e para monitoramento por 24h.

Na ocorrência de sons intrusivos, os níveis de pressão sonora decorrentes de sua contribuição devem ser excluídos. Este requisito deve ser considerado nas medições de som total, específico e residual.

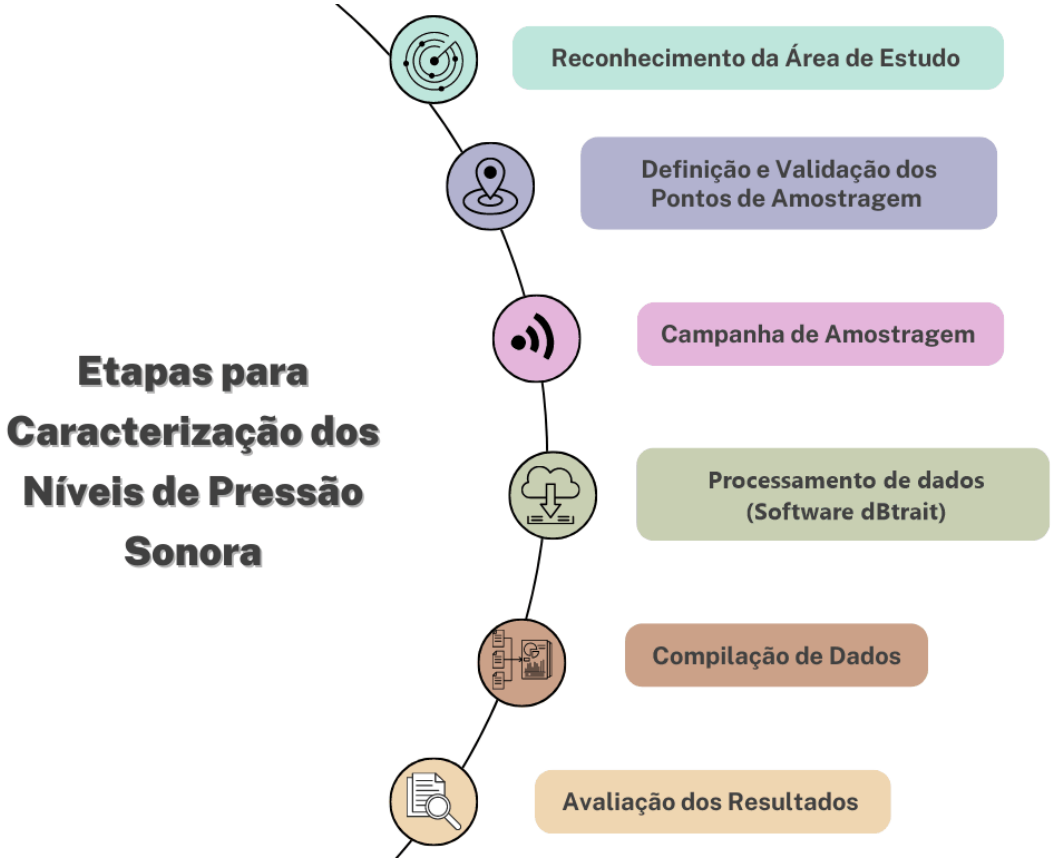
Cabe destacar que este relatório tem como objetivo a caracterização dos níveis de ruído na área próximo a implantação do Projeto CTR Metropolitana. Dessa forma, os valores apresentados representam o nível de pressão sonora residual, uma vez que ainda não há a presença do objeto de análise (atividade de implantação e operação do projeto). Em outras palavras, será realizada apenas a caracterização do ambiente sonoro, classificando

os sons registrados em impulsivos e/ou totais, quando aplicável. A comparação com os limites estabelecidos pela ABNT NBR 10151/2019 será feita apenas de forma referencial, com o intuito de contextualizar os níveis sonoros observados.

6.1.5.1.3 Metodologia de Amostragem

A caracterização dos níveis de ruído nas áreas próximas ao Projeto CTR Metropolitana compreendeu algumas etapas, conforme é apresentado na figura abaixo as quais serão detalhadas nos itens seguintes.

Figura 6.1-81 - Resumo metodológico da caracterização dos níveis de ruído.



Para o levantamento dos dados primários foi realizado inicialmente um trabalho de reconhecimento da área e avaliação dos possíveis pontos a serem adotados para caracterização dos níveis de ruído.

Para as medições das pressões sonoras foi utilizado um medidor de nível sonoro de Classe I com filtro de 1/1 e 1/3 de oitavas FUSION da marca ACOEM, em conformidade com a norma IEC 60651:1979, IEC 60804:2000, IEC 61260:2014, ANSI S1.4:1983 calibrado pela

CALILAB. O certificado de calibração do sonômetro e do calibrador do sonômetro podem ser conferidos no Anexo III

Foi utilizado nas medições a curva de ponderação “A”, para que o medidor perceba o som como é ouvido pelo ser humano, com circuito de resposta rápida. A opção de filtro de bandas foi ajustado para 1/3 de oitavas, para um detalhamento maior da pressão sonora em cada frequência. O equipamento possui um microfone de eletreto de ½’’ tipo GRAS 40CE, e para que o vento não interfira nos resultados das medições é utilizado um componente esponjoso esférico para abafar o ruído do vento (windscreen).

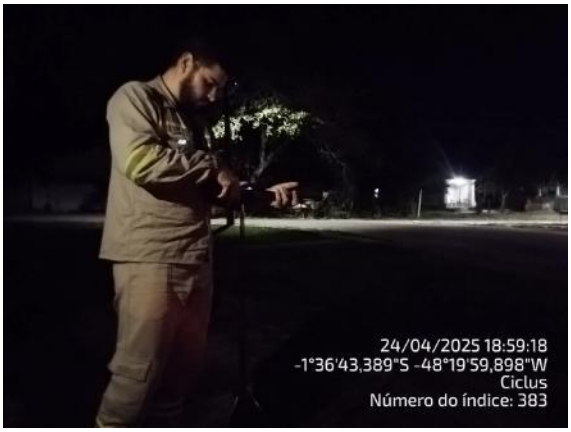
O tempo de duração de cada medição foi de 15 minutos, com intervalos de registros a cada 01 segundo (tempo de integração - T), efetuando também os registros dos máximos e mínimos.

Foi realizada verificação do medidor de Nível de Pressão Sonora (NPS) com calibrador acústico da marca ACOEM, modelo CAL31, em conformidade com a IEC 942 Classe I, antes a cada medição. O registro da aferição do equipamento é apresentado na figura abaixo.

Figura 6.1-82 - Calibração do equipamento de medição antes do início da amostragem.



R1 Diurno



R1 Noturno



R2 Diurno



R2 Noturno



R3 Diurno



R3 Noturno



R4 Diurno



R4 Noturno



R5 Diurno



R5 Noturno



R6 Diurno



R6 Noturno



R7 Diurno



R7 Noturno



R8 Diurno



R8 Noturno

- Padrões e Índices comparativos

Os resultados obtidos neste estudo foram comparados com os Limites de níveis de pressão sonora, conforme estabelecidos na NBR 10.151 (ABNT, 2019). Observa-se que estes níveis de referência dependem do tipo de área onde se situa o receptor e do período do dia (diurno ou noturno), conforme mostrado no abaixo. Para todos os pontos amostrais, considerou-se área de residências rurais.

Quadro 6.1-39 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período.

TIPOs DE ÁREAs	DIURNO dB(A)	NOTURNO dB(A)
Áreas de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista, com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151 (ABNT, 2019).

6.1.5.2 RESULTADOS

Na tabela abaixo são apresentados os valores máximos (Lmx) e os mínimos (Lmn) dos níveis sonoros, os Níveis de Pressão Sonora Equivalente (LAeq), além do nível de ruído corrigido (LR), calculado quando necessária aplicação. Para este relatório, o nível de pressão sonora equivalente (LAeq) e/ ou nível de pressão sonora corrigido (LR) representam o nível de pressão sonora residual (LAeqT (residual)), uma vez que ainda não há a presença do objeto de análise (atividade de implantação e operação do projeto). Além disso, para efeito de comparação, são apresentados também os limites de níveis de pressão sonora (Rating Level - RLAeq) estabelecidos pela ABNT - NBR 10.151/2019, definidos anteriormente para a área do projeto, conforme representações gráficas das medições de ruído apresentadas a seguir. Os laudos gerados pelo equipamento são apresentados no Anexo III.

Tabela 6.1-9 - *Resultados da medição dos níveis de pressão sonora.*

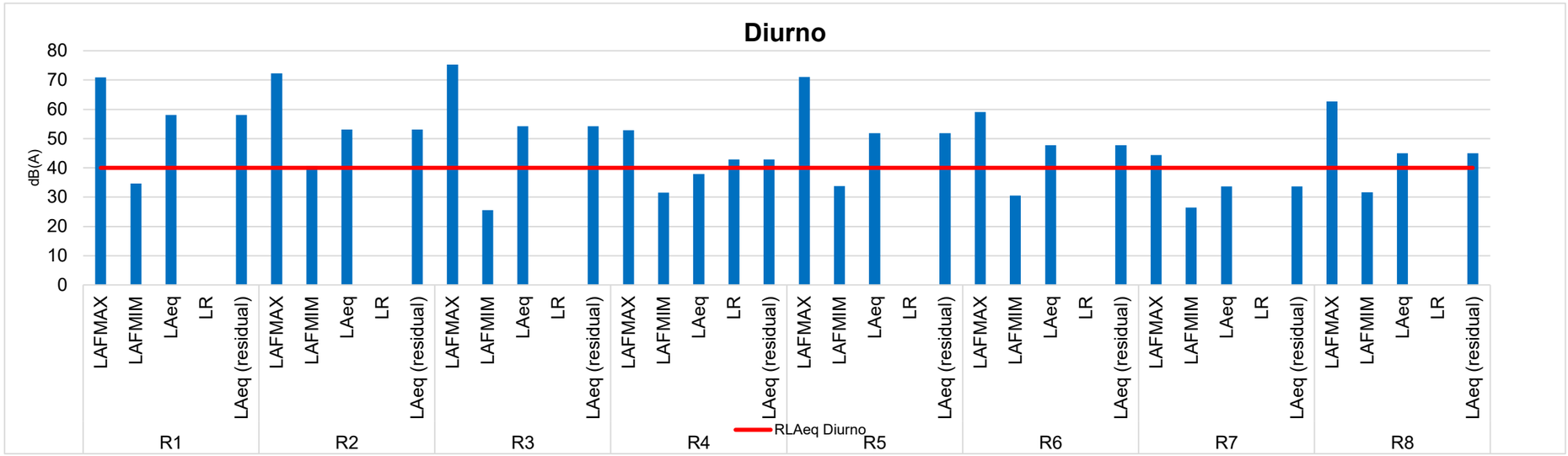
PONTO	TERMINOLOGIA	RESULTADOS [dB(A)]			
		DIURNO	Noturno	RL_{Aeq} Diurno	RL_{Aeq} Noturno
R1	L_{AFMAX}	70,9	75,1	40	35
	L_{AFMIM}	34,6	44,4		
	L_{Aeq}	58,1	59,1		
	L_R	N.A[1]	N.A[1]		
	L_{Aeq} (residual)	58,1	59,1		
R2	L_{AFMAX}	72,3	73,4	40	35
	L_{AFMIM}	40,6	42,3		
	L_{Aeq}	53,1	54,6		
	L_R	N.A[1]	N.A[1]		
	L_{Aeq} (residual)	53,1	54,6		
r3	L_{AFMAX}	75,3	71,6	40	35
	L_{AFMIM}	25,5	36,5		
	L_{Aeq}	54,2	50,9		
	L_R	N.A[1]	N.A[1]		
	L_{Aeq} (residual)	54,2	50,9		
r4	L_{AFMAX}	52,8	71,6	40	35
	L_{AFMIM}	31,5	42,3		
	L_{Aeq}	37,9	50,5		
	L_R	42,9	N.A[1]		
	L_{Aeq} (residual)	42,9	50,5		
R5	L_{AFMAX}	71	64,4	40	35
	L_{AFMIM}	33,8	39,5		
	L_{Aeq}	51,8	48,6		

PONTO	TERMINOLOGIA	RESULTADOS [dB(A)]			
		DIURNO	Noturno	RL_{Aeq} Diurno	RL_{Aeq} Noturno
	L_R	N.A[1]	N.A[1]		
	L_{Aeq} (residual)	51,8	48,6		
R6	L_{AFMAX}	59,1	64,1	40	35
	L_{AFMIM}	30,5	40,9		
	L_{Aeq}	47,7	52,9		
	L_R	N.A[1]	N.A[1]		
	L_{Aeq} (residual)	47,7	52,9		
r7	L_{AFMAX}	44,4	59,0	40	35
	L_{AFMIM}	26,4	52,8		
	L_{Aeq}	33,7	57,4		
	L_R	N.A[1]	62,4		
	L_{Aeq} (residual)	33,7	62,4		
R8	L_{AFMAX}	62,7	65,5	40	35
	L_{AFMIM}	31,6	48,1		
	L_{Aeq}	45,0	50,8		
	L_R	N.A[1]	N.A[1]		
	L_{Aeq} (residual)	45,0	50,8		

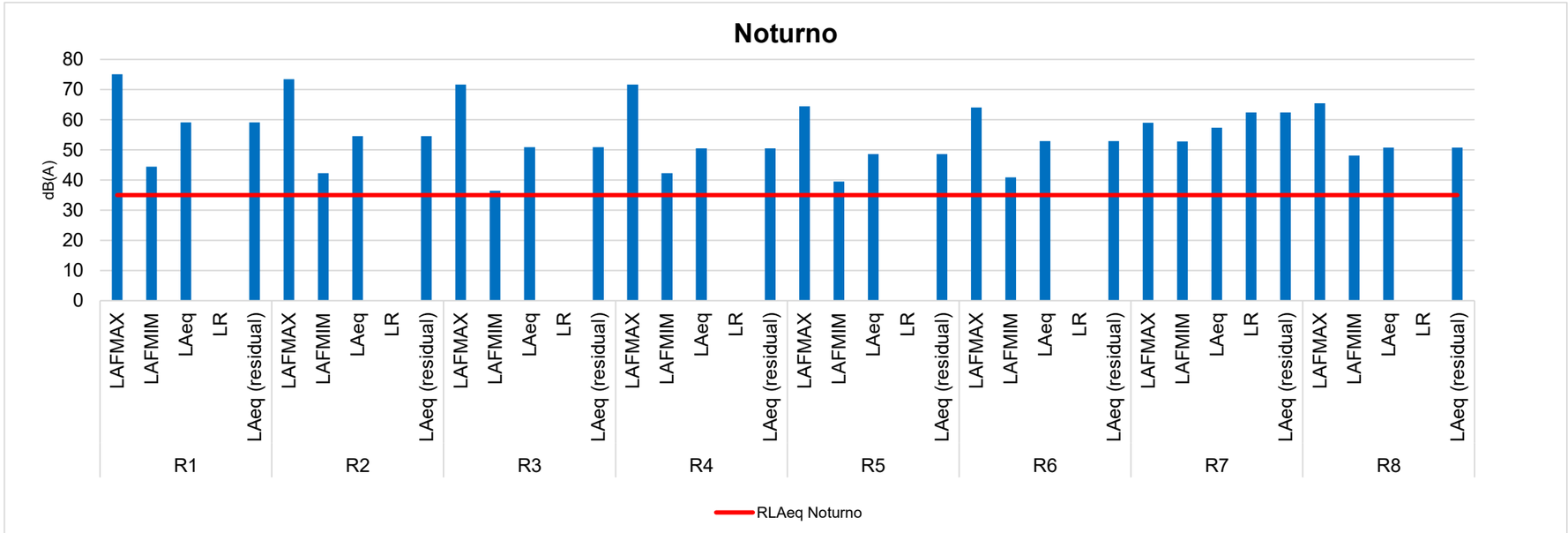
1 – A medição não apresenta características impulsivas e tonais

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-83 - Representação gráficas dos resultados dos níveis de ruído.



a)



(b)

As medições diurna e noturna nos 8 pontos amostrais no entorno do Projeto CTR Metropolitana não apresentaram características impulsivas. Durante as medições foram detectados sons de pássaros que, embora possam ser altos, normalmente têm modulação natural (variações suaves ou repetitivas) e não se encaixam como "impulsivos" do ponto de vista técnico da norma. Por sua vez, sons de veículos automotores, como carros e motos são contínuos ou intermitentes e têm variação gradual de intensidade conforme aceleração, frenagem ou distância, não apresentando picos abruptos típicos de som impulsivo.

A medição diurna do ponto R4 e a medição noturna do ponto R7 apresentaram características tonais, evidenciadas pela identificação de picos sonoros bem definidos nas frequências de 6300 Hz (28,1 dB) e 1600 Hz (39,6 dB), respectivamente. Ambos os pontos apresentam presença significativa de vegetação que são ambientes propícios à presença de insetos como grilos e cigarras. Esses insetos emitem sons contínuos e com frequências bem definidas que, a depender quantidade e da distância do equipamento de medição, podem justificar a ocorrência de componentes tonais nas medições realizadas.

Conforme os critérios estabelecidos para sons tonais pela ABNT NBR 10.151:2019, necessitou-se de uma correção de mais 5 dB (L_R):

- R4 diurno: de 37,9 dB para 42,9 dB;
- R7 noturno: de 57,4 dB para 62,4 dB;

No abaixo é apresentado os valores dos níveis de pressão sonora identificados na frequência Z com destaque ao nível responsável pela classificação tonal.

Por fim, a nível comparativo, com exceção da medição diurna do ponto R7, todas medições realizadas evidenciaram um nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) acima do limite de R_{LAeq} definido pela ABNT NBR 10.151/2019 nos períodos de medição. A seguir será descrita a paisagem sonora dos pontos de medição, apresentando também as fontes sonoras identificadas durante as medições.

Quadro 6.1-40 - Níveis de pressão sonora identificados nas bandas da frequência Z de medição.

PONTO	BANDAS NA FREQUÊNCIA Z																						
	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
R1 Diurno	52,9[1]	56,4	58	61,6	62,7	60,9	58,3	56,1	52,4	49,1	47,6	45,9	46,5	46	45,4	45,5	44,8	43,8	42,9	41	39,3	38,5	38,1	35,7
R1 Noturno	59,8	61,3	59,7	62,7	62	62,2	60,7	56,2	53,7	53,9	50,3	47,8	47,8	47	44,8	43,9	43,1	42,4	41,4	42,7	41,4	39,6	43,1	31,9
R2 Diurno	52,7	54,3	52,9	51	55,4	49,5	47,7	48,9	45	45,6	45,1	45,1	43,6	43	43,4	41,9	39	39,8	37,7	34,8	32,5	30,6	28,8	26,4
R2 Noturno	53,1	53,8	51,1	56,9	54,7	53,9	54,1	51	49,8	49,4	44,6	43,5	41,8	40,4	40,4	39,2	37,8	37,5	36,1	44,7	45,1	33,1	35,9	28,1
R3 Diurno	51,3	51,2	49,6	50,3	52,4	55,2	56,4	53	49,9	49,8	47,3	44,4	43,1	41,8	41,4	39,2	37,4	37	35,5	34,3	33	32	29,6	27,6
R3 Noturno	44,9	49,7	44,8	47,6	50,4	52	53,3	49,1	47	43,8	41,8	38,1	36,7	36,1	36,3	35,6	35,9	35,2	35,5	35,5	33,3	31,8	40	41,5
R4 Diurno	43,4	39,7	39,9	36,3	36,6	35,8	34,6	31,1	33,7	29,5	28,9	27,2	25,9	25,8	25,2	25,3	26,1	25,1	23,7	22,5	21	28,1	19,9	14,2
R4 Noturno	40,5	40,9	41,1	38,6	37,1	34,7	35,7	35	35	36	36,8	38	40,3	41,2	41,6	40,9	39,1	37,5	35,4	32,6	34,1	35	41,1	42,3
R5 Diurno	51,3	53,2	54,9	55,8	55,5	54,5	54,6	53,2	48,3	46,6	41,2	36,9	36,9	35,5	34,9	34,1	33,2	32,6	31,9	31,1	28,7	34	36,3	36
R5 Noturno	50,4	50,5	51	49,2	47,1	46,3	44,3	41,1	38,7	37,1	34,6	34,5	36,3	36,5	37,7	36,5	34,4	35,9	33,5	31,4	30,5	35	42,1	42
R6 Diurno	47,5	41,4	46,8	47,4	47,7	43,5	38,5	36,7	34,4	33,3	34,2	39,6	38,2	32,7	36,4	36	38,5	35,4	36,3	34,5	32,8	32,2	32,1	30,6
R6 Noturno	56,4	60,4	52,6	51,2	51,7	47,5	46,8	42,2	40,9	40,6	41,9	41,8	42,1	44	44,3	42,4	42,5	39,6	37,3	38,7	38,9	35,2	32,7	27,7
R7 Diurno	23,9	22,7	20,5	25	18,3	17,9	17,8	16	14,7	14,5	15,5	16,5	16,1	16	18,3	19,8	19,2	19	22,7	22,4	22,1	29,2	26,9	16,5
R7 Noturno	28,1	28,7	22,2	19,1	20,1	19,1	16,7	15,7	17,1	21,9	18,7	17,1	21,1	26,2	33,5	39,6	19,6	26,4	40,6	46,2	43,2	55,6	51,9	33,9
R8 Diurno	38,1	40,2	41,4	42,1	40,7	37,9	34,2	33,4	31,7	27,9	27,1	35,4	34,4	31	40,3	36,2	28,2	27,9	27,9	28,8	27,7	32,4	29,3	20,7
R8 Noturno	48,8	46,9	43	40	42,3	40,2	38,8	36	34,2	33,4	32,4	33,2	34,4	34,6	35,4	35,5	33,6	34,1	36,1	41,8	38,1	46,6	44,5	22,4

1 – A unidade para os valores apresentados é Decibéis (dB).
Fonte: Terra, 2025.

6.1.5.2.1 Paisagem sonora

A paisagem sonora corresponde ao conjunto de sons presentes em um ambiente específico, originados da interação entre elementos naturais e/ou atividades humanas. Este termo foi usado por Murray Schafer como forma de definir o conjunto de sons de um ambiente, abrangendo os sons considerados agradáveis e desagradáveis, de acordo com a percepção de um ouvinte (PEREIRA; GONÇALVES; OITICICA, 2023). Esse conceito é fundamental para compreender como os diferentes sons interagem entre si e influenciam a percepção do espaço, permitindo a identificação de fontes sonoras residuais (constantes e típicas do local), fontes sonoras intrusivas (eventos atípicos e não representativos do ambiente) e fontes sonoras associadas ao empreendimento em análise.

A seguir, descreve-se a paisagem sonora observada nos pontos de medição, com a identificação das principais fontes responsáveis pela emissão de ruídos classificados como residuais.

6.1.5.2.1.1 R1

A paisagem sonora do ponto R1 reflete um ambiente comunitário ativo, com sons característicos do cotidiano da comunidade do Nínive, como o roçar da grama e ruídos provenientes do comércio local. Há também registro frequente de movimentação de veículos, incluindo carros e motocicletas, compondo um cenário urbano típico. Foi excluído da medição o som de uma motocicleta com volume extremamente elevado, possivelmente sem escapamento, por se tratar de um som intrusivo.

Durante a noite, o ambiente sonoro mantém-se dinâmico, com sons de veículos (carros, motos e ônibus) e ruídos associados a atividades da comunidade, como cultos realizados na igreja. No geral, o ponto R1 se caracteriza por ser bastante movimentado nos dois períodos, com predominância de sons antrópicos contínuos.

6.1.5.2.1.2 R2

A paisagem sonora do ponto R2 evidencia um ambiente de acesso movimentado, com intensa passagem de veículos ao longo do dia. Foram excluídos da medição os sons de uma motocicleta com escapamento modificado e ruídos próximos demais ao equipamento, como o fechamento de uma porta, conversas de pessoas e a passagem

muito próxima de um carro, por se tratar de sons intrusivos que não representam o padrão acústico do local.

Durante o período noturno, embora o tráfego de veículos persista, há registro também da passagem de ônibus e ruídos de rota aérea, além de sons naturais, como os emitidos por cigarras e grilos. A combinação desses elementos define uma paisagem sonora mista, com presença tanto de fontes naturais quanto antrópicas.

6.1.5.2.1.3 R3

No período diurno, o ponto R3 encontra-se em uma via comum, com sons provenientes do fluxo moderado de veículos, incluindo carros e motocicletas.

À noite, o padrão se mantém, com registro de veículos e sons naturais provenientes de cigarras e grilos, além de uma atmosfera sonora mais estável. Foi excluído da medição o som de uma buzina de moto emitido muito próximo ao equipamento, classificado como intrusivo.

6.1.5.2.1.4 R4

A paisagem sonora no período diurno do ponto R4 se caracteriza por movimentação frequente de veículos em via comum, com registro também de sons naturais como cigarras, grilos e pássaros. Foi registrada também a passagem de um avião.

Durante a noite, o ponto mantém-se movimentado, com tráfego de veículos e sons naturais semelhantes aos do período diurno. Foram excluídos da medição ruídos considerados intrusivos, como trovões, devido ao tempo nublado, e buzinas de motocicletas próximas ao equipamento. Trata-se de uma área com presença abundante de vegetação densa, o que influencia diretamente na tonalidade da paisagem sonora.

6.1.5.2.1.5 R5

A paisagem sonora no período diurno do ponto R5 inclui passagem constante de veículos (motos, carros e ônibus), sons das atividades cotidianas da comunidade e de animais de criação, como galos. Sons atípico de uma construção ao lado de uma igreja foram excluídos da medição por serem classificados como intrusivos.

Durante a noite, a movimentação de veículos também é moderada, incluindo caminhões, associada a ruídos de atividades comunitárias e sons naturais (cigarras e grilos). Foram excluídos da medição conversas próximas, passagem de carro junto ao equipamento e som amplificado de autofalante veicular.

6.1.5.2.1.6 R6

No ponto R6, a paisagem sonora diurna é composta por fluxo contínuo de veículos e sons relacionados às atividades da comunidade, com presença de animais domésticos como cães. O latido de um cachorro muito próximo ao equipamento foi excluído da medição.

Durante a noite, a intensidade sonora mantém-se com movimentação de carros, motos e ônibus, além de sons humanos do entorno. Foram excluídos ruídos provocados por uma motocicleta sem escapamento e por uma buzina acionada nas proximidades do equipamento.

6.1.5.2.1.7 R7

O ponto R7 está situado em área com vegetação abundante. A paisagem sonora diurna é caracterizada por sons naturais, como os cantos de pássaros. À noite, predominam os sons típicos de áreas vegetadas, como cigarras e grilos. Trata-se de um ambiente com forte influência natural, apresentando baixa presença de ruídos antrópicos.

6.1.5.2.1.8 R8

A paisagem sonora do ponto R8 no período diurno revela menor intensidade de tráfego em comparação aos demais pontos, com registros de passagem de carros e motos, atividades da comunidade e sons de animais de criação, como galos. Durante a noite, os padrões se mantêm, com presença contínua de veículos, ainda que em menor escala, e ruídos naturais característicos, como os de grilos e cigarras.

6.1.5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos por meio das medições realizadas, verificou-se que com exceção da medição diurna do ponto R7, todas medições realizadas evidenciaram um nível de pressão sonora acima do limite definido pela ABNT NBR 10.151/2019. As medições acústicas realizadas nos oito pontos de amostragem, distribuídos entre áreas com diferentes características de ocupação e uso do solo, revelam um panorama sonoro variado, marcado principalmente pela presença de sons contínuos provenientes da movimentação veicular, atividades comunitárias e manifestações naturais da fauna local. Os pontos, por se localizarem próximos a vias de acesso ou inseridos em comunidades apresentaram maior influência de fontes antrópicas, como tráfego de carros, motos, ônibus, além de ruídos gerados por atividades humanas, como cultos religiosos, comércio local e sons de animais de criação.

Assim, o diagnóstico realizado contribui para a compreensão das condições acústicas atuais da área de influência do Projeto CTR Metropolitana, subsidiando a avaliação dos possíveis impactos sonoros da implantação e operação do empreendimento.

6.1.6 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA, GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

6.1.6.1 ASPECTOS GEOTECTÔNICOS REGIONAIS

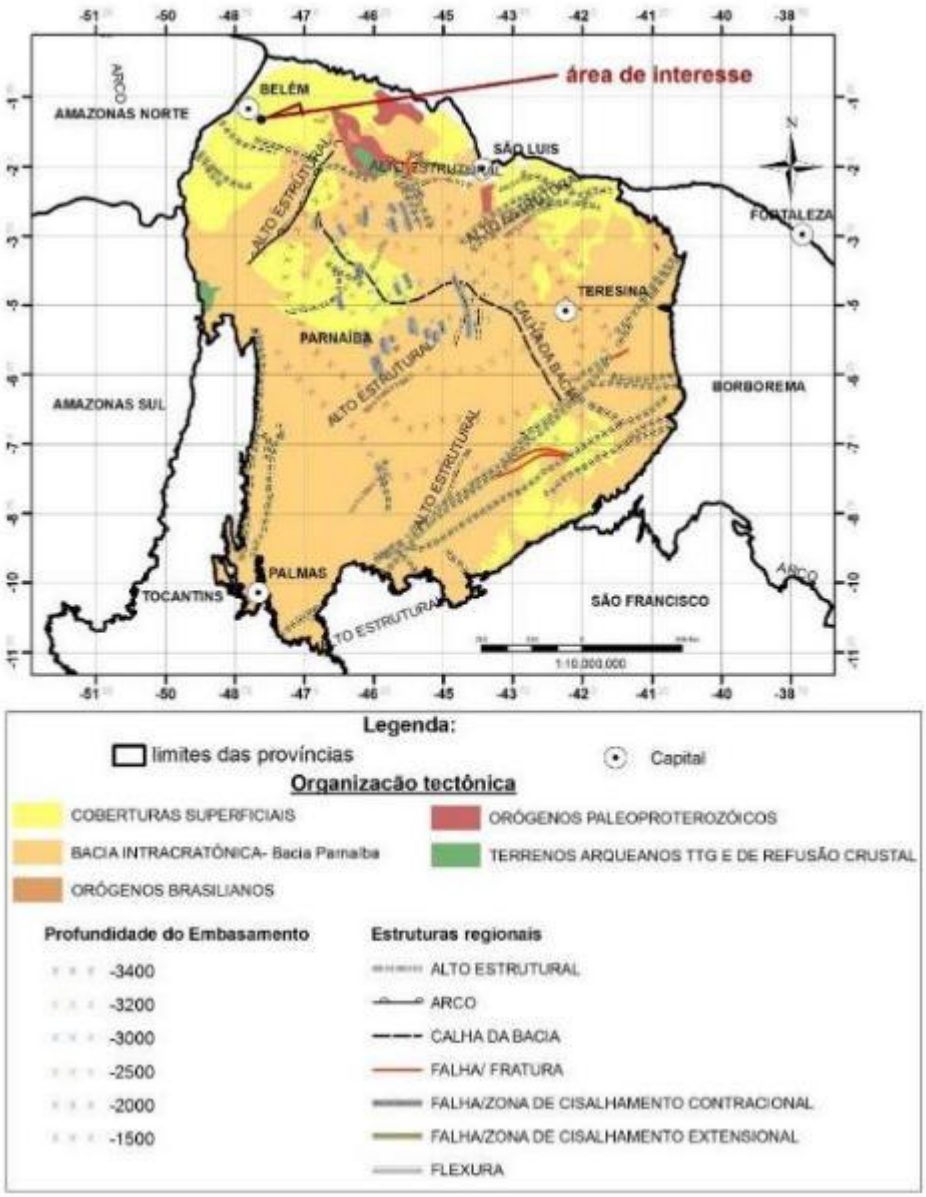
A área alvo deste relatório, está inserida na Província Parnaíba (600.000 km^2) que é coincidente com a da Província Sedimentar do Meio-Norte, sendo limitada a norte pelo Arco Ferrer (Arco São Vicente Ferrer–Urbano Santos–Guamá); a leste pela Falha de Tauá; a sudeste pelo Lineamento Senador Pompeu; a oeste pelo Lineamento Tocantins–Araguaia; e, a noroeste, pelo Arco Tocantins (SILVA, 2003). Esta bacia possui espessura de até 3.500 m, apresenta forma elipsoidal com diâmetros de 1000 km a NE-SW (maior) e 800 km a NW-SE (menor) (BANDEIRA, 2009).

A Bacia do Parnaíba ocupa em grande parte os estados do Piauí e do Maranhão e recobre parcialmente os estados do Pará, Ceará, Bahia, Tocantins e Goiás. Seu substrato consiste em maciços arqueanos (Granja e Goiás), crátons sinbrasilianos (São Luís e Núcleo Cratônico Central), cinturões orogênicos brasilianos (Gurupi, Araguaia e terrenos da Província Borborema). Sobre este substrato, implantaram-se estruturas grabenformes no Mesoproterozoico, Neoproterozoico e no Fanerozoico (Cambro-ordoviciano).

A Bacia do Parnaíba ocupa aproximadamente metade da província Parnaíba em sua parte centro-sul. Ela foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos sendo, portanto, do tipo Fratura Interior/Depressão Interior, ou seja, formada dentro do cráton.

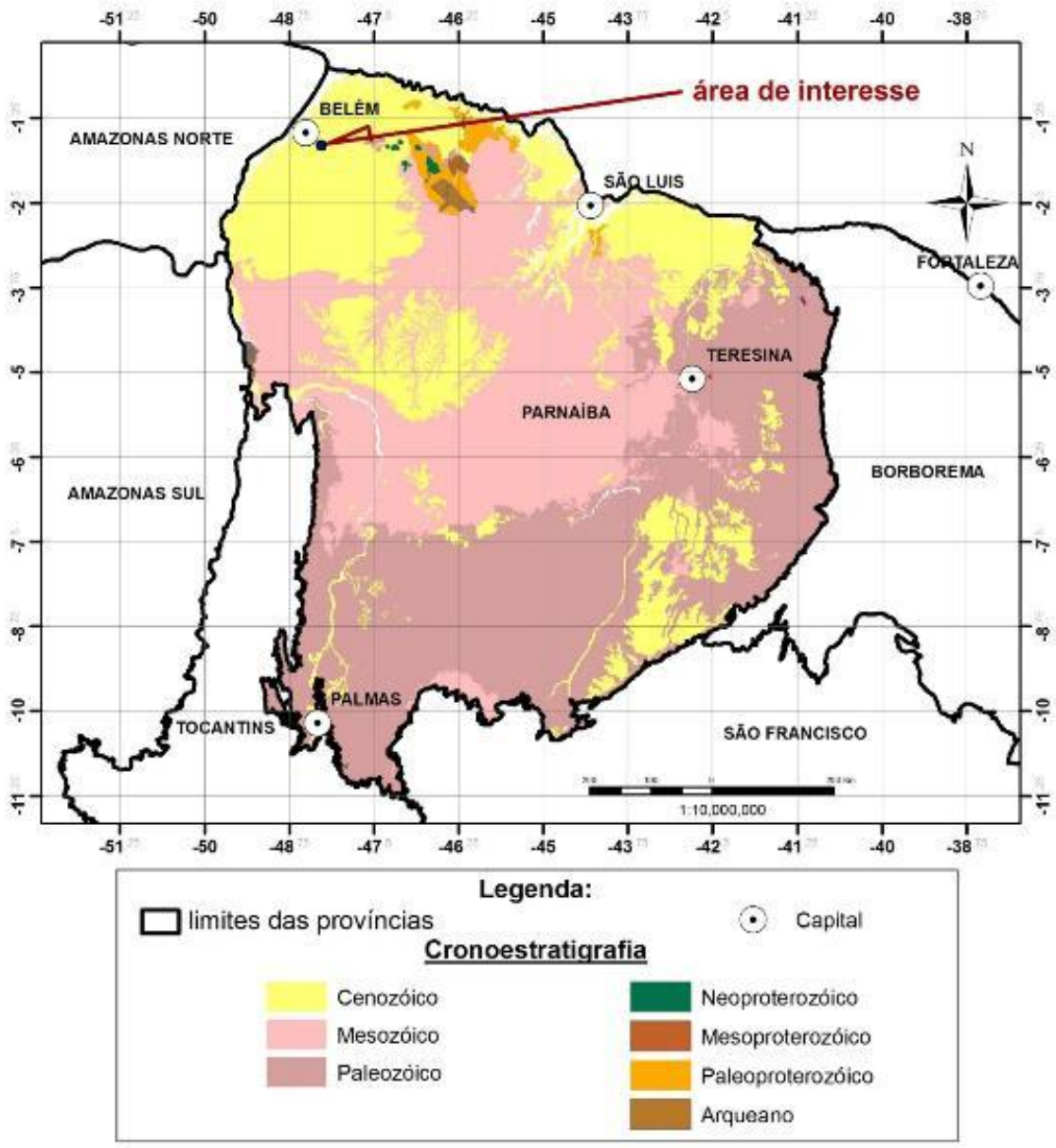
A área de interesse para a instalação do empreendimento está no domínio Cenozoico. O Cenozoico da região nordeste do Pará tem sido caracterizado na literatura pela presença de duas unidades formais (Formação Pirabas e Grupo Barreiras) e outras unidades informais (ex. pós-Barreiras e coberturas holocênicas). No levantamento de campo optou-se pela designação usada na região da Folha Belém (OLIVEIRA, 2011), onde é proposta a unidade Cobertura Detrítica-Laterítica para representar os lateritos e, para classificar os depósitos quaternários continentais, utilizou-se o termo Sedimentos pós-Barreiras, e colúvios e aluviões recebem a designação de Depósitos Atuais.

Figura 6.1-84 - Mapa da província estrutural Parnaíba com seu contexto geotectônico e suas principais estruturas.



Fonte: BASE, Silva, 2003.

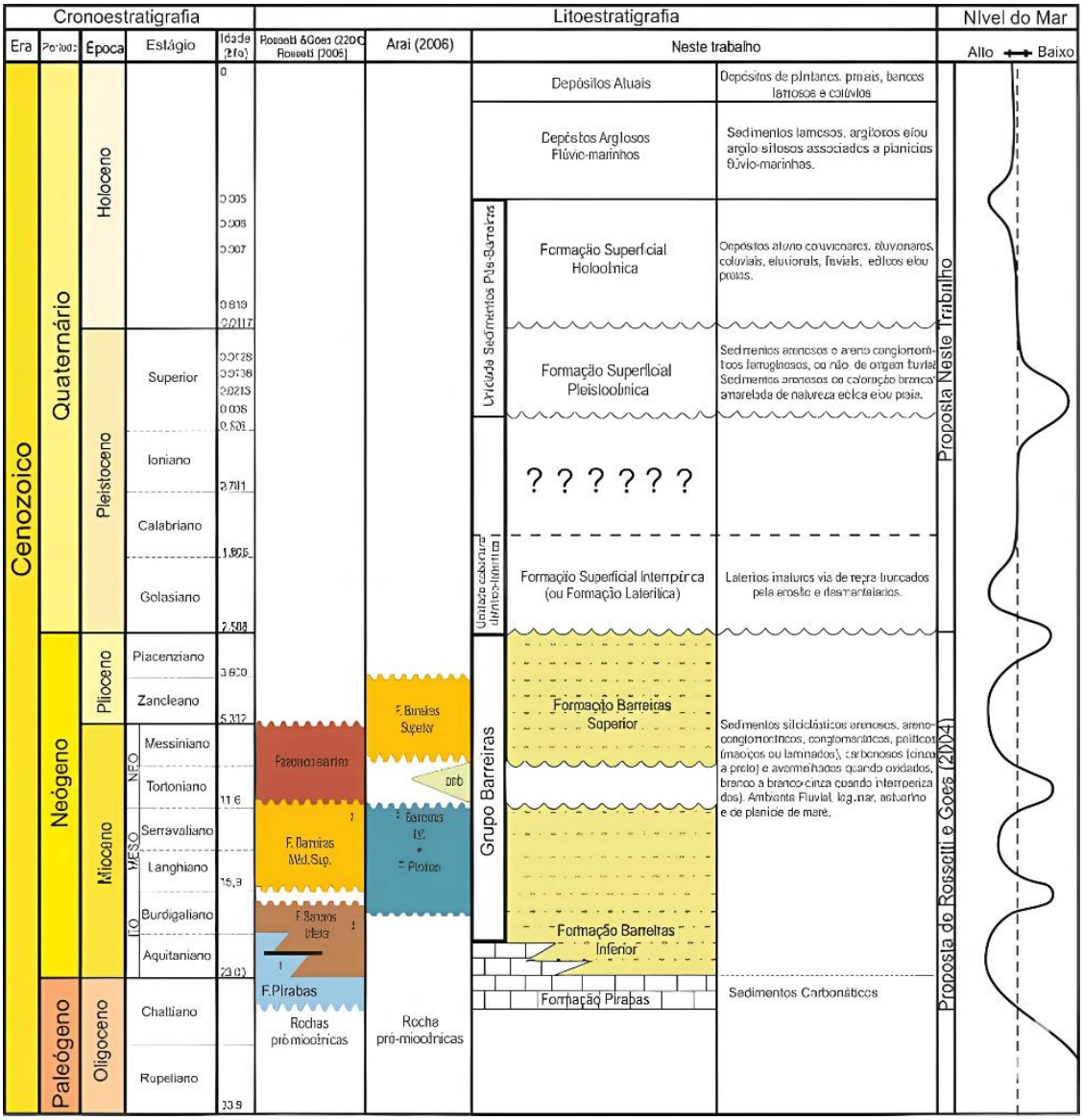
Figura 6.1-85 - Mapa da província estrutural Parnaíba com sua cronoestratigrafia.



Fonte: BASE, Silva, 2003.

Na figura abaixo é apresentada a proposta de classificação litoestratigráfica para a Folha Belém, a qual é compatível com a região de estudo.

Figura 6.1-86 - Classificação litoestratigráfica regional.



Fonte: OLIVEIRA, 2011.

A Formação Pirabas foi mantida na coluna litoestratigráfica, embora não tenham sido registrados afloramentos desta unidade na área de interesse. Esta unidade aflora, principalmente, na região litorânea do nordeste do estado do Pará e é constituída, em geral, por rochas carbonáticas depositadas durante o Mioceno Inferior (GÓES, 1990).

Enquanto no Barreiras dominam argilitos, siltitos e arenitos associados ao material ferruginoso disseminado, bastante lixiviados, o material de Pirabas é constituído por

seção carbonática que ocorre principalmente nas regiões litorâneas do Pará (por vezes, exibindo afloramentos), sendo comum calcarenito, margas e folhelhos cinza-esverdeados (CAVALCANTE, 2007).

O termo "Barreiras" foi proposto para designar sedimentos terrígenos cenozoicos que afloram em grande parte do litoral brasileiro, desde o Amazonas até a região Sudeste, em formas de tabuleiros que encerram em abruptas falésias em direção ao mar. Estas rochas apresentam variação de cor e granulometria, desde argilitos a conglomerados, estando em contato discordante com as rochas do embasamento Pré-Cambriano ou rochas sedimentares mesozoicas. Trabalhos recentes atribuem idade Miocênica para a Formação Barreiras.

Durante muito tempo, a Formação Barreiras era considerada de origem essencialmente continental, no entanto hoje em dia alguns autores consideram como um sistema fluvial meandrante a estuarino, enquanto outros como sistema fluvial do tipo entrelaçado, associado a leques aluviais de clima árido a semiárido

Estudos sistemáticos revelando o caráter marinho da Formação Barreiras começaram a surgir somente a partir dos anos 80 no Pará, indicando deposição a partir de leques aluviais, com prováveis influências de marés na porção mais distal do sistema.

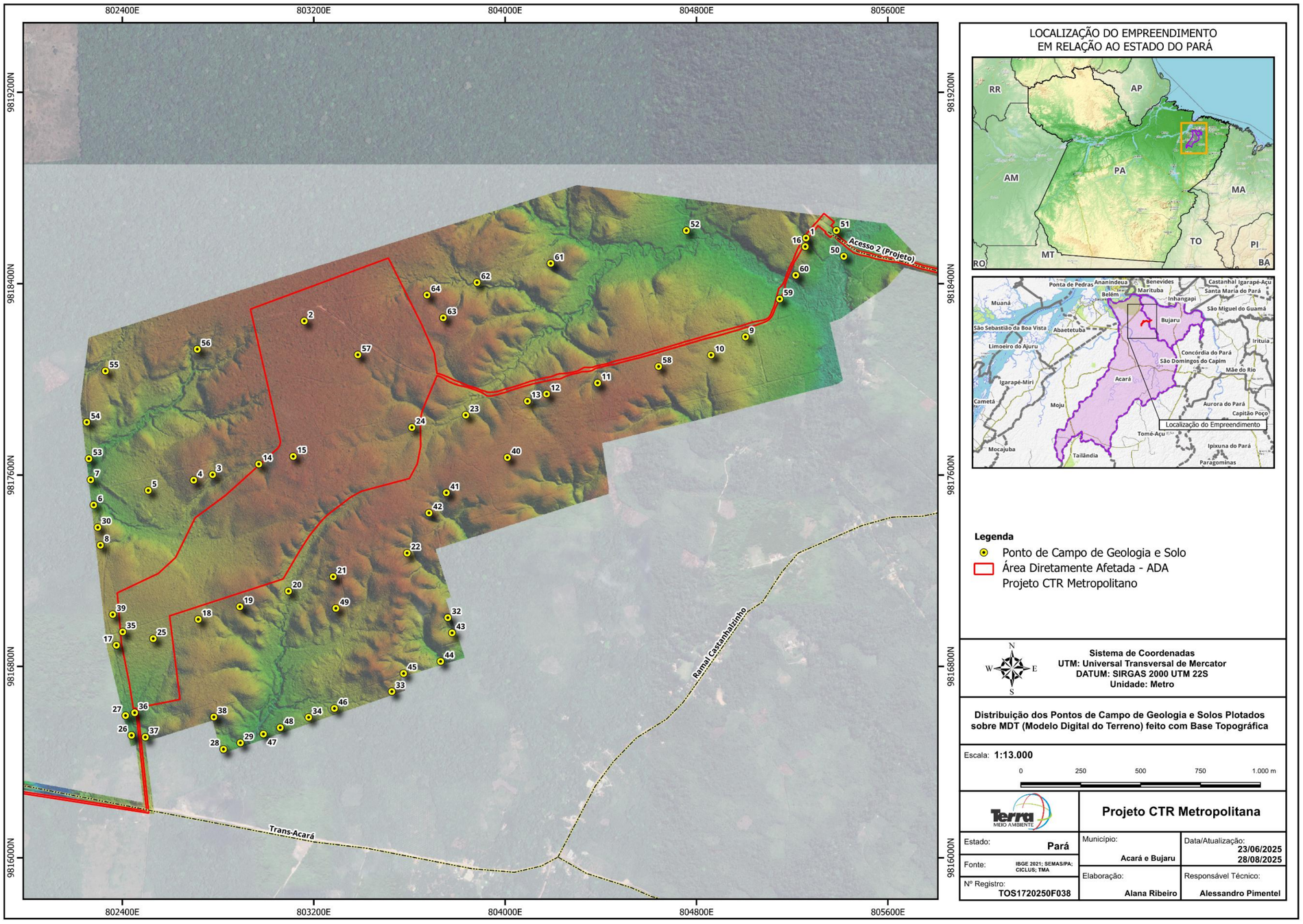
6.1.6.2 GEOLOGIA LOCAL

No trabalho de campo foi verificado através de caminhamentos e sondagens a trado (43) a geologia e solos tanto dentro como fora da ADA. Na questão da geologia, existe o predomínio de material laterítico fragmentado na superfície dificultando outras observações.

Mesmo neste contexto geológico podem ser individualizadas algumas unidades seguindo os padrões da geologia regional (CPRM). Assim, a área vistoriada foi mapeada com as seguintes unidades, da base para o topo:

- Grupo Barreiras
- Unidade Cobertura Detrítica-laterítica
- Sedimentos pós-Barreiras
- Depósitos Atuais

Figura 6.1-87 - Distribuição dos pontos de campo de geologia e solos plotados sobre MDT (modelo digital do terreno) feito com base topográfica.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.6.2.1 Grupo Barreiras

O Barreiras apresenta na região da folha Belém 1:100.000, oito fácies sedimentares: Fácies pelítica laminada, Fácies pelítica maciça, Fácies areno-argilosa com estruturas wavy e lenticular/lisen, Fácies arenosa com estratificação plano paralela, Fácies arenosa com estratificação cruzada acanalada, Fácies arenosa com estratificação cruzada sigmoidal, Fácies arenosa grossa a conglomerática e Fácies conglomerática com clastos de pelito. Na área percorrida, houve identificação da unidade Barreiras em pontos fora da ADA (ponto 50), identificado como sendo litologia da Fácies pelítica laminada e pontos 31, 32 e 33 referentes a Fácies pelítica maciça.

A Fácies pelítica laminada é definida por pelitos finamente laminados e dispostos em camadas por vezes lateralmente contínuas, ocorrendo na forma de pacotes espessos. Apresenta uma laminação fina, cores cinza escura a negra quando não intemperizados ou tem cores vermelha, amarelada, cinza claro e branca quando intemperizados (OLIVEIRA, 2011).

Fácies pelítica maciça é composta de pelitos maciços que apresentam originalmente coloração cinza escuro e quando intemperizada mostram cores variando de vermelha, amarelada a branca. Estes pelitos encontram-se intemperizados e semiendurecidos devido à impregnação de óxi-hidróxido de ferro (OLIVEIRA, 2011). Esta Fácies foi identificada, também localmente, como um solo residual maduro claro endurecido, muito consistente, de difícil trabalhabilidade no trado. A dificuldade do mapeamento em superfície do Grupo Barreiras reside no fato da região estar submetida a um intenso intemperismo tropical.

Figura 6.1-88 - Ocorrência de rocha ferruginosa avermelhada com laminações pretas.

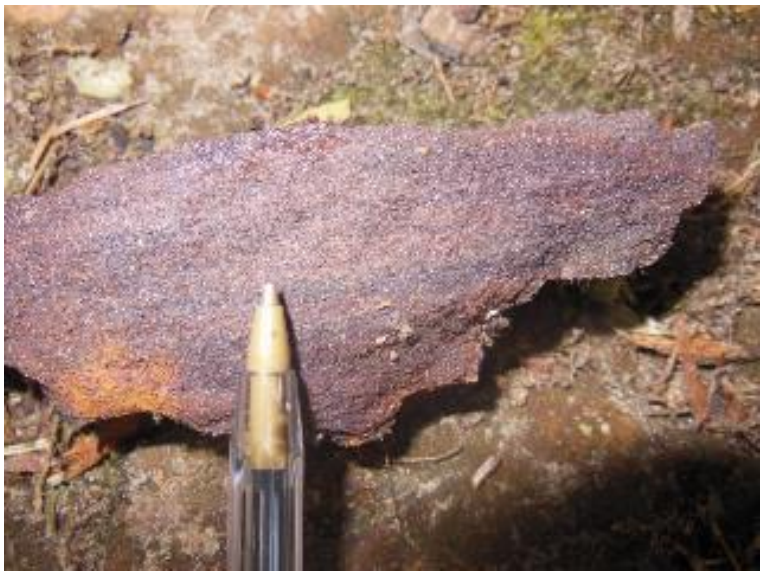


Figura 6.1-89 - Afloramento da Fácies pelítica laminada com foliação.



6.1.6.2.2 Unidade Cobertura Detrítica-laterítica

Os lateritos são produtos geológicos resultantes de processos de lateritização, formados pelo intemperismo atuante sobre qualquer litologia nas superfícies dos terrenos ou próximos destas. Foi considerado dentro desta unidade os dois pontos, 16 e próximo ao 55, onde a crosta está no seu estado original se apresentando com uma camada e todos os pontos onde a crosta laterítica está aflorante, porém fragmentada. Normalmente as crostas estão sotoposta a sedimentos ou elúvios, nestes casos, no mapeamento estes terrenos foram chamados de unidades pós-Barreiras.

Figura 6.1-90 - Ocorrência de camada fraturada de crosta laterítica (ponto 16).



Figura 6.1-91 - Ocorrência de crosta laterítica fragmentada (ponto 21).



6.1.6.2.3 Sedimentos pós-Barreiras

No Holoceno, existem algumas evidências de flutuações do nível do mar na costa nordeste e leste do Brasil, sendo possível correlacionar os Sedimentos pós-Barreiras holocênicos (Depósitos Eólicos/Praiais da Formação Superficial Holocênica) observados na Folha Belém com estas flutuações marinhas que igualmente alcançaram a costa paraense. A Unidade Sedimentos pós-Barreiras (Pleistoceno- Holoceno) é subdividida em Formação Superficial Pleistocênica que incluem os depósitos fluviais de paleocanais e os depósitos eólicos/praiais; e em Formação Superficial Holocênica que representa os depósitos sedimentares formados por processos desenvolvidos sobre o continente (aluviões, colúvios e elúvios) e/ou próximos à costa (depósitos eólicos/praiais) (OLIVEIRA, 2011).

A Formação Superficial Pleistocênica não foi identificada na área vistoriada. Os sedimentos areno-argilosos a argilo-arenosos amarelados a alaranjados, que pela sua posição estratigráfica, ou seja, sobrepostos a Unidade Cobertura Detrítica-laterítica (Figura a seguir), foram considerados como sedimentos pós-Barreiras da Formação Superficial Holocênica (Depósitos Eluviais/Unidade Pedogenética), no entanto, superficialmente sobre os elúvios, não se descarta a contribuição de sedimentos aluviais, no caso, as coberturas areno-argilosos a argilo-arenosos bege claros.

Ressalta-se que apesar de enquadrar como sedimentos pós-Barreiras esta unidade areno-argilosos a argilo-arenosos bege claros a amarelados, alaranjados, avermelhados podem ser evolução pedogenética da Cobertura Detrítica-laterítica, ou seja, são os elúvios desta formação.

Considerando a evolução do relevo, provavelmente as crostas evoluíram para solos amarelados, alaranjados a avermelhados argilo-arenosos através de processo pedogenético, e no evoluir da denudação do relevo, houve a formação de níveis de material transportado oriundos da evolução destas crostas lateríticas, encobrindo as formações eluviais.

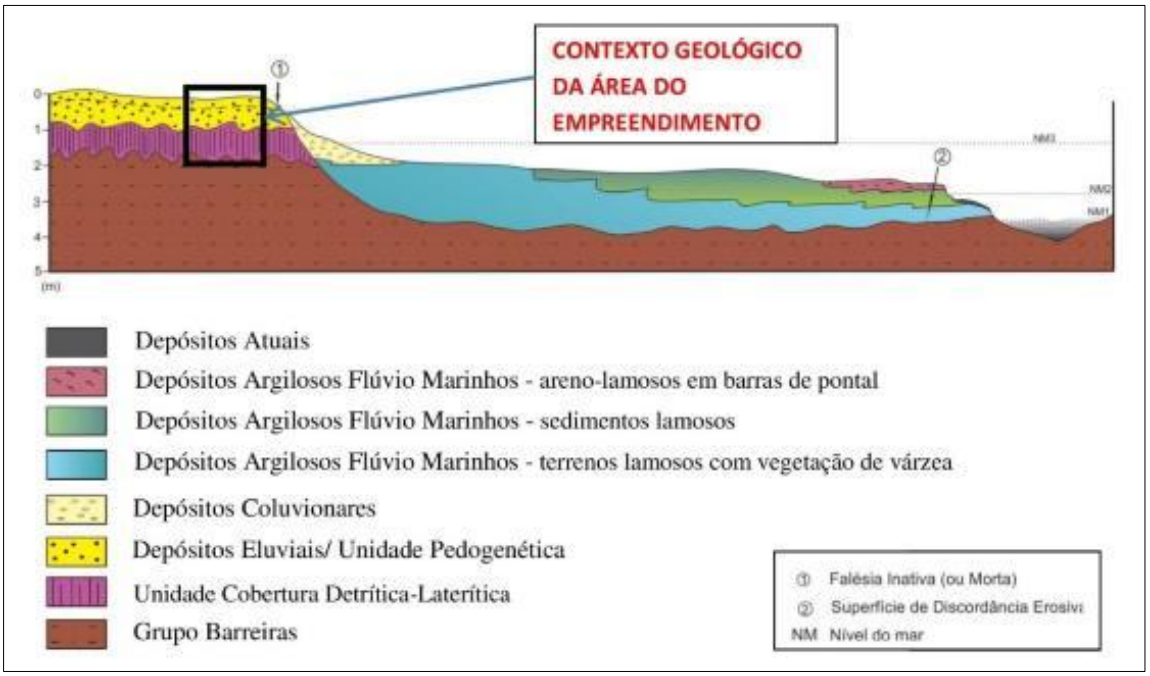
Existem significativas evidências de que os lateritos da Amazônia estão sob os efeitos de intenso intemperismo químico, sendo instáveis, portanto, ao clima tropical holocênico reinante em quase toda região. O produto deste intemperismo é um latossolo amarelado, o qual localmente ainda apresenta porções reliquiares da rocha-mãe

laterítica (crosta ferruginosa, bauxita etc.), correspondendo, assim, a um novo horizonte saprolítico (Oliveira, 2011).

Figura 6.1-92 - Solo amarelado/alaranjado na ponta de trado com fragmentos avermelhados resultantes do intemperismo de crosta laterítica (ponto 9 – 2,7 m de profundidade).



Figura 6.1-93 - Perfil esquemático adaptado (Oliveira, 2011) ilustrando as relações de contatos entre as unidades cenozoicas. Certamente, por questão de escala, faltou a amada de sedimentos atuais transportados sobre os elúvios, que é bastante expressiva na área de interesse.



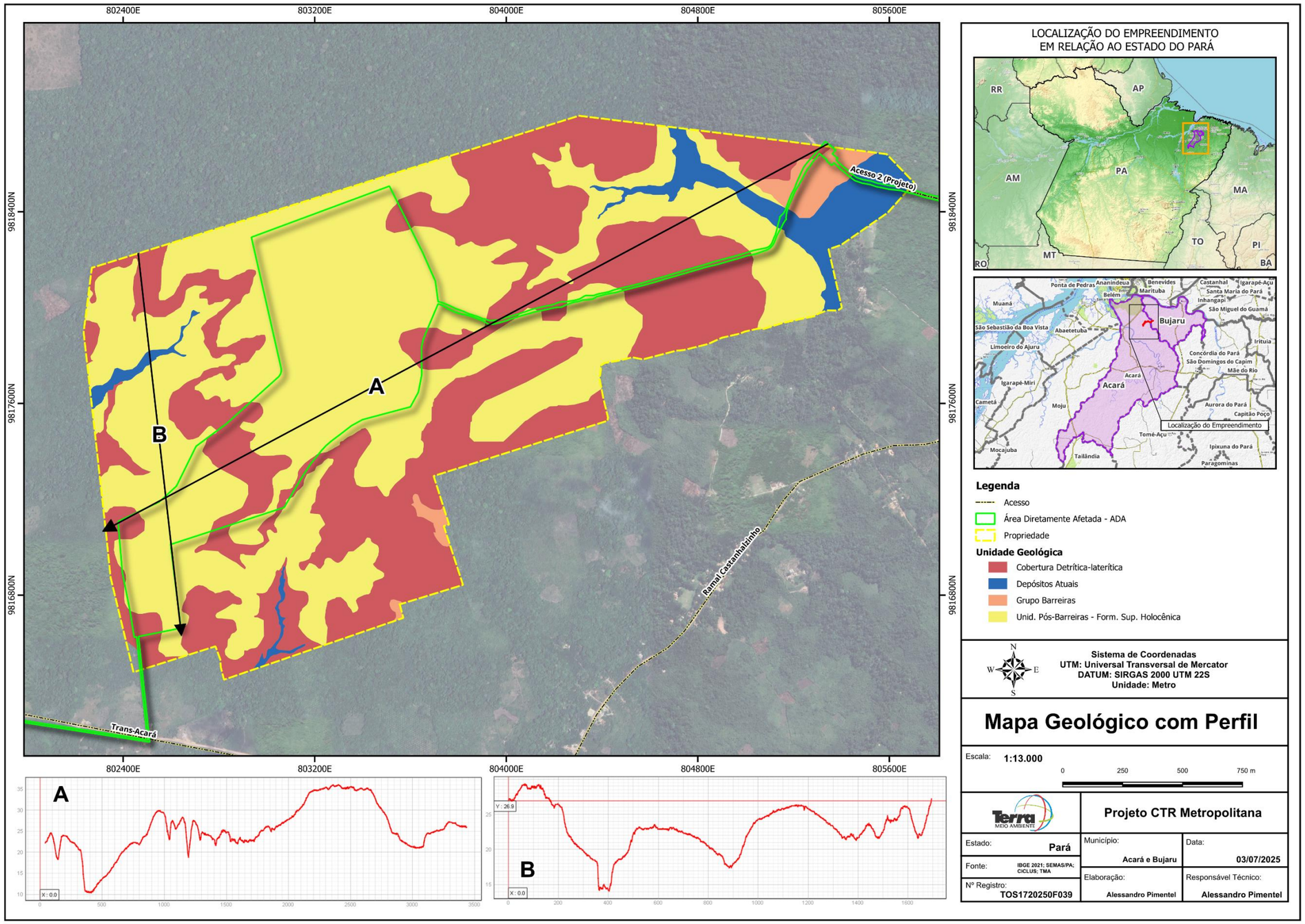
6.1.6.2.4 Depósitos Atuais

Nesta unidade foram incluídos os depósitos atuais relacionados aos vales de drenagens interiores, englobando sedimentos fluviais e/ou aluviais constituídos por argilas caulínicas e areias quartzosas e, em menor proporção, por cascalhos constituídos por seixos de quartzo. Na área vistoriada apenas foram observados solos arenosos e localmente cascalho proveniente das crostas lateríticas.

Os depósitos coluvionares lateríticos não foram enquadrados nesta unidade por estarem associados a um tipo litológico predominante, às crostas lateríticas fragmentadas nas áreas com declividade, assim sendo estes depósitos ficaram na unidade Cobertura Detrítica-laterítica.

O perfil das unidades geológicas encontradas na área vistoriada pode ser visualizado pela figura a seguir:

Figura 6.1-94 - Mapa geológico com perfis, Perfis com exagero vertical de 4 vezes.



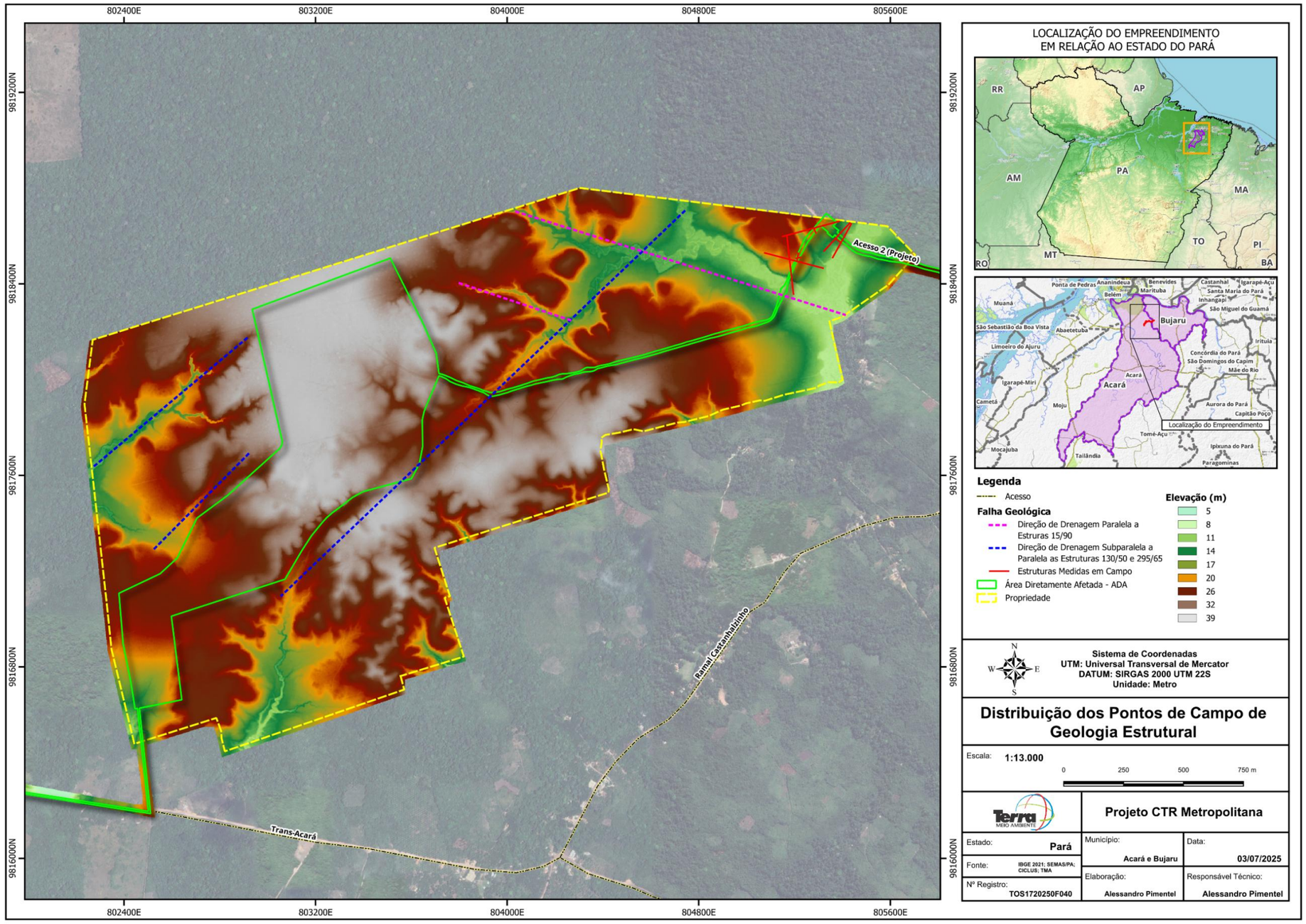
Fonte: Terra, 2025.

6.1.6.3 GEOLOGIA ESTRUTURAL

A presença de material transportado dificulta a identificação de estruturas geológicas no terreno, no entanto no ponto 60, 50 e 16, foram observadas fraturas. No ponto 60, no elúvio, foi observado set de fraturas paralelas com espaçamento de 10 cm com direção 15/90 sendo cortado por fraturas com direção 89/90. No ponto 16, no nível de crosta laterítica, as fraturas repetiam a direção 15/90. No ponto 50, Fácies pelítica laminada, o set de fraturas era de direção 130/50 e 295/65.

Aparentemente a geologia estrutural está controlando a direção das drenagens, as fraturas 130/50 e 295/65 são paralelas à principal drenagem do local e a fratura 15/90 é paralela às drenagens secundárias. Por dedução, a geologia estrutural identificada, também foi condicionante para os processos erosivos na área vistoriada, considerando que a área de topografia mais baixa é justamente onde foram localizados os três pontos com as cinco estruturas. Estas estruturas estão em terrenos recentes, associadas à neotectônica regional.

Figura 6.1-95 - Distribuição dos pontos de campo de geologia estrutural correlacionando com as drenagens da área plotados sobre MDT (modelo digital do terreno) feito com base topográfica.



Fonte: Terra, 2025

6.1.6.4 CONTEXTO GEOTÉCNICO

6.1.6.4.1 Depósitos Atuais

Via de regra, as planícies aluvionares possuem baixa resistência ao corte e à penetração, e por haver a possibilidade de formação de camadas argilosas na sua história geológica, pode apresentar argilas moles com baixa capacidade de suporte. Na ADA, esta unidade não está representada. Não apresentam risco geotécnico de deslizamento considerando a sua distribuição em ambientes com declividade quase nula, podem sofrer inundações.

6.1.6.4.2 Unidade Cobertura Detrítica-laterítica

Superfícies aplainadas a onduladas com rochas compactadas, espessas, parcialmente coesas com moderada resistência ao corte e a penetração, provocando algumas limitações para escavações e sondagem rotativas. A ADA apresenta camadas aflorantes desta unidade fragmentada e mais um expressivo volume sob a Unidade pós-Barreiras. São representantes dos colúvios na região.

Em relação ao horizonte laterítico *in situ*, unidade localizada apenas em dois locais da área vistoriada, porém de provável representação em profundidade no contato da Unidade Barreiras com a pós-Barreiras, este nível laterítico apresenta alta capacidade de suporte e alta resistência ao corte e à penetração. Presença de crostas lateríticas são fatores de resistência aos diferentes processos erosivos, preservando diferentes formas de relevo destacados na paisagem regional (JOAO, 2013).

Apresentam risco geotécnico muito baixo, mesmo em se tratando de material transportado (colúvio), estes, são oriundos das crostas lateríticas *in situ* das bordas do terreno que são gradualmente escavados pelas drenagens e erosão.

6.1.6.4.3 Unidade Sedimentos pós-Barreiras

Apresenta superfícies planas ou com baixa inclinação, boa escavabilidade, não apresentam risco geotécnico considerando a sua distribuição em ambientes com baixa declividade. Os elúvios podem se apresentar compactos e endurecidos por impregnação de óxido de ferro.

6.1.6.4.4 Unidade Barreiras

Unidade praticamente não aflorante, mas em profundidade devido a composição diversa, pode provocar variabilidade na taxa de infiltração. Geotecnicamente estável.

6.1.6.5 CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS SOBRE AS UNIDADES GEOLÓGICAS

6.1.6.5.1 Depósitos Atuais

Podem formar reservatórios importantes quando amplos, não é o caso, mas pouco espessos e por haver a possibilidade de formação de camadas argilosas na sua história geológica, podem funcionar como barreira à propagação e disseminação de eventuais contaminantes, alta vulnerabilidade à contaminação dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.

6.1.6.5.2 Unidade Cobertura Detrítica-laterítica

Baixo a moderado potencial hidrogeológico, com águas geralmente enriquecidas em Fe e Al. Vulnerabilidade aos processos contaminantes com permeabilidade e dispersão dos poluentes (JOAO, 2013). O nível laterítico *in situ* possui moderada a baixa vulnerabilidade à contaminação em que as coberturas mais litificadas dificultam a dispersão dos poluentes (JOAO, 2013).

6.1.6.5.3 Unidade Sedimentos pós-Barreiras

Apresenta superfícies planas ou com baixa inclinação, moderada vulnerabilidade à contaminação considerando que os sedimentos argilosos, com baixa permeabilidade, apresentam capacidade de reter poluentes. Falhas, fraturas e outras superfícies de descontinuidades podem conduzir os poluentes aos aquíferos. Favorabilidade hidrogeológica concentrada nos níveis arenosos de elevada razão areia/argila e pouco compactados/cimentados. Fraturas propiciam ao sistema permoporosidade secundária.

6.1.6.5.4 Unidade Barreiras

Unidade praticamente não aflorante, mas em profundidade devido à composição diversa, pode provocar variabilidade na taxa de infiltração. Fraturas e outras superfícies de descontinuidades podem conduzir os poluentes aos aquíferos. Rochas de composição diversa podem provocar variabilidade na taxa de infiltração.

As unidades geológicas encontradas não apresentaram impactos que inviabilizem a implantação do empreendimento considerando que se trata de empreendimento onde se exige cuidados adicionais na concepção do projeto, assim como na manutenção e operação de um aterro, impermeabilização do solo, implantação de sistemas de drenagem etc.

6.1.6.6 PEDOLOGIA

A descrição dos solos objetivou caracterizar os materiais de superfície existentes na ADA e AID do empreendimento. O trabalho de campo realizado em 2015 permitiu realizar o reconhecimento da pedologia e da geomorfologia. Esse levantamento foi realizado pela empresa Consultoria Ambiental Vereda.

No ano de 2025, foi realizado um levantamento complementar na área de estudo para um simples reconhecimento do subsolo com aplicação do ensaio SPT, de acordo com a norma brasileira NBR 6484/2020. Esse levantamento foi realizado pela empresa Geomag, sob a supervisão da Terra Meio Ambiente.

6.1.6.6.1 Metodologia

O levantamento de campo consistiu na realização de sondagens a trado até a profundidade de 3 metros e quando possível do aproveitamento de corte de morro realizados para a abertura de vias de acesso na área do empreendimento.

A descrição do solo foi realizada com apoio da Carta de Cores de Solo (MUNSELL, 1994) e com manual de descrição de solos no campo (LEMOS & SANTOS, 2005). Foram priorizadas as seguintes características: cor, textura, mineralogia e espessura dos horizontes/camadas.

Foram feitos um total de 65 pontos de observação de solos, geomorfologia e geologia. No entanto, nem todos se configuraram em descrição com sondagens a trado, sendo realizadas observações na superfície para caracterização do relevo e confirmação da extensão de alguns tipos de solos.

O mapa de solos foi elaborado a partir das observações feitas em campo. Inicialmente a base cartográfica foi preparada em ambiente GIS para a delimitação das unidades de mapeamento. Foram delimitadas unidades de mapeamento: a primeira corresponde aos materiais localizados nos setores de topo plano, a segunda corresponde às bordas dos setores de topo plano, e a terceira corresponde às áreas de drenagem.

Para a campanha realizada em 2025, aplicou-se o método de ensaio empregado é o descrito na norma brasileira NBR 6484/2020. Fundamentalmente, consiste na perfuração do subsolo com uso de trado manual e circulação de água ou lama estabilizante, onde a cada metro de perfuração, executa-se o ensaio SPT (*Standard Penetration Test*).

Durante o ensaio, através da queda livre de um peso de 65kg a uma altura de 75 cm, observa-se o número de golpes necessários para cravação de 45 cm de um amostrador padrão. Assim, tem-se o índice de resistência a penetração (Nspt) dado pela soma do número de golpes para cravação dos últimos 30 cm do amostrador.

6.1.6.6.2 Classes de solos existentes na área

Para a elaboração deste item foi utilizado o levantamento de solos realizado pelo Radam Brasil (BRASIL, 1974), devido à inexistência de dados de solos para a região.

Segundo o Radam Brasil, existem para o município de Acará as seguintes classes de solo: LA4 (Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa + Latossolo Amarelo Distrófico, textura média, ambos relevo suave ondulado a ondulado); LA5 (Latossolo Amarelo Distrófico, textura média + Latossolo Amarelo Distrófico, textura média, ambos relevo suave ondulado e ondulado); LA6 (Latossolo Amarelo Distrófico textura argilosa + Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados Distróficos textura indiscriminada, ambos relevo ondulado a forte ondulado); e LA7 (Latossolo Amarelo Distrófico textura média + Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados Distróficos textura indiscriminada, ambos relevo suave ondulado a ondulado).

O Latossolo Amarelo distrófico se caracteriza por apresentar horizonte B latossólico, profundos e de baixa fertilidade natural. São ácidos a fortemente ácidos, apresentam boa drenagem e permeabilidade elevada. O conteúdo de argila no horizonte B varia de 150 a 350g.kg^{-1}, podendo eventualmente apresentar textura argilosa com conteúdo desta fração superior a 600g.kg^{-1}.

Os solos desta classe possuem sequência de horizontes A-B-C e profundidade quase sempre superior a 200 cm. Com relação ao horizonte A, destaca-se a cor nos matizes 10YR e 7,5YR. A textura pode variar desde areia franca até muito argilosa, o que condiciona a consistência que varia desde friável a pegajosa. A estrutura frequentemente é granular e às vezes particular.

Os Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados Distróficos não possuem interesse agrícola e englobam tanto solos com horizonte B textural quanto solos com horizonte B latossólico. Segundo Brasil (1974), esta unidade de mapeamento é constituída por solos medianamente profundos, formados por uma mistura de partículas mineralógicas finas e concreções de vários diâmetros, que na maioria dos casos

representam o maior volume da massa de solo. Os perfis podem se apresentar argilosos ou argilo-arenosos no horizonte A e argilosos no horizonte B. Trata-se de solos que possuem na maioria dos casos concreções em quaisquer dos horizontes, como no seguinte caso: A_{cn}, B_{cn} e C.

6.1.6.6.3 Descrição Dos Pontos Amostrados

6.1.6.6.3.1 **Ponto 1 (**805282/9818651)

Coleta em barranco com complemento de trado

Características: barranco com cerca de 1,3 m de altura acrescentado de furo com trado com 0,3 m. A superfície é composta por camada de 0,5 m de espessura formada de crosta laterítica fragmentada formada por clastos com 0,5 a 8 cm de diâmetro. Logo abaixo ocorre uma camada com horizonte de características argilo arenoso de 0,8 m de espessura. Abaixo deste horizonte ocorre uma nova camada de laterita fragmentada.

6.1.6.6.3.2 **Ponto 2 (**803185/9818304)

Amostragem com trado em Platô

O platô apresenta solo argilo-arenoso de coloração bege, sendo constituído de areia muito fina. A camada superficial possui 0,25m de espessura de material areno argiloso de coloração cinza. Logo abaixo há uma camada de 0,8 m de solo argilo-arenoso de coloração brunada. Abaixo desta existe uma camada com espessura de 0,15 m de ferricrete que se assemelha com a crosta laterítica descrita no barranco correspondente ao ponto 1. O barranco apresenta camada de 0,5 m de espessura de crosta laterítica fragmentada com fragmentos de 0,5 a 8 cm. Abaixo da crosta foi observado camada de solo argilo-arenoso de 0,8 m de espessura.

6.1.6.6.3.3 **Ponto 3 (**802802/9817662)

Amostragem com trado

Características: (profundidade total de 1,2 m). Camada superficial de 0,3 m de solo argilo-arenoso bege, sobre camada de 0,5 m de solo argilo-arenoso com fragmento de laterita, sobre camada de 0,65 m de argila com cor variegada.

6.1.6.6.3.4 **Ponto 4 (**802723/9817639)

Amostragem com trado

Características: (profundidade total de 1,4 m). Camada 0,77 m de laterita fragmentada com fragmentos de 0,5 a 7 cm, sobre camada de 0,63 m do mesmo material, porém com fragmentos de espessura menor que 1 cm.

6.1.6.6.3.5 **Ponto 5 (**802533/9817596)

Amostragem a trado

Características: (profundidade total de 2,55 m). Camada superficial de 0,3 m de solo argilo-arenoso Bruno claro, sobre camada de 1 m de solo argilo-arenoso variando de bege e amarelo-avermelhado, sobre camada de 1,25 m de argila com cor ainda amarelo-avermelhado, porém ligeiramente mais claro, nos últimos 3 cm presença de fragmentos de crosta laterítica.

6.1.6.6.3.6 **Ponto 6 (**802305/9817535)

Amostragem a trado

Características: (profundidade total de 0,75 m). Camada superficial de 0,3 m de solo argilo-arenoso Bruno claro. Abaixo aparece uma camada de 0,35 m de material argilo-arenoso Bruno amarelado, sobre crosta laterítica fragmentada.

6.1.6.6.3.7 **Ponto 7 (**802274/9817637)

Marcação de igarapé

Sem coleta de solo

6.1.6.6.3.8 **Ponto 8 (**802333/9817367)

Identificação de crosta laterítica na superfície

Crosta laterítica aflorante com clastos oscilando entre 0,5 e 10 cm de diâmetro

6.1.6.6.3.9 **Ponto 9 (**805029/9818238)

Amostragem a trado.

Características: (profundidade total de 2,74 m). Material composto por solo de textura argilo-arenosa, de coloração brunada com 2,7 m de espessura. Após este material aparece crosta laterítica muito difícil de ser tradada.

6.1.6.6.3.10 **Ponto 11 (**804411/9818045)

Amostragem em barranco e trado.

Características: com profundidade de 0,45 m no furo com trado. Solo argiloso com cor variegada em barranco e furo com ferricrete e hidromorfismo (tons avermelhados, amarelados e acinzentados).

Figura 6.1-96 - Barranco onde foi feita a caracterização do Ponto 11.



Na imagem acima observa-se que a crosta ocorre em posição no perfil logo acima do martelo que serve de escala.

6.1.6.6.3.11 **Ponto 12 (**804198/9817999)

Identificação de crosta laterítica na superfície.

Crosta laterítica fragmentada aflorante.

6.1.6.6.3.12 **Ponto 13 (**804118/9817969)

Amostragem a trado.

Características: profundidade de 0,5 m

Camada superficial de 0,3 m com espessura composta de material argilo-arenoso Bruno. O material localizado imediatamente abaixo possui espessura de 0,2 m de solo argiloso com cor variegada com ferricrete e crosta laterítica fragmentada.

6.1.6.6.3.13 **Ponto 14 (**802995/9817706)

Amostragem a trado.

Características: profundidade de 0,63 m

O material é composto por camada superficial com 0,3 m de espessura de crosta laterítica fragmentada em matriz argilo-arenosa. Abaixo desta camada ocorre uma outra camada, com 0,3 m de espessura, de material argiloso com poucos indícios da crosta. Na base desta camada ocorre novamente a crosta laterítica fragmentada.

6.1.6.6.3.14 **Ponto 15 (**803139/9817738)

Amostragem a trado.

Características: profundidade de 0,8 m

Camada superficial de 0,15 m de solo areno-argiloso Bruno claro, indicando a presença de Horizonte A. Abaixo ocorre uma camada de 0,45 m de solo argilo-arenoso Bruno amarelado com fragmentos milimétricos de crosta. Abaixo ocorre crosta laterítica fragmentada em matriz argilosa.

6.1.6.6.3.15 **Ponto 16 (**805279/9818615).

Observação em barranco.

Observação de crosta laterítica aflorante

Camada de crosta laterítica aflorando de espessura de 8 cm com fraturas com direção de 165/90, sobre solo argilo arenoso.

6.1.6.6.3.16 **Ponto 17 (**802400/9816949) (Figura a seguir)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 2,38 m. Camada de 1 m de solo Bruno amarelado homogêneo areno-argiloso. Abaixo ocorre camada de solo Bruno amarelado argilo-arenoso de 1,28 m de espessura, sobre crosta laterítica praticamente impenetrável com trado manual (10 cm).

Figura 6.1-97 - Aspecto da crosta laterítica.



6.1.6.6.3.17 **Ponto 18 (**802742/9817057)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 1,1 m. Camada de 1 m de solo Bruno amarelado homogêneo areno-argiloso a Bruno amarelado argilo-arenoso sobre crosta laterítica.

6.1.6.6.3.18 **Ponto 19 (**802916/9817110)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 1,7 m. Camada de 0,8 m de espessura de solo com matriz Bruno claro com fragmentos de crosta sobre camada de 0,5 m de espessura com matriz Bruno amarelado com fragmentos de crosta. Abaixo ocorre uma camada de 0,4

m com argila de coloração Vermelho claro a amarelado com fragmentos milimétricos da crosta.

6.1.6.6.3.19 **Ponto 20 (**803119/9817175)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 3,2 m. Camada de 1,3 m de espessura de solo areno-argiloso de coloração Bruno amarelado, recobrindo uma camada com 0,8 m de material areno-argiloso avermelhado. Na base da tradagem ocorre uma camada com 1 m de material areno-argiloso Vermelho intercalado com material areno-argiloso esbranquiçado a bege. No final da tradagem foi encontrado água.

6.1.6.6.3.20 **Ponto 21 (**803306/9817235)

Identificação de crosta laterítica na superfície.

Crosta laterítica fragmentada aflorando

6.1.6.6.3.21 **Ponto 22 (**803615/9817334)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,86 m. Crosta laterítica fragmentada com fragmentos de 0,5 cm a 5 cm de espessura

6.1.6.6.3.22 **Ponto 23 (**803860/9817911) (Figura a seguir)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,89 m. Solo areno-argiloso Bruno amarelado sobre crosta laterítica fragmentada.

Figura 6.1-98 - Aspecto do material arenoso (mais claro) e crosta fragmentada (mais avermelhado).



6.1.6.6.3.23 **Ponto 24 (**803635/9817859)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,4 m

Observação de crosta laterítica fragmentada.

6.1.6.6.3.24 **Ponto 25 (**803635/9817859)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,4 m

Observação de crosta laterítica fragmentada.

6.1.6.6.3.25 **Ponto 26 (**802430/9816554)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,88 m

Solo argiloso de coloração Bruno amarelado.

6.1.6.6.3.26 **Ponto 27 (**802414/9816644)

Observação da superfície

Solo argiloso de coloração Bruno amarelado.

6.1.6.6.3.27 **Ponto 28 (**802820/9816510)

Amostragem a trado

Características: Profundidade de 0,29 m. Crosta laterítica fragmentada com fragmentos de 0,5 a 2 cm em matriz Bruno amarelada argilosa.

6.1.6.6.3.28 **Ponto 29 (**802921/9816535)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,47 m. Crosta laterítica fragmentada com fragmentos de 0,5 a 2 cm em matriz argilosa Bruno amarelada.

6.1.6.6.3.29 **Ponto 31 (**803763/9817118)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,9 m. Camada de 0,4m de solo argilo-arenoso de cor Amarelo brunado que recobre camada com 0,5 m de espessura com material rosado duro compacto (Bruno muito pálido), intercalado com fragmentos Vermelho escuro acinzentado, presença de fragmentos de crosta brancos com centro Vermelho escuro acinzentado.

6.1.6.6.3.30 **Ponto 32 (**803785/9817064)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,4 m. Solo avermelhado na coloração Bruno Forte

6.1.6.6.3.31 **Ponto 33 (**803554/9816747) (Figura a seguir)

Amostragem em superfície

Solo na cor Bruno muito pálido, Vermelho escuro acinzentado e fragmentos brancos lixiviados originados das lateritas.

Fragmentada ocorrendo na superfície

Figura 6.1-99 - Aspecto da crosta.



6.1.6.6.3.32 **Ponto 34 (**803206/9816640) (Figura a seguir)

Amostragem a trado

Características: Profundidade de 3,0 m. Planície apresentando material areno-argilosa. A camada superficial possui 1 m de espessura de material arenoso amarelado que recobre camada com 1,75 m de espessura com textura arenosa e apresentando manchas avermelhadas. Na base da sondagem ocorre um material areno-argiloso de coloração Bruno amarelado.

Figura 6.1-100 - Aspecto da tradagem com material arenoso de coloração Bruno claro na superfície.



6.1.6.6.3.33 **Ponto 52 (**804782/9818682)

Amostragem a trado

Características: Profundidade de 1,35 m. Camada superficial com 0,15 m de material areno-argiloso Bruno claro, similar a um horizonte A. Abaixo deste ocorre um material com 1 m de espessura composto de areia fina e argila na coloração Bruno amarelado. A parte final da tradagem apresenta material com 0,15 m de espessura composto de areia fina e argilosa esbranquiçada.

6.1.6.6.3.34 **Ponto 53 (**802252/9817722)

Amostragem a trado

Características: profundidade de 0,45 m. Camada superficial de 0,10 m de solo areno-argiloso Bruno claro sobre 0,10 m de solo arenoso. Abaixo desta camada ocorre um material com 0,25 m de espessura com textura argilo-arenosa de coloração Bruno amarelada. Na base da tradagem ocorre crosta laterítica.

6.1.6.6.3.35 **Ponto 55 (**802354/9818095)

Amostragem a trado

Características: Profundidade de 0,95 m. Camada superficial de 0,20 cm espessura com solo areno-argiloso Bruno claro. Abaixo desta camada, aparece um material com espessura de 0,08 m argilo-arenoso Bruno amarelado. Imediatamente abaixo ocorre camada com 0,37 m de espessura com solo argilo-arenoso Bruno amarelado com manchas avermelhadas. Logo abaixo ocorre material com 0,2 m de espessura de textura argilo-arenoso e coloração bruno pálido.

6.1.6.6.3.36 **Ponto 56 (**802738/9818186)

Amostragem a trado

Características: Profundidade 0,94 m. Camada superficial com 0,10 m de espessura de material areno-argiloso Bruno claro. Abaixo ocorre uma camada com 0,34 m com material Bruno amarelado, de textura argilo-arenosa com manchas avermelhadas e fragmentos de crosta. Na base da tradagem, existe uma camada com 0,50 m de espessura com material amarelo avermelhado, textura argilo-arenosa com crosta fragmentada com clastos com 1 cm de diâmetro.

6.1.6.6.3.37 **Ponto 57 (**803409/9818163)

Amostragem a trado

Características: Profundidade 0,4 m. Camada de solo argilo arenoso Bruno amarelado sobre crosta laterítica com fragmentos de 0,5 a 8 cm de diâmetro.

6.1.6.6.3.38 **Ponto 59 (**805172/9818396)

Amostragem superficial

Canal de drenagem com água represada. A 0,15 m de profundidade ocorre material de coloração Bruno pálido com volumes Vermelho escuro acinzentado e alguns volumes brancos com núcleos avermelhados.

6.1.6.6.3.39 **Ponto 61 (**804215/9818545)

Amostragem a trado

Características: Profundidade de 0,45 m. Solo areno argiloso Bruno amarelado nos primeiros 0,35 m. Logo após aparece a crosta laterítica fragmentada.

6.1.6.6.3.40 **Ponto 62 (**803907/9818465)

Amostragem superficial

Observação de crosta laterítica fragmentada aflorando.

6.1.6.6.3.41 **Ponto 63 (**803739/9818429)

Amostragem a trado

Características: Profundidade de 0,4 m. Horizonte areno-argiloso sobre crosta laterítica.

6.1.6.6.3.42 **Ponto 64 (**803698/9818413)

Amostragem a trado

Características: Profundidade de 0,9 m

Camada superficial de 0,3 m de profundidade de solo de textura areno-argilosa, coloração Bruno claro, intercalado com 3 cm de solo de coloração escura indicando maior teor de matéria orgânica. Abaixo encontra-se uma camada com 0,57 m de espessura com colo horizonte argilo-arenoso Bruno amarelado, com manchas avermelhadas na base.

6.1.6.6.4 Descrição dos Pontos Amostrados – 2025

6.1.6.6.4.1 Ponto SP-12 (803061/9818271)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 35,84 m

Características: Profundidade de 16,45 m. Horizonte argilo-siltoso a argiloso, com a consistência variando entre rija, dura e média. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 7 m.

6.1.6.6.4.2 Ponto SP-13 (803391/9818171)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 34,71 m

Características: Profundidade de 14,45 m. Horizonte argilo-siltoso a argiloso, com a consistência variando entre rija, dura e média. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 5,40 m.

6.1.6.6.4.3 Ponto SP-14 (803355/9818204)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 34,97 m

Características: Profundidade de 14,30 m. Horizonte argiloso, com a consistência variando entre rija, dura e média. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 5,15 m.

6.1.6.6.4.4 Ponto SP-15 (803573/9817862)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 32,07 m

Características: Profundidade de 16,45 m. Horizonte argiloso, com a consistência variando entre rija e dura. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 6,22 m.

6.1.6.6.4.5 Ponto SP-16 (803012/9817143)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 33,73 m

Características: Profundidade de 13,45 m. Horizonte argilo-siltoso, argiloso, areia avermelhada e areia variegada, com a consistência variando entre rija, dura, compacta e muito compacta. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 6,88 m.

6.1.6.6.4.6 Ponto SP-17 (802766/9817066)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 26,07 m

Características: Profundidade de 13,30 m. Horizonte argilo-siltoso, argiloso, areia avermelhada e areia acinzentada, com a consistência variando entre rija, dura, média, compacta e muito compacta. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 7,0 m.

6.1.6.6.4.7 Ponto SP-18 (802404/9816951)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 22,05 m

Características: Profundidade de 15,45 m. Horizonte argilo-siltoso, argila variegada e areia marrom, com a consistência variando entre rija, dura, média e muito compacta. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 6,10 m.

6.1.6.6.4.8 Ponto SP-19 (802404/9816951)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 28,05 m

Características: Profundidade de 15,30 m. Horizonte argilo-siltoso e argila variegada, com a consistência variando entre rija e dura. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 5,80 m.

6.1.6.6.4.9 Ponto SP-20 (803242/9817783)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 35,58 m

Características: Profundidade de 16,30 m. Horizonte argiloso, argilo-siltoso e argila variegada, com a consistência variando entre média, rija e dura. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 6,60 m.

6.1.6.6.4.10 Ponto SP-21 (803526/9818096)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 34,78 m

Características: Profundidade de 17,22 m. Horizonte argilo-siltoso, areia variegada e argila variegada, com a consistência variando entre média, rija, dura e compacta. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 5,90 m.

6.1.6.6.4.11 Ponto SP-22 (803001/9818246)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 34,96 m

Características: Profundidade de 14,45 m. Horizonte de argila variegada, com a consistência variando entre média, rija e dura. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 6,47 m.

6.1.6.6.4.12 Ponto SP-23 (803051/9818270)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 35,86 m

Características: Profundidade de 14,30 m. Horizonte argilo-arenoso, com a consistência variando entre média, rija e dura. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 6,14 m.

6.1.6.6.4.13 Ponto SP-24 (803219/9818312)

Sondagem SPT

Cota topográfica: 36,53 m

Características: Profundidade de 15,30 m. Horizonte argilo-arenoso, com a consistência variando entre média, rija e dura. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 5,42 m.

6.1.6.6.4.14 Ponto SP-25 (803051/9818270)

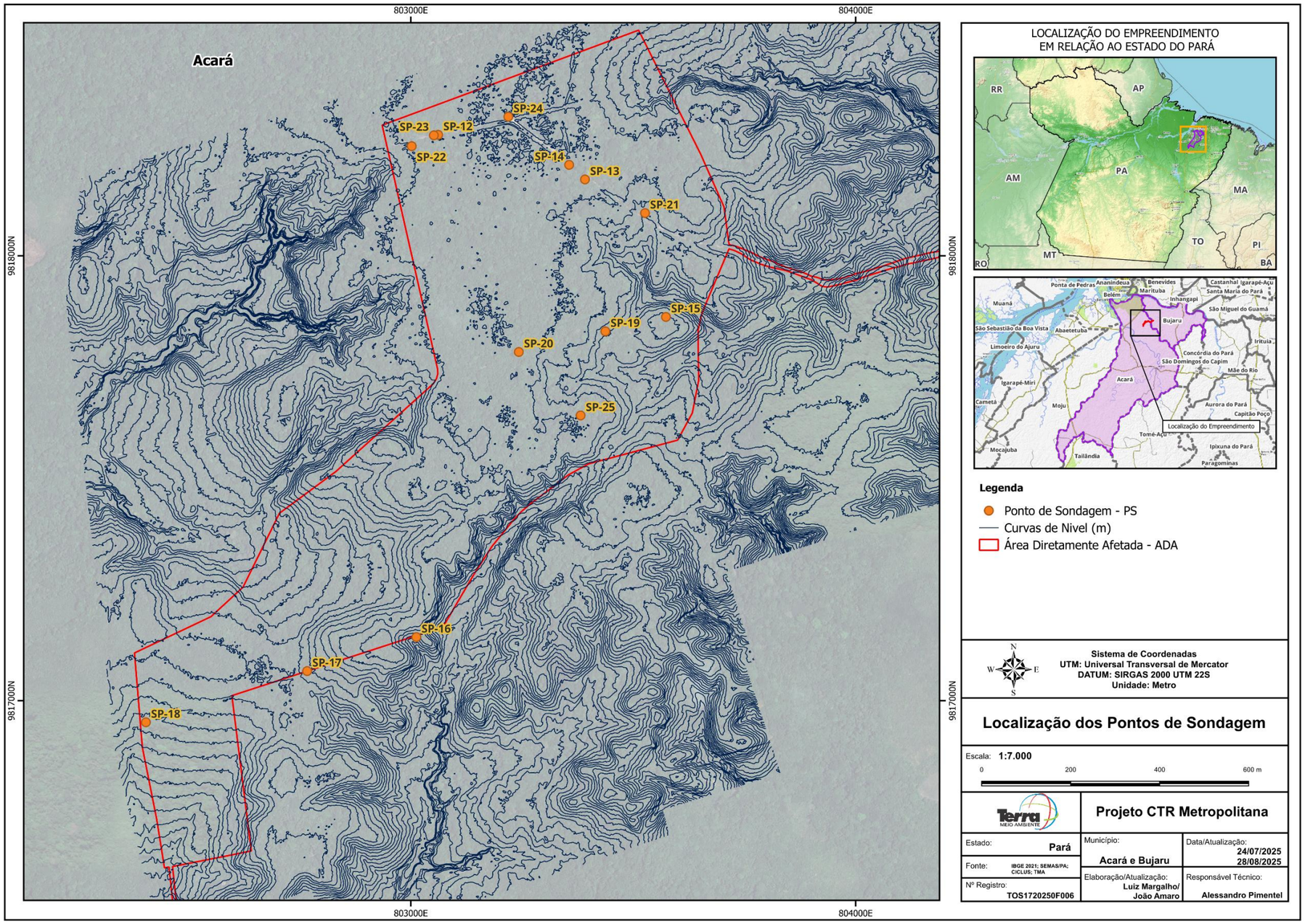
Sondagem SPT

Cota topográfica: 34,8 m

Características: Profundidade de 14,30 m. Horizonte argilo-siltoso, argilo-arenoso e argiloso, com a consistência variando entre média, rija e dura. O nível da água foi encontrada em uma profundidade de 5,14 m.

Abaixo é apresentado o mapa com pontos de sondagem levantados em 2025.

Figura 6.1-101 - Mapa de localização dos pontos de sondagem SPT – 2025.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.6.6.5 Descrição Técnicas das Sondagens

Conforme já informado no texto de geologia, a área de interesse para a instalação do empreendimento está no domínio Cenozoico. O Cenozoico da região nordeste do Pará tem sido caracterizado na literatura pela presença de duas unidades formais (Formação Pirabas e Grupo Barreiras) e outras unidades informais (ex. pós-Barreiras e coberturas holocênicas). No levantamento de campo optou-se pela designação usada na região da Folha Belém (Oliveira, 2011), onde é proposta a unidade Cobertura Detrítica-Laterítica para representar os lateritos e, para classificar os depósitos quaternários continentais, utilizou-se o termo Sedimentos pós-Barreiras, e colúvios e aluviões recebem a designação de Depósitos Atuais.

No trabalho de campo foi verificado através de caminhamentos e sondagens a trado a geologia e solos tanto dentro como fora da ADA. Cabe lembrar que neste tipo de levantamento é feito uma observação superficial. Na questão da geologia, existe o predomínio de material laterítico fragmentado na superfície dificultando outras observações.

Mesmo neste contexto geológico foram individualizadas algumas unidades seguindo os padrões da geologia regional (CPRM). Assim a área vistoriada foi mapeada com as seguintes unidades, da base para o topo:

- Grupo Barreiras
- Unidade Cobertura Detrítica-laterítica
- Sedimentos pós-Barreiras
- Depósitos Atuais

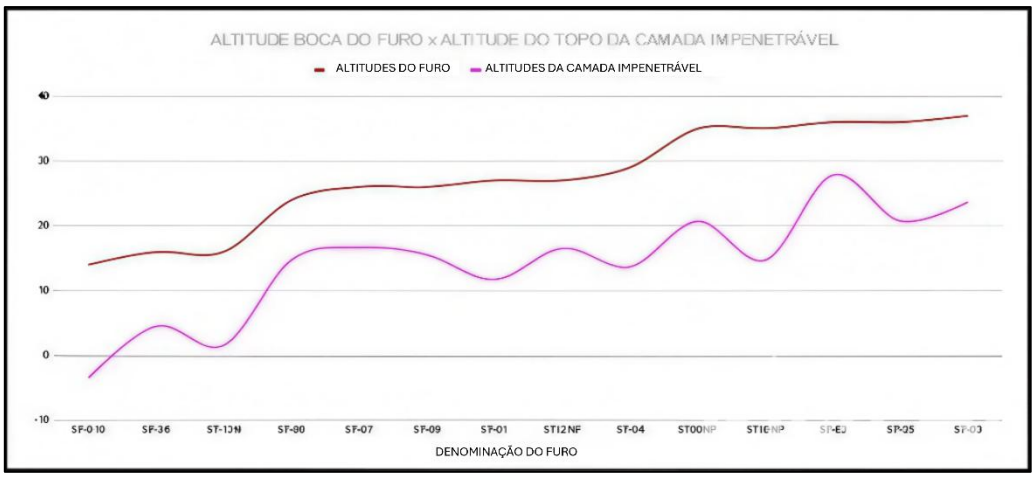
No tocante as sondagens realizadas com SPT, estas indicam uma limitação da profundidade de avanço, aonde a penetração chegou à profundidade máxima de 20 m na sondagem ST-13N.

As sondagens realizadas em 2015 indicadas pelos nomes SP-03, SP-04, SP-06 e SP-08 chegaram ao impenetrável numa camada com pedregulhos. O entendimento que se tem das sondagens analisadas é que os pedregulhos citados se referem à crosta laterítica fragmentada. A sondagens SP-05, SP-09 e SP-010 ainda conseguiram avançar na profundidade de até a cerca de 6 metros após pedregulhos, aonde provavelmente chegaram à crosta Laterítica de fato. Os lateritos são produtos

geológicos resultantes de processos de lateritização, formados pelo intemperismo atuante sobre qualquer litologia nas superfícies dos terrenos ou próximos destas. A inexistência de padrão de sedimentos entre a altitude da boca do poço de sondagem e a altitude do impenetrável para as mesmas sondagens observadas nas sondagens SPT, implica em dizer que há heterogeneidade no terreno. A camada acima do impenetrável que pode apresentar de 8 até 20 metros de espessura possui evolução pedogenética irregular apresentando desde a argila siltosa, areia fina siltosa, areia média siltosa, silte argiloso, silte arenoso, areia fina, todos apresentam em algum momento fragmentos de laterita. Este nível dito impenetrável se comporta como um relevo irregular, não representando uma superfície plana.

O gráfico abaixo demonstra essa irregularidade. Os furos estão colocados na tabela associada ao gráfico em ordem crescente em relação à altitude da boca do furo de sondagem, e fica claro que a tendência é que a medida em que o terreno apresenta topografia mais elevada, existe uma tendência do topo da camada do impenetrável acompanhar esta elevação, embora de forma irregular.

Figura 6.1-102 - Gráfico com a demonstração das irregularidades do impenetrável.



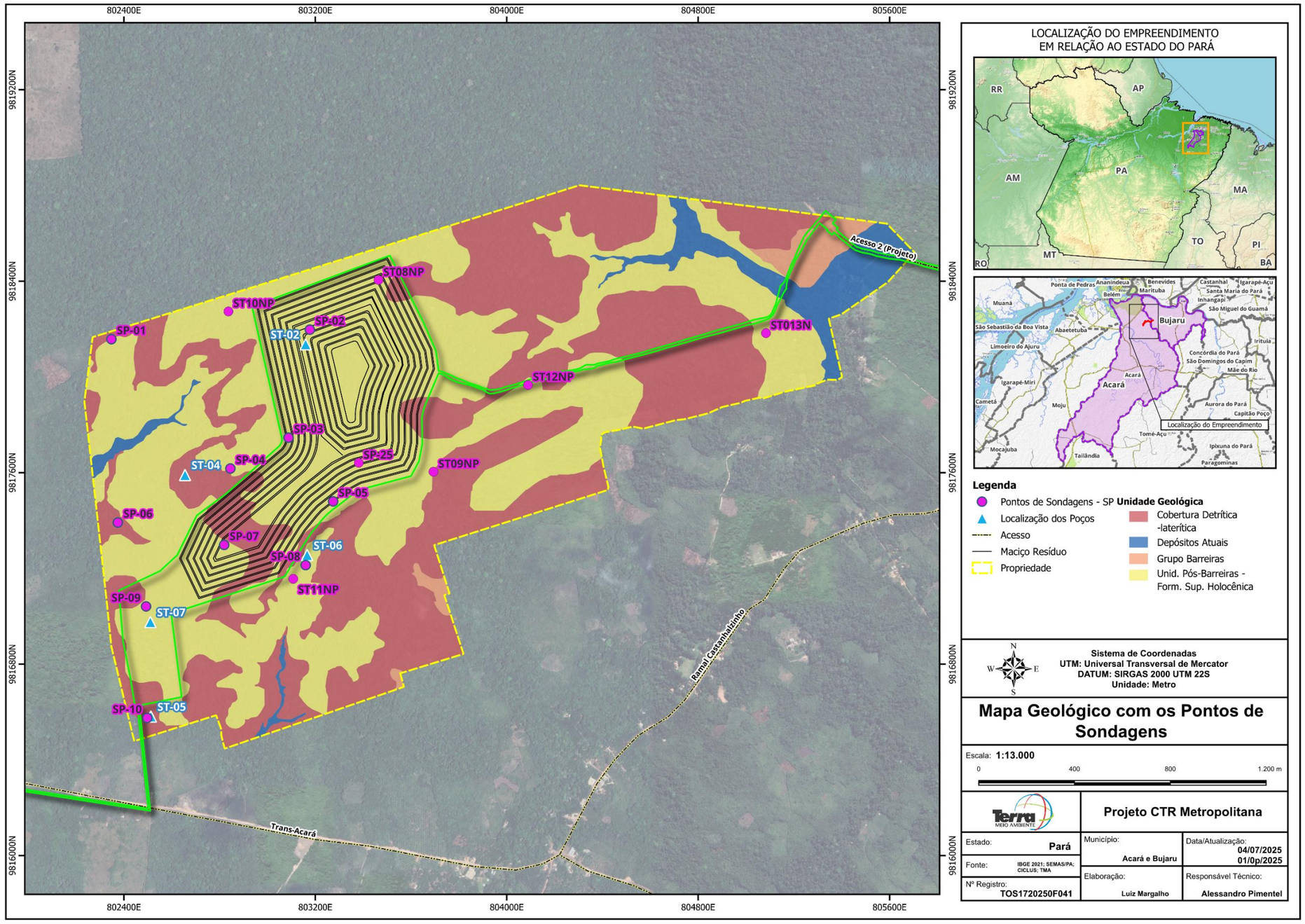
DENOMINAÇÃO DO FURO	ALTITUDE BOCA DO FURO	ALTITUDE DO IMPENETRÁVEL
SP-010	14	-3,45
SP-06	16	4,55
ST-13N	16	1,58
SP-08	24	14,75
SP-07	26	16,74
SP-09	26	15,55
SP-01	27	11,72
ST12NP	27	16,55
SP-04	29	13,7
ST08NP	35	20,7
ST10NP	35	14,7
SP-02	36	27,86
SP-05	36	20,73
SP-03	37	23,7

Os sedimentos areno argilosos, siticos arenosos a argilo-arenosos amarelados a alaranjados identificados em campo por trado e apontados nas sondagens SPT, que pela sua posição estratigráfica, ou seja, sobrepostos a Unidade Cobertura Detrítica-laterítica foram considerados como sedimentos pós-Barreiras da Formação Superficial Holocênica (Depósitos Eluviais/Unidade Pedogenética).

Embora já especificado no texto de geologia, ressalta-se que apesar de enquadrar como sedimentos pós-Barreiras esta unidade areno-argilosos a argilo-arenosos bege claros a amarelados, alaranjados, avermelhados podem ser evolução pedogenética da Cobertura Detrítica-laterítica, ou seja, são os elúvios desta formação.

Considerando a evolução do relevo, provavelmente as crostas evoluíram para solos amarelados, alaranjados a avermelhados argilo arenosos através de processo pedogenético, e no evoluir da denudação do relevo, houve a formação de níveis de material transportado oriundos da evolução destas crostas lateríticas, encobrindo as formações eluviais. Segue mapa geológico com as sondagens, conforme figura abaixo

Figura 6.1-103 - Mapa geológico com as sondagens.



Fonte: Terra, 2025

Sobre o levantamento de sondagens SPT realizado em 2025, nota-se que o comportamento de resistência das camadas geológicas, assim como as suas descrições, continuam similares ao levantado no ano de 2015.

Para os resultados em 2025, nota-se que as cotas topográficas dos pontos variaram entre 22,05 (SP-18) e 35,86 metros (SP-23). O nível da água alcançando durante as sondagens permaneceu entre os intervalos de 5,14 (SP-25) e 7 metros (SP-12 e SP-17).

Seguindo a ABNT NBR 13896/1997, mais precisamente o subtópico 4.1.2 – b, que diz:

“b) entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado. O nível do lençol freático deve ser medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região”

Nota-se que o empreendimento atende ao disposto na NBR 13896/1997, considerando que os ensaios foram realizados no período chuvoso (maio e junho de 2025), de modo a contemplar as condições mais críticas de recarga hídrica na região. Especificamente no ponto SP-25, localizado no interior do maciço projetado para disposição de resíduos, o perfil geotécnico é constituído por camadas sucessivas de argila siltosa, argila silto-arenosa e argila variegada, apresentando, em geral, consistência de rija a dura a partir de 8,0 metros de profundidade, conforme os valores de NSPT crescentes obtidos ao longo da sondagem.

A sondagem indicou nível d’água estático a 5,14 metros de profundidade, sendo este o mais elevado registrado no ponto. Ressalta-se que a presença predominante de solos argilosos, naturalmente caracterizados por baixa permeabilidade, atua como barreira física à percolação vertical e contribui para a proteção do aquífero. Assim, os resultados confirmam a inexistência de corpos hídricos ou nascentes no interior do futuro maciço de resíduos sólidos do Projeto CTR Metropolitana, garantindo maior segurança ambiental para a implantação da infraestrutura.

Adicionalmente, o inventário florestal complementar realizado no entorno do ponto SP-25, presente no capítulo do diagnóstico do meio biótico, identificou que a vegetação local é composta majoritariamente por espécies típicas de floresta de terra firme (sendo majoritariamente da espécie Cecropia sciadophylla). Essa predominância reforça a

interpretação de que a área não apresenta condições de encharcamento ou saturação hídrica, corroborando a inexistência de nascentes ou cursos d'água no interior do futuro maciço de resíduos sólidos.

Figura 6.1-104 – Quadro de classificação de solos.

Solo	Índice de resistência à penetração N	Designação[1)]
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	> 19	Dura (o)

As expressões empregadas para a classificação da compacidade das areias (fofa, compacta, etc.), da tabela acima se referem à deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações.

Com base nas sondagens apresentadas comparando com a tabela acima, temos o nível/ camada do impenetrável formada por areias e siltes arenoso compactos e argilas e siltes argilosos duros.

6.1.6.6.6 Mapa de Solos

O mapeamento de solos do RADAM Brasil (BRASIL, 1974) mostrou que na área específica do empreendimento a unidade de mapeamento presente corresponde a unidade de mapeamento LA7 (Latossolo Amarelo + Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados). Ainda que no compartimento do topo a profundidade dos solos possa atingir eventualmente mais de 2 metros, sempre na base ocorre o horizonte concrecionário.

Com base nestas informações o mapa de solos elaborado apresentou quatro unidades de mapeamento. A primeira interpretação que se faz dos materiais presentes na área é que todos eles derivam do material origem que a crosta laterítica. Esta crosta ora está recoberta por um manto de intemperismo mais espesso, ora está aflorando. Conforme apresentado no item Geologia, o material de origem dos solos são os sedimentos do

Grupo Barreiras. Isto implica em solos com teores de areia ligeiramente elevados, porém com possibilidade de ocorrer também solos de textura argilosa.

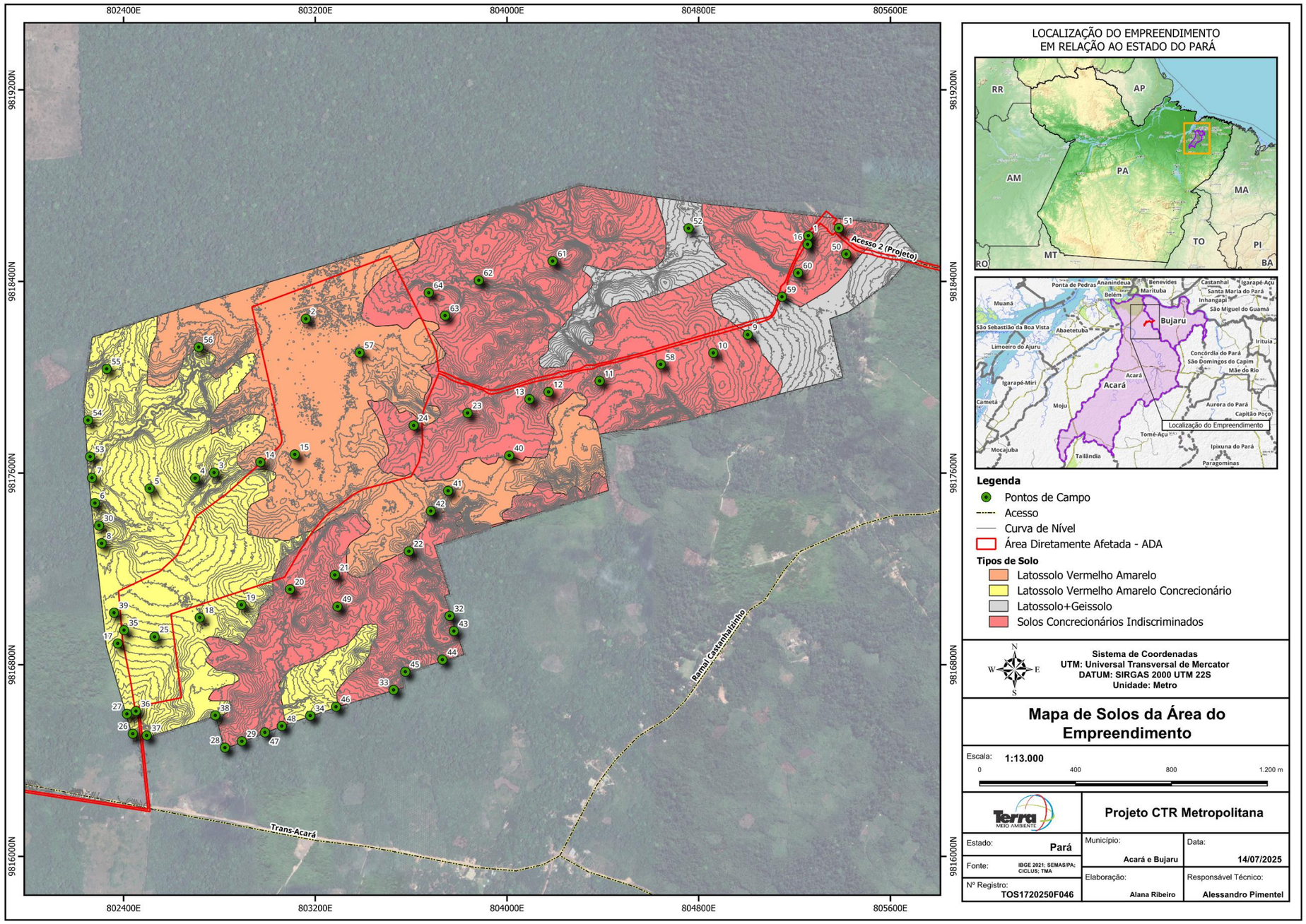
A primeira unidade individualizada corresponde ao Latossolo Vermelho Amarelo, de textura areno-argilosa a argilo-arenosa que está situado nas áreas de topo plano e que são sustentadas pela crosta laterítica que está situada a, pelo menos, dois ou mais metros de profundidade.

A segunda unidade individualizada corresponde a dois setores da área do empreendimento onde a crosta laterítica é aflorante ou está situada logo abaixo de um horizonte A. O afloramento da crosta pode ser resultado da remoção do material pedológico durante fases de maior precipitação com recuo paralelo das bordas dos platôs.

A terceira unidade corresponde a duas áreas de relevo ondulado onde a declividade um pouco mais forte promoveu a remoção parcial do material intemperizado, resultando em solos com profundidade pouco superiores a 0,5 m, mas sempre inferiores a 1,5 m.

Finalmente a quarta unidade de mapeamento corresponde a dois setores onde a drenagem é mais importante e formam uma associação de solos entre o Latossolo Vermelho Amarelo e solos hidromórficos, provavelmente Gleissolos.

Figura 6.1-105 - Mapa de solos da área do empreendimento.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.6.7 GEOMORFOLOGIA

Segundo o mapeamento geomorfológico do Projeto Radam Brasil (BRASIL, 1974) a área está inserida na Planície Amazônica. No entanto, ressalta-se que este mapa na escala de 1:1.000.000 não possui detalhamento suficiente para explicar o relevo da área do empreendimento. As formas de relevo existentes são sustentadas pelos sedimentos do Grupo Barreiras e as altitudes raramente ultrapassam 50 metros.

Pode-se afirmar que este trecho corresponde em parte ao que foi descrito pelo Radam como terrenos da planície Amazônica já fixados e que possibilitaram a fixação da floresta densa, correspondendo ao denominado “Domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos ou dissecados, das áreas colinosas e planícies revestidas por floresta densa”.

Assim, o relevo na área do empreendimento corresponde a superfícies pediplanadas. Estes pediplanos são aplainamentos em retomada de erosão elaborados geralmente em rochas sedimentares, parcialmente recobertos por depósitos inconsolidados.

O mapa Geomorfológico elaborado procurou apresentar as unidades de relevo de acordo com a sua origem e processos atuantes na sua formação. Foram individualizadas quatro unidades de mapeamento e que como poderá ser observado no Mapa de Pontos de Geomorfologia, no Anexo III.

A área apresenta três unidades de mapeamento que correspondem a relevos de dissecação e uma unidade de relevo correspondente a relevos de acumulação. As primeiras são: (1) topos planares; (2) Colúvios Pós-Barreiras; e (3) Crosta dissecada. Os segundos são áreas de intercessão entre colúvios e alúvios.

Os relevos de dissecação predominam na área e perfazem mais de 90% do território. Os topos planos são formados por solos de textura arenosa com boa permeabilidade e são sustentadas pela crosta laterítica. Esta área está delimitada por duas áreas com declividades variáveis. A primeira delas corresponde ao que foi, por nós, denominado de Colúvios Pós-Barreiras. Estes colúvios são resultados ainda da alteração da crosta laterítica, porém com solos apresentando menor espessura, o que é resultado do processo erosivo e de dissecação instalado em antigas áreas de topo aplainado. Esta dissecação pode estar relacionada com o rebaixamento do nível do mar durante os

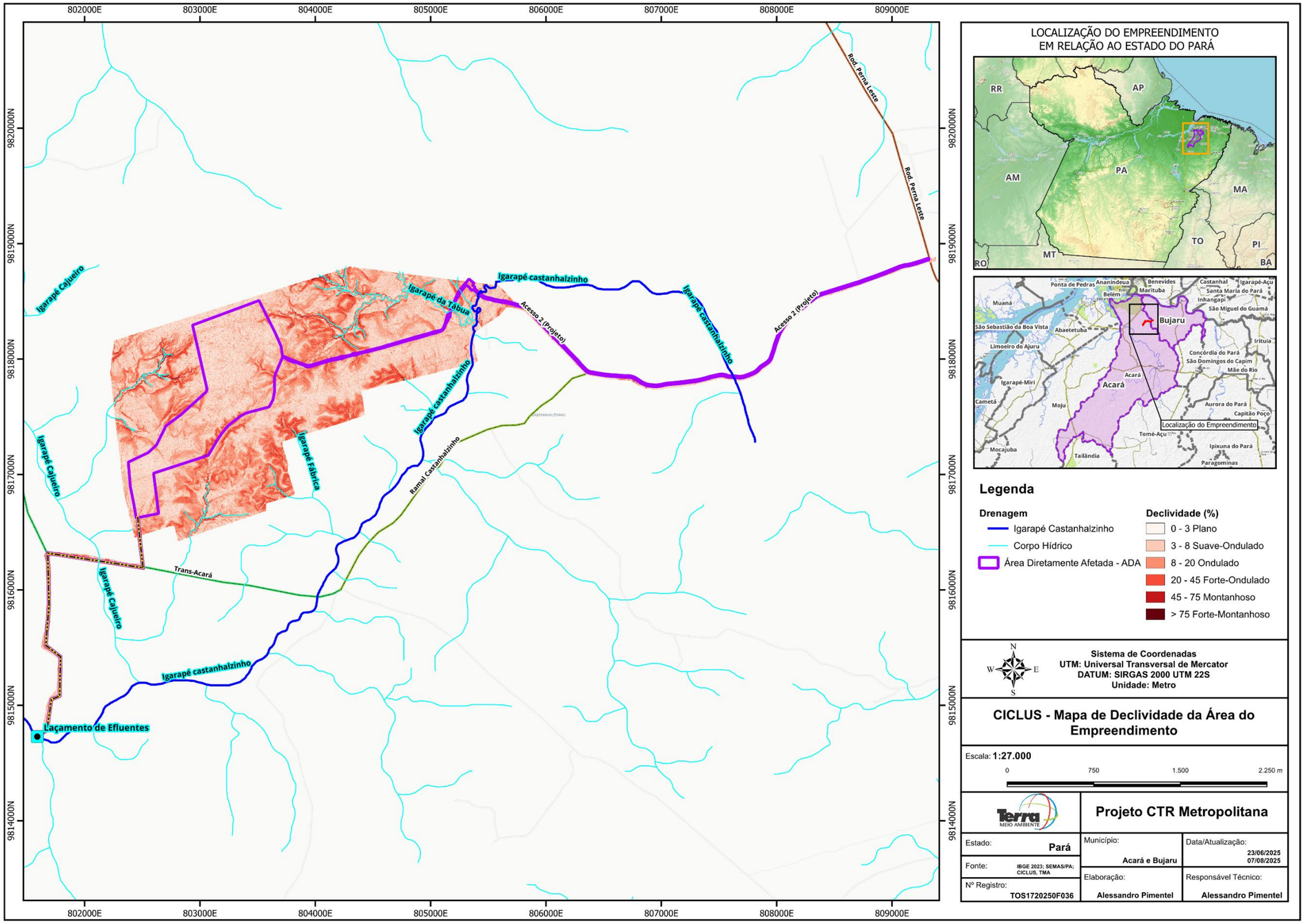
últimos 10.000 anos, que aumentou a energia e a capacidade de transporte dos canais fluviais.

A segunda área de relevo de dissecação apresenta declividade mais acentuada e remoção quase que total do manto de intemperismo que se instalou sobre a crosta laterítica. Com isso, em muitos pontos ocorre a exposição da crosta parcialmente fragmentada. Para corroborar com a hipótese de remoção mais acelerada dos solos que recobriam os materiais do Grupo Barreiras, está o fato de que neste local ocorre maior incisão dos canais fluviais.

A unidade de mapeamento correspondente a materiais de agradação foi delimitada próximo a antiga sede da fazenda. Optou-se por agrupar na mesma unidade um colúvio e os materiais aluvionares que são depositados em planícies não muito extensas.

A declividade mostra que predominam relevos planos a suave ondulado. A classe de declividade que predomina é de 0-3%, considerada como relevo plano. A segunda classe é de 3-8%, considerada como relevo suave ondulado e a terceira e última é classe de 8-20%, considerada como relevo ondulado.

Figura 6.1-106 - Mapa de declividade da área do empreendimento.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.7 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

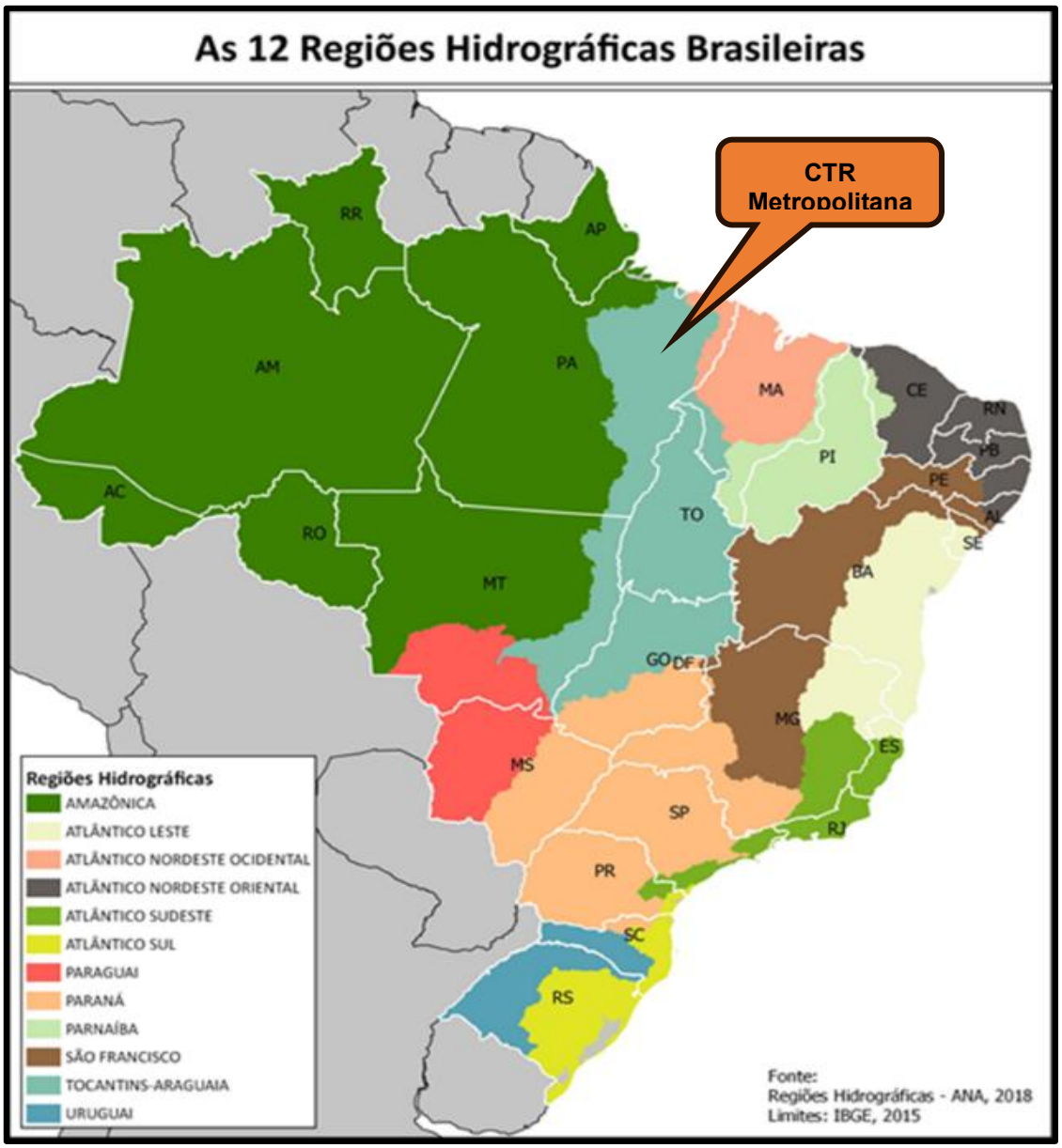
6.1.7.1 INTRODUÇÃO

Para a realização da caracterização hidrológica da área de estudo é importante adotar uma abordagem sistêmica abrangente sobre o assunto, avaliando o cenário das condições hidrológicas em diferentes escalas. Nesse sentido, é essencial a avaliação das regiões, unidades de gerenciamento e bacias hidrográficas que estão relacionadas à área em estudo, sendo estes compartimentos entendidos como unidades territoriais para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, conforme define a Lei Federal Nº 9.433 de 1997.

Além do conhecimento das divisões hidrográficas, tanto as informações hidrológicas, como as fluviométricas e pluviométricas, são importantes aliadas para um diagnóstico adequado da área em estudo, assim como a qualidade da água nos pontos de interferência, nos quais poderá haver captação do recurso hídrico para atendimento ao empreendimento e lançamento de efluentes provenientes das atividades a serem desenvolvidas, sendo este último, realizado após tratamento.

Em escala nacional, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) subdividiu o país em 12 Regiões Hidrográficas através da Resolução n° 32 de 2003, conforme pode ser observado na figura abaixo. A Área de estudo encontra-se na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, consistindo na segunda maior Região Hidrográfica do país, com 967.059 km².

Figura 6.1-107 - Regiões Hidrográficas do Brasil definidas pelo CNRH, 2003.



Contudo, devido à grande extensão territorial do Brasil, este nível de agregação por vezes é insuficiente para individualizar todas as nuances regionais. Assim, em 2020, o novo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) apresentou nova proposta de subdivisão do território nacional através da Resolução nº 109 de 2010 do CNRH.

Como resultado, foram delimitadas e identificadas 47 Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHs) de bacias hidrográficas de abrangência interestadual, além de 17 UGRHs de bacias estaduais. A figura a seguir ilustra as 47 UGRHs, com destaque para a unidade em que o empreendimento está situado, consistindo na UGRH Tocantins-

Araguaia, que apresenta praticamente a mesma conformação da Região definida em 2003.

Figura 6.1-108 - Unidades de Gestão de Recursos Hídricos do Brasil, 2020.



A Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia foi subdividida no âmbito da elaboração do Plano de Recursos Hídricos em 17 Unidades de Planejamento (UPs), estando a área de estudo localizada na UP Acará-Guamá, possuindo uma área de abrangência de 90.928 Km², tendo como principais rios o Acará, o Guamá e o Moju. A área de implantação da CTR Metropolitana está localizada na bacia hidrográfica do Rio Acará, o qual deságua na Baía de Guajará, próximo ao município de Belém. Em uma escala local, o empreendimento encontra-se inserido na bacia do Igarapé Castanhal, consistindo em um afluente direto do rio Acará pela margem direita.

Diante das diferentes escalas para a realização de um diagnóstico preciso sobre os recursos hídricos, o estudo desenvolvido buscou realizar a caracterização hidrológica de acordo com as subdivisões oficialmente realizadas pelos órgãos de controle e gestão dos recursos hídricos, assim como na disponibilidade de dados de confiança e atualizados.

6.1.7.2 REGIÃO HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA

A Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia (RHTA) possui uma área de aproximadamente 920 mil km² (cerca de 11% do território nacional) e abrange os estados de Goiás (21%), Tocantins (30%), Pará (30%), Maranhão (4%), Mato Grosso (15%) e o Distrito Federal (0,1%). Sua configuração é alongada, com sentido Sul-Norte, seguindo a direção predominante dos seus cursos d'água principais: os rios Tocantins e Araguaia. Estes se unem na parte setentrional da região, a partir de onde é denominado Rio Tocantins, que segue até desaguar na Baía da Ilha de Marajó. (ANA, 2015)

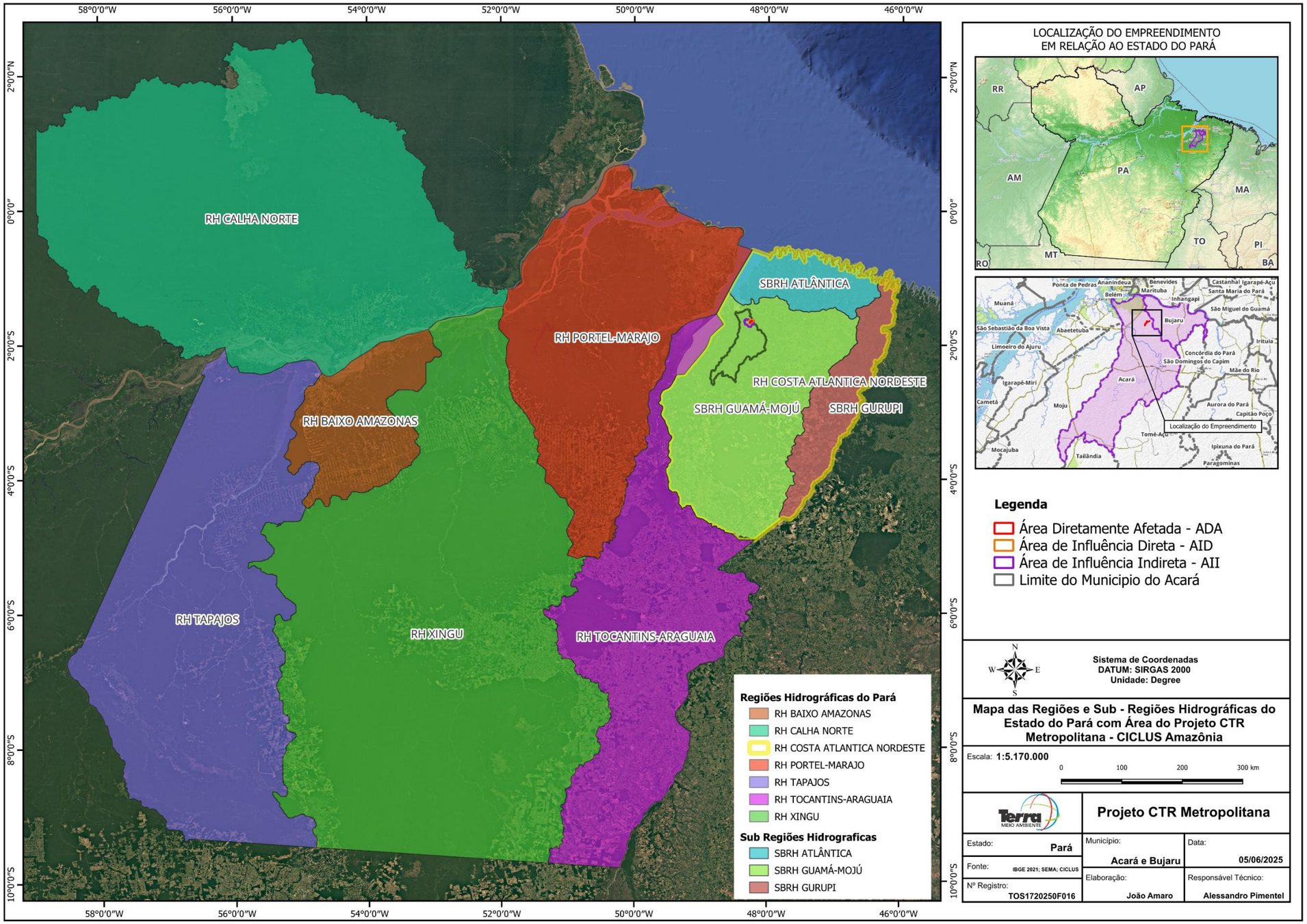
O Rio Tocantins nasce no Planalto de Goiás, a cerca de 1.000 m de altitude, sendo formado pelos rios das Almas e Maranhão. Seu principal tributário é o Rio Araguaia (2.600 km de extensão), onde se encontra a Ilha do Bananal, a maior ilha fluvial do mundo. A extensão total do Rio Tocantins é de 1.960 km, sendo sua foz na Baía de Marajó, onde também deságuam os rios Pará e Guamá. (ANA, 2015)

Em 2010, a população da RHTA totalizava, aproximadamente, 8,6 milhões de habitantes, correspondendo a cerca de 4,5% da população nacional. Dessas, 76% residiam em áreas urbanas, resultando em uma densidade demográfica de 9,3 hab/km², o que representa uma proporção 2,5 vezes inferior à densidade demográfica média do país, que é de 22,4 hab/km². (ANA, 2015).

Em termos de disponibilidade hídrica, é a segunda maior região brasileira, apresentando 13.624 m³/s de vazão média de longo período, que corresponde a 8% do país, inferior apenas a da Região Hidrográfica do Amazonas, com 131.947 m³/s (ANA, 2009). O balanço hídrico mostra que, com uma precipitação de 1.837 mm anuais e uma vazão de 13.624 m³/s, a evapotranspiração real é de 1.371 mm, o que representa 75% da precipitação, enquanto a evapotranspiração real média anual do país é de 1.134 mm ou 63% da precipitação (ANA, 2015). A análise das vazões ao longo dos anos, de 1931 a 2003, revela que o período crítico, marcado pelas menores vazões anuais no Rio Tocantins, abrangeu os anos de 1950 a 1955. No Rio Araguaia, os períodos de destaque foram de 1946 a 1956 e de 1961 a 1973. Quanto ao período mais úmido, esse estendeu-se de 1977 a 1983 em ambos os rios (ANA, 2009).

Associada a essa característica de elevada pluviosidade, a região apresenta dois importantes biomas: a Floresta Amazônica, que ocupa a porção norte/noroeste da região (35% da área total), e o Cerrado (65%). Esses biomas apresentam grande diversidade de fauna e flora e uma ampla zona de transição (ecótono). A figura a seguir apresenta o mapa da região hidrográfica do Tocantins-Araguaia.

Figura 6.1-109 - Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia. Fonte: ANA (2015).



Fonte: Terra, 2025

A vazão com permanência de 95% (Q95), que serve como referência para a vazão de estiagem, é de 2.696 m³/s, sendo que 2.039 m³/s correspondem à bacia do Tocantins-Araguaia, na sua foz. Na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, a vazão de estiagem representa 20% da vazão média (ANA, 2009).

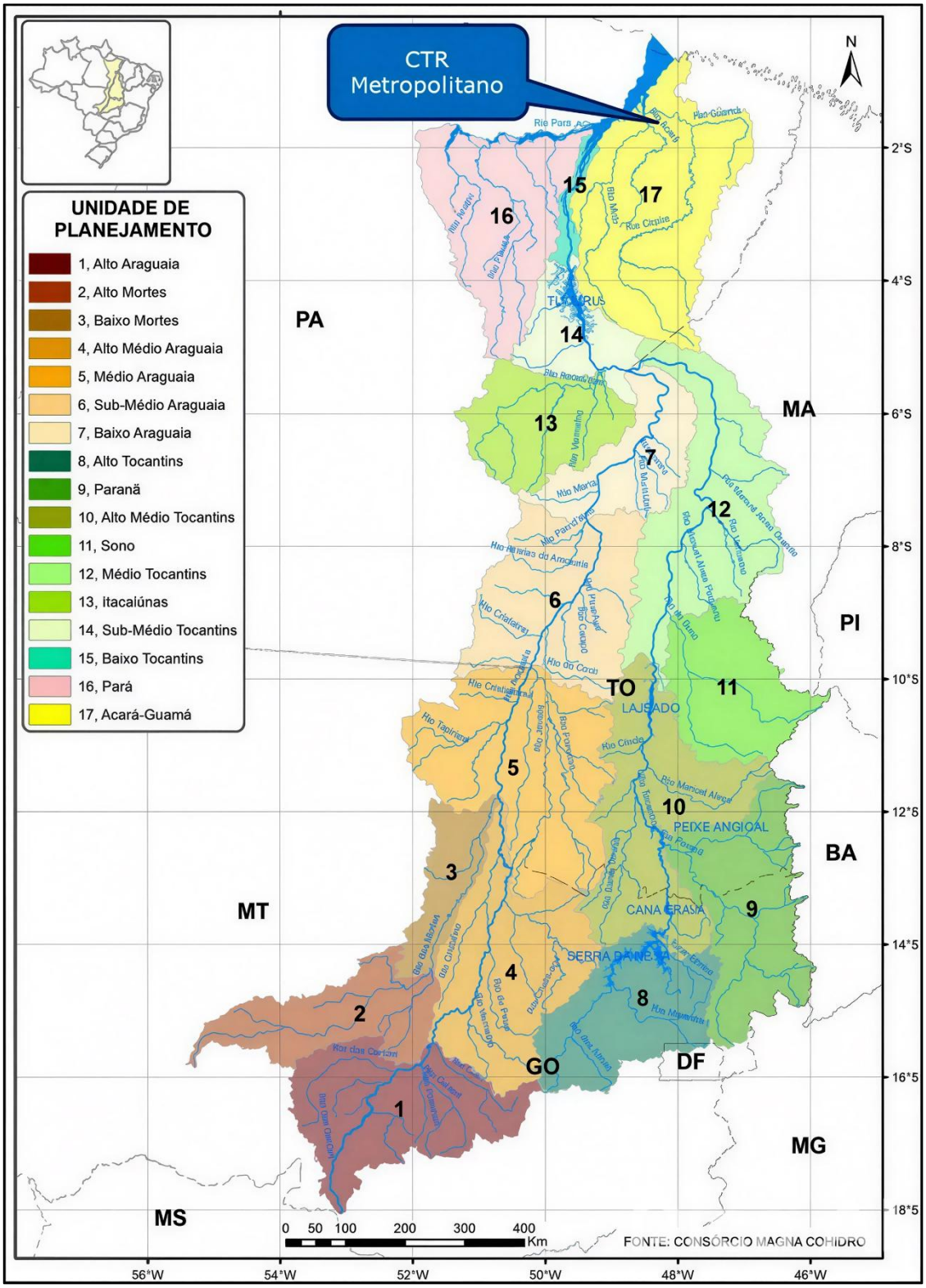
A vazão média da UP Médio Tocantins, antes da confluência com o Araguaia, é de 4.600 m3/s, enquanto a vazão média da UP Baixo Araguaia é de 5.484 m3/s. As vazões específicas médias destas bacias são similares de 14,24 L/s. km², para o Araguaia, e de 15,03 L/s.km², para o Tocantins (antes da confluência com o Rio Araguaia). Entretanto, as vazões específicas de estiagem são bem diferentes, de 2,52 L/s.km2, no Araguaia, e de 3,29 L/s.km2, no Tocantins, mostrando a maior produtividade hídrica desta sub-bacia.

Segundo ANA (2015), a Foz do Tocantins possui vazão média de longo período (Q_m) de 184,59 m³/s e disponibilidade hídrica de 6.457,6 m³ por habitante ao ano. As principais demandas hídricas são para uso urbano e animal e o balanço entre disponibilidade e demanda baseada na vazão média de longo período acumulada (Q_m) é de 0,01%, e, com base na vazão com permanência de 95% (Q_{95}) é de 3,01%.

A vazão média da parte superior do rio Tocantins, antes de se unir ao Araguaia, é de 4.600 m3/s, enquanto na parte inferior do Araguaia é de 5.484 m3/s (ANA, 2009). Ambas as bacias apresentam vazões médias específicas semelhantes de 14,24 L/s.km2 para o Araguaia e 15,03 L/s.km2 para o Tocantins (antes da confluência com o rio Araguaia). No entanto, durante os períodos de estiagem, as vazões específicas divergem significativamente, com 2,52 L/s.km2 para o Araguaia e 3,29 L/s.km2 para o Tocantins, demonstrando uma maior capacidade de produção hídrica nesta sub-bacia.

Segundo o Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia (ANA, 2009), a região hidrográfica Tocantins-Araguaia pode ser subdividida em 17 Unidades de Planejamento (UPs), conforme pode ser verificado na figura a seguir, estando a área de estudo inserida na UP 17, denominada Acará-Guamá.

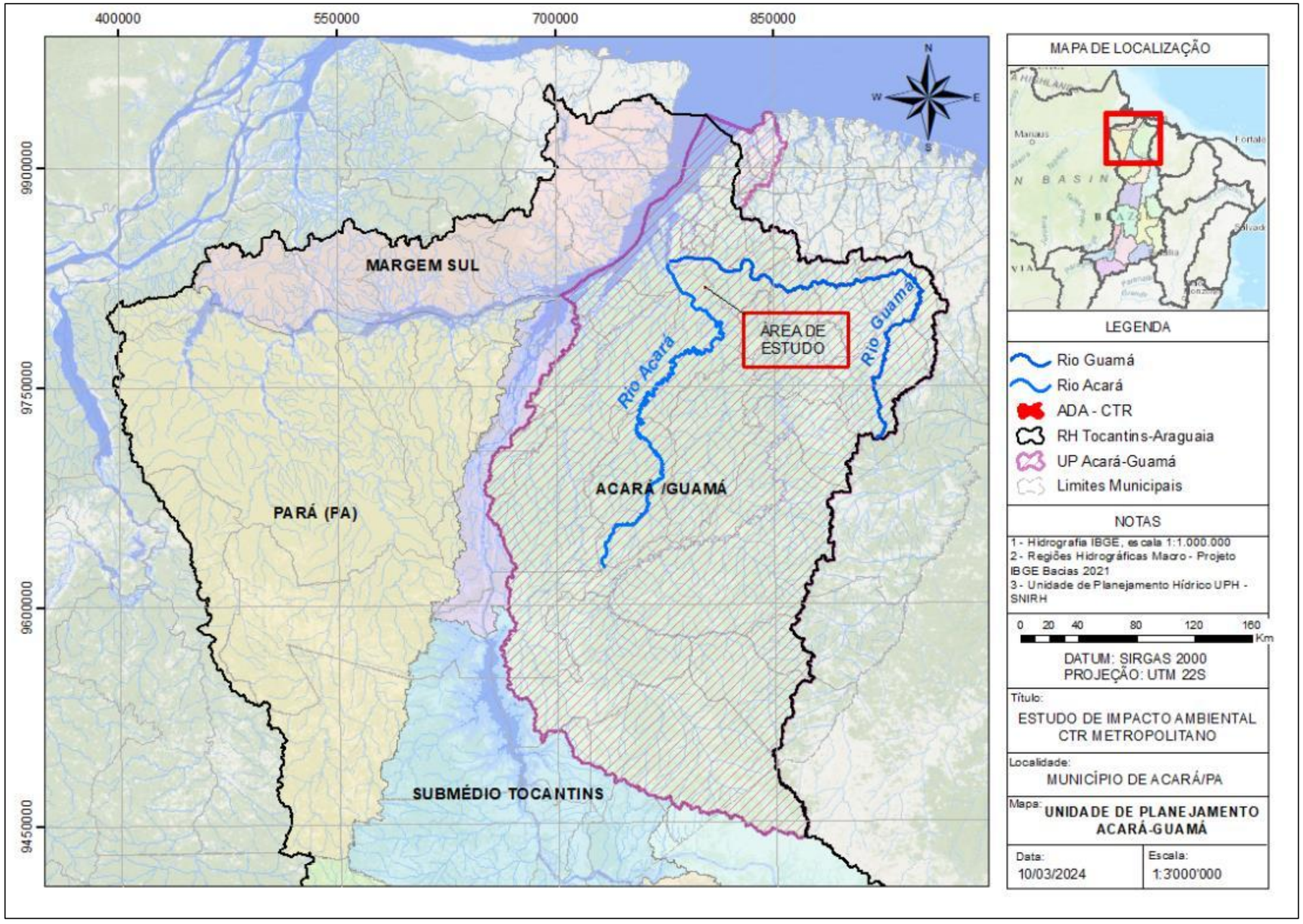
Figura 6.1-110 - Região Hidrográfica Tocantins Araguaia e suas Unidades de Planejamento.



6.1.7.3 UNIDADE DE PLANEJAMENTO ACARÁ-GUAMÁ

A Unidade de Planejamento Acará-Guamá possui uma área total de, aproximadamente, 86.000 km², abrangendo 60 municípios brasileiros, como mostra a figura a seguir. Quando comparadas às demais UPs, destaca-se em termos de população, apresentando 42% da população total da RHTA e densidade demográfica de32,85 hab/km². Este fato se deve, principalmente, pela presença da Região Metropolitana de Belém que, com apenas cinco municípios possuía, no ano de 2000, 1.795.536 habitantes (ANA, 2009).

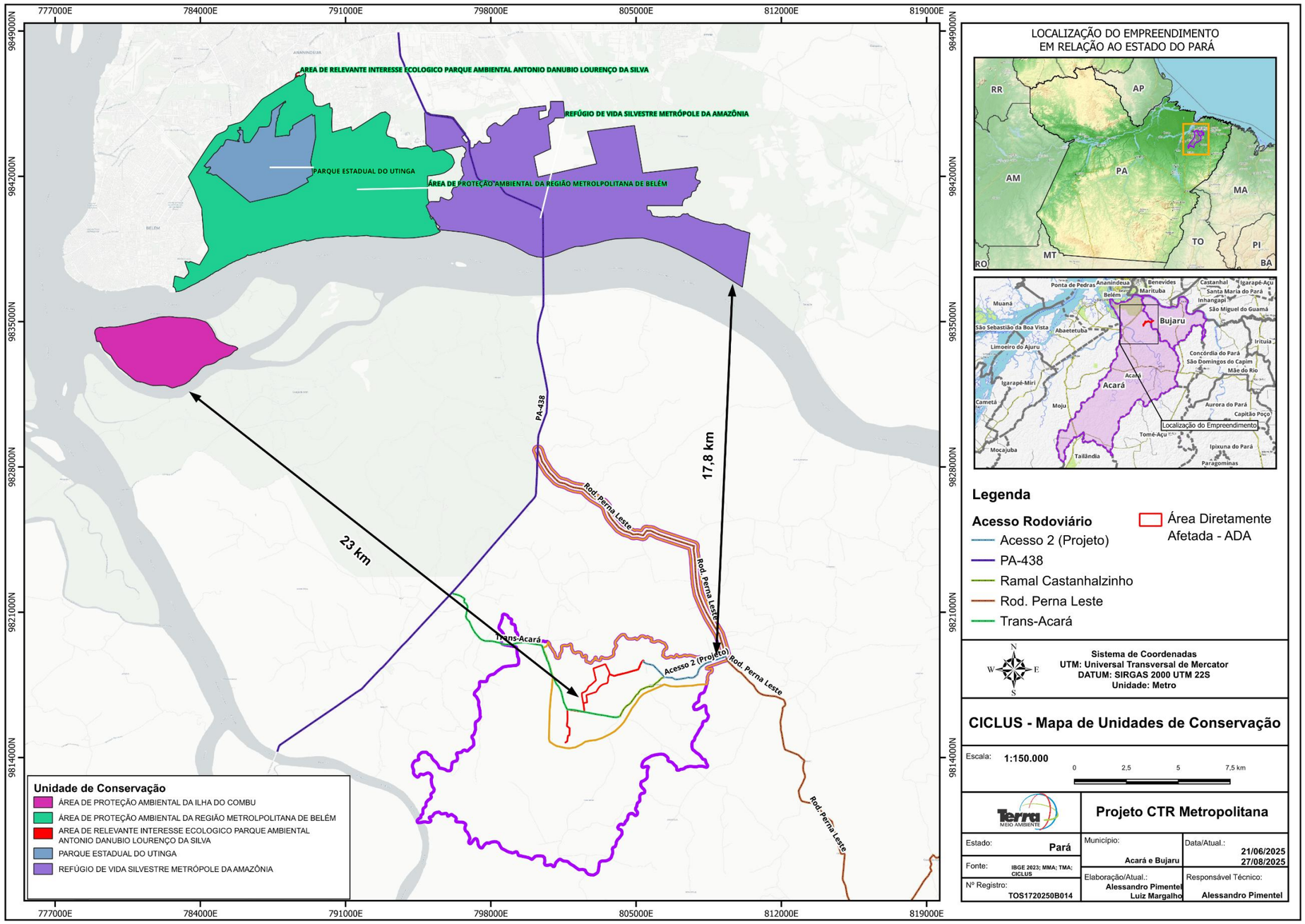
Figura 6.1-111 - Unidades de Planejamento (UP) inseridas na RH Tocantins-Araguaia, com destaque para a UP Acará-Guamá e a área de estudo.



De acordo com informações disponibilizadas no Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia (ANA, 2009), na UP Acará-Guamá há predominância de latossolos amarelos e vermelho-amarelos, evidenciando uma alta aptidão agrícola para esta região. Dentre as 17 UPs, as extensões mais significativas de terras propícias para agricultura encontram-se nesta Unidade de Planejamento, sendo correspondente a 8,8% da RHTA. As demais regiões com maior potencial agrícola são Médio Araguaia (7,8%), Médio Tocantins (7,4%) e Alto Médio Tocantins (6,3%).

Ao avaliar as Unidades de Conservação (UC) existentes na UP Acará-Guará, foram identificadas 4 UCs Federais, 5 estaduais e 3 municipais que juntas, representam uma área de 750 km². Quando comparada à área total da UP, as unidades de conservação representam menos de 1,0%, demonstrando a baixa representatividade. Pelo mapa é possível observar que as UCs mais próximas ficam localizadas a Norte da área de estudo, a um raio de 20km. Essas áreas estão dispostas às margens do rio Guamá, sendo todas UCs Estaduais: Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu, Parque Estadual do Utinga, APA da Região Metropolitana de Belém e Refúgio da Vida Silvestre Metrópole da Amazônia. Destaca-se que, no Parque Estadual do Utinga, encontram-se os lagos Bolonha e Água Preta, mananciais responsáveis pelo abastecimento de água de mais de 70% dos habitantes da Região Metropolitana de Belém no (RMB).

Figura 6.1-112 - Unidades de Conservação Federal, Estadual e Municipal.



Fonte: Terra, 2025.

Tabela 6.1-10 - *Unidade de Conservação.*

Nome (Unidade de Conservação)	Categoria	Esfera	Ato Legal	Área (km²)
Reserva Extrativista Mãe Grande de Curuçá	Reserva Extrativista	Federal	Decreto S/N de 16/12/2002	193,79
Parque Estadual do Utinga	Parque	Estadual	Decreto nº 1552 de 03/05/1993	14,02
Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu	Área de Proteção Ambiental	Estadual	Lei ordinária nº 6.083 de 17/11/1997	15,07
Área de Proteção Ambiental do Lago do Tucuruí	Área de Proteção Ambiental	Estadual	Lei ordinária nº 6.451 de 11/04/2002	185,76
Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belém	Área de Proteção Ambiental	Estadual	Decreto nº 1.551 de 04/05/1993	56,62
Area de Relevante Interesse Ecológico Parque Ambiental Antônio Danúbio Lourenço da Silva	Área de Relevante Interesse Ecológico	Municipal	Lei ordinária nº 2472 de 17/01/2011	0,04
Reserva Extrativista Marinha Mocapajuba	Reserva Extrativista	Federal	Decreto S/N de 13/10/2014	184,55
Reserva Particular do Patrimônio Natural Klagesi	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Federal	Portaria nº 56 de 23/08/2005	0,23
Area De Relevante Interesse Ecológico Museu Parque Seringal	Área de Relevante Interesse Ecológico	Municipal	Lei ordinária nº 2.560 de 09/04/2012	0,01
Reserva Extrativista São João da Ponta	Reserva Extrativista	Federal	Decreto nº S/N de 16/12/2002	34,16
Refúgio de Vida Silvestre Metrópole da Amazônia	Refúgio de Vida Silvestre	Estadual	Decreto nº 2.211 de 01/04/2010	63,85
Parque Natural Municipal de Castanhal/Pará	Parque	Municipal	Lei orgânica nº 020/2018 de 08/06/2018	0,15

No que diz respeito ao uso e ocupação do solo, assim como as Unidades de Planejamento Pará e Baixo-Tocantins, a UP Acará Guará apresenta baixos níveis de desmatamento, no entanto, já apresenta antropismo (como o efeito da construção da rodovia Transamazônica).

Do ponto de vista da ocupação do solo com cultivos temporários, as Unidades de Planejamento (UPs) mais proeminentes são Alto Mortes (25%), Alto Araguaia (19%), Alto Tocantins (12%), Médio Tocantins e Acará-Guamá (7%), totalizando 70% da área destinada a culturas temporárias em toda a RHTA. Em contraste, as culturas permanentes apresentam uma presença territorial limitada, sendo que apenas na UP Acará-Guamá ultrapassam 1% da área total. Analisando a RHTA de forma geral, a atividade de extrativismo concentra-se principalmente na exploração de madeira,

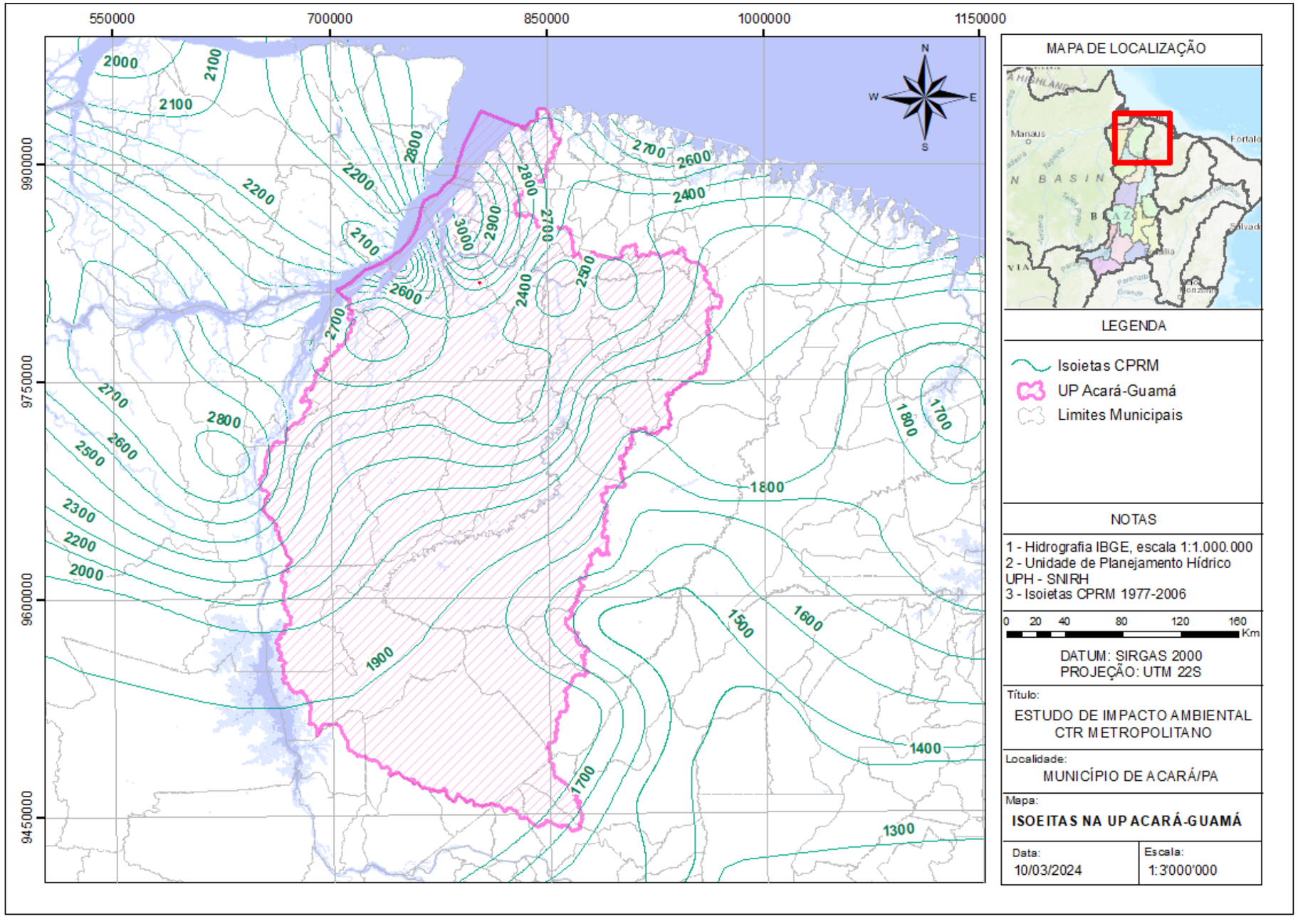
especialmente na região amazônica, que abrange as Unidades de Planejamento Itacaiúnas, Acará-Guamá e Pará (ANA, 2009).

Além dos aspectos mencionados, ressalta-se que, de acordo com o mapeamento do risco potencial de erosão do solo na RHTA, apresentado em ANA (2009), algumas áreas foram identificadas com risco elevado de erosão, como é o caso da UP Acará-Guará. No caso desta bacia em específico, este risco de apresentou elevado na porção norte da bacia, especialmente nas faixas ao longo das rodovias, que concentram as atividades antrópicas, resultando em risco de erosão médio a alto.

O saneamento na UP Acará-Guará é caracterizado por um sistema de abastecimento de água que, juntamente com as UPs Alto Mortes, Médio, Submédio e Baixo Araguaia, Submédio Tocantins e Pará e Acará-Guamá apresentam níveis de cobertura menor do que 84% (percentual em relação à população urbana), sendo esta a média da RHTA. Em relação à questão de esgotamento sanitário, a quantidade de carga poluidora despejada nos corpos hídricos da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia totaliza aproximadamente 174 t/dia de Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias (DBO5). Dessas, 70,7% são originárias das Unidades de Planejamento (UPs) Alto, Alto Médio e Médio Tocantins e Acará-Guamá, que também são responsáveis por 75,8% da carga orgânica total de chorume de lixo, estimada em 31 t/dia.

Dados do Plano Estratégico (ANA, 2019) apontam para uma pluviosidade anual média na UP Acará-Guamá de 2.271mm. O mapa das isoietas mostra a variabilidade espacial das chuvas na unidade de planejamento em análise, com valores situados entre 1700mm, ao sul da área, e 3000mm, ao norte, nas proximidades da cidade de Belém.

Figura 6.1-113 - Isoietas das precipitações totais anuais na UP Acará-Guamá.



Fonte: Vereda, 2024.

A disponibilidade hídrica superficial da UP Acará-Guamá, apontada em ANA (2009), corresponde a uma vazão específica média 17,28 L/s.km2, e uma vazão de estiagem de 5,59 L/s.km2, sendo esta uma das maiores vazões específicas de estiagem dentro da RHTA. Destacam-se também, dentro da RHTA, vazões específicas de estiagem de 5,45 L/s.km2 (Sono), 5,37 L/s.km2 (Alto Mortes), 5,37 L/s.km2 (Baixo Mortes) 4,07 L/s.km² (Médio Tocantins), todos significativamente acima da média da RHTA (2,96 L/s.km2). É importante ressaltar que essas unidades de paisagem ocorrem em bacias sedimentares do Paraná (Alto e Baixo Mortes), São Francisco (UP do Sono), Parnaíba (UP Médio Tocantins) e em coberturas cenozoicas (ambas na UP Acará-Guamá). Isso explica por que a contribuição do escoamento de base nos rios é consideravelmente mais significativa do que nas regiões de terrenos cristalinos. Considerando a área total de cada unidade hidrográfica e as vazões específicas de estiagem mencionadas, foi elaborada a tabela a seguir, com a disponibilidade hídrica em m³/s para cada Unidade de Planejamento. Observa-se que a disponibilidade da UP Acará-Guamá é de 480m³/s, representando 8,8% da Região Hidrográfica do Tocantins Araguaia.

Tabela 6.1-11 ***Área de drenagem e disponibilidade hídrica. Fonte: ANA (2009)***

Unidade Hidrográfica	Área (km²)[3]	Disponibilidade (m³/s)
Tocantins[1]	306.099	1.445
Araguaia	385.060	969
Tocantins[2]	764.996	4.791
Acará-Guamá	85.910	480
Pará	60.698	176
RHTA	911.604	5.447

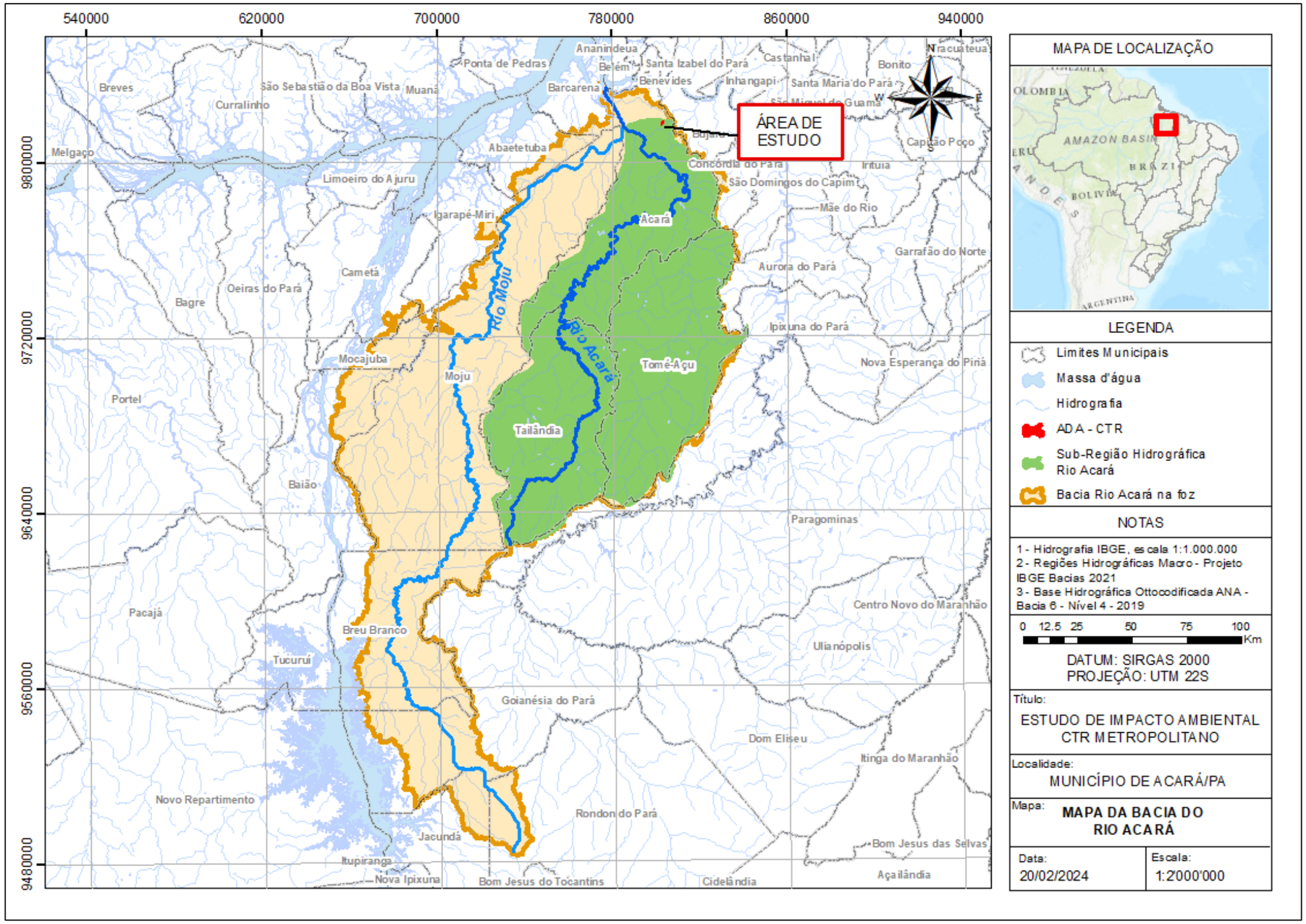
6.1.7.3.1 Bacia do Rio Acará

O Rio Acará tem suas principais nascentes nos municípios de Tomé-Açu e Tailândia, pertencentes à Microrregião de Tomé-Açu, que está incluída na Mesorregião Nordeste Paraense. Ele recebe também águas procedentes dos municípios de Bujaru e de Acará. O seu deságue final ocorre na Baía do Guajará, próximo ao deságue do rio Guamá, no município de Belém.

Seu principal afluente é o Rio Moju, que chega pela margem esquerda do Acará, já em seu trecho final, próximo a foz. Sua bacia hidrográfica tem como limitantes a bacia do Rio Capim, a Leste e a bacia do Rio Tocantins, a Oeste.

A quantidade e distribuição dos igarapés que formam o Rio Acará, conforme ilustra a figura a seguir, dificultam a identificação de uma nascente como sendo sua principal contribuição, mas é possível considerar que de sua foz nas proximidades de Belém até suas nascentes mais remotas, suas águas percorrem, aproximadamente 411 km, sendo suas principais características a baixa velocidade e as sinuosidades de seu leito. Sua bacia tem predominância no sentido Sul-Norte, apesar de seus meandros a direcionarem ora para Leste, ora para Oeste. Estima-se que a bacia de drenagem do rio Acará, na foz, seja de 30.000 km².

Figura 6.1-114 - Bacia do Rio Acará na foz.



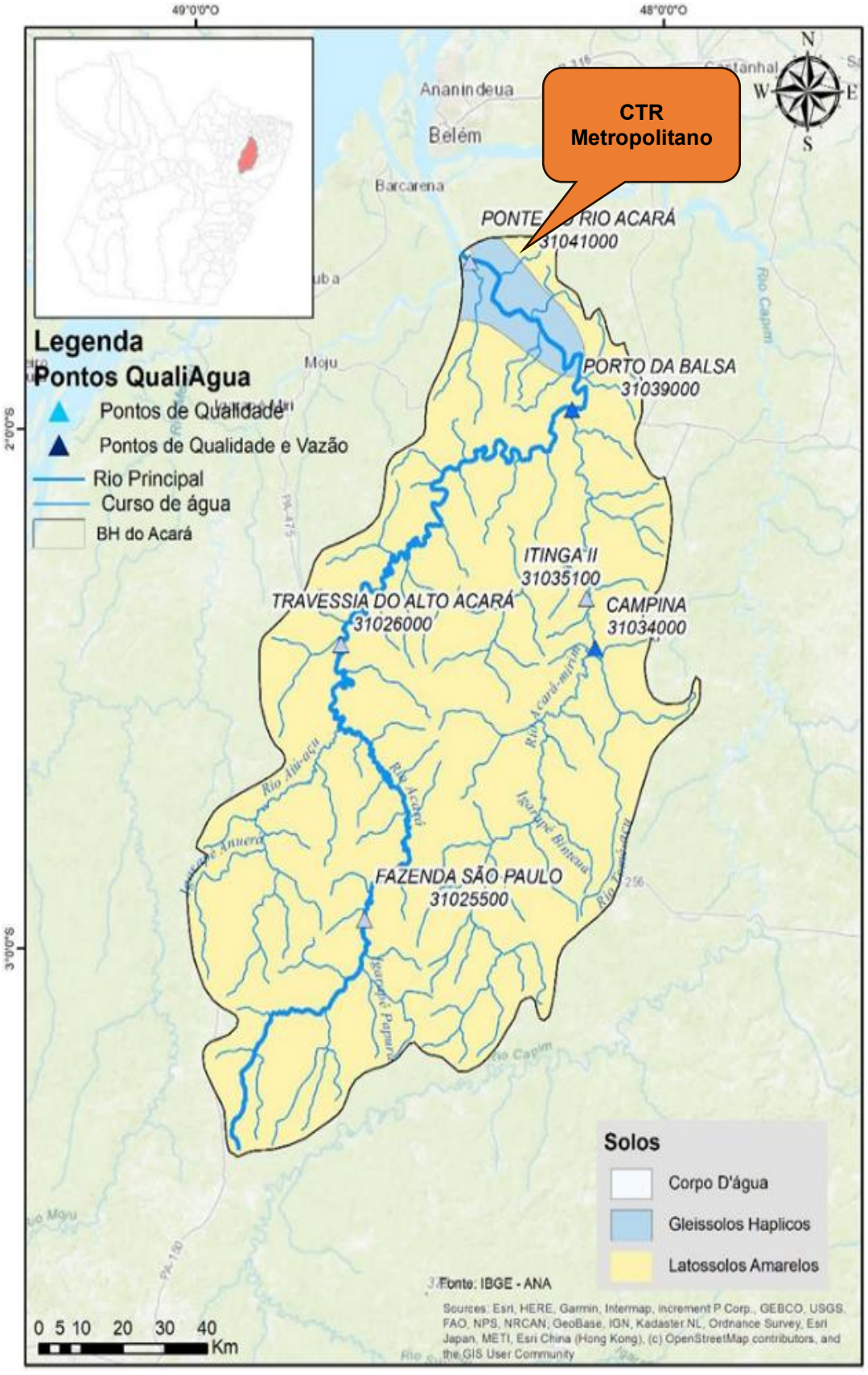
Fonte: Vereda, 2024.

Para fins de caracterização, foi considerada a sub-região hidrográfica do rio Acará apresentada em SEMAS (2020), sendo esta a área delimitada tendo como exultório de referência o ponto logo a montante da confluência com o rio Moju. A sub-região faz fronteiras com as Sub-regiões Hidrográficas do Capim, Guamá e Moju, e abrange uma área de 13.495,24 km², equivalente a 1,08% do Estado do Pará. Sua delimitação foi obtida através da base cartográfica ottocodificada Bacia 6 – Nível 4, e pode ser observada na figura a seguir.

Em uma análise abrangente da região, os municípios de Tailândia, Tomé-Açu e Acará apresentaram diferentes índices de desenvolvimento humano (IDH) em 2010, com Tailândia e Tomé-Açu liderando. Quanto à agricultura, destacaram-se cultivos como mandioca e milho em Acará e Tailândia, respectivamente, além de açaí e banana nessas mesmas localidades. No setor pecuário, a criação de gado bovino em Tomé-Açu e aves no Acará foi significativa. Em relação ao saneamento, Ipixuna do Pará teve o melhor índice de esgotamento sanitário, enquanto Tomé-Açu registrou o menor índice em 2010. As fontes incluem dados da FAPESPA, Atlas Brasil e IBGE (SEMAS, 2020).

Em relação ao tipo de solo, nos municípios da Sub-região do Acará constituem-se em sua maior abrangência pelo do tipo Latossolo Amarelo, representando 67,34% da área total analisada. Gleissolo Háplico aparece com 4,74%, e 27,92%, corresponde à massa d’água.

Figura 6.1-115 - Mapa de Solos da Sub-região Hidrográfica do Acará.



Fonte: SEMAS, 2020.

De acordo com a classificação climática de Koppen, a Sub-região hidrográfica (SRH) do Acará tem um clima do tipo Af, caracterizado por ser tropical chuvoso de floresta, com temperatura média anual de 26°C. A média anual de precipitação na bacia é de aproximadamente 2.990,15 mm, com período chuvoso entre dezembro e maio (1.823,61 mm) e período menos chuvoso entre junho e novembro (465,36 mm) (Dias, 2019). Uma análise dos volumes de chuva na SRH do Acará entre 2016 e 2019 revelou que os anos de 2016 a 2018 registraram precipitações muito abaixo da média histórica, indicando anomalias negativas. Por outro lado, o ano de 2019 teve um volume de chuva significativamente acima da média climatológica, sendo classificado como um período de anomalias positivas de precipitação. (SEMAS, 2020).

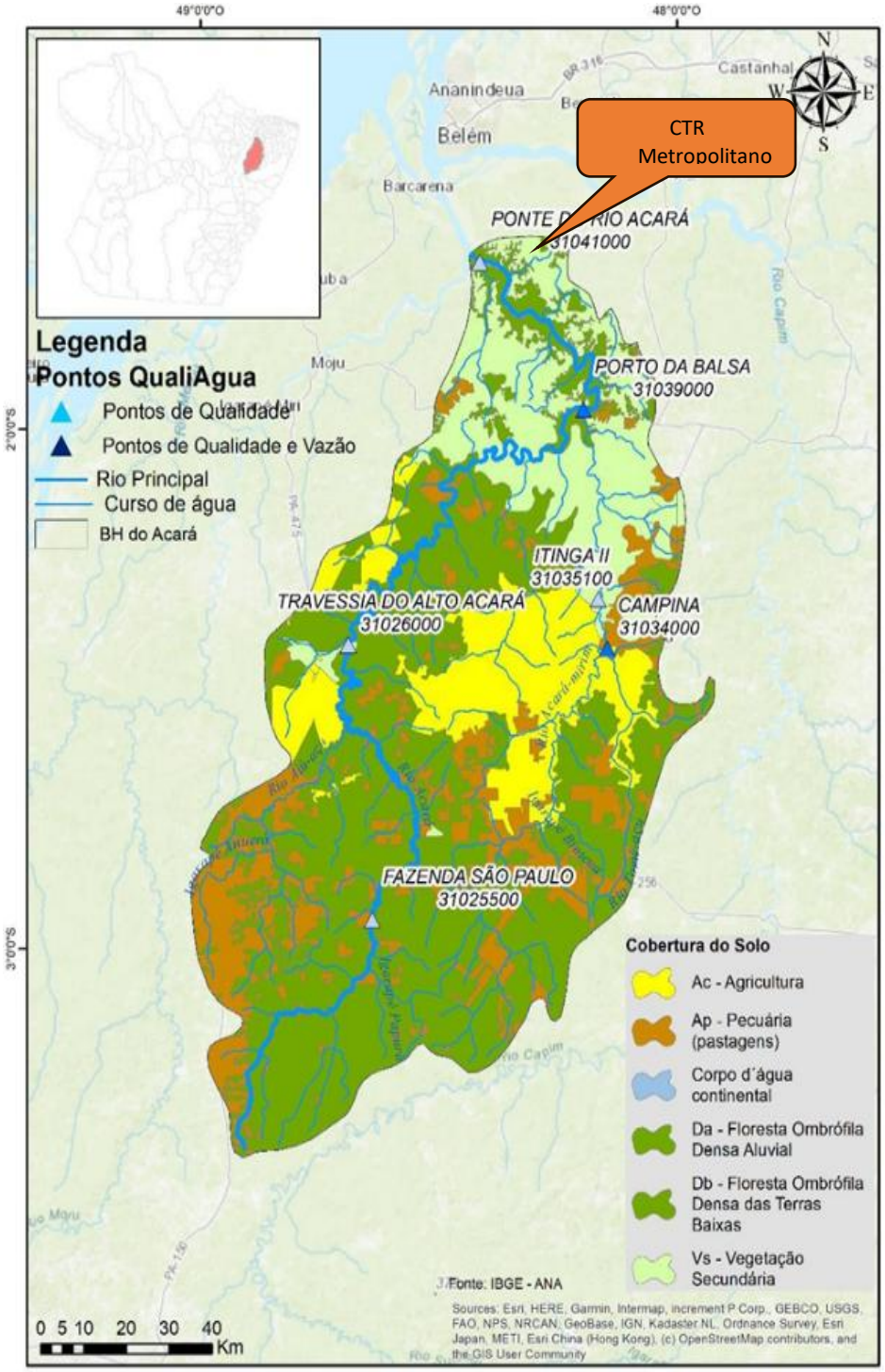
Na região hidrográfica do Acará, o rio Acará se estende por quase 400 quilômetros, tendo sua nascente em Ipixuna do Pará e fluindo até se encontrar com o rio Moju, que deságua na foz do rio Guamá. Entre os principais afluentes do rio Acará, destacam-se o rio Acará-mirim e o rio Urucuré na margem direita, e o rio Aju-Açu e o igarapé Turiaçu.

A maior parte da cobertura do solo nos municípios da Sub-região do Acará é composta por vegetação secundária (37,40%), seguida de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (25,22%) e Corpo d'agua continental (25,19%). Os demais usos que aparecem em menor percentual foram agricultura, pecuária, e Floresta Ombrófila Densa Aluvial, como mostram a tabela abaixo e a figura a seguir.

Tabela 6.1-12 - *Cobertura do solo sub-região Acará.*

Cobertura do Solo	Área (km²)	Percentual (%)
Vegetação Secundária	25.244,84	37,40%
Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	17.021,80	25,22%
Corpo d'agua continental	17.002,40	25,19%
Pecuária	5.544,40	8,21%
Agricultura	2.236,66	3,31%
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	441,98	0,65%
TOTAL	**67.492,08**	**100,00%**

Figura 6.1-116 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Sub-região Hidrográfica do Acará.



Fonte: SEMAS, 2020.

Para avaliar os recursos hídricos da bacia do rio Acará foram consultados os bancos de dados de monitoramento disponíveis na ANA e na SEMAS-PA. O monitoramento hidrológico é realizado com o objetivo de fornecer dados ao longo do espaço e do tempo sobre a quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas em todo o território do país. São disponibilizadas séries temporais de informações essenciais para

embasar as decisões na gestão de recursos hídricos, permitindo o entendimento da situação quantitativa e qualitativa desses corpos d'água, incluindo possíveis mudanças e tendências.

No site da SEMAS-PA foi identificado o Portal HIDROMET, que diz respeito ao Portal de Hidrometeorologia do Estado do Pará, a partir do qual são informados a situação hidrológica dos rios e o quantitativo pluviométrico nos pontos monitorados. Para todo o estado do Pará foram identificadas 15 estações de monitoramento fluviométrico, sendo a estação mais próxima da área de estudo a estação Badajós, localizada no município de São Domingos do Capim, no rio Capim. O Portal HIDROMET disponibiliza, ainda, dados em tempo real das Plataformas de Coleta de Dados (PCD) hidrológicas nos principais rios do território paraense.

A pesquisa no sistema Hidroweb/ANA usou como referência os municípios inseridos na bacia do rio Acará, sendo estes Acará, Tomé-açu e Tailândia. Foram levantados, também, os postos existentes em áreas vizinhas, como na bacia do rio Moju (municípios Moju, Mocajuba, Baião, Breu Branco, Goianésia do Pará, Jacundá, Rondon do Pará) e, devido à proximidade com a área de estudo, as estações existentes do município de Bujaru também foram consultadas.

A pesquisa no Hidroweb apontou os seguintes resultados:

- Município de **Acará**: 4 estações, sendo 2 estações fluviométricas da ANA (dados de cota) e 2 estações de qualidade da água da SEMAS-PA;
- Município de **Tailândia**: 4 estações, todas de qualidade da água da SEMAS-PA;
- Município de **Tomé-Açu**: 4 estações, sendo 2 da SEMAS-PA (qualidade água) e 2 da ANA. Uma delas (31680000), localizada no rio Capim, apresenta dados consistidos de vazão de 1982 a 2021 e, o posto 31040000, localizado no rio Acará, fornece dados de cotas. Ressalta-se, portanto, que a estação 31680000 fica localizada fora dos limites da bacia do rio Acará;
- Município de **Moju**: 3 estações, onde 2 são de qualidade de água da SEMAS-PA e 1 fluviométrica da ANA (31020000), localizada no rio Moju. Destaca-se que, dentre as estações com dados disponíveis de vazão, esta é a única que apesenta medições no rio Acará, sendo estes dados consistidos para o período de 1982-2021;
- Município de **Mocajuba, Baião, Breu Branco e Jacundá**: para estes municípios foram localizados postos apenas no rio Tocantins, para áreas muito maiores que a área de estudo. Portanto, foram descartadas da avaliação;

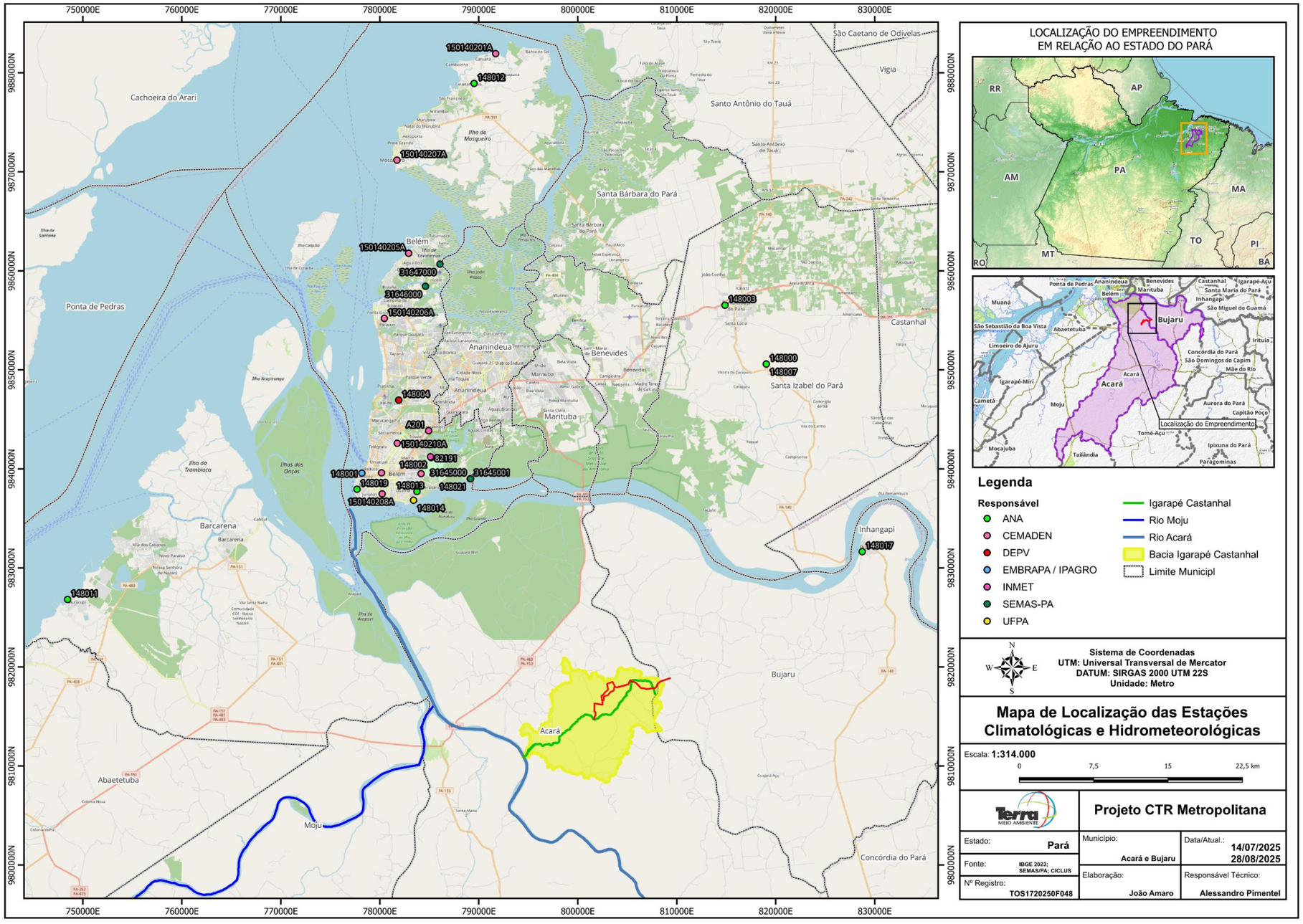
- Município de **Bujaru**: a pesquisa no hidroweb apontou apenas uma estação de qualidade da água da SEMAS-PA, no rio Boju, em um ponto fora da bacia do rio Acará. Portanto, foi descartada do estudo.

Com base nas informações supracitadas, o mapa com a localização foi elaborado e está apresentado na figura abaixo, bem como a tabela a seguir, contendo as informações de todas as estações encontradas.

Tabela 6.1-13 - ***Estações fluviométricas na área de estudo.***

Código	Nome	Tipo	Município	Responsável	Operadora	Lat	Long	Curso d'água	Área Drenagem (km²)	Dados disponíveis no Hidroweb	Período - Dados Brutos	Período - Dados Consistidos
31030000	Fazenda Urucure	Fluviométrica	Acará	ANA	ANA	-2,200	-48,500	Rio Acara	5.340	Cotas	10/1989 - 04/1997	-
31040000	Acará	Fluviométrica	Acará	ANA	ANA	-1,950	-48,183	Rio Acara	12.000	Cotas	09/1993 - 12/1997	-
31039000	Acará 2	Fluviométrica	Acará	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-1,963	-48,196	Rio Acara	-	Qualidade	-	-
31041000	Acará 1	Fluviométrica	Acará	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-1,679	-48,414	Rio Acara	-	Qualidade	-	-
31775000	Barcarena 2	Fluviométrica	Barcarena	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-1,558	-48,505	Rio Acara	-	Qualidade	-	-
31021000	Breu Branco (Moju)	Fluviométrica	Breu Branco	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-3,437	-49,172	Rio Moju	-	Qualidade	-	-
31018000	Moju	Fluviométrica	Breu Branco	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-3,774	-49,394	Rio Mojuzinho	-	Qualidade	-	-
31017000	Moju	Fluviométrica	Breu Branco	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-4,001	-49,422	Pitinga	-	Qualidade	-	-
31016000	Goianésia do Pará (Moju)	Fluviométrica	Goianésia do Pará	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-4,091	-49,221	Rio Moju	-	Qualidade	-	-
31020000	Cachoeira Tracambeua	Fluviométrica	Moju	ANA	CPRM	-3,513	-49,213	Rio Moju	5.000	Vazão	-	09/1982 - 12/2021
31023000	Moju 1	Fluviométrica	Moju	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-1,877	-48,762	Rio Moju	-	Qualidade	-	-
31025000	Moju 2	Fluviométrica	Moju	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-1,700	-48,442	Rio Moju	-	Qualidade	-	-
31021200	Tailândia	Fluviométrica	Tailândia	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-2,644	-49,139	Rio Moju	-	Qualidade	-	-
31021100	Tailândia (Moju)	Fluviométrica	Tailândia	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-2,834	-49,116	Rio Moju	-	Qualidade	-	-
31025500	Tailandia 1	Fluviométrica	Tailândia	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-2,946	-48,640	Rio Acara	-	Qualidade	-	-
31026000	Tailandia 2	Fluviométrica	Tailândia	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-2,415	-48,690	Rio Acara	-	Qualidade	-	-
31035000	Tomé-Açu	Fluviométrica	Tomé-Açu	ANA	ANA	-2,400	-48,150	Rio Acará-Mirim	3.490	Cotas	09/1988 - 04/1997	-
31035100	Tomé-Açu	Fluviométrica	Tomé-Açu	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-2,327	-48,165	Rio Acará-Mirim	-	Qualidade	-	-
31034000	Tomé-Açu 1	Fluviométrica	Tomé-Açu	SEMAS-PA	SEMAS-PA	-2,423	-48,147	Rio Acará-Mirim	-	Qualidade	-	-
31680000	Fazenda Maringá	Fluviométrica	Tomé-Açu	ANA	CPRM	-3,137	-48,085	Rio Capim	25900	Vazão	01/2022 - 08/2023	10/1982 - 12/2021

Figura 6.1-117 - Mapa de localização das Estações Climatológicas, meteorológicas e Pluviométricas nas proximidades da Área de Estudo.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.4 BACIA DO IGARAPÉ CASTANHALZINHO

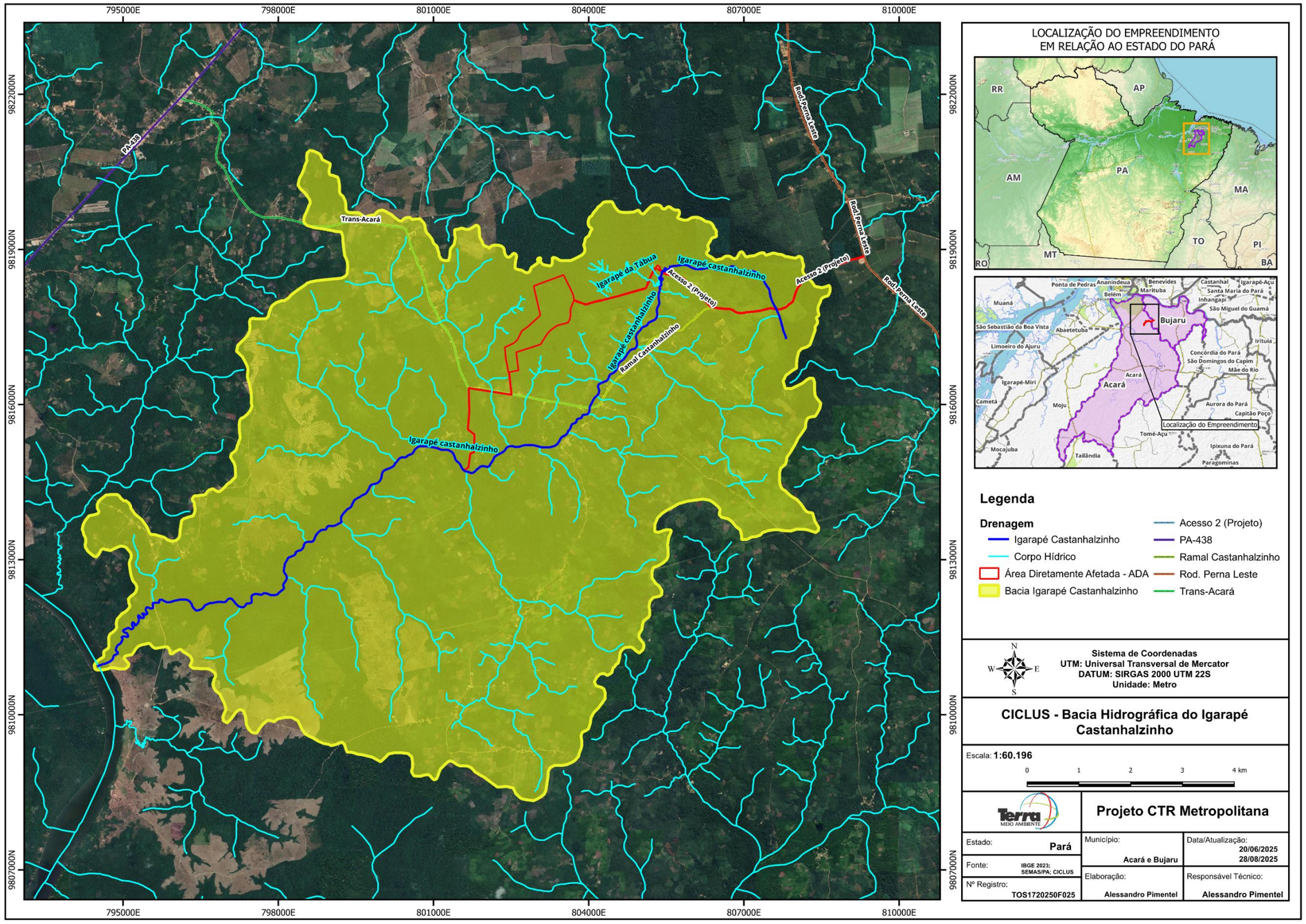
6.1.7.4.1 Hidrografia

A ADA da CTR Metropolitana está totalmente inserida na bacia do Igarapé Castanhalzinho que, como mencionado anteriormente, consiste em um afluente pela margem direita do rio Acará. A figura a seguir apresenta a bacia do curso d'água em questão, onde é indicada a sua localização em relação à bacia do rio Acará e, ainda, a localização da ADA da CTR Metropolitana.

No que diz respeito à sua caraterização, trata-se de um corpo hídrico com extensão em torno de 18,1km e com uma bacia de drenagem de, aproximadamente, 107,18 km². A Área Diretamente Afetada (ADA) da CTR Metropolitana, com 103,50ha, corresponde a 0,97% da área da bacia do referido igarapé, pouco influenciando em suas vazões.

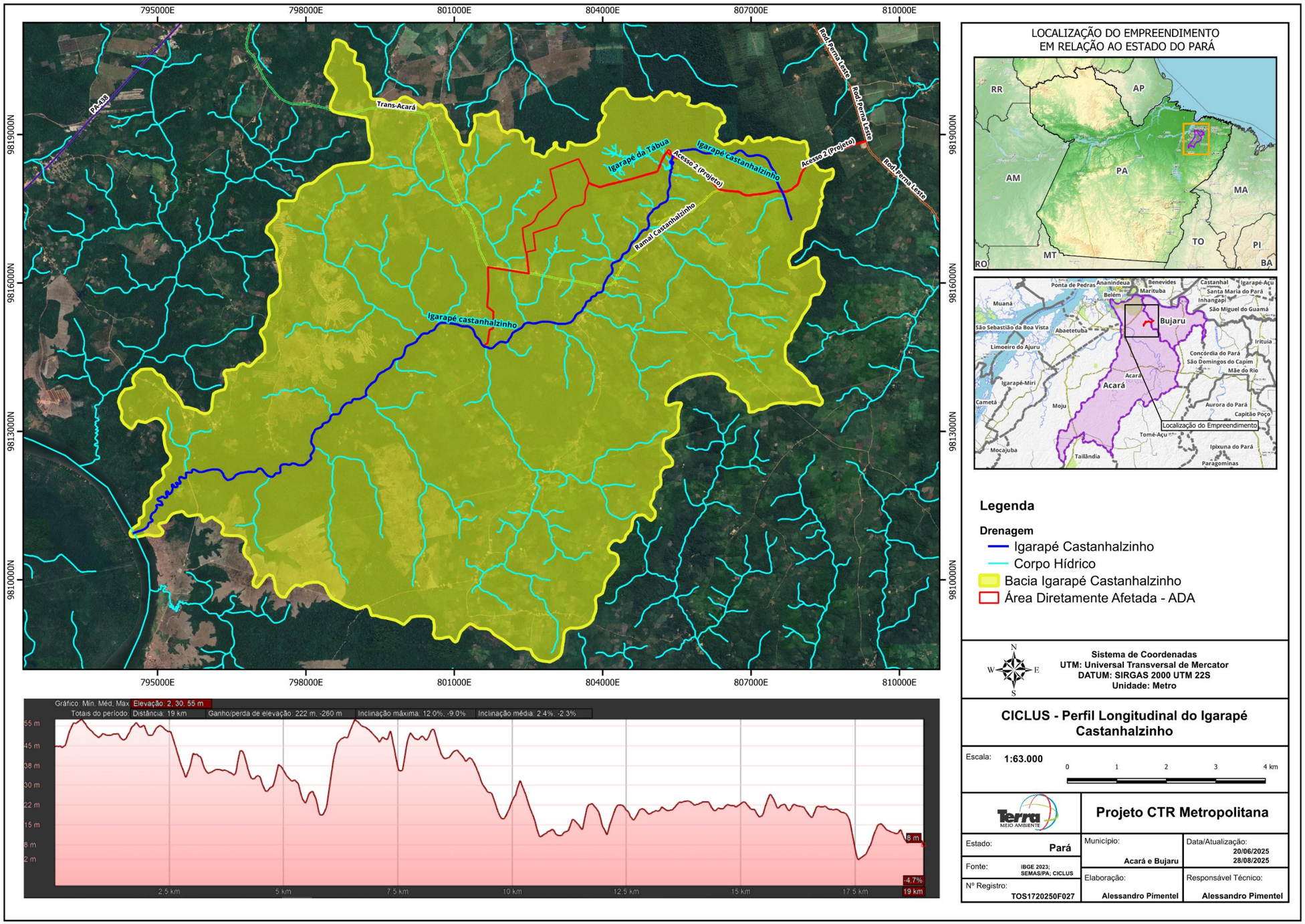
De acordo com os dados e altimetria obtidos pelo Google Earth, o curso d'água desde sua cabeceira até a foz apresenta um desnível de 40m, em uma extensão de 18,1km, representando uma declividade média de 0,0022m/m (0,22%), demonstrando, portanto, baixa declividade do curso d'água. Seu curso se desenvolve praticamente todo em região de planície, o que lhe confere baixas declividades, como mencionado, resultando em baixas velocidades na maior parte do percurso.

Figura 6.1-118 - Bacia Hidrográfica do Igarapé Castanhalzinho.



Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-119 - Perfil longitudinal do Igarapé Castanhalzinho.



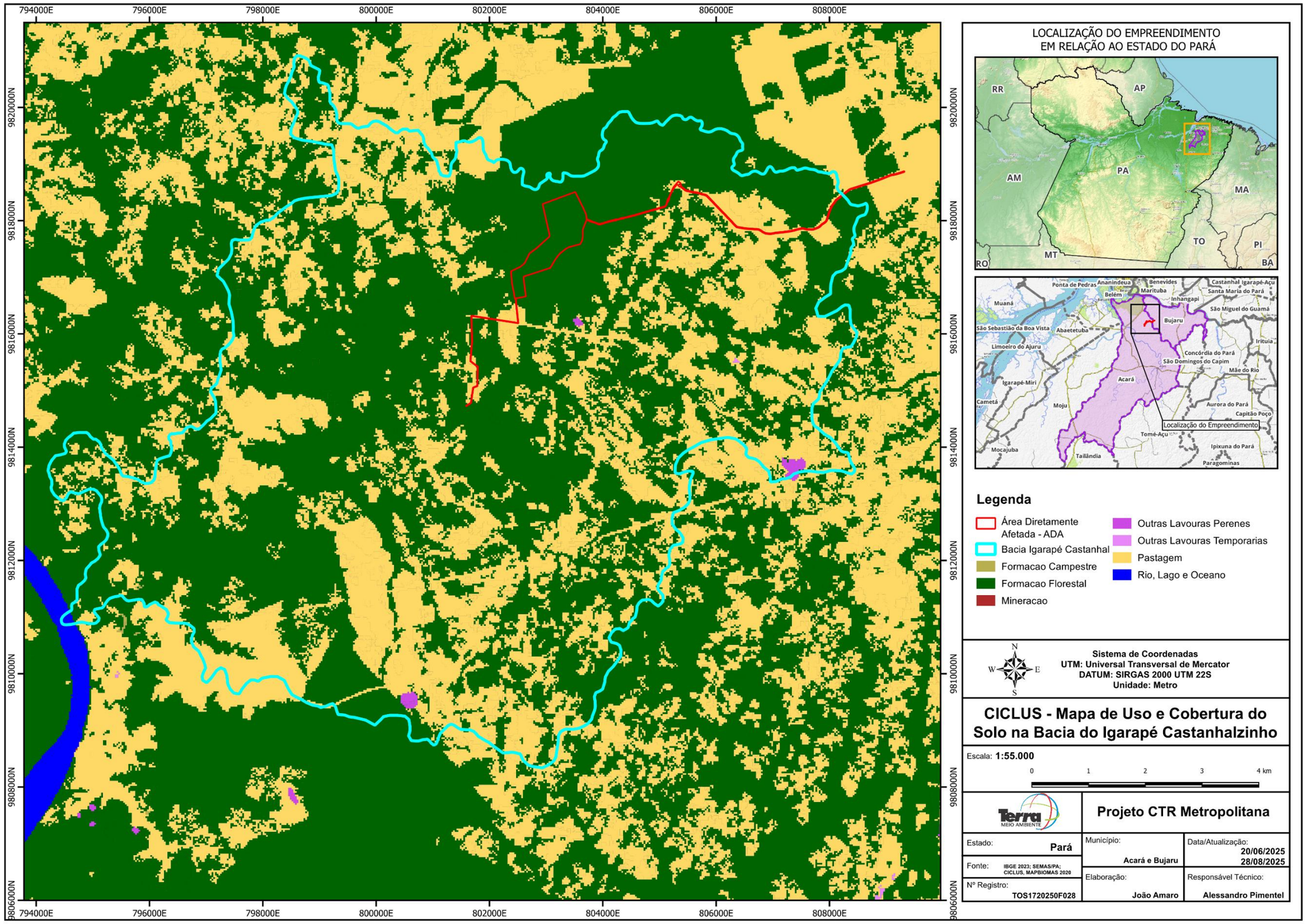
Fonte: Terra,2025

6.1.7.4.2 Uso e Ocupação do Solo

Para a caraterização do uso do solo na bacia do Igarapé Castanhal, foi utilizada a base de dados do projeto MapBiomas, para o ano de 2020, disponível em https://www.semas.pa.gov.br/analisecar/geoprocessamento.php.

O mapa com o uso e cobertura do solo está disponível na figura a seguir e os respectivos percentuais, na tabela abaixo. De acordo com esta caracterização, os maiores percentuais de uso e cobertura do solo correspondem à Formação Florestal e Pastagem, com valores correspondentes a 62,22% e 37,56%, respectivamente. Os demais usos, relativos a lavouras perenes e temporárias, bem como formações campestres, rios e lagos compreendem apenas 0,23% de toda a bacia. Observa-se, pelo mapeamento, que a ADA está totalmente inserida na área coberta por florestas.

Figura 6.1-120 - Mapa de Uso e cobertura do solo na Bacia do Igarapé Castanhalzinho.



Fonte: Terra,2025.

Tabela 6.1-14 - Áreas e percentuais de Uso e cobertura do Solo na Bacia do Igarapé Castanhalzinho.

Uso do Solo (2020)	Área (km²)	Percentual (%)
Formação Florestal	77,78	62,22%
Pastagem	46,94	37,56%
Outras Lavouras Perenes	0,230	0,184%
Rio, Lago e Oceano	0,0310	0,025%
Formação Campestre	0,0122	0,010%
Outras Lavouras Temporárias	0,0078	0,006%
Total	**125,00**	**100,00%**

6.1.7.4.3 Estimativa de Vazões

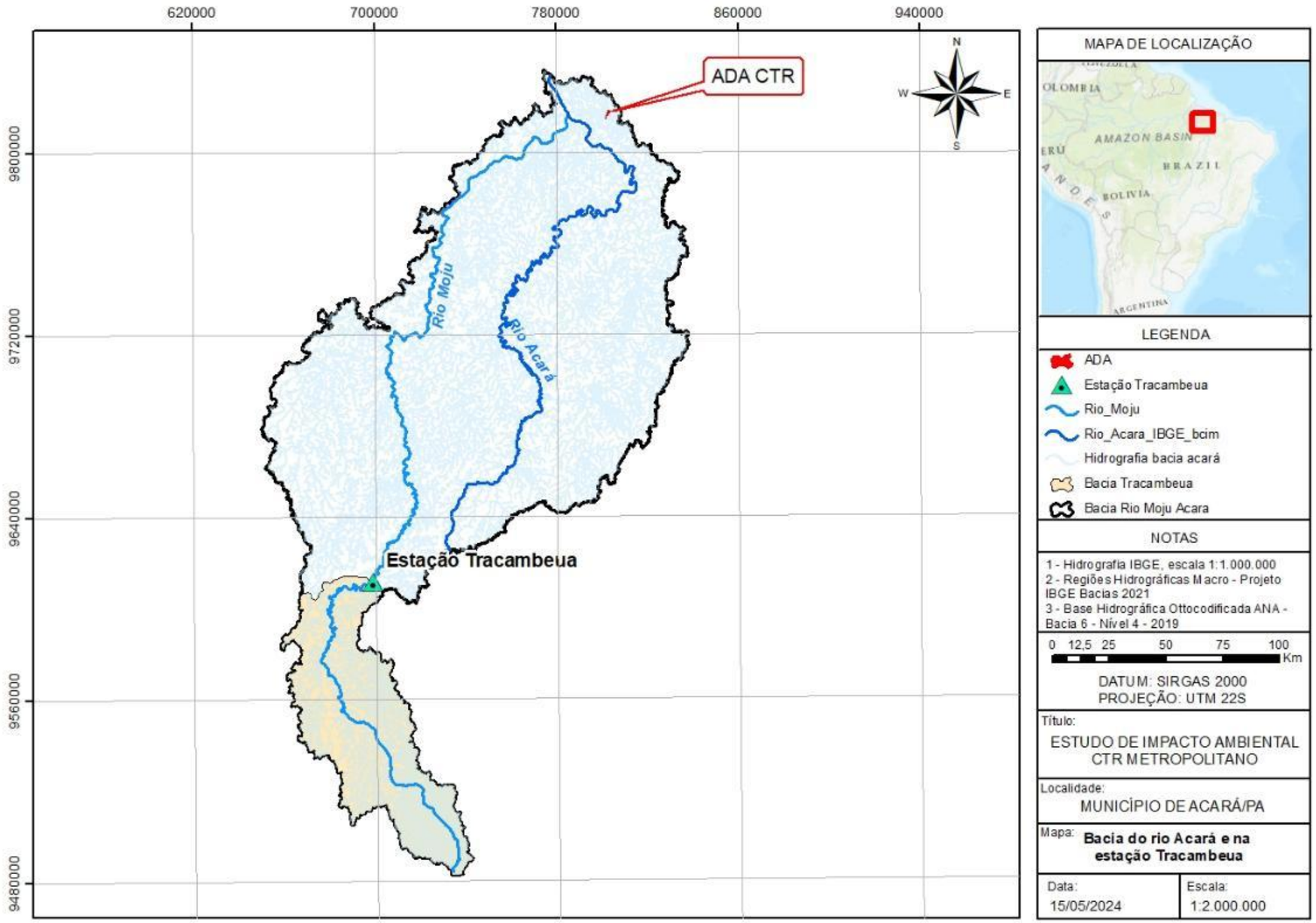
6.1.7.4.3.1 Vazões Máximas

A implantação de uma central de tratamento de resíduos representa, em termos de uso do solo, a construção de bacias impermeáveis para o acondicionamento dos resíduos, sendo que estas bacias detêm sistema de drenagem para captação e tratamento dos líquidos percolados, de forma que a chuva precipitada sobre a área do aterro não segue diretamente para nenhum corpo hídrico, ou seja, apesar da impermeabilização do solo, esta não representa significativo aumento do escoamento superficial provocado pelas chuvas, não contribuindo, portanto, para incremento de vazões máximas.

De acordo com o levantamento dos dados fluviométricos apresentado da Bacia do rio Acará, a única estação localizada na bacia do rio Acará e que possui dados de vazão disponíveis é o posto 31020000 – Cachoeira Tracambeua, localizado nas coordenadas de referência 03°30’47” S; 49°12’49” O e período de dados consistidos de 1982 – 2021. O referido posto está localizado no rio Moju, afluente pela margem esquerda do rio Acará e, possui uma área de drenagem de 5.000 km², conforme ilustra a figura abaixo.

.

Figura 6.1-121 - Localização da Estação Fluviométrica Cachoeira Tracambeua na Bacia Hidrográfica do Rio Acará – ANA.



Fonte: Terra,2025.

Desta forma foram calculadas as vazões máximas (m³/s), considerando o início do ano hidrológico no mês de novembro cujos valores estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 6.1-15 - Série de Vazões Máximas (m³/s) no posto fluviométrico Cachoeira Tracambeua.

Ano	Vazão Máxima (m³/s)
1983	178,39
1984	591,92
1985	588,72
1986	816,65
1987	788,07
1988	735,45
1989	908,29
1991	383,02
1992	380,76
1993	486,48
1999	1199,14
2002	582,33
2003	788,07
2004	495,49
2005	553,87
2006	961,11
2014	1389,61
2015	653,98
2016	252,88
2017	417,35
2018	667,32
2019	601,57
2020	501,53
2021	510,63

Baseado na série de vazões máximas anuais, e no Método Estatístico de Gumbel, foram estimadas as vazões máximas para diferentes Tempos de Recorrência (TR), sendo seus resultados apresentados na tabela a seguir.

Ainda na referida Tabela são apresentadas as estimativas, por correlação de área, das vazões máximas na foz do Igarapé Castanhal (Área da Bacia de 125 km²), que representa, para esse trabalho, a Área de Influência Direta do empreendimento.

Tabela 6.1-16 - *Vazões Máximas para diferentes Tempos de Recorrência.*

Tempo de Recorrência	Vazão Máxima (m³/s) no posto	Vazão Max. Específica (m³/seg.km²) no posto	Vazão Máxima (m³/s) na foz do Igarapé Castanhal
10	589,9	0,22	27,08
20	632,4	0,27	33,15
50	684,1	0,30	37,65
100	720,8	0,34	42,12

6.1.7.4.3.2 Vazões Mínimas

As menores vazões em um curso d'água representam a menor capacidade possível para diluição de efluentes lançados do rio, além de representar a menor disponibilidade para retirada de água. Estes fatores fazem com que este período seja considerado crítico quando do estudo para captação de água ou para o lançamento de efluentes.

Existem vários métodos para a estimativa da vazão mínima de referência, sendo que os órgãos gestores de recursos hídricos no Brasil, definem as vazões com permanências de 90 e 95%, obtidas nas curvas de duração, e/ou a vazão $Q_{7,10}$ como as vazões mínimas de referência mais utilizadas.

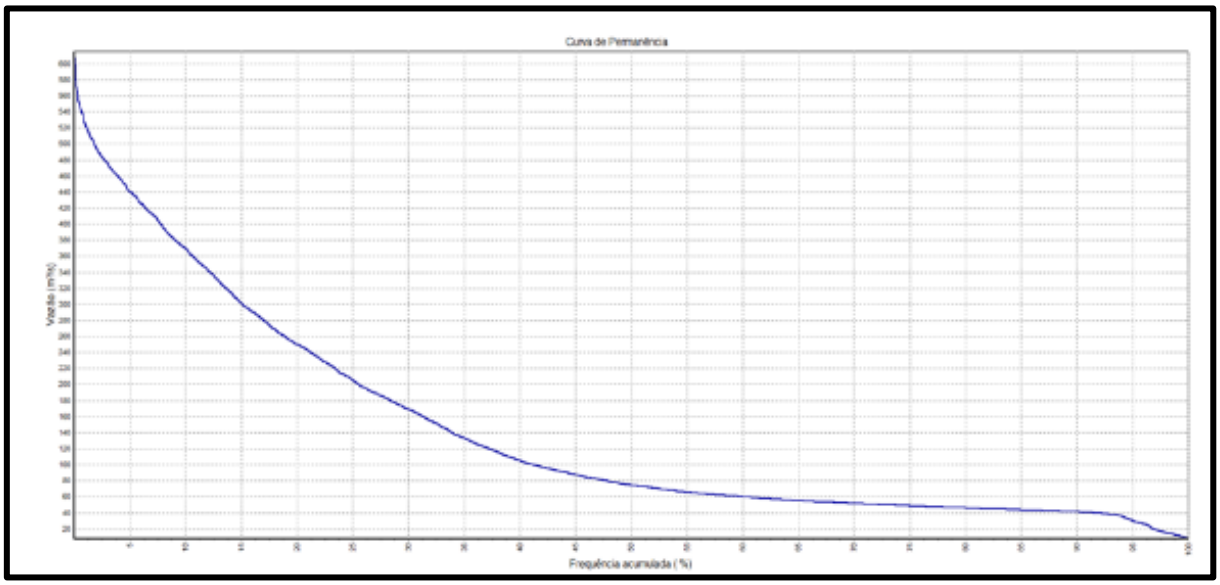
A curva de permanência indica a porcentagem de tempo que um determinado valor de vazão foi igualado ou ultrapassado durante o tempo de observação. No Estado do Pará a vazão de referência adotada para efeito de outorga de direito de uso da água é a Q_{95}, conforme preconizava a Resolução n°010 do Conselho Estadual de Recurso Hídricos (CERH) publicada em 11/10/2010.

Desta forma, foi realizada a análise de frequência das vazões e determinada a curva de permanência para a estação Fluviométrica Cachoeira Tracambeua *(código:31020000*), cujos dados são apresentados na tabela abaixo e na figura abaixo.

Tabela 6.1-17 - Frequência de ocorrência das Vazões do Posto Cachoeira Tracambeua.

Permanência (%)	Vazão (m³/s)
95	30,12
90	40,95
85	43,40
80	46,20
75	48,36
70	51,80
65	55,00
60	59,80
55	65,60
50	74,60

Figura 6.1-122 - Curva de Permanência do Posto Cachoeira Tracambeua (31020000).



Assim, utilizando a mesma lógica para correlação de área de drenagem entre as bacias do posto fluviométrico utilizado neste estudo e do Igarapé Castanhal, foi possível estimar a Q_{95} (m^3/s), vazão de referência para outorga no Estado do Pará, para a foz do referido Igarapé, conforme consta na tabela abaixo.

Tabela 6.1-18 - *Vazão (Q95 m³/s) para o Igarapé Castanhal.*

Vazão (m^3/s) no posto (Q_{95})	Vazão Específica ($m^3/seg.km^2$) no posto (Q_{95})	Vazão (m^3/s) na foz do Igarapé Castanhal (Q_{95})
30,12	0,006	0,79

Além do cálculo apresentado acima, para avaliar a vazão mínima no Igarapé Castanhal, também foram analisados os dados disponibilizados pela SEMAS-PA através do link: <http://sistemas.semas.pa.gov.br/portal-seirh/#/secoes/5>. Foram obtidos os *shapefiles*, através dos quais pôde ser consultada a disponibilidade hídrica (Q95) do Igarapé Castanhal para diferentes trechos ao longo da bacia. De acordo com esta base de dados, a Q95 no trecho referente à foz do Igarapé Castanhal é de 1,16m³/s. A vazão analisada através da base de dados da SEMAS-PA é, portanto, superior às vazões estimadas através da correlação de área com o posto 31020000 - Cachoeira Tracambeua.

6.1.7.5 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA ADA

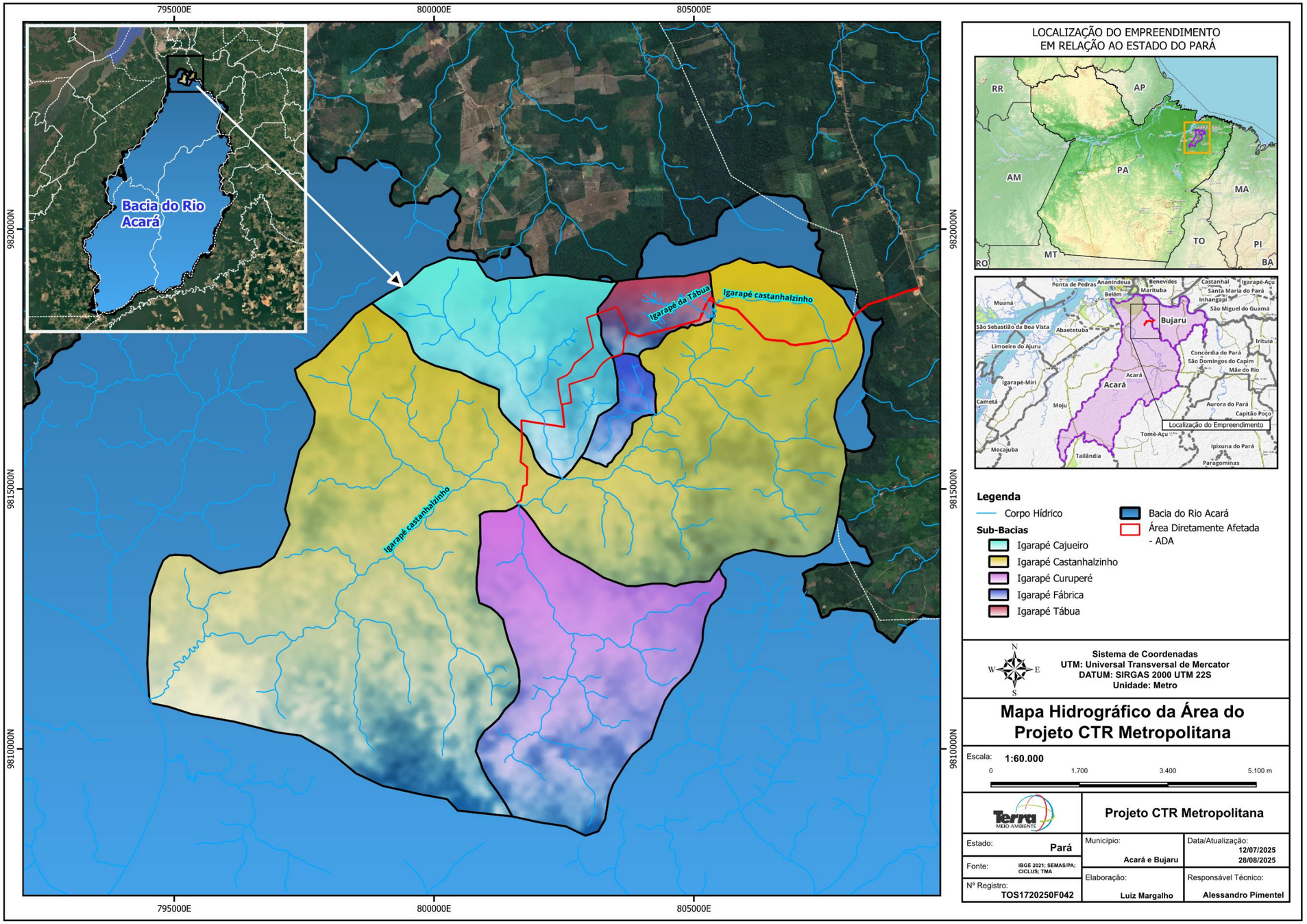
Para realizar a caracterização hidrológica da ADA, inicialmente foram utilizadas as bases de dados de hidrografia disponibilizadas pela SEMAS através do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, assim como os talvegues cadastrados durante levantamento topográfico realizado na área de implantação do empreendimento. Ainda, foram obtidas as bacias hidrográficas em que está inserido o empreendimento, as quais foram definidas no âmbito da Ottocodificação da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA).

Como forma de validar as informações obtidas através dos dados secundários supracitados, foram realizados levantamentos de campo, no período de abril de 2024, ao longo de toda a ADA do empreendimento, buscando caracterizar os recursos hídricos locais. A vistoria possibilitou também uma avaliação mais refinada quanto ao ponto de lançamento de efluentes do empreendimento, com o intuito de propor um local mais adequado, tanto quanto aos critérios ambientais e de disponibilidade hídrica, assim como de melhor acesso.

A base hidrográfica utilizada como referência para a caracterização dos recursos hídricos locais, assim como a ADA do empreendimento, pode ser conferida no mapa apresentado na figura a seguir. Cabe destacar que considerando a proposta de novo ponto de lançamento, ajustes foram necessários no traçado na adutora que fará a condução dos efluentes desde o empreendimento até o curso d'água receptor.

Como mencionado nos capítulos de caracterização anteriores, a ADA está integralmente inserida na bacia do Igarapé Castanhal, que é um importante afluente do rio Acará. O igarapé Castanhal recebe a contribuição de diversos afluentes, sendo os igarapés Cajueiro e Coruperé os que se encontram mais próximo da ADA da CTR Metropolitana e que possuem maior dimensão. O primeiro deságua no igarapé Castanhal pela sua margem direita e o segundo pela margem esquerda.

Figura 6.1-123 - Hidrografia na região de implantação da CTR Metropolitana.



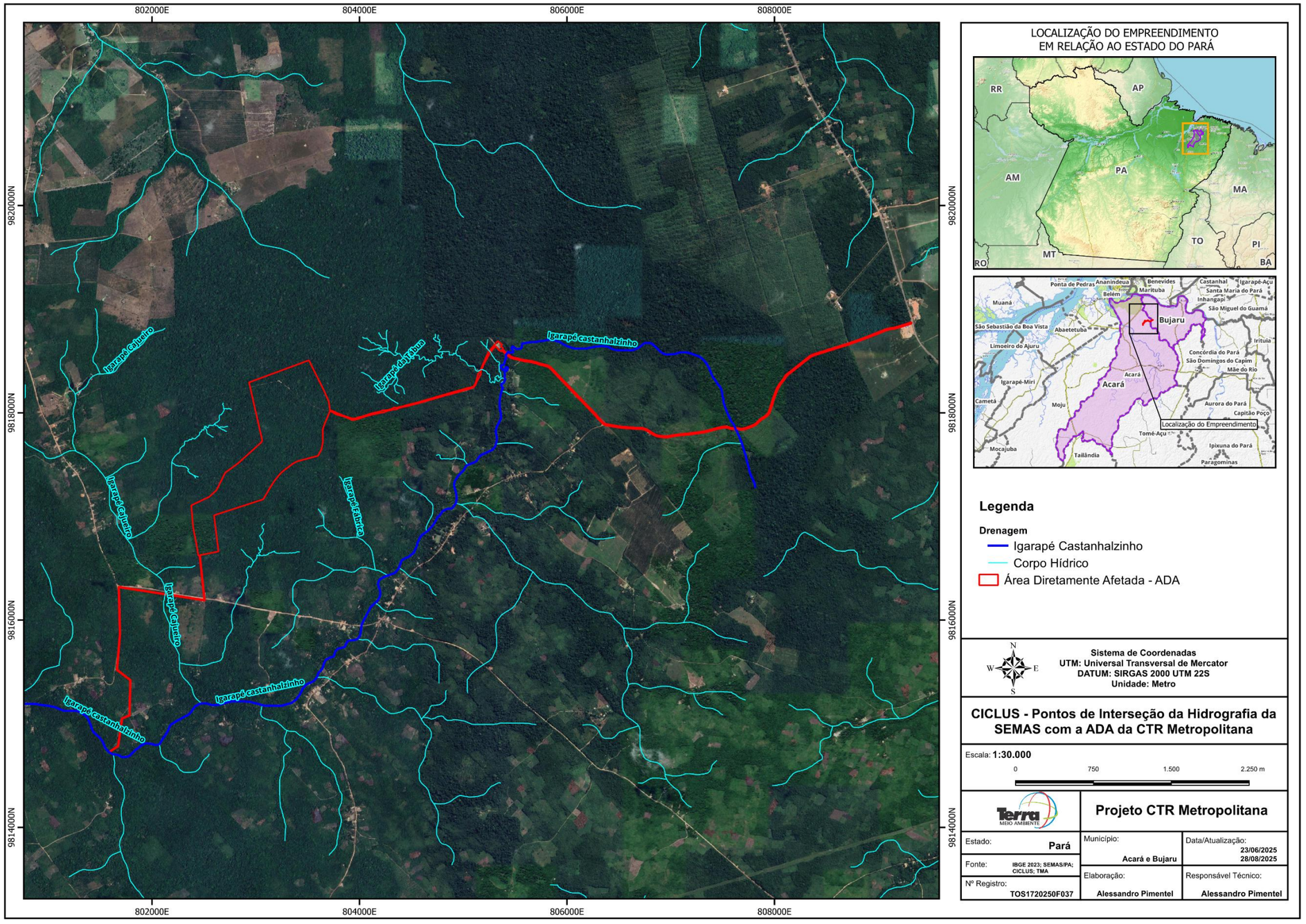
Fonte: Terra,2025.

Avaliando a hidrografia de referência (SEMAS) é possível observar que a ADA do empreendimento intercepta alguns trechos de cursos d'água cadastrados, principalmente no igarapé Cajueiro e em alguns de seus tributários. Demais afluentes do igarapé Castanhal, que são interceptados pelo empreendimento, não possuem nomenclatura definida. O mapa a seguir sinaliza os principais pontos de interseção da base hidrográfica com o empreendimento.

Sendo assim, a vistoria de campo teve como foco os pontos de cursos d'água cadastrados na base hidrográfica da SEMAS, coincidentes com a delimitação da ADA da CTR Metropolitana, visando validar sua existência e dinâmica, considerando ser uma base produzida por restituição, sem necessariamente ter validação com dados de campo. No entanto, durante o trajeto buscou-se identificar, também, possíveis corpos d'água que porventura não tenham sido cadastrados na base oficial.

Assim, o ponto de partida da vistoria foi através do acesso principal ao terreno, onde se encontra a residência da sede e um acesso em estrada de terra, o qual possibilitou a passagem do carro.

Figura 6.1-124 - Pontos de interseção da hidrografia da SEMAS com a ADA da CTR Metropolitana.



Fonte: Terra,2025.

Para cadastro das informações de campo foi realizada a captura de fotos com registro de coordenadas, assim como a utilização de softwares de geoprocessamento para registro das trilhas percorridas e localização geoespacial. A seguir, será apresentado o detalhamento dos pontos visitados de forma individualizada.

6.1.7.5.1 PONTO 1

O trajeto inicial foi percorrido de carro até chegar no primeiro ponto de intercessão da ADA com a hidrografia oficial, próximo às coordenadas 1°38'27.08"S e 48°15'26.41"O. Neste primeiro ponto vistoriado foi possível confirmar a existência do curso d'água cadastrado na base oficial, o qual cruza o acesso de terra por meio de uma travessia com bueiro e deságua no igarapé Castanhal, conforme pode ser verificado nas figuras abaixo. A presença de bueiro no local pode ser um indicativo de ocorrência de fluxo d'água de forma constante, podendo ser um curso d'água perene.



Figura 6.1-125 - Curso d'água interceptado pela ADA no ponto 1 - Vista à montante do acesso



Figura 6.1-126 - Curso d'água interceptado pela ADA no ponto 1 - Vista à jusante do acesso

O curso d'água no Ponto 1 apresentava fluxo d'água significativo no momento da vistoria e, de acordo com as informações passadas pelos moradores locais, o fluxo d'água ocorre de forma constante. A vegetação no entorno desse curso d'água apresentava-se preservada, com presença de vegetações arbóreas e arbustivas.

6.1.7.5.2 PONTO 2

O segundo ponto vistoriado está localizado próximo às coordenadas 1°38'39.70"S e 48°15'52.50"O, sendo interceptado pelo acesso interno da propriedade. Trata-se de uma hidrografia cadastrada na base de dados da SEMAS, porém ao chegar ao local não foram identificados indícios da ocorrência desse curso d'água no local, tampouco nos arredores. O local encontrava-se bem seco e sem evidências de passagem de um curso d'água. De acordo com as informações fornecidas pelos moradores locais, não há passagem de curso d'água no local sinalizado pela base hidrográfica oficial.

Um fator que deve ser levado em consideração para a afirmação de ausência de curso d'água no local é a inexistência de dispositivo hidráulico (bueiro) para promover a travessia do curso d'água sob o acesso interno. As figuras, a seguir, ilustram o Ponto 2 vistoriado, registrando a ausência de curso d'água no local.

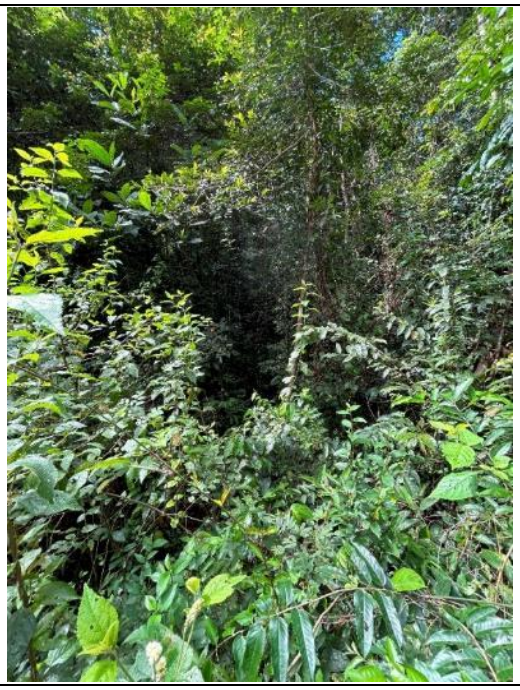


Figura 6.1-127 – Ponto 2 - Hidrografia cadastrada na base, porém sem indícios de curso d'água no local – vista a montante do acesso



Figura 6.1-128 – Ponto 2 - Hidrografia cadastrada na base, porém sem indícios de curso d'água no local – vista a jusante do acesso

6.1.7.5.3 PONTO 3

O ponto 3 trata-se de uma hidrografia cadastrada na base de dados da SEMAS, localizada na região lateral da ADA, sendo composta por dois talvegues que apresentam confluência próximo às coordenadas: 1°38'54.85"S; 48°16'44.95"O, de acordo com a base de dados. De forma a avaliar a ocorrência desses cursos d'água no local, foi realizado o caminhamento ao longo do traçado cadastrado.

O talvegue situado mais ao norte da ADA do Ponto 3 foi o primeiro a ser vistoriado, inicialmente através de um ponto de interceptação do acesso interno do terreno, com coordenadas de referência: 1°38'51.77"S; 48°16'42.21"O, sendo verificada a ausência de fluxo d'água nesse ponto, assim como de indícios de passagem de um curso d'água nesse local. Cabe destacar que na madrugada anterior da vistoria havia chovido intensamente na região, conforme relato dos moradores, e mesmo assim não foi observado o fluxo de água no ponto vistoriado, conforme ilustram as figuras abaixo.

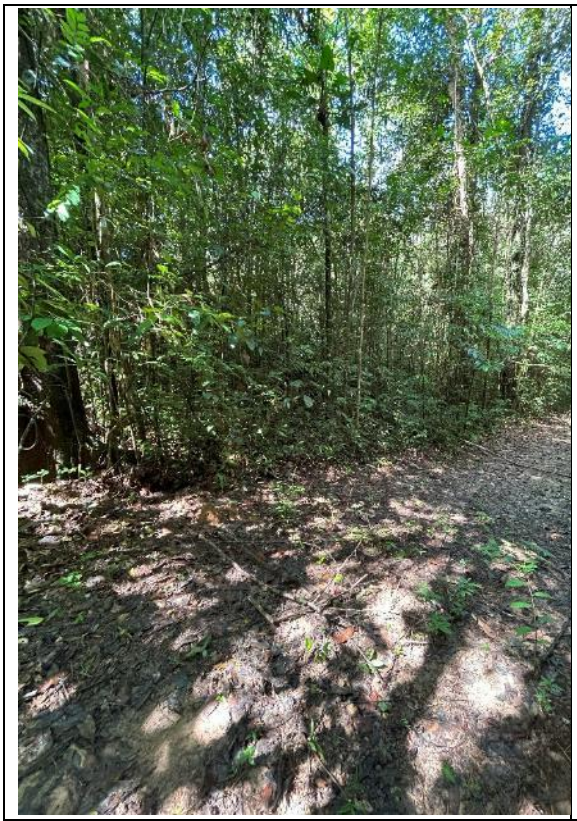


Figura 6.1-129 – Ponto 3 – Trecho de intercepção do acesso interno com a hidrografia cadastrada na base, porém sem indícios de curso d'água

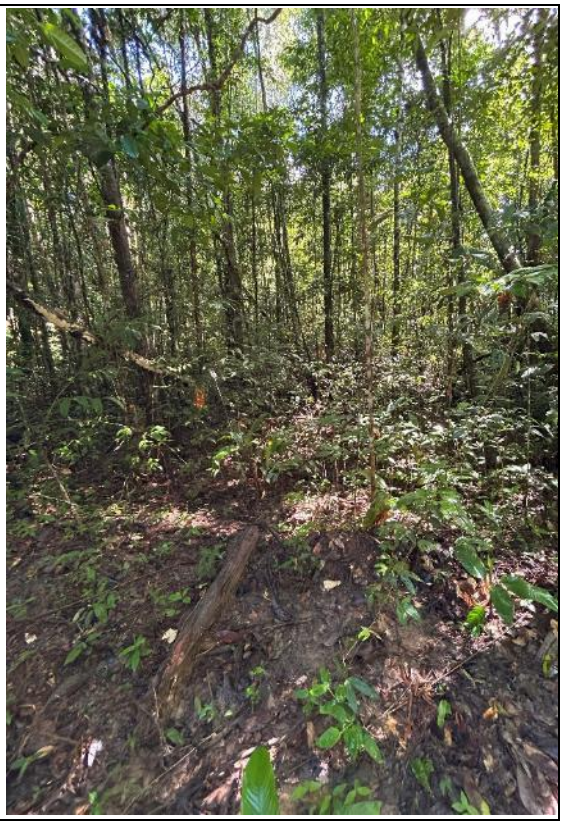


Figura 6.1-130 - Ponto 3 – Hidrografia cadastrada na base, porém sem indícios de curso d'água no local – vista a montante do acesso

Outro indício de que não ocorre a formação de curso d'água nesse local é que o terreno à jusante do acesso possui certa elevação, apresentando cotas maiores do que o trecho de montante, impossibilitando o escoamento de um possível curso d'água, conforme cadastro da base hidrográfica oficial. A figura a seguir, abaixo, evidencia o trecho logo a jusante do acesso, sem indícios de fluxo d'água.

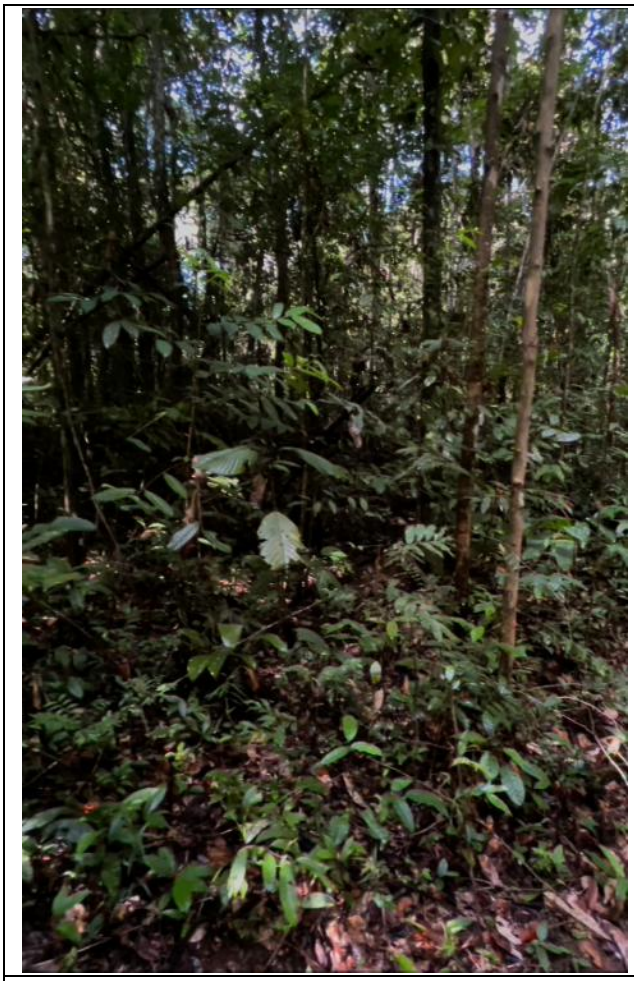


Figura 6.1-131 – Ponto 3 – Hidrografia cadastrada na base, porém sem indícios de curso d'água no local – vista logo a jusante do acesso

Para confirmar a ausência de fluxo d'água foi realizado o caminhamento ao longo desse talvegue até o ponto indicado na base hidrografia como sendo o de confluência com o segundo talvegue, com coordenadas de referência 1°38'54.85"S; 48°16'44.95"O. Durante o trajeto não foram observados indícios de ocorrência de curso d'água, conforme registros fotográficos abaixo.

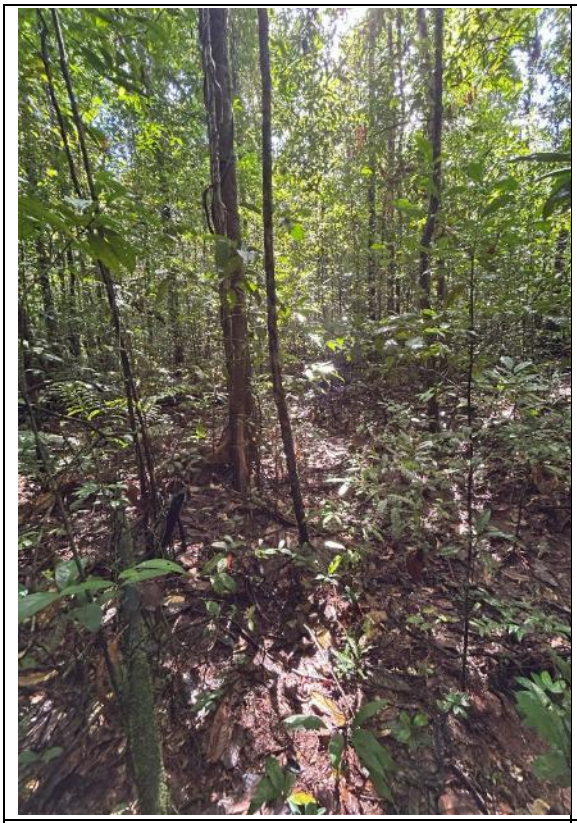


Figura 6.1-132 – Ponto 3 – Trecho entre a interseção com o acesso e a confluência, porém sem indícios de curso d'água. Coordenadas 1°38'53.37"S; 48°16'43.70"O



Figura 6.1-133 - Ponto 3 – Ponto próximo a confluência entre os talvegues, sem indícios de curso d'água no local. Coordenadas 1°38'53.57"S; 48°16'43.83"O

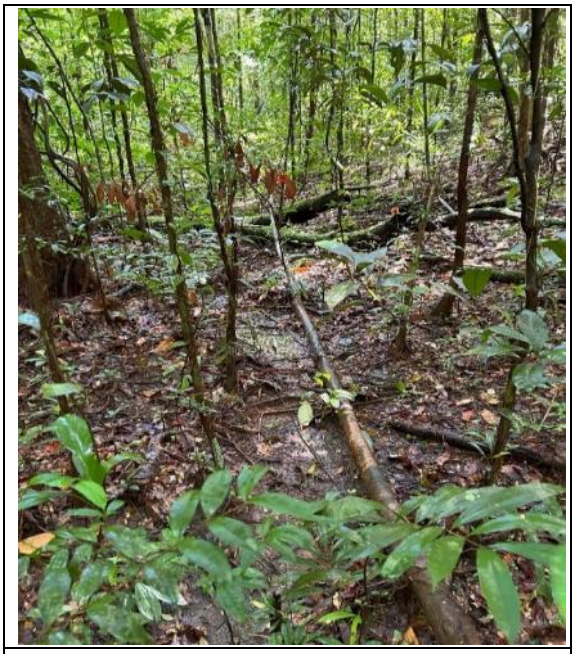
6.1.7.5.4 PONTO 4

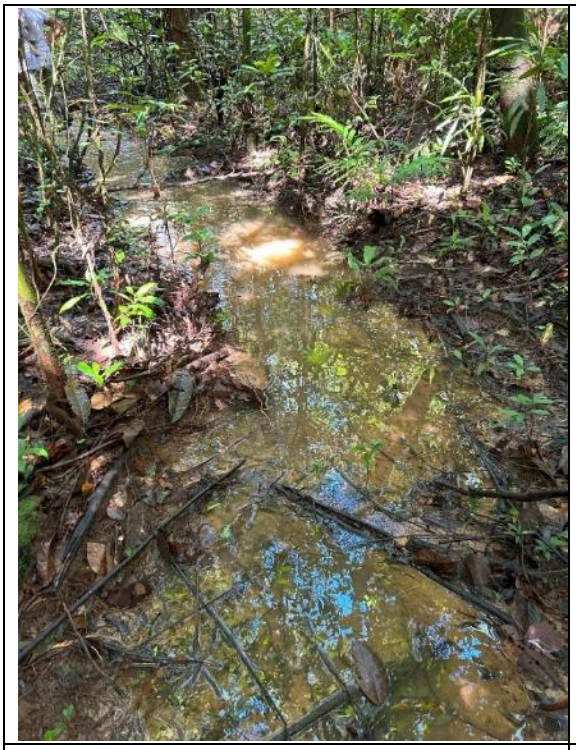
O ponto 4 vistoriado consiste no trecho entre a confluência indicada na base hidrográfica, até o ponto em que a hidrografia deixa de interceptar a ADA. Nesse sentido, a vistoria nesse trecho buscou confirmar a ocorrência de curso d'água indicada na base, assim como possíveis divergências quanto ao traçado do talvegue. Foi possível observar a formação de um curso d'água nesse trecho vistoriado, confirmando as informações da base hidrográfica. No entanto, foram observadas divergências quanto ao traçado apresentado, conforme será detalhado adiante.

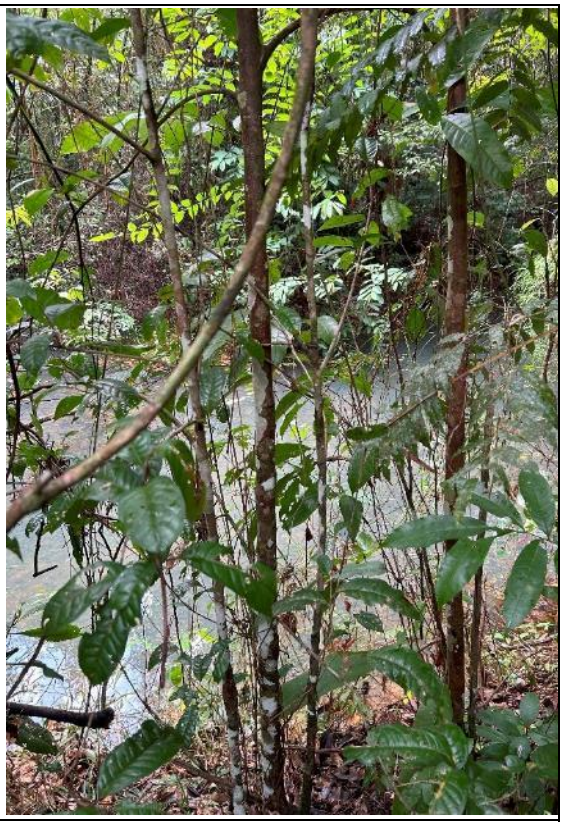
O ponto onde foi observada a presença de água foi próximo às coordenadas 1°38'55.92"; 48°16'44.73", estando a base hidrográfica deslocada, aproximadamente, de 30 metros para norte da ADA. No ponto em questão, com as coordenadas supracitadas, até o final da ADA, sentido oeste, foi observada a presença de fluxo d'água, porém com significativo deslocamento quando comparado com a base

hidrográfica. A seguir, constam os registros fotográficos realizados corroborando com a descrição apresentada.

Figura 6.1-134 - Registros fotográficos de campo (Ponto 4).

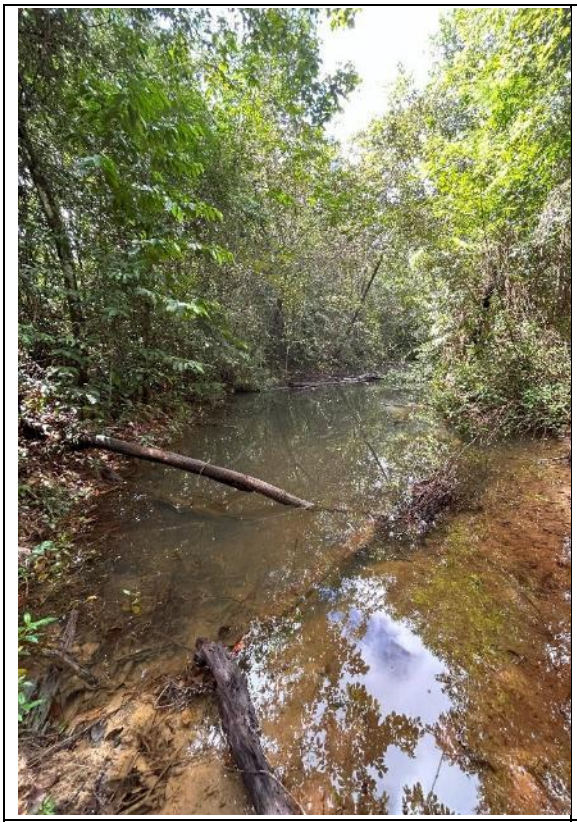
	
Ponto 4 – Ponto da confluência indicada na base hidrográfica, porém sem indícios de curso d'água. Coordenadas S1°38'54.78"; W48°16'44.29"	**Ponto 4 – Ponto da confluência indicada na base hidrográfica, porém sem indícios de curso d'água. Coordenadas S1°38'54.89"; W48°16'44.56"**
	
Ponto 4 – Início do aparecimento de água empoçada e fluxo – vista para montante. Coordenadas S1°38'55.92"; W48°16'44.73"	**Ponto 4 – Formação de curso d'água e fluxo – vista para jusante. Coordenadas S1°38'55.90"; W48°16'44.84"**

	
Ponto 4 – Curso d`água formado – vista para jusante. Coordenadas S1°38'56.54"; W48°16'45.25"	**Ponto 4 – Curso d`água formado – vista para jusante. Coordenadas S1°38'57.66"; W48°16'46.32"**
	
Ponto 4 – Curso d`água formado – vista para jusante. Coordenadas S1°39'1.32"; W48°16'52.54"	**Ponto 4 – Curso d`água formado – vista para jusante. Coordenadas S1°39'0.94"; W48°16'54.11"**

	
Ponto 4 – Curso d`água formado – vista para jusante. Coordenadas S1°39'0.63"; W48°16'56.32"	**Ponto 4 – Curso d`água formado – vista para jusante. Coordenadas S1°38'59.56"; W48°16'58.17"**

No ponto em que o curso d'água cruza os limites da ADA delimitada foi possível observar a formação de acúmulo de água, provavelmente em função de um acesso interno da propriedade que atuou como um pequeno "barramento" no traçado do curso d'água, proporcionando um amortecimento das vazões e, consequentemente, o acúmulo de água. As fotos, a seguir, apresentam o descrito acima.

De acordo com as informações dos moradores locais, e verificado em campo nos meses de setembro e outubro, em períodos de estiagem na região esse curso d'água seca e não há escoamento de água, principalmente entre os meses de agosto e dezembro. Destaca-se que a vistoria foi realizada no mês de abril e mais recente em setembro e outubro de 2024, correspondente ao mês que apresenta registros elevados de precipitação e outros de menor precipitação. Assim, foi possível validar a informação prestada pelos moradores, quanto a intermitência do curso d'água.



Ponto 4 – Reservação de água formada em função da existência de acesso interno – vista para montante do acesso. Coordenadas S1°38'58.07"; W48°16'58.91"



Ponto 4 – Acesso interno promovendo a reservação de água em trecho logo a jusante da ADA. Coordenadas S1°38'58.03"; W48°16'59.01"



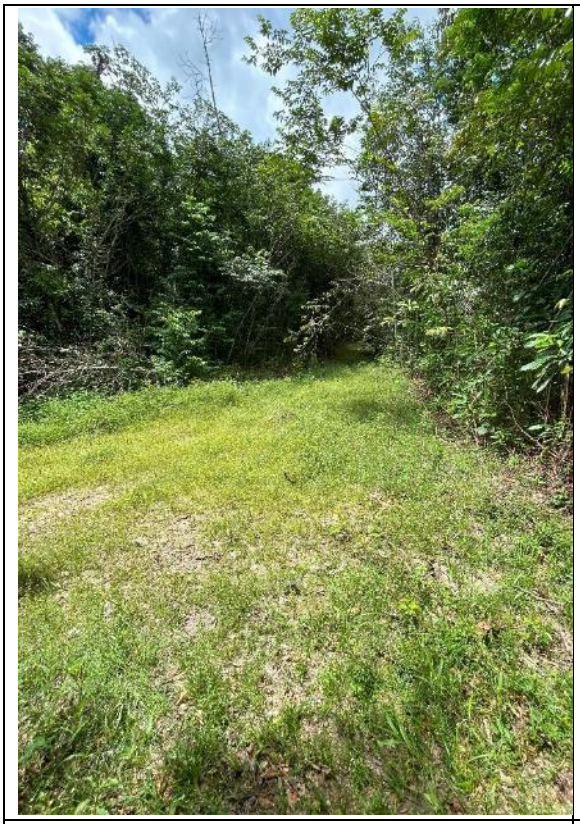


Ponto 4 – Acesso interno no período seco (outubro). Coordenadas S1°38'58.03"; W48°16'59.01"

6.1.7.5.5 PONTO 5

O ponto de vistoria 5 trata-se de um pequeno ponto de intercessão entre o traçado previsto para a adutora de lançamento de efluentes e um pequeno talvegue cadastrado na base hidrográfica. A vistoria constatou a ausência de curso d'água intermitente ou perene no local cadastrado pela base, sem indícios de passagem de água no local, como por exemplo: formação de um talvegue, vegetação mais abundante ou afloramento de água. De acordo com as informações dos moradores locais, não é observada a presença de cursos d'água intermitente ou perene no local, indicando ser apenas um escoamento da drenagem pluvial, mas sem formação de talvegue definido. A seguir, constam os registros fotográficos do local vistoriado.

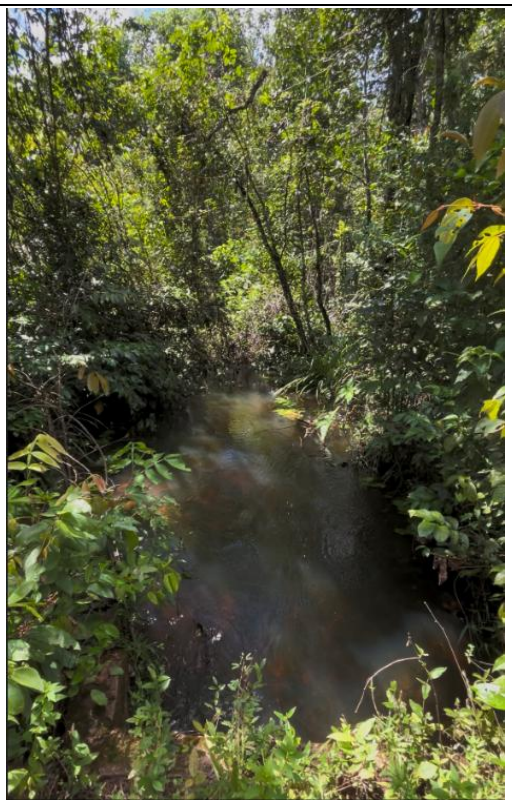
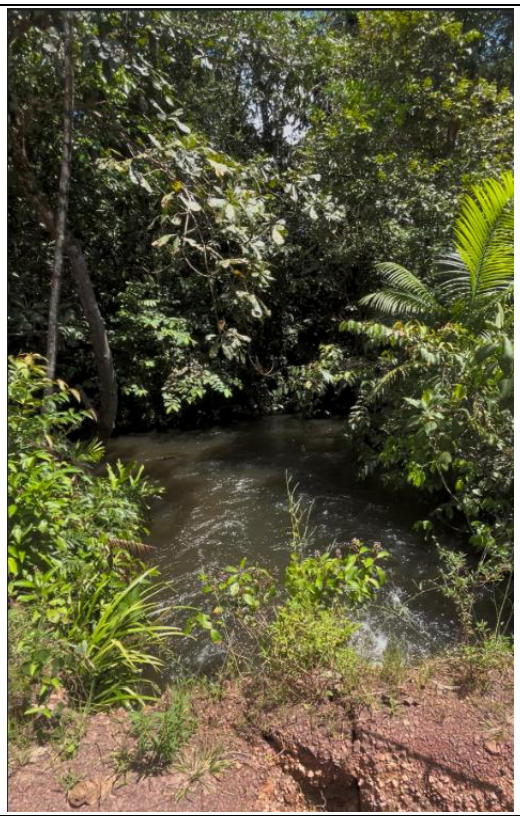
Figura 6.1-135 - Registros fotográficos de campo (Ponto 5).

	
Ponto 5 – Trecho cadastrado na base hidrográfica, porém sem indícios de curso d'água no local. Coordenadas S1°39'28.54"; W48°16'54.90"	**Ponto 5 – Trecho cadastrado na base hidrográfica, porém sem indícios de curso d'água no local. Coordenadas S1°39'28.48"; W48°16'54.83"**

6.1.7.5.6 PONTO 6

O ponto de vistoria 6 trata-se de um trecho de travessia do igarapé Cajueiro, um importante afluente do igarapé Castanhal, com um acesso público da região, utilizado pelos moradores para acessar suas residências. Esse ponto será interceptado por um trecho da ADA, correspondente ao trecho da adutora de efluentes do empreendimento. Sendo assim, a base hidrográfica sinalizou a existência desse curso d'água, a qual foi confirmada através da vistoria. A travessia do curso d'água sob o acesso é realizada através de um dispositivo hidráulico, consistindo em um bueiro simples tubular de concreto (BSTC), com dimensão estimada de aproximadamente 1,50m de diâmetro.

Figura 6.1-136 - Registros fotográficos de campo (Ponto 6).

	
Ponto 6 – Travessia do igarapé Cajueiro com acesso público e objeto de interceptação da ADA – vista para montante do acesso. Coordenadas S1°39'37.12"; W48°17'6.51"	**Ponto 6 – Travessia do igarapé Cajueiro com acesso público e objeto de interceptação da ADA – vista para jusante do acesso. Coordenadas S1°39'37.12"; W48°17'6.51"**

6.1.7.5.7 PONTO 7

O ponto 7 da vistoria consiste na nova proposta do empreendedor para o lançamento de efluentes do empreendimento, isto é, onde ocorrerá o deságue da adutora de efluentes no igarapé Castanhal, com coordenadas de referência 1°40'27.51"; 48°17'22.40".

Sendo assim, o novo ponto sugerido consiste em um trecho do igarapé Castanhal, após a confluência dos igarapés Cajueiro e Coruperé, recebendo um incremento de vazão significativa. O novo ponto sugerido possui melhor condições de acesso, sendo possível o acesso de carro bem próximo ao local. A seguir, constam os registros fotográficos do local proposto para recebimento dos efluentes.

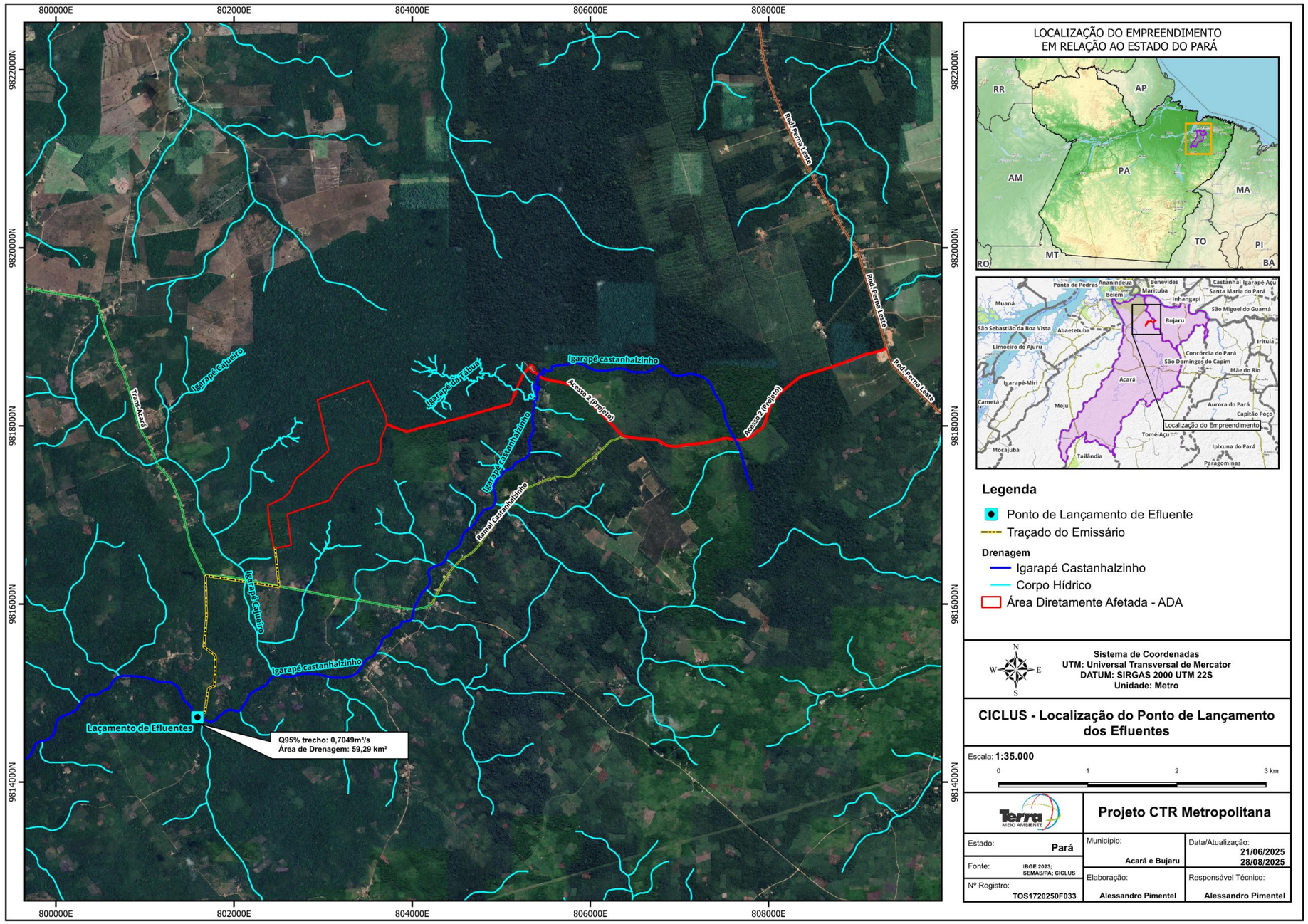
Figura 6.1-137 - Registros fotográficos de campo (Ponto 7).

	
Ponto 7 – Ponto previsto para o lançamento de efluentes do empreendimento – vista para a confluência com o Coruperé. Coordenadas S1°40'27.90"; W48°17'20.58"	**Ponto 7 – Ponto previsto para o lançamento de efluentes do empreendimento – vista para a jusante do Coruperé. Coordenadas 1°40'27.51"; 48°17'22.40"**

Diante do diagnóstico realizado relativo à hidrografia da região, sendo identificados trechos de interseção da ADA da CTR Metropolitana com alguns cursos d'água, foi realizada uma alteração da ADA, inicialmente proposta para o empreendimento, de forma a evitar a interceptação nos trechos de cursos d'água observados durante a vistoria. Cabe destacar que essa alteração visou apenas a preservação dos trechos de cursos d'água observados em campo, não havendo modificações no projeto já apresentado no EIA, mantendo-se todas as estruturas e edificações.

A nova ADA proposta pode ser conferida na Figura 6 .1-142. Cabe destacar que no trecho da hidrografia que ainda consta dentro da ADA, segundo a base da ANA, foi realizada nova vistoria e caminhamento onde não foi caracterizado a sua existência. Foram realizadas vistorias em duas épocas do ano e observado ausência de fluxo d'água e de calha bem delineada. Durante as últimas vistorias realizadas em dezembro de 2024 e fevereiro de 2025, o trecho foi percorrido pelos técnicos da empresa, acompanhado de suporte da equipe de topografia vidando melhor marcação das coordenadas. Mais uma vez não foi identificado indicativo da presença de corpo d'água e nascente no local indicado. Na figura a seguir apresentamos a marcação do caminhamento realizado com registro das fotos dos ambientes, que evidenciam a ausência de corpos d'água. Na sequência são apresentadas as fotografias em maior tamanho visando facilitar a identificação do ambiente.

Figura 6.1-138 - Ponto 7 – Ponto previsto para o lançamento de efluentes do empreendimento – vista para a jusante do Castanhal. Coordenadas 1°40'27.51"; 48°17'22.4.



Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-139 - Fotos dos pontos percorridos sobre a área de indicação de drenagem.



Figura 6.1-140 - Fotos dos pontos percorridos sobre a área de indicação de drenagem(cont).









6.1.7.6 PONTO DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

A escolha do ponto de lançamento de efluentes de um empreendimento consiste em uma importante etapa durante a confecção dos projetos, no qual devem ser observados diferentes critérios para que as condições de lançamento atendam às orientações e normas dos órgãos gestores de recursos hídricos.

Um dos critérios a serem observados é a disponibilidade hídrica do local, sendo importante a compatibilidade da vazão de referência adotada pelo órgão gestor de recursos hídricos a ser disponibilizada para a diluição do efluente, assim como a vazão disponível no ponto e a vazão necessária para a diluição de determinado parâmetro. Assim, observar os critérios de disponibilidade hídrica é fundamental para garantir a capacidade de suporte de determinado curso d'água, sem prejudicar a diluição dos efluentes de acordo com as características de lançamento.

Fatores relacionados às questões de acesso e construtivas, também, são importantes, visto que o local proposto para recebimento dos efluentes deverá ser acessado para a construção e manutenção das estruturas hidráulicas de lançamento, assim como realização de monitoramento da qualidade da água e verificação dos valores dos parâmetros outorgados. Ainda, deve-se evitar a presença de usuários muito próximo ao ponto de lançamento, possibilitando que a diluição do efluente seja adequada antes da captação por outros usuários, em consonância com política nacional de recursos hídricos, que busca permitir os usos múltiplos da água.

Diante do exposto, tais critérios foram considerados pelo empreendedor para a nova proposta do ponto de lançamento da CTR Metropolitana, os quais foram possíveis de serem confirmados através da vistoria de campo e consulta aos dados de disponibilidade hídrica disponibilizados pelo órgão gestor de recursos hídricos (SEMAS).

A nova proposta do ponto receptor dos efluentes da CTR Metropolitana está situada no Igarapé Castanhal, em trecho logo à jusante da confluência do igarapé Curuperé, nas coordenadas de referência 1°40'27.51"; 48°17'22.40", conforme sinalizado na figura abaixo.

Figura 6.1-141 - Localização da nova sugestão do ponto de lançamento.



O local do novo ponto de lançamento é acessado através de uma estrada de terra, na qual é possível trafegar com carro até bem próximo do igarapé Castanhal. De acordo com informações dos moradores locais, o local trata-se de uma propriedade privada que se encontra vazia há um bom tempo, ou seja, os proprietários não moram no local e não costumam ir até lá. Apesar da presença de uma residência no local, aparentemente, está encontrava-se abandonada.

Nesse sentido, mesmo a vistoria tendo sido realizada no período chuvoso da região, não foram observados pontos alagados nas margens do igarapé, estando o fluxo d'água restrito à calha de escoamento. Nas margens do Igarapé foi construído um píer de madeira pelos proprietários, no qual é possível avançar sobre o rio alguns metros. As fotos, a seguir, ilustram a descrição apresentada.

Figura 6.1-142 - Visão geral do acesso a ponto de lançamento, com presença da casa no lado esquerdo e a passagem do curso d'água atrás da vegetação de açaí.



Figura 6.1-143 – Registros fotográficos do ponto de lançamento.



Registro realizado às margens do Igarapé Castanhal, sendo observado o curso d'água ao fundo e a presença de um píer de madeira para acesso ao igarapé.



Vista sob o píer de madeira existente no local, sendo possível observar a calha do igarapé Castanhal e a contribuição do igarapé Curuperé à frente.

	
Registro fotográfico com vista para montante do igarapé Castanhal.	**Registro fotográfico com vista para jusante do igarapé Castanhal, onde está sendo proposto o ponto de lançamento.**

Os critérios de avaliação de outorga preventiva e direito de uso de recursos hídricos, seja para captação de água ou lançamento de efluentes, no estado do Pará são estabelecidos através das Resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. A Resolução CERH Nº 10, de 03 de setembro de 2010 estabelece uma série de critérios para a utilização dos recursos hídricos, dentre eles a vazão de referência, parâmetros de diluição e o percentual de vazão indisponível.

A vazão de referência adotada no estado do Pará, para análise de disponibilidade hídrica superficial dos pedidos de outorga é a vazão mínima Q_{95}. Assim, para avaliar o regime hidrológico do Igarapé Castanhal foi utilizado como referência o trecho onde está sendo proposto o ponto de lançamento de efluentes, a fim de determinar a vazão mínima que será utilizada nos estudos de autodepuração, assim como obtenção da outorga para lançamento dos efluentes.

As informações sobre a disponibilidade hídrica foram obtidas em consulta à Gerência do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (GESIR), da Diretoria de Recursos Hídricos (DIREH) da SEMAS-PA, que forneceu os links de acesso aos dados de disponibilidade hídrica e outorgas emitidas no estado do Pará. Os dados de disponibilidade hídrica foram obtidos através do link: <http://sistemas.semas.pa.gov.br/portal-seirh/#/secoes/5> e, as informações de outorga subterrânea em: <http://sistemas.semas.pa.gov.br/portal-seirh/#/secoes/1>.

Ressalta-se que não foi disponibilizado pelo órgão e não foi possível ter acesso ao banco de dados de outorga superficial. No entanto, no processo de outorga aberto,

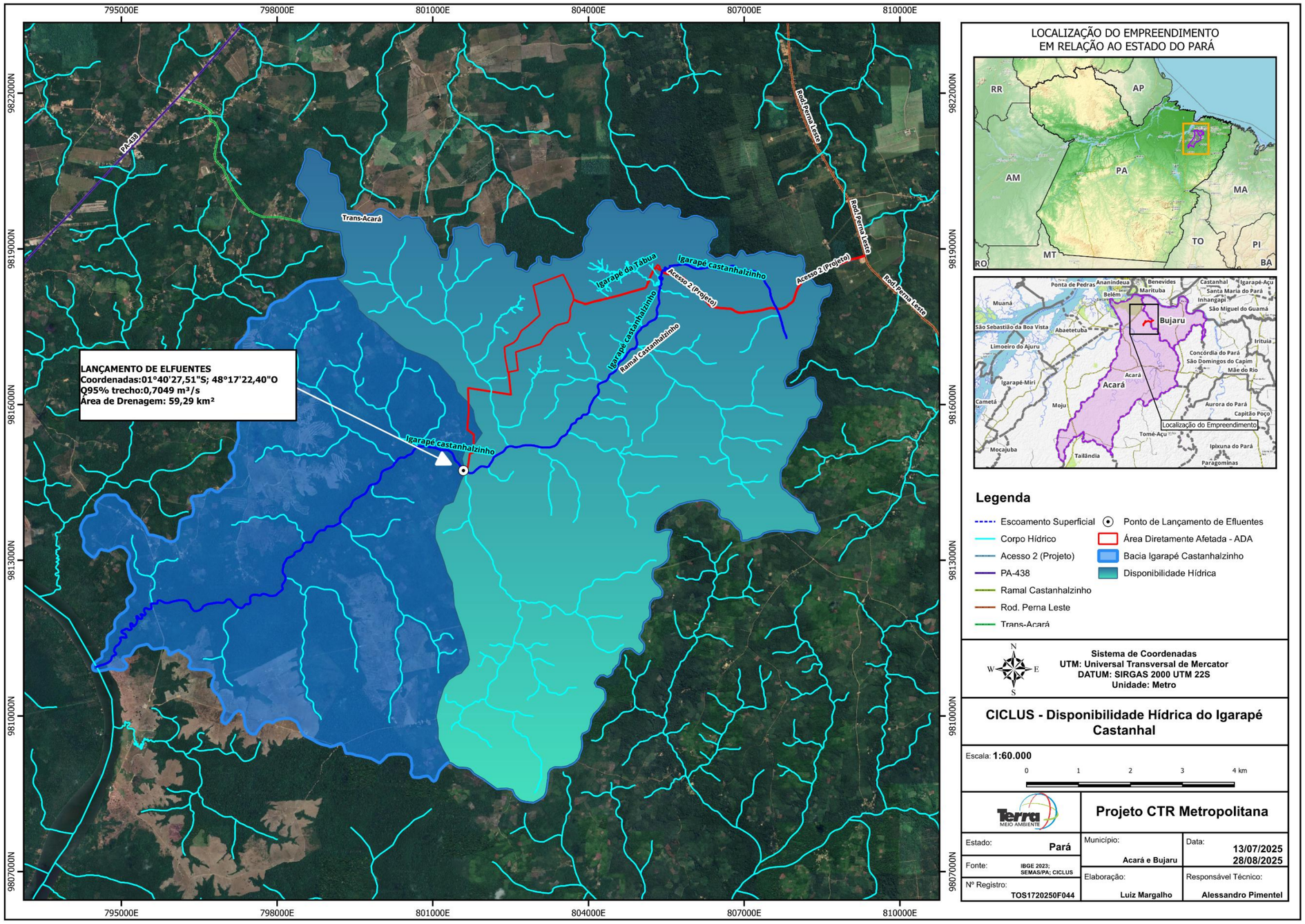
anteriormente, para o empreendimento (Nº 2023/0000043699), o parecer técnico afirmou a inexistência de pontos outorgados na bacia do igarapé Castanhal.

Nesse sentido, com base nos documentos fornecidos, foi possível obter a disponibilidade hídrica no ponto de lançamento, considerando a vazão Q95%, conforme preconizado pela Resolução CERH Nº 10, de 03 de setembro de 2010. De acordo com a referida resolução, o limite máximo individual padrão de vazão indisponível é de 10% (dez por cento) da vazão Q95%, calculado para cada parâmetro de qualidade outorgável.

No mapa da figura abaixo está indicado o ponto de lançamento, com coordenadas geográficas: 01°40'27,51"S; 48°17'22,40"O, perfazendo uma bacia hidrográfica de 59,29 km², relativo a 59% da bacia total do Igarapé Castanhal.

Em consulta à base disponibilizada no Portal SEIRH (SEMAS-PA), a Q95%, no trecho onde haverá o lançamento, é de 0,7049 m³/s (2.537,64 m³/h).

Figura 6.1-144 - Disponibilidade Hídrica no Ponto de Lançamento.



Fonte: Terra, 2025.

Considerando os pontos de outorga subterrânea, observou-se alguns pontos outorgados nos limites da bacia do Igarapé Castanhal, incluindo dois pontos na ADA. Para estes pontos não foram disponibilizadas informações a respeito do volume outorgado, nem mesmo do processo administrativo.

De forma complementar ao estudo, foi feita uma pesquisa na base de dados da ANA, tanto para as outorgas superficiais, quanto subterrâneas. Os links acessados foram:

- Cadastro de Usuários – Captação Superficial (ANA):

< https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/3b1ed9295d2c428a8f0ec6e6ffcfeddf_1/explore>

- Banco de dados de outorgas federais (ANA):

https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/98d419c5fb2c4c28ad60efd3872d5d5c_0/explore?location=-12.819094%2C-53.769800%2C3.92>

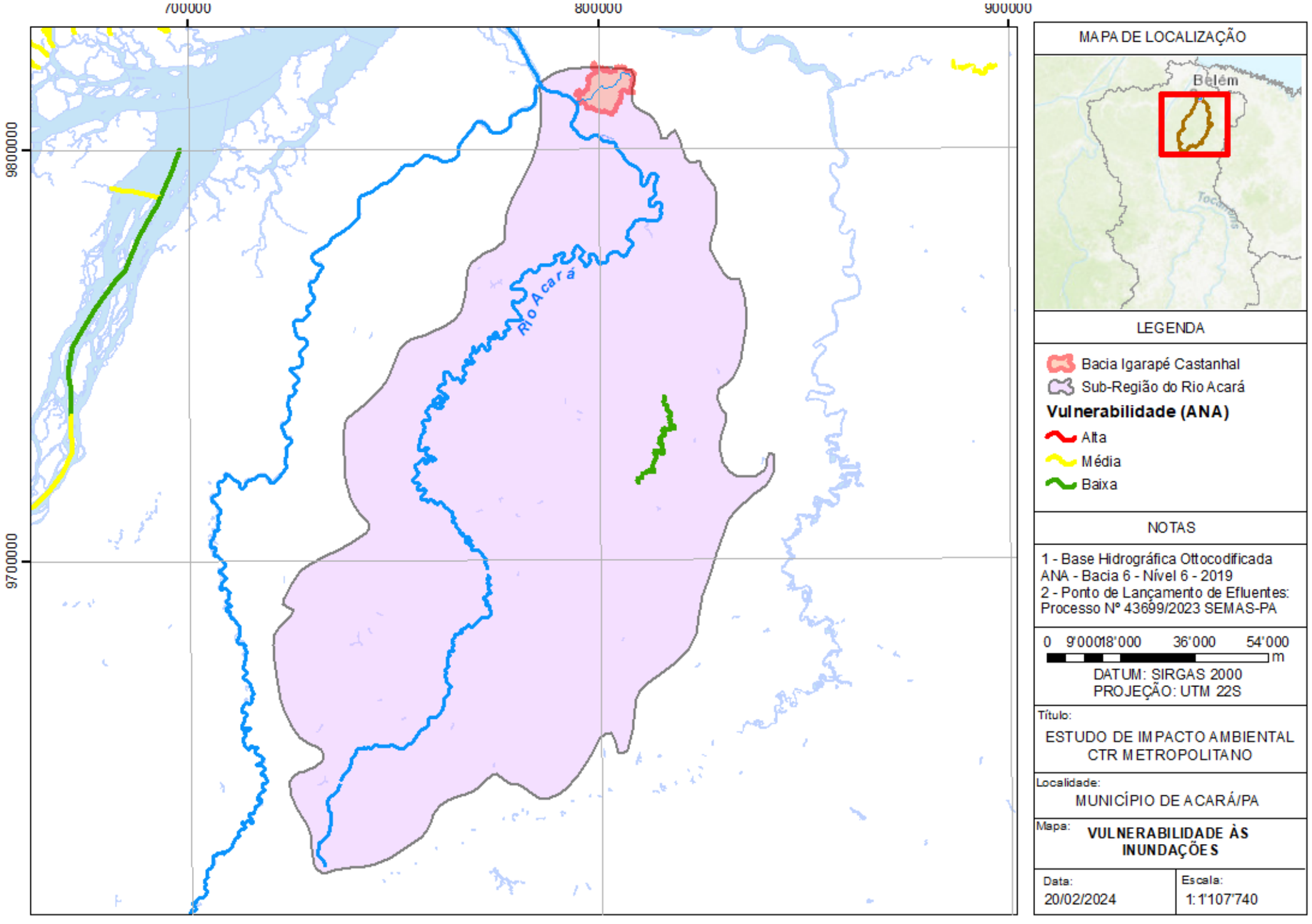
A pesquisa mostrou que a base de dados federal não aponta para nenhum usuário cadastrado e nenhuma outorga emitida nos limites da bacia do Igarapé Castanhal. O ponto cadastrado mais próximo, indicado pelo ponto rosa ao norte da bacia, trata-se de uma outorga de captação superficial para fins de irrigação, no Igarapé Jenipaúba, que não faz parte da bacia em estudo.

6.1.7.7 VULNERABILIDADE ÀS INUNDAÇÕES

A área de implantação do empreendimento foi analisada em relação às inundações através das manchas de vulnerabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2014). Ao analisar o estado Pará, foram identificados 1.088 trechos vulneráveis a inundações graduais em 338 cursos d'água em 79 dos 143 municípios. Do total, 142 (13%) foram considerados de alta vulnerabilidade a inundações graduais; 831 (76%), de média e 115 (11%), de baixa. No rio Amazonas, foram identificados 53 trechos, sendo 20 de alta vulnerabilidade, principalmente nas áreas dos municípios de Santarém, Óbidos e Prainha.

No mapa apresentado na figura abaixo observa-se que há apenas um trecho correspondente a uma baixa vulnerabilidade nos limites da Região Hidrográfica do rio Acará, correspondente a um trecho do rio Acará-Mirim. Logo, conclui-se que, de acordo com a base de dados da ANA, a área da CTR Metropolitana não se encontra em área de vulnerabilidade a inundações.

Figura 6.1-145 - Vulnerabilidade às Inundações na área de estudo.



Fonte: Vereda, 2024.

6.1.7.8 BATIMETRIA E VAZÃO

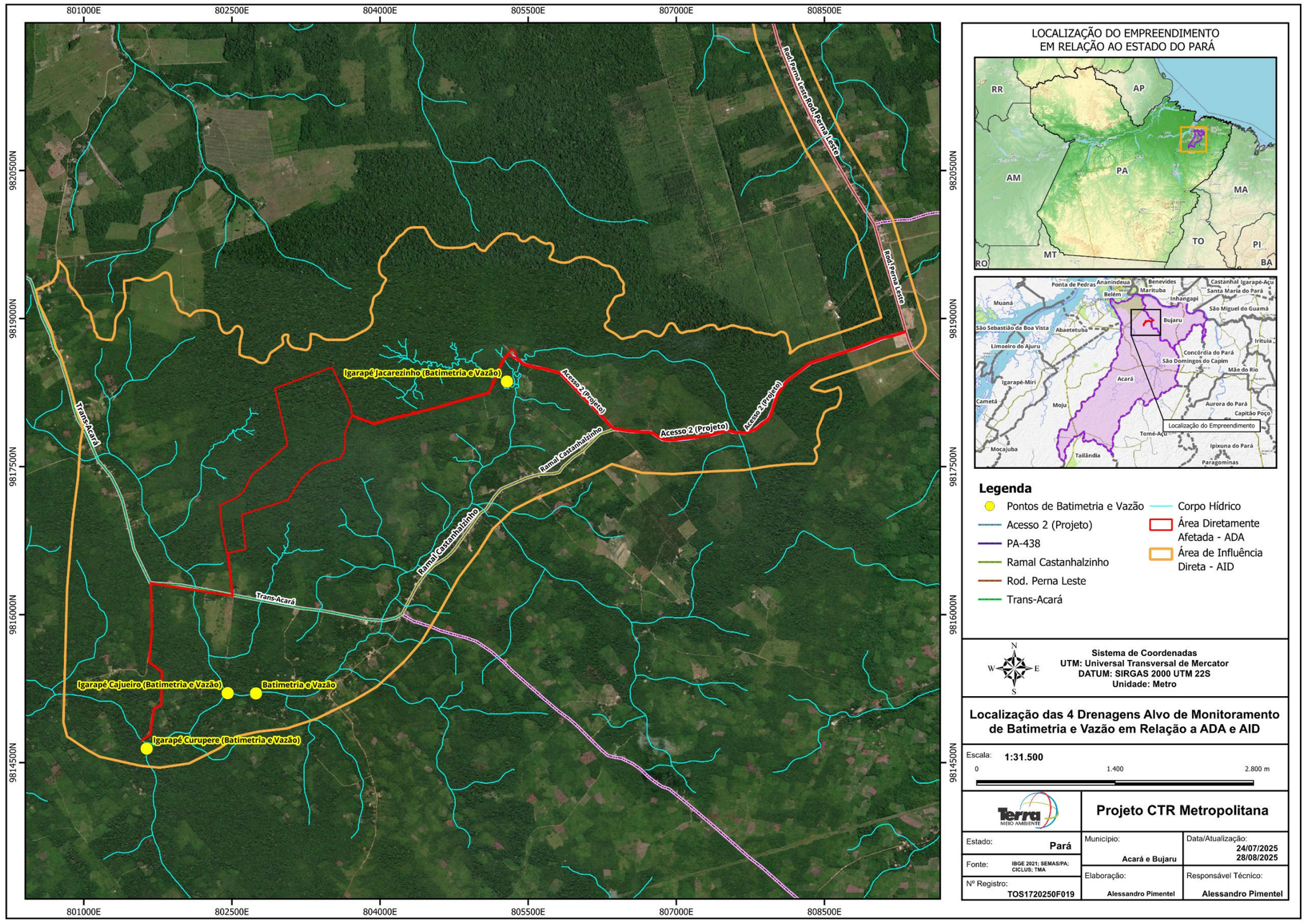
6.1.7.8.1 Procedimentos Iniciais (Batimetria e Vazão) – Item 5.1

O presente relatório referente ao diagnóstico dos recursos hídricos com foco na análise do comportamento do escoamento fluvial (medição de vazão, velocidade da água, profundidade, área molhada, comprimento, área inundada), consiste no direcionamento e execução de métodos e procedimentos, voltados as 4 drenagens presentes na área de influência da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana a qual apresentou as coordenadas geográficas inicial e final para cada área de interesse, conforme pode ser observado no quadro abaixo e figura a seguir.

Quadro 6.1-41 – Relação das 4 drenagens, com as suas respectivas coordenadas geográficas.

DRENAGEM	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
	LAT	LONG	LAT_UTM	LONG_UTM
Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho	1° 40' 12,046" S	48° 16' 45,114" W	9815203,285 m	802743,735 m
Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro	1° 40' 11,975" S	48° 16' 54,381" W	9815205,872 m	802457,092 m
Drenagem 3 – Igarapé Curuperé	1° 40' 30,305" S	48° 17' 20,870" W	9814643,574 m	801636,967 m
Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho	1° 38' 29,147" S	48° 15' 23,105" W	9818362,703 m	805284,831 m

Figura 6.1-146 - Mapa de Localização das 4 drenagens objeto de monitoramento de Batimetria e vazão da CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

Desta forma, com o intuito de se garantir a representatividade dos dados, e o correto direcionamento ao local para execução dos procedimentos necessários, realizou-se o posicionamento "*in loco*" dos pontos através de GPS e observação em campo das 4 drenagens supracitadas. As atividades foram realizadas em duas campanhas, sendo a primeira referente ao período chuvoso com início no dia 23/05/2025 se estendendo até o dia 28/05/2025; e a segunda campanha referente ao período de estiagem, nos dias 03/07/2025 e 04/07/2025.

É importante ressaltar que o diagnóstico foi realizado em todas as drenagens nas duas campanhas. A relação das drenagens objeto deste relatório, assim como a situação de execução dos procedimentos de batimetria e vazão, pode ser observada no quadro abaixo.

Quadro 6.1-42 – Relação das 4 drenagens alvo de monitoramento de vazão e situação de execução dos procedimentos, nas duas campanhas de medição.

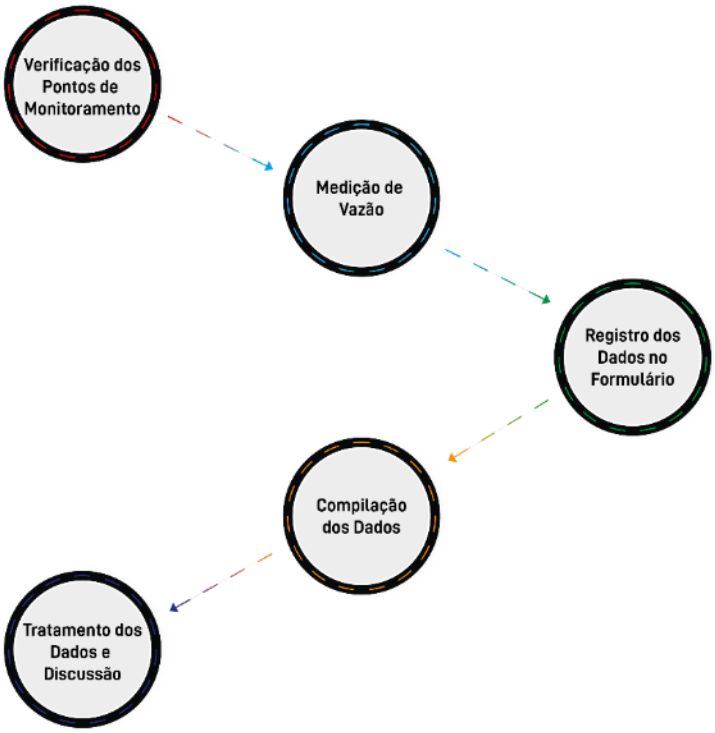
DRENAGEM	SITUAÇÃO (1ª Campanha)	SITUAÇÃO (2ª Campanha)
Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho	Batimetria e vazão realizadas	Batimetria e vazão realizadas
Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro	Batimetria e vazão realizadas	Batimetria e vazão realizadas
Drenagem 3 – Igarapé Curuperé	Batimetria e vazão realizadas	Batimetria e vazão realizadas
Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho	Batimetria e vazão realizadas	Batimetria e vazão realizadas

Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.8.2 Material e Métodos

O procedimento de medição de vazão é precedido do mapeamento da morfologia do leito da drenagem na seção transversal, através de batimetria, com o intuito de se determinar as distâncias entre os perfis verticais e suas respectivas profundidades. Após a aplicação das metodologias de campo, os dados são registrados no formulário para medição de batimetria e vazão. O fluxograma metodológico para elaboração dos resultados do monitoramento é apresentado na figura a seguir.

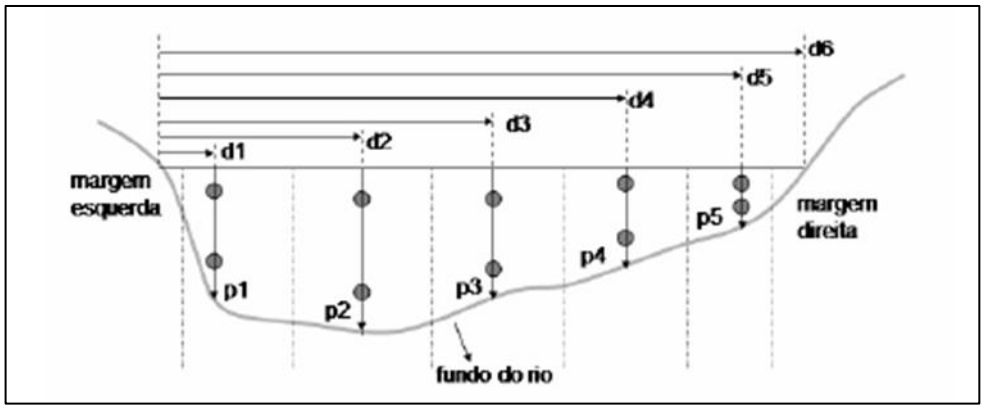
Figura 6.1-147 - Fluxograma metodológico adotado para elaboração dos resultados do monitoramento.



Fonte: Terra, 2025.

Para determinar a área de seção das drenagens é necessário realizar a batimetria da calha do corpo d'água, sendo a batimetria o perfil de fundo da drenagem, conforme observado na figura abaixo.

Figura 6.1-148 - Exemplo de batimetria de calha de uma drenagem.



A escolha do número de medições horizontais variou de acordo com a sua largura, tendo em vista que é necessário obter um número representativo para a determinação do perfil da drenagem. Para a escolha das distâncias verticais, adotou-se a metodologia proposta por

Santos et al. (2001), onde as distâncias entre as verticais são obtidas em função da largura do corpo hídrico. Os dados utilizados para a determinação do número verticais estão presentes no quadro abaixo.

Quadro 6.1-43 - Distância recomendada entre verticais, de acordo com a largura do rio.

LARGURA DO RIO (M)	DISTÂNCIA ENTRE AS VERTICAIS (M)
<3	0,3
3 a 6	0,5
6 a 15	1,0
15 a 30	2,0
30 a 50	3,0
50 a 80	4,0
80 a 150	6,0
150 a 250	8,0
> 250	12,0

A batimetria foi realizada com o auxílio de bastão de aço milimetrado (Haste à Vau), caracterizando-se a seção transversal e seção transversal molhada da drenagem, atentando-se para a condição mínima de operação do equipamento de medição de vazão, sendo esta a profundidade mínima de 15 cm. De acordo com a profundidade obtida através da Haste à Vau, determina-se o número de porcentagens aplicadas (20%, 40%, 60% ou 80%) para cada profundidade medida em relação as distâncias nas verticais, sendo estas as profundidades de posicionamento do molinete para medição de vazão.

Com estes dados em mãos, o molinete é acoplado na haste à vau, conectado ao contador de giro, e inserido na drenagem através de movimentos manuais na vertical e horizontal. O equipamento é dotado de uma hélice que ao completar uma “revolução” correspondente a um giro, emite um pulso eletromagnético que é registrado pelo contador de pulso ou giro. Os dispositivos internos do molinete, assim como as conexões são dotados de blindagem e conferem resistência à água, assegurando desta forma o seu pleno funcionamento.

A metodologia aplicada através do molinete é tida como indireta, desta forma, os dados obtidos em campo, no caso o quantitativo de giros realizado pela hélice do equipamento e registrado pelo contador, são aplicados em expressão matemática específica do molinete, para velocidade em m/s, conforme abaixo, sendo adotado um tempo de medição de 30 segundos (s), suficiente para o registro de dados nas drenagens, onde foi possível o acesso.

$$V = K.n + \Delta$$

Onde, V = Velocidade em m/s; K= Passo hidráulico – determinado na calibração do equipamento; n= revolução da hélice por segundo; e Δ = Constante da hélice – determinado na calibração do equipamento;

Esta primeira expressão refere-se à velocidade obtida em m/s, sendo posteriormente calculado o produto desta informação com a área da seção molhada em m^2, obtida através do procedimento de batimetria, para se obter a vazão em m^3/s em cada seção observada no corte transversal da drenagem. O somatório destes valores de vazão, em cada seção transversal, consistirá na vazão representativa do corpo hídrico.

6.1.7.8.2.1 Equipamentos

Para o monitoramento de vazão utilizou-se um molinete universal Newton confeccionado em aço inox e latão com revestimento em titânio, permitindo medições em águas com alto grau de contaminação (poluição) e condutividade. Utiliza-se uma haste a vau milimetrada, como auxílio no posicionamento do molinete nas variações de profundidade, assim como na execução da batimetria; e um contador de pulso ou giro. Estes equipamentos podem ser observados na figura a seguir.

Figura 6.1-149 - Equipamentos utilizados na batimetria e medição de vazão das drenagens selecionadas.



Molinete universal Newton



Haste a vau milimetrada



Contador de pulso ou giro

6.1.7.8.3 Caracterização da Área

As atividades relacionadas a análise do comportamento do escoamento fluvial conforme solicitado na notificação de pendência n° 198527/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025 ocorreu em 4 drenagens, as quais estão inseridas nas Área Diretamente Afetada – ADA e Área de Influência Direta (AID) da Central de Tratamento de Resíduos Composta por Aterro Sanitário, Estação de Tratamento de Efluentes e uma Unidade de Captação e Queima de Biogás no município do Acará no Estado do Pará.

Este relatório apresenta dados de atividades de campo realizadas em maio de 2025 (1ª Campanha), mais precisamente entre os dias 23 e 28; e em julho de 2025 (2ª Campanha) nos dias 03 e 04. Na figura a seguir observam-se alguns registros fotográficos das drenagens.

Figura 6.1-150 - Registros fotográficos das 4 drenagens selecionadas, durante as duas campanhas de medição.



Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho
1ª Campanha



Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho
2ª Campanha



Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro
1ª Campanha



Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro
2ª Campanha



Drenagem 3 – Igarapé Curuperé
1ª Campanha



Drenagem 3 – Igarapé Curuperé
2ª Campanha



Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho
1ª Campanha



Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho
2ª Campanha

Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.8.4 Pontos Amostrais

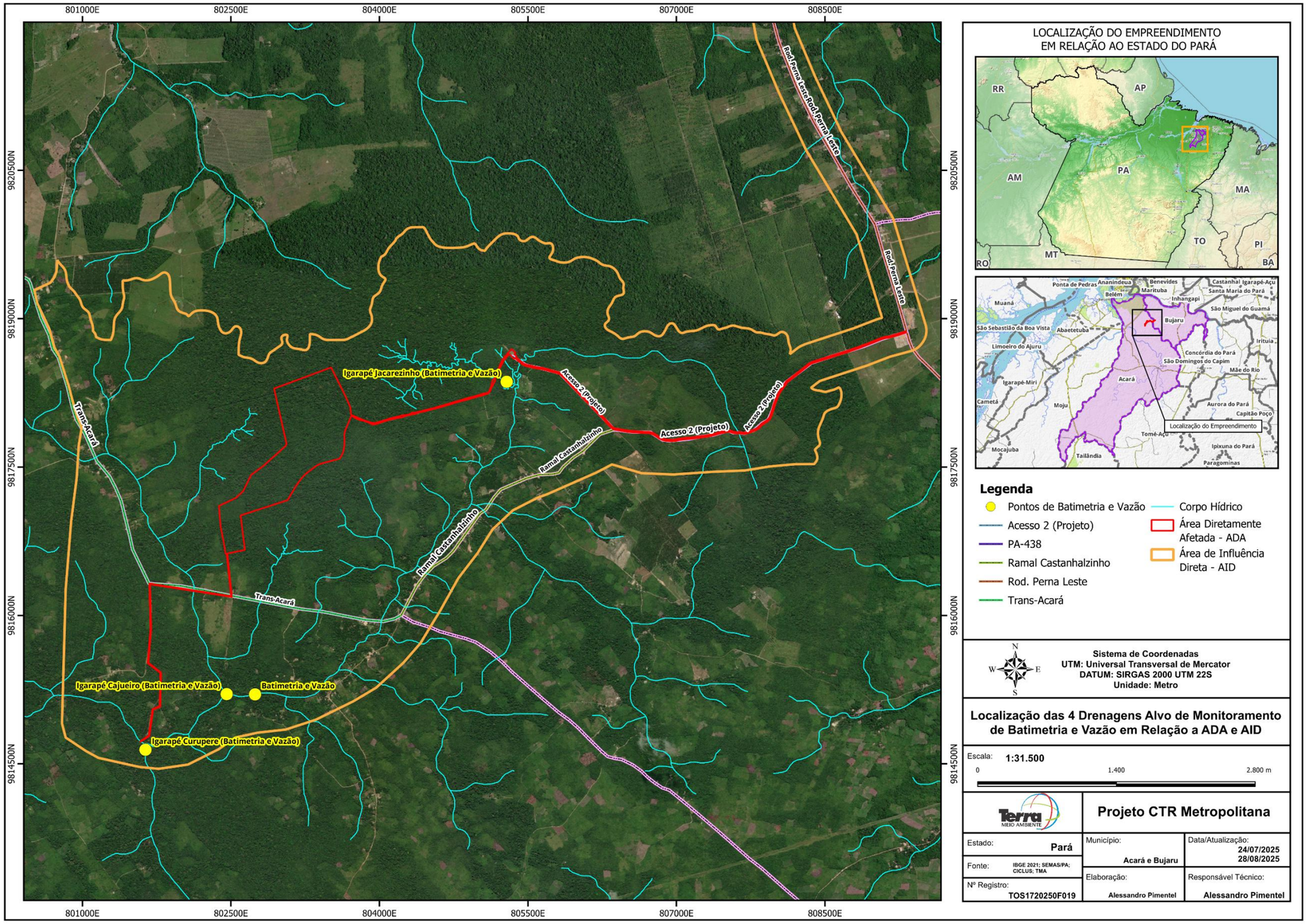
O monitoramento de vazão nas drenagens, ocorreu em um ponto pré-definido nos trechos das 4 drenagens identificadas conforme as coordenadas geográficas e UTM no quadro abaixo e figura posterior. É importante ressaltar que estes pontos deverão ser utilizados para o monitoramento durante as fases de instalação até a operação do empreendimento. Ressalta-se que após análise deste documento, novos pontos podem ser acrescentados pelo órgão licenciador.

Quadro 6.1-44 – Coordenadas geográficas e UTM dos pontos referentes a 1ª campanha de monitoramento de vazão das 4 drenagens selecionadas.

DRENAGEM	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
	LAT	LONG	LAT_UTM	LONG_UTM
Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho	1° 40' 12,046" S	48° 16' 45,114" W	9815203,285 m	802743,735 m
Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro	1° 40' 11,975" S	48° 16' 54,381" W	9815205,872 m	802457,092 m
Drenagem 3 – Igarapé Curuperé	1° 40' 30,305" S	48° 17' 20,870" W	9814643,574 m	801636,967 m
Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho	1° 38' 29,147" S	48° 15' 23,105" W	9818362,703 m	805284,831 m

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-151 - Localização das 4 drenagens alvo de monitoramento de batimetria e vazão em relação a ADA e AID.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.8.5 Resultados (Batimetria)

Os procedimentos referentes a caracterização da seção transversal de cada drenagem através de batimetria, foram realizados nos dias 23, 24 e 28 de maio de 2025 para a primeira campanha de medição; e nos dias 03 e 04 de julho de 2025 para a segunda campanha, com o emprego de haste a vau milimetrada, fita métrica, e piquetes de madeira posicionados em cada margem. Inicialmente realizou-se a medição da largura total do corpo hídrico, com o intuito de se obter a distância entre as verticais. A execução do procedimento batimétrico e os resultados obtidos podem ser observados, respectivamente, na figura abaixo e quadro posterior.

Figura 6.1-152 - Registro fotográfico do procedimento batimétrico dos pontos de drenagens presentes na ADA e AID do projeto CTR Metropolitana nas duas campanhas de medição.





Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho (1ª Campanha)





Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho (2ª Campanha)





Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro (1ª Campanha)





Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro (2ª Campanha)





Drenagem 3 – Igarapé Curuperé (1ª Campanha)





Drenagem 3 – Igarapé Curuperé (2ª Campanha)





Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho (1ª Campanha)





Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho (2ª Campanha)

Fonte: Terra, 2025.

Quadro 6.1-45 – Resultados da batimetria realizada nas drenagens, durante as duas campanhas de medição.

1ª Campanha															
DRENAGEM 1 – Igarapé castanhalzinho				DRENAGEM 2 – igarapé cajueiro				DRENAGEM 3 – igarapé curuperé				DRENAGEM 4 – igarapé jacarezinho			
Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)	Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)	Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)	Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)
PI-ME	0,00	0,65	0,02	PI-ME	0,00	0,74	0,27	PI-ME	0,00	0,80	0,07	PI-ME	0,00	0,85	0,17
1	1,00	0,68	0,09	1	1,00	0,78	0,34	1	1,00	0,78	0,09	0,5	0,50	0,85	0,23
2	2,00	1,02	0,48	2	2,00	0,97	0,52	2	2,00	1,33	0,64	1	1,00	0,95	0,24
3	3,00	1,37	0,85	3	3,00	1,18	0,71	3	3,00	1,30	0,66	1,5	1,50	0,95	0,24
4	4,00	1,60	1,00	4	4,00	1,21	0,78	4	4,00	1,42	0,75	2	2,00	0,90	0,25
5	5,00	0,75	1,25	5	5,00	1,28	0,88	5	5,00	1,48	0,70	2,5	2,50	0,90	0,27
6	6,00	1,88	1,40	6	6,00	1,31	0,98	6	6,00	1,35	0,55	3	3,00	0,83	0,33
7	7,00	1,87	1,35	7	7,00	0,80	0,40	PF-MD	7,00	0,77	0,06	3,5	3,50	0,88	0,27
8	8,00	1,74	1,18	8	8,00	0,73	0,36	-	-	-	-	PF-MD	4,00	0,65	0,42
9	9,00	1,20	0,50	9	9,00	0,50	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
PF-MD	10,00	1,20	0,47	PF-MD	10,00	0,53	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2ª Campanha															
DRENAGEM 1 – Igarapé castanhalzinho				DRENAGEM 2 – igarapé cajueiro				DRENAGEM 3 – igarapé curuperé				DRENAGEM 4 – igarapé jacarezinho			
Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)	Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)	Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)	Vertical	Distância da vertical p/ margem (m)	Vertical da Seção (m)	Vertical da Seção Molhada (m)
PI-ME	0,00	0,96	0,23	PI-ME	0,00	0,60	0,31	PI-ME	0,00	0,54	0,22	PI-ME	0,00	1,08	0,22
1	1,00	0,54	0,32	1	1,00	0,65	0,33	1	1,00	0,55	0,25	0,5	0,50	1,16	0,30
2	2,00	0,90	0,72	2	2,00	0,62	0,29	2	2,00	1,18	0,75	1	1,00	1,19	0,29
3	3,00	1,26	1,20	3	3,00	0,60	0,28	3	3,00	1,20	0,85	1,5	1,50	1,19	0,29
4	4,00	1,49	1,31	4	4,00	0,60	0,28	4	4,00	1,20	0,86	2	2,00	1,19	0,31
5	5,00	2,13	1,98	5	5,00	0,90	0,54	5	5,00	1,25	0,85	2,5	2,50	1,12	0,34
6	6,00	2,20	2,08	6	6,00	0,96	0,52	6	6,00	1,25	0,78	3	3,00	1,18	0,39
7	7,00	2,20	2,03	7	7,00	1,49	1,08	PF-MD	7,00	0,80	0,23	3,5	3,50	1,14	0,38
8	8,00	1,40	1,14	8	8,00	1,41	0,95	-	-	-	-	PF-MD	4,00	0,82	0,01
9	9,00	0,88	0,75	9	9,00	1,48	0,98	-	-	-	-	-	-	-	-
PF-MD	10,00	0,82	0,68	PF-MD	10,00	1,23	0,89	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Terra, 2025.

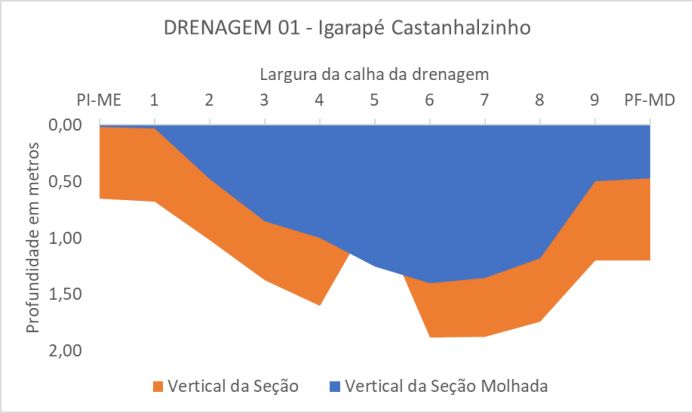
A seguir são apresentadas as seções das drenagens, e na sequência os gráficos listados, em que são apresentadas a seção transversal e a seção transversal molhada nas duas campanhas de medição. Na tabela abaixo, são apresentadas a distância entre as margens e a área da seção molhada.

Tabela 6.1-19 - *Distância entre as margens e Área de Seção Molhada.*

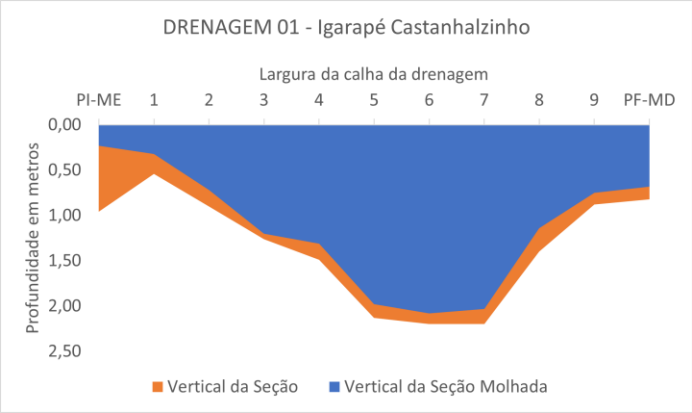
DRENAGEM	Distância entre margens (M)	Área Seção Molhada (m²)	
		1ª CAmpanha	2ª campanha
Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho	10	2,50	3,60
Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro	10	1,58	1,76
Drenagem 3 – Igarapé Curuperé	7	1,05	1,37
Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho	4	0,63	0,73

Fonte: Terra, 2025.

[4]Figura 6.1-153 - Seção Transversal e Seção Transversal Molhada (1ª e 2ª campanhas).

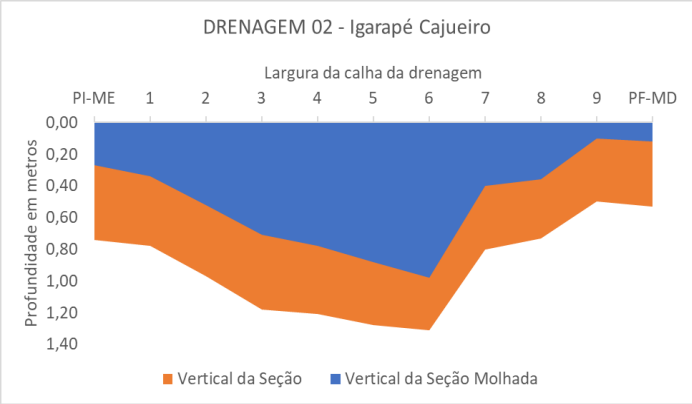


Drenagem 01 – Igarapé Castanhalzinho
1ª Campanha

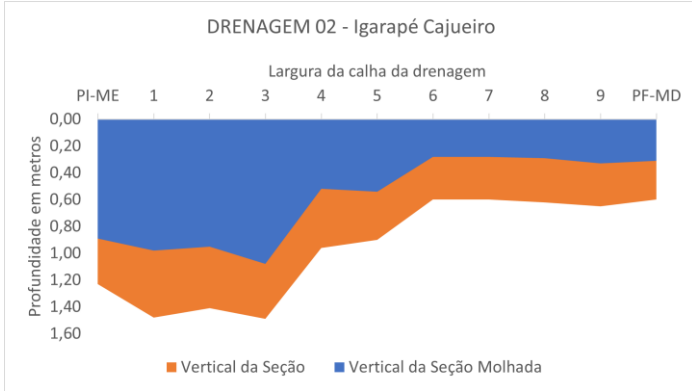


Drenagem 01 – Igarapé Castanhalzinho
2ª Campanha

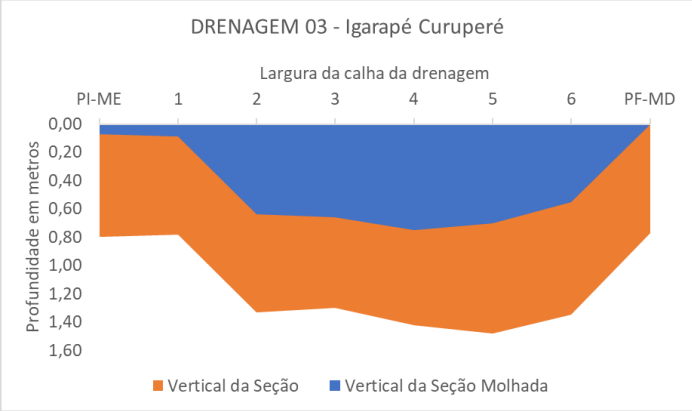
[4] PI-MD e PF-ME, correspondem às margens direita e esquerda. O intervalo apresentado na parte superior dos gráficos, referem-se ao número de medições realizadas na batimetria.



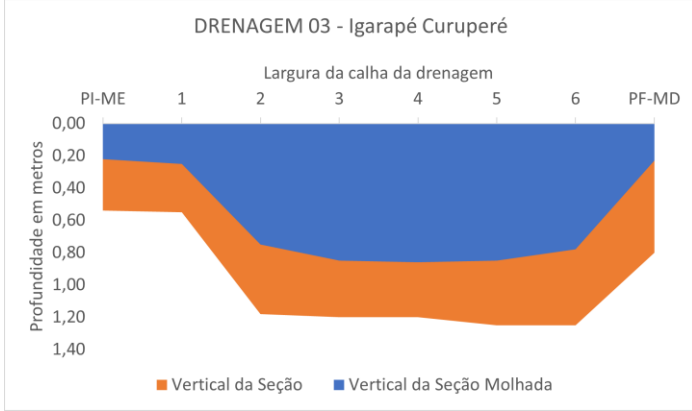
Drenagem 02 – Igarapé Cajueiro
1ª Campanha



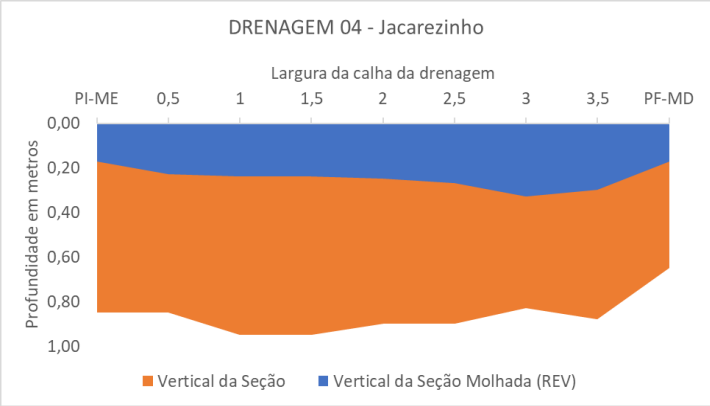
Drenagem 02 – Igarapé Cajueiro
2ª Campanha



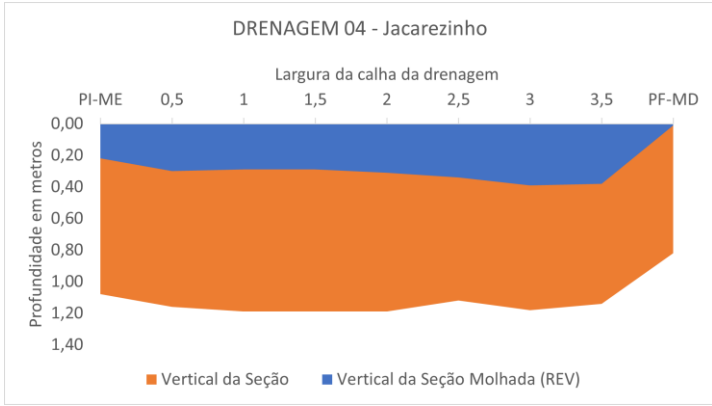
Drenagem 03 – Igarapé Curuperé
1ª Campanha



Drenagem 03 – Igarapé Curuperé
2ª Campanha



Drenagem 04 – Jacarezinho
1ª Campanha



Drenagem 04 – Jacarezinho
2ª Campanha

Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.8.6 Resultados (Vazão)

A medição de vazão ocorreu em profundidades variadas correspondentes aos pontos alocados na vertical, respeitando a condição mínima de 15 cm de profundidade da lâmina d'água para operação do molinete. As medições foram realizadas no mesmo dia de execução da batimetria, nos dias 23, 24 e 28 de maio de 2025 (Primeira campanha), e nos dias 03 e 04 de julho de 2025 (Segunda campanha), também com o emprego de haste a vau milimetrada como suporte de inserção do equipamento na drenagem, fita métrica, e piquetes posicionados em cada margem. As leituras foram realizadas da margem esquerda para a margem direita, observando o fluxo d'água de montante para jusante. A execução dos procedimentos de medição pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-154 - Registros fotográficos do procedimento de medição de vazão das 4 drenagens inseridas na ADA e AID da CTR Metropolitana – CICLUS Amazônia.



Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho
1ª campanha



Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho
2ª campanha



Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro
1ª campanha



Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro
2ª campanha



Drenagem 3 – Igarapé Curuperé
1ª campanha



Drenagem 3 – Igarapé Curuperé
2ª campanha



Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho
1ª campanha



Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho
2ª campanha

Com o quantitativo de giros registrado em campo, aplicou-se a expressão do molinete para se obter a velocidade em m/s, e posteriormente calculou-se o produto desta velocidade obtida, com a área da seção transversal molhada referente a cada distância entre as verticais da drenagem, tendo como resultado o somatório de cada vazão, consistindo na vazão representativa da drenagem. Os resultados da aplicação matemática, podem ser observados na tabela a seguir.

Tabela 6.1-20 – Vazões representativas obtidas dos pontos de drenagem monitorados.

DRENAGEM	Área Seção Molhada (m²)		Vazão calculada (M³/S)	
	1ª Campanha	2ª campanha	1ª Campanha	2ª campanha
Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho	2,50	3,60	1,57	1,68
Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro	1,58	1,76	0,28	0,06
Drenagem 3 – Igarapé Curuperé	1,05	1,37	0,61	0,27
Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho	0,63	0,73	0,21	0,20

Fonte: Terra, 2025.

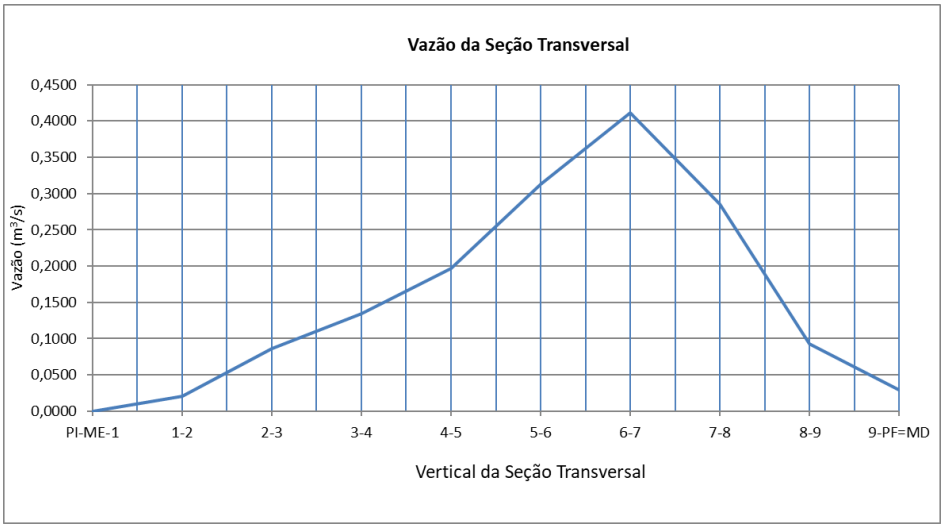
Os resultados das vazões calculadas durante as duas campanhas de medição, observadas na tabela acima demonstram que a drenagem 01, correspondente ao igarapé Castanhalzinho, apresentou as maiores vazões; enquanto as menores vazões foram observadas na drenagem 04 correspondente ao igarapé Jacarezinho (1ª campanha) e drenagem 02 correspondente ao igarapé Cajueiro (2ª campanha).

6.1.7.8.6.1 Drenagem 1 – Igarapé Castanhalzinho

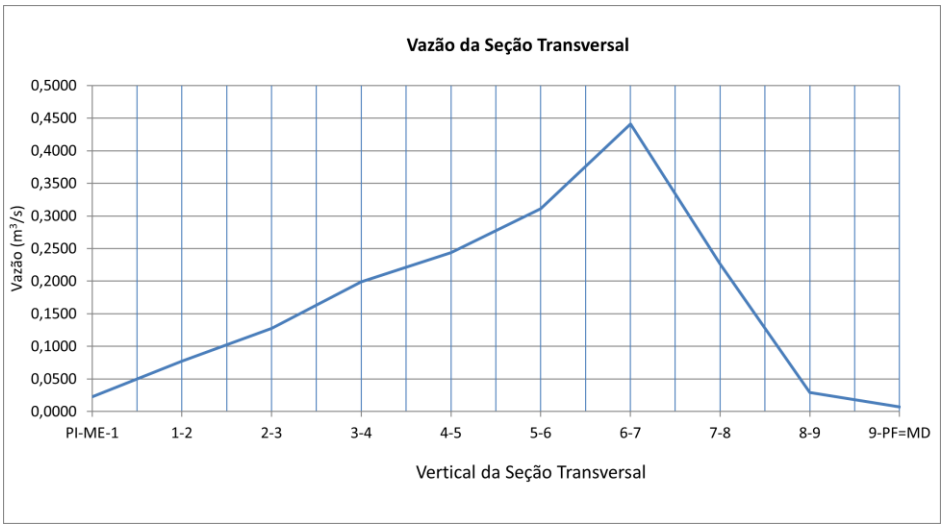
Quando observado a figura a seguir, considerando a medição por intervalo de seção entre as verticais, observa-se que na 1ª campanha obteve-se um pico aproximado de 0,4 m^3/s entre as verticais 6 e 7, com fluxo aumentando da margem esquerda para a margem direita. A vazão neste trecho tenha sido por ter apresentado maior profundidade (1,88 m) e maior vertical de seção molhada (1,40 – 1,35 m). Esta configuração foi similar na 2ª campanha, refletindo as características naturais deste trecho da presente drenagem.

Conforme observado nos registros fotográficos do igarapé castanhalzinho, o corpo hídrico não apresenta nenhum tipo de obra ou obstáculo que represente perturbação no fluxo natural do corpo hídrico.

Figura 6.1-155 - Resultados de vazão das seções transversais da drenagem 1 (1° e 2ª Campanhas).



Drenagem 1 - Igarapé Castanhalzinho (1ª campanha)

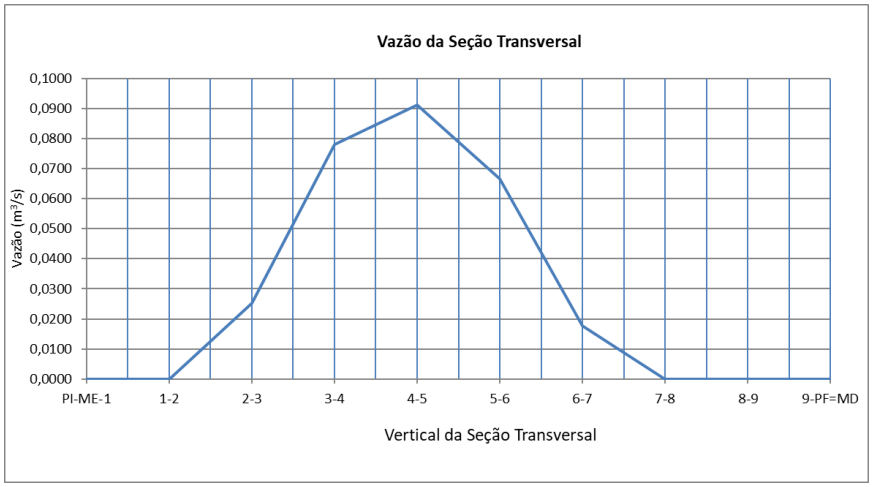


Drenagem 1 - Igarapé Castanhalzinho (2ª campanha)

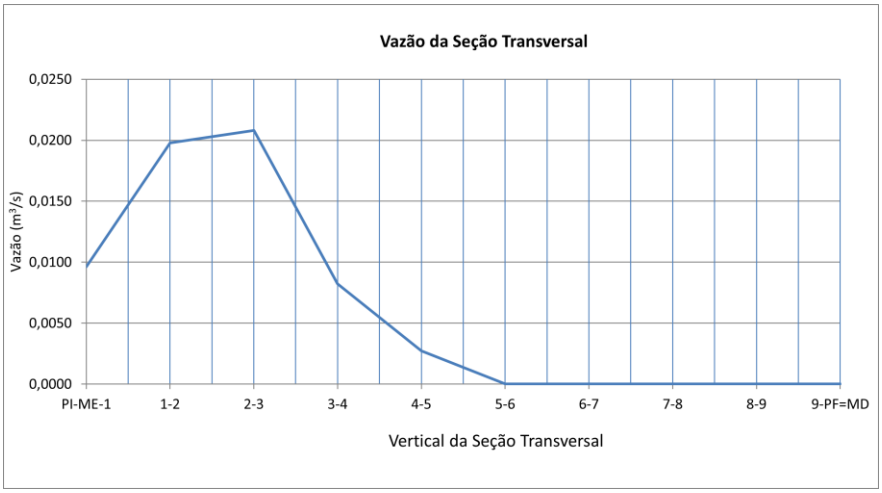
6.1.7.8.6.2 Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro

Quando considerado a medição por intervalo de seção entre as verticais, observa-se que nos registros obtidos nas medições realizadas na primeira campanha, ocorreu um pico aproximado de 0,0900 m3/s nas verticais 4-5, na região central, de acordo com o fluxo observado na drenagem. Na segunda campanha houve mudança na concentração de vazão, sendo observada nas proximidades da margem esquerda com pico de 0,021 m^3/s referente a vertical 2-3. Esta mudança no comportamento da vazão, indica possível interferência por elementos característicos das proximidades, tais como: troncos de árvore, ou galhos que possam ser movimentos através de arraste no interior da drenagem, podendo inferir eventual mudança na dinâmica de fluxo do corpo hídrico.

Figura 6.1-156 - Resultados de vazão das seções transversais da drenagem 2 (1° e 2ª Campanhas).



Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro (1ª Campanha)

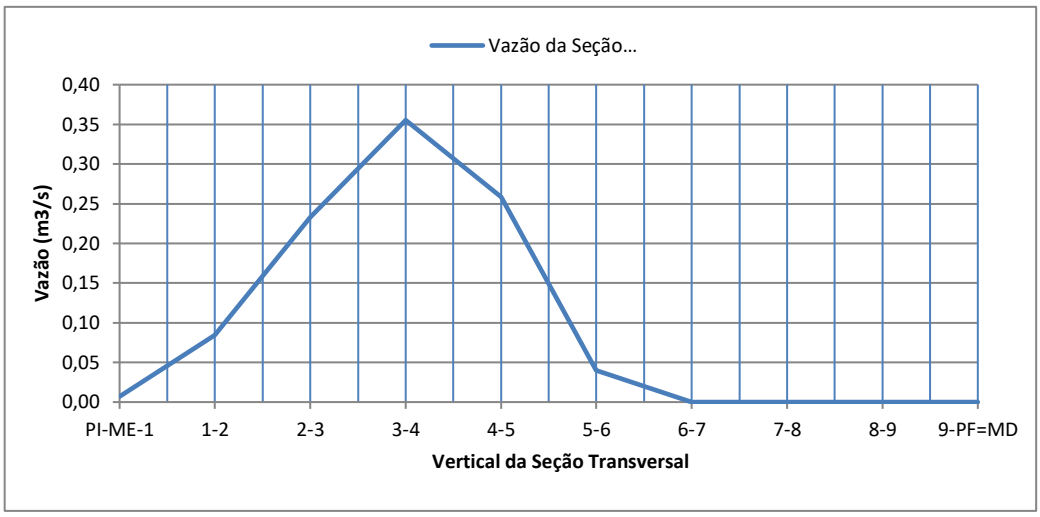


Drenagem 2 – Igarapé Cajueiro (2ª Campanha)

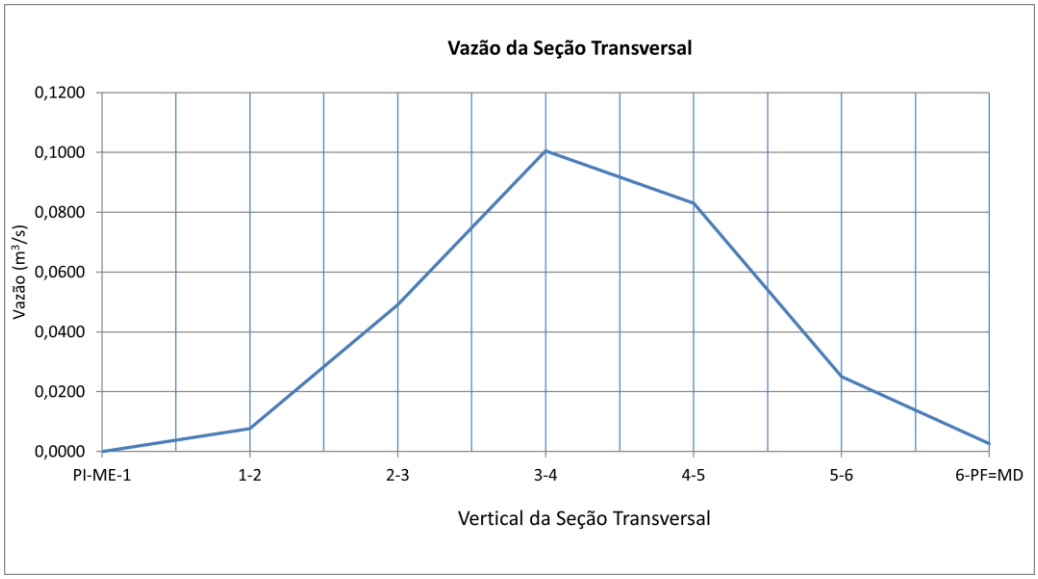
6.1.7.8.6.3 Drenagem 3 – Igarapé Curuperé

Quando considerado a medição por intervalo de seção entre as verticais, observa-se que nos registros obtidos na primeira campanha, ocorreu um pico aproximado de 0,035 m³/s nas verticais 3-4, concentrado nas proximidades da margem esquerda da seção, de acordo com o fluxo observado na drenagem. Na segunda campanha o fluxo da drenagem apresentou-se com pico de 0,1 m³/s na região central da seção, indicando influência por elementos característicos das proximidades, tais como: troncos de árvore, galhos, ou variação da linha da água de acordo com a morfologia do leito do corpo hídrico.

Figura 6.1-157 - Resultados de vazão das seções transversais da drenagem 3 (1ª e 2ª Campanhas).



Drenagem 3 – Igarapé Curuperé (1ª Campanha)

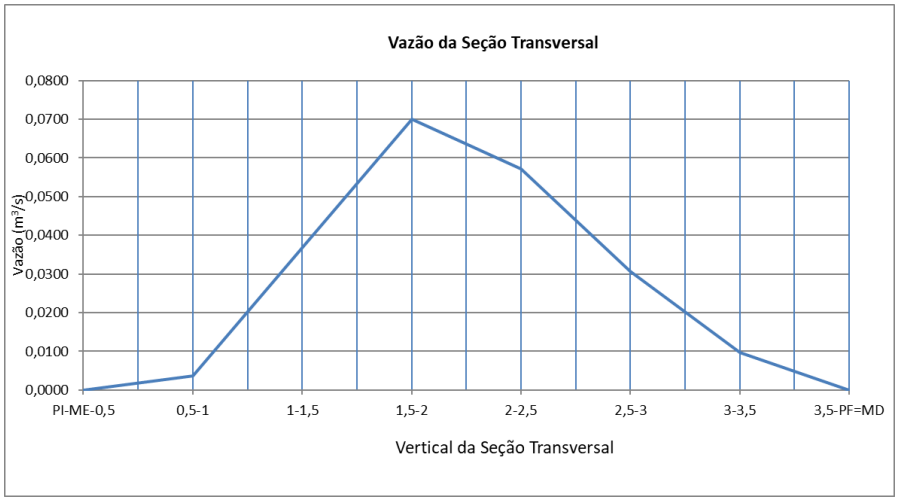


Drenagem 3 – Igarapé Curuperé (2ª Campanha)

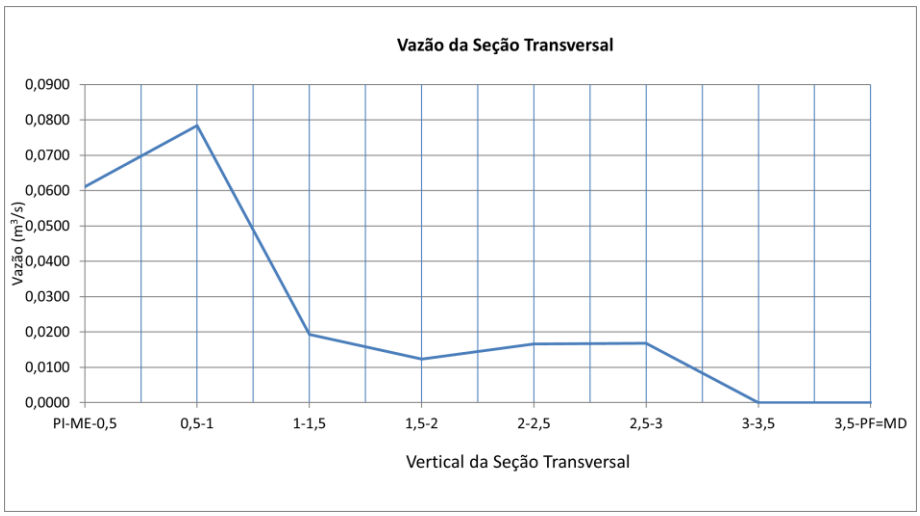
6.1.7.8.6.4 Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho

Quando considerado a medição por intervalo de seção entre as verticais, observa-se que nos registros obtidos na 1ª campanha ocorreu um pico aproximado de 0,0700 m³/s nas verticais 1,5-2, na região central, de acordo com o fluxo observado na seção da drenagem. Na segunda campanha houve mudança na configuração da vazão, estando concentrada nas proximidades da margem esquerda, com pico de 0,078 m³/s, referente a vertical 0,5-1. Esta mudança é reflexo do baixo nível da lâmina de água, observado no momento das medições, onde elementos naturais como galhos de árvores e o próprio leito do corpo hídrico, inferem-se mudança na configuração do fluxo.

Figura 6.1-158 - Resultados de vazão das seções transversais da drenagem 4 (1ª e 2ª Campanhas).



Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho (1ª Campanha)



Drenagem 4 – Igarapé Jacarezinho (2ª Campanha)

6.1.7.8.7 Considerações Finais

O presente subtópico teve como objetivo apresentar às evidências das 2 campanhas de medição de batimetria e vazão nos igarapés Castanhalzinho (Drenagem 1), Cajueiro (Drenagem 2), Curuperé (Drenagem 3) e Jacarezinho (Drenagem 4), realizadas nos meses de maio e julho de 2025, mais especificamente nos intervalos de 23 a 28 de maio, e 03 a 04 de julho, em atendimento a notificação 198527/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025.

Os obtidos nas duas campanhas indicaram que os maiores valores de vazão correspondem ao igarapé Castanhalzinho, enquanto as menores vazões foram observadas no igarapé jacarezinho (1ª campanha) e igarapé cajueiro (2ª campanha).

O fluxo das vazões em cada drenagem, durante as duas campanhas de medição, demonstrou possibilidade de inferência através de elementos naturais das proximidades dos corpos hídricos, como troncos de árvores e galhos que possam ser movimentados através da força de arraste pelo fluxo da água como observado nos gráficos dos igarapés cajueiro e Curuperé; assim como pela configuração do próprio leito do corpo hídrico, quando em níveis baixos de lâmina d'água como observado no igarapé jacarezinho.

6.1.7.9 INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS DA ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA – ITEM 5.1

Visando atender integralmente o item 5.1 da notificação de pendência n° 19852027/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025, apresentam-se as informações quantitativas referentes à água subterrânea e superficial. No subtópico referente a água subterrânea são apresentados os dados primários de água subterrânea a partir da identificação e monitoramento dos poços de monitoramento identificados na Área de Diretamente Afetada – ADA e Área de Influência Direta – AID do projeto CTR Metropolitana – CICLUS Amazônia. Enquanto no tópico seguinte, tem-se dados secundários quanto à água superficial.

6.1.7.9.1 Água Subterrânea

Nota-se no quadro a seguir, as características dos poços de monitoramento identificados na ADA e AID da CTR Metropolitana – CICLUS Amazônia. Enquanto na figura abaixo, demonstra-se as ações executadas para realizar a coleta de água subterrânea e posterior envio à laboratório para análise físico-química.

Antes da coleta propriamente dita, foi realizada a purga dos poços de monitoramento, conforme os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 15847/2010, com o objetivo de remover a água estagnada e assegurar que as amostras representassem com fidelidade as condições reais da água subterrânea do aquífero. Nesse procedimento, foi realizada a retirada de um volume mínimo de água calculado com base na lâmina d'água e na profundidade dos poços, ou até que a água extraída apresentasse aspecto visualmente claro e sem turbidez aparente, indicando a remoção da água estagnada e a renovação com água representativa do aquífero. Após a conclusão da purga, respeitou-se um intervalo mínimo de 24 horas antes da realização da coleta, garantindo assim a recomposição natural do nível d'água no poço e a representatividade da amostra. A figura a seguir apresenta registros fotográficos que evidenciam a execução da purga nos poços onde foram realizadas as coletas.

Ressalta -se que o ponto PSUB 14 não necessitou de purga, já que possui características de poço tubular, com isso no primeiro momento a água foi retirada durante 5 minutos para logo após ocorrer a coleta, conforme apresentado no quadro abaixo.

Quadro 6.1-46–Características dos poços de monitoramento identificados na ADA e AID do projeto CTR Metropolitana – CICLUS Amazônia.

Poço	Nível da Água (m)	Profundidade (m)
PSUB - 01	4,5	18
PSUB - 02	16,7	21
PSUB - 04	16,3	21
PSUB - 06	6,4	22
PSUB - 08	12,95	16
PSUB - 09	15,95	18
PSUB - 10	13,85	19,5
PSUB - 12	16,1	21
PSUB - 13	4,85	18

Fonte: Terra, 2025.

Quadro 6.1-47-*Situações dos poços de monitoramento utilizados para o diagnóstico de qualidade das águas subterrâneas.*

Ponto	Descrição
PSUB01	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 02	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 04	Não houve purga nem coleta. O poço apresentou problema estruturais que impossibilitou incluí-lo na amostragem
PSUB 05	Poço de monitoramento desativado
PSUB 06	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 07	Poço de monitoramento desativado
PSUB 08	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 09	Não houve purga nem coleta. O poço apresentou problema estruturais que impossibilitou incluí-lo na amostragem
PSUB 10	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 12	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 13	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-159 - Execução da purga nos poços de monitoramento na 1ª campanha.



PM – 01 Aferição do nível da lâmina d'água



PM – 01 -



PM - 02 Aferição do nível da lâmina d'água



PM – 02 Aferição do nível da lâmina d'água





PM – 04





PM - 05





PM - 06





PM - 07





PM – 08





PM - 09





PM - 10




27/05/2025 16:31
OS 2025.17
CICLUS
ST - 12 (Purga)
Número do índice: 385

PM - 12


1°39'28,347"S 48°16'54,107"W
PM-13 (Purga)
CICLUS
Número do índice: 1078
02/06/2025 11:29


1°39'28,245"S 48°16'54,009"W
OS 2025.17
PM-13 (Purga)
CICLUS
Número do índice: 1070
02/06/2025 10:43

PM - 13

6.1.7.9.2 Água Superficial

O local de estudo encontra-se na região hidrográfica Costa Atlântica-Nordeste, está inserido na bacia hidrográfica do rio Acará, que, juntamente com as bacias dos rios Moju e Guamá, compõem a sub-região do Guamá-Moju, integrante da região Costa Atlântica-Nordeste. Esta bacia se insere em uma região favorecida pela sua posição geográfica, com grande disponibilidade de águas superficiais e subterrânea, e caracterizada por uma série de canais, conhecida sob a denominação “furos”.

O rio Acará nasce no município de Tailândia, fluindo no sentido sul-norte e cortando o município de Acará, banhando a sua sede municipal pela margem esquerda, indo desembocar na confluência do rio Moju com o rio Guamá. Seus principais afluentes são: Aiu-açu, Acará-Miri e Tomé-Açu. Possui 412 km de comprimento e drena uma área de 29.248,00 km². Quanto ao padrão de drenagem, é do tipo dendrítico de regiões sedimentares.

Nos aspectos fisiográficos, o rio Acará tem terrenos que vão desde o Pré-Cambriano, passando pelo Cretáceo Inferior, Terciário e Quaternário, esses diferentes tipos de rochas são responsáveis pela geomorfologia da região que é comandada pelo Planalto Setentrional do Pará-Maranhão e pelo Planalto Rebaixado da Amazônia (da Zona Bragantina), dando um conjunto de relevos tabulares rebaixado, fortemente dissecados na formação sedimentar do Grupo Barreiras, com rebordos erosivos e que se inclinam para o Norte e para Nordeste pelo entalhamento dos vales do rio Capim e seus afluentes.

Tal topografia, que toma direção de Norte a Sul e que ora se torna mais acidentada, ora mais suave, foi caracterizada por Ab’Saber (1986), como área de sucessivas lombas – até atingir a planalto sedimentar regional com o reverso da escarpa estrutural da serra do Gurupi. A oscilação do nível d’água interfere de várias formas com a hidrografia da região. Os rios, córregos, igarapés e furos da região sofrem duas cheias e duas vazantes diárias, cujo efeito mais significativo se traduz na diluição dos despejos neles lançados e a subsequente limpeza por arraste dos despejos, sedimentos e resíduos sólidos nesses corpos d’água. A oscilação de maré é mais intensa nas drenagens próximas a foz do rio Acará e diminui no sentido costa-continente.

A quantidade e distribuição dos igarapés que formam o Rio Acará, dificultam a identificação de uma nascente como sendo sua principal contribuição, mas é possível considerar que

de sua foz nas proximidades de Belém até suas nascentes mais remotas, suas águas percorrem, aproximadamente 411 km, sendo suas principais características a baixa velocidade e as sinuosidades de seu leito. Sua bacia tem predominância no sentido Sul-Norte, apesar de seus meandros a direcionarem ora para Leste, ora para Oeste. Estima-se que a bacia de drenagem do rio Acará, na foz, seja de 30.000 km².

6.1.7.9.3 Considerações Finais

Este relatório apresenta as evidências da 1ª campanha de levantamento ambiental, referente aos dados quantitativos de água superficial (batimetria e vazão) e água subterrânea (medição de nível), as quais estão inseridas no contexto de resposta à Not. nº198527/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2025.

A hidrometria das drenagens foi obtida através do emprego de molinete precedido da aplicação do procedimento de batimetria. Os resultados referentes a esta 1ª campanha demonstraram que o Igarapé Castanhalzinho (drenagem 01) apresentou a maior vazão, enquanto o Igarapé Jacarezinho possui a menor vazão calculada (drenagem 04).

A 2ª campanha será realizada durante o período de estiagem pluviométrica. Seguindo o cronograma apresentado no Anexo 8 do Ofício Externo nº 16/2025 - sob o Protocolo nº 001787/2025 de 01/05/2025 – está prevista para iniciar na última semana do mês de junho (23/07/2025) e se estenderá até o fim do mês de julho (31/07/2025).

Por fim, os resultados apresentados neste relatório não alteram a viabilidade do empreendimento, permanecendo tecnicamente válida, bem como não são impeditivas para o avanço das etapas do processo de licenciamento ambiental, incluindo o aceite do Estudo de Impacto Ambiental, o agendamento de audiência pública e a emissão da Licença Prévia.

6.1.7.10 MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE AFLORAMENTO NATURAL – ITEM 5.2

Segundo Oliveira (2012), com base nos conceitos hidrogeológicos, no que diz respeito ao ciclo das águas, tem-se: precipitação pluviométrica, evaporação e transpiração, infiltração, escoamento superficial e escoamento subterrâneo. Considerando esse ciclo, foi possível compreender e classificar as nascentes como parte integrante deste, pois as mesmas surgem de afloramentos de águas originárias do escoamento subterrâneo, as quais se configuram como elementos fundamentais na formação dos riachos, rios e lagos, constituindo um dos principais componentes do sistema hidrológico da bacia hidrográfica.

As nascentes variam muito em termos de fluxo, química da água, geomorfologia, ecossistema, importância cultural e econômica (Felippe, 2013), sendo normalmente encontradas onde o lençol freático intercepta a superfície do terreno, podendo ser classificadas quanto a sua posição e quanto a sua vazão, como veremos a seguir.

Classificação das nascentes quanto à sua posição:

Classificação das nascentes quanto à sua posição:

- **Fixas:** são nascentes que não mudam sua posição ao longo do ano e podem ser chamadas nascentes pontuais. Segundo Neves et. al (2014), as nascentes pontuais ocorrem quando a inclinação da camada impermeável é menor que a inclinação da encosta, permitindo que ocorra seu encontro.
- **Móveis**: são nascentes que podem ser caracterizadas também como difusas, estas ocorrem quando a camada impermeável se encontra paralelamente à parte baixa e plana do terreno, e com a proximidade com a superfície ocorre fluxo de água da encosta para o lençol freático, promovendo aumento da água no lençol atingindo a superfície do solo causando encharcamento e surgimento de pequenas nascentes por toda a área do entorno (LOUREIRO, 1983).

Classificação das nascentes quanto ao regime (vazão):

- **Perenes**: apresentam fluxo d'água contínuo;
- **Intermitentes**: fluem durante a estação da chuva;
- **Efêmeras**: surgem durante a chuva, permanecendo por alguns dias ou horas.
- **Nascentes de olho d'água**: são do tipo sem acúmulo inicial de água, surgem quando o afloramento ocorre em terreno declinado, brotando em um único ponto devido à posição da camada impermeável ser mais baixa que a da encosta.

A base de estudos deste levantamento foi definida também, a partir de pesquisas e observações feitas *in loco*, sobre o estado de conservação das nascentes e da estrutura

de suas matas ciliares, pois sua conservação está diretamente relacionada à proteção da floresta existentes nas suas margens.

De acordo com o Código Florestal (Lei 12.651/2012), os espaços enquadrados como Área de Preservação Permanente (APP), que possuem ocorrência de nascentes, são definidos como sendo “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar seus diversos recursos naturais. A preservação das matas, em torno das nascentes é muito importante, pois a cobertura florestal facilita os processos de infiltração, percolação e armazenamento de água nos lençóis, diminuindo a perda de água, bem como o processo de escoamento superficial e, consequentemente, os processos erosivos (Lima 1986).

Esse tópico reúne os resultados das 2 campanhas de identificação e classificação das principais nascentes no entorno das áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana, nos períodos de chuva e estiagem no ano de 2025, com o objetivo de coletar informações que sirvam de subsídio para a proteção das nascentes e um melhor planejamento do manejo das águas superficiais nas áreas de influência do projeto. Além disso, objetiva, de forma sistemática, o acompanhamento futuro, conforme a legislação ambiental vigente, devido ao potencial modificador decorrente das atividades relacionadas ao projeto.

6.1.7.10.1 Materiais e Métodos

A descrição dos afloramentos naturais das nascentes, localizadas nas áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana, foi realizado nos dias 26, 27, 29 e 30 de maio de 2025 para a 1ª campanha; e nos dias 05 e 06 de agosto de 2025 para a 2ª campanha. Os trabalhos consistiram na identificação e classificação, quanto ao estado de conservação das nascentes, adotando os seguintes critérios: I-Qualidade da água; II- Estimativa de vazão e III- Cobertura vegetal.

Durante o trabalho de mapeamento, foi possível identificar 14 locais de surgência de água, classificados, inicialmente, como nascentes, que foram aqui nomeadas de PAN-01 (Ponto de Afloramento Natural) a PAN-14.

É possível observar a localização desses pontos, onde estão inseridos na Área de Influência Direta (AID) (figuras abaixo). Todos os pontos de afloramento foram registrados e o georreferenciamento foi feito com aparelho de GPS modelo Garmim GPSmap 62s.

A análise do perfil revela declividade natural descendente entre os fundos de vale, favorecendo o escoamento da água. Além disso, o cruzamento entre o nível de água e o perfil do terreno permite inferir a aproximação do lençol freático, especialmente em zonas mais baixas do vale.

A figura a seguir, apresenta uma síntese do encadeamento dos procedimentos metodológicos adotados.

Figura 6.1-160 - Procedimento metodológico do diagnóstico de afloramentos naturais.

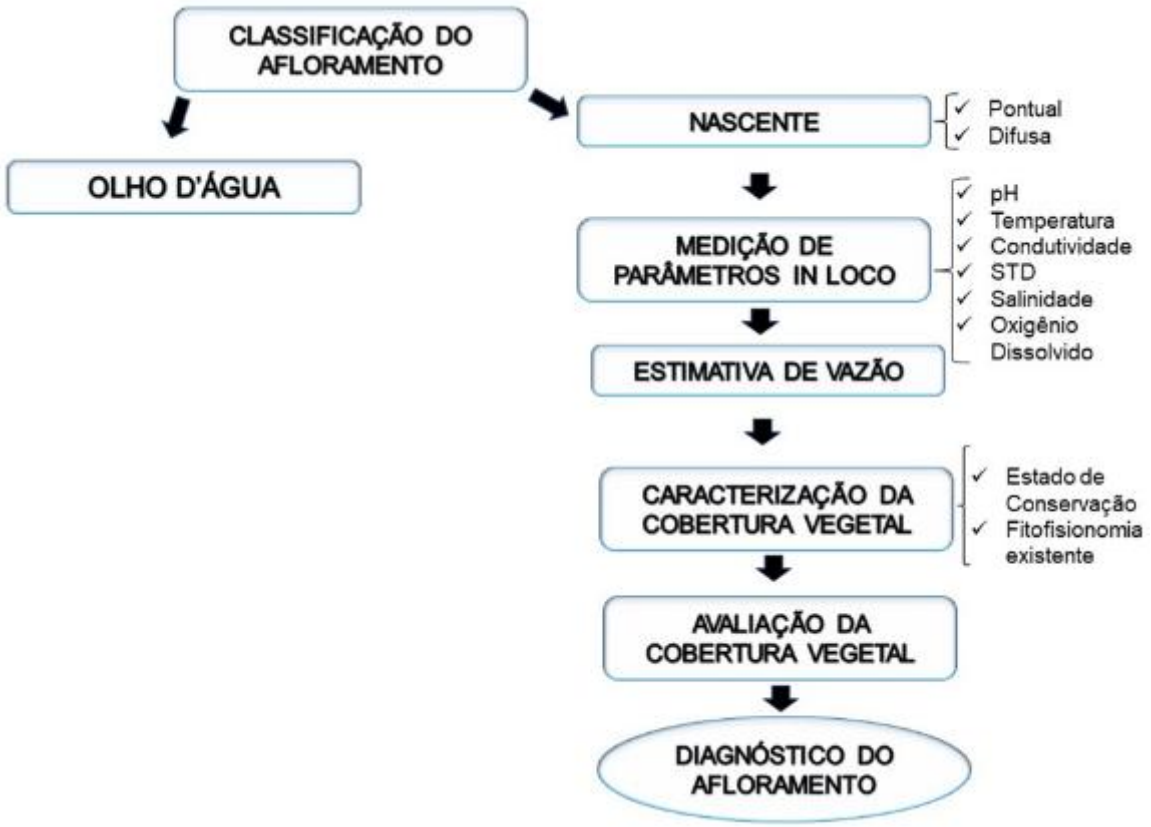
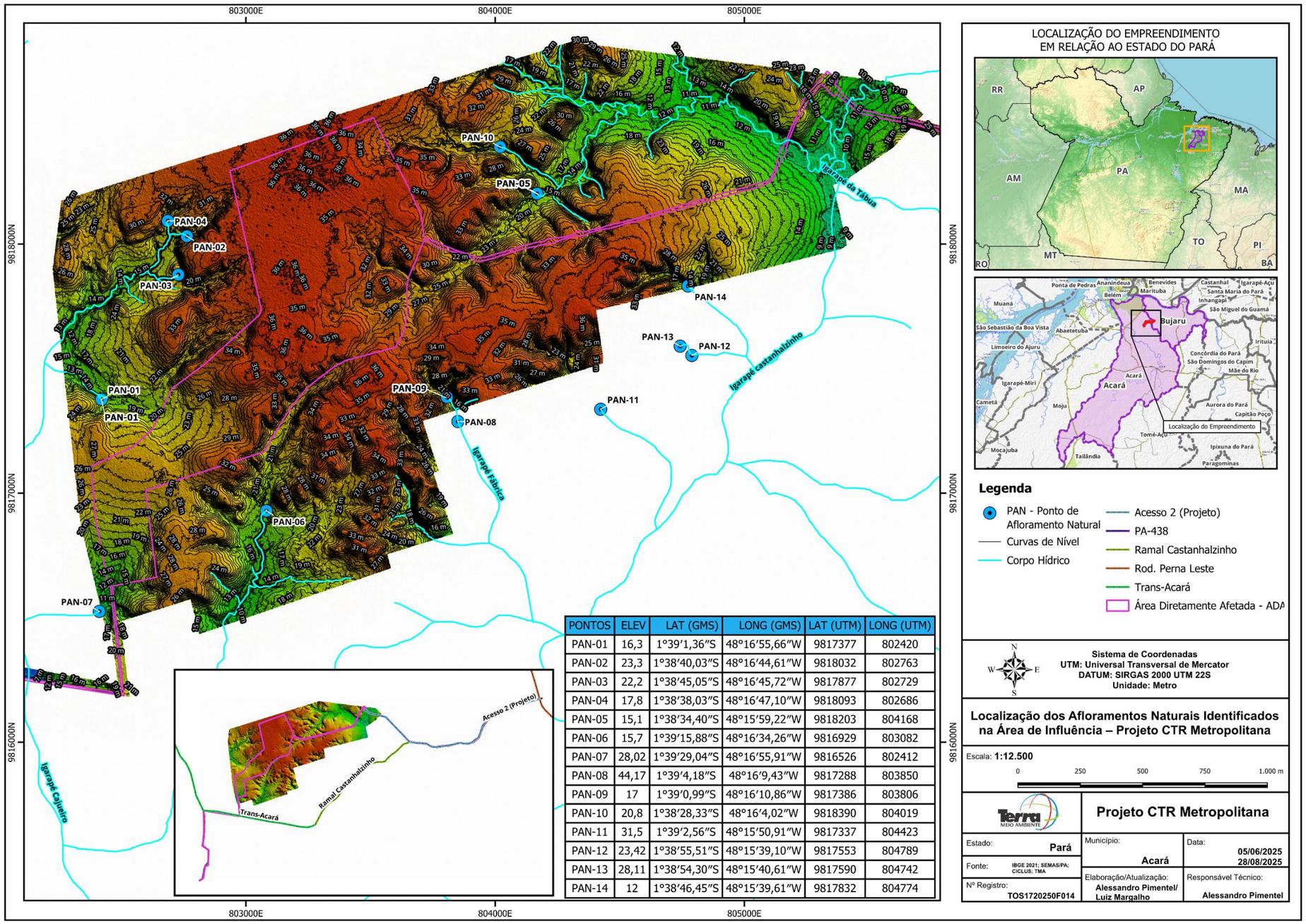


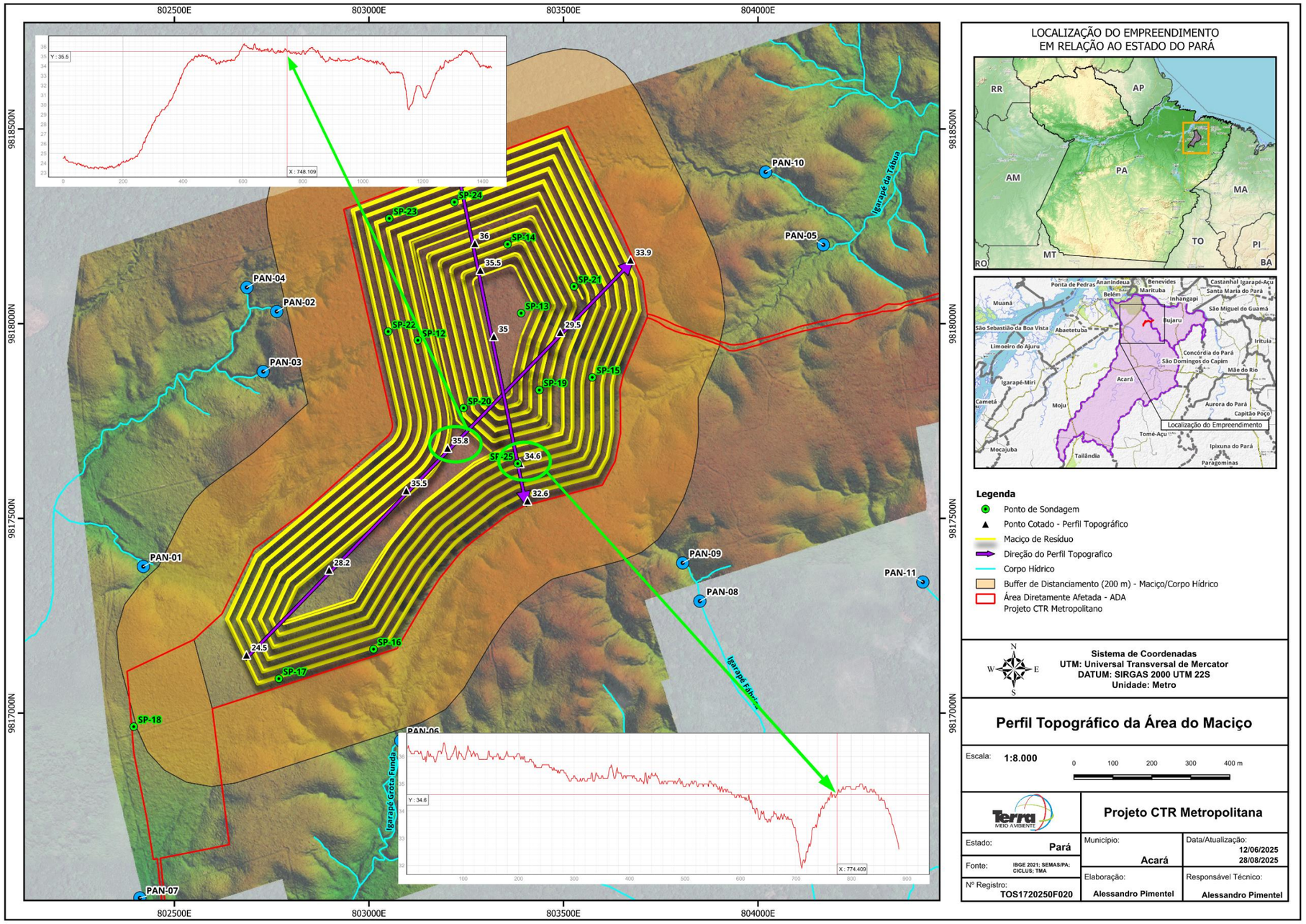
Figura 6.1-161 - Localização dos afloramentos naturais identificados na Área de Influência – Projeto CTR Metropolitana.



PONTOS	ELEV	LAT (GMS)	LONG (GMS)	LAT (UTM)	LONG (UTM)
PAN-01	16,3	1°39'1,36"S	48°16'55,66"W	9817377	802420
PAN-02	23,3	1°38'40,03"S	48°16'44,61"W	9818032	802763
PAN-03	22,2	1°38'45,05"S	48°16'45,72"W	9817877	802729
PAN-04	17,8	1°38'38,03"S	48°16'47,10"W	9818093	802686
PAN-05	15,1	1°38'34,40"S	48°15'59,22"W	9818203	804168
PAN-06	15,7	1°39'15,88"S	48°16'34,26"W	9816929	803082
PAN-07	28,02	1°39'29,04"S	48°16'55,91"W	9816526	802412
PAN-08	44,17	1°39'4,18"S	48°16'9,43"W	9817288	803850
PAN-09	17	1°39'0,99"S	48°16'10,86"W	9817386	803806
PAN-10	20,8	1°38'28,33"S	48°16'4,02"W	9818390	804019
PAN-11	31,5	1°39'2,56"S	48°15'50,91"W	9817337	804423
PAN-12	23,42	1°38'55,51"S	48°15'39,10"W	9817553	804789
PAN-13	28,11	1°38'54,30"S	48°15'40,61"W	9817590	804742
PAN-14	12	1°38'46,45"S	48°15'39,61"W	9817832	804774

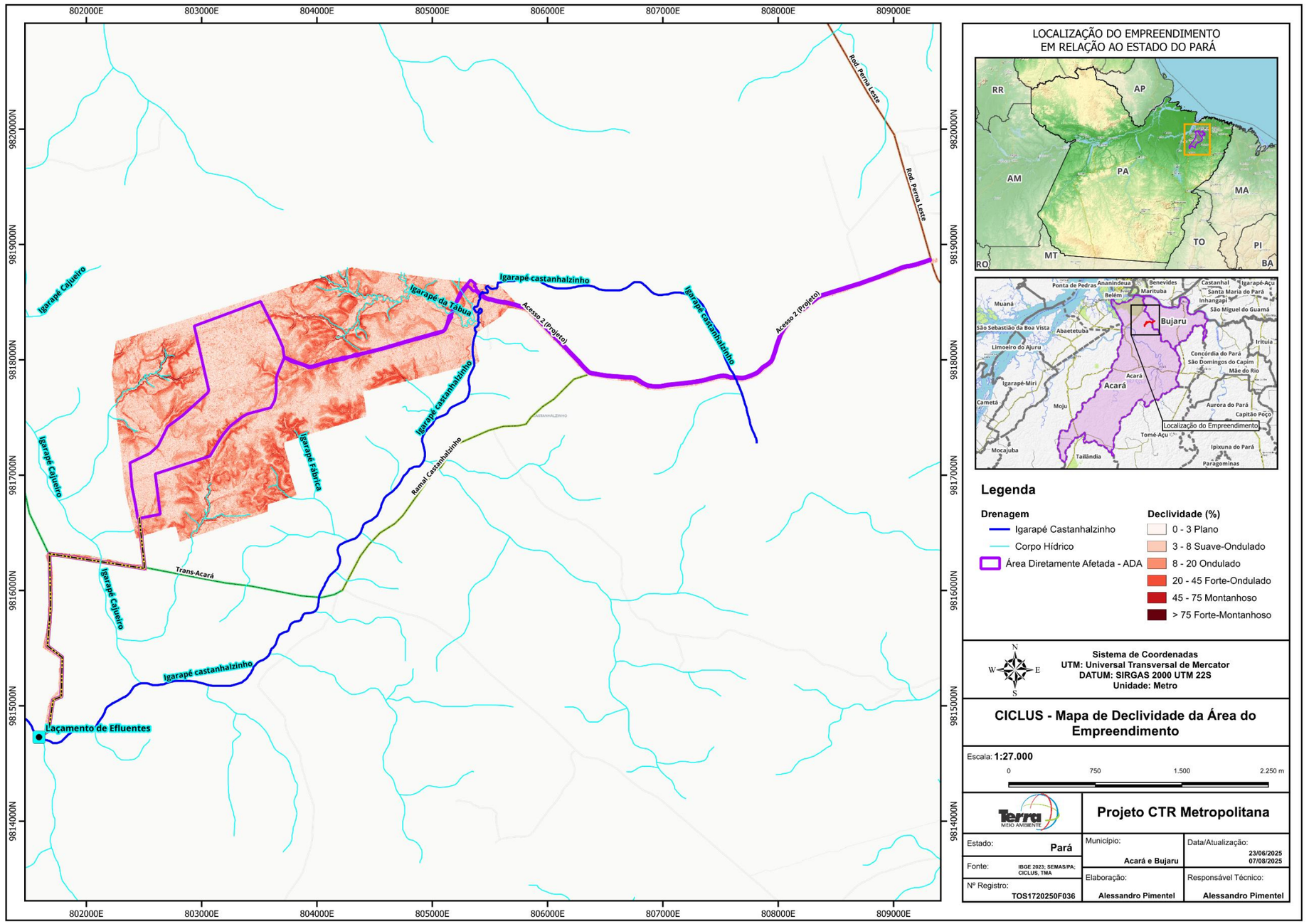
Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-162 – Perfil topográfico da área do maciço – Projeto CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-163 - Mapa de declividade com os pontos de afloramentos naturais.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.10.1.1 Qualidade da água

A análise da qualidade da água foi realizada através de observação direta (visual), com medição in loco dos seguintes parâmetros: pH, Temperatura, Condutividade, STD, Salinidade e Oxigênio Dissolvido, medidos pela equipe da Terra Meio Ambiente. Foram utilizados equipamentos conforme descrição apresentada no quadro abaixo. Os equipamentos mencionados são calibrados periodicamente e antes de cada campanha de amostragem, conforme o descrito nos manuais do fabricante.

Quadro 6.1-48 - *Equipamentos utilizados para as medições em campo, e parâmetros analisados, conforme Resolução CONAMA Nº 357 de 2005.*

Parâmetros "*in loco*"	Modelo do Equipamento
Oxigênio Dissolvido	Medidor da Série ExStik II para Oxigênio Dissolvido Extech | DO600
pH, Temperatura da Amostra, Condutividade, STD (Sólidos Totais Dissolvidos) e Salinidade	Medidor de bolso Combo 5 | AKSO

6.1.7.10.1.2 Estimativa de vazão

A estimativa de vazão nas nascentes foi realizada com base na metodologia de Pinto et al. (2004), onde, por meio do método da medição direta em tubulação de extravasamento, foi possível aferir a vazão das nascentes, com base na coleta do fluxo de água, realizando um cálculo da vazão, sendo volume da água (L), dividido pelo tempo (s), dividido pelo número de medições (adotado 4 medições) com o auxílio de cronômetro digital, calculadora e balde milimetrado.

$$\boldsymbol{Q = \frac{\left[\Sigma\left(\frac{v}{t}\right)\right]}{n}}$$

Em que:

Q é a vazão média observada (L/s);

v é o volume de água (em litros);

t é o tempo (em segundos); e

n é o número de medições.

É importante destacar que durante as duas campanhas de medição, das catorze nascentes identificadas, apenas uma (PAN-12) não teve sua vazão estimada, uma vez que na 1ª campanha o seu fluxo apresentou-se baixíssimo, impossibilitando a aplicação da metodologia escolhida, enquanto na 2ª campanha não houve fluxo de água nas nascentes PAN-06, PAN-07 e PAN-12, apresentando-se como nascente “seca”.

- Área molhada, Perímetro molhado e Velocidade de vazão

Para a estimativa da área molhada e do perímetro molhado, utilizou-se as seguintes equações abaixo, baseadas em canais trapezoidais:

$$A = h\,x\,(B - m.h)$$

A = área molhada;

h = altura;

B = base;

m = inclinação.

$$P = B - 2h\sqrt{1+m^2}$$

P = perímetro molhado;

B = base;

h = altura;

m = inclinação.

Para o cálculo de velocidade da vazão, foi utilizada a fórmula a seguir:

$$V = Q/A$$

V = velocidade da vazão;

Q = vazão;

A = área molhada.

Importante citar que foram selecionadas as equações relacionadas a canais trapezoidais devido à similaridade dos pequenos canais formados pelo escoamento dos pontos de afloramento de natural com esse formato geométrico. Valores da altura (h) e base (B) foram adquiridos *in loco*, enquanto os valores para a inclinação (m) foram determinados a partir deduções equacionais.

6.1.7.10.1.3 Cobertura vegetal

Para caracterizar a cobertura vegetal localizada no entorno das nascentes, buscou-se evidenciar os tipos de formações vegetais existentes, com destaque para o estado de conservação das espécies nativas, no entorno das áreas de influência. Para também, auxiliar nesse processo de classificação, fez-se necessário a divisão em 3 categorias, relativas ao estado de conservação da cobertura vegetal, estabelecido por Pinto et al. (2004) vistos a seguir:

- **Nascentes preservadas**: foram classificadas aquelas que apresentam pelo menos 50 metros de vegetação natural ao seu redor e não apresentam sinais de perturbação ou degradação;
- **Nascentes perturbadas**: aquelas que não possuem 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas exibem bom estado de conservação;
- **Nascentes degradadas**: aquelas que se encontram com alto grau de perturbação, muito pouco vegetadas, solo compactado, e com erosões.

6.1.7.10.2 Resultados

A seguir, são apresentados os resultados referentes às campanhas de mapeamento e caracterização de pontos naturais de afloramento.

No quadro abaixo pode-se conferir as coordenadas de todos os pontos de afloramentos naturais levantados, além da elevação e a declividade do terreno em que cada um foi encontrado.

Quadro 6.1-49 - Coordenadas geográficas dos afloramentos intitulados PAN.

PONTOS DE AFLORAMENTOS NATURAIS	COORDENADAS					DECLIVIDADE
	LONGITUDE (UTM)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (GMS)	LATITUDE (GMS)	ELEVAÇÃO (M)	
PAN-01	802420	9817377	48°16′55,66″ W	1°39′1,36″S	16,3	Ondulado
PAN-02	802763	9818032	48°16′44,61″ W	1°38′40,03″ S	23,3	Ondulado
PAN-03	802729	9817877	48°16′45,72″ W	1°38′45,05″ S	22,2	Ondulado
PAN-04	802686	9818093	48°16′47,10″ W	1°38′38,03″ S	17,8	Ondulado
PAN-05	804168	9818203	48°15′59,22″ W	1°38′34,40″ S	15,1	Ondulado
PAN-06	803082	9816929	48°16′34,26″ W	1°39′15,88″ S	15,7	Forte - Ondulado
PAN-07	802412	9816526	48°16′55,91″ W	1°39′29,04″ S	28,02	Ondulado
PAN-08	803850	9817288	48°16′9,43″W	1°39′4,18″S	44,17	Forte - Ondulado
PAN-09	803806	9817386	48°16′10,86″ W	1°39′0,99″S	17	Forte - Ondulado
PAN-10	804019	9818390	48°16′4,02″W	1°38′28,33″ S	20,8	Ondulado
PAN-11	804423	9817337	48°15′50,91″ W	1°39′2,56″S	31,5	Ondulado
PAN-12	804789	9817553	48°15′39,10″ W	1°38′55,51″ S	23,42	Ondulado
PAN-13	804742	9817590	48°15′40,61″ W	1°38′54,30″ S	28,11	Ondulado
PAN-14	804774	9817832	48°15′39,61″ W	1°38′46,45″ S	12	Forte - Ondulado

6.1.7.10.2.1 Afloramento PAN-01

O afloramento PAN-01 encontra-se na AID, surgindo em mais de um ponto, segundo observações de campo, indicando que a nascente PAN-01 é do tipo difusa ou móvel. O afloramento foi classificado como perene, uma vez que durante as duas campanhas de levantamento, ocorridas nos meses de maio e agosto de 2025, respectivamente, nos períodos de chuva e de estiagem, constatou-se que a presente nascente continuou apresentando vazão.

O ponto onde está localizada esta nascente apresenta vegetação bem preservada e variada com árvores de médio e pequeno porte; vegetação ciliar preservada. Apresenta fluxo baixo e vazão média estimada de 0,21 L/s^{-1} na primeira campanha, e 0,099 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela abaixo), com direção de fluxo para nordeste. Ausência de construções e atividades antrópicas que afetem sua condição natural. Logo, foi caracterizada como uma nascente preservada.

Tabela 6.1-21 - Vazão estimada para o afloramento PAN-01, nas duas campanhas de medição (Período chuvoso e de estiagem).

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		70,2	156	0,213675214	0,096153846
T2	15		73,2	148,98	0,204918033	0,100684656
T3	15		73,2	141,96	0,204918033	0,105663567
T4	15		71,4	159,96	0,210084034	0,093773443
Total	60		288	606,9	0,21	0,099

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o pequeno canal de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco e a medição estimada da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-164 - Registro fotográfico do PAN-01 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-165 - Registro fotográfico do PAN-01 (2ª Campanha agosto/2025, período de estiagem).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Na tabela a seguir são apresentadas medidas em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-22 – *Medidas da nascente PAN-01.*

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
2,13	2,48	0,07	0,16	2,24	0,0013	0,0006

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-01 pode ser observada na figura abaixo.

Figura 6.1-166 - Registro fotográfico PAN-01: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de Estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-23 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-01.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,23	27,3	65,1	2,91	43	32,4
2ª Campanha					
4,25	28,5	24	1,7	15	10

6.1.7.10.2.2 Afloramento PAN-02

O afloramento PAN-02 está inserido dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar a surgência em um único ponto do terreno. Seu afloramento pode ser nomeado como perene, uma vez que, durante as duas campanhas de monitoramento continuou apresentando vazão.

O ponto onde está localizada esta nascente apresenta vegetação bem preservada e variada com árvores de médio e pequeno porte; vegetação ciliar preservada. Tal nascente apresenta fluxo baixo e vazão média estimada de 0,17 L/s^{-1} na primeira campanha, e 0,344 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela abaixo), com direção de fluxo para sudeste.

Tabela 6.1-24 - Vazão estimada para o afloramento PAN-02, nas duas campanhas de medição (Período chuvoso e de estiagem).

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		84.6	39	0.177304965	0,384615385
T2	15		86.4	45	0.173611111	0,333333333
T3	15		86.4	45	0.173611111	0,333333333
T4	15		88.8	45,96	0.168918919	0,326370757
Total	60		346.2	174,96	0.17 L/s-1	0,344

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o “filete” de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros *“in loco”* e a medição estimada da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, além do uso de matéria orgânica (folhas e galhos), concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-167 - Registro fotográfico do PAN-02 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-168 - Registro fotográfico do PAN-02 (2ª Campanha agosto/2025, período de estiagem).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Na tabela abaixo são apresentadas medidas em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-25 – *Medidas da nascente PAN-02.*

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
3,23	3,10	0,32	0,79	1,99	0,0002	0,0004

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-02 pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-169 - Registro fotográfico do PAN-02: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de Estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-26 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-02.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,41	26,5	53,1	6,79	34,1	26,8
2ª Campanha					
4,1	27,1	26	2,08	17	12

6.1.7.10.2.3 Afloramento PAN-03

O afloramento PAN-03 está inserido dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar, que essa nascente surge em um único ponto do terreno. Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que, durante as duas campanhas de monitoramento continuou apresentando vazão.

O ponto onde está localizada esta nascente apresenta vegetação preservada, com árvores de pequeno porte. Esta nascente apresentou vazão média estimada de 0,14 L/s^{-1} na primeira campanha; e 0,13 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela abaixo) com direção de fluxo para nordeste.

Tabela 6.1-27 - Vazão estimada para o afloramento PAN-03.

Número de medições	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		93	96,96	0,161290323	0,134075908
T2	15		121,8	97,98	0,123152709	0,132680139
T3	15		94,2	102	0,159235669	0,12745098
T4	15		124,8	103,98	0,120192308	0,125024043
Total	60		433,8	400,92	0,14	0,13

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o “filete” de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros “*in loco*” e a medição estimada da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita presentes na área, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-170 - Registro fotográfico do PAN-03 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-171 - Registro fotográfico do PAN-03 (2ª Campanha agosto/2025, período de estiagem).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Na tabela abaixo são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-28 - Medidas do PAN-03.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
2,30	1,50	0,09	0,12	1,19	0,012	0,0011

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-03 pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-172 - Registro fotográfico do PAN-03: situação da vegetação no entorno.



1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de Estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-29 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-03.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,47	26,3	53,4	5,52	33,8	26,2
2ª Campanha					
4,5	27,8	22	1,7	14	8

6.1.7.10.2.4 Afloramento PAN-04

O afloramento PAN-04 está inserido dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar, que essa nascente surge em um único ponto do terreno. Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de estiagem. A vegetação ciliar encontra-se preservada e variada com árvores de médio e pequeno porte. Esta nascente apresentou baixo fluxo e vazão estimada em 0,25 L/s-1 na primeira campanha e 0,039 L/s-1 na segunda campanha (tabela abaixo), com direção de fluxo para o sul.

Tabela 6.1-30 - Vazão estimada para o afloramento na nascente PAN-04.

Número de medições	Volume (L)		Tempo (segundos)		Vazão estimada (L/s)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		65,4	360	0,229357798	0,041666667
T2	15		58,09	393	0,258220003	0,038167939
T3	15		60,6	393	0,247524752	0,038167939
T4	15		59,63	390	0,251551233	0,038461538
Total	60		243,72	1536	0,25	0,039

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o “filete” de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros *“in loco”* e as ações de barramento para medição da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-173 - Registro fotográfico do PAN-04 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da Nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-174 - Registro fotográfico do PAN-04 (2ª Campanha agosto/2025, período de estiagem).



Vista da Nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Na tabela abaixo são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-31 - Medidas do PAN-04.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
3.60	1.52	0.12	0.15	1.10	0,0016	0,0003

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-04 pode ser observada na figura abaixo.

Figura 6.1-175 - Registro fotográfico do PAN-04: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-32 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-04.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,42	27	57,3	4,01	35,4	27,2
2ª Campanha					
4,4	27	26	2,01	2,4	2,05

6.1.7.10.2.5 Afloramento PAN-05

O afloramento PAN-05 encontra-se na AID, surgindo em mais de um ponto, segundo observações de campo. Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de estiagem. Apresenta baixo fluxo e vazão média estimada em 0,07 L/s^{-1} na primeira campanha; e 0,11 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela abaixo), com direção de fluxo para o leste. As condições da vegetação ciliar, com a presença de árvores de pequeno porte, categorizam a mesma como preservada.

Tabela 6.1-33 - Vazão estimada para o afloramento PAN-05.

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		199,2	144,96	0,075301205	0,103476821
T2	15		212,4	139,98	0,070621469	0,107158165
T3	15		213,6	132	0,070224719	0,113636364
T4	15		213	141	0,070422535	0,106382979
Total	60		838,2	557,94	0,07 L/s^{-1}	0,11

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o “filete” de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco e as ações de barramento para medição da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, além do uso de matéria orgânica (folhas e galhos), concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-176 - Registros fotográficos do PAN-05 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-177 - Registros fotográficos do PAN-05 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Na tabela abaixo são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-34 - Medidas da nascente PAN-05.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
3,27	1,20	0,13	0,12	0,75	0,0006	0,0009

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-05 pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-178 - Registro fotográfico do PAN-05: situação da vegetação no entorno.



1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de Estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-35 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-05.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,25	26,6	62,5	6,64	40,7	30,3
2ª Campanha					
4,17	27,3	23	2,4	16	12

6.1.7.10.2.6 Afloramento PAN-06

O afloramento PAN-06 está inserido dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar, que a surgência em um único ponto do terreno, sendo classificada como pontual. Seu afloramento pode ser classificado como intermitente, uma vez que no período de estiagem, não fora constatado fluxo de água da mesma. Na 1ª campanha de medição (Período chuvoso), o PAN-06 apresentou fluxo muito baixo e vazão média estimada igual a 0,03 L/s^{-1} (tabela abaixo). Durante as duas campanhas, averiguou-se que a condição da vegetação ciliar se classifica como preservada, com presença de árvores de pequeno porte.

Tabela 6.1-36 - Vazão estimada para o afloramento PAN-06.

Número de medições	Volume (L)		Tempo (segundos)		Vazão estimada (L/s)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		453	*	0,033112583	*
T2	15		436,2	*	0,034387895	*
T3	15		495,6	*	0,030266344	*
T4	15		571,2	*	0,026260504	*
Total	60		1956	*	0,03 L/s^{-1}	*

*Nascente sem fluxo.

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições do afloramento, o “filete” de água observado na 1ª campanha, as medições de parâmetros *“in loco”* e a medição estimada da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, além do uso de matéria orgânica (folhas e galhos), concentrando a vazão e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-179 - Registro fotográfico do PAN-06 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista do Afloramento



Vista do canal formado a partir do ponto do afloramento, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-180 - Registro fotográfico do PAN-06 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).





Vista do afloramento com água empoçada



Vista a jusante do afloramento



Medição de parâmetros *"in loco"*

É importante ressaltar que apesar de não haver fluxo, conforme registro fotográfico da figura acima, observou-se presença de água no ponto de afloramento, desta forma procedendo com as medições *"in loco"* de qualidade da água. Na tabela a seguir são apresentadas medidas, em metros, da área, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-37 - Medidas do PAN-06.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
2,49	2,01	0,37	0,47	0,73	0,0001	*

*Nascente sem fluxo.

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-06 pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-181 - Registro fotográfico do PAN-06: situação da vegetação no entorno.



1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso



2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-38 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-06.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,78	26,3	77,5	6,86	48,9	36,5
2ª Campanha					
4,38	27	20	2,05	10	7

6.1.7.10.2.7 Afloramento PAN-07

O afloramento PAN-07 está inserida dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar surgência em um único ponto do terreno, sendo classificada como pontual. Seu afloramento pode ser classificado como intermitente, uma vez que no período de estiagem, não fora constatado fluxo de água da mesma. Na 1ª campanha de medição (Período chuvoso), o afloramento apresentou fluxo muito baixo e vazão média estimada igual a 0,13 L/s^{-1} (tabela abaixo). A ausência de construções e atividades antrópicas que afetem sua condição natural, assim como a presença de vegetação secundária e variada, caracteriza o PAN-07 como preservada.

Tabela 6.1-39 - Vazão estimada para o afloramento PAN-07.

Número de medições	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		91,8	*	0,163398693	*
T2	15		121,8	*	0,123152709	*
T3	15		124,8	*	0,120192308	*
T4	15		122,4	*	0,12254902	*
Total	60		460,8	*	0,13 L/s^{-1}	*

*Nascente sem fluxo.

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições do afloramento, o filete de água observado na 1ª campanha, as medições de parâmetros in loco e as ações de barramento para medição da vazão, assim como a condição na 2ª campanha. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-182 - Registro fotográfico do PAN-07 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista do afloramento



Vista do canal formado a partir do ponto de afloramento, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-183 - Registro fotográfico do PAN-07 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).





Vista da Nascente com água empoçada



Vista a jusante da nascente



Vista a montante da nascente

Na tabela a seguir são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-40 - Medidas do PAN-07.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
3,11	0,91	0,12	0,08	0,49	0,0016	*

*Nascente seca.

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-07 pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-184 - Registro fotográfico do PAN-07: situação da vegetação no entorno.



1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso



2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-41 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-07.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,02	27,1	66,1	4,31	41,5	32,2
2ª Campanha					
*	*	*	*	*	*

*Nascente seca.

6.1.7.10.2.8 Afloramento PAN-08

A nascente PAN-08 encontra-se na AID, surgindo em mais de um ponto, segundo observações de campo. Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de estiagem. O ponto apresenta fluxo médio a alto e vazão média estimada em 2,87 L/s^{-1} na primeira campanha, e 1,96 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela abaixo), com direção de fluxo para o sul. Presença de atividades antrópicas, como a retirada de madeira próxima a nascente, além da presença de resíduos sólidos encontrados em campo.

Tabela 6.1-42 - Vazão estimada para o afloramento PAN-08.

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		6	9	2,5	1,666666667
T2	15		5	8	3	1,875
T3	15		5	7	3	2,142857143
T4	15		5	7	3	2,142857143
Total	60		21	31	2,87	1,96

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o filete de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco, ações de barramento para medição da vazão e resíduos sólidos encontrados na área. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, além do uso de matéria orgânica (folhas e galhos) e de um pedaço de madeira, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-185 - Registro fotográfico do PAN-08 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento



Presença de resíduos sólidos nas proximidades da nascente

Figura 6.1-186 - Registro fotográfico do PAN-08 (2ª Campanha agosto/2025, período de estiagem).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Na tabela abaixo são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-43 - Medidas do PAN-08.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
2,52	2,20	0,63	0,59	0,02	0,0048	0,0033

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-08 pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-187 - Registro fotográfico do PAN-08: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de Estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-44 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-08.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
3,95	26,2	56,7	4,11	34,9	28,6
2ª Campanha					
4,4	26,6	34,94	2,24	13,15	12,33

6.1.7.10.2.9 Afloramento PAN-09

A nascente PAN-09 encontra-se na AID, surgindo em mais de um ponto, segundo observações de campo. Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de estiagem

Tal nascente apresenta fluxo baixo e vazão média estimada de 0,20 L/s^{-1} na primeira campanha, e 0,11 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela a seguir), com direção de fluxo para o sul, sendo classificada como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo no período de estiagem.

Tabela 6.1-45 - Vazão estimada para o afloramento PAN-09.

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		75	117	0,2	0,128205128
T2	15		72,6	132,96	0,20661157	0,112815884
T3	15		71,4	138,96	0,210084034	0,107944732
T4	15		76,8	151,98	0,1953125	0,098697197
Total	60		295,8	540,9	0,20	0,11

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o pequeno canal formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco e as ações de barramento para medição da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-188 - Registro fotográfico do PAN-09 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).





Vista da nascente



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-189 - Registro fotográfico do PAN-09 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Na tabela abaixo são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-46 - Medidas do PAN-09.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
3,05	1,77	0,30	0,35	0,73	0,0006	0,0003

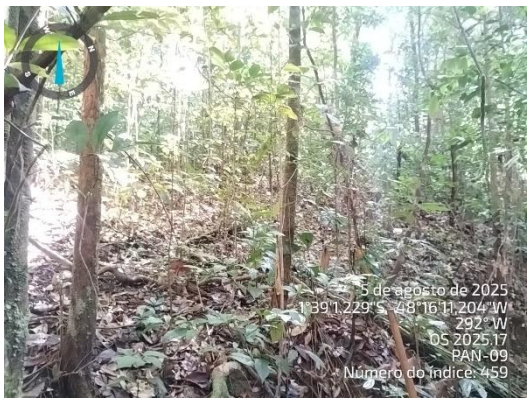
A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-09 pode ser observada na figura abaixo.

Figura 6.1-190 - Registro fotográfico do PAN-09: situação da vegetação no entorno.



1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período Estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-47 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-09.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,21	26,6	53,8	3,29	33,8	27,9
2ª Campanha					
4,5	26,2	31,4	3,7	21	15,7

6.1.7.10.2.10 Afloramento PAN-10

A nascente PAN-10 encontra-se na AID, surgindo em mais de um ponto, segundo observações de campo. Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de estiagem. Tal nascente apresenta fluxo médio, com vazão média estimada em 1,46 L/s^{-1} na primeira campanha, e 1,5 L/s^{-1} (tabela abaixo), com direção de fluxo para leste. As condições de sua vegetação caracterizam-se como preservada; vegetação ciliar preservada.

Tabela 6.1-48 - Vazão estimada para o afloramento PAN-10.

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15	11	10	1,363636364	1,5	
T2	15	10	10	1,5	1,5	
T3	15	10	10	1,5	1,5	
T4	15	10	10	1,5	1,5	
Total	60	41	40	1,46	1,5	

Nas figuras a seguir são apresentados os registros fotográficos evidenciando as condições da nascente, o filete de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco e a medição estimada da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Figura 6.1-191 - Registro fotográfico do PAN-10 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).





Vista da nascente



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-192 - Registro fotográfico do PAN-10 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).





Vista da nascente



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Na tabela a seguir são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-49 - Medidas do PAN-10.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
3,02	2,14	0,50	0,57	0,41	0,0026	0,0026

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-10 pode ser observada na figura abaixo.

Figura 6.1-193 - Registro fotográfico do PAN-10: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período Estiagem

Na tabela abaixo observam-se os resultados dos parâmetros medidos *"in loco"*, na primeira e segunda campanhas de medição.

Tabela 6.1-50 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-10.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,61	25,7	76,4	3,69	48,5	36,5
2ª Campanha					
4,6	26,5	72,5	2,1	46,3	34,1

6.1.7.10.2.11 Afloramento PAN-11

A PAN-11 está inserida dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar, que essa nascente surge em um único ponto do terreno, sendo classificada como nascente pontual.

Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de seca. Possui fluxo de médio a alto, com vazão média estimada igual a 0,98 L/s^{-1} na primeira campanha, e 0,83 0,98 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela abaixo), com direção de fluxo para sudeste. As condições de sua vegetação ciliar caracterizam-se como preservada.

Tabela 6.1-51 - Vazão estimada para o afloramento PAN-11.

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)	TEMPO (SEGUNDOS)	VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
			1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15	15	1	0,9375
T2	15	15	1	0,833333333
T3	15	15	1	0,789473684
T4	15	16	0,9375	0,75
Total	60	61	0,98	0,83

Na figura é apresentado o registro fotográfico evidenciando as condições da nascente, o filete de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco e as ações de barramento para medição da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, além do uso de matéria orgânica (folhas e galhos), concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Tabela 6.1-52 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-11.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4.19	27.1	60.3	3.76	40.1	28.4
2ª Campanha					
4,32	27,6	8,8	2,36	51,2	36,8

Figura 6.1-194 - Registro fotográfico do PAN-11 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).





Vista da nascente



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-195 - Registro fotográfico do PAN-11 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).





Vista da nascente



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-11 pode ser observada na figura abaixo.

Figura 6.1-196 - Registro fotográfico do PAN-11: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período Estiagem

Na tabela a seguir são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-53 - Medidas do PAN-11.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
1,87	1,10	0,31	0,15	0,03	0,0066	0,0056

6.1.7.10.2.12 Afloramento PAN-12

O afloramento PAN-12 está inserido dentro da AID, surgindo em um único ponto, sendo classificada como pontual, e pode ser classificado como intermitente, uma vez que no período de estiagem, não fora constatado fluxo de água da mesma. As condições de sua vegetação encontram-se preservadas.

Os parâmetros medidos *in loco* apresentaram resultados conforme os indicados na tabela abaixo. Na figura a seguir é apresentado o registro fotográfico evidenciando as condições do afloramento, sendo importante ressaltar que não foi possível realizar a medição de vazão na primeira campanha, pois o fluxo apresentou-se baixíssimo, e na segunda campanha não se observou fluxo, impossibilitando a aplicação da metodologia escolhida.

Tabela 6.1-54 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-12.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,92	27,1	63,2	2,76	41,4	31,5
2ª Campanha					
*	*	*	*	*	*

*Nascente seca.

Figura 6.1-197 - Registro fotográfico do PAN-12 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista do afloramento com água empoçada



Medição de parâmetros *"in loco"*

Figura 6.1-198 - Registro fotográfico do PAN-12 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).

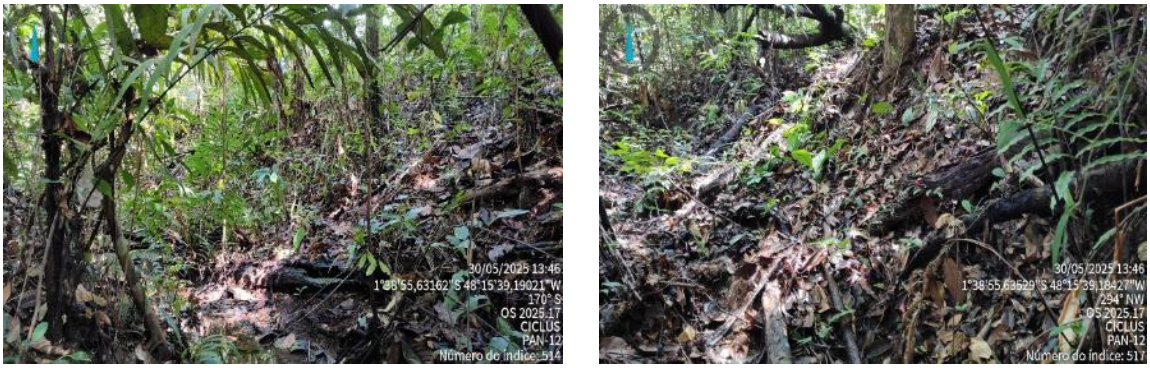




Vista do afloramento

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-12 pode ser observada na figura abaixo.

Figura 6.1-199 - Registro fotográfico do PAN-12: situação da vegetação no entorno.



1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso



2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de estiagem

Na tabela a seguir são apresentadas medidas, em metros, da área, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-55 - Medidas do PAN-12.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
0,90	0,62	0,07	0,03	0,38	**	*

*Nascente seca. // ** Fluxo de água muito baixo, impossibilitando a metodologia.

6.1.7.10.2.13 Afloramento PAN-13

O afloramento PAN-13 está inserido dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar surgência em um único ponto do terreno, sendo classificado como nascente pontual.

Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de seca. Esta nascente possui baixo fluxo e vazão média estimada de 0,04 L/s^{-1} na primeira campanha, e 0,03 L/s^{-1} na segunda campanha (tabela abaixo), com direção de fluxo para o sul. As condições de sua vegetação ciliar são caracterizadas como preservada.

Tabela 6.1-56 - Vazão estimada para o afloramento PAN-13.

Número de medições	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		362.4	*	0,041390728	0,029645441
T2	15		329.4	*	0,045537341	0,029069767
T3	15		360.6	*	0,041597338	0,027986119
T4	15		333.6	*	0,044964029	0,027624309
Total	60		1386	*	0,04	0,03

Os parâmetros medidos in loco no PAN-13 apresentaram resultados conforme os indicados na tabela a seguir. Na figura é apresentado o registro fotográfico evidenciando as condições da nascente, o filete de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco e as ações de barramento para medição da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, além do uso de matéria orgânica (folhas e galhos), concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Tabela 6.1-57 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-13.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4.89	27.8	65	2.02	41.3	31.3
2ª Campanha					
5,13	26,1	69,1	2,14	44,6	33,4

Figura 6.1-200 - Registro fotográfico do PAN-13 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da Nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-201 - Registro fotográfico do PAN-13 (2ª Campanha maio/2025, período de estiagem).





Vista da Nascente



Medição de parâmetros *"in loco"*



Medição de vazão após barramento

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-13 pode ser observada na figura abaixo.

Figura 6.1-202 - Registro fotográfico do PAN-13: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de estiagem

Tabela 6.1-58 - Medidas da nascente PAN-13.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M^2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
3,11	0,91	0,12	0,08	0,49	0,0002	0,0002

6.1.7.10.2.14 Afloramento PAN-14

O afloramento PAN-14 está inserido dentro da AID. Com relação a sua caracterização, foi possível observar surgência em um único ponto do terreno, sendo classificado como nascente pontual. Seu afloramento pode ser classificado como perene, uma vez que continua apresentando vazão, mesmo em período de seca.

O ponto onde está localizada esta nascente apresenta vegetação preservada e variada com árvores de pequeno porte; vegetação ciliar preservada. Tal nascente apresenta fluxo baixo e vazão média estimada de 0,11 L/s^{-1} na primeira campanha e 0,21 L/s^{-1} (tabela abaixo), com direção de fluxo para o sudeste.

Tabela 6.1-59 - Vazão estimada para o afloramento PAN-14.

NÚMERO DE MEDIÇÕES	VOLUME (L)		TEMPO (SEGUNDOS)		VAZÃO ESTIMADA (L/S)	
	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)	1ª CAMPANHA (CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (ESTIAGEM)
T1	15		136,2	63,6	0,110132159	0,235849057
T2	15		137,4	72	0,109170306	0,208333333
T3	15		138	75,96	0,108695652	0,197472354
T4	15		137,4	81,96	0,109170306	0,183016105
Total	60		549	293,52	0,11	0,21

Os parâmetros medidos in loco no PAN-14 apresentaram resultados conforme os indicados na figura a seguir. Na figura abaixo é apresentado o registro fotográfico evidenciando as condições da nascente, o pequeno canal de água formado pela vazão perene, as medições de parâmetros in loco e a medição estimada da vazão. A vazão foi realizada a partir de barramento com solo e fragmentos de laterita, presente na área, concentrando a vazão da nascente e a sua passagem pelo interior do tubo de PVC.

Tabela 6.1-60 - Caracterização da qualidade da água observada no PAN-14.

pH	TEMPERATURA °C	CONDUTIVIDADE µS	OD mg/L	STD ppm	SALINIDADE mg/L
1ª Campanha					
4,23	27,3	65,1	2,91	43	32,4
2ª Campanha					
4,44	27	82,1	2,19	53,1	38,7

Figura 6.1-203 - Registro fotográfico do PAN-14 (1ª Campanha maio/2025, período chuvoso).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

Figura 6.1-204 - Registro fotográfico do PAN-14 (2ª Campanha agosto/2025, período de estiagem).



Vista da nascente



Vista do canal formado a partir do ponto da nascente, com mata ciliar no entorno



Medição de parâmetros "*in loco*"



Medição de vazão após barramento

A condição da vegetação ciliar do ponto PAN-14 pode ser observada na figura a seguir.

Figura 6.1-205 - Registro fotográfico do PAN-14: situação da vegetação no entorno.





1ª Campanha (Maio/2025) – Período Chuvoso





2ª Campanha (Agosto/2025) – Período de Estiagem

Na tabela abaixo são apresentadas medidas, em metros, da área da nascente, além dos valores estimados de área molhada, do perímetro molhado e da velocidade da vazão.

Tabela 6.1-61 - Medidas do PAN-14.

COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PROFUNDIDADE (M)	ÁREA MOLHADA (M2)	PERÍMETRO MOLHADO (M)	VELOCIDADE DA VAZÃO (M/S)	
					1ª CAMPANHA (PERÍODO CHUVOSO)	2ª CAMPANHA (PERÍODO DE ESTIAGEM)
0.67	1.16	0.32	0.17	0.05	0,0007	0,0012

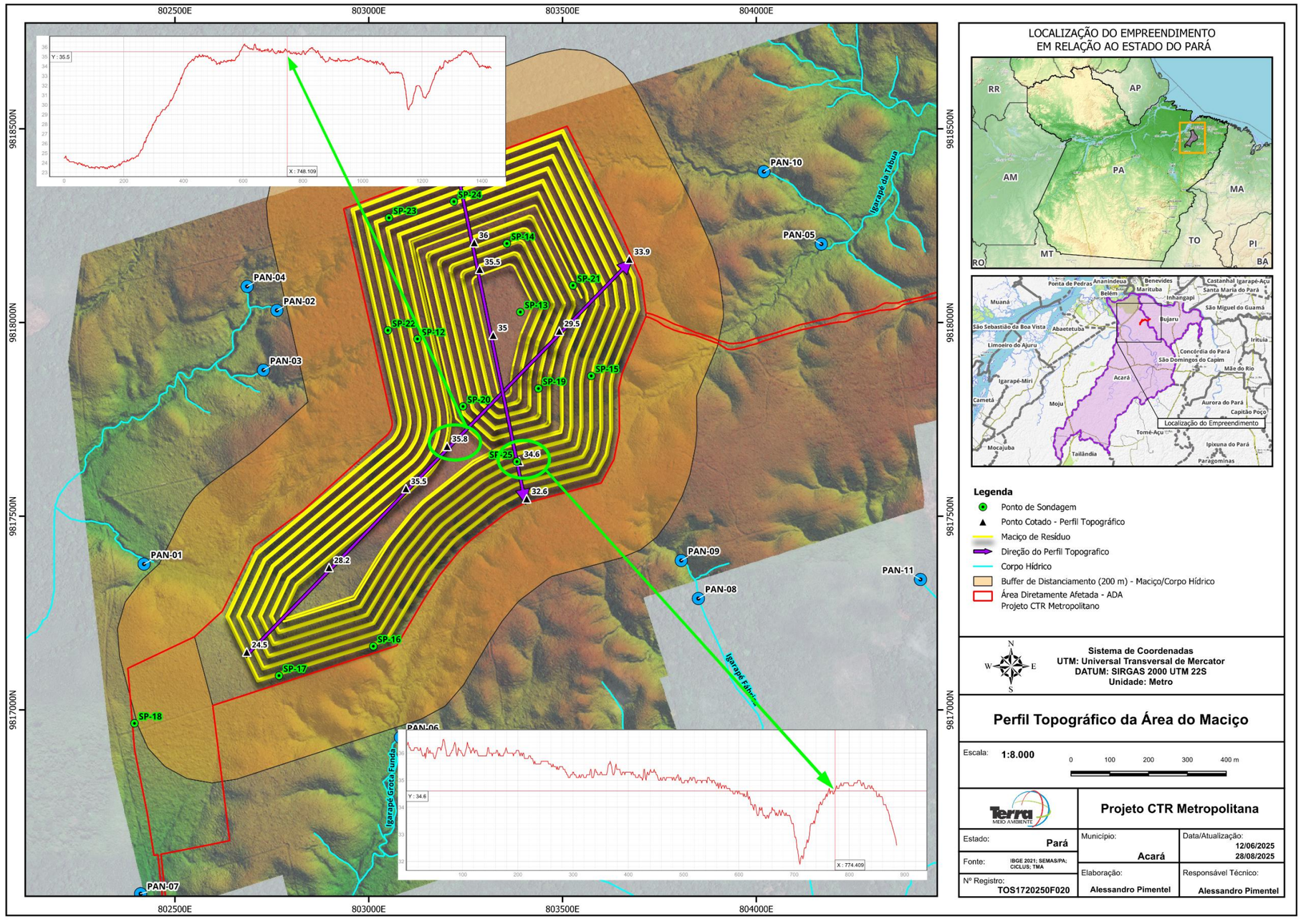
6.1.7.10.3 Avaliação e distanciamento de corpos hídricos

Para elaborar este tópico, levou-se em consideração a ABNT NBR 13896/1997, mais especificamente ao Item 4.1.1 – c, que diz:

> *"c) recursos hídricos – deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água"*

Deste modo, apresenta-se a figura a seguir com o buffer de 200 m gerado a partir da área do polígono do aterro, juntamente com observações do levantamento realizado em campo.

Figura 6.1-206 - Mapa com distanciamento (buffer) dos principais corpos hídricos.



Fonte: Terra, 2025.

Com o trabalho de campo realizado pela equipe da Terra Meio Ambiente, juntamente com o suporte do Global Navigation Satellite System (GNSS), com a utilização do equipamento GPS Garmin, e o levantamento topográfico por Light Detection and Ranging (LiDAR), foram mapeadas em detalhe os vales secos, drenagens intermitentes e drenagens perenes.

São conceituados assim:

Drenagem Perene: com presença de água durante todas as estações no ano, no caso da Amazônia verão, também chamado de período seco, e inverno também chamado de chuvoso.

Drenagem intermitente: com presença de água durante em parte ou toda uma estação do ano, no caso da Amazonia, durante o inverno (período chuvoso) por período não inferior a 15 (quinze) dias de modo a permitir, abrigar e reger a vida aquática. Estando associada o corpo d'água perene.

Vale seco: feição geomorfologia resultante de processo erosivos naturais que permitem a passagem da água durante os períodos de chuva conduzindo as águas a um corpo d'água intermitente, uma nascente ou drenagem perene. Não permitindo, nem abrigando nem regendo a vida aquática.

A figura anterior apresenta o mapeamento de feições geomorfológicas (vales secos) geradas a partir de ação pluviométrica, resultando em erosão nas camadas de solo e/ou rochas, formando um caminho preferencial de escoamento de água de precipitação, não classificando tais áreas com a presença de drenagens perenes/intermitentes, nascentes ou qualquer outro tipo de classificação relacionadas à corpos hídricos.

Além disso, observam-se abaixo os registros fotográficos apresentando o caminhamento in loco seguido pela equipe da Terra Meio Ambiente, realizados nos dias 04, 05 e 06 de junho de 2025 objetivando uma melhor visualização em relação a existência, ou não, de corpos hídricos abaixo do limite de 200 metros, conforme preconiza a ABNT NBR 13896/1997.

A realização dos levantamentos ocorreu nos dias 04 e 05 de junho de 2025. Durante o período de campo, foram visitados locais de interesse que serão nomeados como: Área 01, Área 02, Área 03, Área 04 e Área 05, conforme abaixo.

Figura 6.1-207 – Registros fotográficos da Área 01.





Ponto 55 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 56 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 57 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico

Figura 6.1-208 – Registros fotográficos da Área 02.





Ponto 36 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 37 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 38 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 39 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 40 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 41 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 42 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 43 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 58 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 59 – Sem indícios de presença de corpo hídrico

Figura 6.1-209 - Registros fotográficos da Área 03.





Ponto 49 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 50 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 51 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 52 – Nascente descrita e apresentada no relatório principal (Item 5.4)





Ponto 53 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 54 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica

Figura 6.1-210 - Registros fotográficos da Área 04.





Ponto 44 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 45 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 46 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 47 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 48 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 60 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 61 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 62 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 63 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 64 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 65 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 66 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 67 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 68 – Água acumulada no acesso. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 69 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 70 – Sem indícios de presença de corpo hídrico

Figura 6.1-211 - Registros fotográficos da Área 05.





Ponto 05 – Acesso e início do caminhamento, sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 06 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 07 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 08 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 09 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 10 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 11 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 12 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





PAN-01: Nascente descrita e apresentada no relatório principal (Item 5.4) (Ponto 13)





Ponto 14 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 15 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 16 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 17 – Sem indícios de presença de corpo hídrico, apenas passagem de água pluviométrica





Ponto 18 – Água acumulada, causada por ação pluviométrica. Não há presença de corpo hídrico





Ponto 19 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 22 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 23 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 24 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 25 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 26 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 27 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 28 – Sem indícios de presença de corpo hídrico





Ponto 29 – Sem indícios de presença de corpo hídrico

6.1.7.10.3.1 Considerações Finais

Com o trabalho de campo realizado pela equipe da Terra Meio Ambiente, juntamente com o suporte do Global Navigation Satellite System (GNSS), com a utilização do equipamento GPS Garmin, e o levantamento topográfico por Light Detection and Ranging (LiDAR), resultou no encontro de 14 nascentes na AID do projeto, onde foi possível a estimar a vazão de 13 destas, com valores variando de 0,03 L/s^{-1} (PAN-06) a 2,87 L/s^{-1} (PAN-08). Apenas o PAN-12 não teve sua vazão estimada, devido ao seu baixíssimo fluxo.

Em se tratando dos parâmetros medidos in loco, nota-se que os valores de pH para todos os pontos levantados estão abaixo do VMP, segundo a Resolução CONAMA 357/2005 que determina pH para corpos de águas doces – classe I entre 6,0 e 9,0. Entretanto, as águas da região amazônica apresentam esta condição natural com valores de pH variando entre 4,0 e 6,0, ou seja, o pH para estes pontos podem representar suas características naturais.

Um fator natural que pode contribuir para a acidez das águas é a presença de CO2 e ácidos húmicos livres em solução, fenômeno típico de zonas tropicais. Menores valores de pH podem ser atribuídos também ao perfil geológico da região, rico em argilas caulinítica s, contendo restos de vegetais.

Sobre o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), a CONAMA 357/2005 estabelece que os valores para águas doces – classe I não pode ser inferior a 6 mg/L. Sobre as análises realizadas in loco, apenas os pontos PAN-02, PAN-05 e PAN-06 atenderam o preconiza a resolução. Os demais pontos de afloramento apresentaram valores abaixo de 6 mg/L.

Acredita-se que os baixos valores de OD podem estar associados à vegetação ao redor do ponto, que impede a dissolução de OD na massa líquida, além da presença de galhos e folhas em seu interior.

Outro tema que vale destacar é a apresentação dos dados sobre a inexistência de corpos hídricos perenes/intermitentes ou nascentes dentro do polígono do Projeto CTR Metropolitano, ou dentro do raio mínimo de 200 metros, conforme ABNT NBR 13896/1997.

Em campo, visualizou-se apenas feições geomorfológicas (vales secos) geradas a partir de ação pluviométrica, resultando em erosão nas camadas de solo e/ou rochas, formando um caminho preferencial de escoamento de água de precipitação, não classificando tais áreas com a presença de drenagens perenes/intermitentes, nascentes ou qualquer outro tipo de classificação relacionadas à corpos hídricos.

6.1.7.11 ASPECTOS EROSIVOS, VEGETAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS REQUERIDOS PELO PROJETO

6.1.7.11.1 Aspectos Erosivos

6.1.7.11.1.1 Considerações Iniciais

De acordo com Massad (2016), solo é “todo material da crosta terrestre que pode ser escavado por meio de ferramenta e que, além disso, desagrega perante longa exposição à água”. Sua estabilidade depende principalmente do clima, tempo, composição, textura e exposição a processos indutores de erosão. Para Oliveira et al., (2018) o solo é fundamental ao desenvolvimento de diversas atividades humanas. Sobre o solo, o ser humano planta, edifica moradias, transporta, extrai matéria prima, vive e etc. Há, porém, diversos usos ou atividades que implicam a degradação do solo.

A formação dos solos é o resultado da interação de muitos processos, tanto geomorfológicos como pedológicos. Esses processos retratam uma variabilidade temporal e espacial significativa, sendo dessa forma importante abordar os solos como um sistema dinâmico. A degradação do solo é um dos maiores problemas ambientais da atualidade, e acontece em todas as regiões do planeta. O resultado é um mal direto e indireto ao ser humano: direto pelo fato de que fez e faz de pessoas que moram em zonas instáveis vítimas de enxurradas e desabamentos de terra; indireto pelo desequilíbrio nos ecossistemas que o empobrecimento do solo acarreta (OLIVEIRA; DOS SANTOS; ARAUJO, 2018).

Um dos fatores de desgaste que mais seriamente tem contribuído para a degradação do solo é a erosão (OLIVEIRA; DOS SANTOS; ARAUJO, 2018). A erosão é o processo natural de desprendimento, transporte e deposição de partículas de solo e rocha de um local para outro. A atividade antrópica sem planejamento por vezes acelera esse processo, causando diversos prejuízos para o meio ambiente e para a sociedade.

A fim de controlar a aceleração dos processos erosivos provocada pelo homem, surgem iniciativas de caráter preventivo e corretivo. Por se tratar de obras que intervém diretamente sobre alguns dos recursos naturais, essas iniciativas devem respeitar as características físicas intrínsecas da região de interesse, caso busquem obter resultado efetivo (BARBOSA; MAIA, 2020; GIANGIULIO, 2009; OLIVEIRA; DOS SANTOS; ARAUJO, 2018).

A erosão é um fenômeno bastante complexo, uma vez que envolve a ação direta ou indireta de diversos fatores, tais como as características geológicas e geomorfológicas, os tipos de solos, clima, vegetação, além da interferência humana que modifica as condições naturais de cada um deles (OLIVEIRA; DOS SANTOS; ARAUJO, 2018).

O processo erosivo condiz ao processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (SALOMÃO & IWASA, 1995).

A existência de áreas expostas, as características geotécnicas desses materiais (solo, sedimentos arenosos), a declividade do terreno da área de intervenção e a intensidade das precipitações pluviométricas locais, pode provocar o desenvolvimento ou a intensificação de processos erosivos laminares e concentrados, assim como no carreamento de sedimentos pela água pluvial em direção aos eixos de drenagem, causando o assoreamento, que seria o acúmulo de sedimentos na calha do corpo d'água ou em áreas com menor cota para onde há a convergência do fluxo das linhas de escoamento superficial.

A acentuação do assoreamento é diretamente relacionada ao aumento de erosão pluvial. Portanto, ambos podem ser tratados de forma associada.

Assim, o presente diagnóstico se refere à apresentação das evidências levantadas in loco a partir de visita de campo em acessos e margens de corpos hídricos em pontos considerados sensíveis, no contexto do projeto CTR Metropolitana.

6.1.7.11.1.2 Objetivos

Esse estudo tem como objetivo apresentar as características locais de acessos, trechos de interesse de drenagens, vegetação e recursos hídricos em áreas de visível sensibilidade e que serão utilizados ou estarão no contexto da operação do projeto CTR Metropolitana, tendo como objetivos específicos:

- Mapear a ocorrência de processos erosivos nos acessos e pontos de assoreamento em corpos hídricos superficiais, inseridos no contexto do projeto;
- Identificação e caracterização dos recursos hídricos que serão utilizados pelo empreendimento;
- Observar o estado da vegetação nas áreas adjacentes aos pontos levantados in loco.

6.1.7.11.1.3 Áreas Suscetíveis a Erosão e Assoreamento

6.1.7.11.1.3.1 Dados Utilizados e Metodologia

Para a realização do levantamento de avaliação das condições de estabilidade do solo, foram necessários:

- Celular para registro fotográfico;
- GPS;
- Ficha de campo.

A Ficha de Campo para avaliação de feições erosivas é utilizada durante a vistoria in loco, onde anota-se as características observadas durante o levantamento. Tais características serão utilizadas para avaliação e classificação de criticidade do processo erosivo, de acordo com os conceitos apresentados a seguir:

- **C3 – Baixa a Moderada**: representam feições em fase inicial de desenvolvimento, de pequeno porte incisivo e baixa complexidade, que, no momento da vistoria, não oferecem risco às estruturas do empreendimento, à rede de drenagem, bens patrimoniais ou comunidade lindeira, porém instaladas próximas a estes. Também estão incluídos nesta categoria as cicatrizes de movimentos de massa e as áreas suscetíveis à instalação dos fenômenos, tais como taludes de corte e aterro desprotegidos;
- **C2 – Alta**: feições erosivas instaladas que não oferecem riscos imediatos ao empreendimento, nem apresentam impactos ao meio ambiente e comunidade lindeira, porém, podem se agravar rapidamente (antes da próxima vistoria), a exemplo de encostas íngremes sem cobertura vegetal e/ou formadas por materiais friáveis, com potencial para constituir impactos efetivos, por meio da deflagração de movimentos de massa em função de fenômenos naturais, como intemperismo (físico, químico e biológico) e alto índice pluviométrico; bem como em função de condicionantes antrópicos, como execução de taludes de corte e de aterro, obras de contenção suplantadas ou mal dimensionas, implantação de drenagens subdimensionadas etc.; Em função da presença de feições erosivas instaladas deve-se buscar o monitoramento dos canais de drenagem adjacentes em busca de pontos de assoreamento;
- **C1 – Muito Alta**: representam áreas com feições erosivas evoluídas, de grande porte e elevada complexidade, assim como áreas suscetíveis a movimentos de massa iminentes (horas ou dias) e com evidente (ou potencial, no caso de movimentos de massa) impacto negativo ao empreendimento, meio ambiente e/ou comunidade lindeira. Também representam impacto financeiro ou perda de potencial econômico. Estão inclusos grandes volumes de material mobilizado por movimentos de massa com potencial de assoreamento, onde há comprometimento real ou potencial à operação do empreendimento, aos bens patrimoniais, meio ambiente e/ou segurança da comunidade lindeira.

Figura 6.1-212 - Ficha de campo para Feições Erosivas.

Terra MEIO AMBIENTE	FICHA PADRÃO DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DE FEIÇÕES EROSIVAS			
Ponto:	**GPS:**	**Projeto:**		
Tipo de Feição Erosiva/Deposicional				
( ) Movimento de Massa	( ) Feições Erosivas	( ) Assoreamento		
Município:	**Descrição da Localização:**			
Caracterização				
( ) Laminar	( ) Sulcos	( ) Ravinas	( ) Voçoroca	
Relevo:	**Sentido de avanço da feição:**	**Uso e cobertura do solo:**	**Declividade:**	
Descrição:				
Dimensões:				
Relação com o projeto				
( ) Sem interferência	( ) Com interferência	( ) Interfere no projeto		
Medidas Mitigatórias:				
Acompanhamento/Monitoramento[1]		**Criticidade dos fenômenos (vide verso)**		
Ação Implementada no Prazo ( ) Sim ( ) Não	Novo Prazo:	( ) C3 - Baixa/Moderada	( ) C2 - Alta	( ) C1 - Muito Alta
Ações Implementas obtiveram sucesso ( ) Sim ( ) Não	**Recomendações Preliminares:**			
Inspetor Ambiental de Campo:		**Data:**	**Prioridade para tomada de Ações**	
Coordenador de Campo:		**Data:**	( ) Alto ( ) Baixo	
Fotos:				

[1] A partir deste campo até recomendações preliminares, as informações só devem ser preenchidas quando da execução do Programa de Monitoramento.

Percorreu-se as vias de acesso, interesse desse estudo, que serão utilizadas no decorrer das atividades voltadas ao desenvolvimento do projeto CRT Metropolitana, de forma a identificar pontos de atenção que apresentassem ou poderão apresentar processos erosivos e assoreamento. Foram registradas formações de erosões do caracterizadas como sulco, assim como a sustentabilidade de assoreamento em margens de alguns corpos hídricos que interceptam ou margeiam os acessos. Além de registros descritivos, foram feitos registros fotográficos e medições das dimensões das feições identificadas

Após a etapa de campo, as informações coletadas foram organizadas conforme a classificação do elemento.

6.1.7.11.1.4 Resultados

A região de intervenção do projeto está situada na mesorregião nordeste do Pará, região norte do Brasil, no âmbito do município do Acará. Mais especificamente, o presente documento trata sobre a caracterização de trechos de acessos e corpos hídricos, o qual estão inseridos na área de influência do projeto CTR Metropolitana.

O produto das inspeções foi registrado (descritiva e fotograficamente) e georreferenciado conforme elaborado de acordo com as coordenadas obtidas em campo.

A inspeção de campo realizada nos dias 22 e 24 de abril de 2025 pela equipe técnica da Terra Meio Ambiente, findou em registrar os pontos de atenção referentes a processos erosivos e/ou potencial para a evolução destes processos, e consequente suscetibilidade das drenagens próximas aos pontos vistoriados, e pontos de atenção que possam oferecer riscos ao tráfego e operação geral das atividades que serão desenvolvidas.

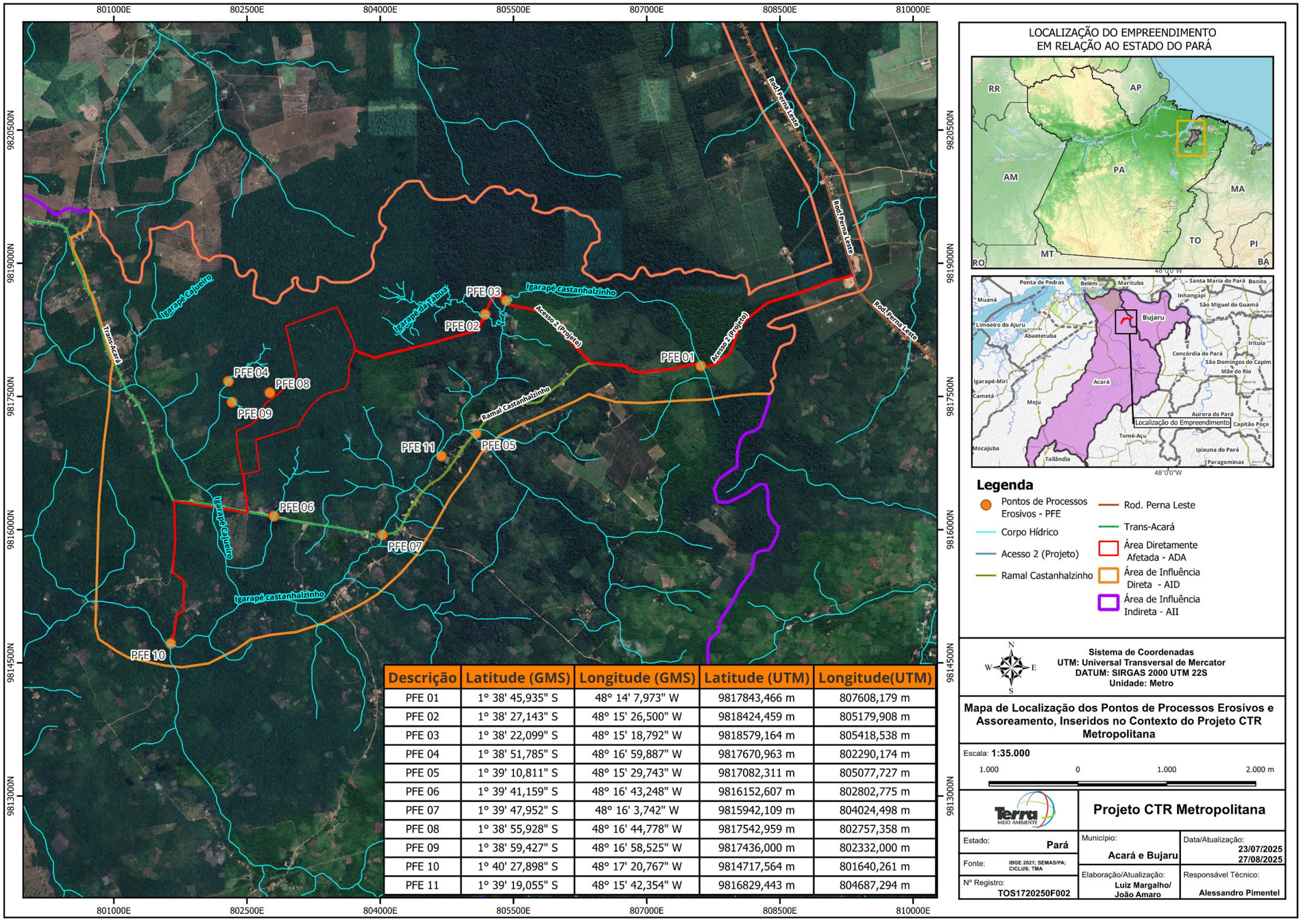
No decorrer da inspeção, notou-se 7 pontos entre feições erosivas e risco de assoreamento, os quais serão apresentados adiante. No quadro abaixo estão o listadas as coordenadas dos pontos, sendo atribuídos valores de 1 a 3, onde 1 significa urgência de correção e criticidade, e 3 significa baixa prioridade de correção e criticidade.

Quadro 6.1-50 - ***Localização dos pontos de feições erosivas e suscetibilidade ao assoreamento observados no contexto do projeto CTR Metropolitana.***

Identificação do Ponto	Local / Trecho	Coordenadas		ELEMENTO	Correção/ Criticidade
		Latitude	Longitude		
PFE01	Acesso	1° 38' 45,935" S	48° 14' 7,973" W	Assoreamento	2
PFE02	Ponte de madeira Travessia de talvegue (Igarapé Jacarezinho)	1° 38' 27,143" S	48° 15' 26,500" W	Sulcos	3
PFE03	Acesso com travessia de talvegue através de tubos de concreto (Fazenda da Ciclus)	1° 38' 22,099" S	48° 15' 18,792" W	Assoreamento	3
PFE04	Margem de corpo hídrico inserida na AID da CTR Metropolitana	1° 38' 51,785" S	48° 16' 59,887" W	Corpo hídrico sem ocorrência de assoreamento	3
PFE05	(Acesso alternativo) Corpo hídrico com travessia de talvegue (Ponte de madeira)	1° 39' 10,811" S	48° 15' 29,743" W	Área suscetível ao assoreamento	3
PFE06	Ramal de uso comum	1° 39' 41,159" S	48° 16' 43,248" W	Sulcos	3
PFE07	Acesso com travessia de talvegue (Ponte em mau estado de conversão)	1° 39' 47,952" S	48° 16' 3,742" W	Área suscetível ao assoreamento	3
PFE08	Drenagem inserida na ADA	1° 38' 55,928" S	48° 16' 44,778" W	Sem ocorrência de Assoreamento	-
PFE09	Drenagem perpendicular ao acesso (Travessia sem ponte)	1° 38' 59,427" S	48° 16' 58,525" W	Assoreamento	-
PFE10	Drenagem Igarapé Castanhalzinho	1° 40' 27,898" S	48° 17' 20,767" W	Área com baixa suscetibilidade de assoreamento	-
PFE11	Igarapé Castanhalzinho	1° 39' 19,055" S	48° 15' 42,354" W	Área suscetível ao assoreamento	-

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-213 - Localização dos Pontos de Processos Erosivos e Assoreamento, Inseridos no Contexto do Projeto CTR Metropolitana.



Descrição	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)	Latitude (UTM)	Longitude(UTM)
PFE 01	1° 38' 45,935" S	48° 14' 7,973" W	9817843,466 m	807608,179 m
PFE 02	1° 38' 27,143" S	48° 15' 26,500" W	9818424,459 m	805179,908 m
PFE 03	1° 38' 22,099" S	48° 15' 18,792" W	9818579,164 m	805418,538 m
PFE 04	1° 38' 51,785" S	48° 16' 59,887" W	9817670,963 m	802290,174 m
PFE 05	1° 39' 10,811" S	48° 15' 29,743" W	9817082,311 m	805077,727 m
PFE 06	1° 39' 41,159" S	48° 16' 43,248" W	9816152,607 m	802802,775 m
PFE 07	1° 39' 47,952" S	48° 16' 3,742" W	9815942,109 m	804024,498 m
PFE 08	1° 38' 55,928" S	48° 16' 44,778" W	9817542,959 m	802757,358 m
PFE 09	1° 38' 59,427" S	48° 16' 58,525" W	9817436,000 m	802332,000 m
PFE 10	1° 40' 27,898" S	48° 17' 20,767" W	9814717,564 m	801640,261 m
PFE 11	1° 39' 19,055" S	48° 15' 42,354" W	9816829,443 m	804687,294 m

Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.11.1.4.1 Erosão Laminar

Este tipo de erosão ocorre a partir do escoamento superficial de águas pluviométricas, retirando sua cobertura superficial, desgastando-o.

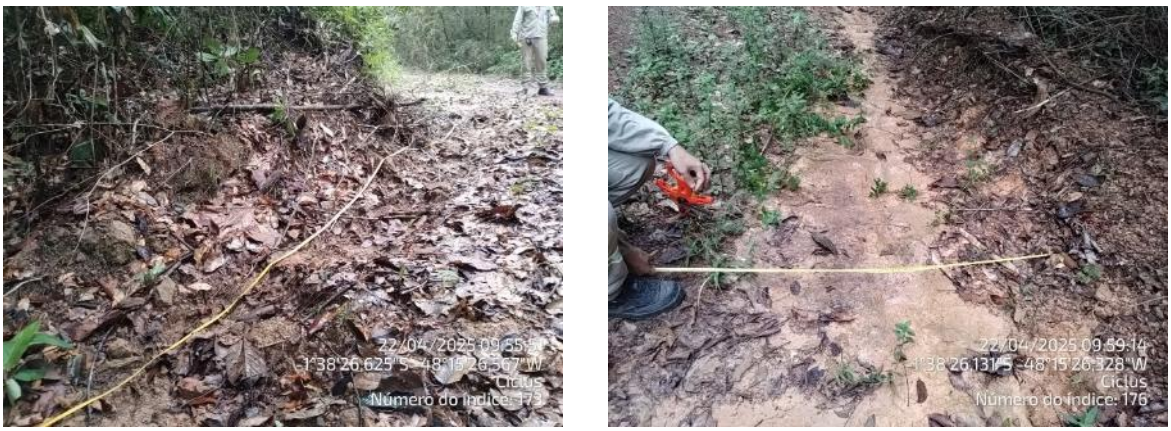
Desta forma, durante o levantamento de campo, não foram identificadas características de feições erosivas que indicassem a ocorrência de erosão laminar.

6.1.7.11.1.4.2 Sulcos

Os sulcos erosivos se formam a partir da intensificação do processo de lavagem superficial do solo (lixiviação), causado principalmente por ações de chuvas (erosão pluviométrica) em locais sem cobertura vegetal. Nos acessos de interesse, foram mapeadas 2 ocorrências de sulcos quadro abaixo, onde os mesmos podem evoluir para feições erosivas de maior destrutibilidade se mantidas as condições favoráveis à erosão nos locais de sua presença.

Deste modo, levando em consideração que a intervenção necessária para sulcos é de menor complexidade, a identificação dos pontos nos quais são encontradas estas feições permite que as mesmas sejam mitigadas ainda neste estágio.

Figura 6.1-214 - Registros fotográficos de sulcos nos acessos inseridos na área de influência do projeto CTR Metropolitana.



PFE02





PFE06

As extensões (em metros) dos sulcos, identificados nos pontos apresentados na figura abaixo, são exibidas no quadro a seguir.

Quadro 6.1-51 - ***Extensões dos sulcos identificados nos acessos inseridos no contexto do projeto CTR Metropolitana.***

Identificação do Ponto	Comprimento	Largura	Profundidade
PFE02	35,80m	1,34m	3,1cm
PFE06	21,70m	1,10m	0,2cm

Fonte: Terra, 2025.

6.1.7.11.1.4.3 Assoreamento

O assoreamento é o acúmulo de sedimentos e outros materiais carreados até o leito de drenagens pela ação pluviométrica, eólica ou antrópica. Trata-se de um processo natural que pode ser intensificado por ação antrópica.

O levantamento correspondeu as drenagens inseridas nas áreas de influência do projeto CTR Metropolitana, que estivessem perpendiculares ou próximos aos acessos. Desta forma observou-se a ocorrência ou suscetibilidade de assoreamento, sendo totalizados nove possíveis pontos na área em estudo, que pudessem ocasionar o arraste de sólidos para as áreas alagadas e drenagens adjacentes aos acessos, assim como em adjacências de travessias de talvegue (pontes e travessias por tubos). Desta forma, observa-se na figura abaixo os registros fotográficos dos pontos de assoreamento levantados *in loco*.

Figura 6.1-215 - Registro fotográfico de assoreamento no contexto do projeto CTR Metropolitana.





PFE01 – Proximidades de uma transposição de talvegue (Travessia por tubos de concreto)



PFE03 – Travessia de talvegue através de tubos de concreto (Vista a jusante)



PFE03 – Área com suscetibilidade de assoreamento nas proximidades da travessia de talvegue





PFE04 – Corpo hídrico nas proximidades de acesso, sem ocorrência e com baixa suscetibilidade de assoreamento



PFE05 – Travessia de talvegue (Ponte de madeira), acesso alternativo



PFE05 – Área suscetível ao assoreamento, nas proximidades da travessia de talvegue por ponte de madeira



PFE07 - Travessia de talvegue (Ponte de madeira em mau estado de conservação



PFE07 – Área com baixa suscetibilidade de assoreamento, nas proximidades da travessia de talvegue por ponte de madeira





PFE08 – Área com trecho de drenagem na condição seca, contudo sem indicativo de assoreamento





PFE09 – Trecho de drenagem perpendicular ao acesso, sem transposição de talvegue, com presença de assoreamento





PFE10 – Drenagem sem a ocorrência e com baixa suscetibilidade de assoreamento





PFE11 – Trecho do igarapé Castanhalzinho próximo a superficiário, com suscetibilidade de assoreamento

6.1.7.11.1.4.4 Processos erosivos

As características dos solos conferem a estes materiais uma suscetibilidade erosiva relativamente elevada, se forem observadas apenas a composição granulométrica dos solos. No entanto, ao se incluir a geomorfologia na avaliação, percebe-se que a suscetibilidade à erosão é no máximo moderada.

Não foram verificados processos erosivos associados a fenômenos naturais em todo o setor percorrido. Cabe ressaltar que a remoção da cobertura vegetal pode expor os materiais de textura mais arenosa a ação das águas pluviais e assim, causar erosão.

Junto à sede da fazenda há um local onde foram abertas vias de acesso e se verifica a ocorrência de algumas ravinas com cerca de 30 cm de profundidade nas laterais das vias, conforme figura a seguir. O aumento da profundidade das ravinas parece ser interrompido pela crosta de ferro que existe em toda ADA.

Figura 6.1-216 - Ravina em estrada de circulação da Fazenda.

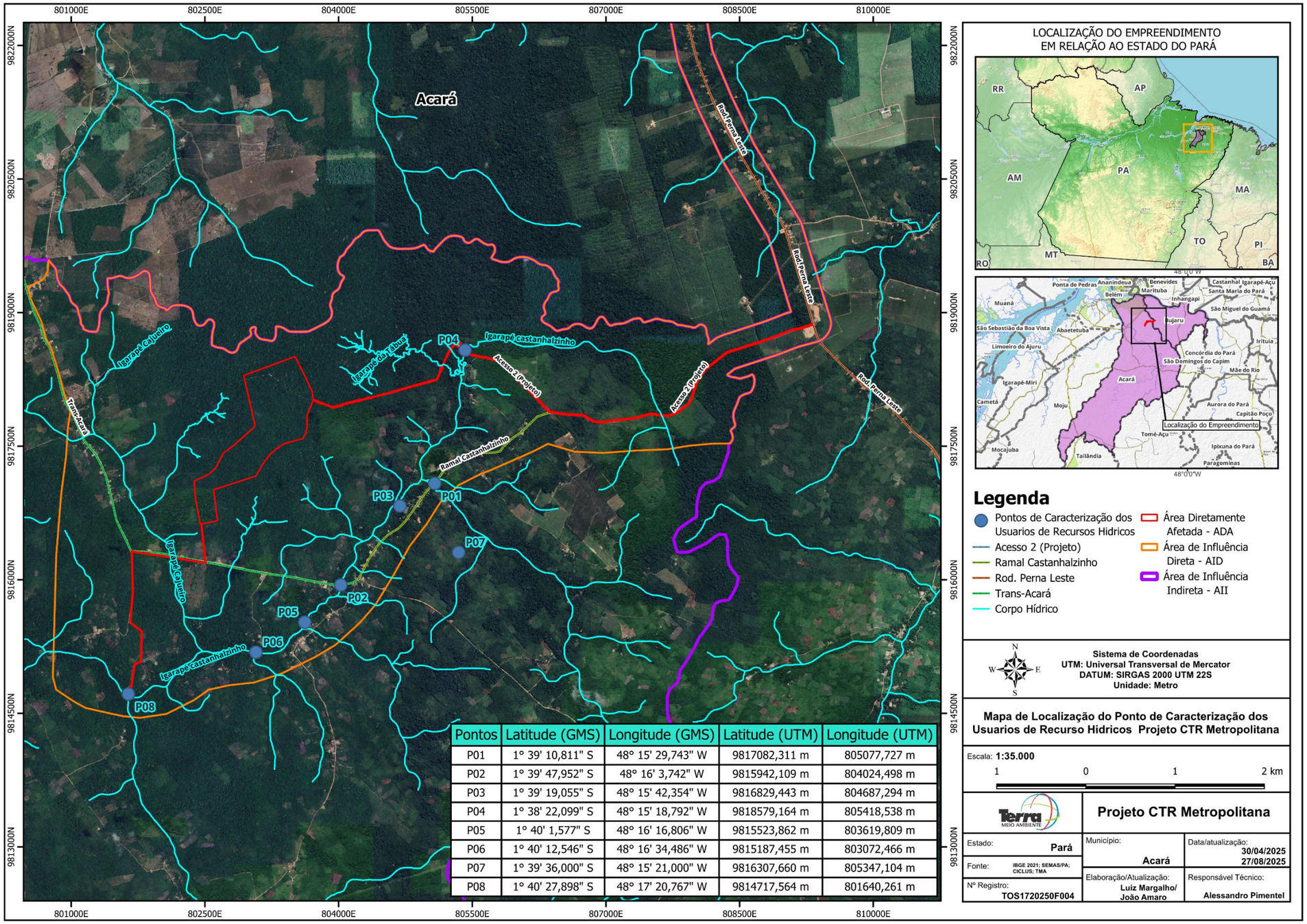


6.1.7.11.2 Ponto de Utilização de Recursos Hídricos

O projeto CTR Metropolitana, o qual consiste em um centro de tratamento de resíduos, possuirá a disposição de tecnologia e procedimentos voltados ao tratamento de resíduos sólidos urbanos, em virtude disso, é necessário analisar os diferentes usos de recursos hídricos na área do projeto.

Os pontos de análise estão alocados no trecho da drenagem denominada Igarapé Castanhalzinho e afluente, inserido na Área de Influência Direta (AID) do presente projeto, no qual são a denominados P01, P02, P03, P04, P06, P07 e P08, conforme a figura abaixo.

Figura 6.1-217 - Localização do Ponto de Caraterização dos Usuários de Recursos Hídricos.



Pontos	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)
P01	1° 39' 10,811" S	48° 15' 29,743" W	9817082,311 m	805077,727 m
P02	1° 39' 47,952" S	48° 16' 3,742" W	9815942,109 m	804024,498 m
P03	1° 39' 19,055" S	48° 15' 42,354" W	9816829,443 m	804687,294 m
P04	1° 38' 22,099" S	48° 15' 18,792" W	9818579,164 m	805418,538 m
P05	1° 40' 1,577" S	48° 16' 16,806" W	9815523,862 m	803619,809 m
P06	1° 40' 12,546" S	48° 16' 34,486" W	9815187,455 m	803072,466 m
P07	1° 39' 36,000" S	48° 15' 21,000" W	9816307,660 m	805347,104 m
P08	1° 40' 27,898" S	48° 17' 20,767" W	9814717,564 m	801640,261 m

Fonte: Terra, 2025.

Durante o levantamento *in loco,* analisou -se que nos pontos descritos no quadro abaixo, o uso dos recursos hídricos foi evidenciado conforme a necessidade dos superficiários da região, especialmente no ponto P 03, no qual o corpo hídrico se encontra em um local de maior número de residências, de acordo com a figura a seguir, portanto possui um uso mais intensivo. Na figura abaixo são evidenciados por meio de registros fotográficos, os usos dos recursos hídricos identificados em 8 pontos, conforme a visita técnica realizada. Ressalta-se que, haverá incursão de campo específico referente ao diagnóstico dos recursos hídricos da área de estudo, logo poderão ser apontados novos usos casos identificados.

Quadro 6.1-52 – *Caracterização do Uso dos recursos hídricos em cada ponto de localização.*

PONTO	TIPO DE USO
P 01	Uso doméstico e recreação
P 02	Uso doméstico e recreação
P 03	Uso doméstico, recreação e pesca
P 04	Uso doméstico e recreação
P 05	Pesca
P 06	Recreação e pesca
P 07	Recreação
P 08	Recreação, trafegabilidade e pesca

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-218 - Registro Fotográfico do Uso do Recurso Hídrico em cada ponto de localização.



P 01


22/04/2025 16:01:11
1°39'47,730"S 48°16'3,762"W
Ciclus
Número do índice: 254


22/04/2025 16:01:01
1°39'47,934"S 48°16'3,64"W
Ciclus
Número do índice: 253

P 02


22/04/2025 11:45:27
1°39'18,88"S 48°15'42,478"W
Ciclus
Número do índice: 205


22/04/2025 11:45:20
1°39'18,893"S 48°15'42,465"W
Ciclus
Número do índice: 204

P 03


22/04/2025 09:40:01
1°38'22,02"S 48°15'19,018"W
Ciclus
Número do índice: 151


22/04/2025 09:39:44
1°38'22,67"S 48°15'18,865"W
Ciclus
Número do índice: 148

P 04


16/04/2025 14:36:0
-1°40'1,793"S -48°16'16,887"
OS 2025.1
Número do índice: 7


16/04/2025 14:35:5
-1°40'1,621"S -48°16'16,817"
OS 2025.1
Número do índice: 7

P 05


16/04/2025 14:06:4
-1°40'12,676"S -48°16'34,392"
OS 2025.1
Número do índice: 5


16/04/2025 14:06:5
-1°40'12,451"S -48°16'34,571"
OS 2025.1
Número do índice: 5

P 06


23/04/2025 10:1
1°39'6"S 48°15'35"
Visita técnica - CTR Ciclu
Número do índice: 9


23/04/2025 10:1
1°39'6"S 48°15'36"
Visita técnica - CTR Ciclu
Número do índice: 9

P 07





P 08

Durante o levantamento de campo realizado no trecho de interesse da drenagem, observou-se a densa presença de mata ciliar nas margens na maior parte dos pontos, contribuindo com a proteção do leito e favorecendo a baixa suscetibilidade de assoreamento do corpo hídrico na área alvo. Na figura a seguir, observam-se os registros fotográficos do ponto citado assim como os elementos adjacentes.

Figura 6.1-219 - Registro fotográfico do igarapé Castanhalzinho, no contexto do projeto CTR Metropolitana.



Presença de galhos e elementos construtivos de madeira usados para pesca



Presença de plantas aquáticas nas margens, densa presença de mata ciliar e área de floresta





Vista da área de floresta nas adjacências do presente trecho do igarapé Castanhalzinho

6.1.7.11.3 Presença de Vegetação

O projeto CTR Metropolitana está inserido em uma área com a presença de atividades antrópicas, principalmente agricultura, localizadas nas proximidades da área de projeto. Durante o levantamento in loco, das áreas com presença de assoreamento e suscetíveis ao mesmo, foi possível se constatar a presença majoritária de vegetação (mata ciliar) nas margens das drenagens, com enfoque naquelas que apresentaram perpendicularidade com acessos. Contudo observou-se que as áreas próximas das travessias de talvegue foram as que apresentaram vegetação alterada, com ou sem a presença de gramíneas próximas as estruturas de travessia (Tubos e Pontes). Nos registros fotográficos da figura a seguir, pode ser observado as variações de vegetação nos arredores dos pontos levantados nas áreas de interesse.

Figura 6.1-220 - Registros fotográficos da vegetação adjacente aos pontos levantados, referentes ao projeto CTR Metropolitana.



Ponto PFE01 - Vista da drenagem no sentido a montante do acesso com a densa presença de mata ciliar e floresta, contudo com deposição de sedimentos oriundos de assoreamento



Ponto PFE01 - Vista no sentido a jusante da transposição de talvegue, com a presença de plantas aquáticas nas margens, densa presença de mata ciliar e área de floresta





PFE02 - Vista da transposição de talvegue, com a presença de mata ciliar e área de floresta nas margens do corpo hídrico



PFE02 – Vista para jusante da transposição de talvegue, com a presença de mata ciliar e área de floresta nas margens do corpo hídrico



PFE03 – Vistas a montante (Esquerda) e a jusante (direita) da transposição de talvegue, com presença de gramíneas, nas margens e áreas de mata densa nas adjacências





PFE04 - Vistas a montante (Esquerda) e a jusante (direita) do presente ponto, com densa presença de mata ciliar nas margens e no interior do corpo hídrico. Área de floresta nas adjacências









PFE05 – Vistas da travessia de talvegue e do corpo hídrico com densa área de vegetação nas adjacências, contudo com áreas sem cobertura vegetal e presença de gramíneas na margem









PFE06 - Vistas do presente ponto, com densa presença de mata ciliar nas margens e no interior do corpo hídrico. Área de floresta nas adjacências



PFE07 - Vistas da transposição de talvegue, com densa presença de mata ciliar nas margens do corpo hídrico. Área de floresta nas adjacências



PFE08 – Trecho de drenagem na condição seco, presença de vegetação densa, área de floresta nas adjacências



PFE09 - Vistas da interseção do talvegue com o acesso, sem transposição, com densa vegetação ciliar nas adjacências do corpo hídrico, e área de floresta



PFE10 – Vista de trecho do igarapé Castanhalzinho, com presença de densa mata ciliar nas margens, e presença de área de floresta nas adjacências



PFE11 - Vista de trecho do igarapé Castanhalzinho, com presença de densa mata ciliar nas margens, e presença de área de floresta nas adjacências; presença de estrutura de madeira na margem, utilizada por superficiários

6.1.7.11.4 Considerações Finais

De modo geral, em se tratando sobre a caracterização das áreas suscetíveis a erosão e assoreamento, os acessos e trechos de drenagens inseridas nas áreas de influência do projeto CTR Metropolitana apresentaram criticidade variando de baixo a alto, quanto aos aspectos levantados.

As feições erosivas observadas nos acessos, foram identificadas 2 ocorrências de sulcos, sendo estes referentes ao ponto PFE02 com comprimento de 35,80m, largura de 1,34m e profundidade de 3,1cm; e ao ponto PFE06 com comprimento de 21,70m, largura de 1,10m e profundidade de 0,2cm. Não foram constatados elementos que indicassem a ocorrências das demais feições como erosão laminar, ravinas ou voçorocas, sendo estas duas últimas eventos de ocorrência mais intensos e em escala de tempo maior.

Quanto ao assoreamento, o levantamento foi realizado de modo a corresponder as drenagens inseridas nas áreas de influência do projeto CTR Metropolitana, que estivessem perpendiculares ou próximos aos acessos. Desta forma observou-se a ocorrência ou suscetibilidade de assoreamento, sendo totalizados nove possíveis pontos, sendo estes o PFE01, PFE03, PFE04, PFE05, PFE07, PFE08, PFE09, PFE10 e PFE11, sendo que destes, observou-se a deposição de sedimentos de forma mais evidente nas áreas dos pontos PFE01 e PFE09, ambas em razão da formação do arraste de massa a partir dos respectivos acessos próximos, possivelmente ocasionados por eventos de precipitação.

Foi-se levantado as características locais da área, na qual está alocado em trecho do igarapé Castanhalzinho, na Área de Influência Direta (AID) do projeto, apresentando

densa presença de mata ciliar nas margens, contribuindo com a proteção do leito e favorecendo a baixa suscetibilidade de assoreamento do corpo hídrico, assim como a presença de floresta no entorno.

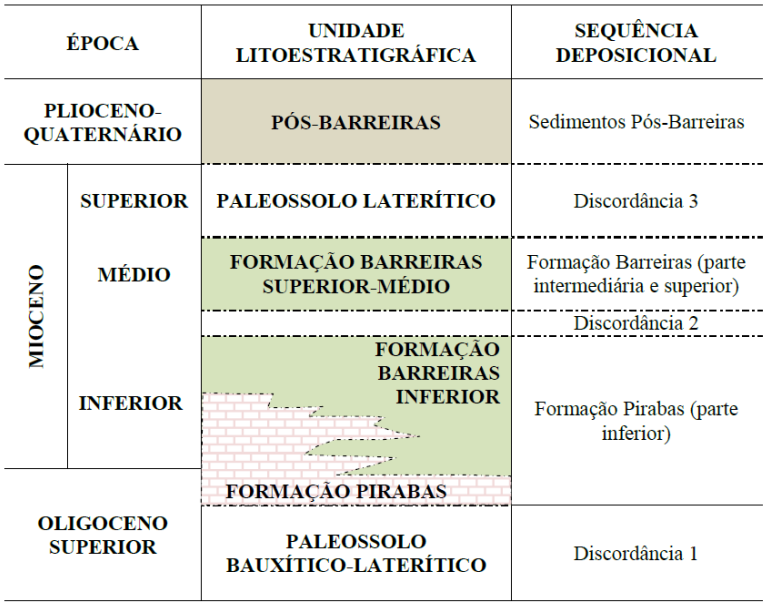
Em todos os pontos levantados, seja para feições erosivas, assoreamento ou pontos de uso de recursos hídricos, observa-se grande presença de vegetação nas adjacências dos corpos hídricos, com variações de presença da mata ciliar, gramínea, ou qualquer grau de cobertura vegetal nas margens. Sendo majoritariamente presente.

6.1.8 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

Os estudos hidrogeológicos têm como objetivo principal fornecer subsídios para caracterizar as condições dinâmicas de escoamento do fluxo de água subterrânea (direção e magnitude) com a finalidade de avaliar o nível de contaminação do solo e das águas subterrâneas. Essa informação é essencial para qualquer projeto de monitoramento ambiental. Além disso, os estudos hidrogeológicos contêm a descrição das condições geológicas da área (litologia e morfologia da região) para auxiliar na definição da direção do fluxo subterrâneo e nas interrelações com o subsolo e as águas subterrâneas.

Geologicamente, a área em estudo abrange os depósitos pliocenos/miocenos denominados estratigraficamente como Formação Pirabas, Barreiras e Sedimentos Pós-Barreiras. A Formação Pós-Barreiras é representada predominantemente por sedimentos inconsolidados e arenosos alaranjados, amarelados e brancos formados pela desestruturação da Formação Barreiras. A Formação Barreiras é coberta pela unidade Pós-Barreiras, que consiste em sedimentos inconsolidados, principalmente arenosos e frações de argila variando de fina a média, sem estruturas sedimentar aparente. Ocorrem também seixos milimétricos de quartzo leitoso além de concreções ferruginosas. Incluem ainda os sedimentos aluvionares holocênicos atuais e subatuais, localizados nos valões dos rios e igarapés que cortam a região. A coluna e divisão estratigráfica da área em estudo pode ser vista na figura a seguir.

Figura 6.1-221 - Coluna e divisão estratigráfica adotada (Rossenci, 2001).



A área de implantação da CTR Metropolitano está localizada na bacia hidrográfica do Rio Acará, o qual deságua na Baía de Guajará, próximo ao município de Belém. Em uma escala local, o empreendimento encontra-se inserido na bacia do Igarapé Castanhal, consistindo em um afluente direto do rio Acará pela margem direita.

Regionalmente, o regime de fluxo das águas subterrâneas está interrelacionado com o corpo hídrico superficial representado pela bacia hidrográfica do rio Acará e subbacia do Igarapé Castanhal. As águas subterrâneas fluem na direção do rio Acará (desaguando na baia de Guajará) constituindo assim o escoamento de base local.

As unidades hidrogeológicas da área de estudo são divididas em quatro (4) sistemas de aquíferos correlacionados com os grupos geológicos da região: aluviões, Pós-Barreiras, Barreiras e Pirabas, este último dividido em superior e inferior.

Aluviões - São domínios que apresentam boa capacidade de armazenamento de água. Dentro da região Metropolitana de Belém possuem uma espessura de 10 m, não sendo tão significante quanto ao armazenamento hídrico. A principal fonte de recarga dos aquíferos formados nestes domínios é a precipitação pluviométrica. Apresentam uma vazão de 10 m3/h.

Sistema Aquífero Pós-Barreiras - o sistema Aquífero Pós-Barreiras é constituído de sedimentos argilo-arenosos inconsolidados, com granulometria variando de fina até grossa. Observa-se ainda um horizonte laterítico com espessura de até 3,0 metros, com

sedimentos possuindo uma matriz argilo-arenosa, com nódulos ferruginosos e/ou aluminosos. Apresenta um potencial hidrológico fraco, com vazões não superiores a 5m^3/h, mas com água de bola qualidade. Esses aquíferos ocorrem de forma livre a confinada e a precipitação pluviométrica a principal fonte de recarga.

Sistema Aquífero Barreiras - São aquíferos com expressões litológicas bastante heterogêneas constituídos basicamente por areia e arenitos, granulometria que varia de fina a grossa, e cascalhos. Verifica-se também a presença de níveis lateríticos e níveis argilosos caulinizados. Possuem profundidade variando de 25 a 90 metros e espessura média de 70 metros. A vazão nestes reservatórios varia de 10 a 70 m^3/h. O alto teor de Fe (0,3 mg/L) é um importante entrave no processo de captação desta água, pois está fora do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde. A recarga é feita por meio da contribuição das camadas sobrepostas e pela chuva em unidade de afloramento dessa unidade.

Sistema Aquífero Pirabas - O Sistema Pirabas é uma unidade composta pelos sedimentos marinhos, fossilíferos. Os níveis desse aquífero ocorrem em intervalos de 70 até 259 metros, sendo subdividido em Pirabas Superior e Inferior. O primeiro subsistema é composto por aquíferos com camadas de argilas calcíferas de cor cinza-esverdeada e leitos de calcário de colorações cinza esbranquiçada, que se alternam sucessivamente com camadas de arenito calcífero. Geralmente aparecem em intervalos de 70 a 180 metros, possuindo espessuras em torno de 50 m e vazões entre 100 a 180 m^3/h, principalmente quando estão associados aos sedimentos de granulação mais grossa. São de natureza confinada e apresentam uma boa continuidade lateral. O aquífero inferior é composto predominantemente por sedimentos arenosos de cor cinza esbranquiçada, com granulação fina a média, níveis conglomeráticos e intercalações mais espessas de argilas e siltitos avermelhados.

6.1.8.1 ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO

A medição da infiltração no solo pode ser realizada a partir de diferentes métodos, sendo comum o uso de infiltrômetros ou anéis concêntricos. Cada método apresenta aplicações especificas, com vantagens e desvantagens, e são altamente dependentes da escala de medição.

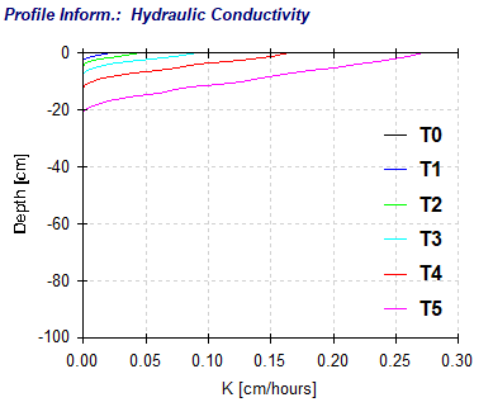
Em cada ponto de sondagem foram realizados ensaios de infiltração de acordo com a Norma ABGE 107/2024 nas zonas insaturada e saturada, a fim de se conhecer os valores de condutividade hidráulica.

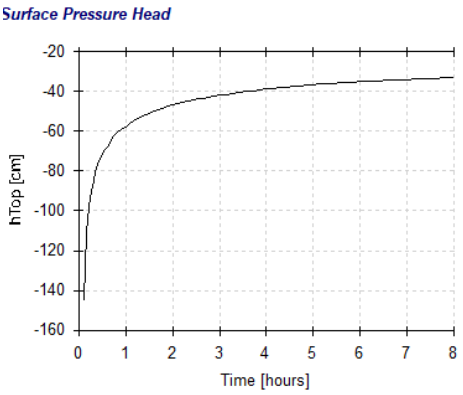
A dinâmica da área de estudo, principalmente quando se trata de uma bacia hidrográfica, onde o escoamento superficial, é controlada pela variabilidade da infiltração de água no solo, sendo influenciado pela heterogeneidade espacial do relevo, uso do solo, áreas saturadas e variações climáticas.

A capacidade de infiltração ao longo do tempo pode ser calculada através de fórmulas recorrendo a modelos de infiltração que resultam da solução de equação de escoamento na zona vadosa tais como Green-Ampt, Philip etc.

No presente caso, considerando os ensaios obtidos no método de anéis concêntricos, foram feitas simulações no programa Hydrus 1D para estimar a capacidade de infiltração utilizando os dados de K_s (condutividade hidráulica) obtidos em experimentos com latossololos amarelos/vermelhos. Os valores de condutividade hidráulica saturada nos latossolos amarelos/vermelhos variam na ordem de grandeza de 10^{-5} a 10^{-6} m/s (0,21 a 1,44 m/dia). Com base nos dados de condutividade hidráulica obtidas em campo, foi possível estimar numericamente através do software Hydrus 1D as taxas de infiltração utilizando a equação de Van Genuchten. Os dados de precipitação foram retirados das médias mensais de chuva na região de Bujaru, 99,2mm/24h. A simulação foi realizada para uma chuva com duração de 8h (onde precipitação < K_s) em um perfil vertical de solo de 50 cm de profundidade, assumindo um solo argilo-arenoso na superfície. situação. Os resultados das simulações são apresentados nos gráficos de saída do programa abaixo:

A percolação inicial é elevada nos latossolos, mas ocorre uma diminuição da condutividade com o aumento da profundidade. Os resultados mostram que toda chuva de 8h consegue infiltrar no solo da região sem atingir a saturação na superfície.





6.1.8.1.1 Metodologia

6.1.8.1.1.1 Instalação dos poços de monitoramento

A rede de poços de monitoramento existente na área de estudos é constituída de doze (12) poços de monitoramento.

A instalação de poços de monitoramento é fundamental para o fornecimento de informações importantes para os estudos hidrogeológicos, incluindo dados dos níveis d'água estáticos e dinâmicos, da poropressão e da condutividade hídrica do solo. Ainda, após sua instalação, os poços de monitoramento podem permanecer no local e servir como um monitoramento de possíveis contaminações do lençol freático. Assim, após a realização das sondagens, os poços de monitoramento são instalados com tubos geomecânicos de PVC ranhurados na base e revestidos de material filtrante para evitar o entupimento das ranhuras.

Para caracterização dos perfis descritivos e construtivos foram instalados poços de monitoramento, em área localizada no município de Acará, estado do Pará. Em função da necessidade de maior detalhamento das áreas efetivamente afetadas pelas estruturas do empreendimento, novos pontos de sondagem foram executamos durante os meses de setembro e outubro de 2024 e complementarão a caracterização litológica da região, identificação de aquíferos e definição de parâmetros que sustentem ou não a implantação de empreendimentos na área.

Conforme já destacado, a presente revisão do estudo hidrogeológico trouxe a complementação das informações já apresentadas no EIA da CTR Metropolitano, em função da instalação de novos poços de monitoramento na área de abrangência do

empreendimento, visando contemplar toda a ADA do empreendimento, em atendimento à solicitação da SEMAS expressa na Notificação N°.: 21129/GEPAS/CINFAP/DLA/SAGRA/2024 emitida em 31 de julho de 2024. Desta forma, a presente revisão dos estudos consolida os dados hidrogeológicos obtidos nas duas etapas de trabalho para a implantação do empreendimento da CTR Metropolitano

Os estudos de caracterização hidrogeológica foram realizados em duas etapas, sendo uma na época de chuvas (maio) e outra na época de estiagem (outubro). As primeiras atividades de campo foram realizadas em maio de 2015, com a instalação de seis (6) poços de monitoramento, os pontos ST-01, ST-02, ST-04, ST-05, ST-06 e ST-07.

A segunda etapa de estudos foi realizada entre os meses de setembro e outubro de 2024, com a instalação de seis (6) novos poços de monitoramento na área de estudo, sendo eles PM-08, PM-09, PM-10, PM-11, PM-12 e PM-13. Esses poços de monitoramento foram instalados com o objetivo de complementar a malha amostral de pontos de forma a cobrir toda a área prevista para a instalação CTR Metropolitano, principalmente nos trechos mais elevados, à montante da área de interesse.

Os primeiros poços de monitoramento (ST-01 a ST-07) estão posicionados na porção mais a oeste, de cotas mais baixas, e os poços (PM-08 a PM-13) localizados mais a leste, na direção da parte alta, à montante da área.

Os serviços de sondagens foram realizados com equipamento manual (trado de concha) de 4” de diâmetro, seguindo os procedimentos da Norma ABNT NBR 6484: Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. A instalação dos poços de monitoramento seguiu as diretrizes e a metodologia constante das ABNT-NBR13895/97: “Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem” e ABNT-NBR13896/97: “Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação”.

Os poços de monitoramento foram instalados com tubos geomecânicos de 2” de diâmetro, com filtro de mesmo material com ranhuras de 0,50 mm apropriados a granulometria local, com profundidade média de 20 metros, com o nível de água freático interceptado entre 4,5 e 16,7m em função da elevação do terreno. Os espaços anelares foram preenchidos com pré-filtro constituído de areia grossa, homogênea e selecionada, com diâmetro de 1 a 3 mm, sendo que os primeiros 30 cm foram preenchidos com bentonita.

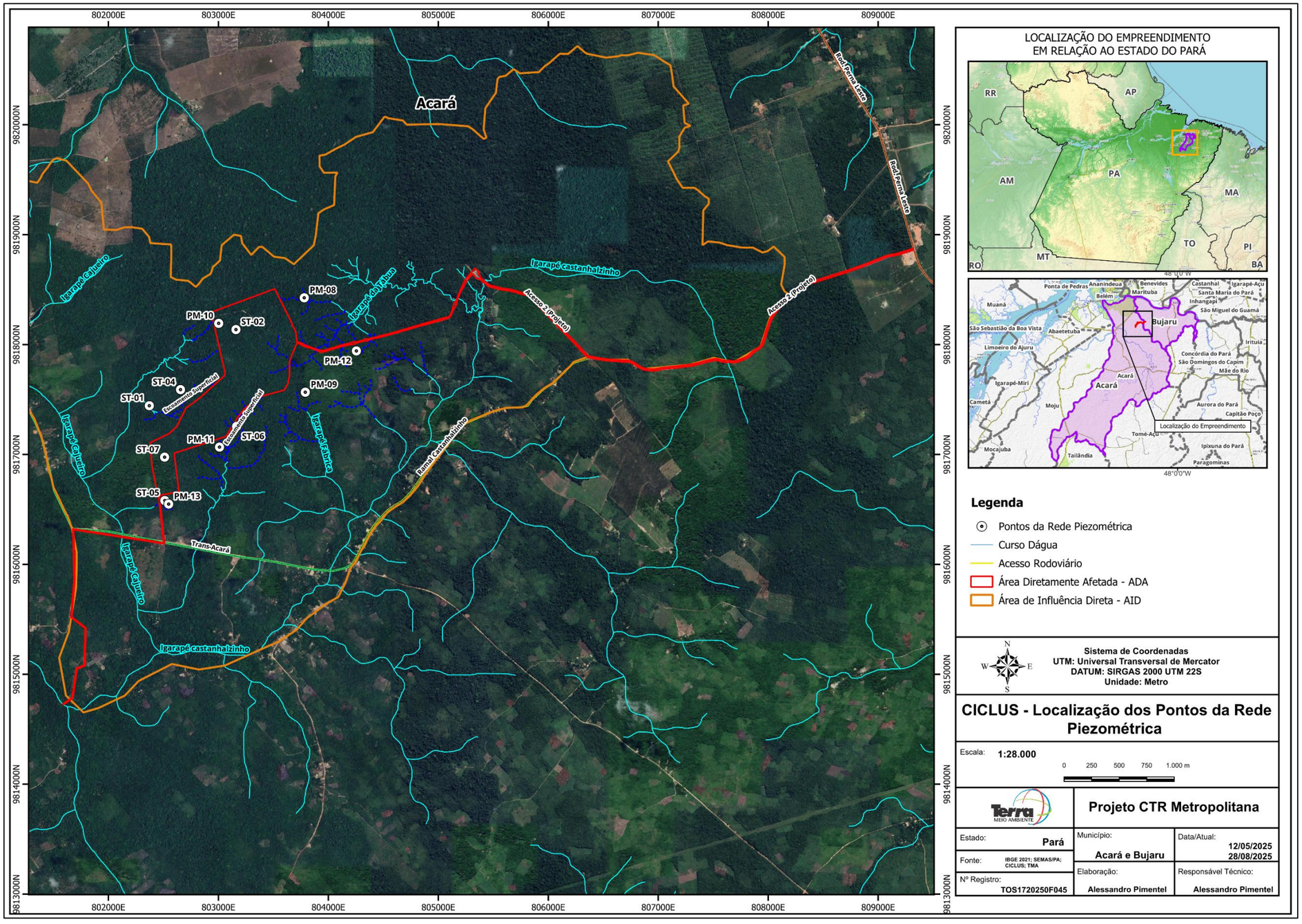
As sondagens para a instalação dos poços de monitoramento foram executadas com uma perfuratriz através de percussão com circulação de água, também em conformidade com a norma ABNT NBR 6484: Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de Ensaio.

O método de construção dos poços de monitoramento e amostragem seguiu as orientações da NBR 15495-1, precedido de estudo geotécnico (Sondagem SPT), utilizado “material-padrão: tubo revestimento e tubo-filtro de 50 mm de diâmetro interno, com rosca hidráulica e furo com diâmetro de 127mm feito através de uso de máquina perfuratriz 920, com auxílio de água, seguido de limpeza o desenvolvimento do poço para remoção dos sedimentos finos. Os serviços foram finalizados com a instalação de proteção sanitária em concreto e tubo de 100mm a fim de evitar contaminação. As medições do nível de água freático foram realizadas com medidor eletrônico após 24h de repouso.

6.1.8.1.2 Rede amostral

A rede amostral de pontos implantada para a avaliação das condições do fluxo subterrâneo compreende um total de 12 poços de monitoramento instalados na área de influência direta do empreendimento e no seu entorno. A figura a seguir apresenta a Área Diretamente Afetada do empreendimento, incluindo os poços de monitoramento instalados para a caracterização hidrogeológica do aquífero local. A tabela a seguir apresenta a identificação e localização de cada poço de monitoramento.

Figura 6.1-222 - Localização dos Pontos de Rede Piezométrica.



Fonte: Terra, 2025.

Tabela 6-6.1-62 - Identificação dos piezômetros instalados

POÇO	COORDENADAS (Fuso – 22M)		NÍVEL D'ÁGUA
	X UTM	Y UTM	metros
ST-01 ou SP-01	802371,761	9817444,050	4,5
ST-02 ou SP-02	803159,418	9818136,507	16,7
ST-04 ou SP-04	802655,447	9817590,175	16,3
ST-05 ou SP-05	802512,621	9816581,209	5,2
ST-06 ou SP-06	803165,702	9817255,959	6,4
ST-07 ou SP-07	802510,598	9816975,850	12,3
PM-08 ou SP-08	803780,632	9818425,585	12,95
PM-09 ou SP-09	803790,1	9817566,797	15,95
PM-10 ou SP-10	803002,412	9818193,069	13,85
PM-11 ou SP-11	803010,109	9817067,367	6,05
PM-12 ou SP-12	804254,604	9817942,424	16,1

Perfis A descrição do perfil litológico foi realizada a partir da coleta de amostra de calha, partindo da superfície a cada dois (2) metros de profundidade ou a cada mudança relevante de material, principalmente com relação a textura, coloração, odor e teor de umidade.

Os boletins de sondagens mostram a presença de camadas intercaladas com variações litológicos pela presença de camadas argilosas sucessivas intercaladas com areia, indicando a presença de aquíferos livres a semiconfinados.

Os perfis construtivos seguiram as considerações estabelecidas pela norma ABNT NBR15495 (Parte 1), a qual descreve a metodologia para a construção e instalação de poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares inconsolidados.

As vazões de um sistema de aquífero Barreiras dependem da condutividade hidráulica e da espessura das diferentes formações geológicas. Os depósitos sedimentares foram dispostos em diferentes épocas geológicas, onde as condutividades e porosidade efetiva não são constantes (anisotropia). Em outras palavras, o nível de água observado/medido nos poços de monitoramento depende do comprimento e da posição vertical (profundidade) das seções filtrantes, principalmente quando componentes verticais do fluxo estão presentes

Os poços de monitoramento instalados na primeira etapa possuem profundidades médias de vinte (20) metros, com seções filtrantes variando entre 4 e 6 metros. Os poços de monitoramento mais recentes, instalados em outubro de 2024, têm profundidades parecidas, mas com seções filtrantes menores, de dois (2) metros. De acordo com a posição dos filtros, podemos afirmar que os poços de monitoramento ST-01 ao ST-07 interceptam diferentes camadas estratigráficas, mas com os filtros abertos preferencialmente na camada de areia siltosa, com foco no monitoramento do aquífero raso. Já os poços da PM-08 ao PM-12, interceptam apenas uma camada estratigráfica mais profunda (argilosa), funcionando como poços multiníveis. Os primeiros poços monitoram o aquífero raso e os poços mais recentes monitoram as camadas mais profundas do aquífero. A configuração dos poços determinou a elaboração de dois mapas de fluxo subterrâneo de forma a identificar variações nas condições de fluxo, principalmente em função da variação sazonal do nível de água.

O detalhamento esquemático dos perfis descritos a seguir consta do relatório geológico técnico apresentado pela empresa Econsan, para os poços ST-01, ST-02, ST-04, ST-05, ST-06 e ST-07, e pela empresa Sondacil, para os poços PM-08, PM-09, PM-10, PM-11, PM-12 e PM-13. O relatório está disponível no Anexo III (Volume II, pág. 65-120).

6.1.8.1.2.1 Poço ST-02

Tabela 6.1-63 - PERFIL CONSTRUTIVO

Profundidade	Material	Diâmetro
(-0,5)-14,5	Tubo edutor PVC branco – 3 e ¾ varas de 4 m	2”
14,5-20,5	Filtro PVC 0,75 mm – 3 varas de 2 m	2”
20,5-21	Pé do poço com cap de fundo – 0,5 m PVC branco	2”

Tabela 6.1-64 - PERFIL GEOLÓGICO

Profundidade	Material	Obs:	K (cm/s)
0-1	Solo Areno Argilo-siltoso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração amarelada e mal selecionada.		
1-2	Argilo silto-arenoso com granulometria argila, silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionada.	Argila branca.	
2-5	Argilo silto-arenoso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionada.	Argila branca.	
5-7	Argilo silto-arenoso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionada.	-	10^{-5}
7-10	Argilo areno-siltoso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e moderadamente selecionada.	Clastos lateríticos.	
10-12	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionada.	-	
12-14	Areno siltoso com granulometria silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionada.	Argila branca plástica.	
14-21	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, coloração amarelada e moderadamente selecionada.	-	10^{-4}

Obs: Furo em 4” sem revestimento e preenchimento do espaço anelar com pré filtro de 1-3 mm até 3 metros.

Selagem com bentonita até o topo e cimentação superficial de 0,3 metro.

Nível Estático: 16,7 m

6.1.8.1.2.2 Poço ST-01

Tabela 6.1-65 - PERFIL CONSTRUTIVO

Profund.	Material	Diâmetro
(-0,5)-13,5	Tubo edutor PVC branco – 3 e ½ varas de 4 m	2”
13,5-17,5	Filtro PVC de 0,75 mm – 2 varas de 2 m	2”
17,5-18	Pé do poço com cap de fundo – 0,5 m PVC branco	2”

Tabela 6.1-66 - PERFIL GEOLÓGICO

Profund.	Material	Obs.	K(cm/s)
0-2	Solo Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, cor marrom e moderadamente selecionado.	Humus	10^{-4}
2-5	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, cor marrom clara e moderadamente selecionado.	-	
5-6	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, cor marrom clara e moderadamente selecionado.	Clastos lateríticos.	
6-7	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina, areia média e areia grossa, cor marrom clara e mal selecionado.	Clastos lateríticos.	10^{-3}
7-10	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina, areia média e areia grossa, coloração amarelada e mal selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2 e clastos de Laterita.	
10-18	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina, areia média e areia grossa, coloração avermelhada e mal selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2 e clastos de Laterita.	

Obs: Furo em 4” sem revestimento e preenchimento do espaço anelar com pré filtro de 1-3 mm até 3 metros.

Selagem com bentonita até o topo e cimentação superficial de 0,3 metro.

Nível Estático: 4,5 m

6.1.8.1.2.3 Poço ST-07

Tabela 6.1-67 - PERFIL CONSTRUTIVO

Profund.	Material	Diâmetro
(-0,5)-15,5	Tubo edutor PVC branco – 4 varas de 4 m	2”
15,5-19,5	Filtro PVC de 0,75 mm – 2 varas de 2 m	2”
19,5-20,5	Tubo edutor PVC branco – ¼ vara de 4 m	2”
20,5-21	Pé do poço com cap de fundo – 0,5 m PVC branco	2”

Tabela 6.1-68 - PERFIL GEOLÓGICO

Profund.	Material	Obs.	K(cm/s)
0-2	Solo Areno siltoso com granulometria silte e areia fina, cor marrom e moderadamente selecionado.	Humus	
2-5	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, cor marrom e mal selecionado.	Clastos lateríticos.	10^{-6}
5-7	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2 e clastos de Laterita.	
7-10	Argilo silto arenoso com granulometria argila, silte e areia fina, cor marrom clara e mal selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2, clastos de Laterita e argila plástica.	10^{-6}
10-11	Argilo silto arenoso com granulometria argila, silte e areia fina, cor marrom clara e mal selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2 e argila plástica.	
11-18	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2 e clastos de Laterita.	10^{-4}
18-21	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, coloração amarelada e bem selecionado.	Clastos de Laterita.	

Obs: Furo em 4” sem revestimento e preenchimento do espaço anelar com pré-filtro de 1-3 mm até 3 metros.

Selagem com bentonita até o topo e cimentação superficial de 0,3 metro.

Nível Estático: 12,3 m

6.1.8.1.2.4 Poço ST-04

Tabela 6.1-69 PERFIL CONSTRUTIVO

Profund.	Material	Diâmetro
(-0,5)-16,5	Tubo edutor PVC branco – 4 e ¼ varas de 4 m	2”
16,5-20,5	Filtro PVC de 0,75 mm – 2 varas de 2 m	2”
20,5-21	Pé do poço com cap de fundo – 0,5 m PVC branco	2”

Tabela 6.1-70 PERFIL GEOLÓGICO

Profundidade	Material	Obs:	K (cm/s)
0-1	Solo Areno siltoso com granulometria silte, areia fina, areia média e areia grossa, coloração avermelhada e mal selecionado.	Capa laterítica.	
1-5	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionado.		
5-9	Argilo siltoso com granulometria argila e silte, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.		
9-10	Argilo silto-arenoso com granulometria argila, silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Clastos de laterita	10^{-6}
10-13	Argilo silto-arenoso com granulometria argila, silte e areia fina, cor marrom e moderadamente selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2 e clastos de laterita.	
13-15	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionado.	-	
15-17	Areno siltoso com granulometria silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Clastos de Laterita.	
17-21	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Clastos de Laterita.	10^{-3}

Obs: Furo em 4” sem revestimento e preenchimento do espaço anelar com pré-filtro de 1-3 mm até 3 metros.

Selagem com bentonita até o topo e cimentação superficial de 0,3 metro.

Nível Estático: 16,3 m

6.1.8.1.2.5 Poço ST-05

Tabela 6.1-71 - PERFIL CONSTRUTIVO

Profund.	Material	Diâmetro
(-0,5)-14,5	Tubo edutor PVC branco – 3 e ¾ varas de 4 m	2”
14,5-22,5	Filtro PVC de 0,75 mm – 4 varas de 2 m	2”
22,5-23	Pé do poço com cap de fundo – 0,5 m PVC branco	2”

Tabela 6.1-72 - PERFIL GEOLÓGICO

Profundidade	Material	Obs:	K (cm/s)
0-2	Solo Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina, areia média e areia grossa, coloração avermelhada e mal selecionado.		10-6
2-4	Argilo siltoso com granulometria argila e silte, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.		
4-7	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionado.	Clastos de Laterita.	
7-10	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionado.	Grãos mm e cm de SiO_2 e clastos de laterita.	
13-15	Areno siltoso com granulometria silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	-	10-3
15-17	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia grossa, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Clastos de Laterita.	
17-23	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.		

Obs: Furo em 4” sem revestimento e preenchimento do espaço anelar com pré filtro de 1-3 mm até 3 metros.

Selagem com bentonita até o topo e cimentação superficial de 0,3 metro.

Nível Estático: 5,2 m

6.1.8.1.2.6 Poço ST-06

Tabela 6.1-73PERFIL CONSTRUTIVO

Profund.	Material	Diâmetro
(-0,5)-13,5	Tubo edutor PVC branco – 3 e ½ varas de 4 m	2”
13,5-21,5	Filtro PVC de 0,75 mm – 4 varas de 2 m	2”
21,5-22	Pé do poço fechado com cap na base – 0,5 m PVC branco	2”

Tabela 6.1-74PERFIL GEOLÓGICO

Profundidade	Material	Obs:	K (cm/s)
0-1	Solo Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, coloração amarelada e mal selecionado.		
1-5	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionado.	Grãos mm e cm de SiO2 e clastos de laterita.	10^{-5}
5-9	Argilo siltoso com granulometria argila e silte, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Clastos de laterita	
9-13	Argilo silto-arenoso com granulometria argila, silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Clastos de laterita	
13-16	Areno silto-argiloso com granulometria argila, silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e mal selecionado.		10^{-4}
16-18	Areno siltoso com granulometria silte, areia fina e areia média, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.	Clastos de Laterita.	
18-22	Areno siltoso com granulometria silte e areia fina, coloração avermelhada e moderadamente selecionado.		

Obs: Furo em 4” sem revestimento e preenchimento do espaço anelar com pré-filtro de 1-3 mm até 3 metros.

Selagem com bentonita até o topo e cimentação superficial de 0,3 metro.

Nível Estático: 6,4 m

6.1.8.2 PERMEABILIDADE E FLUXO HIDRODINÂMICO

6.1.8.2.1 Coeficiente de permeabilidade

A tabela abaixo define para cada tipo de solo encontrado em cada poço o coeficiente de permeabilidade na zona não saturada e na zona saturada em função da classificação granulométrica obtida.

Tabela 6.1-75 - *Caracterização do solo e coeficiente de permeabilidade corresponde para cada poço de monitoramento.*

POÇOS	Solo (zona não saturada)	K (zona não saturada)	Solo (zona saturada)	K (zona saturada)
ST-01	Arenoso	10^{-4}	Arenoso	10^{-3}
ST-02	Areno argiloso	10^{-5}	Areno siltoso	10^{-4}
ST-04	Argilo arenoso	10^{-6}	Arenoso	10^{-3}
ST-05	Argilo arenoso	10^{-6}	Arenoso	10^{-3}
ST-06	Areno argiloso	10^{-5}	Areno siltoso	10^{-4}
ST-07	Argilo arenoso	10^{-6}	Areno siltoso	10^{-4}

De acordo com os valores obtidos para cada zona conclui-se que o valor do coeficiente de permeabilidade para a zona não saturada é de 10^{-5} cm/s, ou seja, de baixa a muito baixa. Enquanto para a zona saturada é 10-3 cm/s, ou seja, de média a baixa.

6.1.8.2.2 Lei de Darcy

A base da teoria do escoamento nos meios porosos foi estabelecida por Henry Darcy, que o fluxo das águas subterrâneas, em um meio homogêneo e isotrópico, tem velocidade constante, ou seja, Darcy verificou que a vazão obtida em seus ensaios é proporcional à área da coluna e à inclinação da reta que une os níveis piezométricos (PM'), para qualquer inclinação da coluna porosa. Q = (Δh / L) x A; onde: Q = vazão; Δh = variação da carga; L= distância entre os PM's e A = área da coluna porosa. O termo (Δh / L) relacionado à inclinação da reta que une os níveis nos tubos piezométricos é o gradiente hidráulico, de notação (i), adimensional, e representa a dissipação da energia por unidade de comprimento do conduto, ou seja, a perda de carga por unidade de comprimento no sentido do fluxo. Desta forma, a equação de Darcy pode ser assim escrita: Q / A = K * i. O termo (Q / A), vazão por unidade de área, é a velocidade de

Darcy (V). O fluxo se dá através de uma infinidade de filetes capilares, grosseiramente paralelos entre si, e a seção real de escoamento, é infinitamente menor que a seção total da coluna porosa e corresponde à porosidade efetiva do meio (ηe). Nestas condições, define-se a velocidade de percolação intersticial (Vp) ou a velocidade real de fluxo, que se relaciona com a velocidade de Darcy.

O gradiente hidráulico foi calculado entre três poços localizados na mesma linha de fluxo para os pontos ST-01, ST-02 e ST-06. Na direção do fluxo foi calculado um gradiente médio de 0,5%. A porosidade efetiva utilizada foi de 12%, de acordo com a granulação do solo (predomínio de argila arenosa). A velocidade média linear calculada em função da variação da condutividade hidráulica é de 7,8 metros/ano. O memorial de cálculo da vazão específica e velocidade de fluxo estimados para a zona saturada são apresentados abaixo.

A condutividade hidráulica (K) foi obtida através dos ensaios de permeabilidade. Os ensaios de permeabilidade realizados obtiveram valores de entre 7,90E-04 cm/s e 4,94E-04 cm/s representados por sedimentos argilo-arenosos, de permeabilidade moderada a baixa. Os valores de condutividade hidráulica correspondem as fácies mais argilo-arenosas observadas nos perfis de sondagens.

O fluxo de água subterrânea é definido pelo volume de água por unidade de área, podendo ser calculado pela lei de Darcy:

Q = k i A, onde;

Q = vazão de água, volume de água por unidade de comprimento $m^3/s/m^2$, $m^3/mês/m^2$ ou $m^3/ano/m^2$;

K = coeficiente de permeabilidade do meio ou condutividade hidráulica - m/s;

i = gradiente hidráulico, perda de carga total por unidade de comprimento - m/m;

A = área unitária - m^2.

$$Q = -k\frac{dh}{ds}A \qquad \upsilon_x = -\frac{k}{\eta_e}\frac{d_h}{d_s}$$

Portanto, para o conjunto de poços ST-01, ST-02 e ST-06, admitindo um valor de carga hidráulica de 4,94 x 10^{-4} cm/s e gradiente hidráulico calculado de 0,005 m/m (Norte 253º), tem-se que:

$Q = 4{,}94 \times 10^{-4}\ m^3/s/m^2 \times 0{,}005\ m/m$

$Q = 2{,}47 \times 10^{-8}\ m^3/s/m^2 = 779$ litros/ano/m^2 (transmissividade)

A velocidade de fluxo é a velocidade real de escoamento da água nos vazios do solo. Tendo em vista que a lei de Darcy não leva em conta o volume de vazios do solo, é preciso corrigir a velocidade de Darcy para se obter a velocidade real linear de escoamento, tal que:

$Vr = k\ i / n_e$, onde:

Vr = velocidade real de escoamento da água subterrânea nos vazios do solo - m/s;

ne = porosidade efetiva - em geral, é menor que a porosidade total do solo, variando entre 10 e 20% para solos argilo-arenosos (Freeze & Cherry). Deste modo, para o conjunto de poços tem-se:

$Vr = 4{,}94 \times 10^{-4}\ m^3/s/m^2 \times 0{,}005\ m/m / 0{,}12 =$

$Vr = 2{,}47 \times 10^{-7}\ m/s$

$Vr = 7{,}8\ m/ano$

ou cerca de aproximadamente 46 dias para o deslocamento de uma partícula de água subterrânea por um metro linear. Portanto, a partir dos valores de condutividade hidráulica e gradiente hidráulico, a velocidade de fluxo subterrâneo é moderada a baixa na área de estudo.

Esses cálculos assumem um aquífero isotrópico (mesma condutividade hidráulica em todas as direções) sem efeito de retardamento tais como sorção, adsorção, degradação etc. É importante entender que a velocidade real calculada na equação acima representa a velocidade média linear do centro da massa de contaminante. Devido ao efeito de tortuosidade imposto pelo meio geológico sobre o fluido que se desloca, o fluxo de água pode mover-se mais rápido ou mais devagar que a velocidade média calculada.

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que nas áreas de vale a superfície piezométrica do aquífero freático que ocorre na região se estabiliza a cota mínima de 4,5 metros de profundidade, correspondendo a sondagem ST-01 e a cota máxima de 6,4 metros de profundidade, correspondendo a sondagem ST-05, relativas às sondagens localizadas em locais mais baixo topograficamente da área investigada.

6.1.8.3 CARACTERIZAÇÃO DO AQUÍFERO

Os resultados desta pesquisa mostraram que o Sistema Aquífero Barreiras/Pós-Barreiras representa um manancial subterrâneo de dimensão regional, do tipo intergranular, constituído basicamente por areia, arenitos e sedimentos argilo-arenosos, disposto na região nordeste do Pará.

A zona vadosa do Aquífero Barreiras/Pós Barreiras é composta essencialmente por espessos latossolos de textura média a arenosa, que desempenham um importante papel nas condições de recarga do sistema. A avaliação nas condições de infiltração dos solos mostrou que os diversos usos a que os solos são submetidos refletem-se principalmente em mudanças nas suas propriedades físicas, especialmente na sua porção superficial.

As vazões de um sistema de Aquífero Barreiras dependem da condutividade hidráulica e da espessura das diferentes formações geológicas. Os depósitos sedimentares foram dispostos em diferentes épocas geológicas, onde as condutividades e porosidade efetiva não são constantes (anisotropia).

Na área de estudo ocorrem dois tipos de percolação e dispersão da água meteórica, a superficial e subsuperficial. Superficialmente a água percola de acordo com os acidentes geográficos existentes, se dividindo em escoamentos mais rápidos nos flancos das pequenas elevações suaves, e mais devagar nas áreas mais planas, acompanhando a capacidade de infiltração do solo. A recarga se processa em maior escala pela infiltração direta a partir da drenagem vertical das águas de precipitações e pela infiltração indireta das áreas não impermeabilizadas em toda a área de estudos.

Tabela 6.1-76 - ***Resumo dos dados hidrogeológicos.***

POÇO	NIVELAMENTO TOPOGRÁFICO	NÍVEL D'ÁGUA	CARGA HIDRÁULICA
	metros	metros	metros
ST-01	27,52	4,5	23,02
ST-02	44,10	16,7	27,4
ST-04*	33,95	16,3	17,65
ST-05	28,35	5,2	23,15
ST-06	32,37	6,4	25,97
ST-07	36,67	12,3	23,86
PM08	60,403	12,18	48,20
PM09	36,040	15,45	20,59
PM10	51,652	15,21	36,44
PM11	39,900	6,60	33,30
PM12	51,750	16,35	35,4
PM13	33,970	5,91	28,06

*Poço desconsiderado na confecção do Mapa Potenciométrico.

6.1.8.4 ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO

A autodepuração é definida por Von Sperling (1996) como a capacidade de reestabelecimento do equilíbrio no meio aquático, através de mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos lançamentos afluentes. De acordo com Branco (1978), a matéria poluidora que atinge um corpo aquático sofre um processo de neutralização que inclui, principalmente, a diluição, a sedimentação e a estabilização química, consistindo na autodepuração. Sendo assim, cada corpo hídrico receptor possui uma capacidade de autodepuração, e consequentemente, um limite para recebimento de carga poluidora.

A Resolução CONAMA Nº 430 de 2011, a qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, trata a capacidade de autodepuração como a capacidade de suporte do corpo receptor, conforme definição trazida no artigo 4º: "I - Capacidade de suporte do corpo receptor: valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento".

O artigo 7º estabelece os critérios mínimos que devem ser considerados nesse tipo de estudo: “O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura”. Cabe destacar que o enquadramento da classe dos cursos d’água é de competência das Agências de Água, conforme prevê o artigo 44 da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Nº 9.933 de 1997).

Considerando que o empreendimento da CTR Metropolitano fará o lançamento de efluentes tratados no Igarapé Castanhal, o qual é um afluente do Rio Acará, o estudo de autodepuração do corpo hídrico receptor possui grande importância para avaliar se o referido curso d’água possui capacidade suporte adequada para recebimento dos efluentes do empreendimento. Ainda, poderá auxiliar no correto dimensionamento da ETE a ser instalada no empreendimento, compatibilizando o sistema de tratamento com a realidade local.

Assim, a presente avaliação da capacidade de autodepuração do curso d’água receptor foi realizada com base na metodologia desenvolvida por Streeter e Phelps, em 1925. O referido método foi o pioneiro nessa área de estudo continua sendo amplamente utilizado, inclusive pelos softwares de modelagem matemática que vêm sendo desenvolvidos. Para tal método são avaliados os parâmetros de DBO e oxigênio dissolvido (OD), abordando dois aspectos importantes: o consumo de oxigênio pela oxidação da matéria orgânica e a produção de oxigênio pela reaeração atmosférica.

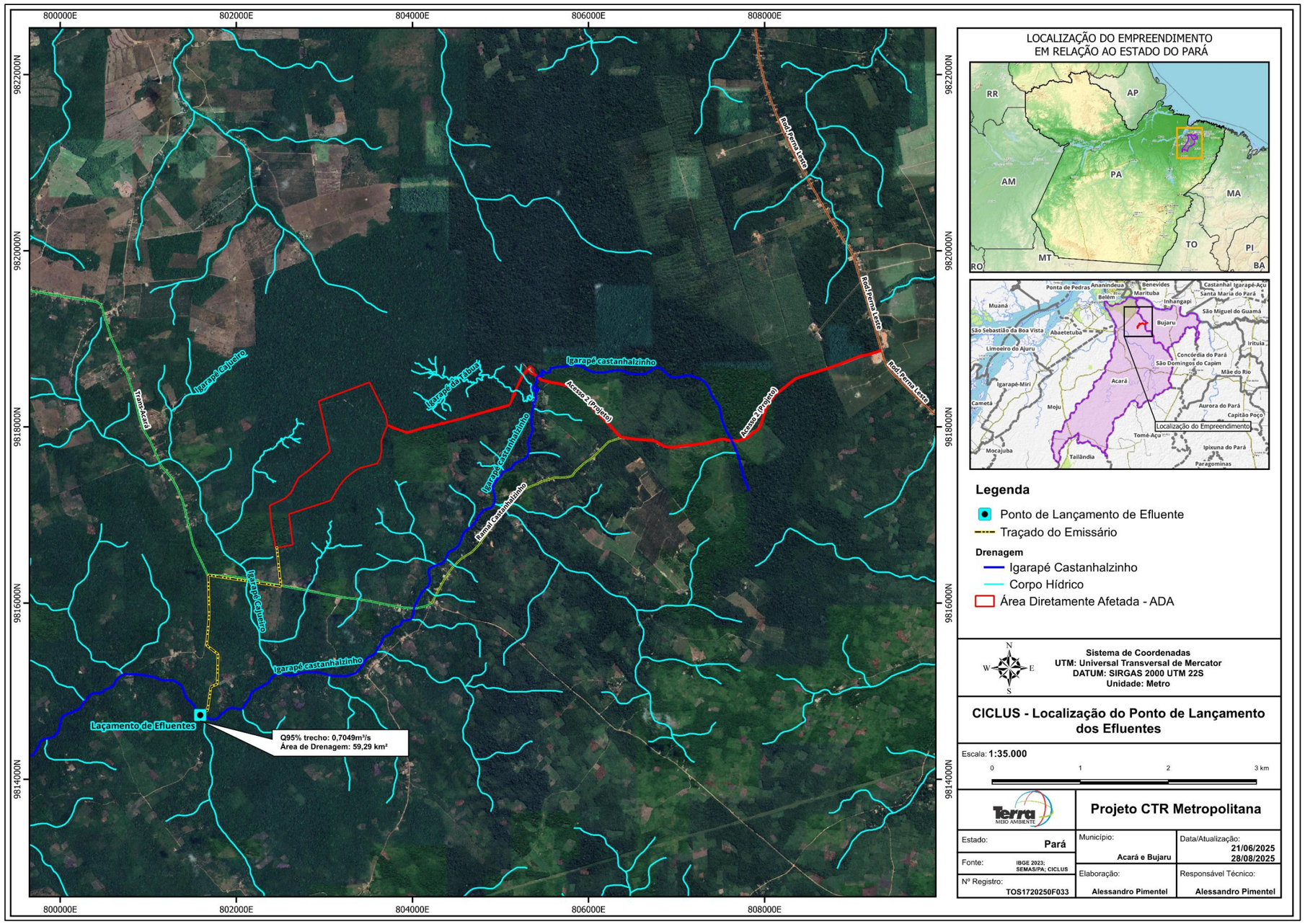
6.1.8.5 CARACTERÍSTICAS DO LANÇAMENTO

Conforme já detalhado anteriormente, o lançamento pontual dos efluentes gerados pelo empreendimento ocorrerá na margem direita do Igarapé Castanhalzinho, próximo às coordenadas 01°40'27,51"S; 48°17'22,40"O, a cerca de 11 quilômetros à montante da confluência com o rio Acará. Antes do lançamento no igarapé, será realizado o tratamento físico, químico e biológico dos efluentes em ETE, a ser implantada na planta do empreendimento.

Após o tratamento, o efluente será conduzido através de uma adutora com aproximadamente 3 quilômetros, até ser lançado no corpo receptor, conforme indicado na figura a seguir.

O lançamento acontecerá após a confluência com o Igarapé Cajueiro, assim como da confluência com o Igarapé Coruperé, trecho onde a disponibilidade hídrica é correspondente a 0,7049 m³/s (2.537,64 m³/h), conforme consta no Portal do SEIRH da SEMAS.

Tabela 6.1-77 - Localização do ponto de lançamento dos efluentes.



Fonte: Terra, 2025.

O efluente a ser gerado pela CTR Metropolitano é oriundo do processo de decomposição dos resíduos do aterro, assim como do percolado formado em função da precipitação. A percolação da água promove a lixiviação das substâncias químicas que compõem os resíduos sólidos, formando o percolado.

Os percolados são compostos de matéria orgânica e inorgânica. A fração orgânica contém: proteínas, gorduras, ácidos orgânicos, açúcares, e outros produtos da decomposição dos resíduos. Já os compostos inorgânicos são: o cloreto de sódio, o bicarbonato de sódio, o cloreto de potássio, o bicarbonato de potássio, o bicarbonato de cálcio e o bicarbonato de amônio. Em menores concentrações ocorrem sais de ferro e algumas contaminações de metais tóxicos.

A tabela abaixo apresenta as principais características do efluente bruto e tratado geralmente observadas em aterros sanitários classe II.

Tabela 6.1-78 - *Características gerais previstas para o Chorume Bruto e Tratado.*

Parâmetros	Chorume Bruto	Chorume Tratado	Conama 430
pH	7,5 - 8,3	6,0 – 8,0	5,0 -9,0
Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	< 0,1	1,0
DQO, mg/L de O_2	4.000 - 7.000	<200	-
DBO, mg/L de O_2	1.500 - 5.000	<5,0	Redução mín. = 60%
Sólidos em Suspensão Totais, mg/l	-	<20	
Detergentes (MBAS), mg/L	-	<2,0	-
Toxicidade Aguda (Danio Rerio), Utp	-	< 8	-
Cor, mg Pt/L	1.750 - 3.750	<25	-
Turbidez, uT	-	<15,0	-
Nitrogênio Amoniacal, mg/L N	900 – 1.500	<20	20
Óleos e Graxas Totais, mg/L	-	<6	20
Condutividade, µS/cm	10.000 - 17.000	-	-
Cloreto, mg/L	2.000 – 3.500	-	-

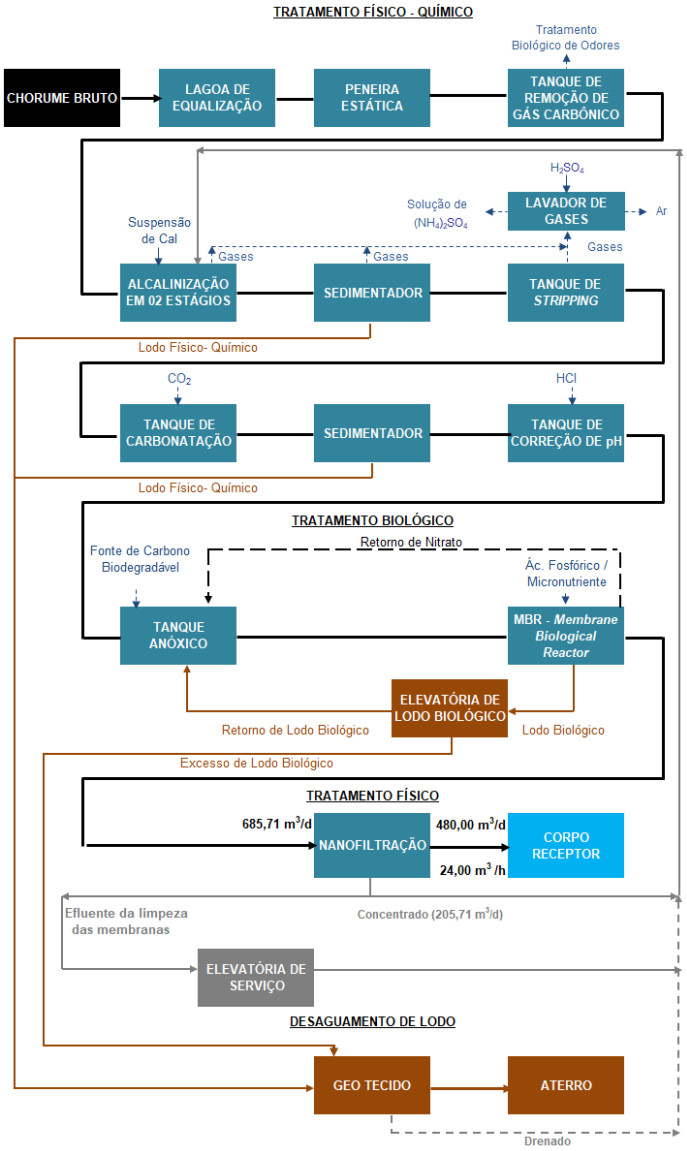
Fonte: Tecma, 2019.

Para o tratamento dos efluentes está sendo prevista a construção de uma Estação de Tratamento de Efluentes dentro da planta do empreendimento, a qual contará com uma série de etapas de tratamento para garantir a adequada remoção dos poluentes antes do lançamento no meio ambiente. A ETE terá capacidade de produzir 480,00 m^3/d ou 24,00 m^3/h de chorume tratado, sendo considerado um dia útil de 20 horas.

6.1.8.6 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

A ETE a ser implantada, denominada no projeto como Estação de Tratamento de Chorume (ETC), contará com um sistema de elevada eficiência para a remoção de matéria orgânica, determinada indiretamente como DBO e DQO, para a cor e para os outros materiais tóxicos, tais como, nitrogênio amoniacal. Em linhas gerais, o sistema contará com as etapas de tratamento físico-químico, biológico e físico, conforme descrito na figura abaixo.

Figura 6.1-223 - Etapas do tratamento de chorume previsto para a CTR Metropolitano.



Fonte: TECMA, 2024.

6.1.8.6.1 Metodologia adotada para avaliação da autodepuração

Conforme detalhado anteriormente, o estudo de autodepuração do igarapé castanhal foi desenvolvido com base no método proposto por Streets e Phelps. De acordo com este modelo, a simulação de oxigênio dissolvido (OD) é feita por meio do princípio da cinética baseada em dois fenômenos: a desoxigenação e a reaeração. A cinética de desoxigenação é dada pelo decréscimo dos teores de Oxigênio Dissolvido, este está associado à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

A DBO representa tanto a matéria orgânica, quanto o consumo de oxigênio dissolvido. Para isto utiliza-se a unidade massa de oxigênio por unidade de volume, a DBO remanescente (concentração de matéria orgânica remanescente na massa líquida em um dado instante) e DBO exercida (oxigênio consumido para estabilizar a matéria orgânica até este instante) (Von Sperling, 2008).

A Equação de progressão da DBO remanescente pode ser expressa pela equação a seguir.

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 . L \quad \textbf{(1)}$$

Em que:

- L=concentração de DBO remanescente (mg/L);
- t=tempo (dia);
- $K1$=coeficiente de desoxigenação (dia^{-1}).

A integração da Equação 1, entre os limites de $L = L0$ e $L = Lt$ e t=0 e t=t, conduz a equação 2.

$$L = L_0 . e^{-K_1 . t} \quad \textbf{(2)}$$

Sabendo que $y = L0$ -L, substituindo este valor na equação 2, tem-se:

$y = L0(1 - e^{-K1 \cdot t})$

Sendo y a DBO exercida em tempo t (mg/L).

O coeficiente de desoxigenação (K1) depende das características da matéria orgânica, temperatura e da presença de substâncias inibidoras. Os valores de K1 foram tabelas por Von Sperling e são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 6.1-79 - *Valores de K1 definidos por Von Sperling.*

Origem	K1 (d-1)
Água residuária concentrada	0,35 - 0,45
Água residuária de baixa concentração	0,30 - 0,40
Efluente primário	0,30 - 0,40
Efluente secundário	0,12 - 0,24
Efluente terciário	0,10 - 0,20
Rios com águas limpas	0,09 - 0,21
Água para abastecimento público	<0,12

O coeficiente de decomposição se relaciona também com a temperatura, devido ao fato de o metabolismo microbiano ser afetado por esta, por isso é necessária a correção para a temperatura de trabalho, conforme fórmula descrita abaixo:

$$K_{1T} = K_{120}.\theta^{(T-20)}$$

Sendo

- $K1T$ o $K1$ a uma temperatura T qualquer (d $^{-1}$),
- $K120$ é $K1$ a uma temperatura T=20°C (d $^{-1}$),
- T a temperatura da água (°C) e
- θ o coeficiente de temperatura.

O coeficiente de temperatura também é aplicável para Kd, sabendo que, neste caso, θ = 1,047 (EPA, 1987). A interpretação é de que o valor de K1 aumenta 4,7% a cada acréscimo de 1ºC na temperatura da água.

O valor do coeficiente de reação (K2) de um corpo d'água pode ser determinado por meio de métodos estatísticos. Os dados de entrada são oxigênio dissolvido a diversos

tempos. A seleção do valor do coeficiente k2 tem uma maior influência nos resultados do balanço do oxigênio dissolvido quando comparado com o coeficiente k1, pelo fato das faixas de variação do último serem mais estreitas. Existem 3 métodos para a obtenção de um valor para o coeficiente K2.

- Valores médios tabelados;
- valores em função das características hidráulicas do corpo d'água;
- valores correlacionados com a vazão do curso d'água, descrito pela fórmula k2 = m Q^n, sendo m e n coeficientes de ajuste.

Tabela 6.1-80 - *Valores tabelados para K2.*

Corpo d'água	K2 (d-1)	
	PROFUNDO	RASO
Pequenas lagoas	0,12	0,23
Rios vagarosos, grandes lagos	0,23	0,37
Grandes rios com baixa velocidade	0,37	0,46
Grandes rios com velocidade normal	0,46	0,69
Rios rápidos	0,69	1,15
Corredeiras e quedas d'água	>1,15	>1,61

O coeficiente de saturação de oxigênio também pode ser definido através de valores tabelados, relacionando as condições de temperatura e altitude. A tabela abaixo apresenta os valores tabelas para as variações dos parâmetros considerados.

Tabela 6.1-81 - *Valores de saturação de oxigênio (Cs).*

Temperatura (ºC)	Altitude (m)			
	0	500	1000	1500
10	11,3	10,7	10,1	9,5
11	11,1	10,5	9,9	9,3
12	10,8	10,2	9,7	9,1
13	10,6	10	9,5	8,9
14	10,4	9,8	9,3	8,7
15	10,2	9,7	9,1	8,6

Temperatura (ºC)	Altitude (m)			
	0	500	1000	1500
16	10	9,5	8,9	8,4
17	9,7	9,2	8,7	8,2
18	9,5	9	8,5	8
19	9,4	8,9	8,4	7,9
20	9,2	8,7	8,2	7,7
21	9	8,5	8	7,6
22	8,8	8,3	7,9	7,4
23	8,7	8,2	7,8	7,3
24	8,5	8,1	7,6	7,2
25	8,4	8	7,5	7,1
26	8,2	7,8	7,3	6,9
27	8,1	7,7	7,2	6,8
28	7,9	7,5	7,1	6,6
29	7,8	7,4	7	6,6
30	7,6	7,2	6,8	6,4

O modelo de Streeter-Phelps, assim como a maioria dos modelos, tem suas limitações, uma delas é não considerar a demanda bentônica e a sedimentação da matéria orgânica, só funciona para decomposição aeróbia, além de não incluir a reoxigenação advinda da fotossíntese (PERIN, 2013). O modelo se baseia em uma descarga constante de poluentes, não prevendo a entrada de tributários ou lançamentos. A reaeração depende também do grau de agitação das moléculas de água fato não considerado, entre outros fatores que não são levados em consideração tais como a velocidade de deslocamento da água, a profundidade do canal, acidentes topográficos etc. (DELLOSSO, 2009).

6.1.8.6.2 Dados de entrada considerados

Para aplicação da metodologia proposta, são necessários alguns dados de entrada relacionados tanto ao efluente a ser lançado, quanto ao curso d'água receptor. Com relação aos dados do efluente gerado, foram utilizados os dados disponíveis no Projeto Conceitual da Estação de Tratamento de Chorume do empreendimento, desenvolvido pela TECMA Soluções Ambientais. Para os dados do curso d'água receptor, os boletins das análises da qualidade da água trazem informações relevantes sobre o rio, que foram consideradas no presente estudo, conforme detalhado adiante.

6.1.8.6.2.1 Dados do efluente

O efluente será lançado através de uma adutora no Igarapé Castanhal com uma vazão de 24m³/h ou 0,007m³/s. Com relação as características físico-químicas do efluente, a tabela abaixo apresentou os valores esperados tanto para o efluente bruto quanto para o tratado. Sendo assim, para a DBO, que apresenta a faixa de valores para o chorume bruto entre 1.500 e 5.000 mg/l, a eficiência de tratamento prevê a obtenção de valores abaixo de 5 mg/l para o lançamento no corpo receptor.

Para o parâmetro de oxigênio dissolvido, considerando que a tabela abaixo não apresenta valores de referência e que a Resolução CONAMA 430 não estabelece limites de OD para lançamento de efluentes, foi adotado o valor correspondente a 2 mg/L, já que haverá um sistema de tratamento com elevada eficiência de remoção de DBO. A tabela abaixo apresenta o resumo dos dados de entrada considerados.

Tabela 6.1-82 - *Dados de entrada do efluente.*

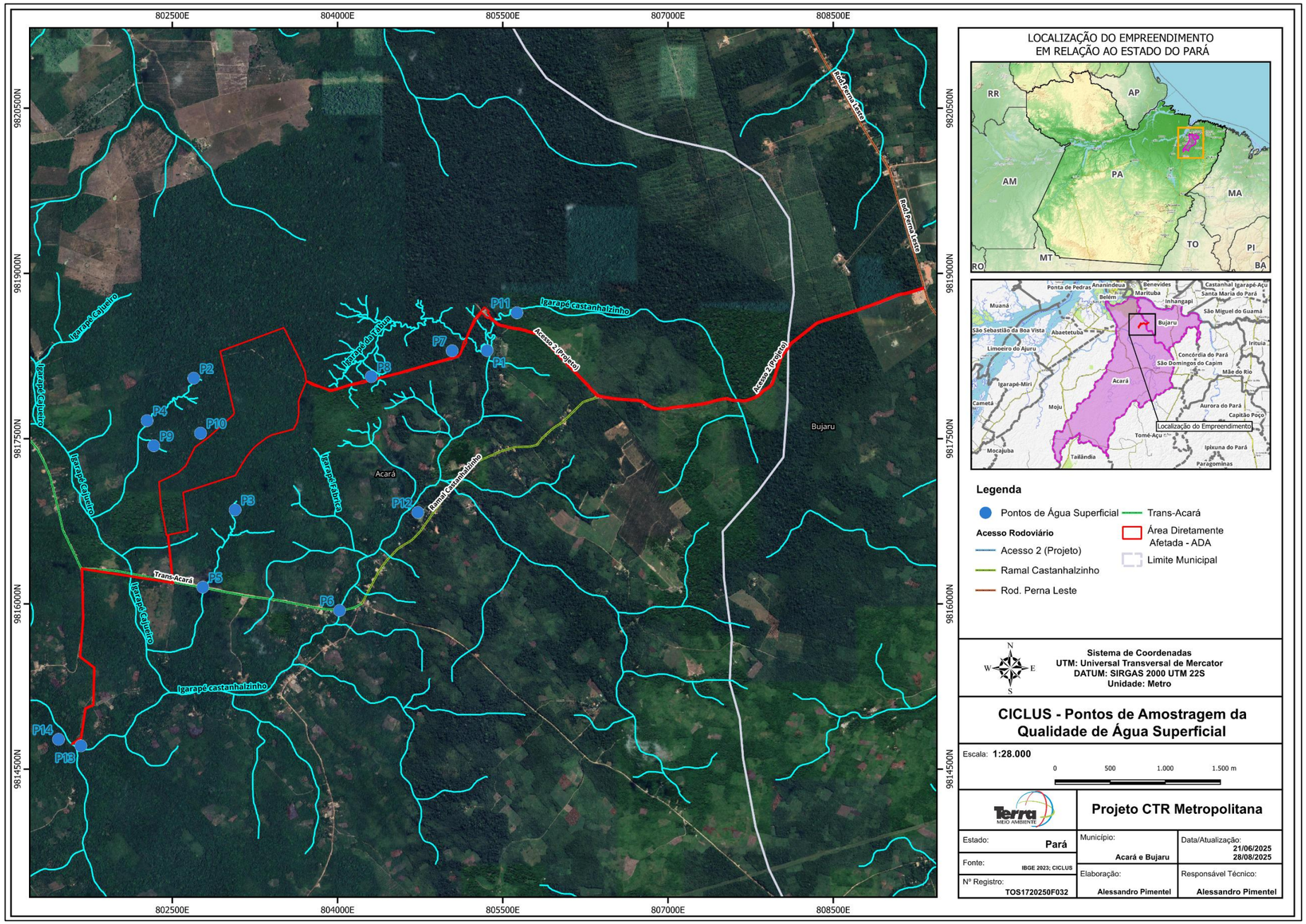
Parâmetros	Valores efluente bruto	Valores efluente tratado
Vazão do efluente (m³/s)	0,007	0,007
DBO_5 (mg/L)	5.000	5
OD (mg/L)	0	2

6.1.8.6.2.2 Dados do corpo receptor

O igarapé Castanhal trata-se de um curso d'água afluente do rio Acará, o qual receberá os efluentes tratados gerados pelo empreendimento da CTR Metropolitano. A bacia de contribuição até o ponto de lançamento previsto no referido igarapé corresponde a 59,29Km², com uma declividade média de 0,0022 m/m e vazão de permanência Q_{95} de 0,7049 m³/s. Em função do relevo da região, com predominância de áreas planas, as águas escoam com baixas velocidades, assim como as calhas dos rios são mais espalhadas e, consequentemente, menos encaixadas.

Para conhecer as características físico-químicas dos recursos hídricos da região foram realizadas, pelo empreendedor, análises da água em 9 pontos amostrais, incluindo 5 pontos no Igarapé Castanhal, sendo 3 pontos próximos ao local previsto para o lançamento de efluentes do empreendimento. Com o intuito de tornar o estudo de autodepuração mais compatível com a realidade local, foram utilizados os dados de qualidade da água do Ponto P8 (1°40'27.51"S 48°17'22.40"W), localizado exatamente no ponto previsto para o lançamento de efluentes, conforme ilustra o mapa da figura a seguir.

Figura 6.1-224 - Pontos de amostragem de qualidade da água.



Fonte: Terra, 2025.

Os resultados das análises para o ponto P8 estão apresentados na figura abaixo. Cabe destacar que no laudo da análise o ponto de amostragem foi denominado como P02, no entanto para compatibilizar com a numeração dos outros pontos de amostragens o referido ponto está sendo denominado no presente relatório como P8.

Figura 6.1-225 - Resultados da análise para o ponto de lançamento.

INFORMAÇÃO SOBRE A AMOSTRA

Responsável pela amostragem: (x) Soludy ( ) Contratante ( ) Outros
Plano de Amostragem: PA24.068
Amostrador: André Prata
Identificação: P02 - Lançamento (rio Castanhal)
Coord. Geográficas: 1°40'27.51"S 48°17'22.40"W
Ficha de Coleta n.º: 24.155
Data da Amostragem: 29/04/2024 às 10:30
Recebimento da Amostra: 29/04/2024 às 16:30
Condições ambientais: NI

ENSAIOS REALIZADOS EM CAMPO

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	IM	VMP	Método	Data da Análise
pH	-	**6.33**	-	-	6 - 9	SMEWW 4500 H+ B	29/04/2024
Temperatura	°C	**27.5**	-	-	SR	SMEWW 2550 B	29/04/2024
Oxigênio Dissolvido	mg/L O2	**3.8**	-	-	>5	SMEWW 4500 O- G	29/04/2024
Salinidade	‰	**0.11**	-	-	<0,5	SMEWW, 23º ed. - 2520 B	29/04/2024

ENSAIOS QUÍMICOS REALIZADOS EM LABORATÓRIO - AM: 0495/24

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	IM	VMP	Método	Data da Análise
Demanda Bioquímica de Oxigênio*	mg/L	**3.61**	3,00	-	<5	SMWW, 24ª Edição - Método 5210 B	05/05/2024
Fósforo total	mg/L	**0.03**	-	-	0,10	HACH METHOD 8048	30/04/2024
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	**0.992**	-	-	< 3,7mg/L	HACH METHOD 8039 HACH METHOD 8507 HACH METHOD 8038	30/04/2024

ENSAIOS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS EM LABORATÓRIO - AM: 0495/24

Parâmetro	Unidade	Resultado	LQ	IM	VMP	Método	Data da Análise
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	**<2419.6**	2419.6	-	1000/100mL	SMEWW, 23º ed. - 9221 B	29/04/2024

OPINIÕES E INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados citados acima com legislação de referência citada na página 1, verifica-se que:
o parâmetro **Oxigênio Dissolvido NÃO ATENDE** a legislação citada.

Com relação à vazão do curso d'água, visando avaliar o cenário mais conservador, foi considerada a vazão mínima Q_{95} no trecho previsto para o lançamento de efluentes. A vazão Q_{95} adotada foi a estabelecida pela SEMAS, a qual consta no SEIRH e foi disponibilizada pelo referido órgão ambiental, sendo correspondente a 0,7049 m³/s (2.537,64 m³/h) no referido trecho.

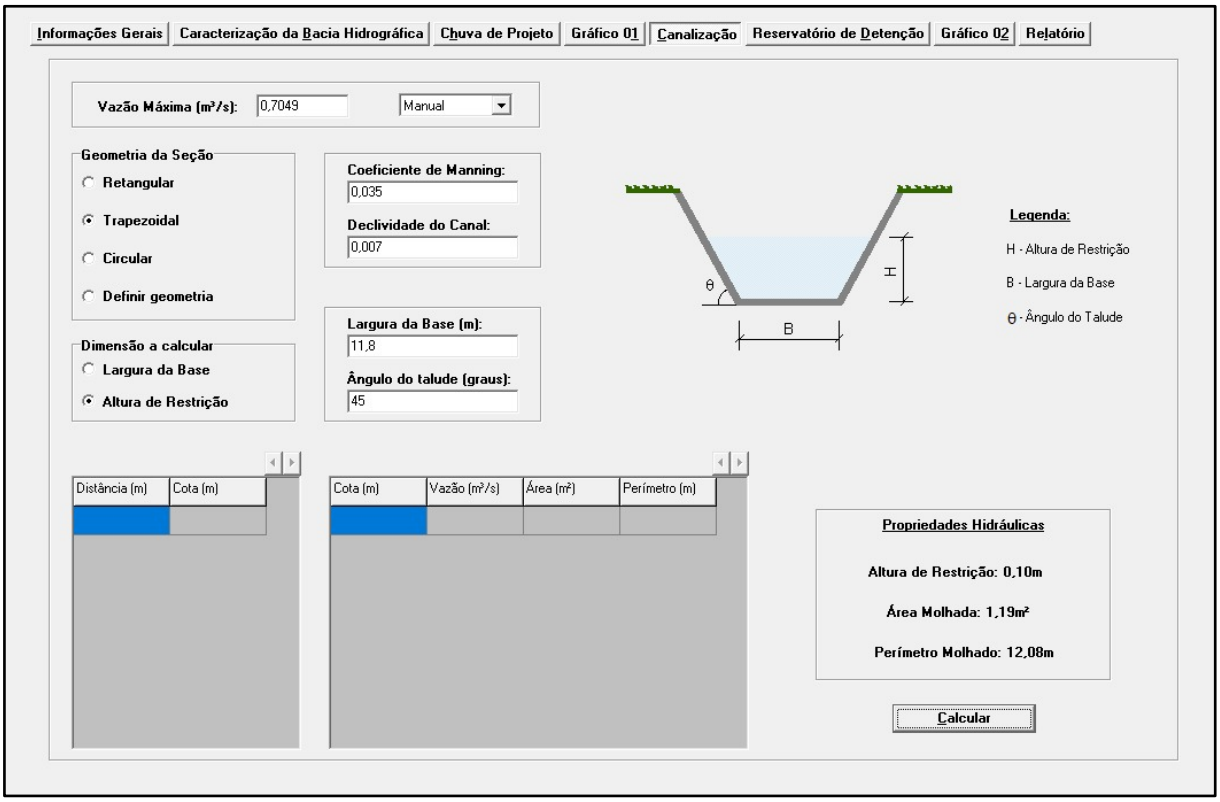
Com relação às características hidráulicas do Igarapé Castanhal, foram considerados os dados fornecidos pelo empreendedor durante levantamento topobatimétrico realizado no curso d'água, no ponto previsto para o lançamento de efluentes.

Para a aplicação da metodologia de Streeter Phelps é necessária a determinação da área da seção transversal do curso d'água. Assim, a partir dos dados da seção transversal fornecidos pela topografia, foi determinada a largura de base da seção igual a 11,8m. A declividade do trecho

foi determinada a partir do Modelo Digital de Terreno desenvolvido pela ANA, sendo equivalente a 0,007m/m.

Considerando a vazão mínima de referência utilizada, correspondente a 0,7049m/s (Q_{95}), o coeficiente de Manning de 0,035 (terreno natural) e os dados da declividade e largura da seção, supracitados, foi possível determinar a área da seção molhada através do software Hidroflu (LHC/COPPE/UFRJ). A memória de cálculo consta na figura abaixo.

Figura 6.1-226 - Determinação da área da seção e dados utilizados.



Cabe destacar que foi contemplado um trecho para avaliar a autodepuração de aproximadamente 12 quilômetros a jusante do ponto de lançamento, que corresponde ao trecho até a confluência com o rio Acará, no qual receberá novo aporte de vazão natural, bastante significativo, havendo ainda mais a diluição do efluente que porventura seja remanescente. A tabela a seguir resume os principais dados considerados para o corpo hídrico receptor.

Tabela 6.1-83 - ***Dados de entrada do corpo receptor.***

Parâmetros	Valores no Ponto P8
Vazão do rio Q_{95} (m^3/s)	0,7049
DBO_5 (mg/l)	3,61
OD (mg/l)	3,80
Temperatura (ºC)	27,50
Largura da base (m)	11,80
Área da seção (m^2)	1,20
Distância (km)	12,00
Declividade media (m/m)	0,007

6.1.8.6.2.3 Coeficientes

O método Streeter e Phelps leva em consideração alguns coeficientes a serem aplicados nas fórmulas, que deverão ser definidos de acordo com as características do curso d'água, trata-se dos coeficientes de desoxigenação, decomposição e sedimentação, conforme já apresentado na metodologia. Em 2007, Von Sperling tabelou tais coeficientes, conforme apresentado no item de metodologia.

6.1.8.6.2.3.1 Coeficiente de desoxigenação (K1)

O coeficiente de desoxigenação ou degradação da DBO (K1) varia de acordo com as características da matéria orgânica, da temperatura e da possível existência de substâncias inibidoras. Os efluentes que passam por tratamento, como é o caso em pauta, possuem uma taxa de degradação mais lenta, isso devido ao fato de grande parte da matéria orgânica já ter sido removida na etapa de tratamento. Porém, deve-se considerar que o curso d'água pode receber efluentes sem tratamento, provenientes de outros usuários.

Considerando as características do Igarapé Castanhal no ponto de lançamento, em que se observa uma certa ocupação urbana nas margens do curso hídrico a montante do empreendimento e a ausência de serviço público de coleta e tratamento de efluentes no município de Acará, conforme destacado no Plano Municipal de Saneamento do Município de Acará (2019). Ainda, considerando os resultados das análises de qualidade da água do Igarapé Castanhal, os quais indicaram valores de DBO entre 3,37 e 3,49 mg/l nos pontos de amostragem mais próximos

ao lançamento (P7, P8 e P9), indicando a presença de matéria orgânica no curso d'água, porém dentro dos limites recomendados pela CONAMA Nº 357 de 2005 (Classe 2).

O valor de K1 foi adotado com base nos valores tabelados por Von Sperling, sendo considerado igual a 0,24 dia-1 a uma temperatura T=20ºC.

Visto que a temperatura medida nas amostras apresenta valores mais elevados, é necessário que se faça a correção de acordo com temperatura medida na amostra. Sendo assim, o valor corrigido do K1 para a temperatura de 27,5 ºC é correspondente a 0,34 dia-1.

6.1.8.6.2.3.2 Coeficiente de reaeração (K2)

O coeficiente de reaeração (K2) corresponde a quantidade de oxigênio que passa da atmosfera para a massa líquida e influência diretamente nos teores de oxigênio dissolvido. Corpos d'água mais rasos e mais velozes tendem a possuir maior coeficiente de reaeração, de acordo com Von Sperling (1997). O Igarapé Castanhal, apesar de ter pouca profundidade, possui também baixa velocidade, reduzindo a introdução do oxigênio na água.

Considerando a ausência de dados mais específicos quanto aos aspectos hidráulicos do rio, o valor de K2 foi definido com base nos valores tabelados disponíveis na literatura. Sendo assim, o valor de K2 foi de 0,46 dia-1 para uma temperatura de 20ºC. Realizando o ajuste da temperatura para 27,5 ºC, o valor corrigido foi de 0,55 dia-1.

6.1.8.6.2.3.3 Saturação de oxigênio (Cs)

A concentração de saturação traduz um equilíbrio dinâmico entre as trocas gasosas na água e pode ser afetada em função do coeficiente de reaeração K2. De forma direta, o valor de Cs é calculado de acordo com as variações de temperatura e altitude, visto que a elevação da temperatura e o aumento da altitude reduzem a concentração de saturação de oxigênio. Seu valor pode ser definido através de fórmulas ou de valores tabelados existentes na literatura com base em experimentos realizados.

De acordo com os valores tabelados o coeficiente de saturação para o ponto estudado, considerando a baixa altitude da região e a temperatura de 27 ºC, seria correspondente a 8,1 mg/L.

6.1.8.6.3 Resultados

Os resultados obtidos para o estudo de autodepuração foram desenvolvidos com base na metodologia de Streeter Phelps detalhada acima, considerando as características do curso d'água receptor e do efluente a ser lançado após as etapas de tratamento. Cabe destacar que as características do igarapé Castanhal foram obtidas através das análises de qualidade da água realizadas no ponto de lançamento de efluente, que ocorreram no mês de abril de 2024, período chuvoso na região. Com relação à vazão do igarapé foi considerada a vazão mínima (Q95), visando avaliar a condição mais restritiva do curso d'água quanto ao recebimento de efluentes. A análise foi realizada em um trecho de 12Km após o lançamento de efluentes, que corresponde ao trecho até a confluência com o rio Acará.

Os resultados do modelo Streeter Phelps indicaram que ao longo do trajeto do percurso analisado, houve redução gradativa dos valores de DBO e aumento dos valores de oxigênio dissolvido, indicando a autodepuração do curso d'água. Ao final de 12 Km, do trecho avaliado, é possível observar os valores de DBO próximos de 3,35mg/l, atendendo aos padrões indicados pelo Resolução CONAMA 357 de 2005 – classe II.

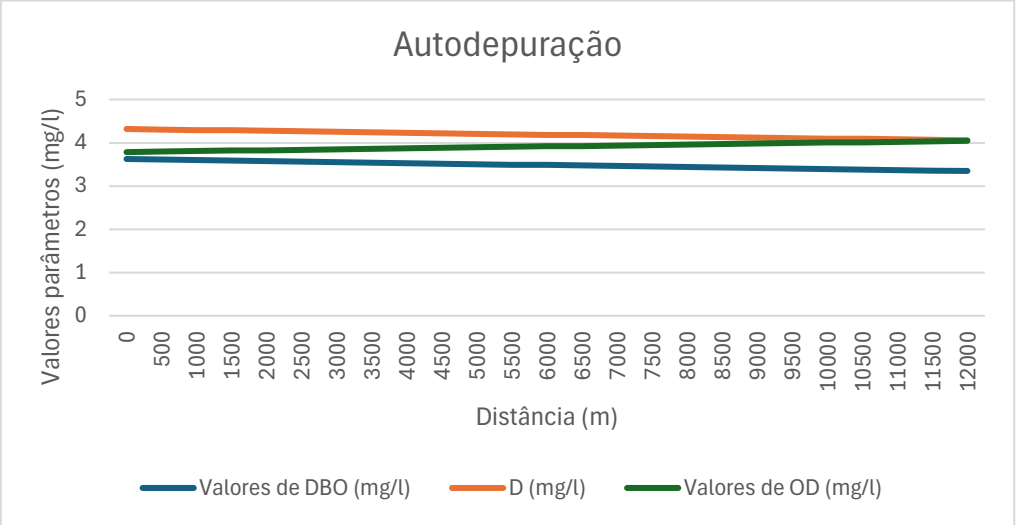
Cabe destacar que os valores de OD analisados no Igarapé Castanhal (3,8mg/l), no local do lançamento, já se encontram abaixo do valor preconizado pela resolução supracitada, quando observados os valores de OD, recomendados (acima de 5mg/l) para rios de classe 2, como é o caso concreto. Nesse sentido, no ponto de lançamento, se observa o decaimento de apenas 0,02mg/l na concentração do OD, mesmo havendo o lançamento do efluente tratado, proveniente do empreendimento. Assim, ao longo do referido Igarapé há previsão de incremento do valor de OD, conforme metodologia apresentada e resultados na tabela a seguir.

Na presente tabela observa-se os resultados da autodepuração ao longo do percurso analisado e o gráfico da figura posterior ilustra os referidos resultados obtidos de forma gráfica.

Tabela 6.1-84 - ***Autodepuração do curso d'água.***

X(m)	Valores de DBO (mg/l)	D (mg/l)	Valores de OD (mg/l)
0	3,6236676	4,317699	3,782301
500	3,6117151	4,306535	3,793465
1000	3,599802	4,295392	3,804608
1500	3,5879281	4,284269	3,815731
2000	3,5760934	4,273167	3,826833
2500	3,5642978	4,262085	3,837915
3000	3,5525411	4,251023	3,848977
3500	3,5408231	4,239982	3,860018
4000	3,5291438	4,228961	3,871039
4500	3,517503	4,217961	3,882039
5000	3,5059007	4,206982	3,893018
5500	3,4943365	4,196022	3,903978
6000	3,4828106	4,185084	3,914916
6500	3,4713226	4,174166	3,925834
7000	3,4598726	4,163269	3,936731
7500	3,4484603	4,152392	3,947608
8000	3,4370856	4,141536	3,958464
8500	3,4257485	4,1307	3,9693
9000	3,4144488	4,119885	3,980115
9500	3,4031863	4,109091	3,990909
10000	3,391961	4,098317	4,001683
10500	3,3807727	4,087564	4,012436
11000	3,3696213	4,076832	4,023168
11500	3,3585067	4,06612	4,03388
12000	3,3474288	4,055429	4,044571

Figura 6.1-227 - Autodepuração.



Diante do exposto é possível concluir que, de acordo com os dados de entrada utilizados no modelo, é possível observar a ocorrência da autodepuração no Igarapé Castanhal em função do lançamento de efluentes tratados a ser realizado pelo CTR Metropolitano. Cabe destacar que a Estação de Tratamento de Chorume (ETC), prevista para o empreendimento, terá elevada eficiência, com previsão de redução de DBO em mais de 90%, sendo o efluente lançado com DBO de no máximo 5mg/l, conforme indicado pelo projeto. Assim, considerando que o Igarapé Castanhal não apresenta elevados valores de DBO, conforme indica as amostragens realizadas, o valor máximo de DBO da mistura, isto é, após o lançamento, é de 3,62 mg/l, estando abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357 de 2005, a qual recomenda valores de DBO de até 5 mg/l para rios de classe 2.

Com relação ao parâmetro de oxigênio dissolvido, os resultados indicaram o aumento gradativo dos valores de OD ao longo do percurso do curso d'água. Porém, destaca-se que os valores de OD monitorados no Igarapé Castanhal já se encontram, atualmente, abaixo do recomendado pela legislação. O valor mais baixo de OD observado foi equivalente a 3,78 mg/l, logo no início do trecho modelado, havendo melhora ao longo do curso d'água, chegando ao valor de 4,04 mg/l ao final do trecho, considerando a inexistência de novos lançamentos outorgados a jusante do futuro ponto de lançamento da CTR. Por fim, ressalta-se que o estudo de autodepuração foi desenvolvido considerando o cenário mais crítico no curso d'água, ou seja, com a vazão mínima de escoamento (Q_{95}). Sendo assim, durante vazões mais abundantes, como por exemplo em períodos chuvosos, a autodepuração do curso d'água para os parâmetros de DBO e OD tendem a ser otimizadas.

6.1.8.7 CONTEXTO HIDROLÓGICO REGIONAL

A bacia hidrográfica do rio Acará, integra a bacia hidrográfica do rio Guamá e tem como principal drenagem o rio Acará. A área total da bacia do rio Acará é estimada em aproximadamente 13.000 km², abrangendo os municípios de Acará, Moju, Tomé-Açu e Bujaru, entre outros. O rio Acará é um curso d'água de porte médio, que nasce na região de Tomé-Açu e percorre aproximadamente 400 km até sua confluência com o rio Guamá, na área próxima ao município de Acará.

O relevo na área da bacia hidrográfica do rio Acará é predominantemente plano a suavemente ondulado, típico das áreas de planície amazônica, com altitudes que variam de 10 a 150 metros.

A cobertura vegetal original consiste em Floresta Ombrófila Densa, com presença de florestas de várzea, igapós e extensas áreas de mosaicos agroflorestais e pastagens, resultantes da expansão agropecuária e da exploração madeireira.

Os solos predominantes são Latossolos e Argissolos, com elevada acidez e susceptibilidade à erosão, principalmente em áreas expostas ou com declividade acentuada.

A bacia hidrográfica do rio Acará possui uma rede hidrográfica bastante densa, composta por diversos igarapés e pequenos rios, destacando-se dentro da área de estudo os seguintes afluentes, Igarapé Castanhal, Igarapé Cajueiro, Igarapé Grota Fria, Igarapé Baço Grande, Igarapé Fábrica e Igarapé Tábua. A tipologia fluvial é majoritariamente de meandros e canais de várzea, com ocorrência de ambientes típicos da planície amazônica, como lagos marginais e áreas alagadas. Esses cursos d'água desempenham papel fundamental na drenagem local, no abastecimento hídrico de comunidades e no suporte à biodiversidade.

O regime hidrológico da bacia hidrográfica do rio Acará é pluvial, isto é, com a dinâmica dos níveis de água diretamente correlacionada ao regime de chuvas, quando apresentam um aumento expressivo de vazão no período chuvoso. Nesse período de cheias sazonais a formação de áreas inundadas e igapós, importantes para a recarga dos aquíferos locais e manutenção de habitats aquáticos.

O escoamento superficial é elevado, com estimativas de taxa de escoamento de aproximadamente 80% e taxa de infiltração de 20%, típicos de áreas de relevo plano e solos com baixa capacidade de retenção. O balanço hídrico teórico para a bacia, considerando a precipitação média, taxa de escoamento e evapotranspiração, sugere um sistema com significativa capacidade de geração de escoamento superficial e recarga hídrica.

Com base nas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) como Belém - A 201 (1931 a 2020) e Castanhal – A - 202 (2003 a 2018), a precipitação pluviométrica média comumente utilizada para a região onde está localizada a área de estudo é de 2200 mm. Os meses mais chuvosos geralmente ocorrem entre janeiro e junho, com pico em março e abril, enquanto os meses mais secos vão de julho a dezembro, com mínima em setembro.

6.1.8.7.1 Caracterização Geológica

6.1.8.7.1.1 Geologia Regional

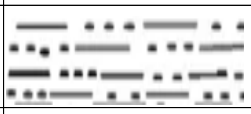
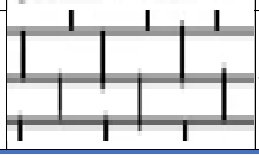
O município de Acará está inserido na porção nordeste do Estado do Pará, dentro da província geológica da Bacia Sedimentar do Marajó e do Complexo Cristalino da Amazônia Oriental, compondo um setor de transição entre unidades geológicas sedimentares e cristalinas.

A região de Acará se localiza na borda sul da Bacia Sedimentar do Marajó, uma bacia do tipo rift de idade Cretácea, que se sobrepõe ao embasamento cristalino arqueano-paleoproterozoico da Província Geotectônica Amazônica, particularmente à Província Carajás e Província Gurupi. O setor é caracterizado por importantes sistemas estruturais regionais, com destaque para:

- **Falhas normais e sistemas de rifteamento** associados à abertura do Atlântico Sul.
- **Lineamentos estruturais NNE-SSW e NW-SE** que influenciam na compartimentação do relevo e na orientação dos cursos d'água.

A geologia da região é caracterizada principalmente pelas rochas e coberturas de idade Cenozoica conforme quadro.

Figura 6.1-228 - Unidades geológicas de Acará.

EON	ERA	PERÍODO	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	SIMBOLOGIA	CARACTERÍSTICAS
FANEROZOICO	CENOZÓICO	Quaternário	Sedimentos Recentes		Presença de depósitos fluviais com grande acumulo de seixo, areia de granulometria fina e média, argila escura de coloração cinza e amarronzada (rica em humus)
			Formação Pós Barreiras		Areias finas a médias, moderadamente selecionadas, com coloração variável entre amarelo-claro e bege, associadas a níveis argilosos e siltosos intercalados ou lateralmente contínuos.
		Terciário	Formação Barreiras		Espessas acumulações siliciclásticas multicoloridas, predominantemente compostas por arenitos, siltitos e argilitos, com variação textural e composicional indicativa de múltiplos sistemas deposicionais terrígenos
			Formação Pirabas		Sucessão predominantemente carbonática, composta por intercalações subordinadas de folhelhos negros a esverdeados e arenitos amarelados, representativos de distintos sistemas deposicionais

A área de estudo insere-se no domínio das unidades litoestratigráficas da Formação Barreiras, com espessura variável entre 80 e 130 metros, e da cobertura sedimentar Pós-Barreiras, com espessura entre 10 e 25 metros, que sustentam sistemas aquíferos livres e confinados.

Em profundidades superiores a 120 metros, destaca-se à Formação Pirabas, importante sistema regional, embora sem evidências de carstificação ou fraturamento significativo na área de estudo.

A seguir a caracterização dessas unidades:

- **Sedimentos recentes (Depósitos Aluviais)** formado pelos sedimentos inconsolidados de textura arenosa a argilosa, associados às planícies fluviais do sistema hidrográfico do rio Acará. Frequentemente associados a áreas de várzea e igarapés.
- **Formação Pós Barreiras** são predominantemente areias finas a médias, moderadamente selecionadas, com coloração variável entre amarelo-claro e bege, associadas a níveis argilosos e siltosos intercalados ou lateralmente contínuos. Em alguns pontos, ocorrem também camadas de cascalho com matrizes arenosas, indicando episódios de maior energia deposicional.
- **Formação Barreiras** constitui a unidade litoestratigráfica que sobrepõe discordantemente a Formação Pirabas, sendo caracterizada por espessas acumulações siliciclásticas multicoloridas, predominantemente compostas por arenitos, siltitos e argilitos, com

variação textural e composicional indicativa de múltiplos sistemas deposicionais terrígenos (SÁ, 1969). Na região da folha Belém 1:100.000 (CPRM), apresentam oito fácies sedimentares: Fácies pelítica laminada, Fácies pelítica maciça, Fácies areno-argilosa com estruturas wavy e lenticular/lisen, Fácies arenosa com estratificação plano paralela, Fácies arenosa com estratificação cruzada acanalada, Fácies arenosa com estratificação cruzada sigmoidal, Fácies arenosa grossa a conglomerática e Fácies conglomerática com clastos de pelito.

- **Formação Pirabas** configura-se como uma sucessão predominantemente carbonática, composta por intercalações subordinadas de folhelhos negros a esverdeados e arenitos amarelados, representativos de distintos sistemas deposicionais (PETRI, 1957; FERREIRA, 1966). De acordo com Góes (1990), as subdivisões litofaciológicas propostas para esta unidade não apresentam um arranjo estratigráfico consistente nem delimitam domínios geográficos específicos, denotando uma sedimentação caracterizada pela recorrência e superposição de fácies. Tal padrão sugere a atuação de processos deposicionais repetitivos, possivelmente controlados por variações autóctones e alóctones, como ciclos eustáticos de curta duração, dinâmica hidrodinâmica e mudanças no regime de subsidência da bacia.

6.1.8.7.1.2 Geologia local

De acordo com o mapeamento geológico realizado no ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - CTR METROPOLITANO (Vereda, 2024), foi possível individualizar as seguintes unidades geológicas da base para o topo: Grupo Barreiras, Unidade Cobertura Detrítica-laterítica, Sedimentos pós-Barreiras e Depósitos atuais.

Os depósitos atuais são relacionados aos vales de drenagens, englobando sedimentos fluviais e/ou aluviais constituídos por argilas caulínicas e areias quartzosas e, em menor proporção, por cascalhos constituídos por seixos de quartzo. Na área vistoriada apenas foram observados solos arenosos e localmente cascalho proveniente das crostas lateríticas e com espessuras muito pequenas (Veredas, 2024).

As coberturas de sedimentos, denominadas de **Pós-Barreiras**, encontram-se em posições estratigráficas superiores. Correspondem a materiais areno-argilosos a argilo-siltosos, com coloração predominantemente amarelada a alaranjada, resultante do intemperismo da cobertura detrítica laterítica, com contribuição de materiais aluviais recentes, expressos por coberturas areno-argilosas a argilo-arenosas de coloração bege-clara.

As espessuras desses sedimentos variam de 10 a 25 metros, reduzindo-se nas áreas mais elevadas e espessando-se nos interflúvios e várzeas próximas aos sistemas de drenagem, como o Igarapé Castanhal e afluentes do Rio Acará.

Figura 6.1-229 - Solo amarelo/alaranjado com fragmentos avermelhados.



Sotoposto as coberturas pós barreiras e aos depósitos eluviais, temos a unidade **Cobertura Detrítica-Laterítica.** São resultantes de intensos processos de lateritização, caracterizados pela transformação mineralógica e mobilização de elementos. Em seu estado original apresentam-se como uma camada constituída de uma crosta bastante compacta e dura. Em superfície apresentam-se geralmente fragmentadas (figura abaixo).

Figura 6.1-230 - Ocorrência de camada fraturada de crosta laterítica.



O **Grupo Barreiras** aparece em regiões de afloramentos apenas nos limites nordeste e sudeste da área de estudo. Conforme citado na geologia regional, esta unidade apresenta diversas fácies diferenciadas principalmente por sua granulometria, variando de argilosa, pelítica, arenosa e conglomerática. Na área de estudo foram identificadas uma fácies pelítica laminada e uma fácies pelítica maciça (Veredas, 2024).

O **Grupo Pirabas** não aflora na área de estudo, não sendo então caracterizado nos estudos geológicos locais realizados.

6.1.8.7.2 Hidrogeologia Regional

A definição das unidades hidroestratigráficas é feita principalmente com base nas unidades geológicas. Uma síntese da hidrogeologia regional é apresentada na figura a seguir, que apresenta as características das principais unidades hidroestratigráficas da região metropolitana da Belém e adjacências (Fonte: CPRM, 2002).

Figura 6.1-231 - Unidades hidroestratigráficas da região metropolitana de Belém e adjacências.

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	UNIDADE		ESPESSURA	SÍNTESE LITOLÓGICA	CARACT. HIDROGEOLÓGICA
CENOZÓICA	QUARTERNÁRIO	HOLOCENO - PLEISTOCENO	CLÁSTICOS FRIÁVEIS		10m	Constituem -se de areias variadas, argilas, limos e várzeas, distribuídas ao longo das valas dos rios, praias e zonas de mangues.	Potencialidade hidrogeológica alta para baterias de poços rasos, tendo em vista as boas condições de recarga desse aquífero. Vazão na ordem de 10m³/h.
	TERCIÁRIO	MIO - PLIOCENO	COBERTURA DETRÍTICO LATERÍTICA		35m	Sedimentos argilo - arenosos, variegados, com níveis lateritizados e arenito ferruginoso.	Potencialidade hidrogeológica fraca, devido á constituição litológica, contudo é muito utilizado pela população, através de poços tubulares rasos, que fornecem vazões na ordem de 1 a 3m³/h.
			GRUPO BARREIRAS		70m	Constituído de argilas vermelhas com níveis caulinizados e areias continentais..	Potencialidade hidrogeológica média satisfatória para demandas em torno de 20 a 80 m³/h , mas tem o inconveniente de apresentar teor excessivo de ferro na maioria das vezes.
		OLIGOMIOCENO	FORMAÇÃO PIRABAS	SUPERIOR	80m	Constitui a parte marinha da bacia e é caracterizado por calcários, arenitos calcíferos, marga, folhelhos cinza esverdeados e abundante conteúdo fossilífero.	Boa perspectiva hidrogeológica para captação de água subterrânea, com vazões na ordem de 100 m³/h. Apresenta também, em alguns casos, teores elevados de ferro, mas é muito utilizado nas indústrias.
				INFERIOR	120m	Esta unidade é caracterizada por arenitos de granulometria fina a grossa e pelitos associados	Potencialidade hidrogeológica excelente e a mais promissora dentre as unidades terciárias, sendo muito utilizado no abastecimento público e nas industrias. Apresenta vazões acima de 200m³/h.
				PRÉ - PIRABAS	> 300m	Arenitos finos com intercalações de Siltito e argila.	Não São conhecidas as suas características hidrodinâmicas, entretanto apresenta camadas arenosas de 20m de espessura, tropeadas por argilas e siltitos.

Essas unidades hidroestratigráficas agrupam-se em três domínios aquíferos principais que podem ser denominados de: Sistema aquífero das coberturas, Sistema aquífero Barreiras e Sistema aquífero Pirabas.

6.1.8.7.2.1 Sistema aquífero das coberturas

Trata-se de um sistema aquífero do tipo poroso, constituído pelos sedimentos da Cobertura Detrítica Laterítica que por sua vez está encimada por alúvios e colúvios (Unidade clástico-friáveis).

Esses sedimentos alúvio-coluvionares correspondem à unidade aquífera superior, formada por níveis argilo-arenosos, inconsolidados, existentes no intervalo 0 a 35 m, e considerados de potencial hidrogeológico fraco, como atestam as vazões conhecidas. Entretanto, na maioria das vezes, apresentam água de boa qualidade para consumo humano, podendo, em alguns casos, não ser potável devido ao teor excessivo de ferro. São aquíferos livres, cuja recarga se dá

diretamente pela precipitação pluviométrica, enquanto a descarga se efetiva através dos rios, fontes, evapotranspiração e poços de captação (CPRM, 2002).

6.1.8.7.2.2 Sistema aquífero Barreiras

O segundo domínio, corresponde aos sedimentos do Grupo Barreiras, com litotipos heterogêneos, predominantemente arenosos, intercalados por níveis argilo-arenosos e siltitos, que conferem heterogeneidade e anisotropia ao sistema aquífero. Este pacote tem cerca de 80 m de espessura e seus aqüíferos não permitem grandes vazões, variando de 15 m^3/h a 80 m^3/h) e, frequentemente, apresentam teores de ferro fora do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde. (CPRM, 2002).

Nesse domínio, os aqüíferos são livres, semi-livres e, localmente, confinados. A recarga se dá por contribuição das camadas sobrepostas ou através da precipitação pluviométrica nas áreas de afloramento. Os aqüíferos Barreiras e Pós-Barreiras, na maioria das vezes, não estão hidraulicamente conectados. (CPRM, 2002).

Propriedades hidrogeológicas típicas:

- Porosidade efetiva (ne): variando entre 20% e 35%, relacionada ao caráter friável e mal consolidado dos arenitos.
- Condutividade hidráulica (K): com valores entre 10^{-5} e 10^{-3} m/s, dependendo do grau de consolidação e granulometria.

6.1.8.7.2.3 Sistema Aquífero Pirabas

O terceiro domínio corresponde à unidade Pirabas, formado por dois sistemas aquíferos do tipo multicamadas, que no trabalho da CPRM (2002) são denominados de Pirabas Superior e Inferior, respectivamente.

O superior é caracterizado por sedimentos marinhos, fossilíferos, composto por argila calcífera cinza-esverdeada e leitos de calcário duro cinza-esbranquiçado, que se alternam sucessivamente com camadas de arenito calcífero, siltitos e areias existentes no intervalo de 80 a 180 m. Quando diminuem os níveis de calcário e folhelho, aumentam as espessuras de areia. O potencial desse aquífero é moderado, contudo pode-se esperar boas vazões, principalmente nos arenitos mais grosseiros.

O sistema aquífero Pirabas Inferior, constitui-se, predominantemente, de camadas repetitivas de arenitos cinza-esbranquiçado, granulação fina à conglomerática, com intercalações mais espessas de argilas e siltitos esverdeados. Estes sistemas jazem abaixo de 180 m e se apresentam como excelentes aqüíferos, com vazões da ordem de 300 m^3/h ou maiores, boa potabilidade e teores de ferro baixíssimos ou mesmo ausentes na maioria das vezes.

As águas da Formação Pirabas tendem a apresentar características físico-químicas distintas das do aquífero Barreiras, com maiores teores de íons dissolvidos, especialmente bicarbonatos e cálcio, conferindo potencial para aquíferos de água mineral. A recarga do sistema ocorre de forma mais restrita, através de zonas de afloramento ou por infiltração vertical lenta, sendo localmente favorecida pela presença de fraturas ou falhas estruturais.

Propriedades hidrogeológicas típicas:

- Porosidade efetiva: predominantemente secundária, condicionada por fraturamento e dissolução cárstica nos níveis carbonáticos, com valores estimados entre 5% e 15%.
- Condutividade hidráulica (K): altamente variável, de 10^{-7} a 10^{-4} m/s, dependendo da intensidade da fraturação e da presença de zonas cársticas.

6.1.8.7.2.4 Seções Geológicas Transversais

Foram elaborados quatro perfis geológicos transversais à área do Aterro Metropolitano, representando a geologia local com base nos dados disponíveis. Os furos utilizados são rasos, com profundidades inferiores a 20 metros, e correspondem às campanhas de investigação realizadas entre os anos de 2011 e 2025. Ressalta-se que as campanhas de sondagem permanecem em andamento.

As litologias predominantes nos perfis consistem em argilas e areias finas siltosas, com intercalações pontuais de pedregulhos e níveis lateríticos. A figura a seguir apresenta a área do aterro com a localização dos perfis geológicos construídos.

Figura 6.1-232 - Área do polígono com quatro perfis geológicos.

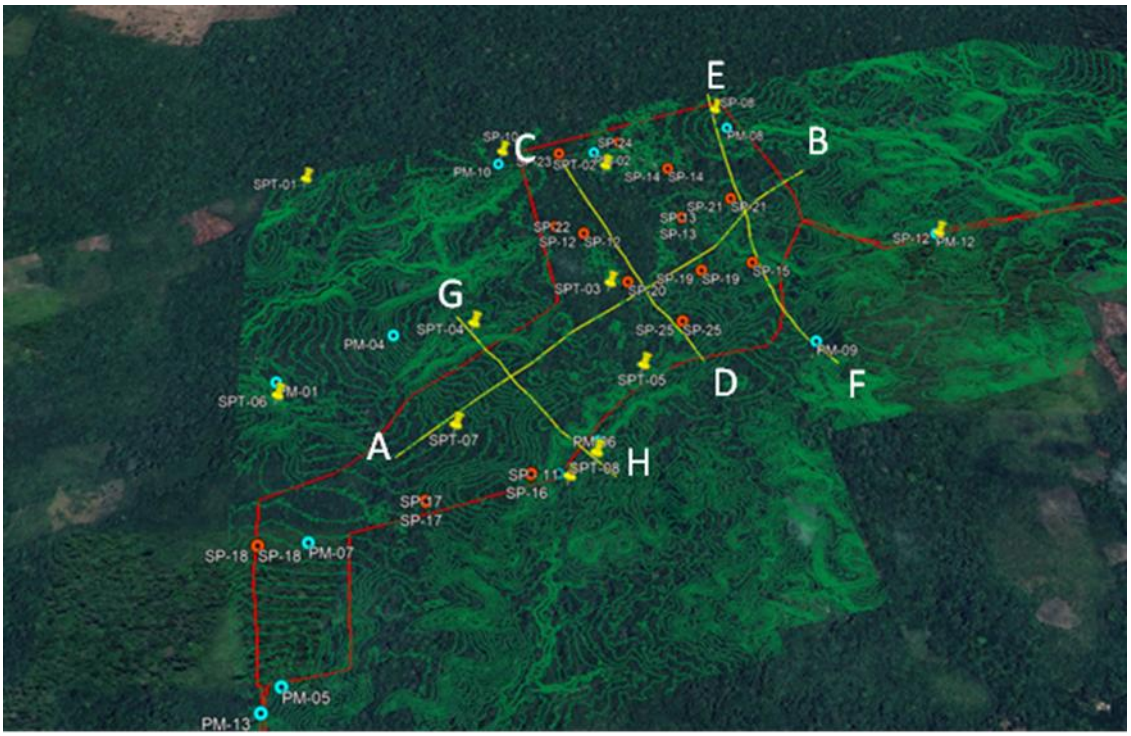
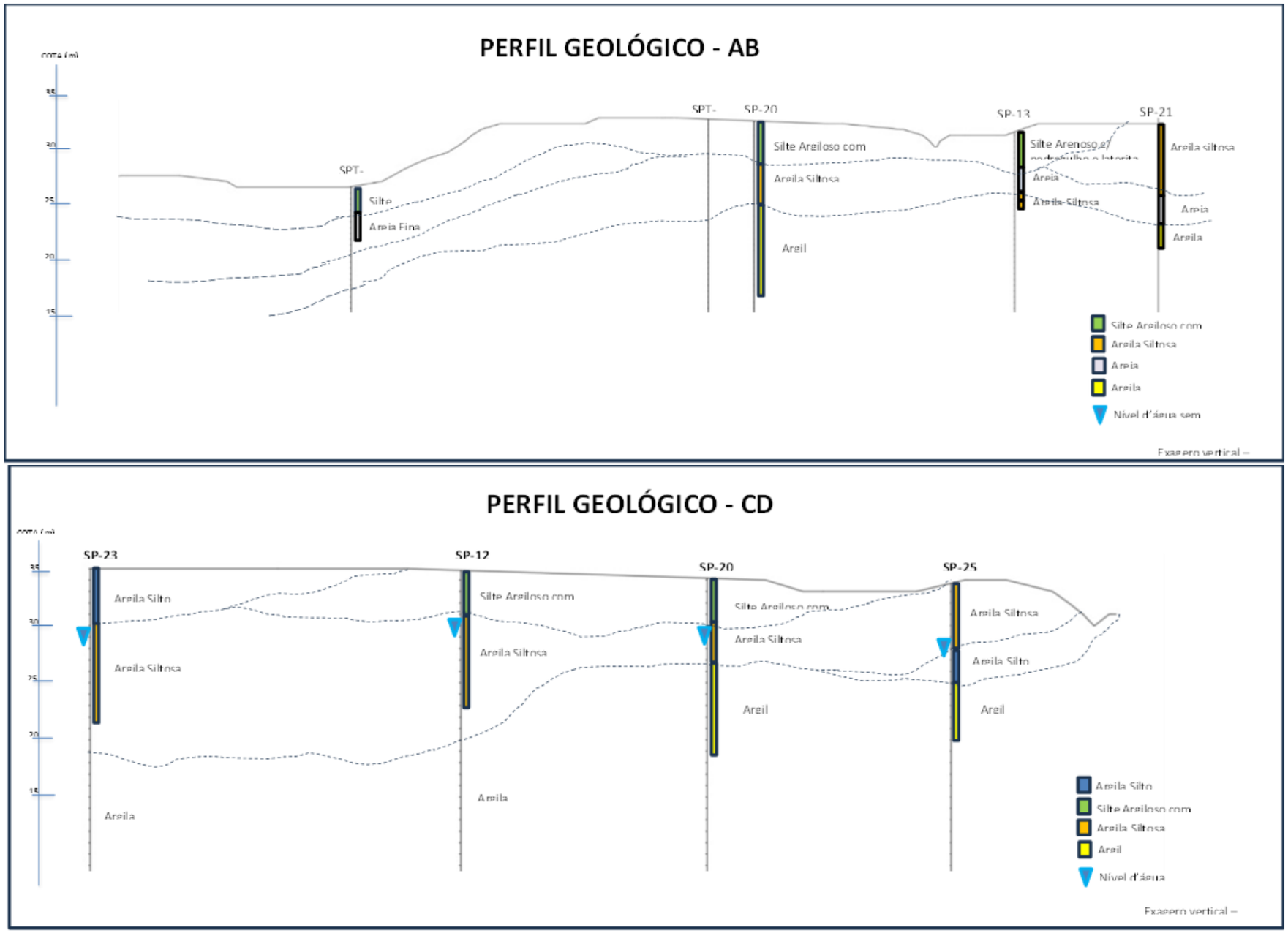
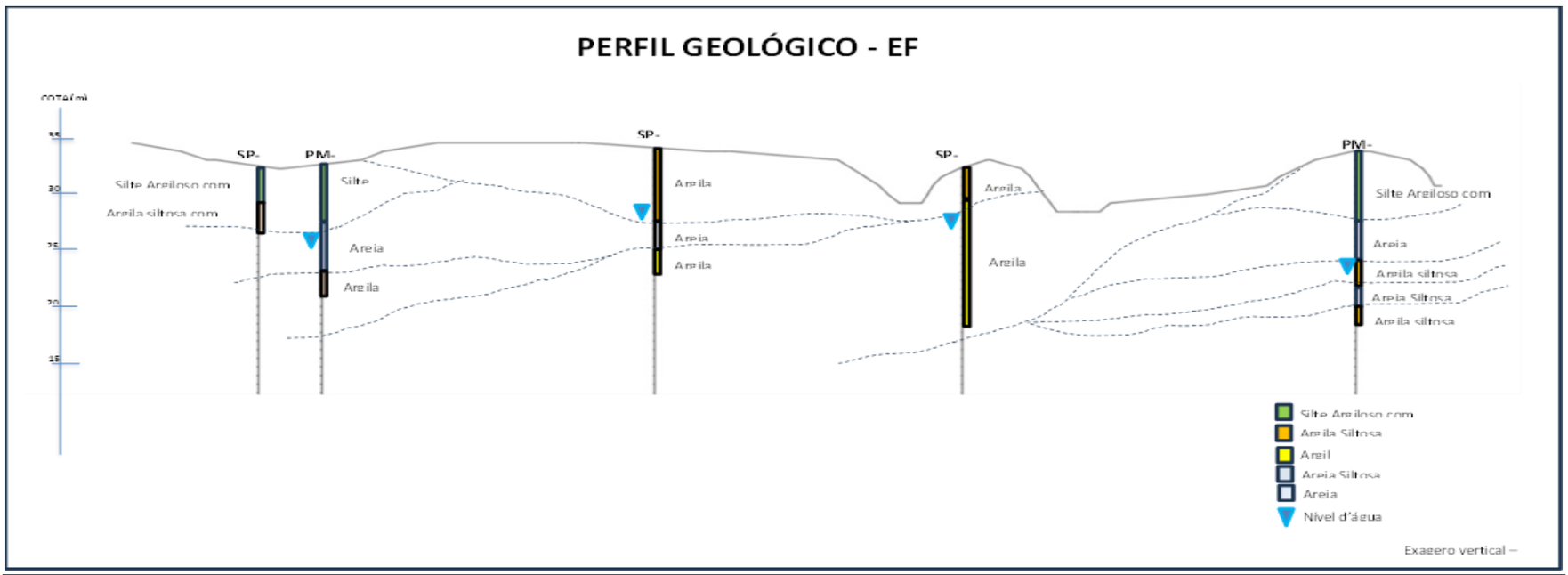
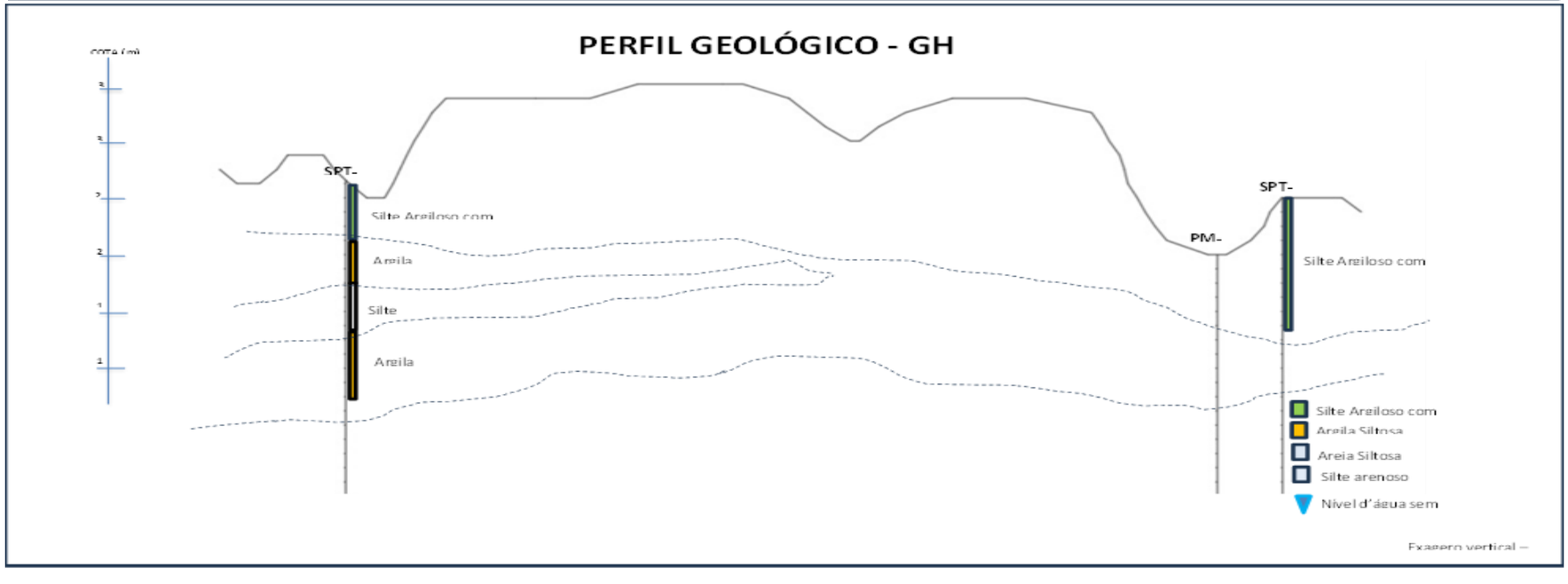


Figura 6.1-233 - Perfis geológicos.




PERFIL GEOLÓGICO - EF
COTA (m)
35
30
25
20
15
SP-
PM-
SP-
SP-
PM-
Silte Areiloso com
Areia siltosa com
Silte
Areia
Areia
Areia
Areia
Areia
Areia
Areia
Silte Areiloso com
Areia
Areia siltosa
Areia Siltosa
Areia siltosa
Silte Areiloso com
Areia Siltosa
Areil
Areia Siltosa
Areia
Nível d'água
Exagero vertical –


PERFIL GEOLÓGICO - GH
COTA (m)
SPT-
PM-
SPT-
Silte Areiloso com
Areia
Silte
Areia
Silte Areiloso com
Silte Areiloso com
Areia Siltosa
Areia Siltosa
Silte arenoso
Nível d'água sem
Exagero vertical –

6.1.8.7.3 Caracterização hidrogeológica da área de Estudo

6.1.8.7.3.1 Inventário de pontos d´água

Define-se como ponto d´água qualquer acesso as águas do aquífero, capaz de fornecer informações sobre o mesmo (Feitosa, F.A.C. *et. al*., 2008). Destacam-se como pontos d´água, as fontes naturais (nascentes/surgências de água) bem como os diversos tipos de poços existentes (poço tubulares, cacimbas, etc.).

O levantamento de pontos d´água foi realizado na segunda quinzena do mês de maio/2025, tendo como foco a ADA do projeto e seu entorno. Trata-se, portanto de um levantamento realizado ao final do período chuvoso. Cumpre registrar que durante etapa de campo ocorreram precipitações pluviométricas em praticamente todos os dias, em geral no final da tarde.

Nesse levantamento foram cadastrados um total de 08 nascentes sendo que nenhuma dentro do limite da ADA, todas em seu entorno, situadas na cabeceira dos igarapés existentes no entorno do empreendimento. Cabe ressaltar que, para a área em questão, foram identificadas **14 nascentes** no total; contudo, para fins do estudo hidrogeológico, foram consideradas apenas aquelas **localizadas nas proximidades da Área Diretamente Afetada (ADA)**.

Quanto aos poços foram visitados todos os poços de monitoramentos construídos para este projeto, tanto os da campanha de 2015 como da campanha de 2024, dentre esses poços dois encontravam-se com a boca destruída, restando então 10 poços de monitoramento. Foi cadastrado também um poço de abastecimento na sede da propriedade.

6.1.8.7.3.2 Pontos de afloramentos naturais e pontos de controle nos cursos d´água

A metodologia utilizada nos pontos de afloramentos naturais (nascentes) consistiu em percorrer a área, acessando os cursos d´água e identificando os pontos nas drenagens onde a água começava a aparecer e apresentar um fluxo d´água. As nascentes foram identificadas com a letra “NA” seguidas de um número sequencial conforme ordem de cadastramento.

Foram cadastrados também pontos de controle ao longo dos cursos d´água, para melhor caracterização dos corpos d´água. Pontos esses situados a jusante das nascentes, as vezes no encontro de braços de drenagem, no cruzamento do curso d´água com os acessos/estradas etc. Os pontos de controle foram identificados com a letra “PC” seguidas de um número sequencial conforme ordem de cadastramento.

Alguns pontos foram registrados ao longo das drenagens secas, a montante das nascentes, para enfatizar a ausência de água superficial. Esses pontos foram identificados com a letra “DS” seguidas de um número sequencial conforme ordem de cadastramento.

Em cada ponto foi feita a descrição do seu acesso e localização, descrição do ponto com croqui geológico, registro fotográfico, medição de parâmetros físico-químicos da água, etc.

Para o levantamento das coordenadas dos pontos bem como do caminhamento, foi utilizado o aparelho portátil GPS Garmin modelo 60CSX, que indica além das coordenadas, as cotas topográficas calculadas pelo método barométrico.

Nas nascentes e pontos de controle, foram feitas medições “in situ” dos parâmetros físico-químicos básicos da água, a saber, pH, condutividade elétrica, ORP e temperatura. Essas medições foram feitas com o aparelho multiparâmetro portátil marca Hanna modelo HI 98194.

O registro fotográfico de cada ponto foi realizado com celular Samsung GalaxyA51 através do aplicativo “Timestamp Câmera Free”, que registra as coordenadas do ponto fotografado e data na própria foto.

O quadro apresenta os principais dados das nascentes, pontos de controle e drenagem seca cadastrados. Nesta tabela as cotas altimétricas dos pontos foram corrigidas com base no recente levantamento aerofotogramétrico de detalhe realizado na área, pela Cabugi Geosoluções (2025).

Quadro 6.1-53: Dados das nascentes e pontos de controle cadastradas em maio/2025.

Código	Correlação	Tipo	Curso d´água	Coordenadas SIRGAS 2000		Cota (m)
				E-W	N-S	
NA01	PAN-03	nascente	Afluente Igarapé Cajueiro	802420	9817377	15,2
NA02	PAN-04	nascente	Afluente Igarapé Cajueiro	802759	9818034	18,6
NA03	PAN-02	nascente	Afluente Igarapé Cajueiro	802731	9817847	17,8
NA04	PAN-01	nascente	Afluente Igarapé Cajueiro	802412	9816541	9,8
NA05	PAN-06	nascente	Igarapé Grota Funda	803081	9816942	14,4
NA06	PAN-09	nascente	Igarapé Fábrica	803806	9817387	17,5
NA07	PAN-08	nascente	Igarapé Fábrica	803855	9817286	14
NA08	PAN-05	nascente	Igarapé da Tábua	804160	9818218	16,4
PC01	-	ponto de controle	Afluente Igarapé Cajueiro	802603	9817892	14,8
PC02	-	ponto de controle	Afluente Igarapé Cajueiro	802319	9817492	12,8
PC03	-	ponto de controle	Igarapé Grota Funda	803081	9816881	13,2
PC04	-	ponto de controle	Igarapé da Tábua	804511	9818545	12,4
PC05	-	ponto de controle	Igarapé Baço Grande	805147	9818384	10,3
PC06	-	ponto de controle	Igarapé Cajueiro	802089	9816288	5,4

Código	Correlação	Tipo	Curso d´água	Coordenadas SIRGAS 2000		Cota (m)
				E-W	N-S	
PC07	-	ponto de controle	Igarapé Castanhal	804016	9815952	6,0
DS01	-	drenagem seca	Afluente Igarapé Cajueiro	802477	9817386	14,8

A maior parte das nascentes encontram-se em solo areno-siltoso a arenoso, muitas vezes sobrepostos a solos mais argilosos. Em algumas drenagens observam-se material aluvionar composto por seixos decimétricos angulosos de lateritas (localmente denominados de “piçarra”). Do ponto de vista litológico, difere-se a nascente NA08 cujo leito d´água encontra em meio a crosta laterítica compacta.

Quanto ao fluxo, as nascentes em sua maioria apresentam aumento gradativo de vazão de água, sendo descritas como disseminadas, surgindo como empoçadas e aumentando fluxo para jusante. Exceção ocorre na nascente NA07 que ocorre de forma difusa, surgindo na margem esquerda do curso d´água com uns pequenos olhos d´água com fluxo ascendente em meio a material arenoso.

	
Nascente NA04 em solo arenoso.	**Nascente NA01 em solo argiloso.**
	
Nascente NA08 em crosta laterítica	***Nascente NA07 difusa***

Segundo informações de funcionários que trabalham nesta propriedade, todas essas nascentes cadastradas são perenes e não secam durante período de estiagem.

Figura 6.1-234 - Registros fotográficos das nascentes NA04, NA01, NA08 e NA07.



Nascente NA04 em solo arenoso.



Nascente NA01 em solo argiloso.



Nascente NA08 em crosta laterítica



Nascente NA07 difusa

Os parâmetros físico-químicos medidos nas nascentes e pontos de controle são indicados pelo quadro. Verificam-se pH ácidos em torno de 4, condutividade elétrica baixa com média de 26 micros/cm e potencial de oxi-redução médio de 324 mV.

Quadro 6.1-54: ***Parâmetros físico-químicos dos pontos cadastrados.***

Ponto	Correlação	Temp. ar ^0C	Temp. água ^0C	pH	Cond (microS/cm)	ORP (mV)
NA01	PAN-03	32,4	24,41	3,02	24	383,5
NA02	PAN-04	26,54	24,37	4,23	40	294,4
NA03	PAN-02	26,44	24,04	4,25	28	290,4
NA04	PAN-01	26,11	24,62	3,75	29	315,1
NA05	PAN-06	25,91	24,41	3,98	23	322,4
NA06	PAN-09	25,8	24,42	3,43	26	381
NA07	PAN-08	25,75	24,35	3,71	31	382,9
NA08	PAN-05	23	23,89	4,41	30	300,9
PC01	-	-	-	-	-	-
PC02	-	30,2	27,2	4,32	-	-
PC03	-	-	-	-	-	-
PC04	-	-	-	-	-	-
PC05	-	-	-	-	-	-
PC06	-	27,09	24,21	5,64	16	259
PC07	-	25,59	23,94	4,21	16	311,7
Média	-	**26,8**	**24,5**	**4,1**	**26**	**324,1**

6.1.8.7.3.3 Poços Cadastrados

Na área de estudo foram instalados 12 poços de monitoramento, sendo 6 na primeira campanha de 2015 (PM01 a PM07) e 6 na segunda campanha de 2024 (PM08 a PM13). Não foram encontradas informações sobre o PM03 onde admite-se que nunca tenha sido efetivamente instalado. Segundo informações dos relatórios da Vereda (2024) e do memorial descritivo da Sondacil da prospecção geotécnica de 2024, todos os poços foram perfurados em 4”, revestidos em 2” e apresentam tubo filtro na porção inferior do furo. A profundidade total deles variam de 15 a 22 metros sendo a perfuração limitada por uma camada denominada de “impenetrável” que corresponde possivelmente a crosta laterítica descrita no item da geologia local. Os poços da primeira campanha apresentam comprimentos variáveis de tubo filtro entre 2 e 8 metros e os da segunda campanha apresentam todos 2 metros de tubo filtro em seu fundo.

A coluna de pré-filtro dos poços da primeira campanha, em geral chegam até quase a boca, onde tem a cimentação, já os da segunda campanha apresentam uma coluna de pré-filtro apenas na posição dos filtros, ou seja, nos dois metros finais. Os poços da primeira campanha não apresentam uma laje de proteção, tendo apenas o tubo do revestimento interno saindo para superfície, mas segundo perfil construtivo possuem selo sanitário com cimentação até 2 metros de profundidade. Os poços da segunda campanha já apresentam uma laje de proteção de concreto.

Figura 6.1-235 - Poço de monitoramento PM-01.



Figura 6.1-236 - Poço de monitoramento PM-12.



No levantamento em maio/2025 foi verificado que dos 12 poços construídos, dois encontravam-se com sua boca destruída, o PM05 e o PM07. O PM05 foi localizado, mas registrado apenas um furo no chão sem revestimento visível. Já o PM07 não foi nem localizado, segundo informações dos funcionários da propriedade, o tubo deste instrumento foi cortado e deste então não foi mais localizado, sendo considerado destruído.

Figura 6.1-237 - Poço de monitoramento PM-05 destruído.



No quadro abaixo apresenta as principais informações desses poços de monitoramento. As coordenadas descritas referem-se aquelas levantadas com GPS Garmim 60 Cxs em campo, cujos valores diferem um pouco das indicadas nos relatórios consultados. Essas coordenadas foram plotadas nas bases topográficas gerados no aerolevantamento realizado pela Cabubi (2025) através do qual obteve-se a cota altimétrica dos instrumentos com melhor precisão.

Utilizando de medidores de nível d´água do tipo “piu” foram feitas medições, durante etapa de campo de maio/25, da profundidade do nível d´água em todos os 10 poços existentes e calculada a cota do nível d´água.

No quadro abaixo a seguir também é apresentada os dados básicos do poço de abastecimento existente na sede da propriedade. Devido ao mesmo estar todo equipado com bomba, não foi possível a medição do seu nível d´água. Segundo informações verbais, esse poço possui 12 metros de profundidade e não seca no período de estiagem. Atende ao consumo humano de 1 morador fixo e visitantes.

Quadro 6.1-55 - Dados dos poços cadastrados e medições no nível d´água de maio/2025.

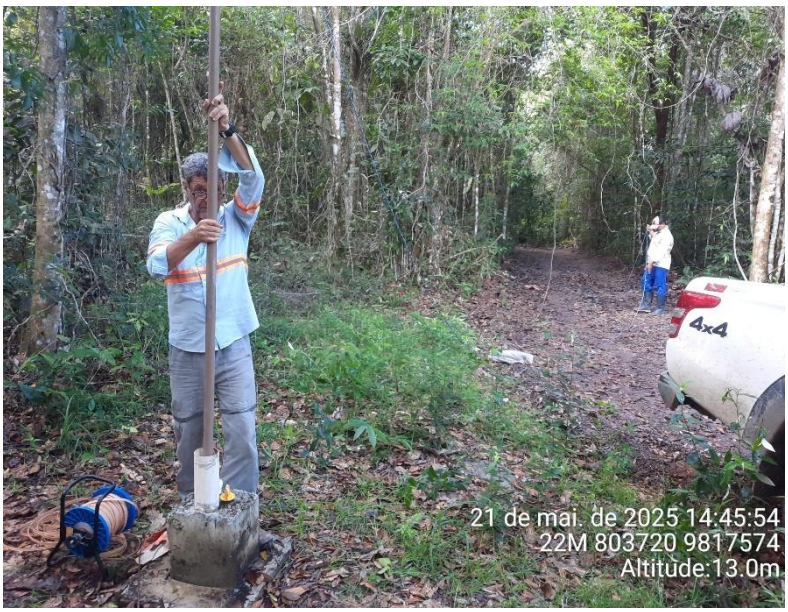
Código	Correlação	Coordenadas SIRGAS 2000 – Zona 22 S		Cota (m)	Prof. Total (m)	Altura do cano (m)	prof. n.a. medida (m)	prof. n.a. real (m)	Cota n.a. (m)
		E-W	N-S						
PM01	ST-01	802373	9817454	15,6	18	0,88	2,65	1,77	13,8
PM02	ST-02	803163	9818267	36,0	20	0,67	15,24	14,57	21,4
PM04	ST-04	802643	9817601	29,2	21	0,3	14,39	14,09	15,1
PM06	ST-06	803169	9817272	22,4	22,0	0,76	4,09	3,33	19,1
PM08	ST-08	803512	9818374	31,8	16,0	0,645	11,25	10,605	21,2
PM09	ST-09	803759	9817607	34,4	18,0	0,57	14,56	13,99	20,4
PM10	ST-10	802892	9818226	33,5	19,0	0,7	12,96	12,26	21,2
PM11	ST-11	803081	9817178	21,6	15	0,57	3,77	3,2	18,4
PM12	ST-12	804084	9817971	30,0	20,0	0,36	13,61	13,25	16,8
PM13	ST-13	802470	9816545	12,5	18,0	0,61	2,58	1,97	10,5
PA01	-	805331	9818625	16,8	12,0	-	-	-	-

6.1.8.7.3.4 Ensaios para determinação de parâmetros hidrodinâmicos

Para determinação da condutividade hidráulica foram realizados ensaios do tipo “slug-teste” em todos os poços de monitoramento da área de estudo.

Os ensaios de slug-teste foram realizados através da injeção de um “slug” (tarugo) feito com cano de PVC DN40 com 3,2 metros de comprimento e preenchido com areia. Foram realizados ensaios tanto da injeção (slug-in) como da retirada do tarugo (slug-out).

Figura 6.1-238 - Realização do slug-test.



Com a injeção do tarugo ocorre a elevação do nível d´água, a medição do descenso do nível d´água permite calcular a condutividade hidráulica (slug-in). De modo análogo, com a retirada do tarugo ocorre o aprofundamento do nível d´água, a medição de sua recuperação permite também calcular a condutividade hidráulica (slug-out).

O método de cálculo utilizado foi o de Bower-Rice (1976) adequado para poços parcialmente penetrante no aquífero, como é o caso. Este método utiliza a seguinte fórmula:

$$K = \frac{r_c^{\,2} \ln\left(\frac{R_e}{r_w}\right)}{2d} \cdot \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{ht}{h0}\right)$$

- Onde:
  - K = condutividade hidráulica
  - r_c = raio da seção filtrante (r_{eff} se nível d'água se encontrar dentro da seção filtrante)
  - R_e = raio de contribuição do ensaio
  - r_w = raio para o aquífero não deformado pela perfuração do poço
  - d = comprimento da seção filtrante
  - h_t = deslocamento do nível d'água em função do tempo
  - h_0 = deslocamento inicial do nível d'água

Para resolução da equação citada foram utilizadas as planilhas em Excel elaboradas pela USGS (2002). Nessas planilhas, são inseridos os dados do ensaio e do poço, gerando um gráfico semi-log de (ht/ho). A tendência deste gráfico é que os pontos plotados gerem uma reta. Através do ajuste manual desta reta, temos os resultados da condutividade hidráulica.

Durante a realização dos ensaios foram detectados alguns resultados incoerentes em alguns poços indicando que os mesmos precisavam ser limpos. O quadro apresenta a relação dos ensaios realizados em cada poço, indicando o status de seu resultado, neste quadro são indicados também algumas informações importantes dos poços. Dentre os poços que indicaram problemas destacamos o PM11 onde foi verificado que se encontrava claramente entupido, e o PM06 e PM09 com indícios de mal funcionamento dos filtros/pré-filtro. Em alguns poços foi realizado somente o ensaio de do "slug-in".

Quadro 6.1-56 - Status dos slug-testes realizados.

Poço	Material na posição do filtro	Comprimento do filtro (m)	Tipo do ensaio	Status dos ensaios
PM01	material areno siltoso	2	slug-in	realizado com resultados coerentes
			slug-out	realizado com resultados inconsistentes
PM02	material areno siltoso	6	slug-in	realizado com resultados coerentes
			slug-out	realizado com resultados coerentes
PM04	material areno siltoso	5	slug-in	realizado com resultados coerentes
			slug-out	realizado com resultados coerentes
PM06	material areno siltoso, material areno siltoso argilososo	8	slug-in	realizado com resultados inconsistentes
			slug-out	não realizado
PM08	argila siltosa cinza clara	2	slug-in	realizado com resultados coerentes
			slug-out	não realizado
PM09	argila siltosa variegada e areia siltosa variegada	2	slug-in	realizado com resultados inconsistentes
			slug-out	não realizado
PM10	material areno siltoso	2	slug-in	realizado com resultados coerentes

Poço	Material na posição do filtro	Comprimento do filtro (m)	Tipo do ensaio	Status dos ensaios
			slug-out	realizado com resultados coerentes
PM11	argila siltosa variegada	2	slug-in	não realizado - entupido
			slug-out	não realizado - entupido
PM12	argila siltosa variegada e material areno siltoso	2	slug-in	realizado com resultados coerentes
			slug-out	realizado com resultados coerentes
PM13	areia siltosa variegada e argila siltosa variegada	2	slug-in	realizado com resultados coerentes
			slug-out	realizado com resultados inconsistentes

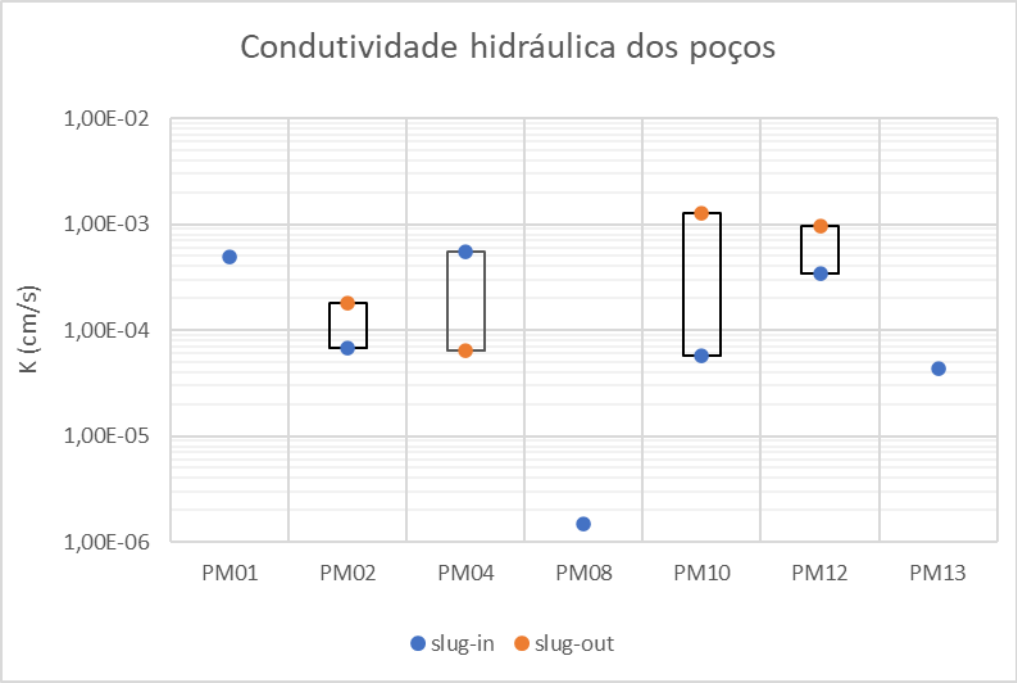
No Anexo II encontram-se as planilhas com os dados de entrada, gráficos e os resultados de todos os ensaios realizados.

O quadro apresenta a relação apenas dos resultados que se mostraram coerentes, onde são indicados também valores estatísticos, como médias, máximo, mínimos e medianas. Esses resultados são demostrados graficamente pela figura a seguir.

Quadro 6.1-57 - Resultado dos slug-testes.

Poço	Tipo ensaio	K (cond. hidr.)	
		m/dia	cm/s
PM01	slug-in	0,420	4,86E-04
PM02	slug-in	0,059	6,83E-05
PM02	slug-out	0,158	1,83E-04
PM04	slug-in	0,470	5,44E-04
PM04	slug-out	0,056	6,48E-05
PM08	slug-in	0,001	1,48E-06
PM10	slug-in	0,050	5,74E-05
PM10	slug-out	1,100	1,27E-03
PM12	slug-in	0,295	3,41E-04
PM12	slug-out	0,820	9,49E-04
PM13	slug-in	0,037	4,32E-05
média aritmética		0,3151	3,65E-04
média harmônica		0,0125	1,45E-05
mediana		0,1578	1,83E-04
máximo		1,1000	1,27E-03
mínimo		0,0013	1,48E-06

Figura 6.1-239 - Gráfico com resultados dos slug-testes.



Do exposto temos que na média os resultados indicam condutividade hidráulica da ordem de 10^{-4} cm/s. Esses valores médios indicam uma permeabilidade boa e são coerentes com os

horizontes arenosos presente na maioria dos poços. Entretanto é importante salientar que alguns resultados de poços instalados nos materiais mais argilosos indicaram valores até 10^{-6} cm/s (vide PM08 e PM13).

Assim podemos entender que temos nos poços, horizontes arenosos mais permeáveis e horizontes argilosos menos permeáveis. Isso indica um fluxo horizontal paralelo as camadas com valores elevados, mais um fluxo vertical perpendicular as camadas com valores bem menores. Salientamos que quando calculamos a condutividade hidráulica equivalente em várias camadas, usamos a média ponderada para o fluxo horizontal e a média harmônica ponderada para o fluxo vertical. A média harmônica tende a se aproximar dos valores mínimos do nosso conjunto de dados.

Os valores calculados no slug-test estão coerentes também com as condutividades hidráulicas calculadas através dos ensaios de granulometria conforme apresentado no EIA-RIMA (Vereda, 2024). O quadro abaixo apresenta o resultado das condutividades hidráulicas com base nos ensaios de granulometria.

Quadro 6.1-58 - *Condutividade hidráulica calculada pela análise granulométrica.*

POÇOS	Zona não saturada		Zona saturada	
	Tipo de solo	K (cm/s)	Tipo de solo	K (cm/s)
ST-01	Arenoso	1,00E-04	Arenoso	1,00E-03
ST-02	Areno argiloso	1,00E-05	Areno siltoso	1,00E-04
ST-04	Argilo arenoso	1,00E-06	Arenoso	1,00E-03
ST-05	Argilo arenoso	1,00E-06	Arenoso	1,00E-03
ST-06	Areno argiloso	1,00E-05	Areno siltoso	1,00E-04
ST-07	Argilo arenoso	1,00E-06	Areno siltoso	1,00E-04

Verifica-se que nos horizontes arenosos temos valores de condutividade hidráulica entre 10^{-3} cm/s e 10^{-4} cm/s enquanto nos horizontes mais argiloso temos valores de 10^{-5} até 10^{-6} cm/s. A condutividade hidráulica varia bem mais em função do tipo de solo do que da condição de zona saturada ou não saturada.

Quantos aos ensaios de infiltração, foi planejado utilizar a metodologia do infiltrômetro de anel para sua realização. Os testes de infiltração planejados com o infiltrômetro de anel enfrentaram limitações práticas na execução, especialmente pela natureza da cobertura do solo: presença de raízes, matéria orgânica e pedregulhos, o que dificultou a cravação adequada dos anéis

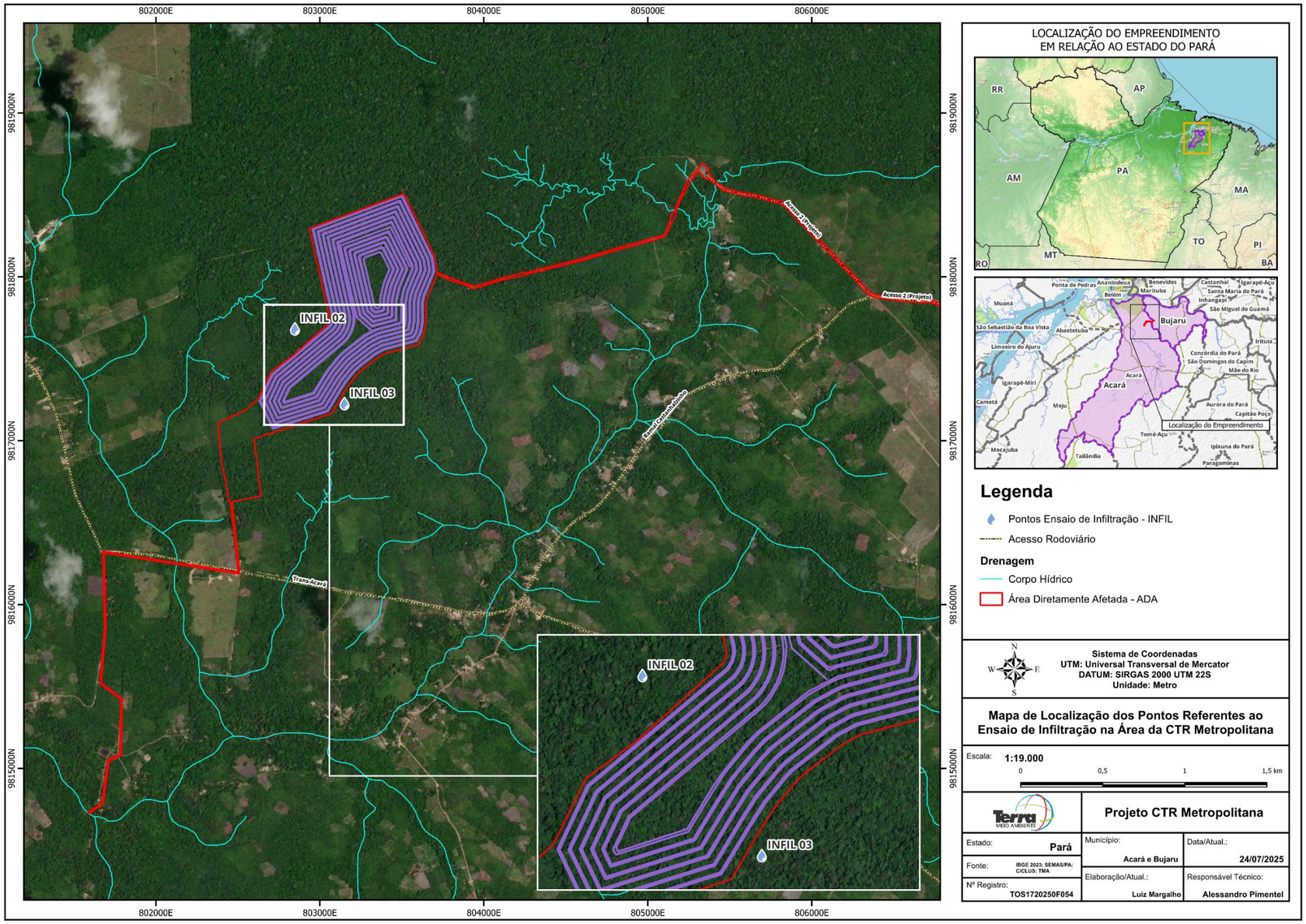
concêntricos. Ainda assim, dois testes foram realizados, permitindo inferência preliminar da taxa de infiltração.

O quadro a seguir mostra a representação dos dois pontos onde foram realizados os testes, assim como na figura posterior.

Quadro 6.1-59 - Localização dos pontos de amostragem do teste de infiltração

PONTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
2	1°38'51.495"S	48°16'41.576"W
3	1°39'06.240"S	48°16'32.104"W

Figura 6.1-240 - Mapa de localização dos pontos de medição de infiltração referentes ao projeto CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

Os testes foram realizados no dia 23/07/2025 e foram obtidos os seguintes dados de campo conforma apresentados nas tabelas a seguir.

Quadro 6.1-60 - Dados de campo do teste de infiltração – Ponto INFIL 02

INFILTRAÇÃO - PONTO INFIL 02					
TEMPO ACUMULADO (min)	Régua		Infiltração Acumulada (cm)	Velocidade de Infiltração (cm/h)	Velocidade de Infiltração (mm/h)
	Leitura (cm)	Diferença (cm)			
0	0	0	0	0	
1	0,8	0,8	0,8	48	480,00
3	1,5	0,7	1,5	30	300,00
5	1,8	0,3	1,8	21,6	210,60
10	2,4	0,6	2,4	14,4	140,40
15	2,9	0,5	2,9	11,6	110,60
20	3,7	0,8	3,7	11,1	110,10
25	4,6	0,9	4,6	11,04	110,04
30	5,4	0,8	5,4	10,80	100,80
40	6,6	1,2	6,6	9,90	99,00
50	7,8	1,2	7,8	9,36	93,60
60	9	1,2	9	9,00	90,00

Neste primeiro teste realizado no ponto denominado de INFIL 02, a taxa inicial de infiltração foi muito alta, chegando a 480 mm/h, indicando que existe uma forte capacidade de absorção superficial, provavelmente associada à estrutura do solo superficial (com raízes e matéria orgânica).

É possível observar, com base nos dados obtidos, que há uma redução gradual da velocidade de infiltração, tendendo a uma condição mais estável nas leituras a partir de 20 minutos, passando de 480 mm/h para 110 mm/h. Após 60 minutos, a velocidade de infiltração se estabiliza próxima de 90 mm/h, podendo ser considerada como a taxa de infiltração estável deste ponto.

Quadro 6.1-61 - Dados de campo do teste de infiltração - Ponto INFIL 03.

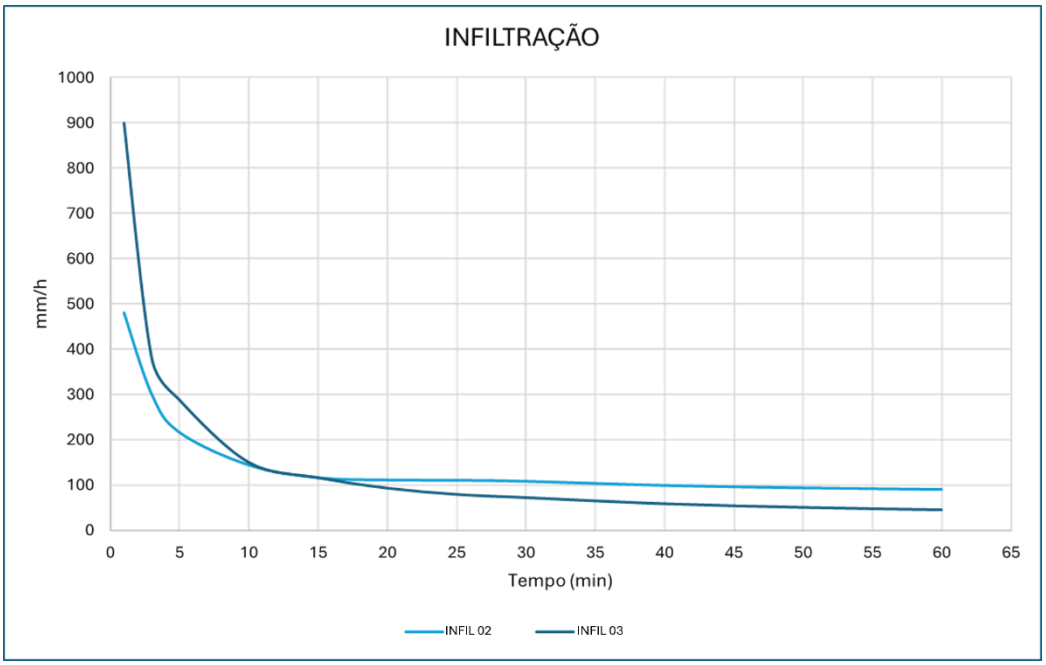
INFILTRAÇÃO - PONTO INFIL 03					
TEMPO ACUMULADO (min)	Régua		Infiltração Acumulada (cm)	Velocidade de Infiltração (cm/h)	Velocidade de Infiltração (mm/h)
	Leitura (cm)	Diferença (cm)			
0	0	0	0	0	
1	1,5	1,5	1,5	90	900,00
3	1,9	0,4	1,9	38	380,00
5	2,4	0,5	2,4	28,8	280,80
10	2,5	0,1	2,5	15	150,00
15	2,9	0,4	2,9	11,6	110,60
20	3,1	0,2	3,1	9,3	90,30
25	3,3	0,2	3,3	7,92	79,20
30	3,6	0,3	3,6	7,20	72,00
40	3,9	0,3	3,9	5,85	58,50
50	4,2	0,3	4,2	5,04	50,40
60	4,5	0,3	4,5	4,50	45,00

No ponto INFIL 03, onde foi realizado o segundo teste de infiltração, apresenta, segundo dados coletados em campo, uma taxa de infiltração de 900 mm/h, considerada muito elevada, o que pode indicar nesta área, uma camada superficial mais porosa ou com uma macro porosidade, associada a raízes ou cavidades.

Após 10 minutos de teste a velocidade de infiltração **cai bruscamente** e se estabiliza gradualmente em torno de **45 mm/h após 60 minutos**, sugerindo uma condutividade menor nas camadas inferiores, o que sugere o início de uma condição de fluxo permanente (quase saturado) no solo local.

O gráfico da figura a seguir apresenta a representativa dos dados de campo, evidenciando a estabilização da taxa de infiltração após determinado tempo de teste.

Figura 6.1-241 - Resultado dos ensaios de infiltração nos pontos INFIL 02 e 03.



A alta variabilidade entre pontos próximos alerta para heterogeneidade do solo e indica que modelos de infiltração na área devem considerar abordagens com mapeamento zonal.

Apesar das dificuldades operacionais enfrentadas na instalação dos infiltrômetros, os dados obtidos forneceram indicadores úteis das taxas de infiltração locais, com evidência de:

Infiltração rápida inicial, decaindo para taxas mais estáveis.

Heterogeneidade de comportamento entre os pontos testados.

Possível influência da cobertura vegetal e presença de raízes.

A seguir seguem as fotos de campo dos testes de infiltração realizados

Figura 6.1-242 - Fotos de campo de amostragem do teste de infiltração – Ponto INFIL 02.





Figura 6.1-243 - Fotos de campo de amostragem do teste de infiltração – Ponto INFIL 03.





Quantos aos ensaios de infiltração, foi planejado utilizar a metodologia do infiltrômetro de anel para sua realização. Entretanto a área de estudo demonstrou-se bem coberta por vegetação, com os solos sempre contendo raízes, restos orgânicos e/ou pedregulhos. Tal fato dificulta a cravação dos anéis concêntricos na superfície não permitindo resultados consistentes dos ensaios. Por essa razão tais ensaios não foram realizados. Admite-se também que dentro do estudo hidrogeológico as informações retiradas dos slug-teste e ensaios de granulometria seriam suficientes para uma boa caracterização dos parâmetros hidrodinâmicos da área.

6.1.8.7.4 Unidades Hidroestratigráficas da área de estudo

Com base nos dados apresentados foram definidas as seguintes unidades hidroestratigráficas da área de estudo correlacionadas com as unidades geológicas locais.

Quadro 6.1-62 - Unidades hidroestratigráficas locais.

Unidades hidroestratigráficas locais		Unidades geológicas locais correspondentes
Sistema Aquífero das coberturas	Materiais inconsolidados	Depósitos atuais e Unidade Pós Barreiras
	Crosta laterítica	Cobertura detrítica-laterítica
Sistema Aquífero Barreiras		Grupo Barreiras
Sistema Aquífero Pirabas		Grupo Pirabas*

- Esta unidade não foi considerada na geologia local.

6.1.8.7.4.1 Sistema aquífero das Coberturas

Trata-se da principal unidade hidroestratigráfica local. Corresponde a um aquífero raso do tipo livre, pouco espesso, composto principalmente pelos níveis de solo com composição granulométrica variando de arenoso, siltoso a argiloso. Sotoposto a esses materiais inconsolidados encontramos uma crosta laterítica, por vezes dura e compacta e ora fragmentada.

Os materiais inconsolidados apresentam uma espessura variando de 10 a 25 metros, não sendo contínuos, muitas vezes interceptados pelas depressões topográficas.

Para crosta laterítica estima-se uma espessura em torno de 15 metros, com porções mais fragmentadas e outras porções mais compactas. De modo análogo aos materiais inconsolidados, a crosta laterítica não é contínua, sendo também interceptada pela topografia.

Os materiais inconsolidados apresentam uma permeabilidade horizontal boa devido aos níveis arenosos presentes, entretanto em função da existência de níveis argilosos, a permeabilidade vertical é baixa. Assim o fluxo nesta unidade ocorre preferencialmente na horizontal, caracterizando uma baixa recarga para as unidades sotopostas.

A crosta laterítica quando se apresenta compacta e maciça pode ser definida como um aquitardo, favorecendo o acúmulo e fluxo de água nos sedimentos inconsolidados sobrepostos e dificultando a infiltração para o sistema aquífero Barreiras.

O nível d´água nesta unidade apresenta-se variando em torno de 14 metros de profundidade nos altos topográficos até interceptar as drenagens, onde alimentam as nascentes nas cabeceiras dos igarapés. A recarga ocorre essencialmente pela precipitação pluviométrica.

Todos os poços de monitoramento dentro da área de estudo encontram-se nos materiais inconsolidados do sistema aquífero das coberturas. Os furos de sondagens SPT quando encontram a crosta laterítica determinam um limite denominado de “impenetrável”.

A condutividade hidráulica nesta unidade varia entre 10^{-3} cm/s nos horizontes mais arenosos até 10^{-6} cm/s nos horizontes mais argilosos. A porosidade efetiva nos horizontes arenosos pode atingir valores de até 35%.

6.1.8.7.4.2 Sistema aquífero Barreiras

Caracteriza-se como um aquífero livre a semiconfinado, composto por rochas sedimentares com gradações de fáceis arenosas a pelíticas. Possui uma espessura estimada em torno de 80 metros, sendo contínuo.

A existência de níveis pelíticos atribui a essa unidade uma anisotropia com menores valores de condutividade hidráulica no sentido vertical.

Essa unidade hidrogeológica não aflora na ADA do projeto apenas em seu entorno, e por isso não será detalhada dentro da hidrogeologia local. Admite-se que seu nível d´água esteja em torno de 50 metros de profundidade e sem conexão hidráulica com o sistema aquífero das coberturas.

6.1.8.7.4.3 Sistema aquífero Pirabas

Regionalmente é reconhecido como uma importante unidade hidrogeológica, com elevado potencial hidrogeológico. Trata-se de um aquífero contínuo, em geral semiconfinado a confinado encontrado em torno de 180 metros de profundidade.

Apresenta duas fácies sendo a superior de caráter mais carbonático e a inferior composta principalmente por arenitos.

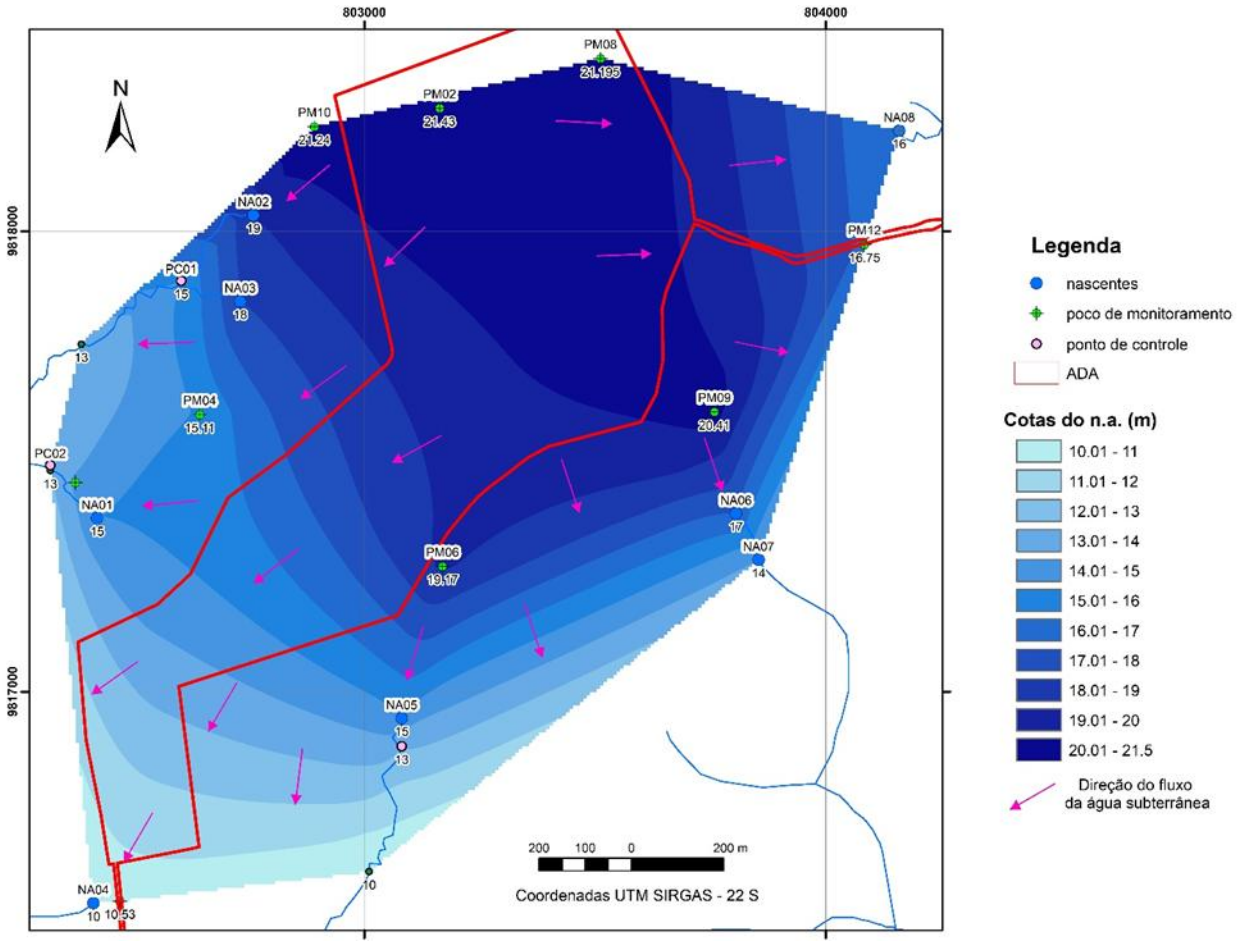
Esta unidade não aflora na área de estudo e por isso não será detalhada dentro da hidrogeologia local. Maiores informações desta unidade foram descritas no item da hidrogeologia regional.

6.1.8.7.5 Superfícies do nível d´água subterrânea

Com base nos dados de nível d´água dos poços e das nascentes, foi elaborado um mapa equipotencial da superfície do nível d´água sincrônico para o sistema aquífero das coberturas. Essa superfície do nível d´água representa a situação no período chuvoso, com os dados levantados em 2025, e período seco, com os dados levantados em 2015 pela Consultoria Vereda.

O método de interpolação para geração da superfície foi dos “Vizinhos Naturais” (*Natural Neighbours*) e o software utilizado o ArcGis. Também se utilizou um modelamento hidrogeológico com o uso do software MODFLOW.

Figura 6.1-244 - Superfície potenciométrica do nível d´água do sistema aquífero das coberturas.



Verifica-se um alto hidrogeológico na porção norte da ADA com cotas do nível d´água em torno de 20 metros, que decaem tanto para leste, oeste e sul até as nascentes dos igarapés no entorno da ADA. As cotas hidráulicas mais baixas encontram-se no extremo sudoeste da ADA próximo a nascentes NA04, com valores em torno de 10 metros.

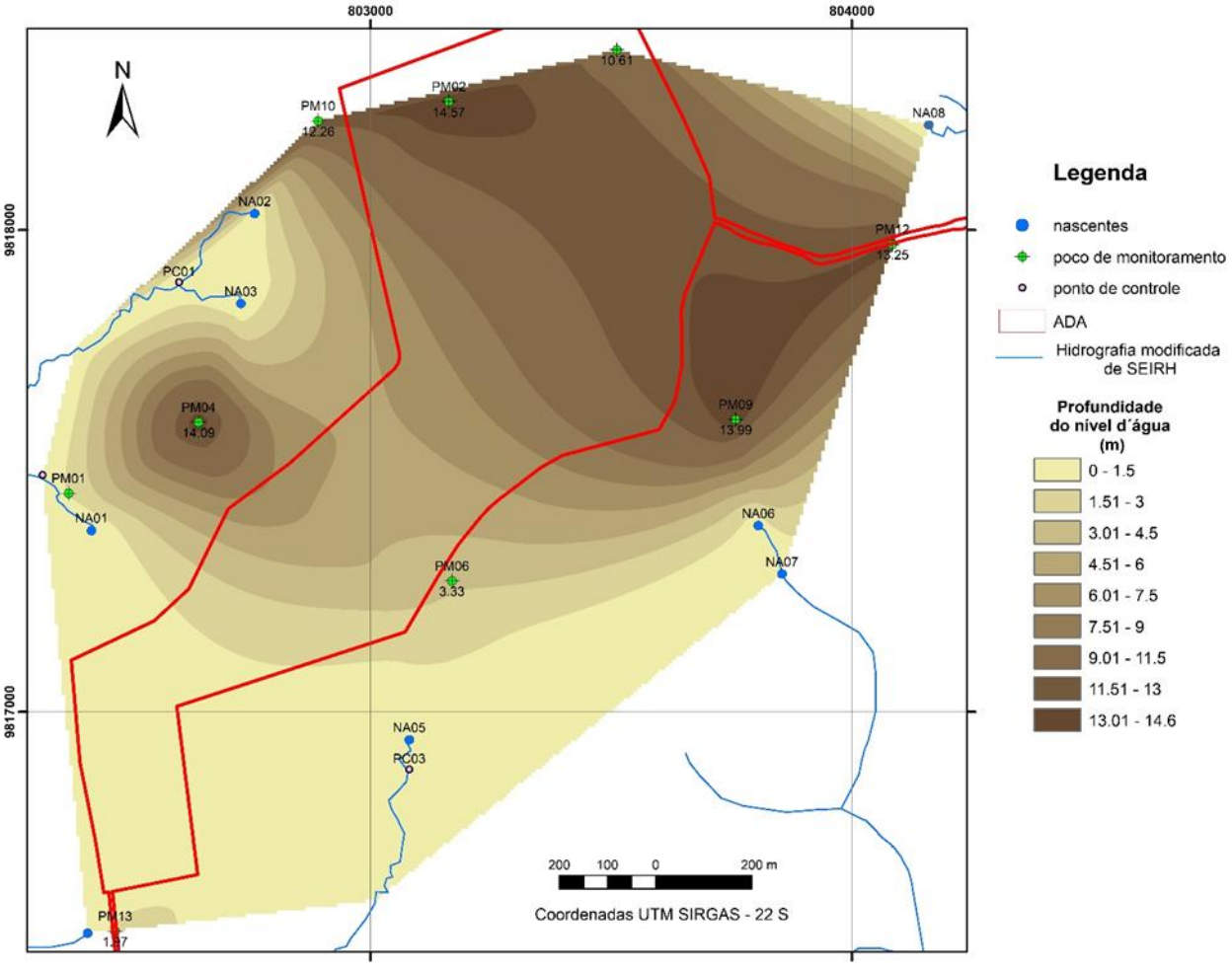
Devido ao tempo para execução deste estudo, não foi possível representar essas superfícies considerando as variações sazonais do período chuvoso e seco. A figura a seguir apresenta o mapa com as profundidades do nível d´água da área onde foram utilizados os mesmos dados e metodologia citados anteriormente.

Verifica-se uma profundidade do nível d´água maior na porção norte e leste da ADA com valores em torno de 14 metros. Essa mesma profundidade é encontrada no PM04 à oeste da ADA. A falta de informações entre o PM04 e o PM09, gera uma interpolação com profundidades mais baixas (em torno de 5 metros) na região central da ADA. Mas

possivelmente toda essa região se encontra com profundidades do nível d´água da ordem de 14 metros.

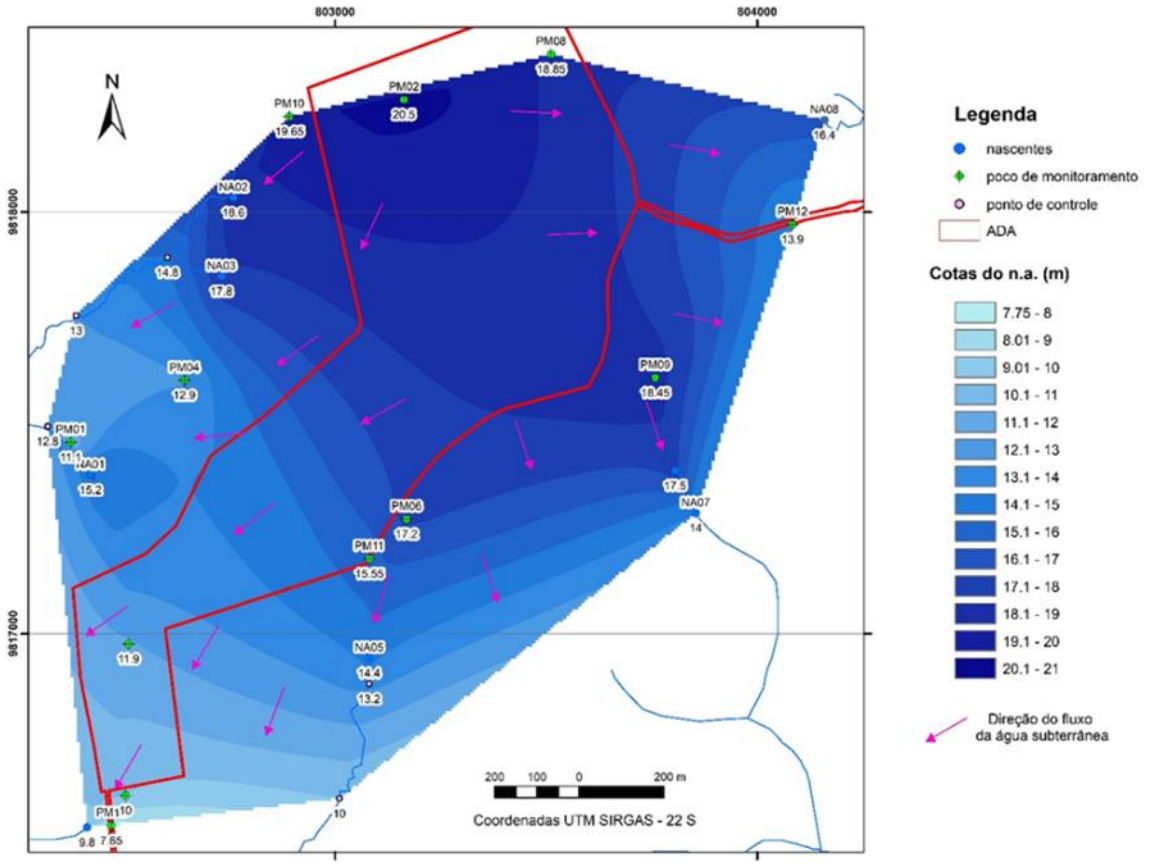
As profundidades de nível d´água mais baixa dentro da ADA situam-se na porção sul/sudeste próximo as nascentes NA01 e NA04.

Figura 6.1-245 - Mapa da profundidade do nível d´água.



A figura abaixo apresenta o mapa potenciométrico do nível d´água subterrânea do aquífero raso considerando o período seco.

Figura 6.1-246 - Superfície potenciométrica – período seco.



Para elaboração deste mapa foi feito uma junção de dados de diferentes datas. Para os poços PM01 a PM07 utilizou-se as medições do n.a. indicadas nos perfis construtivos (Vereda, 2024) cujas leituras devem ter sido feitas em julho de 2015.

Para os poços PM08 a PM13 utilizou-se os dados de nível d´água indicados nos perfis construtivos (Memorial descritivo Sondacil 2024) cujas leituras devem ter sido feitas na primeira quinzena de novembro de 2024.

Verifica-se que em todos os poços as cotas do nível d´água apresentam um valor cerca de 1 a 3 metros mais profundos que os valores medido no final de maio/2025.

Neste mapa foram utilizados também os dados das nascentes cadastradas no segundo semestre de maio/2025 pela Terra. Segundo informações verbais dos moradores locais, todas as nascentes cadastradas são perenes e representariam também o período seco. Entretanto no ponto PM01 foi verificado um nível d´água mais profundo que o da nascente NA01, indicando que possivelmente essa nascente tenha uma surgência numa cota um pouco mais baixa no período seco, ou indicando algum erro desses dados antigos

levantados pois não se sabe exatamente qual a maneira que foram referenciadas essas medições da profundidade do nível d´água.

O quadro abaixo apresenta os dados dos poços utilizados, as coordenadas apresentadas foram as levantadas em campo em maio/25 e as cotas topográficas obtidas através da plotagem desses pontos no aerolevantamento realizado pela Cabugi (2025).

Quadro 6.1-63 - Dados dos poços de monitoramento com leituras no período seco.

Código	Correlação	Coordenadas SIRGAS 2000		Cota (m)	prof. n.a. (m)	Cota n.a. (m)
		E-W	N-S			
PM01	ST-01	802373	9817454	15.6	4.5	11.1
PM02	ST-02	803163	9818267	36	15.5	20.5
PM04	ST-04	802643	9817601	29.2	16.3	12.9
PM05	ST-05	802503	9816617	15.2	5.2	10.0
PM06	ST-06	803169	9817272	22.4	5.2	17.2
PM07	ST-07	802511	9816976	24.2	12.3	11.9
PM08	ST-08	803512	9818374	31.8	13.0	18.9
PM09	ST-09	803759	9817607	34.4	16.0	18.5
PM10	ST-10	802892	9818226	33.5	13.9	19.7
PM11	ST-11	803081	9817178	21.6	6.1	15.6
PM12	ST-12	804084	9817971	30	16.1	13.9
PM13	ST-13	802470	9816545	12.5	4.9	7.7

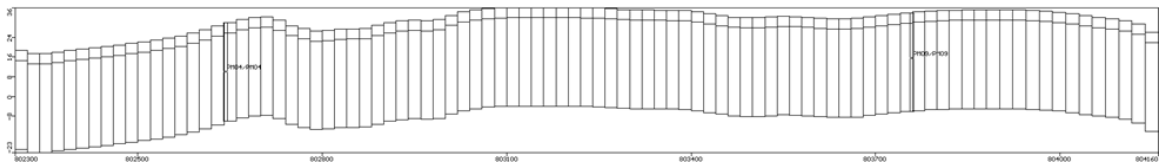
- Modelamento Hidrogeológico

Para representação matemática do fluxo de água subterrânea da área em estudo foi confeccionado um modelo computacional simplificado. Este modelamento foi realizado pelo método das diferenças finitas, o software utilizado foi o “Visual Modflow” na versão 4.6.0.85.

O domínio do modelo compreendeu um retângulo de 1,86 Km na direção leste-oeste por 2 Km na direção norte sul, totalizando 3,72 Km^2. A área modelada engloba a principal porção da ADA, onde ocorrerá a construção propriamente dita do aterro. Neste modelo foram utilizadas as coordenadas SIRGAS 2000.

No plano vertical a topografia do terreno foi importada para o topo do modelo numérico. A base do modelo também acompanha a topografia onde foi considerado uma espessura total modelada de 30 metros, compreendendo o sistema aquífero das coberturas. A figura a seguir apresenta uma vista em perfil W-E com exagero vertical de 4 vezes da malha do modelo numérico, passando pelos poços de monitoramento PM04 e PM09, na coordenada 9.817.610.

Figura 6.1-247 - Perfil W-E da malha do modelo numérico.



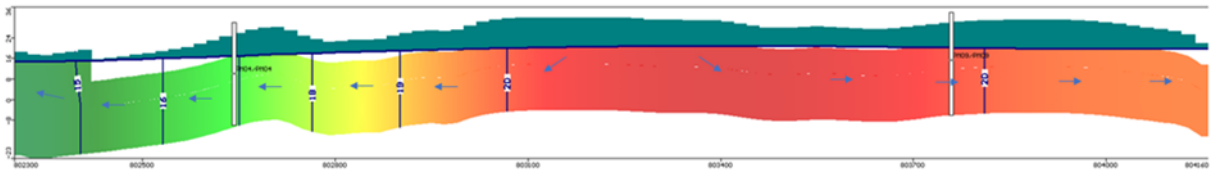
Para a condutividade hidráulica foi atribuído um valor médio para toda a unidade com valores horizontais (kx e ky) de 1,16 x 10-3 cm/s e valores verticais (kz) de 1,16 x 10-4 cm/s, valores estes condizentes com os ensaios de condutividade realizados, e que foram ajustados através da retroanálise da calibração do modelo numérico.

As nascentes e cursos d´água mapeados foram inseridos como condições de contorno do tipo “drain” (drenos) em suas respectivas cotas topográficas.

A figura a seguir apresenta uma vista em perfil W-E das equipotenciais do nível d´água, passando pelos poços de monitoramento PM04 e PM09, na coordenada 9.817.610. Este perfil apresenta um exagero vertical de 4 vezes da malha do modelo numérico. E a figura depois apresenta uma vista em perfil N-S das equipotenciais do nível d´água, passando

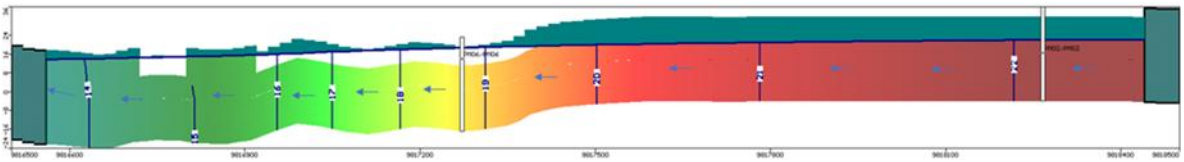
pelos poços de monitoramento PM02 e PM06, na coordenada 803.170. Este perfil apresenta um exagero vertical de 4 vezes da malha do modelo numérico.

Figura 6.1-248 - Perfil W-E das equipotenciais do nível d'água geradas na modelagem numérica.



W
E

Figura 6.1-249 - Perfil W-E das equipotenciais do nível d'água geradas na modelagem numérica.



S
N

6.1.8.7.5.1 Estimativa da recarga natural do aquífero

Existem diversos métodos para se estimar a recarga natural do aquífero, entretanto a maioria deles necessita de um histórico significativo de dados de escoamento superficial, meteorologia e/ou variação do nível d´água subterrânea.

Os dados de meteorologia e escoamento superficial existentes para área de estudos são bastante regionais cuja transposição não apresentaria um resultado representativo.

Desta forma para fazer a estimativa de recarga da área optou-se por utilizar valores de Q_{95} já definidos para região. Segundo ANA (2013), as vazões mínimas de um corpo hídrico são formadas em grande maioria por contribuição de água subterrânea, podendo-se admitir, que em alguns casos, as vazões de referência, como a Q_{95} e a $Q_{7,10}$, possam representar esta parcela. Isto indica que, a longo prazo, a Q_{95} pode ser representativa do escoamento básico do curso d'água. Por este motivo, muitos autores admitem a aproximação da recarga natural com a vazão Q_{95}. (Martins, R. T. A. A. et. al., 2019).

Segundo dados extraídos do SEIRH (Sistema Estadual de Informações Sobre Recursos Hídricos do Pará), a Q_{95} específica para a área do projeto (e todo bacia do Rio Acará) é de 11, 497 L.s/Km^2 ou 365,57 mm/ano.

Considerando uma média plurianual da precipitação pluviométrica na área do estudo em torno de 2700 mm/ano (Vereda, 2024), o valor percentual da recarga resulta no valor **13%**. Esse valor encontra-se dentro da faixa de 9 a 30% que representa o valor usualmente encontrado na literatura para a região (Martins, R. T. A. A. et. al., 2019).

Em termos quantitativos, considerando esta taxa de recarga sobre a ADA do projeto, calculada em 0,873 Km², obtemos o valor de 10,04 L/s como recarga média anual.

6.1.8.7.5.2 Interações entre águas superficiais e subterrâneas

A região nordeste do Estado do Pará possui expressivas potencialidades hídricas, destacando-se tanto pelos recursos superficiais quanto pelos recursos subterrâneos, decorrentes de sua posição geográfica, inserção em importantes bacias hidrográficas e presença de aquíferos sedimentares significativos.

A região é drenada por um complexo sistema hidrográfico que integra a Bacia Amazônica, onde se destacam os rios Guamá, Capim e o Acará com seus afluentes.

O regime pluviométrico equatorial, com médias superiores a 2.500 mm/ano, garante alta disponibilidade hídrica superficial durante praticamente todo o ano, apesar da ocorrência de variações sazonais, com uma estação de cheia (inverno amazônico) e uma estação de vazante (verão amazônico).

Na questão das águas subterrâneas, como já descrito em capítulos anteriores, os principais sistemas aquíferos são o Barreira e Pirabas, além das coberturas denominadas Pós Barreiras.

Todo esse sistema hídrico é utilizado para fins de abastecimento público, privado, agricultura, indústria, energia, turismo e lazer.

A bacia hidrográfica do rio Acará, destaca-se por sua significativa atividade agroindustrial, com ênfase na agricultura e em empreendimentos industriais associados. O crescimento das atividades agroindustriais, especialmente a dendeicultura, tem levado a mudanças no uso e cobertura do solo, com redução de áreas de floresta e aumento de áreas agrícolas.

Essas alterações demandam atenção quanto à sustentabilidade e à conservação dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Acará.

A intensa presença de drenagens superficiais, associada à composição litológica, favorece a ocorrência de interações significativas entre os sistemas hídricos superficiais e subterrâneos, através de recarga de aquíferos pelas águas superficiais, devido a precipitações elevadas típicas da região, causando uma elevada taxa de infiltração devido a presença de cobertura vegetal e a presença de solos permeáveis (Formação Barreiras).

Em áreas de maior alteração antrópica (monoculturas de dendê, pastagens), há compactação do solo e redução da infiltração, comprometendo a recarga dos aquíferos e aumentando o escoamento superficial.

A implantação do Aterro Metropolitano de Belém na região muda essa condição natural da área que deve ser analisada sob a ótica de alteração do solo, contribuições de efluentes do aterro, escoamento superficial das águas pluviais e principalmente a vulnerabilidade das águas subterrâneas através da infiltração de elementos contaminantes provenientes dos resíduos dispostos no aterro e que drenem para o lençol freático, visto as condições do terreno natural existente.

Além da questão da infiltração das águas pluviais carreando elementos contaminantes para os aquíferos, é importante destacar a interferência do aterro em áreas de nascentes, que são pontos de descarga dos aquíferos para manter as vazões permanentes dos córregos, rios e igarapés da região.

Vale ressaltar, que no presente levantamento foram identificadas 14 nascentes no total na Área de Influência Direta (AID), das quais 08 foram objeto de estudo hidrogeológico aprofundado, devido a sua proximidade com a Área Diretamente Afetada (ADA).

Para mitigar as interferências do aterro nas condições hídricas da região, algumas ações estão previstas no projeto de implantação, tais como:

- Escavações com o objetivo de fazer a adequação topográfica do terreno;
- Remoção de solos inaptos, que apresentem resistência ou deformabilidade incompatíveis com os esforços transmitidos ao maciço;

- Reaterros de fundação executados em camadas compactadas com espessura máxima de 0,30 m, atendendo a um grau de compactação entre 96% e 101% da energia do ensaio Proctor Normal, com variação de umidade entre -2% e +2% em relação ao teor ótimo.
- Fundação executada com camada de solo argiloso compactado com espessura mínima de 0,60 m e coeficiente de permeabilidade $\leq 10^{-7}$ cm/s;
- Implantação de uma manta de GCL (Geossintético de Argila) como complemento à impermeabilização. Esta manta deverá conter 3,5 kg/m² de bentonita, com permeabilidade inferior a 10^{-9} cm/s;
- Sobre a camada de GCL será instalada uma manta de polietileno de alta densidade (PEAD) com espessura mínima de 2,0 mm, para reforço da impermeabilização;
- Após a instalação da geomembrana, esta será protegida por uma camada de solo com espessura mínima de 0,30 m, proveniente das escavações internas do aterro. Este material deve estar livre de matéria orgânica e elementos grosseiros que possam danificar a geomembrana.

Além dessas ações de base é importante ressaltar o sistema de drenagem das águas pluviais sobre a área do aterro. De acordo com o projeto este sistema será constituído por estruturas de descida d'água executadas com colchões Reno e por um sistema de canaletas em perfil meia-cana, posicionadas nas bases dos taludes de conformação do aterro.

As vazões de águas pluviais incidentes sobre a superfície do aterro serão captadas e conduzidas por meio desses drenos superficiais, de forma a evitar processos erosivos e a promover o adequado escoamento das águas, evitando o carreamento de sedimentos. O sistema foi dimensionado para direcionar os fluxos de forma controlada até os cursos d'água naturais adjacentes ao empreendimento, especificamente os igarapés Grota Funda e Cajueiro, que compõem a rede de drenagem local.

Considerando essas premissas construtivas e as condições naturais do solo, coeficientes de permeabilidade do solo natural, relevo, drenagens da região, nascentes existentes e

impactadas, controle de qualidade dos efluentes do aterro, podemos listar alguns riscos que devem ser considerados, pois podem causar mudanças no regime de recarga hídrica dos aquíferos, qualidade das águas, supressão de nascentes etc., dentre os riscos destacam-se:

- Falhas na impermeabilização – Podendo acarretar a contaminação do solo e águas subterrâneas devido a infiltração do lixiviado do aterro.
- Compactação inadequada – Ruptura de taludes com riscos de acidentes ambientais acarretando o assoreamento dos córregos e nascentes.
- Deficiência nos sistemas de drenagem – carreamento de sedimentos e efluentes contaminados, aumento de turbidez e alteração da qualidade das águas superficiais.

O correto manejo técnico dos processos construtivos e operacionais do aterro sanitário, aliado a um sistema eficiente de impermeabilização, drenagem e monitoramento ambiental, é essencial para mitigar os riscos e minimizar os impactos sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, especialmente em regiões com fragilidades ambientais associadas à presença de nascentes e solos permeáveis, como é o caso da área de implantação do aterro metropolitano.

6.1.8.7.5.3 Análise da vulnerabilidade dos aquíferos

Para a avaliação da vulnerabilidade dos aquíferos optou-se pela aplicação da metodologia GOD (Foster e Hirta, 1988, *Foster et. al*. 2006). Este procedimento avalia a vulnerabilidade intrínseca de aquíferos à contaminação, considerando três parâmetros principais: Grau de confinamento do aquífero, Ocorrência de estratos de cobertura (litologia da zona vadosa ou camadas confinantes) e Distância até o lençol freático, conforme descrito abaixo.

- **Grau de confinamento (G):** avalia se o aquífero é livre, confinado ou semiconfinado, atribuindo valores que refletem a facilidade com que a contaminação pode atingir o aquífero. Este componente considera a litologia e a estratigrafia da área em questão. A análise geológica envolve a identificação das

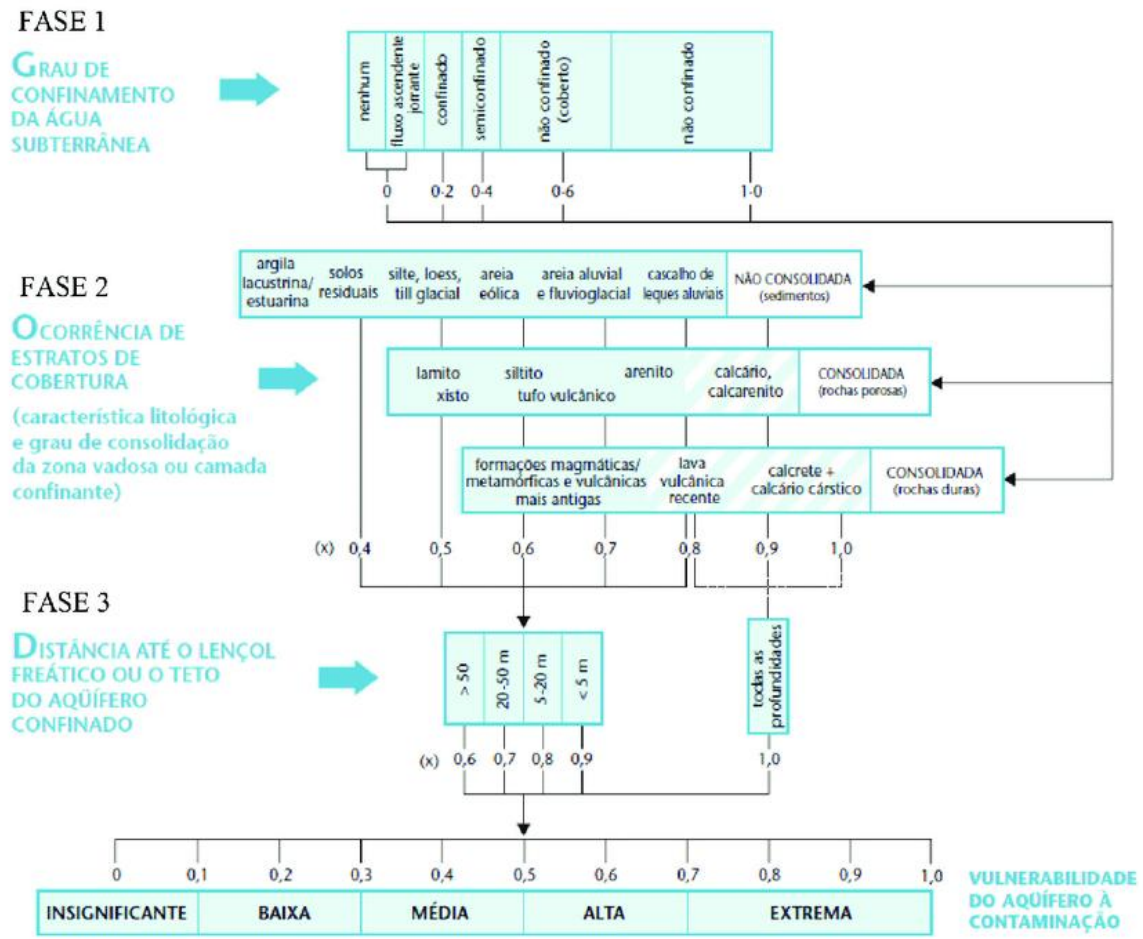
camadas de rochas e solos que compõem o aquífero e como essas propriedades afetam a capacidade do aquífero de filtrar contaminantes;

- **Ocorrência de estratos de cobertura (O):** considera a litologia da zona vadosa (camada entre a superfície e o lençol freático) ou de camadas confinantes, avaliando a capacidade de filtragem e proteção do aquífero. A permeabilidade do solo e das rochas é um fator crucial, pois materiais mais permeáveis permitem a passagem mais rápida de poluentes. Por outro lado, camadas de rochas impermeáveis podem atuar como barreiras, protegendo as águas subterrâneas;
- **Distância até o lençol freático (D):** avalia a profundidade do nível da água subterrânea em relação à superfície, influenciando o tempo e a distância que a contaminação precisa percorrer até atingir o aquífero. A topografia da área e a direção do fluxo de água são consideradas para entender como a água se move e se acumula, o que é fundamental para avaliar a vulnerabilidade à contaminação.

Os valores atribuídos a cada parâmetro são ponderados, geralmente de 0 a 1, e a vulnerabilidade total é calculada multiplicando-se os valores dos três parâmetros.

A síntese desta metodologia é apresentada pela figura a seguir. Após a quantificação dos três parâmetros demonstrados no quadro para o aquífero analisado, é feita a multiplicação dos seus valores resultando num índice que indica o grau de vulnerabilidade do aquífero.

Figura 6.1-250 - Descrição dos Parâmetros e Valores Orientadores para aplicação da Metodologia GOD.



Fonte: FOSTER e HIRATA (1988); FOSTER *et. al*. (2006).

Para a área em estudo, esta análise de vulnerabilidade foi realizada para os três sistemas aquíferos definidos. Os parâmetros G, O e D foram determinados com base nas informações apresentadas nos itens anteriores deste relatório. Para o sistema aquífero das coberturas foi feita uma distinção entre a área com profundidade do nível d´água abaixo de 5 metros e a área com nível d´água entre 5 e 20 metros. Mas para as duas situações o índice obtido resultou numa mesma classificação. O quadro abaixo apresenta os resultados obtidos.

Quadro 6.1-64 - Resultados da análise de vulnerabilidade dos aquífero.

Unidade hidroestratigráfica	Parâmetros GOD			Índice	Vulnerabilidade
	G	O	D		
Sistema aquífero coberturas com prof. do nível d´água < 5 m	1	0,4	0,9	0,36	Média
Sistema aquífero coberturas com prof. do nível d´água entre 5-20 m	1	0,4	0,8	0,32	Média
Sistema aquífero Barreiras	0,4	0,85	0,6	0,204	Baixa
Sistema aquífero Pirabas	0,2	0,75	0,6	0,09	Insignificante

Do exposto temos que o Sistema aquífero das coberturas apresenta um grau de vulnerabilidade média, enquanto o sistema aquífero Barreiras uma vulnerabilidade baixa, e o sistema Aquífero Pirabas uma vulnerabilidade insignificante.

6.1.8.7.6 Considerações Finais

O estudo aqui apresentado possibilitou uma melhor caracterização hidrogeológica da área do projeto do Aterro Metropolitano de Belém definindo melhor as unidades hidroestratigráficas presentes e a dinâmica do fluxo da água subterrânea. Segue uma síntese das principais considerações levantadas:

- - Para a área de estudo foram definidas três unidades hidroestratigráficas principais: O sistema aquífero das coberturas, o sistema aquífero Barreiras e o sistema aquífero Pirabas.
- - O fluxo d´água subterrâneo principal dentro da área de estudo ocorre no sistema aquífero das coberturas que possui uma espessura em torno de 35 metros, uma boa permeabilidade horizontal e baixa permeabilidade vertical. Trata-se de um aquífero livre, raso e descontínuo.
- - O sistema aquífero das coberturas é composto em sua parte superior por material inconsolidado com cerca de 10 a 20 metros, dispostos em horizontes com diferentes granulometrias, variando de arenoso, siltoso a argiloso, e porventura algum cascalho compondo o material aluvionar das drenagens. Em sua base esta

unidade apresenta uma crosta laterítica que quando compacta e dura funciona como um aquitardo, dificultando o fluxo d´água vertical.

- - A recarga do sistema aquífero das coberturas ocorre pela precipitação pluviométrica, que após infiltrar-se apresenta um fluxo rápido preferencialmente horizontal vindo a descarregar nas nascentes dos igarapés situados no entorno da ADA.
- - O nível d´água subterrâneo do aquífero raso apresenta uma profundidade em torno de 14 metros, na porção norte da ADA, diminuindo em direção as nascentes, principalmente na porção sul/sudeste da ADA.
- - Neste levantamento foram identificadas 08 nascentes sendo que nenhuma dentro da ADA, todas nas cabeceiras dos igarapés dispostos no entorno do empreendimento.
- O nível da água subterrânea é mais elevado nesse período do ano, assim como os valores de vazão das nascentes. Durante o período seco, tanto o nível da água quanto os valores de vazão devem apresentar uma diminuição.
- - Os ensaios de permeabilidade realizados permitiram constatar uma condutividade hidráulica variando da ordem de 10^{-3} cm/s nos horizontes arenosos até 10^{-6} cm/s nos horizontes argilosos, tanto para a zona saturada como para zona não saturada, caracterizando assim essa anisotropia com baixa condutividade hidráulica vertical.
- - Admite-se que o fluxo e a recarga para os aquíferos profundos (Barreiras e Pirabas) seja de baixa magnitude, dificultando então a migração de contaminantes para esses. Esses aquíferos profundos são os que regionalmente apresentam maior potencial hidrogeológico.
- - Na análise de vulnerabilidade realizada, constatou-se uma vulnerabilidade média para o sistema aquífero das coberturas, uma vulnerabilidade baixa para o sistema

aquífero Barreiras, e uma vulnerabilidade insignificante para o sistema aquífero Pirabas.

- Os sistemas de impermeabilização propostos com selo de argila, geocomposto bentonitico e manta, além da aplicação da manta bindim, garantem a regularidade da implantação e operação do aterro.

6.1.9 QUALIDADE DAS ÁGUAS

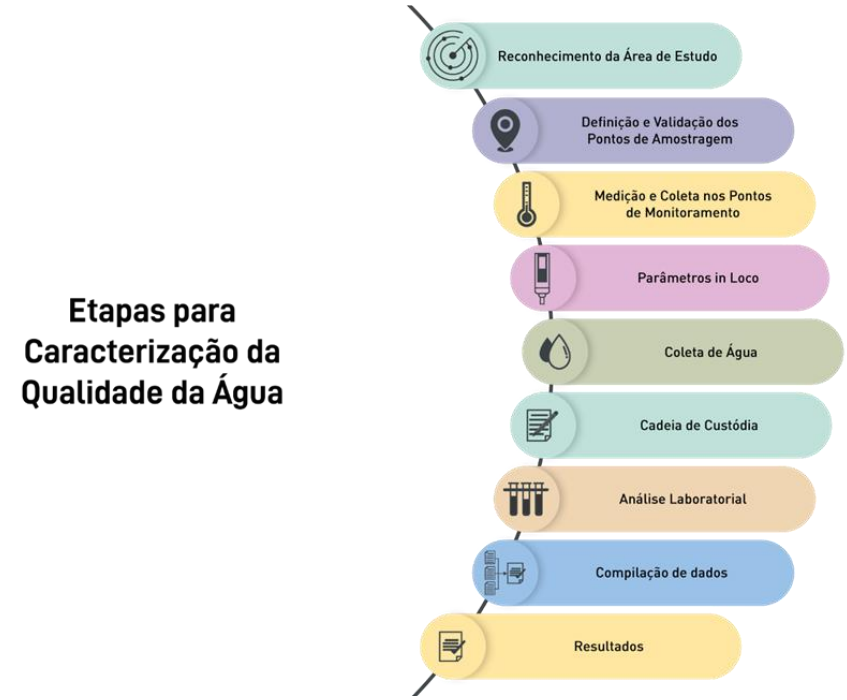
6.1.9.1 ÁGUA SUPERFICIAL

O presente tópico refere-se a etapa de avaliação da qualidade da água superficial na área de interesse, mais especificamente, levantamento de dados primários dos pontos de água superficial presentes nas Áreas Diretamente Afetada – ADA e Área de Influência Direta – AID do Projeto CTR - Metropolitana, comparando as concentrações ao estabelecido na CONAMA 357/2005, sendo também apresentado o histórico dos resultados obtidos nos anos anteriores 2015 e 2024. Além disso, também serão apresentados dados sobre análise dos parâmetros físico-químicos in loco (pH, condutividade, Oxigênio dissolvido, Sólidos totais dissolvidos e salinidade) e resultados das análises das amostras coletadas na área de influência do projeto.

6.1.9.1.1 Materiais e Métodos

Para a caracterização das águas superficiais foi realizada duas campanhas de coleta de água superficial. As amostras foram coletadas pela equipe da Terra Meio Ambiente e analisadas pelo laboratório SGS Geosol Laboratórios LTDA, no qual foram executadas medições de parâmetros físico-químicos in loco, as amostras foram coletadas e devidamente enviadas para análise em laboratório para posteriormente ser executada a avaliação dos dados gerados e aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA). As etapas metodológicas para elaboração dos resultados do monitoramento são apresentadas na figura abaixo.

Figura 6.1-251 - Etapas metodológicas adotadas para elaboração dos resultados da amostragem.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.9.1.2 Referências Legais e Normativas

Os principais instrumentos de gestão das águas superficiais podem ser observados no quadro a seguinte. Os parâmetros analisados foram comparados aos valores estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005, quando aplicável, que determina padrão de qualidade para águas doces – Classe 2.

Quadro 6.1-65 - Principais instrumentos da legislação ambiental relacionados às águas superficiais.

LEGISLAÇÃO APLICADA	DESCRIÇÃO
Lei nº 9.433, de 08/01/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei n° 6.381, de 25/07/2001	Dispõe Sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº. 357, de 17/03/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009.

LEGISLAÇÃO APLICADA	DESCRIÇÃO
American Public Health Association – APHA (2005)	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW).

6.1.9.1.3 Equipamentos de medição

Para coleta, preservação e análise laboratorial foram consideradas as normas e recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987), NBR 9897, sobre planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores; da *American Public Heath Association* (APHA), 2005, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e da Environmental Protection Agency* (EPA).

Antes do processo de coleta de água superficial nos pontos alocados próximos ao Projeto CTR - Metropolitana calibrou-se os equipamentos, observados no quadro abaixo, para a medição dos parâmetros Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Temperatura, Salinidade, Condutividade, pH e Oxigênio Dissolvido (OD) in loco, conforme pode ser observado na figura seguinte.

Quadro 6.1-66 - Equipamentos utilizados para as medições em campo.

PARÂMETRO	MODELO DO EQUIPAMENTO
Oxigênio Dissolvido (OD)	Medidor da Série ExStik II para Oxigênio Dissolvido Extech | DO600
pH	Medidor de pH (pHmetro) de bolso à prova d'água | AK95
Condutividade, Salinidade, STD (STD) e Temperatura	Medidor de condutividade de bolso | AK50

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-252 - Calibração dos equipamentos de medição dos parâmetros *in loco*.



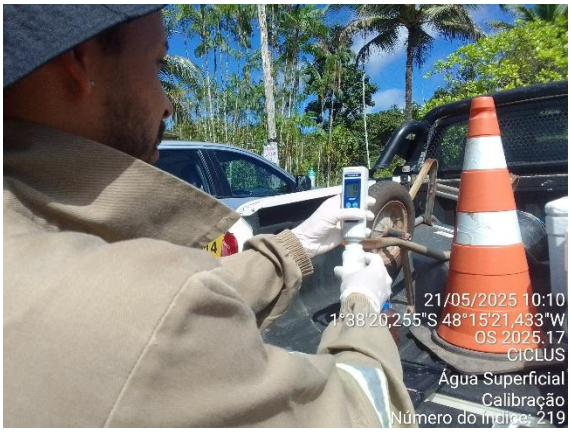
Calibração do Medidor de pH (pHmetro) no neutro = 7 | AK95



Calibração do Medidor de pH (pHmetro) no ácido = 4 | AK95



Calibração do Medidor de condutividade de bolso | AK50



Medidor de Oxigênio Dissolvido Extech | DO600

Fonte: Terra, 2025.

Após a calibração, houve a caracterização das condições do local da coleta, observando qualquer ocorrência que seja de extrema importância, tal como: coloração, odor, presença de algas, óleos, corantes, material sobrenadante, peixes ou outros animais aquáticos mortos etc. Além disso, registraram-se todas as informações de campo em uma ficha (cadeia de custódia), contendo: identificação do ponto de amostragem e sua localização, data e hora de coleta e o tipo de amostragem. O procedimento de coleta também foi documentado com registro fotográfico.

No ato da coleta, os frascos foram posicionados com a “boca” na lâmina da água e contra a corrente, a fim de se evitar a ocorrência de bolhas, sendo preenchidos totalmente. Nos pontos onde observou-se a impossibilidade de coleta direta no corpo hídrico, utilizou-se um balde de aço inox previamente higienizado com água destilada, onde para fins de garantia da representatividade da amostra.

Nesse processo de preenchimento, em que fora possível o acesso a lâmina d’água, buscou-se manter a verdadeira proporção entre o líquido e os sólidos em suspensão, evitando a presença de tocos, de folhas, de pedaço de pedra e outros objetos estranhos ao curso normal do líquido. Além disso, para minimizar o risco de contaminação, as amostras foram coletadas com o auxílio de luvas látex (cirúrgicas e não coloridas). Ao final, as embalagens contendo as amostras foram etiquetadas, identificadas e acondicionadas em caixa de isopor com gelo. Na figura a seguir observa-se o esquema de coleta de campo de água superficial.

Figura 6.1-253 - Esquematização dos procedimentos de campo para coleta de água superficial.



Fonte: Terra, 2025.

6.1.9.1.4 Pontos Amostrais

Para a determinação da qualidade da água superficial nas áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana, foram utilizados os pontos de amostragem descritos no quadro abaixo. Esses pontos correspondem a corpos hídricos identificados por meio da Área Diretamente Afetada (ADA), os pontos foram estrategicamente inseridos para expansão da malha amostral, cooperando na precisão das análises da área de contribuição. Os resultados apresentados correspondem a da 1ª campanha, período chuvoso, e 2ª campanha, período seco. Entretando, dos 17 pontos amostrais, só foram realizadas 15 coletas, cujas justificativas específicas para cada ponto consta no quadro seguinte.

Quadro 6.1-67 - Informações dos pontos de coleta de água superficial, referentes aos dados primários do Projeto CTR - Metropolitana.

PONTO	IDENTIFICAÇÃO	COORDENADAS		COORDENADAS (UTM – 22S)		DATA E HORA DA COLETA
		LATITUDE	LONGITUDE	LATITUDE (N)	LONGITUDE (E)	
PSUP01	Igarapé Castanhalzinho	1° 38' 31,184" S	48° 15' 20,769" W	9818300,000 m	805357,000 m	19/05/2025 12:37
PSUP 03	Igarapé Curuperé	1° 39' 18,328" S	48° 16' 34,640" W	9816854,000 m	803070,000 m	21/05/2025 12:44

PONTO	IDENTIFICAÇÃO	COORDENADAS		COORDENADAS (UTM – 22S)		DATA E HORA DA COLETA
		LATITUDE	LONGITUDE	LATITUDE (N)	LONGITUDE (E)	
PSUP04	Afluente Igarapé Castanhalzinho	1° 39' 16,276" S	48° 17' 20,018" W	9816919,021 m	801666,460 m	21/05/2025 11:23
PSUP05	Igarapé Curuperé	1° 39' 41,180" S	48° 16' 44,081" W	9816152,000 m	802777,000 m	20/05/2025 11:06
PSUP06	Igarapé Castanhalzinho	1° 39' 47,988" S	48° 16' 3,952" W	9815941,000 m	804018,000 m	20/05/2025 11:38
PSUP07	Igarapé Jacarezinho	1° 38' 31,263" S	48° 15' 31,017" W	9818298,000 m	805040,000 m	21/05/2025 11:04
PSUP08	Afluente do Igarapé Cajueiro	1° 38' 38,908" S	48° 15' 54,736" W	9818064,000 m	804306,000 m	22/05/2025 10:50
PSUP09	Igarapé Castanhalzinho	1° 40' 12,046" S	48° 16' 45,114" W	9815203,285 m	802743,735 m	22/05/2025 12:27
PSUP10	Igarapé da Fábrica	1° 39' 28,551" S	48° 16' 0,000" W	9816538,311 m	804141,328 m	20/05/2025 12:23
PSUP11	Igarapé Castanhalzinho	1° 38' 20,013" S	48° 15' 12,023" W	9818643,000 m	805628,000 m	19/05/2025 12:07
PSUP12	Igarapé Castanhalzinho	1° 39' 19,002" S	48° 15' 41,006" W	9816831,000 m	804729,000 m	20/05/2025 13:00
PSUP13	Igarapé Curuperé	1° 40' 12,112" S	48° 16' 37,257" W	9815200,916 m	802986,778 m	22/05/2025 13:28
PSUP14	Braço do Igarapé Castanhalzinho	1° 40' 17,495" S	48° 17' 0,880" W	9815036,453 m	802255,855 m	21/05/2025 12:16
PSUP15	Igarapé Castanhalzinho (Acesso 2)	1° 38' 44,902" S	48° 14' 7,897" W	9817875,207 m	807610,558 m	19/05/2025 10:53
PSUP16	Igarapé Castanhalzinho (Acesso 2)	1° 38' 48,993" S	48° 14' 6,036" W	9817749,366 m	807667,973 m	19/05/2025 11:11

Fonte: Terra, 2025.

Quadro 6.1-68 - Situações dos locais de coleta para o diagnóstico de qualidade das águas superficiais.

Ponto	Descrição
PSUP 01	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUP 02	Ponto não coletado – Ponto Seco. Ponto novo
PSUP 03	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUP 04	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha. Ponto novo inserido devido a área de contribuição
PSUP 05	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha

Ponto	Descrição
PSUP 06	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUP 07	Ponto descolado, pois a P7 (Afluente Castanhal) presente no estudo anterior do projeto encontrava -se seco, neste caso foi descolado para drenagem mais próxima.
PSUP 08	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha. Ponto P4 (Cajueiro Jusante) no estudo do projeto.
PSUP 09	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha. Ponto novo inserido devido a área de contribuição
PSUP 10	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha. Ponto descolado devido a área de contribuição.
PSUP 11	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUP 12	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUP 13	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha. Ponto descolado devido a área de contribuição.
PSUP 14	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha. Ponto descolado devido a área de contribuição.
PSUP 15	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUP 16	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUP 17	Ponto não coletado – Ponto Seco.

Fonte: Terra, 2025.

As coletas para a 1° Campanha foram realizadas nos dias 19/05/2025 à 22/05/2025, no qual correspondem ao período chuvoso, enquanto o período seco (2° Campanha) as coletas nos pontos amostrais ocorreram nos dias 30/06 a 03/07/2025. Ressalta -se que, não houve coleta nos pontos PSUP 02 e PSUP 17, pois foram caracterizados como ponto seco, evidenciados nas figuras abaixo. No mapa seguinte é apresentado a localização dos pontos de coleta de água superficial.

Figura 6.1-254 - Indícios de ponto seco.



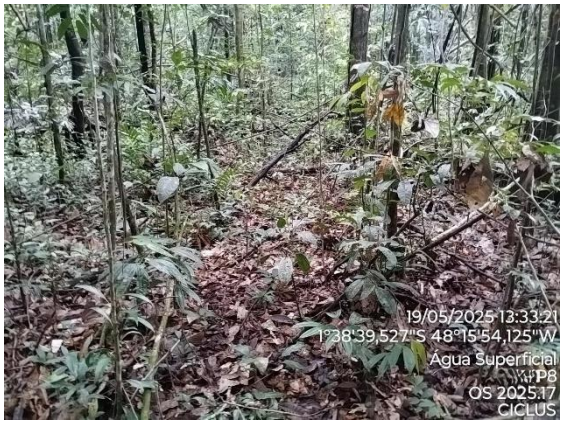
PSUP 02



PSUP 02



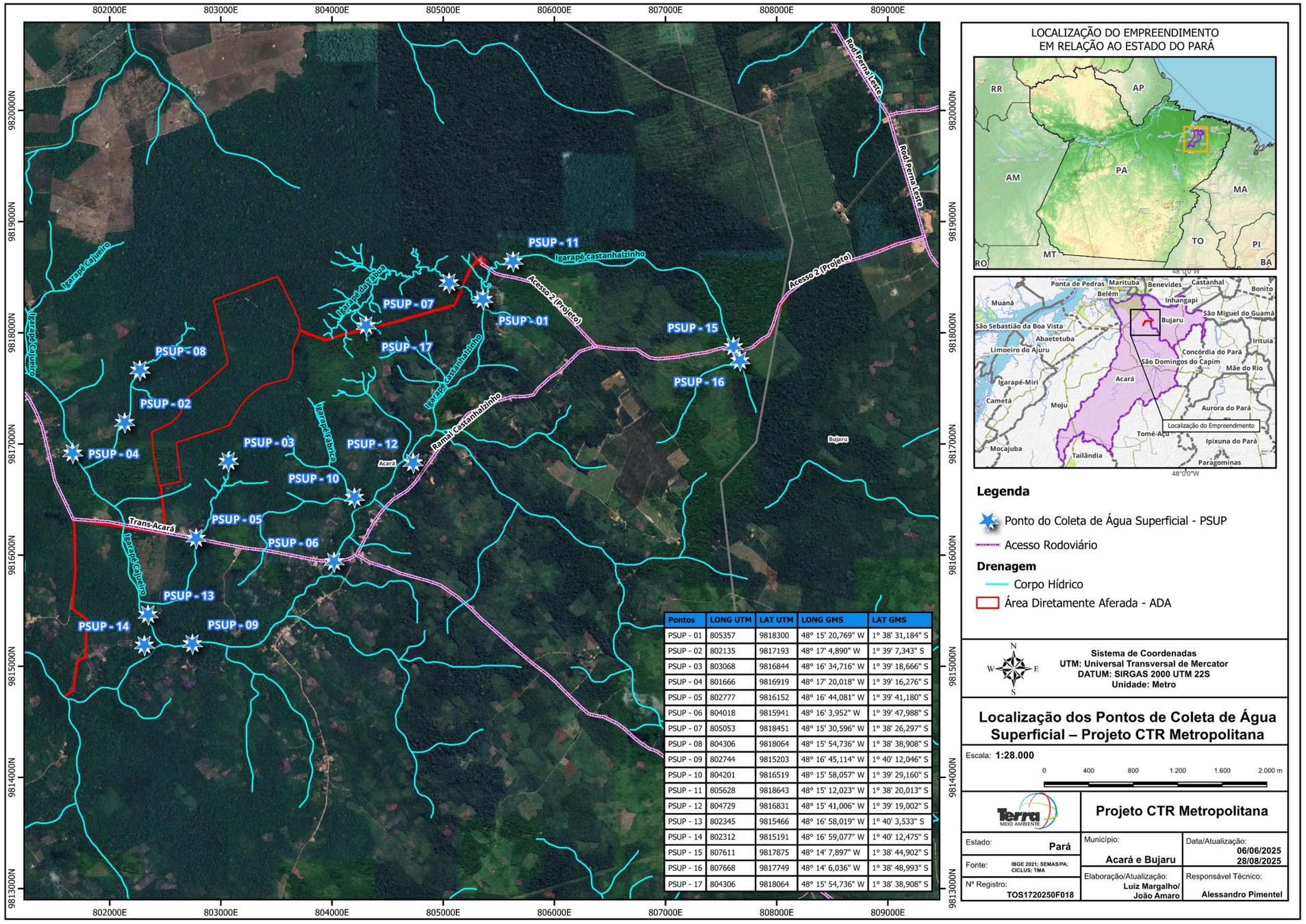
PSUP 17



PSUP 17

Fonte: Terra, 2025.

Mapa 6.1-1 - Localização dos pontos de coleta de água superficial – Projeto CTR Metropolitana.



Pontos	LONG UTM	LAT UTM	LONG GMS	LAT GMS
PSUP - 01	805357	9818300	48° 15' 20,769" W	1° 38' 31,184" S
PSUP - 02	802135	9817193	48° 17' 4,890" W	1° 39' 7,343" S
PSUP - 03	803068	9816844	48° 16' 34,716" W	1° 39' 18,666" S
PSUP - 04	801666	9816919	48° 17' 20,018" W	1° 39' 16,276" S
PSUP - 05	802777	9816152	48° 16' 44,081" W	1° 39' 41,180" S
PSUP - 06	804018	9815941	48° 16' 3,952" W	1° 39' 47,988" S
PSUP - 07	805053	9818451	48° 15' 30,596" W	1° 38' 26,297" S
PSUP - 08	804306	9818064	48° 15' 54,736" W	1° 38' 38,908" S
PSUP - 09	802744	9815203	48° 16' 45,114" W	1° 40' 12,046" S
PSUP - 10	804201	9816519	48° 15' 58,057" W	1° 39' 29,160" S
PSUP - 11	805628	9818643	48° 15' 12,023" W	1° 38' 20,013" S
PSUP - 12	804729	9816831	48° 15' 41,006" W	1° 39' 19,002" S
PSUP - 13	802345	9815466	48° 16' 58,019" W	1° 40' 3,533" S
PSUP - 14	802312	9815191	48° 16' 59,077" W	1° 40' 12,475" S
PSUP - 15	807611	9817875	48° 14' 7,897" W	1° 38' 44,902" S
PSUP - 16	807668	9817749	48° 14' 6,036" W	1° 38' 48,993" S
PSUP - 17	804306	9818064	48° 15' 54,736" W	1° 38' 38,908" S

Fonte: Terra, 2024.

Na figura abaixo são demostrados os registros fotográficos da coleta de água superficial nos pontos de amostragem referente 1° campanha período chuvoso (maio/2025), assim como a medição dos parâmetros realizados em campo, já durante o período seco (julho/2025) são demonstrados nas figuras seguintes identificados no título do conjunto de figuras.

Figura 6.1-255 - Registro fotográfico das coletas de água superficial e medição de parâmetros in loco referente a 1° Campanha (período chuvoso).



PSUP01 – Coleta de água superficial



PSUP01 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP03 – Coleta de água superficial



PSUP03 – Medição de parâmetros in Situ.





PSUP04 – Coleta de água superficial



PSUP04 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP05 – Coleta de água superficial



PSUP05 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP06 – Coleta de água superficial



PSUP06 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP07 – Coleta de água superficial

PSUP07 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP08 – Coleta de água superficial



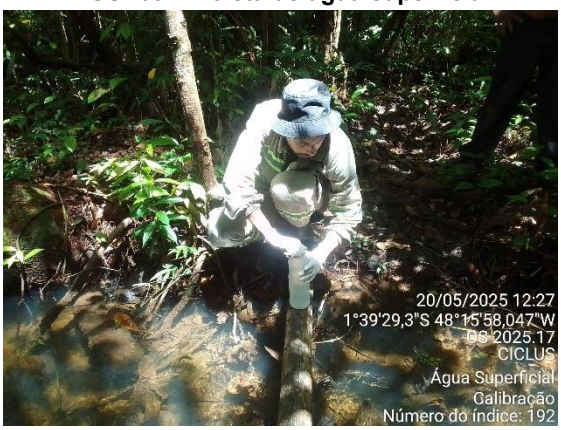
PSUP08 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP09 – Coleta de água superficial



PSUP09 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP10 – Coleta de água superficial



PSUP10 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP11 – Coleta de água superficial



PSUP11 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP12 – Coleta de água superficial



PSUP12 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP13 – Coleta de água superficial



PSUP13 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP14 – Coleta de água superficial



PSUP14 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUP15 – Coleta de água superficial



PSUP15 – Medição de parâmetros in Situ.

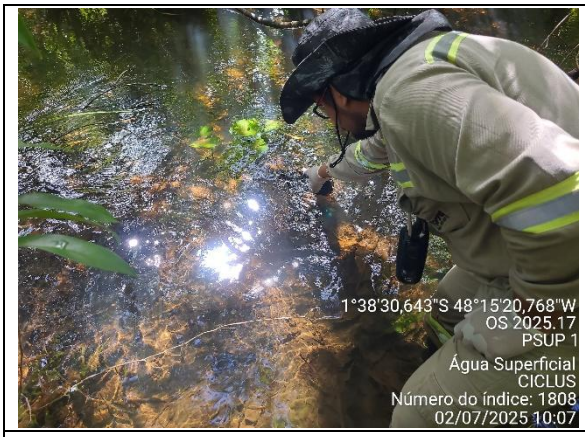


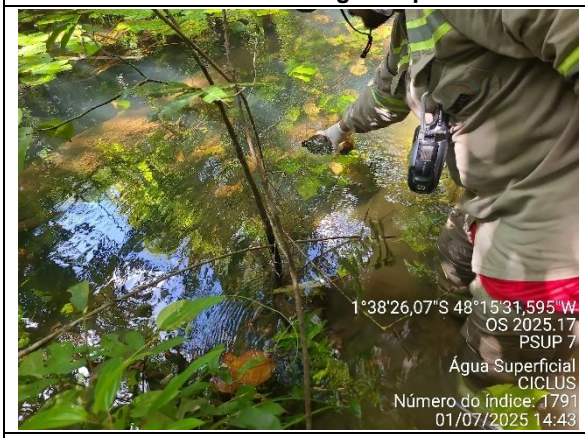
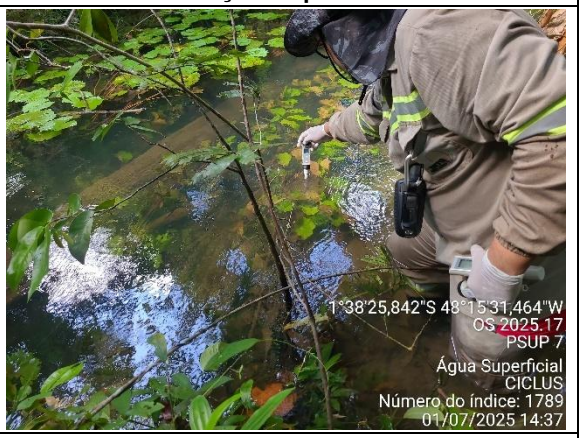
PSUP16 – Coleta de água superficial



PSUP16 – Medição de parâmetros in Situ.

Figura 6.1-256 - Registro fotográfico das coletas de água superficial e medição de parâmetros in loco referente a 2° Campanha (período seco).

<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PSUP01 – Coleta de água superficial</td><td>PSUP01 – Medição de parâmetros in Situ.</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PSUP03 – Coleta de água superficial</td><td>PSUP03 – Medição de parâmetros in Situ.</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PSUP04 – Coleta de água superficial</td><td>PSUP04 – Medição de parâmetros in Situ.</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PSUP05 – Coleta de água superficial</td><td>PSUP05 – Medição de parâmetros in Situ.</td></tr>
</table>

	
PSUP06 – Coleta de água superficial	**PSUP06 – Medição de parâmetros in Situ.**
	
PSUP07 – Coleta de água superficial	**PSUP07 – Medição de parâmetros in Situ.**
	
PSUP08 – Coleta de água superficial	**PSUP08 – Medição de parâmetros in Situ.**

	
PSUP09 – Coleta de água superficial	**PSUP09 – Medição de parâmetros in Situ.**
	
PSUP10 – Coleta de água superficial	**PSUP10 – Medição de parâmetros in Situ.**
	
PSUP11 – Coleta de água superficial	**PSUP11 – Medição de parâmetros in Situ.**

	
PSUP12 – Coleta de água superficial	**PSUP12 – Medição de parâmetros in Situ.**
	
PSUP13 – Coleta de água superficial	**PSUP13 – Medição de parâmetros in Situ.**
	
PSUP14 – Coleta de água superficial	**PSUP14 – Medição de parâmetros in Situ.**
	
PSUP15 – Coleta de água superficial	**PSUP15 – Medição de parâmetros in Situ.**

	
PSUP16 – Coleta de água superficial	**PSUP16 – Medição de parâmetros in Situ.**

6.1.9.1.5 Parâmetros Analisados

Os parâmetros para emissão dos laudos, selecionados de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005, assim como os parâmetros necessários para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA-Metodologia CETESB), e os parâmetros analisados em Campo pelos equipamentos supracitados, estão dispostos no quadro abaixo.

Quadro 6.1-69 - Parâmetros analisados nas amostras de água superficial.

PARÂMETROS				
Laboratório				
2,4-D	2,4,5-T	2,4,5-TP	2,4,6-Triclorofenol	Acrilamida
Alaclor	Aldrin + Dieldrin	Alumínio Dissolvido	Antimônio	Arsênio
Atrazina	Bário	Benzeno	Benzo(a)antraceno	Benzo(a)pireno
Benzo(b)fluoranteno	Benzo(k)fluoranteno	Benzidina	Berílio	Boro
Cádmio	Carbaril	Chumbo	Cianeto	Clordano (cis e trans)
Cloreto	Clorofila a	Cobalto	Cobre Dissolvido	Coliformes totais
Coliformes termotolerantes	Condutividade	Cor	Criseno	Demeton (Demeton-O e Demeton-S)
Dibenzo(a,h)antraceno	Diclorometano	Dodecacloro pentaciclo decano	DQO (Demanda Química de Oxigênio)	DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)
Endossulfan (a, b e sulfato)	Endrin	Estireno	Etilbenzeno	Feofitina
Ferro Dissolvido	Fluoreto	Fósforo total	Glifosato	Gution
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	Hexaclorobenzeno	Índice de Fenóis	Indeno(1,2,3-cd)pireno	Lítio
Lindano (gama-HCH)	Malation	Manganês	Mercúrio	Metilbenzeno
Metolacloro	Metoxicloro	Níquel	Nitrato	Nitrito
Nitrogênio Amoniacal	Nitrogênio Total	OD (Oxigênio Dissolvido)	Paration	PCBs - Bifenilas Policloradas

PARÂMETROS				
Pentaclorofenol	pH	Prata	RFT	Salinidade
Selênio	Simazina	Sólidos Totais Dissolvidos	Sólidos Totais	Sulfato
Sulfeto	Surfactantes (como LAS)	Temperatura	Tetracloroeteno	Tetracloreto de Carbono
Tolueno	Toxafeno	Tributilestanho	Triclorobenzenos	Tricloroeteno
Trifluralina	Turbidez	Urânio	Vanádio	Xilenos
Zinco	2-Clorofenol	-	-	-
Campo				
Oxigênio dissolvido	Sólidos dissolvidos totais	Condutividade	pH	Temperatura
Salinidade		-	-	-

Fonte: Terra, 2025.

6.1.9.1.6 Índice de Qualidade da Água – IQA

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente apresenta-se como um desafio permanente de gerar indicadores e índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sistemática e acessível, para os tomadores de decisão (CETESB, 2017).

Para o público em geral, a informação dos valores de concentrações dos poluentes nos corpos d'água tem pouco significado, devido às tecnicalidades envolvidas na interpretação dos resultados. Por este motivo, podem-se adotar, a fim de facilitar a comunicação com o público, os Índices de Qualidade das Águas (IQA), que retratam através de um índice global, a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento, ou seja, utiliza a média de diversas variáveis, resultando em apenas um único valor que retratam condições variando de "muito ruim" a "excelente", ou que permitam interferências sobre alguns aspectos específicos sobre o curso d'água, tal como biodiversidade e toxicidade.

Na caracterização da qualidade da água dos corpos hídricos monitorados, utilizaram-se alguns parâmetros que representam suas características físico-químicas e biológicas, os indicadores da qualidade da água, que representam impurezas quando ultrapassam a

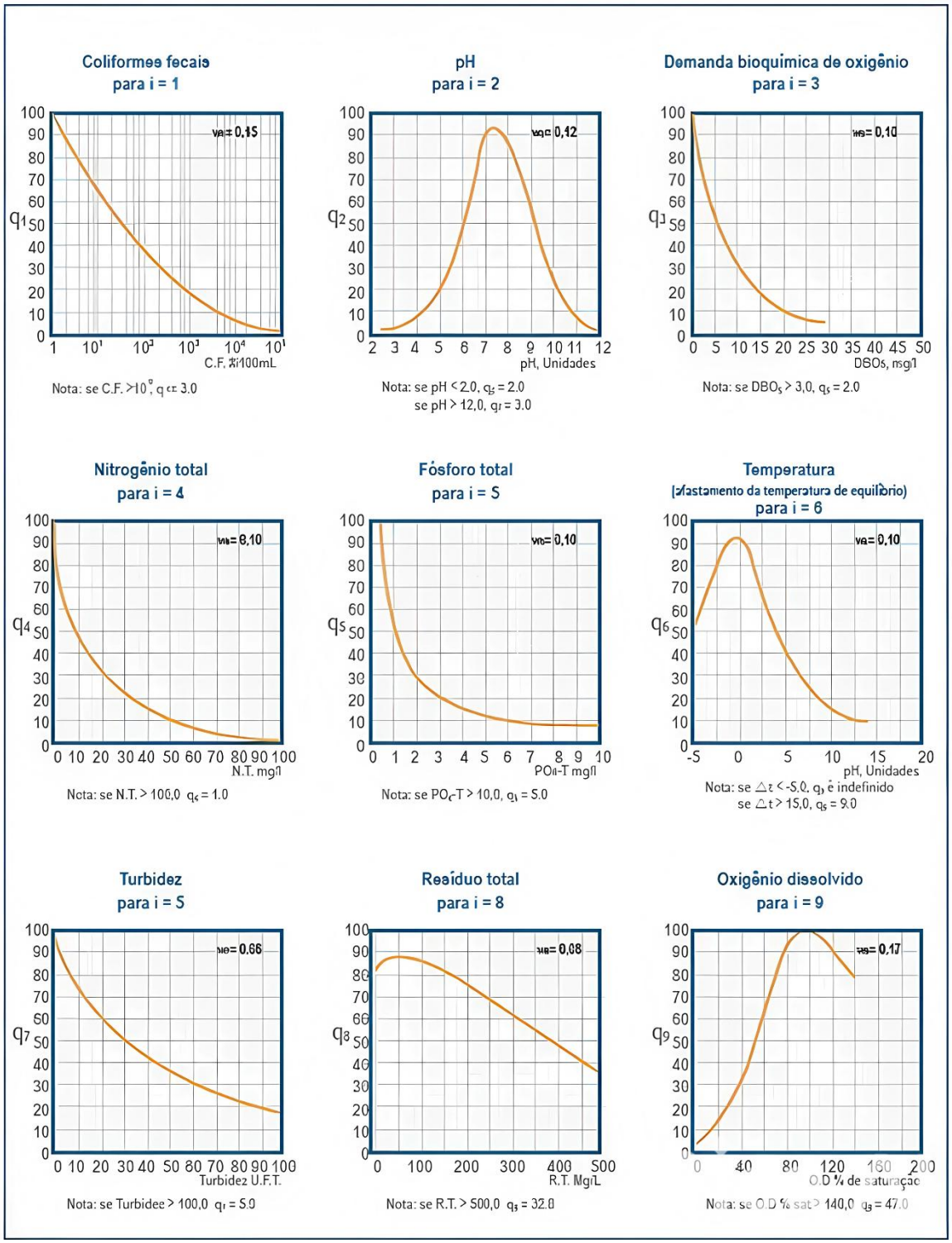
certos valores estabelecidos. Estes parâmetros foram estabelecidos pela *National Sanitation Foudantion* (NSF) nos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água (IQA).

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Onde:

- IQA: Índice de Qualidade das Águas (número entre 0 e 100)
- qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", observada na Figura 6.1-257 em função de sua concentração ou medida;
- wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para conformação global de qualidade;
- i: número do parâmetro, variando de 1 a 9 (n=9), ou seja, o número de parâmetro que compõem o IQA é 9.

Figura 6.1-257 - Curva média de variação de qualidade CETESB (2017).



Fonte: CETESB, 2017.

O somatório dos pesos de todos os parâmetros é igual a 1 ou seja:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Com isso nove parâmetros foram considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA, conforme observado na tabela abaixo.

Os pesos (qi) de cada parâmetro estão apresentados na tabela abaixo, estes pesos foram determinados pelo painel de especialistas que desenvolveu o IQA-NSF e retratam a importância relativa de cada parâmetro.

Tabela 6.1-85 - Valores dos pesos qi de cada parâmetro do IQA.

PARÂMETRO	UNIDADE	QI
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	0,15
pH	-	0,12
DBO5	mg/L	0,10
Nitrogênio Total	mgN/L	0,10
Fósforo total	mgP/L	0,10
Diferença de temperatura	°C	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos Totais	mg/L	0,08
OD	% saturação	0,17

A classificação da qualidade da água segundo o IQA é feita de acordo com a tabela a seguir, apresentam-se a versão adaptada pela CETESB a partir da classificação original do NSF.

Tabela 6.1-86 - Classificação da qualidade da água segundo IQA (CETESB, 2017).

CLASSIFICAÇÃO	COR	FAIXA DE IQA
Ótima	Azul	80≤IQA≤100
Boa	Verde	52≤IQA<80
Aceitável	Amarela	37≤IQA<52
Ruim	Vermelha	20≤IQA<37
Péssima	Preta	0≤IQA<20

6.1.9.1.7 Dados Secundários

6.1.9.1.7.1 2015

Para embasar as análises desenvolvidas, foram utilizados dados secundários provenientes de levantamentos anteriores, bases de dados selecionados conforme sua relevância e atualidade para o tema em estudo. No ano base de 2015 a qualidade da água superficial foi analisada em dois períodos, chuvoso e seco, o qual demonstraram que a qualidade das águas dos igarapés Cajueiro, Castanhal e Grota Funda estão de acordo com os padrões da CONAMA 357/05 para águas classe II na maioria dos parâmetros analisados, entretanto em ambos os períodos os níveis de DBO, ph e Oxigênio Dissolvido (OD), estiveram forma dos padrões permitidos pela legislação supracitada.

Os valores de ph abaixo de 6, indicando acidez, é característico da região devido a fatores naturais, sobretudo, à presença de ácidos minerais, CO2 e sais hidrolisados. Com relação aos baixos valores de Oxigênio Dissolvido (OD) ocorreu possivelmente pelo excesso de matéria orgânica em decomposição oriundo das cheias, enquanto a Demanda Bioquímica de Oxigênio (OD) apresentou valores acima do permitido pela normativa, apenas durante o período seco, especificamente no ponto 6 (P6), no qual o uso da água, no qual é utilizado para fins de recreação, banhos, limpezas de utensílios domésticos e lavagem de roupa. Com isso, liberando, na água, detergentes fosfatados e nutrientes, contribuindo para maior demanda de oxigênio indispensável para oxidar a matéria orgânica presente na água. Durante o seco e chuvosos parâmetros DBO, OD, ph e turbidez tiveram variações fora do permitido, porém com aumento significativo no período da seca pois, devido a maior concentração destes parâmetros com a diminuição do volume de água, conforme evidenciado a tabela abaixo.

Tabela 6.1-87 – Resultados Analíticos das Amostras de Água Superficial referente ao ano de 2015.

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	(P1) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P6) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P4) PONTO IGARAPÉ CAJUEIRO		(P5) PONTO IGARAPÉ GROTA FUNDA	
			C	S	C	S	C	S	C	S
Temperatura	ºC	-	26.01	26.15	27.09	26.30	25.72	25.57	27.29	-
Condutividade		-	17	17	22	16	21	19	22	-
Salinidade	mg/L	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> ou = a 5	5.43	6.56	4.05	6.28	6.01	6.21	4.05	-
pH	-	6.0 a 9.0	4.79	5.01	5.05	5.74	4.91	5.00	5.05	-
Turbidez	NTU	100	1.54	10	4.44	11	2.24	5.0	2.15	-
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	3.7 mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-
Nitrato	mg/L	10 mg/L	4.52	1.36	<0.05	<0.5	<0.5	<0.5	4.43	-
Nitrito	mg/L	1.0 mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-
Fluoreto	mg/L	1.4 mg/L	<0.05	0.40	<0.05	0.07	<0.05	0.24	<0.05	-
Fósforo total	mg/L	0.05 mg/L	0.02	<0.01	0.02	<0.01	0.03	<0.01	0.04	-
Cloreto	mg/L	250 mg/L	2.46	4.1	3	3.1	2.96	3.3	2.96	-
Cianeto	mg/L	0.005 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Sulfato	mg/L	250 mg/L	<0.5	<5	<0.5	<5	<0.5	<5	<0.5	-
Sulfeto	mg/L	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	-
RFT	mg/L	500 mg/L	6	10	10	12	11	25	10	-
Cor	Mg Pt/L	75 Mg Pt/L	<5	6.25	<5	14.1	<5	<5	22,6	-
Contagem de Cianobactérias	Cél/mL	-	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	-
DBO	mg/L	<5	2.0	3.9	2.6	8.0	2.5	<2.0	2.9	-
DQO	mg/L	-	<20	26	<20	28	<20	<20	<20	-
Clorofila a	µg/L	<10 µg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	-

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	(P1) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P6) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P4) PONTO IGARAPÉ CAJUEIRO		(P5) PONTO IGARAPÉ GROTA FUNDA	
			C	S	C	S	C	S	C	S
feofitina	µg/L	-	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0.2	0.0536	0.0723	0.118	0.0598	0.0835	0.0651	0.145	-
Antimônio	mg/L	0.005 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Arsênio	mg/L	0.01 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Bário	mg/L	0.7 mg/L	<0.001	0.00198	<0.001	0.00473	<0.001	0.00156	<0.001	-
Berílio	mg/L	0.04 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Boro	mg/L	0.5 mg/L	0.138	<0.001	0.164	<0.001	0.565	<0.001	0.208	-
Cádmio	mg/L	0.001 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Chumbo	mg/L	0.01 mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Cobalto	mg/L	0.05 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Cobre Dissolvido	mg/L	0.009 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Cromo	mg/L	0.05 mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Ferro Dissolvido	mg/L	0.3 mg/l	0.157	0.138	0.172	0.191	0.0538	0.0713	0.283	-
Lítio	mg/L	2.5 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Manganês	mg/L	0.1 mg/l	0.002172	0.00184	0.00246	0.00190	0.00206	0.00105	0.00264	-
Mercúrio	mg/L	0.0002 mg/l	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-
Níquel	mg/L	0.025 mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Prata	mg/L	0.01 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Selênio	mg/L	0.01 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Urânio	mg/L	0.02 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Vanádio	mg/L	0.1 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Zinco	mg/L	0.18 mg/l	0.0713	0.00309	0.00569	0.0160	0.0126	0.00319	0.00695	-
Coliformes termotolerantes	NMP	1000/100ml	8.0	23	27	8	17	23	23	-

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	(P1) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P6) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P4) PONTO IGARAPÉ CAJUEIRO		(P5) PONTO IGARAPÉ GROTA FUNDA	
			C	S	C	S	C	S	C	S
Coliformes totais	NMP/100mL	-	23	23	80	23	30	23	23	-
Acrilamida	µg/L	0.5 µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-
Alaclor	µg/L	20 µg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0.005 µg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-
Atrazina	µg/L	2 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Benzeno	µg/L	0.005 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
Benzo (a) antraceno	µg/L	0.05 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Benzo (a) pireno	µg/L	0.05 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Benzo (b) fluoranteno	µg/L	0.05 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Benzo (k) fluoranteno	µg/L	0.05 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Carbaril	µg/L	0.02 µg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-
Clordano (cis e trans)	µg/L	0.04 µg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-
2 – Clorofenol	µg/L	0.1 µg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-
Criseno	µg/L	0.05 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
2,4-D	µg/L	4 µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	µg/L	0.1 µg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-
Dibenzo (a, h) antraceno	µg/L	0.05 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
1,2-Dicloroetano	µg/L	0.01 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
1,2-Dicloroeteno	µg/L	0.003 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
2,4-Diclorofenol	µg/L	0.3 µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-
Diclorometano	µg/L	0.02 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
p.p'-DDT+ p.p'-DDD+p.p'-DDE	µg/L	0.002 µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	-
Dodecacloro pentaciclodecano	µg/L	0.001 µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	(P1) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P6) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P4) PONTO IGARAPÉ CAJUEIRO		(P5) PONTO IGARAPÉ GROTA FUNDA	
			C	S	C	S	C	S	C	S
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0.056 µg/L	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	-
Endrin	µg/L	0.004 µg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-
Estireno	mg/L	0.02 mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
Etilbenzeno	µg/L	90 µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Índice de Fenóis	mg/L	0.003 mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Glifosato	µg/L	65 µg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-
Gution	µg/L	0.005 µg/L	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	-
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0.01 µg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-
Indeno (1,2,3, cd) pireno	µg/L	0.05 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Lindano (g-HCH)	µg/L	0.02 µg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-
Malation	µg/L	0.1 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Metolacloro	µg/L	10 µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-
Metoxicloro	µg/L	0.03 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Paration	µg/L	0.04 µg/L	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	-
PCB´s - Bifenilas Policloradas	µg/L	0.001 µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-
Pentaclorofenol	mg/L	0.009 mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.001	-
Simazina	µg/L	2.0 µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	-
Surfactantes (como LAS)	mg/L	0.5 mg/L	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.004	-
2,4,5-T	µg/L	2.0 µg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	-
Tetracloreto de Carbono	µg/L	2.0 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.01	-
Tetracloroeteno	µg/L	10 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.003	-
Tolueno	mg/L	2 µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	-
Toxafeno	µg/L	0.01 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	-

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	(P1) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P6) PONTO IGARAPÉ CASTANHAL		(P4) PONTO IGARAPÉ CAJUEIRO		(P5) PONTO IGARAPÉ GROTA FUNDA	
			C	S	C	S	C	S	C	S
2,4,5-TP	µg/L	10 µg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	-
Triclorobenzenos	µg/L	20 µg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<0.04	-
Tricloroeteno	µg/L	30 µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0.01 mg/L	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	-
Trifluralina	µg/L	0.2 µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-
Xilenos	mg/L	0.3 µg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	-
Hexaclorobenzeno	µg/L	0.0065 µg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-
Tributilestanho	µg/L	0.063 µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Benzidina	µg/L	0.001 µg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-

C= Chuvoso; S= Seco

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental, 2015.

6.1.9.1.7.2 2024

Com o intuito de complementação e atualização dos dados analisados em 2015, sucedeu uma nova análise executada em setembro de 2024 (período seco) apresentado no Estudo de Impacto Ambiental, no qual demostrou valores fora do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 nos parâmetros ph, Oxigênio Dissolvido (OD), Fósforo, Sulfeto e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), enquanto os demais parâmetros estiveram dentro do limite estabelecido pela resolução.

Os resultados alterados para o parâmetro fosforo, possivelmente ocorreu devido a geologia local ou da decomposição de matéria orgânica, sobretudo relativa à vegetação local. Já o sulfeto foi registrado acima do limite em quase todos os pontos, com exceção do ponto P8. O aumento do sulfeto pode estar relacionado à degradação do sulfato por bactérias na presença de baixas concentrações de oxigênio dissolvido, como foi registrado anteriormente no ano de 2015.

Por fim, quanto a carga orgânica, isto é, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) supostamente os valores acima do padrão, referem-se à decomposição de material vegetal (P11), em área mais preservada, ou decomposição de matéria orgânica (P12), em área com a presença de domicílios sem o devido tratamento dos seus efluentes domésticos, durante o período coletado (período seco) demostrado na tabela abaixo.

Tabela 6.1-88 - Resultados Analíticos das Amostras de Água Superficial referente ao ano de 2024 (período seco).

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	P1	P4	P5	P7	P8	P11	P12
pH	N.A	6 a 9	5,42	6,78	5,54	5,34	5,44	5,48	5,4
Temperatura	ºC	SR	25,6	29,8	26,4	27,1	26,4	27,1	26,7
Temperatura do ar	ºC	SR	24,5	23,9	23,6	23	23,6	22,6	22,4
Oxigênio dissolvido	mg/LO2	>5	1,5	2,7	2,1	2,1	6,8	1,7	2,7
Condutividade elétrica	S/cm	SR	29	29	19	19	27	18	24
Sólidos Dissolvidos Totais	ppm	500 mg/L	8	8	1,6	9	9	9	20
Salinidade	%	SR	0	0,37	0	0	0	0	0
Coliformes termotolerantes	NMP	1000/100mL	>2419,6	<2419,6	<2419,6	<1,0	<2419,6	1	>2419,6
Clorofila	g/L	30	<1,60	<1,60	<1,60	<1,60	<1,60	<1,60	1,78
Densidade de cianobactérias	cél/ml	até 50.000	130	543	106	98	122	75	<1,0
Alumínio	mg/L	0,1 mg/L	0	0	0	0	0	0	0
Cloro residual	mg/L	0,01 mg/L	0,2167	0,22	0,206	0,16	0,25	0,1933	0,17
Cobre	mg/L	SR	0	0	0	0	0	0	0,58
Cromo total	mg/L	0,05 mg/L	0,03	0,02	0,03	0,06	0,0133	0,04	0,03
Ferro	mg/L	SR	0,09	0,11	0,47	0,11	0,51	0,16	0,09
Fluoreto total	mg/L	1,4 mg/L	1,28	0	1,21	1,25	1,24	1,15	1,31
Fósforo total	mg/L	até 0,050	0,08	0,33	0,04	0,12	0,03	0,04	0,02
Nitrato	mg/L	10 mg/L	1,7	1,7	2,3	2,5	2,2	1,9	1,6
Nitrito	mg/L	1 mg/L	0,003	0,002	0,005	0,022	0,013	0,007	0
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	3,7 mg/L	1,733	1,702	2,305	2,572	2,213	1,967	0,2
Sulfato	mg/L	250 mg/L	0	0	1	0	1	0	0
Sulfeto	mg/L	0,002 mg/L	1,1666	0,793	0,616	0,6333	0	0,29	0,8866
Turbidez	UNT	até 100	0,7	0	4,72	0,73	5,49	0,64	0,79

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	P1	P4	P5	P7	P8	P11	P12
DBO	mg/L	até 5	<1,7	<1,70	<1,70	<1,70	<1,70	6,2	8,25
DQO	mg/L	SR	<15	<15	<15	<15	<15	16	21
Cianeto livre	mg/L	0,005 mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cianeto total	mg/L	SR	<0,002	0,002	0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002
Fenóis totais	mg/L	0,003 mg/L	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Acrilamida	g/L	0,5 g/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Óleos e graxas totais	mg/L	SR	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cor verdadeira	UC	até 75mg	<8	13,19	16,46	14,35	18,11	10,54	9,88
Glifosato	mg/L	65 ?g/L	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Lítio total	mg/L	2,5 mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Manganês total	mg/L	0,1 mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Mercúrio total	mg/L	0,0002 mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel total	mg/L	0,025 mg/L	<0,005	<0,0050	<0,0050	<0,005	<0,0050	<0,005	<0,005
Prata total	mg/L	0,01 mg/L	<0,005	<0,0050	<0,0050	<0,005	<0,0050	<0,005	<0,005
Selênio total	mg/L	0,01 mg/L	<0,005	<0,0050	<0,0050	<0,005	<0,0050	<0,005	<0,005
Vanádio total	mg/L	0,1 mg/L	<0,005	<0,0050	<0,0050	<0,005	<0,0050	<0,005	<0,005
Zinco total	mg/L	0,18 mg/L	<0,005	<0,0050	<0,0050	<0,005	<0,0050	<0,005	<0,005
Antimônio	mg/L	0,005 mg/L	<0,004	<0,0040	<0,0040	<0,004	<0,0040	<0,004	<0,004
Arsênio total	mg/L	0,01 mg/L	<0,005	<0,0050	<0,0050	<0,005	<0,0050	<0,005	<0,005
Bário total	mg/L	0,7 mg/L	<0,005	<0,0050	<0,0050	<0,005	<0,0050	<0,005	<0,005
Berílio total	mg/L	0,04 mg/L	<0,003	<0,0030	<0,0030	<0,003	<0,0030	<0,003	<0,003
Boro total	mg/L	0,5 mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cádmio total	mg/L	0,001 mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo total	mg/L	0,01 mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalto total	mg/L	0,05 mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Alacloro	g/L	20 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	P1	P4	P5	P7	P8	P11	P12
Aldrin+dieldrin	g/L	0,005 g/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Atrazina	g/L	2 g/L	<0,05	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	<0,05	<0,05
Benzidina	g/L	0,001 g/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo(a) Antraceno	g/L	0,05 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b) Fluoranteno	g/L	0,05 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k) Fluoranteno	g/L	0,05 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo (a) Pireno	g/L	0,05 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Carbaril	g/L	0,02 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clordano (cis+trans)	g/L	0,04 g/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2-clorofenol	g/L	0,1 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Criseno	g/L	0,05 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Demeton (demeton o + demeton s)	g/L	0,1 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenzo (a,h) Antraceno	g/L	0,05 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
2,4-Diclorofenol	g/L	0,3 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DDT	g/L	0,002 g/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dodecacloro pentaciclodecano	g/L	0,001 g/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endossulfan (I+II+Sulfato)	g/L	0,056 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Endrin	g/L	0,004 g/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Gution	g/L	0,005 g/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Heptacloro epóxido + heptacloro	g/L	0,01 g/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Hexaclorobenzeno	g/L	0,0065 g/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Indeno (1,2,3-de) pireno	g/L	0,05 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Lindano HCH	g/L	0,02 g/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Malation	g/L	0,1 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Metolacloro	g/L	10 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Paration	g/L	0,04 g/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 357/05	P1	P4	P5	P7	P8	P11	P12
PCBs	g/L	0,001 g/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentaclorofenol	g/L	0,009 mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Simazina	g/L	2 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toxafeno	g/L	0,01 g/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tributilestanho	g/L	0,063 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trifluralina	g/L	0,2 g/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzeno	g/L	0,005 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
1,1-Dicloroeteno	g/L	0,003 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
1,2-Dicloroetano	g/L	0,01 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Diclorometano	g/L	0,02 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Estireno	g/L	0,02 mg/L	<5,000	<5,000	<5,000	<5,000	<5,000	<5,000	<5,000
Etilbenzeno	g/L	90 g/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Tetracloreto de carbono	g/L	0,002 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Tetracloroeteno	g/L	0,01 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Tolueno	g/L	2 g/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Tricloroeteno	g/L	0,03 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Triclorobenzeno	g/L	0,02 mg/L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Xileno	g/L	300 g/L	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000	<3,000

N.A – Não se Aplica; SR – Sem Referência.

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental, 2024.

6.1.9.1.7.3 IQA

Baseado nos resultados analisados nos anos anteriores foi calculado o Índice da Qualidade da Água (IQA) apresentado no documento de Estudos de Impacto para obter a classificação da qualidade da água, para os pontos de água superficial analisados, independente da época que foram realizadas a amostragem, demostrado no quadro abaixo.

Quadro 6.1-70 - Classificação da qualidade da água, segundo o IQA, nos pontos de amostragem de água superficial dos anos de 2015 e 2024.

PONTO	IQA	CLASSIFICAÇÃO
P1- chuvoso	62	BOA
P1-estiagem	63	BOA
P2-chuvoso	53	BOA
P2-estiagem	63	BOA
P3-chuvoso	46	REGULAR
P3-estiagem	0	*
P4-chuvoso	66	BOA
P4-estiagem	67	BOA
P5-chuvoso	57	BOA
P5-estiagem	0	*
P6-chuvoso	57	BOA
P6-estiagem	72	BOA
P-01 estiagem	39	REGULAR
P-04 estiagem	52	BOA
P-05 estiagem	43	REGULAR
P-07 estiagem	52	BOA
P-08 estiagem	56	BOA
P-11 estiagem	51	REGULAR
P-12 estiagem	43	REGULAR

*Ponto Seco
Fonte: Estudo de Impacto Ambiental, 2024.

6.1.9.1.8 Dados Primários

Baseado nos dados secundários obtidos nos anos anteriores (2015 e 2024), necessitou - se um novo período de medição para obter os resultados primários referente ao projeto, no qual ocorreu a coleta das amostras no período chuvoso (maio/2025) referente a 1° Campanha e período seco (julho/2025) a 2° Campanha. Os parâmetros analisados para

água superficial foram comparados aos valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA Nº 357/2005, que determina padrão de qualidade para águas doces - classe 2.

Para efeitos de comparação serão apresentados resultados entre o período seco e chuvoso, com resultados obtidos durante a campanha de maio de 2025 (Período Chuvoso) e julho de 2025 (Período Seco), foram coletadas amostras em 15 pontos, em razão de melhor representatividade da malha amostral. Os dados primários referente aos dois períodos executados em 2025 são demostrados na tabela a seguir.

Os laudos referentes a primeira campanha de Água Superficial (período chuvoso) encontram no Anexo III nas páginas.184 a 259. Enquanto a segunda, no qual correspondem ao período seco, podem ser visualizados no Anexo III nas páginas 260 a 335, e os Certificados de Acreditação pertencente ao laboratório, tendo como garantia a confiabilidade dos resultados, são demostrados no Anexo III páginas 398 a 412.

Tabela 6.1-89 – Resultados Analíticos Referente a 1° e 2 Campanha de Água Superficial.

PARÂMETRO	UNIDADE	PSUP 01		PSUP 03		PSUP 04		PSUP 05		PSUP 06		PSUP 07		PSUP 08		PSUP 09		PSUP 10		PSUP 11		PSUB 12		PSUB 13		PSUB 14		PSUP 15		PSUP 16		VMP (CONAMA 357/05)
		1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	
1-Bromo-4-flurbenzeno (Surrogate)	%	98,8	96,5	95,5	93,1	95	92,5	103,4	94,4	103,4	86,9	95	91,8	108,1	96,6	107,50	99,40	102,7	95,5	96,5	93,2	101,5	88,1	106,70	97,3	92,50	98,40	102,6	91	97,3	91,5	SR
2,4,5-T	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2
2,4,5-TP	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10
2,4,6-Triclorofenol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	10
2-Clorofenol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
2-Fluorobifenilo (Surrogate)	%	79,4	73,2	117,7	63,7	95,7	63,5	58	74	58	76	81	62,5	44,7	72,9	35,80	56,60	60	53,2	93,1	79,8	65,7	81,9	48,20	-	109,40	43,30	54,8	71,7	118,8	71,3	SR
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	4
Acrilamida	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
Alaclor	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	20
Aldrin+Dieldrin	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,08	0,2	<0,02	0,1	<0,02	0,21	0,12	0,23	0,12	0,32	<0,02	0,14	0,08	0,13	0,11	0,28	0,11	0,19	0,09	0,22	0,13	0,33	0,09	0,33	0,04	0,43	0,04	0,06	0,07	0,07	0,1
Antimônio Total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005
Arsênio Total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01
Atrazina	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2
Bário Total	mg Ba/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,7
Benzeno	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	5
Benzidina	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Benzo(a)antraceno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Benzo(a)pireno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Berílio Total	mg Be/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,04

PARÂMETRO	UNIDADE	PSUP 01		PSUP 03		PSUP 04		PSUP 05		PSUP 06		PSUP 07		PSUP 08		PSUP 09		PSUP 10		PSUP 11		PSUB 12		PSUB 13		PSUB 14		PSUP 15		PSUP 16		VMP (CONAMA 357/05)
		1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	
Boro Total	mg B/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5
Cádmio Total	mg Cd/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Carbaril	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Chumbo Total	mg Pb/L	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	0,006	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	0,009	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,01
Cianeto Total	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	SR
Clordano (Isômeros)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
Cloreto	mg/L	3,36	3,11	2,78	2,61	2,39	2,53	2,79	2,49	2,79	2,2	3,39	3,08	3,32	3,1	2,99	2,61	3,25	3,05	3,09	2,48	3,12	2,24	2,75	2,02	2,59	2,31	3,24	3,1	3,29	3,09	250
Clorofila a	µg/L	<1	1,07	<1	<1	1,07	1,07	2,14	1,07	2,14	2,14	<1	<1	<1	1,07	1,07	<1	1,07	1,07	<1	1,07	<1	2,14	1,07	<1	1,07	1,07	2,14	<1	<1	1,07	30
Cobalto Total	mg Co/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	<0,005	0,009	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	<0,005	0,009	0,009
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	600	410	300	120	570	500	590	300	590	6900	490	6000	300	600	500	2500	300	490	400	580	450	490	200	1800	600	1900	200	250	600	260	1000
Coliformes Totais	NMP/100mL	121000	1299000	78000	550000	89000	1553000	89000	93000	89000	155300	101000	816000	153000	829000	148000	189000	70000	870000	96000	173300	84000	173300	169000	117000	99000	178000	107000	378000	81000	328000	SR
Condutividade Elétrica	µS/cm	17	24,8	19	20,1	59	13	28,7	14	28,7	12	17	N.A.	19	4,36	35,5	13,0	32,4	15	16	N.A.	31,4	14	30,3	17	43,3	12,0	9	15	17	11	SR
Cor Verdadeira	mg/L	17	16	<4	6	17	24	13	10	13	64	20	15	<4	10	16,0	15,0	12	15	8	20	15	60	34,0	50	32,0	42,0	10	<4	7	<4	75
Criseno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Demanda Bioquimica de Oxigênio	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3,02	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5
Demanda Quimica de Oxigênio	mg/L	8,55	<5	8,55	<5	<5	<5	10,2	6,87	10,2	13,6	13,6	<5	5,2	<5	6,87	52,2	8,55	38,7	6,87	11,9	18,6	6,87	8,55	27	13,6	23,6	8,55	13,6	5,2	13,6	SR
Demeton (isomeros misturados)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Diclorometano (Cloreto de Metileno)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	20
Endosulfan (a, b, sulfato)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,056

PARÂMETRO	UNIDADE	PSUP 01		PSUP 03		PSUP 04		PSUP 05		PSUP 06		PSUP 07		PSUP 08		PSUP 09		PSUP 10		PSUP 11		PSUB 12		PSUB 13		PSUB 14		PSUP 15		PSUP 16		VMP (CONAMA 357/05)
		1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	
Endrin	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004
Estireno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	20
Etilbenzeno	µg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	90
Fenóis Totais	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003
Feofitina a	µg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	SR
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	0,16	0,25	<0,1	<0,1	0,23	0,38	0,77	0,6	0,77	0,32	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,35	0,49	<0,1	0,14	0,18	0,32	0,24	0,35	0,32	0,39	0,35	0,52	0,4	0,1	0,28	0,43	0,3
Fluoreto	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,4
Fósforo Total	mg/L	0,03	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	[005]
g-BHC (Lindano)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Glifosato	mg/L	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,065
Gution	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005
Heptacloro + Epóxido	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Hexaclorobenzeno	µg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	N.A.	<0,006	N.A.	<0,006	N.A.	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	N.A.	<0,006	N.A.	<0,006	-	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,0065
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Lítio Total	mg Li/L	0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,5
Malation	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Manganês Total	mg Mn/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Mercúrio Total	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002
Metolaclor	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10
Metoxicloro	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
Mirex (Dodecacloropentaciclodecano)	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
M-Paration	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
Níquel Total	mg Ni/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,025
Nitrato (N)	mg/L	0,15	0,2	0,07	0,08	0,07	0,09	<0,02	0,06	<0,02	0,15	0,16	0,2	0,17	0,14	0,13	0,10	0,13	0,16	0,16	0,18	0,14	0,16	0,09	0,10	0,06	0,11	0,07	0,08	0,08	0,06	10
Nitrito (N)	mg N_NO2/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	1

PARÂMETRO	UNIDADE	PSUP 01		PSUP 03		PSUP 04		PSUP 05		PSUP 06		PSUP 07		PSUP 08		PSUP 09		PSUP 10		PSUP 11		PSUB 12		PSUB 13		PSUB 14		PSUP 15		PSUP 16		VMP (CONAMA 357/05)
		1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	
Nitrogênio Amoniacal	mg N_NH3/L	0,22	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,34	<0,1	<0,1	0,13	<0,1	0,18	<0,1	0,25	<0,1	<0,1	0,25	<0,1	<0,1	0,17	<0,1	0,13	<0,1	[008]
Nitrogênio Total	mg N/L	0,35	0,3	<0,2	0,29	<0,2	<0,2	0,24	<0,2	0,24	0,85	0,26	0,49	0,28	0,94	0,24	0,37	0,42	0,2	0,34	0,36	0,29	0,21	<0,2	0,37	<0,2	<0,2	0,29	<0,2	0,34	<0,2	SR
Oxigênio Dissolvido In Situ	mg O2/L	5,09	7,43	3,33	6,41	5,8	7,9	5,1	7,4	5,1	5,51	4,84	6,7	4,98	7,3	5,30	3,92	5,7	8,22	5,1	6,8	5,5	6,6	5,07	3,56	5,10	3,37	5,5	4,96	3,06	11	>5
PCB-101	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	**<0,001**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCB-118	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCB-138	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCB-153	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCB-180	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCB-28	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCB-52	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
PCBs	µg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	SR
Pentaclorofenol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	9
pH In Situ	SR	4,46	4,34	4,05	3,9	4,88	4,87	4,93	4,59	4,93	4,76	4,32	4,44	4,25	4,02	5,12	4,92	4,18	4,71	4,56	4,6	4,5	4,81	4,31	4,69	4,56	4,78	4,33	4,3	4,29	4,42	6-9,0
Prata Total	mg Ag/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
P-Terfenil-d14 (Surrogate)	%	42	36,9	90,5	34,2	86,6	55,1	66,9	84,7	66,9	48,7	105,2	105,8	57	32,5	51,80	44,80	54,7	60,9	52,5	91,8	46,7	95,8	41,30	-	108,20	43,60	46,6	72,3	52	73,1	SR
Salinidade In Situ	%	5	11,1	9	16,1	25,5	7	12,9	9	11,4	6	7	7	8	2,04	19,7	5,00	14,6	7	7	7	14,9	7	15,4	7,00	20	7,00	8	7	7	7	SR
Selênio Total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01
Simazina	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	<0,002	14,5	17	21,3	24	9	20	6	18	8	15	12	14	2,64	19	8,00	12	12	21	10	15	10	11	11,0	21	8,00	16	10	13	10	SR
Sólidos Totais	mg/L	36	42	17	26	24	38	20	42	20	66	15	45	14	37	19,0	27,0	12	40	21	47	15	22	<11	<11	21,0	<11	16	32	13	33	SR
Sulfato	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	250
Sulfeto	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	SR

PARÂMETRO	UNIDADE	PSUP 01		PSUP 03		PSUP 04		PSUP 05		PSUP 06		PSUP 07		PSUP 08		PSUP 09		PSUP 10		PSUP 11		PSUB 12		PSUB 13		PSUB 14		PSUP 15		PSUP 16		VMP (CONAMA 357/05)
		1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	1 CAMPANHA	2 CAMPANHA	
Surfactantes Aniônicos	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,09	<0,05	0,07	0,09	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,08	0,06	0,05	0,14	0,06	<0,05	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	0,5
Temperatura	ºC	28	29.7	28.5	26.5	27.1	27	30.3	30.8	28.6	29.6	29	27	27.2	26	27.7	27.1	27.7	26.1	28.8	26.1	27.6	27.3	27.7	25.5	28.8	26.5	27.3	28.9	28.2	30	SR
Tetracloreto de Carbono	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2
Tetracloroeteno	µg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	10
Tolueno	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2
Tolueno-d8 (Surrogate)	%	116,5	85,5	119,4	85,7	119,4	86	120,2	87,6	120,2	87,4	118,3	87,5	122,3	87	123,50	90,80	118,9	92,1	118,4	88,8	118,7	84,8	123,00	87,30	116,20	96,40	119,4	86,9	116,2	87,5	SR
Toxafeno	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Tributilestanho	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,063
Triclorobenzenos (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB+1,3,5 TCB)	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	SR
Tricloroeteno	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	30
Trifluralina	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Turbidez	NTU	5,94	2,47	3,32	0,5	5,05	3,29	5,32	3,87	5,32	27,9	2,86	2,11	1,75	1,02	9,34	14,3	9,88	2,31	4,78	10,9	9,82	27,2	8,95	18,0	9,01	19,2	4,89	1,63	4,8	2,26	100
Urânio Total	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,02
Vanádio Total	mg V/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
Xileno	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	300
Zinco Total	mg Zn/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,18

VMP – Valor Máximo Permitido; SR – Sem Referência
Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

Destaca - se que, o ponto PSUP 13 não obteve resultado para todos os parâmetros devido a falha na entrega da frascaria ao Laboratório SGS (Parauapebas), conforme evidenciado na carta de justificativa emitida pelo laboratório na figura seguinte.

Figura 6.1-258 – Carta de Justificativa

SGS GEOSOL

Parauapebas, 22 de agosto de 2025

Prezados (as) TERRA LTDA - Projeto PJ-093114,

Atendendo a vossa solicitação, vimos por meio desta informar que a amostra com código PA2523009 não foi possível concluir os ensaios de cromatografia gasosa. O frasco Dessa análise quebrou durante o processo de recebimento.

Houve falha por parte do laboratório por não ter informado antes sobre a não realização de todos os ensaios.

Os ensaios não analisados foram os seguintes:

2,4,5-T	µg/L	2	-	-	N.A.
2,4,5-TP	µg/L	10	-	-	N.A.
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D)	µg/L	4	-	-	N.A.
Pentaclorofenol	µg/L	9	-	-	N.A.
2-Fluorobifenilo (Surrogate)	%	-	-	-	N.A.
P-Terfenil-d14 (Surrogate)	%	-	-	-	N.A.
2,4,6-Triclorofenol	µg/L	10	-	-	N.A.
2-Clorofenol	µg/L	0,1	-	-	N.A.
Alaclor	µg/L	20	-	-	N.A.
Atrazina	µg/L	2	-	-	N.A.
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,05	-	-	N.A.
Benzo(a)pireno	µg/L	0,05	-	-	N.A.
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,05	-	-	N.A.
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,05	-	-	N.A.
Carbaril	µg/L	0,02	-	-	N.A.
Clordano (Isômeros)	µg/L	0,04	-	-	N.A.
Criseno	µg/L	0,05	-	-	N.A.
Demeton (isomeros misturados)	µg/L	0,1	-	-	N.A.
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,05	-	-	N.A.
Endosulfan (a, b, sulfato)	µg/L	0,056	-	-	N.A.
g-BHC (Lindano)	µg/L	0,02	-	-	N.A.
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	-	-	N.A.
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,0065	-	-	N.A.
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L	0,05	-	-	N.A.
Malation	µg/L	0,1	-	-	N.A.
Metolaclor	µg/L	10	-	-	N.A.
Metoxicloro	µg/L	0,03	-	-	N.A.

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
Rua B N° 50 – Cidade Nova – Parauapebas – PA
CEP 68515-000

M-Paration	µg/L	0,04	-	-	N.A.
Simazina	µg/L	2	-	-	N.A.
Trifluralina	µg/L	0,2	-	-	N.A.
Aldrin+Dieldrin	µg/L	0,005	-	-	N.A.
Benzidina	µg/L	0,001	-	-	N.A.
Endrin	µg/L	0,004	-	-	N.A.
Gution	µg/L	0,005	-	-	N.A.
Mirex (Dodecacloropentaciclodecano)	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCB-101	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCB-118	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCB-138	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCB-153	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCB-180	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCB-28	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCB-52	µg/L	0,001	-	-	N.A.
PCBs	µg/L	-	-	-	N.A.

Ciente da compreensão.

Att.: Camila Mota de Siqueira (94) 3311-1142

Camila Mota de Siqueira
CRQ 065806
SGS Geosol Laboratórios Ltda

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.
Rua B N° 50 – Cidade Nova – Parauapebas – PA
CEP 68515-000

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

De acordo com a tabela acima, os parâmetros ph, Oxigênio Dissolvido, Alumínio, Coliformes Termotolerantes e Ferro Dissolvido em ao menos um ponto apresentou divergência com o Valor Máximo Permitido (VMP) pela resolução supracitada, enquanto os

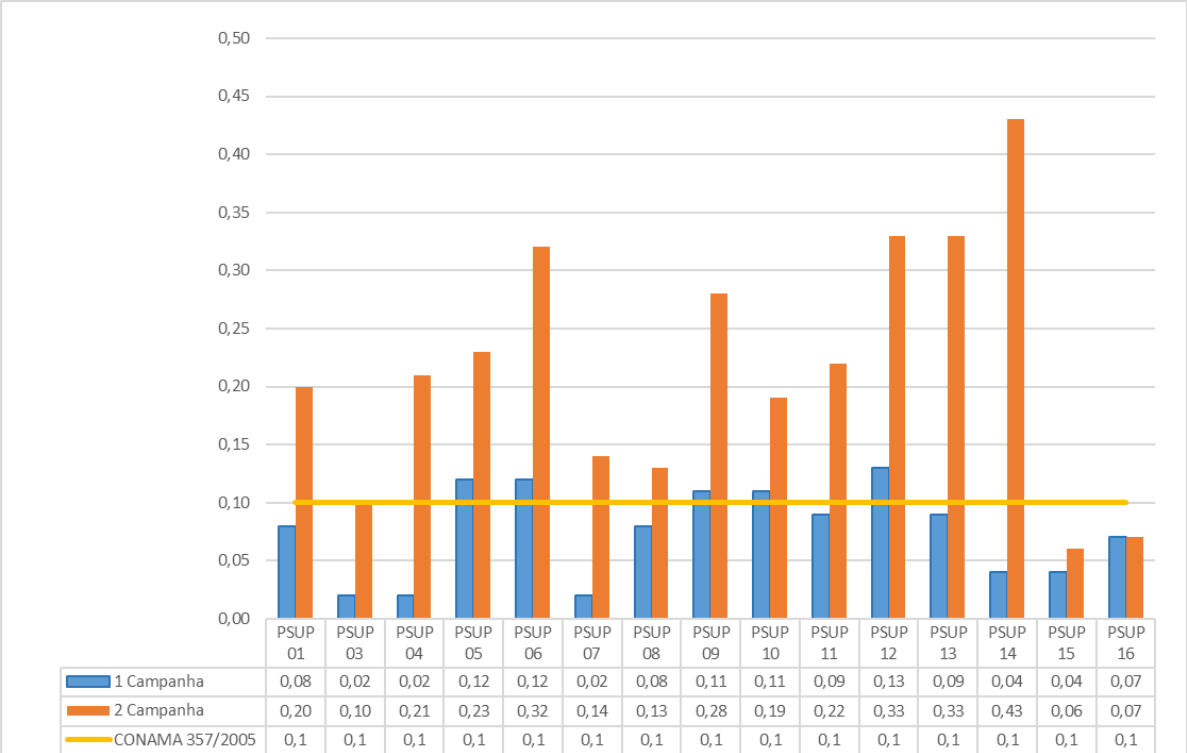
demais parâmetros, obtiveram concentrações inferiores ao VMP estabelecido pela resolução CONAMA N° 357/2005 – Classe II, indicando qualidade nos corpos hídricos do local. Por meio disso, nos tópicos seguintes são discutidas as possíveis causas dos valores fora do permitido pela legislação para cada período.

6.1.9.1.8.1 Alumínio

Na água, o metal alumínio pode apresentar diferentes formas, e está ligado diretamente com o pH do ambiente, sofrendo influência também da temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outro ligantes. As concentrações de alumínio dissolvido em águas com pH neutro variam de 0,001 a 0,05 mg/L, mas aumentam para 0,5-1 mg/L em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica (CETESB, 2009).

A concentração de Alumínio Dissolvido é limitada a 0,10 mg/L em águas doces classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Na figura abaixo, são apresentados os resultados do parâmetro em análise. Constata-se que, as águas superficiais do local de estudo apresentaram concentrações de Alumínio Dissolvido inconformes, principalemnte durante o período seco, variando entre 0,006 (PSUP 15) e 0,43 (PSUP 16) mg/L. Tal fato é ocasionado pelo fato da região onde localiza-se o empreendimento apresentar naturalmente níveis consideráveis de alumínio dissolvido no solo, devido as peculiaridades da geologia local.

Figura 6.1-259 – Resultados do parâmetro Alumínio dissolvido nos pontos amostrais – Água Superficial



	PSUP 01	PSUP 03	PSUP 04	PSUP 05	PSUP 06	PSUP 07	PSUP 08	PSUP 09	PSUP 10	PSUP 11	PSUP 12	PSUP 13	PSUP 14	PSUP 15	PSUP 16
1 Campanha	0,08	0,02	0,02	0,12	0,12	0,02	0,08	0,11	0,11	0,09	0,13	0,09	0,04	0,04	0,07
2 Campanha	0,20	0,10	0,21	0,23	0,32	0,14	0,13	0,28	0,19	0,22	0,33	0,33	0,43	0,06	0,07
CONAMA 357/2005	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

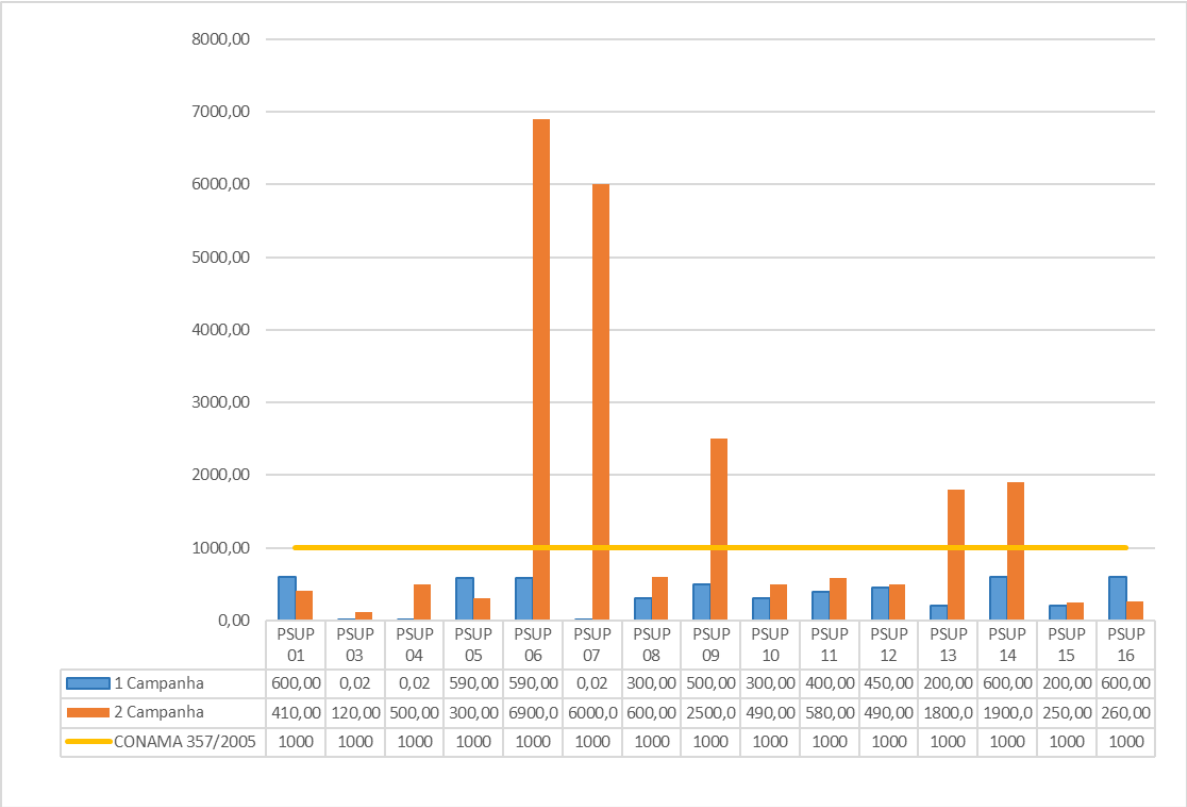
6.1.9.1.8.2 Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes podem ser encontrados em águas de regiões tropicais ou subtropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal. Os coliformes termotolerantes não são, dessa forma, indicadores de contaminação fecal tão apropriados quanto a E. coli, mas seu uso é aceitável para avaliação da qualidade da água. Além disso, na legislação brasileira, os coliformes fecais são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinada a abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2009).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe que o valor máximo permitido para os coliformes termotolerantes é de 1.000 NMP/100mL. Na figura abaixo, apresenta-se os resultados do presente parâmetro para os pontos de água superficial analisados. Com isso, verificou-se que na 1ª campanha (período chuvoso), todos os pontos apresentaram níveis de coliformes termotolerantes abaixo do VMP estabelecido pela resolução CONAMA nº 357 de 2005 estando em conformidade com a legislação vigente. Contudo na 2ª campanha

(período seco) os pontos PSUP 06, PSUP 07, PSUP 09 e PSUP 14 apresentaram valores acima do VMP. Estes resultados podem ser indícios de várias formas diferentes na área, como a ocorrência de dejetos de animais de criação, em plantações e fezes de animais de estimação, silvestres e selvagens.

Figura 6.1-260 – Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes nos pontos amostrais – Água Superficial.



	PSUP 01	PSUP 03	PSUP 04	PSUP 05	PSUP 06	PSUP 07	PSUP 08	PSUP 09	PSUP 10	PSUP 11	PSUP 12	PSUP 13	PSUP 14	PSUP 15	PSUP 16
1 Campanha	600,00	0,02	0,02	590,00	590,00	0,02	300,00	500,00	300,00	400,00	450,00	200,00	600,00	200,00	600,00
2 Campanha	410,00	120,00	500,00	300,00	6900,0	6000,0	600,00	2500,0	490,00	580,00	490,00	1800,0	1900,0	250,00	260,00
CONAMA 357/2005	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

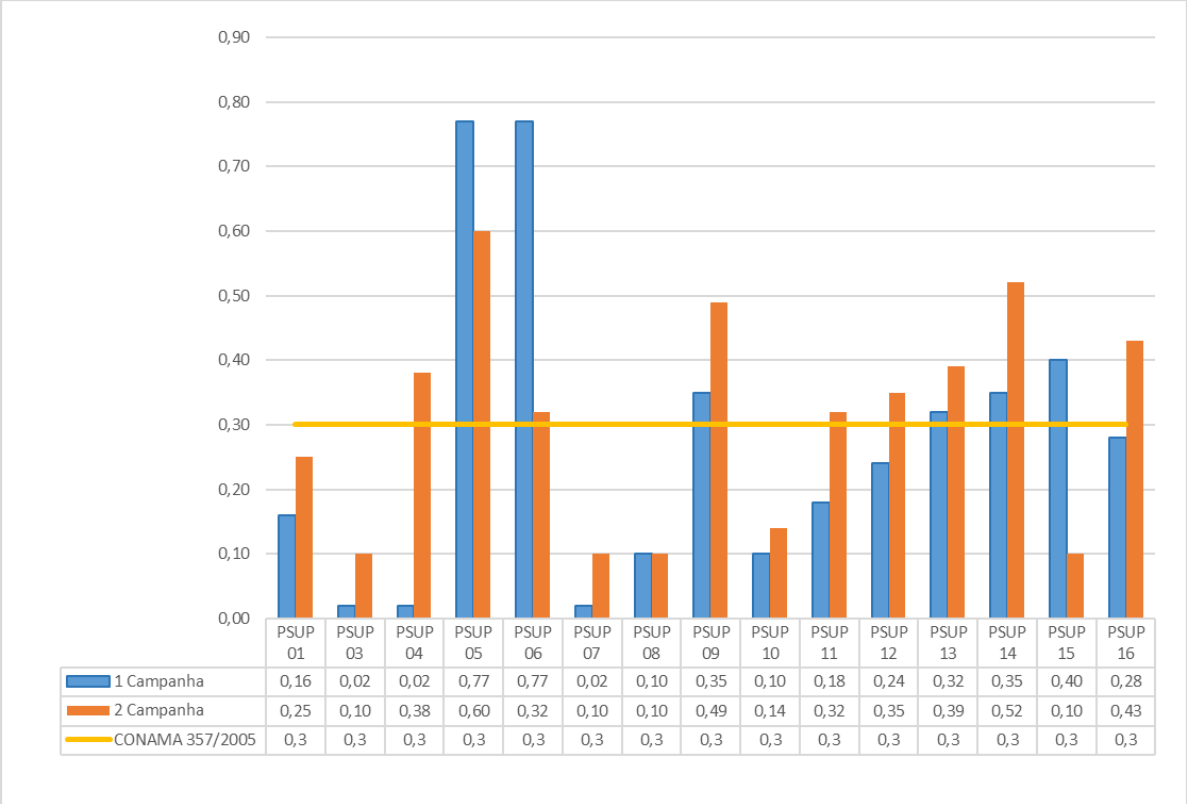
6.1.9.1.8.3 Ferro Dissolvido

O ferro em águas superficiais está ligado ao processo de carreamento do solo e erosão das margens. O ferro, na forma de Fe^{2+}, formam compostos solúveis, porém ao entrar em contato com ambientes oxidantes, dão origem a compostos insolúveis, na forma de Fe^{3+}. Os compostos insolúveis precipitados conferem ao ambiente hídrico coloração avermelhada, deixando-o com um aspecto turvo (APOLINARIO, 2020).

A concentração de Ferro Dissolvido é limitada a 0,30 mg/L em águas doces classe 2 de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357 (BRASIL, 2005). Na figura abaixo são apresentados os resultados do parâmetro em análise, no qual houve variações entre o

período seco e chuvoso e em ao menos um ponto os resultados entiveram acima do limite estabelecido pela legislação supracitada.

Figura 6.1-261 – Resultados do parâmetro Ferro Dissolvido nos pontos amostrais – Água Superficial.



	PSUP 01	PSUP 03	PSUP 04	PSUP 05	PSUP 06	PSUP 07	PSUP 08	PSUP 09	PSUP 10	PSUP 11	PSUP 12	PSUP 13	PSUP 14	PSUP 15	PSUP 16
1 Campanha	0,16	0,02	0,02	0,77	0,77	0,02	0,10	0,35	0,10	0,18	0,24	0,32	0,35	0,40	0,28
2 Campanha	0,25	0,10	0,38	0,60	0,32	0,10	0,10	0,49	0,14	0,32	0,35	0,39	0,52	0,10	0,43
CONAMA 357/2005	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

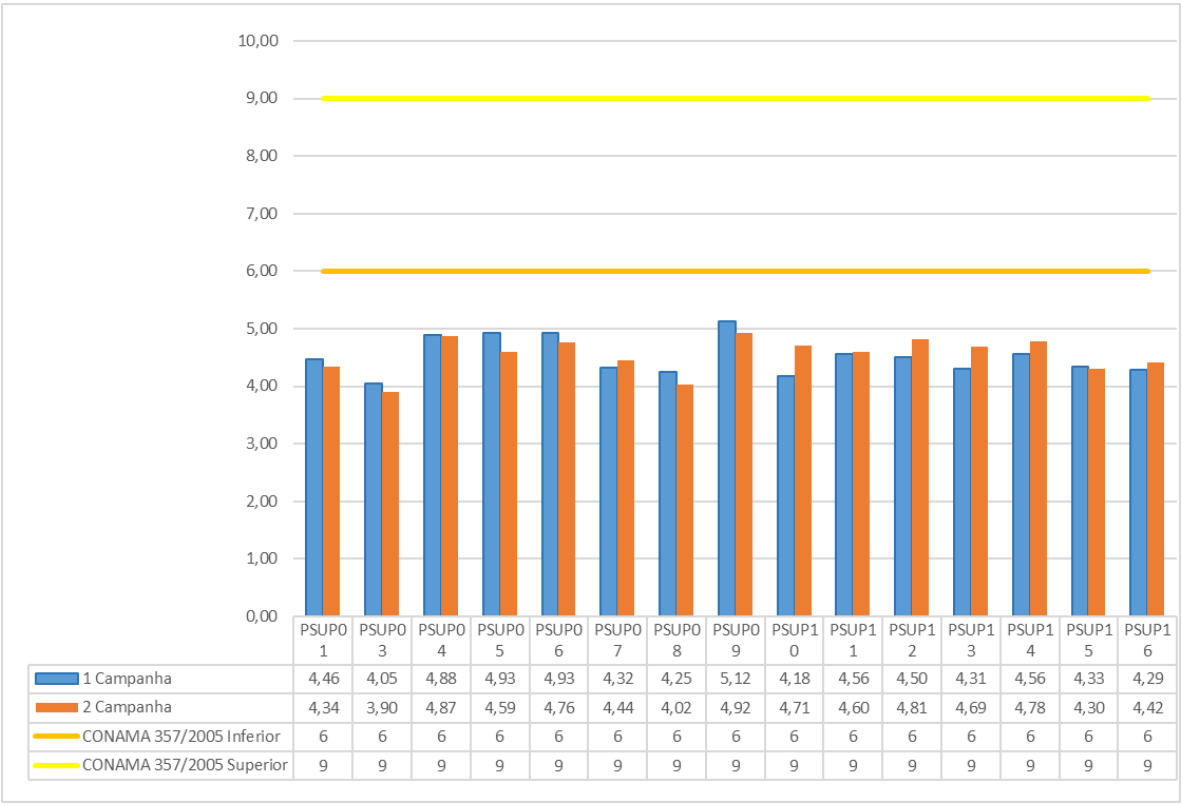
6.1.9.1.8.4 pH in situ

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio (H^+), em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Sua faixa de variação é de 0 a 14. A salvo sob valores bastante baixos ou elevados (pode causar irritação na pele e nos olhos), não tem implicação em termos de saúde pública. Entretanto, para valores altos de pH, a vida aquática pode ser afetada por estar associado à proliferação de algas (SPERLING, 2011).

Segundo a Resolução do CONAMA N° 357 (BRASIL, 2005), os valores de pH devem estar entre 6 e 9, entretando em todos os pontos analisados e em ambos os perídos resultaram em valores fora do padrão estabelecido pela resolução, porém vale ressaltar que, as águas amazônicas apresentam uma característica peculiar em relação a este parâmetro pois, de

acordo com Vjunk (1997), a matéria orgânica lavada e depositada nos solos não é completamente decomposta e, considerando a porosidade dos solos, há o favorecimento da percolação dos ácidos húmicos e dos colóides para os rios, reduzindo o pH das águas para uma faixa entre 4 e 5,5, além de darem a cor característica àquelas águas. Na figura seguinte, são apresentados os resultados do parâmetro *in loco*.

Figura 6.1-262 – Resultados do parâmetro pH nos pontos amostrais – Água Superficial



	PSUP01	PSUP03	PSUP04	PSUP05	PSUP06	PSUP07	PSUP08	PSUP09	PSUP10	PSUP11	PSUP12	PSUP13	PSUP14	PSUP15	PSUP16
1 Campanha	4,46	4,05	4,88	4,93	4,93	4,32	4,25	5,12	4,18	4,56	4,50	4,31	4,56	4,33	4,29
2 Campanha	4,34	3,90	4,87	4,59	4,76	4,44	4,02	4,92	4,71	4,60	4,81	4,69	4,78	4,30	4,42
CONAMA 357/2005 Inferior	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
CONAMA 357/2005 Superior	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

6.1.9.1.8.5 Oxigênio Dissolvido (OD)

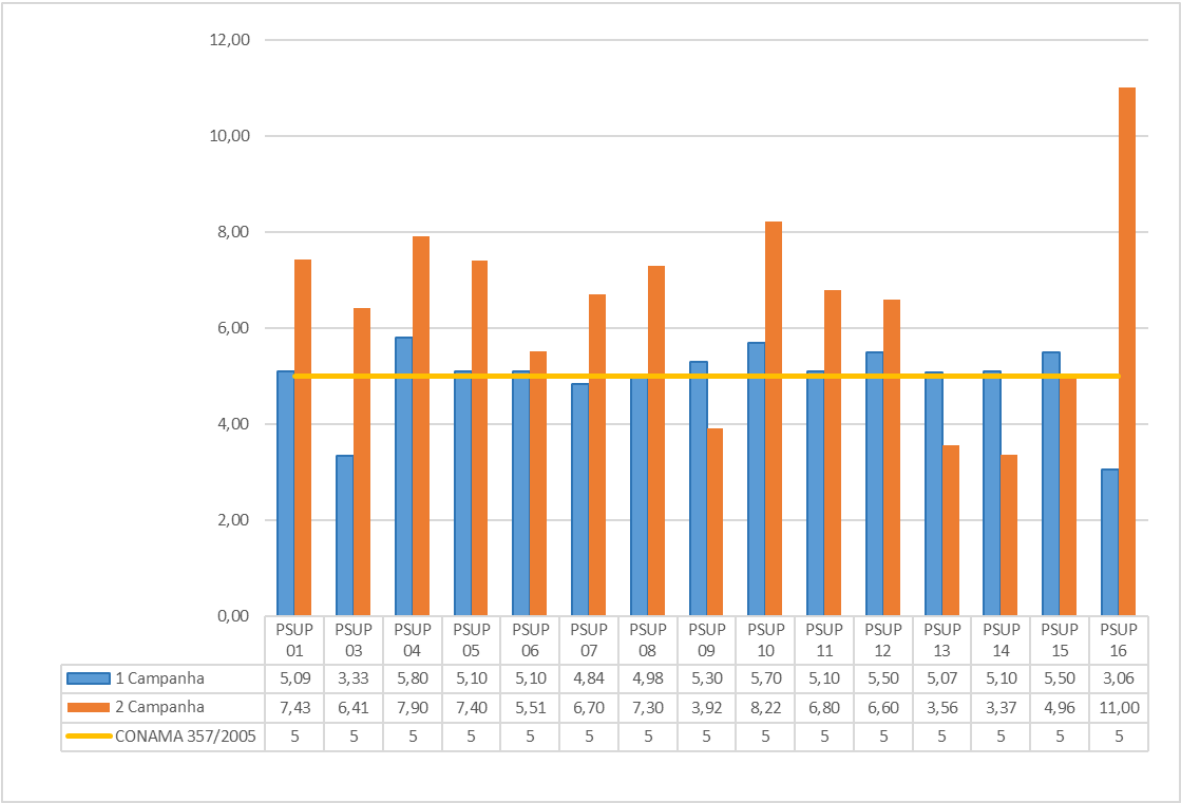
O Oxigênio Dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. A redução/estabilização da matéria orgânica é feita através de bactérias, que utilizam o oxigênio em seus processos respiratórios. Além da autodepuração, a concentração de OD também indica a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática (SPERLING, 2011).

A concentração de Oxigênio Dissolvido é no mínimo 5,00 mg/L em águas doces classe 2 de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357 (BRASIL, 2005). No gráfico da figura a seguir, são apresentados os resultados do parâmetro, em que foram observados valores

que não estão em conformidade, na maior parte dos parâmetros com evidencia durante o período seco.

O valor de oxigênio nestes pontos pode ter suas causas no baixo fluxo dos corpos hídricos, além de atestar presença de macrófitas, indicando presença de nutrientes e matéria orgânica nestes pontos, que contribuem para o consumo do oxigênio dissolvido na água.

Figura 6.1-263 – Resultados do parâmetro oxigênio dissolvido nos pontos amostrais – Água Superficial



	PSUP 01	PSUP 03	PSUP 04	PSUP 05	PSUP 06	PSUP 07	PSUP 08	PSUP 09	PSUP 10	PSUP 11	PSUP 12	PSUP 13	PSUP 14	PSUP 15	PSUP 16
1 Campanha	5,09	3,33	5,80	5,10	5,10	4,84	4,98	5,30	5,70	5,10	5,50	5,07	5,10	5,50	3,06
2 Campanha	7,43	6,41	7,90	7,40	5,51	6,70	7,30	3,92	8,22	6,80	6,60	3,56	3,37	4,96	11,00
CONAMA 357/2005	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

6.1.9.1.8.6 IQA

Para avaliar a qualidade da água superficial nos 15 pontos amostrados, foi aplicado o Índice de Qualidade de Água parra cada campanha, estando os dados obtidos sumarizados nos quadros abaixo.

Como pode ser observado na tabela, em todas as campanhas amostrais não foram obtidos resultados classificados como: PÉSSIMA. Todos os pontos avaliados na campanha apresentaram, de acordo com a classificação da CETESB, qualidade RUIM, BOA ou ACEITÁVEL.

As variáveis que fazem parte da construção do IQA refletem, principalmente, a contaminação do corpo hídrico, de forma que, quanto maior for o valor do índice, melhor é a qualidade da água em questão, indicando concentrações baixas de contaminantes e garantindo os usos múltiplos da água. Os pontos classificados como ruim, possivelmente ocorre devido ao parâmetro Coliformes Termotolerantes, pois os pontos amostrais estão localizados próximos as comunidades, no qual estes resultados podem ser indícios da ocorrência de dejetos de animais de criação, em plantações e fezes de animais de estimação, silvestres e selvagens, no qual teve amior maior evidencia durante o período seco, pois ocorrea a redução do volume de água, causando maior concentração desse parâmetro.

No entanto, é válido ressaltar que o IQA não leva em consideração as características regionais das águas superficiais, sendo que a acidez das águas amazônicas não é um ponto ponderado durante a aplicação do índice.

Quadro 6.1-71 – Índice de Qualidade da Água (IQA) das amostras de água superficial referente ao período chuvoso – maio de 2025.

PARÂMETROS	UNI	PSUP 01	PSUP 02	PSUP 03	PSUP 04	PSUP 05	PSUP 06	PSUP 07	PSUP 08	PSUP 09	PSUP 10	PSUP 11	PSUP 12	PSUP 13	PSUP 14	PSUP 15	PSUP 16	PSUP 17
Coliformes	UFC/	600	ponto seco	300	570	590	590	490	300	500	300	400	450	200	600	200	600	ponto seco
pH*	SR	4,46	ponto seco	4,05	4,88	4,93	4,93	4,32	4,25	5,12	4,18	4,56	4,5	4,31	4,56	4,33	4,29	ponto seco
DBO_5	mg/L	2	ponto seco	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ponto seco
Nitrogênio	mg/L	0,35	ponto seco	0,2	0,2	0,24	0,24	0,26	0,28	0,24	0,42	0,34	0,29	0,2	0,2	0,29	0,34	ponto seco
Fósforo	mg/L	0,03	ponto seco	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	ponto seco
Temperatura	°C	28	ponto seco	28,5	27,1	30,3	28,6	29	27,2	27,7	27,7	28,8	27,6	27,7	28,8	27,3	28,2	ponto seco
Turbidez	NTU	5,94	ponto seco	3,32	5,05	5,32	5,32	2,86	1,75	9,34	9,88	4,78	9,82	8,95	9,01	4,89	4,8	ponto seco
Sólidos	mg/L	36	ponto seco	17	24	20	20	15	14	19	12	21	15	11	21	16	13	ponto seco
Oxigênio	mg/L	5,09	ponto seco	3,33	5,8	5,1	5,1	4,84	4,98	5,3	5,7	5,1	5,5	5,07	5,1	5,5	3,06	ponto seco
Altitude	m	25	ponto seco	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	ponto seco
Cálculo IQA		52,86	N.A	48,45	57,73	57,04	56,64	53,29	55,29	37,09	35,23	56,34	34,87	35,78	53,51	58,24	45,3	N.A
Índice CETESB		Boa	N.A	Aceitável	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Aceitável	Ruim	Boa	Ruim	Ruim	Boa	Boa	Aceitável	N.A

Fonte: Terra, 2025.

Quadro 6.1-72 - Índice de Qualidade da Água (IQA) das amostras de água superficial referente ao período seco – julho de 2025.

PARÂMETROS	UNI	PSUP 01	PSUP 02	PSUP 03	PSUP 04	PSUP 05	PSUP 06	PSUP 07	PSUP 08	PSUP 09	PSUP 10	PSUP 11	PSUP 12	PSUP 13	PSUP 14	PSUP 15	PSUP 16	PSUP 17
Coliformes	UFC/	410	ponto seco	120	500	300	2150	2150	600	2150	490	580	490	1800	1900	250	260	ponto seco
pH*	SR	4,34	ponto seco	3,90	4,87	4,59	4,76	4,44	4,02	4,92	4,71	4,60	4,81	4,69	4,56	4,30	4,42	ponto seco
DBO_5	mg/L	2	ponto seco	2	2	2	2	2	2	3,02	2	2	2	2	2	2	2	ponto seco
Nitrogênio	mg/L	0,3	ponto seco	0,29	0,2	0,2	0,85	0,49	0,94	0,37	0,20	0,36	0,21	0,37	0,2	0,20	0,20	ponto seco
Fósforo	mg/L	0,01	ponto seco	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	ponto seco
Temperatura	°C	29,70	ponto seco	26,50	27	30,8	29,60	27	26,0	26,00	26,1	26,10	27,30	25,5	26,50	28,9	30,0	ponto seco
Turbidez	NTU	5,94	ponto seco	0,50	3,29	5,32	27,90	2,11	1,02	14,30	2,31	10,90	27,20	18	9,01	1,63	2,26	ponto seco
Sólidos	mg/L	42	ponto seco	26	38	42	66,00	45	37	27	40	47	22	11	8,0	32	33	ponto seco
Oxigênio	mg/L	7,43	ponto seco	6,41	7,90	7,40	5,51	6,70	7,30	3,92	8,22	6,8	6,60	3,56	3,37	4,96	4,02	ponto seco
Altitude	m	25	ponto seco	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	ponto seco
Cálculo IQA		58,28	N.A	60,05	61,13	51,87	24,14	24,88	54,12	22,10	60,33	56,16	57,25	35,33	33,28	56,70	54,20	N.A
Índice CETESB		Boa	N.A	Boa	Boa	Boa	Ruim	Ruim	Boa	Ruim	Boa	Boa	Boa	Ruim	Ruim	Boa	Boa	N.A

Fonte: Terra, 2025.

6.1.9.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA

6.1.9.2.1 Materiais e Métodos

Seguindo a mesma metodologia aplicada para água superficial. As amostras referentes ao período chuvoso, 1° campanha foram executadas em maio de 2025 pela equipe técnica da Terra Meio Ambiente em oito pontos de amostragem, nos dias 29/05/2024, 03/06/2024 e 04/06/2024. Enquanto a 2° campanha, no qual se refere ao período seco, realizou -se em julho de 2025 nos dias 09/07/2025, 10/07/2025 e 15/07/2025. Durante as atividades de campo, também foram realizadas medições in loco de parâmetros físico-químicos, como pH, condutividade elétrica, temperatura e oxigênio dissolvido. Antes da coleta propriamente dita, foi realizada a purga dos poços de monitoramento, conforme os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 15847:2010, a fim de remover a água estagnada e assegurar que as amostras representassem com fidelidade as condições da água subterrânea do aquífero. Após a coleta, as amostras foram devidamente acondicionadas e enviadas ao laboratório SGS Geosol Laboratórios LTDA, responsável pelas análises físico-químicas, cujos resultados subsidiaram a posterior avaliação dos dados.

6.1.9.2.2 Referências Legais e Normativas

Os principais instrumentos de gestão das águas subterrânea podem ser observados no quadro seguinte. Os parâmetros analisados foram comparados aos valores estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 396/2008, quando aplicável, que determina padrão de qualidade para consumo humano.

Quadro 6.1-73 – Principais Instrumentos da Legislação Ambiental Relacionados às Águas

LEGISLAÇÃO APLICADA	DESCRIÇÃO
Lei nº 9.433, de 08/01/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei n° 6.381, de 25/07/2001	Dispõe Sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº396, de 03/04/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
American Public Health Association – APHA (2005)	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW).

6.1.9.2.3 Purga dos Poços de Monitoramento

Antes de cada coleta propriamente dita tanto da 1° quanto a 2° campanha, foram realizadas a purga dos poços de monitoramento, conforme os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 15847:2010, com o objetivo de remover a água estagnada e assegurar que as amostras representassem com fidelidade as condições reais da água subterrânea do aquífero. Nesse procedimento, foi realizada a retirada de um volume mínimo de água calculado com base na lâmina d'água e na profundidade dos poços, ou até que a água extraída apresentasse aspecto visualmente claro e sem turbidez aparente, indicando a remoção da água estagnada e a renovação com água representativa do aquífero, a aferição do nível da lâmina foi realizada antes do procedimento, evidenciado na figura a seguir, onde as medidas do nível da água são apresentadas no quadro abaixo. Após a conclusão da purga, respeitou-se um intervalo mínimo de 24 horas antes da realização da coleta, garantindo assim a recomposição natural do nível d'água no poço e a representatividade da amostra. A figura seguinte, apresenta os registros fotográficos que evidenciam a execução da purga nos poços onde foram realizadas as coletas durante a 1° e 2° Campanha.

Ressalta -se que o ponto PSUB 14 não necessitou de purga, já que possui características de poço tubular, com isso no primeiro momento a água foi retirada durante 5 minutos que antecedem a coleta, demostrados nas figuras abaixo.

Quadro 6.1-74 – Nível da água medido durante a 1ª e 2ª Campanha.

POÇO	NÍVEL DA ÁGUA (M) 1ª CAMPANHA	NÍVEL DA ÁGUA (M) 2ª CAMPANHA
PSUB - 01	4,5	1,73
PSUB - 02	16,7	15,2
PSUB - 06	6,4	3,32
PSUB - 08	12,95	10,17
PSUB - 10	13,85	12,05
PSUB - 12	16,1	12,74
PSUB - 13	4,85	2,08
PSUB - 14	Solicitar projeto do poço com a ciclus	Solicitar projeto do poço com a ciclus

Figura 6.1-264 - Aferição do Nível da Lâmina d'água nos Poços de Monitoramento

	
PSUB 01 - 1ª Campanha	**PSUB 01 - 2ª Campanha**
	
PSUB 02 - 1ª Campanha	**PSUB 02 - 2ª Campanha**
	
PSUB 06 - 1ª Campanha	**PSUB 06 - 2ª Campanha**

	
PSUB 08 - 1ª Campanha	**PSUB 08 - 2ª Campanha**
	
PSUB 10 - 1ª Campanha	**PSUB 10 - 2ª Campanha**
	
PSUB 12 - 1ª Campanha	**PSUB 12 - 2ª Campanha**

	
PSUB 13 - 1ª Campanha	**PSUB 13 - 2ª Campanha**

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-265 – Execução da Purga nos Poços de Monitoramento durante a 1° e 2° Campanha.

<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PSUB 01 – Execução da purga com auxílio de compressor -1ª Campanha</td><td>PSUB 01 – Execução da purga com auxílio de compressor - 2ª Campanha</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PSUB 02 – Execução da purga com auxílio de compressor - 1ª Campanha</td><td>PSUB 02 – Execução da purga com auxílio de compressor - 2ª Campanha</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PSUB 06 – Execução da purga com auxílio de compressor - 1ª Campanha</td><td>PSUB 06 – Execução da purga com auxílio de compressor - 2ª Campanha</td></tr>
</table>

	
PSUB 08 – Execução da purga com auxílio de compressor - 1ª Campanha	**PSUB 08 – Execução da purga com auxílio de compressor - 2ª Campanha**
	
PSUB 10 – Execução da purga com auxílio de compressor - 1ª Campanha	**PSUB 10 – Execução da purga com auxílio de compressor - 2ª Campanha**
	
PSUB 12 – Execução da purga com auxílio de compressor - 1ª Campanha	**PSUB 12 – Execução da purga com auxílio de compressor - 2ª Campanha**

	
PSUB 13 – Execução da purga com auxílio de compressor - 1ª Campanha	**PSUB 13 – Execução da purga com auxílio de compressor - 2ª Campanha**

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-266 - Procedimento antecedente a coleta de água subterrânea (PSUB 14)

	
1ª Campanha	**2ª Campanha**

Fonte: Terra, 2025.

6.1.9.2.4 Equipamentos de Medição

Para coleta, preservação e análise laboratorial foram consideradas as normas e recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2011); da *American Public Heath Association* (APHA), 2005, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e da *Environmental Protection Agency* (EPA).

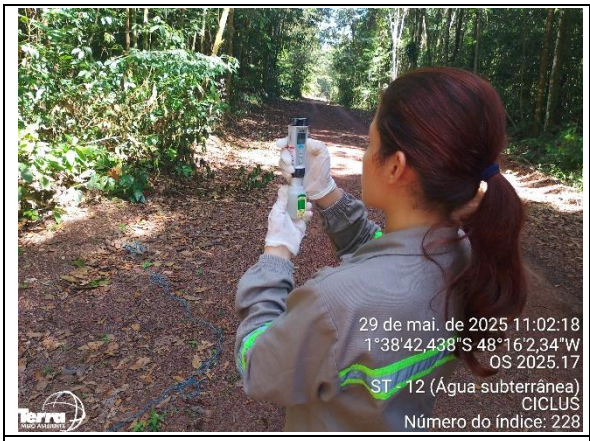
Antes do processo de coleta de água subterrânea calibrou-se os equipamentos listados no quadro abaixo, para a medição dos parâmetros Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Temperatura, Salinidade, Condutividade, pH e Oxigênio Dissolvido (OD) *in loco*, conforme observado nas figuras a seguir para a 1ª e 2ª campanha.

Quadro 6.1-75 - Equipamentos utilizados para as medições em campo.

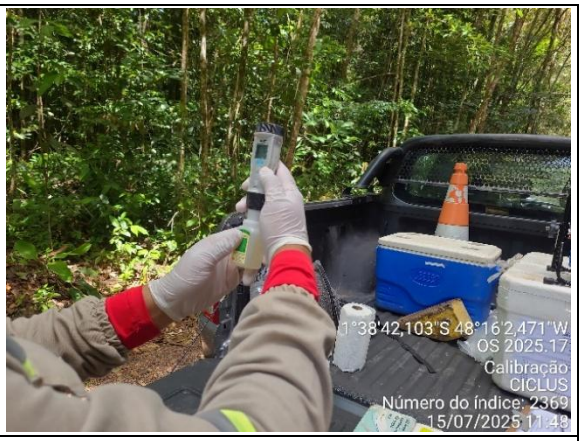
PARÂMETRO	MODELO DO EQUIPAMENTO
Oxigênio Dissolvido (OD)	Medidor de Oxigênio Dissolvido OD (DO Eco)
pH	Medidor de pH (pHmetro) de bolso à prova d'água | AK95
Condutividade, Salinidade, STD (STD) e Temperatura	Medidor de condutividade de bolso | AK50

Fonte: Terra, 2025.

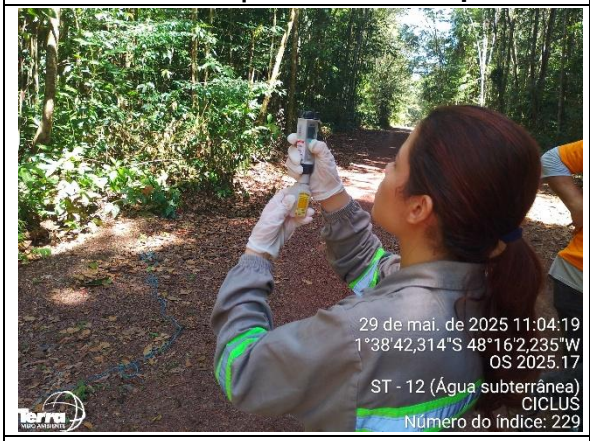
Figura 6.1-267 - Calibração dos equipamentos de medição dos parâmetros *in loco.*



Calibração do Medidor de pH (pHmetro) no neutro = 7 | AK95 – 1ª Campanha



Calibração do Medidor de pH (pHmetro) no neutro = 7 | AK95 – 2ª Campanha



Calibração do Medidor de pH (pHmetro) no ácido = 4 | AK95 - 1ª Campanha



Calibração do Medidor de pH (pHmetro) no ácido = 4 | AK95 - 2ª Campanha



Medidor de Oxigênio Dissolvido Extech | DO600 - 1ª Campanha



Medidor de Oxigênio Dissolvido Extech | DO600 - 2ª Campanha

	
Calibração do Medidor de condutividade de bolso I AK50 - 1ª Campanha	**Calibração do Medidor de condutividade de bolso I AK50 - 2ª Campanha**

Fonte: Terra, 2025.

Após a calibração, houve a caracterização da água, observando qualquer ocorrência que seja de extrema importância, tal como: coloração. Além disso, registraram-se todas as informações de campo em uma ficha (cadeia de custódia), contendo: identificação do ponto de amostragem e sua localização, data e hora de coleta e o tipo de amostragem. O procedimento de coleta também foi documentado com registro fotográfico.

Para a coleta da água nos poços de monitoramento, utilizou-se um bailer (figura a seguir), equipamento adequado para esse tipo de amostragem. A água coletada foi cuidadosamente transferida dos bailers para os frascos específicos de amostragem, com atenção para evitar a formação de bolhas. Os frascos foram preenchidos completamente, de modo a minimizar a presença de ar e garantir a representatividade da amostra.

Figura 6.1-268 - Uso do bailer nos pontos de coleta de água subterrânea.

Fonte: Terra, 2025.

Por fim, para minimizar o risco de contaminação, as amostras foram coletadas com o auxílio de luvas látex (cirúrgicas e não coloridas). Ao final, as embalagens contendo as amostras foram etiquetadas, identificadas, acondicionadas em caixa de isopor com gelo e despachadas para o laboratório responsável pelas respectivas análises.

6.1.9.2.5 Pontos Amostrais

Para a determinação da qualidade da água subterrânea nas áreas de influência do Projeto CTR Metropolitano, foram realizadas coletas nos pontos de amostragem descrito no quadro abaixo, no qual foram definidos de maneira estratégica no entorno da área de influência em prol da análise da área de contribuição. Porém, dos 12 poços apresentados, só foram realizadas coletas em 7 poços de monitoramento, conforme justificado no quadro seguinte. No mapa seguinte, consta a localização dos pontos de coleta de água subterrânea.

Quadro 6.1-76 - Informações dos pontos de água subterrânea na área de influência do Projeto CTR Metropolitano.

PONTO	COORDENADAS		COORDENADAS (UTM)	
	LATITUDE	LONGITUDE	NORTE	ESTE
PSUB01	48°16′57,31″W	1°38′58,96″S	802370	9817450
PSUB 02	48°16′32,11″W	1°38′32,19″S	803150	9818272
PSUB 06	48°16′31,40″W	1°39′5,08″S	803171	9817261
PSUB 08	48°16′19,88″W	1°38′28,86″S	803529	9818374
PSUB 10	48°16′40,72″W	1°38′33,65″S	802884	9818227
PSUB 12	48°16′2,34″W	1°38′42,44″S	804071	9817956
PSUB 13	48°16′54,23″W	1°39′28,32″S	802464	9816548
PSUB 14	48°15′21,96″W	1°38′20,70″S	805321	9818622

Fonte: Terra, 2025.

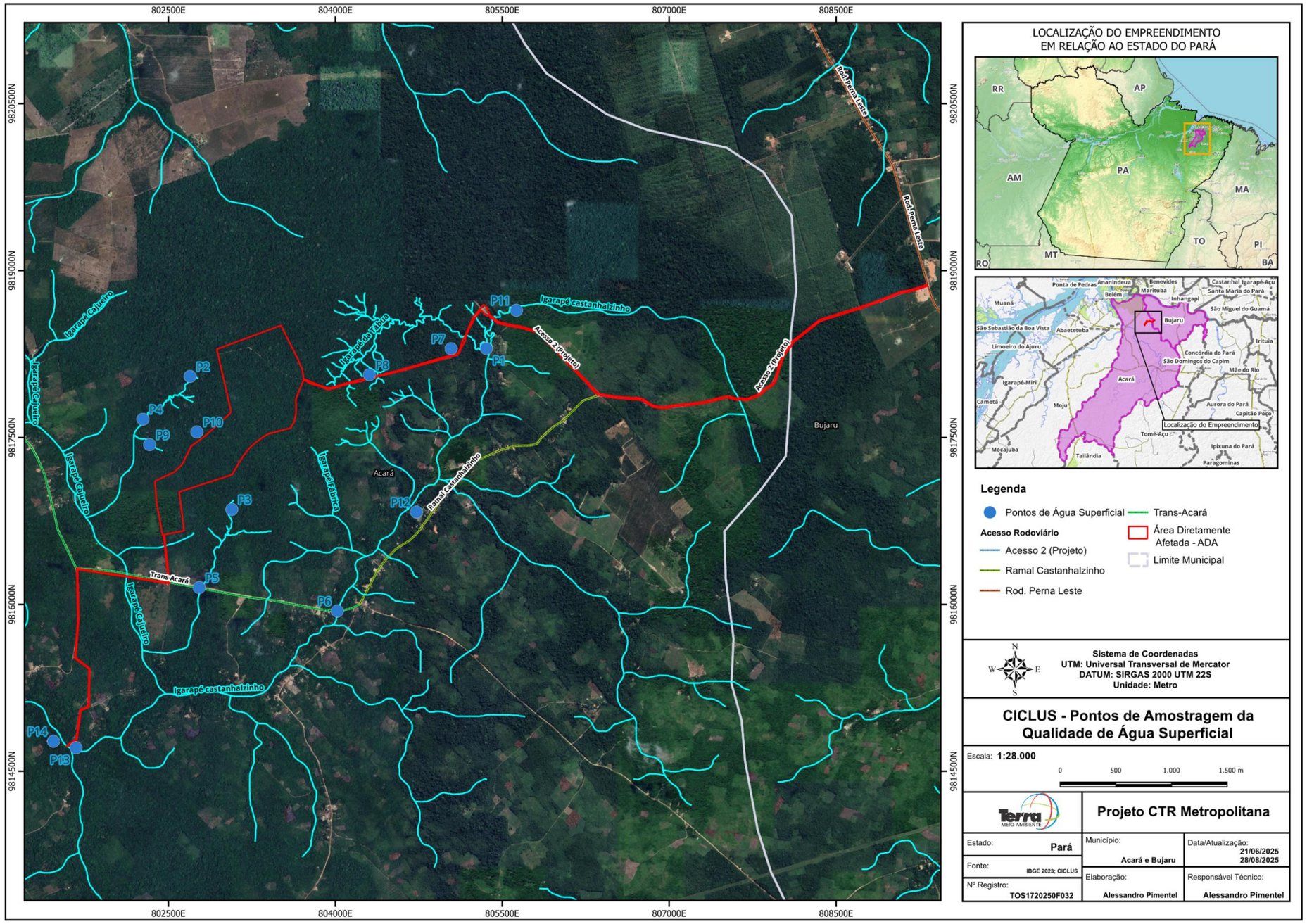
Quadro 6.1-77 - Situações dos poços de monitoramento utilizados para o diagnóstico de qualidade das águas subterrâneas.

PONTO	IDENTIFICAÇÃO NO ESTUDOS AMBIENTAIS DO PROJETO	DESCRIÇÃO
PSUB01	ST-01	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 02	ST-02	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 04	ST-04	Não houve purga nem coleta. O poço apresentou problema estruturais que impossibilitou incluí-lo na amostragem

PONTO	IDENTIFICAÇÃO NO ESTUDOS AMBIENTAIS DO PROJETO	DESCRIÇÃO
PSUB 05	ST-05	Poço de monitoramento desativado
PSUB 06	ST-06	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 07	ST-07	Poço de monitoramento desativado
PSUB 08	ST-08	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 09	ST-09	Não houve purga nem coleta. O poço apresentou problema estruturais que impossibilitou incluí-lo na amostragem
PSUB 10	ST-10	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 11	ST-11	Não foi possível proceder com a amostragem devido à insuficiência de volume de água disponível no poço para a coleta.
PSUB 12	ST-12	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 13	ST13	Purga e coleta de água realizada nesta 1ª campanha
PSUB 14	-	Coleta de água realizada nesta 1ª campanha. Ponto novo inserido devido a área de contribuição

Fonte: Terra, 2025.

Mapa 6.1-2 - Localização dos pontos de coleta de água subterrânea – Projeto CTR Metropolitano.



Fonte: Terra, 2025.

O registro fotográfico da coleta de água subterrânea pode ser observado nas figuras abaixo, bem como a medição dos parâmetros de campo, referente a 1° Campanha. Enquanto as figuras seguintes, evidenciam a 2ª Campanha.

Figura 6.1-269 - Registro fotográfico das coletas de água subterrânea e medição de parâmetros in loco na 1ª campanha.



PSUB 01 – Coleta de água subterrânea



PSUB 01 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 02 – Coleta de água subterrânea



PSUB 02 – Medição de parâmetros in Situ.





PSUB 06 – Coleta de água subterrânea



PSUB 06 – Medição de parâmetros in Situ.



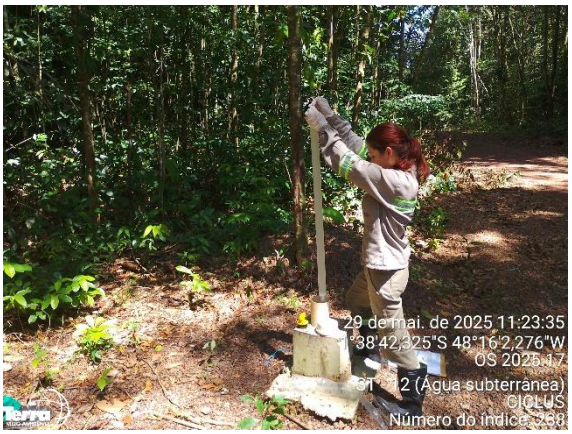
PSUB 08 – Coleta de água subterrânea



PSUB 08 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 10 – Coleta de água subterrânea



PSUB 10 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 12 – Coleta de água subterrânea

PSUB 12 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 13 – Coleta de água subterrânea



PSUB 13 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 14 – Coleta de água subterrânea



PSUB 14 – Medição de parâmetros in Situ.

Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.1-270 - Registro fotográfico das coletas de água subterrânea e medição de parâmetros in loco na 2ª campanha.



PSUB 01 – Coleta de água subterrânea



PSUB 01 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 02 – Coleta de água subterrânea



PSUB 02 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 06 – Coleta de água subterrânea



PSUB 06 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 08 – Coleta de água subterrânea



PSUB 08 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 10 – Coleta de água subterrânea



PSUB 10 – Medição de parâmetros in Situ.



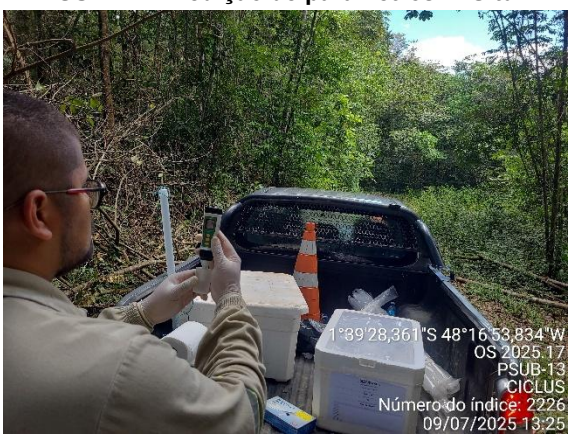
PSUB 12 – Coleta de água subterrânea



PSUB 12 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 13 – Coleta de água subterrânea



PSUB 13 – Medição de parâmetros in Situ.



PSUB 14 – Coleta de água subterrânea



PSUB 14 – Medição de parâmetros in Situ.

Fonte: Terra, 2025.

6.1.9.2.6 Parâmetros Analisados

Os parâmetros selecionados para o diagnóstico da qualidade da água subterrânea foram escolhidos levando em consideração a atividade de implantação do empreendimento, acesso e o estabelecido pela resolução CONAMA nº 396 de 2008.

A amostragem fora do tipo simples, ou seja, uma amostra em determinado instante de tempo, cujo parâmetros analisados podem ser observados no quadro seguinte.

Quadro 6.1-78 - Parâmetros analisados nas amostras de água subterrânea, conforme resolução CONAMA nº 396 de 2008.

PARÂMETROS				
Laboratório				
Alumínio Total	Antimônio Total	Arsênio Total	Bário Total	Cádmio Total
Cálcio Total	Chumbo Total	Cianeto Total	Cloreto	Cobalto Total
Cobre Total	Condutividade Elétrica	Cromo Total	Ferro Total	Magnésio Total
Manganês Total	Mercúrio Total	Molibdênio Total	Níquel Total	pH
Potássio Total	Prata Total	Salinidade	Selênio Total	Sódio Total
Sólidos Dissolvidos Totais	Sólidos Totais Voláteis	Vanádio Total	Zinco Total	-
Campo				
Oxigênio dissolvido	Sólidos dissolvidos totais	Condutividade	pH	Temperatura

PARÂMETROS				
Salinidade		-	-	-

6.1.9.2.7 Dados Secundários

6.1.9.2.7.1 2015

O levantamento de dados secundários de água subterrânea foi realizado com base em informações já disponíveis em estudos anteriores do ano de 2015 e 2024, ou seja, relatórios de estudos ambientais. Esses dados têm como objetivo fornecer um panorama geral sobre as condições hidrogeológicas da região, abrangendo aspectos de qualidade, disponibilidade e uso da água subterrânea.

Conforme descrito na metodologia, seguindo o estudo realizado em 2015, foi executado em setembro, no qual corresponde ao período seco. As coletas para análise da qualidade da água subterrânea foram realizadas em 5 poços de monitoramento por meio de um “bailer” descartável (amostrador específico composto de um tubo de PVC transparente equipado com uma válvula de retenção. Na avaliação de qualidade das águas subterrâneas foram considerados 32 parâmetros e cada poço identificado com a nomenclatura ST no estudo, conforme demonstrado na tabela abaixo.

De acordo com os resultados obtidos, verificou – se que os parâmetros Alumínio, Ferro e Manganês estiveram fora dos padrões estabelecidos com a Resolução CONAMA 396/08, em maior parte dos poços monitorados. Além disso, todos os poços apresentaram valores abaixo de 6 para o parâmetro pH, isto é, características ácidas, no qual é comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar as camadas superficiais dos solos, além de apresentarem também elevadas concentrações de coliformes termotolerantes. Com relação aos metais pesados, nota -se a presença do arsênio, bário, chumbo, cobre, níquel, vanádio e zinco, porém dentro dos padrões permitidos, conforme demostrado na tabela abaixo. Por isso, destaca -se os metais pesados detectados, assim como o ph ácido, estão relacionados a geoquímica local.

Tabela 6.1-90 – Resultado da Análise de Qualidade das Águas Subterrâneas no ano de 2015.

PARÂMETRO	UNIDADE	RES. CONAMA 396/08 CONSUMO HUMANO.	ST-06	ST - 02	ST - 01	ST - 07	ST - 03
Condutividade	µS/cm	-	25	31	42	24	29
pH	-	-	6,58	5,12	5,99	4,91	5,02
Temperatura	ºC	-	26,89	26,28	26,52	26,67	26
Alumínio	mg/L	0,2	1,08	0,556	0,332	1,58	5,82
Antimônio	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00341
Bário	mg/L	0,7	0,00479	0,002172	0,004	0,00707	0,00951
Cádmio	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cálcio	mg/L	-	2,07	1,14	3,27	3,27	2,14
Chumbo	mg/L	0,01	0,00368	<0,001	<0,001	0,00459	0,006217
Cianeto	mg/L	0,07	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cloreto	mg/L	250	4,8	2,9	2,9	3,4	4,5
Cobalto	mg/L	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00756
Cobre Total	mg/L	2	0,00321	0,00169	0,00197	0,00959	0,0113
Cromo	mg/L	-	<0,001	0,00104	<0,001	0,00389	0,00296
Ferro Total	mg/L	0,3	0,715	0,193	0,258	0,564	2,05
Manganês	mg/L	0,1	0,00856	0,00303	0,00258	0,016	0,00452
Magnésio	mg/L	0,2	0,21	0,214	0,385	0,2173	0,232
Mercúrio	mg/L	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Molibdênio	mg/L	0,07	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Níquel	mg/L	0,02	0,00281	<0,001	0,00484	0,00917	0,00632
Potássio	mg/L	-	0,334	0,336	0,634	1,17	0,669
Prata	mg/L	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Selênio	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sódio	mg/L	200	2,1	2,14	2,66	11,5	1,61
Vanádio	mg/L	0,05	<0,001	<0,001	<0,001	0,00267	0,0409
Zinco	mg/L	5	0,0576	0,0448	0,0427	0,224	0,178
Matéria Orgânica Total	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	<1
Potencial Redox	mV	-	462	487	434	467	343
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	-	95	70	64	57	250

Fonte: Estudo de Impacto Ambiental, 2024.

6.1.9.2.7.2 2024

No estudo atualizado realizado em outubro de 2024, período seco, que são utilizados como para o desenvolvimento dos dados primários. Durante a análise de 2024, constatou-se que os parâmetros cloreto, fluoreto, sulfato, nitrato e nitrito apresentaram valores acima do limite estabelecido (VMP) pela Resolução CONAMA 396/08 em todos os 5 pontos amostrais avaliados. Além disso, os parâmetros Ferro e Alumínio obteve valores acima do limite estabelecido em ao menos um ponto analisado.

Em concordância com o estudo realizado em 2015, os valores de ph e Oxigênio Dissolvido (OD) apresentaram valores fora do padrão estabelecido na maioria dos pontos medidos, no qual são características naturais da região, conforme já explicado anteriormente e apresentado na tabela seguinte.

Tabela 6.1-91 – Resultado da Análise de Qualidade das Águas Subterrâneas no ano de 2024.

PARÂMETRO	UNIDADE	CONAMA 396/08	ST-01	ST-02	ST-04	ST-06	ST-11
pH	N.A	SR	6,4	5,55	5,08	6,4	5,11
Temperatura	°C	SR	28,8	27,9	27,3	27,6	27,3
Temperatura do ar	°C	SR	31	31	31	31	31
Oxigênio dissolvido	mg/L	SR	0,1	0,1	0,3	0,2	1,3
Condutividade elétrica	µS/cm	SR	32,6	88,7	37,5	32,1	32,1
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	23	39	20	21	21
Salinidade	ppt	SR	0,02	0,04	0,2	0,02	0,02

N.A – Não Aplicável; SR – Sem Referência
Fonte: Estudo de Impacto Ambiental, 2024.

6.1.9.2.8 Dados Primários

Complementarmente às informações obtidas a partir de fontes secundárias, a análise dos dados primários representa uma etapa fundamental para a caracterização dos recursos hídricos da área em estudo. Por isso, para obter os dados primários necessitou -se de um novo período de medição realizado em 2025, no qual esses dados foram gerados por meio de campanhas realizadas em campo, divididas em 2 campanhas, no qual se referem ao período chuvoso e seco. Além disso, após a coleta nos devidos pontos amostrais, conforme descrito na metodologia, ocorre para as devidas análises laboratoriais específicas, assegurando maior rigor científico e confiabilidade aos resultados apresentados.

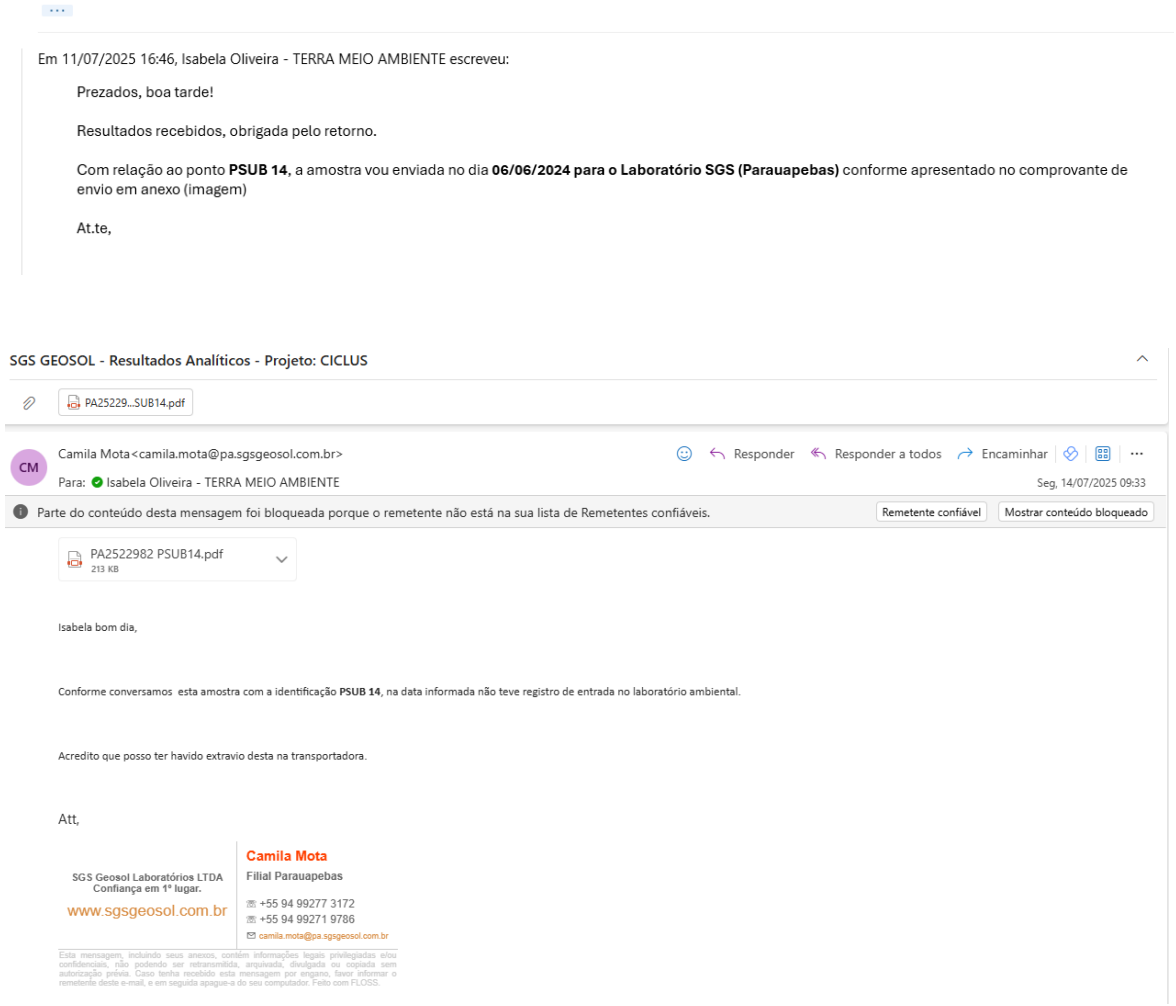
A coleta direta possibilita a avaliação detalhada de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, os quais refletem de forma objetiva as condições ambientais vigentes no período de monitorado. Dessa forma, a utilização dos dados primários não apenas valida e confronta as informações secundárias previamente levantadas, mas também fornece subsídios essenciais para a interpretação integrada da qualidade e da disponibilidade hídrica, servindo de base para o diagnóstico ambiental e para a proposição de medidas de gestão e mitigação.

Os parâmetros analisados para água subterrânea foram comparados aos valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 396/2008, padrões para consumo humano, quando aplicável. É possível visualizar na tabela abaixo os resultados analíticos dos parâmetros obtidos in loco em ambas os períodos, no qual a 1ª campanha se refere ao período chuvoso executada em maio de 2025 e a 2ª campanha realizada em julho em 2025 nos pontos amostrais determinados, detalhado na tabela do item de Pontos Amostrais.

Os laudos referentes a primeira campanha de Água Subterrânea (período chuvoso) encontram no Anexo III nas páginas.336 a 364. Enquanto a segunda, no qual correspondem ao período seco, podem ser visualizados no Anexo III nas páginas 365 a 397, e os Certificados de Acreditação pertencente ao laboratório, tendo como garantia a confiabilidade dos resultados, são demostrados no Anexo III páginas 398 a 412.

Ressalta -se que, o ponto PSUB 14 não obteve laudo devido a falha do itinerário até o ponto de destino, no caso Laboratório SGS (Parauapebas), conforme demostrados nas evidências da figura seguinte.

Figura 6.1-271 - Evidências com relação a entrega do ponto PSUB 14.



Em 11/07/2025 16:46, Isabela Oliveira - TERRA MEIO AMBIENTE escreveu:

Prezados, boa tarde!

Resultados recebidos, obrigada pelo retorno.

Com relação ao ponto **PSUB 14**, a amostra vou enviada no dia **06/06/2024 para o Laboratório SGS (Parauapebas)** conforme apresentado no comprovante de envio em anexo (imagem)

At.te,

SGS GEOSOL - Resultados Analíticos - Projeto: CICLUS

PA25229...SUB14.pdf

CM Camila Mota <camila.mota@pa.sgsgeosol.com.br> Responder Responder a todos Encaminhar

Para: Isabela Oliveira - TERRA MEIO AMBIENTE Seg, 14/07/2025 09:33

Parte do conteúdo desta mensagem foi bloqueada porque o remetente não está na sua lista de Remetentes confiáveis. Remetente confiável Mostrar conteúdo bloqueado

PA2522982 PSUB14.pdf 213 KB

Isabela bom dia,

Conforme conversamos esta amostra com a identificação **PSUB 14**, na data informada não teve registro de entrada no laboratório ambiental.

Acredito que posso ter havido extravio desta na transportadora.

Att,

SGS Geosol Laboratórios LTDA
Confiança em 1º lugar.
www.sgsgeosol.com.br

Camila Mota
Filial Parauapebas
+55 94 99277 3172
+55 94 99271 9786
camila.mota@pa.sgsgeosol.com.br

Esta mensagem, incluindo seus anexos, contém informações legais privilegiadas e/ou confidenciais, não podendo ser retransmitida, arquivada, divulgada ou copiada sem autorização prévia. Caso tenha recebido esta mensagem por engano, favor informar o remetente deste e-mail, e em seguida apague-a do seu computador. Feito com FLOSS.

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

Tabela 6.1-92 - Resultados Analíticos Referente a 1° e 2 Campanha de Qualidade da Água Subterrânea.

PARÂMETRO	UNIDADE	PSUB 01		PSUB02		PSUB 06		PSUB 08		PSUB 10		PSUB 12		PSUB 13		PSUB 14		CONAMA 396/08 VPM
		1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	
Alumínio Total	mg Al/L	0,15	0,16	0,09	0,22	0,15	0,15	0,11	0,19	0,10	1,06	0,29	0,14	0,20	0,13	-	0,11	0,2
Antimônio Total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	0,005
Arsênio Total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	0,01
Bário Total	mg Ba/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,207	0,007	<0,005	0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	0,006	0,7
Cádmio Total	mg Cd/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	0,005
Cálcio Total	mg Ca/L	0,35	0,72	1,54	0,58	0,83	0,47	0,63	2,28	1,71	2,76	2,30	2,07	1,82	1,85	-	0,10	SR
Chumbo Total	mg Pb/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	<0,003	<0,003	-	<0,003	0,01
Cianeto Total	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	-	<0,004	0,07
Cloreto	mg/L	2,82	2,22	2,65	2,36	4,02	4,35	4,35	3,53	2,58	2,81	3,40	3,05	<1	3,64	-	2,34	250
Cobalto Total	mg Co/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	SR
Cobre Total	mg Cu/L	<0,005	<0,005	0,023	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	0,006	<0,005	0,030	<0,005	0,007	<0,005	-	<0,005	2
Condutividade Elétrica	µS/cm	23	34,0	34,0	30,0	26,0	30,0	34,0	42,0	30,0	28,0	N.A.	51,0	32,0	38,0	29	30,0	SR
Condutividade Elétrica	µS/cm	24,59	24,24	31,18	48,51	38,65	30,05	41,89	44,54	31,12	41,25	39,22	33,89	51,99	33,09	-	40,34	SR
Cromo Total	mg Cr/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	SR
Ferro Total	mg Fe/L	<0,1	<0,1	0,21	<0,1	0,25	<0,1	<0,1	0,20	<0,1	0,83	0,25	<0,1	0,83	0,22	-	0,44	0,3
Magnésio Total	mg Mg/L	0,26	0,23	0,68	0,52	0,44	0,36	0,32	0,38	0,34	0,33	0,20	0,44	0,48	0,41	-	0,34	SR
Manganês Total	mg Mn/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	0,1
Mercúrio Total	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	0,001
Molibdênio Total	mg Mo/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,07
Níquel Total	mg Ni/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,02
Oxigênio Dissolvido In Situ	mg O2/L	5,30	3,65	3,81	3,01	3,89	2,60	3,60	3,04	2,88	2,63	2,07	2,90	3,16	2,50	4,08	2,56	SR
pH	-	4,65	5,03	4,58	4,78	4,94	4,65	5,06	5,95	5,24	5,39	4,52	5,73	5,03	5,25	-	4,87	SR
pH In Situ	-	3,99	4,31	4,58	4,70	4,17	4,67	4,16	5,53	4,34	5,22	4,52	5,46	4,45	5,09	4,95	4,56	SR
Potássio Total	mg K/L	0,11	0,14	0,40	0,61	0,25	0,18	0,22	0,62	0,84	0,45	0,47	0,32	0,23	0,27	-	0,19	SR
Prata Total	mg Ag/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	0,01
Salinidade	%	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	SR
Salinidade In Situ	%	9	N.A.	N.A.	14,0	N.A.	13,0	15	N.A.	14	19,0	N.A.	N.A.	14	17,0	14	14,0	SR
Selênio Total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	0,01

PARÂMETRO	UNIDADE	PSUB 01		PSUB02		PSUB 06		PSUB 08		PSUB 10		PSUB 12		PSUB 13		PSUB 14		CONAMA 396/08 VPM
		1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	1° CAMPANHA	2° CAMPANHA	
Sódio Total	mg Na/L	1,69	1,70	1,46	1,47	1,93	1,27	3,75	5,38	2,46	2,19	3,60	2,62	2,73	2,21	-	1,10	200
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	15	N.A.	N.A.	20,0	N.A.	18,0	22	N.A.	20	19,0	N.A.	N.A.	20	18,0	20	19,0	SR
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	22,0	16,7	22,7	36,0	26,0	22,0	<11	28,0	22,7	22,0	34,7	28,0	36,0	23,3	-	26,7	SR
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	11,0	<11	31,0	<11	32,0	12,0	40,0	23,0	166	13,0	45,0	34,0	11,0	15,0	-	<11	SR
Temperatura da Amostra	ºC	28,5	28,3	28,3	28,7	27,9	29,0	26,9	29,0	28,0	29,0	29,0	27,7	27,8	31,7	29,7	30,3	SR
Vanádio Total	mg V/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,05
Zinco Total	mg Zn/L	0,10	0,68	0,19	0,03	0,28	<0,02	0,09	0,75	0,21	0,19	0,15	0,51	0,66	0,53	-	<0,02	5

N.A – Não Aplicável; SR – Sem Referência
Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

Segundo os a tabela de dados apresentada acima, destaca -se que dos 35 parâmetros medidos em 2025 durante período chuvoso (maio/2025) apenas o pH indicou valores ácidos (<6) e o Ferro, apresentou valores acima do permitido em ao menos um ponto. Porém, este tipo alteração é característico de regiões amazônicas. Entretando, o restante dos parâmetros esteve dentro dos padrões permitidos, trazendo resultado satisfatório de qualidade da água subterrânea.

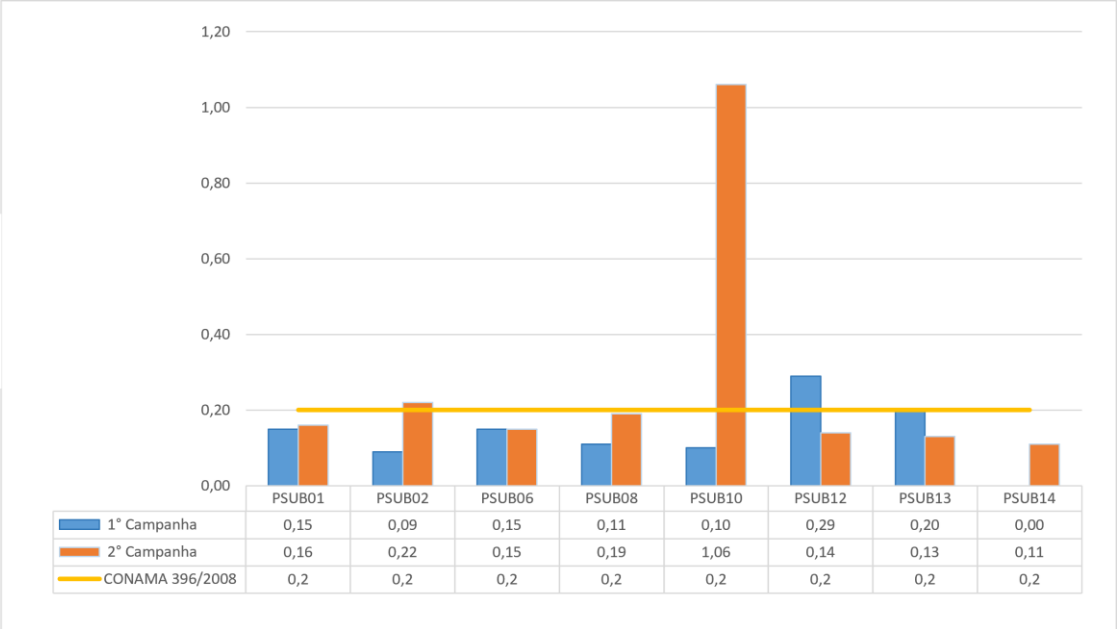
Enquanto, o período seco executado em julho de 2025, no qual corresponde a 2ª campanha, obteve valores em desconformidade em comparação com a Resolução CONAMA 396/08 para o parâmetro Alumínio, todavia os demais parâmetros demonstraram valores dentro do limite permitido pela legislação aplicada. Para efeitos de comparação entre os dois períodos analisados, as possíveis causas para as alterações dos parâmetros identificados serão detalhadas nos tópicos seguintes.

6.1.9.2.8.1 Alumínio

A concentração deste parâmetro possui limite máximo de 0,2 mg/L (200 µg/L) em águas subterrâneas de acordo com a Resolução CONAMA 396/2008. Constata-se que as águas subterrâneas apresentaram variações nas concentrações de Alumínio Total, sendo que apenas o ponto PSUB02 e PSUB12 durante o período seco, apresentou concentração acima do limite estabelecido pela já referida Resolução. Os demais pontos apresentaram concentrações abaixo do VMP estabelecido pela legislação vigente, indicando que a água subterrânea local é rica em alumínio.

Este comportamento é característico do solo da região, pois a concentração desse elemento metálico na água é decorrente das condições da geologia local que apresenta depósitos de bauxita, cujo minério é rico em óxido de alumínio (Al_2O_3), assim esse elemento é carregado pelas águas subterrâneas e superficiais, elevando a sua concentração nessas águas (MDGEO, 2015). Outro fator que favorece o aumento da concentração do alumínio é o pH ácido. Conforme a CETESB (2009) o alumínio sofre influência direta do pH, neste caso o alumínio apresenta maiores concentrações onde o pH é menor, pois mais solúvel é o alumínio na água.

Figura 6.1-272 – Resultados do parâmetro Alumínio dissolvido nos pontos amostrais – Água Subterrânea.



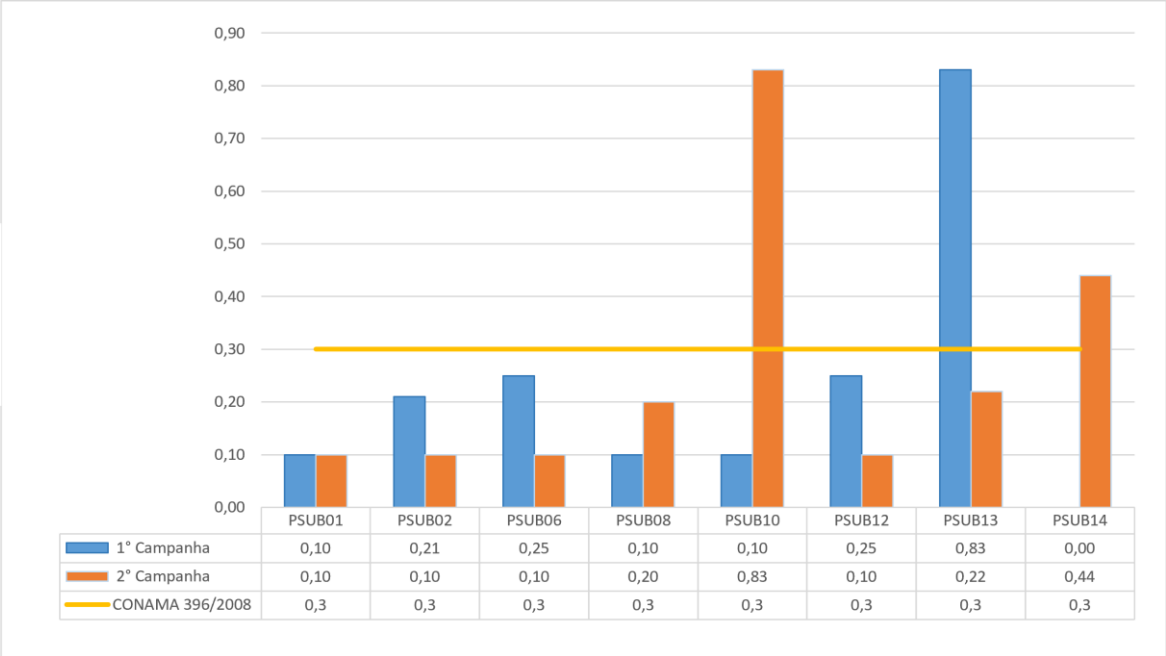
	PSUB01	PSUB02	PSUB06	PSUB08	PSUB10	PSUB12	PSUB13	PSUB14
1° Campanha	0,15	0,09	0,15	0,11	0,10	0,29	0,20	0,00
2° Campanha	0,16	0,22	0,15	0,19	1,06	0,14	0,13	0,11
CONAMA 396/2008	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

6.1.9.2.8.2 Ferro

Os valores do parâmetro ferro, estiveram abaixo do valor limite observado na resolução CONAMA nº 396/08 na maioria dos pontos onde fora possível realizar a coleta, evidenciado no gráfico da figura abaixo, entretanto no ponto PSUB 10 e PSUB 14 durante o período seco, e somente o ponto PSUB13 apresentou valores acima do permitido durante o período chuvoso. A concentração de ferro é limitada a 0,3 mh/L (300 µg/L) em águas subterrâneas, pela já referida resolução, sendo a sua presença indicativo das características geológicas regionais.

Figura 6.1-273 – Resultados do parâmetro Ferro Total nos pontos amostrais – Água Subterrânea.



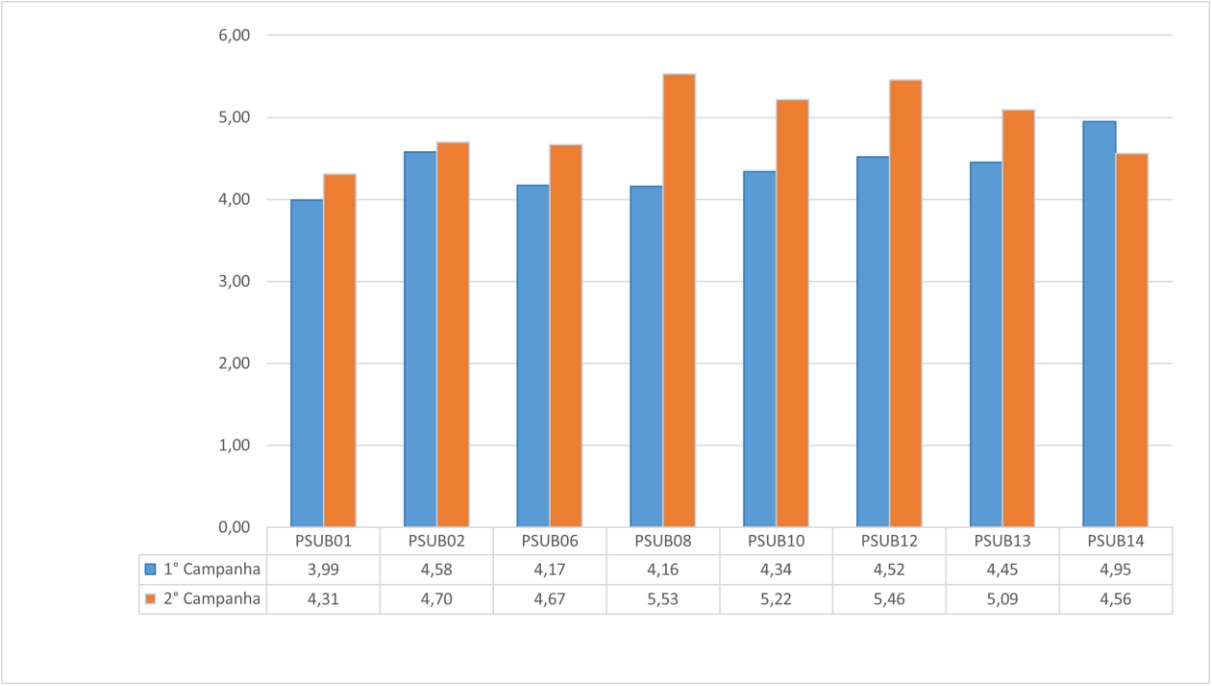
	PSUB01	PSUB02	PSUB06	PSUB08	PSUB10	PSUB12	PSUB13	PSUB14
1° Campanha	0,10	0,21	0,25	0,10	0,10	0,25	0,83	0,00
2° Campanha	0,10	0,10	0,10	0,20	0,83	0,10	0,22	0,44
CONAMA 396/2008	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

6.1.9.2.8.3 pH

Para os valores de pH obtidos na primeira campanha (período chuvoso), constata-se uma pequena redução na concentração deste parâmetro para a campanha da 2ª campanha (período seco) demostrado na figura abaixo, essa configuração ocorre devido a redução do volume de água durante este período, em todos os pontos amostrais onde fora possível realizar a coleta. O parâmetro pH não possui valor limite padronizado pela resolução CONAMA nº 396/2008, sendo reflexo da geologia local a qual apresenta metais características da região, tais como ferro e alumínio, conforme destacado nos tópicos anteriores.

Figura 6.1-274 – Resultados do parâmetro pH nos pontos amostrais – Água Subterrânea.



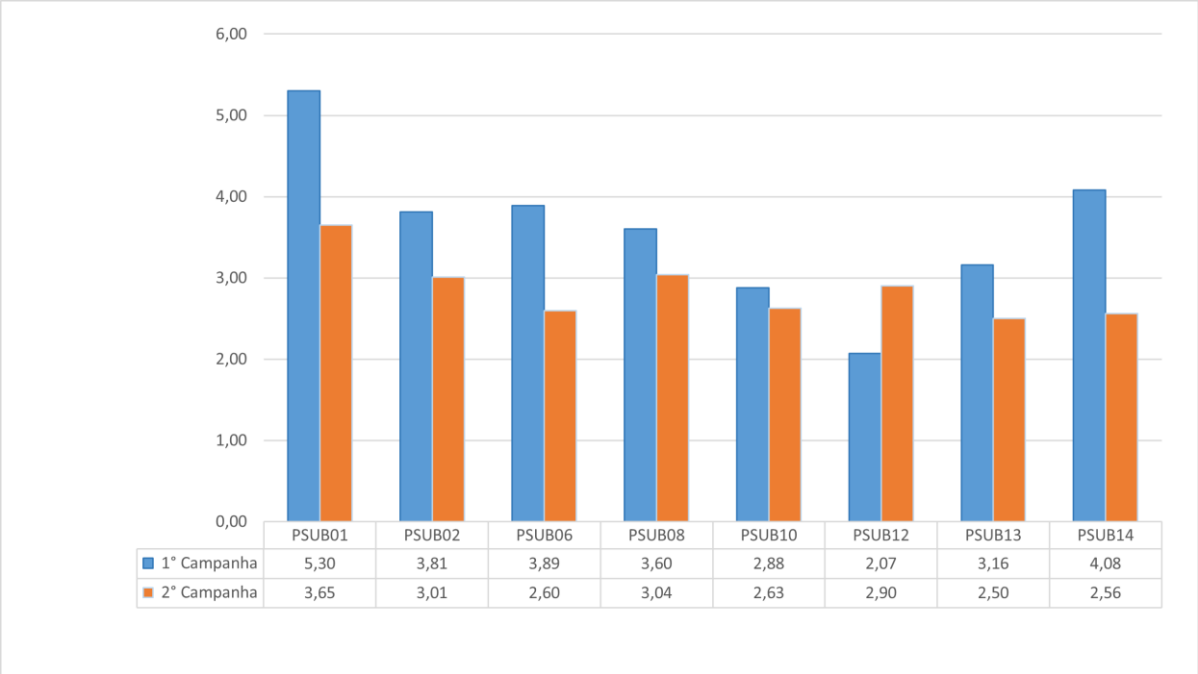
	PSUB01	PSUB02	PSUB06	PSUB08	PSUB10	PSUB12	PSUB13	PSUB14
1° Campanha	3,99	4,58	4,17	4,16	4,34	4,52	4,45	4,95
2° Campanha	4,31	4,70	4,67	5,53	5,22	5,46	5,09	4,56

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025.

6.1.9.2.8.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

Para este parâmetro, é possível identificar a variação por meio da figura abaixo durante os dois períodos de medição (seco e chuvoso), e em ambos os períodos resultaram em valores abaixo de 5, indicando concentração baixas, porém ressalta -se que valores possuem baixas significantes durante o período seco (2° campanha) em comparação com o chuvoso (1° campanha). Este comportamento ocorre devido a concentração desse parâmetro em águas subterrâneas serem baixo, devido ao processo de depleção do oxigênio, pois não existe contato com o ar na atmosfera e o O2 é consumido na decomposição de material biológico abundante, destaca – se que a concentração é ainda maior durante o período seco, em razão do baixo volume de água (OLIVEIRA, 2024 et al., 2009).

Figura 6.1-275 – Resultados do parâmetro oxigênio dissolvido nos pontos amostrais – Água Subterrânea.



	PSUB01	PSUB02	PSUB06	PSUB08	PSUB10	PSUB12	PSUB13	PSUB14
1° Campanha	5,30	3,81	3,89	3,60	2,88	2,07	3,16	4,08
2° Campanha	3,65	3,01	2,60	3,04	2,63	2,90	2,50	2,56

Fonte: SGS Geosol Laboratórios, 2025

6.1.10 REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA). Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br

BRASIL. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Disponível em: http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/#

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: http://www.inmet.gov.br

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

Dados de METAR para o aeroporto Val de Cans (SBBE) –

Dados Pluviométrico da Agência nacional de Águas - http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp

DOURADO NETO, D., Van LIER, Q.J. Programa para elaboração do balanço hídrico para culturas anuais e perenes. Piracicaba: Departamento de Agricultura da ESALQ/USP, 1991. 58 p. (Apostila).

GREGÓRIO, Aderson Manoel da Silva; MENDES, Amílcar Carvalho. Batimetria e sedimentologia da Baía do Guajará, Belém, Estado do Pará, Brasil. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 5, n. 9, p. 53-72, jul./dez. 2009.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, California, 1993. Preprints. Boston: American Meteorological Society, p. 179–186, 1993.

MICINTOSH, D. H.; THOM, A. S. Essentials of Meteorology. London: Wykeham Publications, 1969.

OLIVEIRA, Maristela da Silva. Dimensionamento de camadas de cobertura para aterros sanitários utilizando o método do balanço hídrico. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 2021. 198 f.

PARÁ. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS-PA)

PEREIRA, Kesia Yuli da Silva. Estimativa da quantidade de lixiviado no interior do Aterro Sanitário de Itabirito-MG. Ouro Preto: Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) — 66 f.

PEREIRA, Kesia Yuli da Silva. Estimativa da quantidade de lixiviado no interior do Aterro Sanitário de Itabirito-MG. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. 2021. 66 f.

PINTO, N. et al. Hidrologia básica. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1976

ROCHA, L. H. S. Estudo dos eventos extremos, probabilidade e período de retorno na Bacia hidrográfica do rio São Francisco. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Meteorologia: Bacharelado) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. 2022. 65 f.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Rev. Bras. Agrometeorol, v. 6, p. 133-137, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004:2004 – Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.896:1997 – Aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8419:1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre os Padrões de Qualidade do Ar, os Planos de Controle de Emissões Atmosféricas e os Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 7.731, de 31 de janeiro de 1989. Dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento Básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1 fev. 1989.

BRASIL. Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994. Dispõe sobre o transporte de pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 jun. 1994.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Stationary point and area sources. 5. ed. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, January 1995. Relatório Técnico, 2038 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). User's guide for the Industrial Source Complex (ISC3) dispersion models. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, 1995. Relatório Técnico EPA-454/B-95-003a, 390 p. Disponível em: http://www.epa.gov/scram001/userg/regmod/isc3v1.pdf

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 2 jan. 2007.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 26 dez. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018. Estabelece padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 21 nov. 2018

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar previstos no PRONAR. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 22 ago. 1990, p. 15 937-15 939.

CARMO JR., G. N. R. Otimização e avaliação de metodologias olfatométricas voltadas ao saneamento ambiental. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental), 186 f.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990: Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Brasília, 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018: Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, 2018.

COWHERD, C. Development of correction factors for landfill gas emission model suiting Indian condition to predict methane emission from landfills. 2014.

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo. REDEMET – Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. Disponível em: https://www.redemet.aer.mil.br/

JONES, T. E. Dust emission from unpaved roads in Kenya. TRRL Laboratory Report 1110. Wokingham: Transport and Road Research Laboratory, 1984.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): Dados de Elevação Digital. 2000. Disponível em: https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/historical/srtm

NOAA EARTH SYSTEM RESEARCH LABORATORIES (ESRL). NOAA Earth System Research Laboratories. Disponível em: https://www.esrl.noaa.gov/

OFFICE OF THE FEDERAL COORDINATOR FOR METEOROLOGICAL SERVICES AND SUPPORTING RESEARCH (OFCM). Federal Meteorological Handbook No. 1: Surface Observations and Reports. Washington, D.C.: OFCM, 2005. Disponível em: https://codes.nws.noaa.gov/FMH-1/2005

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I: Stationary Point and Area Sources, 5. ed. Research Triangle Park, NC: U.S. EPA, 1995. Relatório Técnico EPA-454/AP-42-5th-Ed.01.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Chapter 4.3: Waste Water Collection, Treatment and Storage. In: AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Stationary point and area sources, 5. ed. Research Triangle Park, NC: U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, 1995.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.1: User Manual and Tool. Washington, DC: U.S. EPA, Office of Research and Development, 2024. Relatório Técnico EPA/600/B-24/160.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Section 13.2.2 – Unpaved Roads. In: AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I:

Stationary point and area sources, 5. ed. Research Triangle Park, NC: U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, Nov. 2006.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Stationary Point and Area Sources. 5. ed. EPA-454/R-03-002. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42), Volume I: Stationary Point and Area Sources. 5. ed. EPA-454/R-03-003. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). EPA-454/R-03-002: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Stationary Point and Area Sources. 5. ed. Research Triangle Park, NC: Office of Air Quality Planning and Standards, junho de 2003. Disponível em: https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-pollutant-emission-factors

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). EPA-454/R-03-003: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume II: Mobile Sources. 5. ed. Research Triangle Park, NC: Office of Air Quality Planning and Standards, junho de 2003. Disponível em: https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-pollutant-emission-factors

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Landfill Gas Emissions Model (LandGEM), Version 3.02. EPA-454/R-03-002. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2005.

BELO, PEDRO IVO DIÓGENIS; TROFOLI, R. Quantificação dos níveis de partículas finas (MP2, 5) no município de Vitória. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Conselho consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional Do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 005 de 15 de junho de 1989.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional Do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 003 de 28 de junho de 1990.

CARMO, J. N. R. G. Otimização e avaliação de metodologias olfatométricas voltadas ao saneamento ambiental. Dissertação de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.

CETESB. Ficha de Informação Toxicológica. Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental. Agosto de 2010. Atualizado em fevereiro de 2022

CETESB. Qualidade do Ar: Poluentes. 2022. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/ Acesso: 28/04/2025.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução CONAMA 03 de 28/06/90. Estabelece padrões de qualidade do ar. Brasília, 1990.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução CONAMA 382 de 26/12/06. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.Brasília, 2006.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução CONAMA 436 de 26/12/11. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. Brasília, 2011

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 506, de 05 de julho de 2024. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018: Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 506, de 5 de julho de 2024: Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jul. 2024.

Enviromental Protection Agency. AP-42 - Compilation of Air Pollutant Emission Factors. EUA, 2000.

Enviromental Protection Agency. ASF-35 / EPA 451/R-93-005 (Estimation of air impacts for termal desortion units used at superfund sites). EUA, 1993.

Enviromental Protection Agency. LandGEM (Landfill Gas Emissions Model). EUA, 2020.RIO DE JANEIRO, Governo do Estado, Decreto n. 44.072 de 18 de fevereiro de 2013.Regulamenta os padrões de qualidade do ar no estado do Rio de Janeiro, tendo por base padrões nacionais e as diretrizes e recomendações da organização mundial de saúde, e dá outras providências. Rio de Janeiro, 2013.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Portaria n° 37/2016.

FREITAS, Adriana de Marques; SOLCI, Maria Cristina. Caracterização do MP10 e MP2, 5 e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina. Química Nova, v. 32, p. 1750-1754, 2009

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Gestão da Qualidade do Ar. 2024. Disponível em: https://ead.mma.gov.br/. Acesso: 28/04/2025.

MOTA, Suetônio. Introdução à engenharia Ambiental – Rio de Janeiro: ABES 1997, 292p.

TCEQ - Texas Commission on Environmental Quality. NSR Guidance for Vapor Oxidizers. EUA, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. NBR 10.151. São Paulo, 2000. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151: Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT, 2019 (atualizada 2020).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional Do Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 001 de 08 de março de 1990.

CARMO, Lívia Ismália Carneiro. Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas. Orientador: Mirian Goldenberg, 1999.

DANA, D et al. An Assessment of Noise Pollution in Addis Ababa: The Case of Bole Michael Community Area. Degree of Master in Development management, s.d.

PEREIRA, Juliana Maria Ferreira; GONÇALVES, Elisabeth de Albuquerque Cavalcanti Duarte; OITICICA, Maria Lúcia Gondim da Rosa. Um Estudo Sobre A Paisagem Sonora De Duas Praças No Bairro Do Centro De Arapiraca-Al. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6484: Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

Bandeira, R.de F., Relação dos aspectos geomorfológicos e o uso do espaço geográfico na Serra de Ubajara, Planalto da Ibiapaba, Ceará. Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará (UFC), 2009.

BRASIL. Projeto Radam–RadamBrasil. Levantamento de recursos naturais: folha SA.22 Belém. [Rio de Janeiro]: O Projeto, 1974. Série Levantamento de recursos naturais, vol. 5.

Cavalcante L.M.; Silva, T. H. M. da; Cruz, F. M.; Tancredi, A. C. F. N. S.; Lima, W. N. de. Contribuição ao estudo hidrogeoquímico de águas subterrâneas sob influência de carbonato (região metropolitana de Belém, PA). XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2007

Góes, A. M., Rossetti, D. F., Nogueira, A.C.R., Pelel, M. T. Modelo deposicional preliminar da formação Pirabas no nordeste do estado do Pará. Bol.Mus. Para Emilio Goeld, série Ciências da Terra 2, 1990

João, X. da S.J., Geodiversidade do estado do Pará / Organização Xafi da Silva Jorge João, Sheila Gatinho Teixeira, Dianne Danielle Farias Fonseca. - Belém: CPRM, 2013.

MUNSELL COLOR COMPANY (Firm). Munsell soil color charts. Baltimore, MD: Gretag Macbeth (Division of Kollmorgen Instruments Corp.), 1994.

OLIVEIRA, J. G. F., Silva, R.C. S. Geologia e recursos minerais da Folha Belém - SA.22-X-D-III, Estado do Pará, escala 1:100.000 /. – Belém: CPRM – Serviço Geológico do Brasil,2011

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

Silva, A.J. P., Lopes, R. da C., Vasconcelos, A. M., Bahia. R. B. C. L. Capítulo II A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.) Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM, Brasília, 2003.

Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Regiões hidrográficas brasileiras. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: Edição Especial, 162 p. 2015.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia dos Rios Tocantins e Araguaia. 256 p., Brasília, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13896: aterros de resíduos não perigosos — critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997. 12 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – Usuários em corpos hídricos de domínio dos Estados (outorgas superficiais). Dados abertos. Brasília, DF: ANA, [s.d.]. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/3b1ed9295d2c428a8f0ec6e6ffcfeddf_1/explore.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Manual orientativo sobre a Norma de Referência nº 1/ANA/2021: cobrança pela prestação do serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos. Brasília, DF: ANA, 2021. 110 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Outorgas de Direito de Uso de Recursos Hídricos – Outorgas Federais. Dados abertos. Brasília, DF: ANA, [s.d.]. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/98d419c5fb2c4c28ad60efd3872d5d5c_0/explore.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Plano Estratégico Institucional (PEI) 2019–2022. Brasília, DF: ANA, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHs) de bacias hidrográficas de rios de domínio da União. Mapa digital. Brasília, DF: ANA, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 dez. 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67,

de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 1, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1.

BRASIL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS). Plano de Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio Acará. Belém, PA: SEMAS, 2020.

BRASIL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS). Análise climática da bacia hidrográfica do rio Acará: volume de precipitação de 2019. Belém, PA: SEMAS, 2020.

BRASIL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS). Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos do Pará (SEIRH). Belém, PA: SEMAS, 2019. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/portais-e-sistemas/seirh-sistema-estadual-de-informacoes-sobre-recursos-hidricos-do-para/.

BRASIL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS). Hidrografia de referência do Estado do Pará. Belém, PA: SEMAS, 2023.

BRASIL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS). Gerência do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (GESIR) da Diretoria de Recursos Hídricos (DIREH). Dados de disponibilidade hídrica e outorgas emitidas no estado do Pará. Belém, PA: SEMAS, 2023.

BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. (Aprovação pelo CNRH em 30 jan. 2006)

CERH/MG. Resolução nº 010, de 11 de outubro de 2010. Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

Dados Pluviométrico da Agência nacional de Águas - http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp
BRASIL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS). Classificação de uso e cobertura do solo – Iniciativa MapBiomas: ano de 2020. Belém, PA: SEMAS, 2024.

DIAS, Filipe Gomes; LIMA, Ana Maria Monteiro. Caracterização espaço-temporal da precipitação da bacia hidrográfica do Rio Acará/PA. In: PINHEIRO, Luiz Sérgio; GORAYEB, Ana. (Org.). Geografia Física e as Mudanças Globais. Fortaleza: Editora UFC, 2019. p. 1–10.

FELIPPE, Miguel Fernandes. Gênese e dinâmica de nascentes: contribuições a partir da investigação hidrogeomorfológica em região tropical. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

GIANGIULIO, Anelise Ruzzante. Gestão ambiental aplicada à prevenção, controle e recuperação de erosão linear acelerada no município de Ipeúna–SP. 2009. Trabalho

de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009.

LIMA, Walter de Paula. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ/Depto de Silvicultura, 1986. 242 p.

LOUREIRO, Sérgio A. Geologia e hidrogeologia das nascentes. 1983. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

MASSAD, F. Mecânica dos solos experimental. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

NEVES, M. A. et al. Geofísica em auxílio à perfuração de poços artesianos para comunidades afetadas pela seca: estudo de caso em terras áridas. Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 209-218, 2014.

OLIVEIRA, Cristiano de Pádua Milagres. Plataforma de Análise e Simulação Hidrológica PLASH. 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, I.; BATISTA, A.; SOUZA, R. Viabilidade econômica do transporte hidroviário da produção de frutos de castanha-da-amazônia em Almerim, Pará. Revista Arquivos Científicos (IMMES), v. 1, n. 2, p. 28-37, 5 nov. 2018.

OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; SANTOS, José Carlos Pereira dos; ARAÚJO, José Coelho de. Degradação dos solos por sais numa área do Vale do Submédio do Rio São Francisco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2010. p. 1-12.

OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; SANTOS, José Carlos Pereira dos; ARAÚJO, José Coelho de. Degradação dos solos por sais numa área do Vale do Submédio do Rio São Francisco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2010. p. 1-12.

PA. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução nº 10, de 3 de setembro de 2010. Dispõe sobre os usos que independem de outorga. Belém, PA: CERH, 2010.

PINTO, Lilian Vilela Andrade et al. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 65, p. 197-206, jun. 2004.

SALOMÃO, F.X.T. & IWASA, O.Y. Erosão e a ocupação rural e urbana. In: BITAR, O.Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. cap. 3.2, p. 31-57.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Resolução nº 1.041, de 19 de agosto de 2013. Define os critérios para análise de balanço hídrico em pedidos de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos para captação de água e lançamento de efluentes com fins de diluição, bem como para prazos de validade das outorgas de direito de uso de recurso hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 ago. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15495-1: poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares — Parte 1: requisitos de projeto e construção. Rio de Janeiro, 2007. 25 p.

BOUWER, Herman; RICE, R. C. A slug test for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells. Water Resources Research, v. 12, n. 3, p. 423–428, 1976. DOI: 10.1029/WR012i003p00423

BRANCO, L. H. Z. Qualidade das águas e tratamento de esgotos. Rio de Janeiro: Interciência, 1978. 318 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 maio 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 mai. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Relatório anual 2002. Brasília, 2002. Relatório institucional.

CABUGI GEOSOLUÇÕES. Levantamento aerofotogramétrico de detalhe da área de estudo para correção de cotas altimétricas. [S.l.]: Cabugi Geosoluções, 2025. Relatório técnico.

DARCEY, Henry. Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux. Annales des Ponts et Chaussées, Paris, v. 8, p. 433-544, 1856.

DELLOSSO, J. P. Qualidade da água em rios: processos e modelagem. 1. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2009. 320 p.

Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – SEIRH. Disponível em: http://seirh.semas.pa.gov.br

FEITOSA, Fernando A. C.; FILHO, João Manoel; FEITOSA, Edilton Carneiro; DEMETRIO, José Geilson A. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CPRM-LABHID, 2008. 812 p.

FERREIRA, Cândido Simões. Características lito-paleontológicas da Formação Pirabas, Estado do Pará. In: CONFERÊNCIA GEOLÓGICA DAS GUIANAS, 6., Belém, 1966. Anais (Avulsos da Divisão de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional da Produção Mineral), Rio de Janeiro, n. 41, p. 101–111, 1966.

Góes, A. M., Rossetti, D. F., Nogueira, A.C.R., Pelel, M. T. Modelo deposicional preliminar da formação Pirabas no nordeste do estado do Pará. Bol.Mus. Para Emilio Goeld, série Ciências da Terra 2, 1990

LHC/COPPE/UFRJ. Hidroflu: software para análise hidrológica e hidráulica. Rio de Janeiro: Laboratório de Hidráulica Computacional, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.lhc.coppe.ufrj.br

MARTINS, R. T. A. A.; et al. Estudo comparativo de métodos de recarga natural do aquífero livre em uma microbacia hidrográfica. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e307997441, 2020.

MARTINS, Rubens T. A. A.; PENNER, Giovanni Chaves; GONÇALVES, Mário M. Estimativa da recarga natural do aquífero livre na microbacia hidrográfica do entorno do aterro sanitário de Marituba/PA. In: PENNER, Giovanni Chaves (Org.). Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental. 1. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. v. 1, p. 52-65.

Normais Climatológicas do Instituo Nacional de Meteorologia (INMET) - http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – SEIRH. Disponível em: http://seirh.semas.pa.gov.br

PERIN, A. A. Modelagem ambiental: qualidade da água em corpos hídricos. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2013. 200 p.

PETRI, Setembrino. Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Geologia, n. 16, p. 1–79, 1957.

STREETER, H. W.; PHELPS, E. B. A study of the pollution and natural purification of the Ohio River. U.S. Public Health Service Bulletin, Washington, v. 146, p. 1-82, 1925.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Quality criteria for water. Washington, D.C., 1987. EPA 440/5-86-001. Disponível em: https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/9100O0C7.PDF?Dockey=9100O0C7.PDF

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Spreadsheets for slug test analysis based on the Bouwer–Rice method. Washington, D.C.: USGS, 2002.

VEREDA. Estudo de Impacto Ambiental – CTR Metropolitano: Vereda, 2024. Mapa geológico: Grupo Barreiras; Unidade Cobertura Detrítica-laterítica; Sedimentos pós-Barreiras; Depósitos atuais.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 499 p.

VON SPERLING, M. Tratamento biológico de águas residuárias. 1. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996. 247 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.

APOLINÁRIO, M. de F. Caracterização hidroquímica de aquífero aluvial para uso agrícola. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 24, n. 6, p. 401–407, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9897:1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Brasília, 2009.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography, v. 22, n. 2, p. 361–369, 1977.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório da administração e de sustentabilidade 2017. São Paulo, 2018.

LAMPARELLI, R. A. C. Índice de Estado Trófico para ambientes lóticos: proposta de metodologia para classificação do estado trófico de rios e córregos. Revista Brasileira de Biologia, v. 64, n. 3, p. 441-448, 2004.

MENEZES, U. de; RIBEIRO, M. de N. G. A hidroquímica do Rio Solimões – Amazonas. Acta Amazonica, v. 18, n. 3-4, p. 145-172, 1988.

SPERLING, Marcos Von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, DC: APHA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13896:1997 – Aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6502:1995 – Rochas e solos – Terminologia. Rio de Janeiro, 1995. 18 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Brasília, DF, nº 249, p. 81-84, 30 dez. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Brasília, DF, 7 abr. 2008.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB); AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo; Brasília, 2011. 326 p.

CORTEZ, C. M. B.; TAGLIARINI, E. M.; TANCREDI, A. C. F. N. S. Utilização de águas minerais dos aquíferos do Grupo Barreiras na região de Belém (PA). Águas Subterrâneas, São Paulo, [s. l.], 11 set. 2000.

NBR 15847:2010 – Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento — Métodos de purga. Rio de Janeiro, 2010. 15 p.

YU, Kewei; RINKLEBE, Jörg. Soil redox potential and pH controllers. In: DELAUNE, R. D.; REDDY, K. R.; RICHARDSON, C. J.; MEGONIGAL, J. P. (ed.). Methods in Biogeochemistry of Wetlands. Madison, WI: Soil Science Society of America, 2013. p. 107–119.

6.2 MEIO BIÓTICO

No presente diagnóstico, são apresentadas as características associadas aos elementos ambientais do Meio Biótico, a partir da análise das informações obtidas das áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana. Desse modo, o objetivo deste estudo foi realizar o diagnóstico ambiental através do levantamento de dados da fauna terrestre e aquática e de inventário florestal, visando identificar as fitofisionomias, as espécies ameaçadas e endêmicas da vegetação local. Assim, o estudo busca fornecer subsídios técnicos qualificados à elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) referentes ao licenciamento ambiental do Projeto CTR Metropolitana, atendendo aos requisitos legais e ambientais pertinentes. O quadro abaixo, apresentam-se os itens elaborados pelas empresas envolvidas no estudo.

Quadro 6.2-1 - Rastreabilidade dos itens no diagnóstico.

ITEM DO ROTEIRO	ITEM CORRESPONDENTE NO ESTUDO
1. Inventário Florestal Complementar – Acesso 02	**Item 6.2.1.6**
2. Inventário Florestal Complementar – Ponto SP 25	**Item 6.2.1.7**

6.2.1 FLORA

6.2.1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Neste documento são apresentados os resultados do inventário florestal realizado em julho de 2024, em 54 parcelas distribuídas na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento. Os resultados foram apresentados de acordo com a instrução normativa Nº 2, de 06 de julho de 2015 (SEMAS/PA).

Deste modo, o objetivo deste estudo foi realizar um diagnóstico ambiental do meio biótico, a fim de subsidiar à elaboração do Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental (EIA / RIMA) referentes ao licenciamento ambiental para implantação da Central de Tratamento de Resíduos – CTR, denominada CTR Metropolitana. O projeto da Central de Tratamento de Resíduos será composto por um aterro sanitário, infraestrutura de apoio, Estação de Tratamento de Efluente (ETE) e Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB). Todo o projeto foi desenvolvido procurando

atender aos parâmetros definidos na NBR 13.896/97, ou seja, considerando as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação do aterro de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas.

A descrição das atividades desenvolvidas encontra-se detalhada no **Capítulo 4** – **Descrição do Projeto** do Estudo de Impacto Ambiental.

6.2.1.2 JUSTIFICATIVA

A supressão vegetal na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento é tecnicamente necessária, considerando que a área destinada à implantação do projeto e alocação dos equipamentos está ocupada por cobertura vegetal nativa.

A definição do local do empreendimento foi realizada com base no estudo de alternativas locacionais, apresentado no EIA/RIMA. Ajustes ao projeto original foram realizados de forma pontual para evitar áreas mais sensíveis, onde poderia haver corpos hídrico intermitentes. O acesso escolhido corresponde a uma estrada já existente que terá sua faixa alargada, havendo supressão de vegetação na borda do acesso. O trajeto do duto de descarte percorre um acesso existente e não necessária a supressão em praticamente toda sua extensão. No trecho final há uma vegetação que pode ser definida como vegetação avançada, onde há manchas de vegetação intercaladas com áreas abertas e trechos de cultivo de espécies frutíferas (pomar).

- Área De Supressão

A área a ser suprimida corresponde ao local de instalação dos equipamentos da Central de Tratamento, incluindo os taludes de corte e aterro, área administrativa, vias de acesso e o duto de descarte de resíduos. Trata-se de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, com estágios intermediário e avançado de sucessão ecológica.

A área administrativa será instalada onde hoje é a sede da fazenda, local já antropizado com áreas abertas, árvores frutíferas, cultivo de açaí e benfeitorias, neste trecho a necessidade de supressão é pontual e afetará apenas árvores isoladas e áreas de pomar. O acesso ao empreendimento se dará por meio de uma via já existente, de forma que será necessária intervenção na vegetação de suas margens para aumento da

largura da estrada. As estruturas principais da CTR, estão projetadas sobre a área vegetada, onde localiza-se o fragmento florestal. Já o sistema de lançamento dos efluentes tratados será implantado sobre uma via de acesso existente.

6.2.1.3 METODOLOGIA

6.2.1.3.1 Unidades amostrais

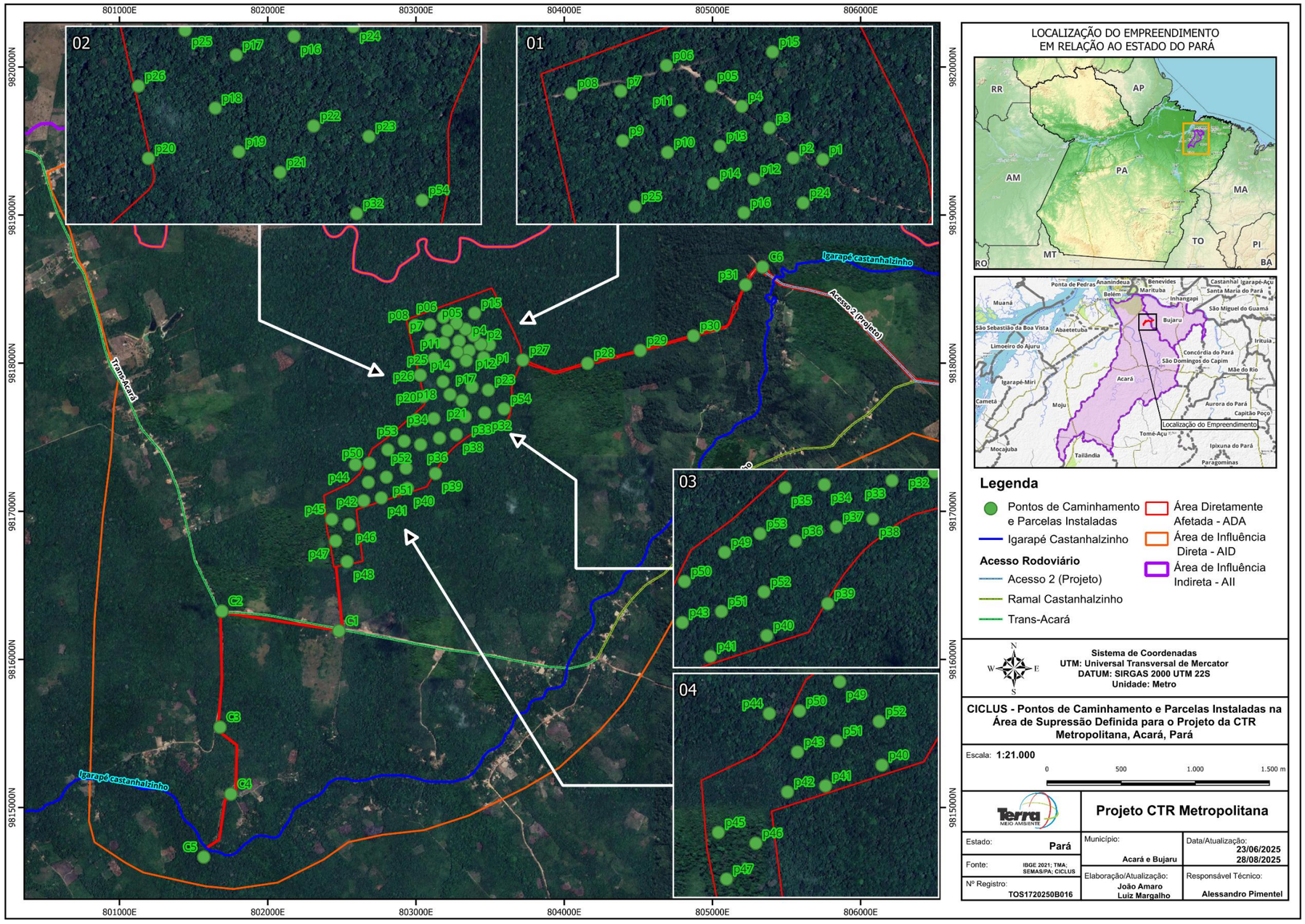
Para diagnosticar a estrutura da vegetação e a composição florística, foi utilizado o processo de amostragem conhecido como inventário florestal aleatório simples, realizado através do processo de amostragem método de área fixa (parcelas), de modo geral, empregado em estudos similares na Amazônia (CAMPBELL et al., 1986; MILLIKEN, 1998; FERREIRA; PRANCE, 1998). Para aquelas áreas com predominância de áreas abertas com pomares e outros tipos de cultivo, vegetação em estágio inicial e médio e árvores isoladas, foi realizada caracterização da vegetação por meio Caminhamento.

Foram alocadas 54 parcelas de área fixa (P1 a P54) de 20 m x 50 m (1000 m^2), totalizando 5,4 hectares em áreas de remanescentes florestais. No percurso do Caminhamento, foram definidos seis pontos de referência para caraterização da vegetação, que foram denominados C1 a C6. (Figura - Pontos de Caminhamento e parcelas instaladas na área de supressão e Tabela - Coordenadas das parcelas alocadas).

Nas parcelas, foram inventariadas todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 20 cm. Árvores consideradas regenerantes, com DAP entre 10 e 20 cm, foram amostradas em subparcelas de 10 × 50 m (500 m^2), totalizando uma área amostral de 2,7 hectares.

Para o método de caminhamento que consistiu em percorrer a área de estudo realizando identificação botânica *in loco* (FILGUEIRAS et al., 1994). Durante o trajeto, foram realizados registros fotográficos, informações sobre as principais características da vegetação e georreferenciamento dos pontos amostrados. As espécies registradas no caminhamento foram inseridas à lista florística do estudo.

Figura 6.2-1 - Pontos de Caminhamento e parcelas instaladas na área de supressão definida para o projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Fonte: TERRA,2025

Tabela 6.2-1 - Coordenadas das parcelas alocadas na área de supressão durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.

UNIDADE AMOSTRAL	COORDENADAS UTM (22M)	
	Coord Leste	Coord Sul
C1	**802480,00**	**9816193,00**
C2	**801691,00**	**9816326,00**
C3	**801678,00**	**9815543,00**
C4	**801751,00**	**9815091,00**
C5	**801568,76**	**9814666,61**
C6	**805338,00**	**9818649,00**
P01	**803495,92**	**9818123,73**
P02	**803436,95**	**9818126,83**
P03	**803389,97**	**9818186,81**
P04	**803334,80**	**9818229,51**
P05	**803273,51**	**9818269,73**
P06	**803184,86**	**9818310,89**
P07	**803093,90**	**9818259,92**
P08	**802995,06**	**9818255,40**
P09	**803097,78**	**9818161,03**
P10	**803187,10**	**9818137,89**
P11	**803211,76**	**9818220,71**
P12	**803358,67**	**9818084,72**
P13	**803291,43**	**9818150,35**
P14	**803278,27**	**9818075,93**
P15	**803395,92**	**9818337,86**
P16	**803338,93**	**9818017,63**
P17	**803223,89**	**9817980,89**
P18	**803182,19**	**9817875,12**
P19	**803229,06**	**9817788,07**
P20	**803049,08**	**9817774,86**
P21	**803310,92**	**9817747,19**
P22	**803377,95**	**9817839,41**
P23	**803487,83**	**9817818,62**
P24	**803456,77**	**9818037,30**
P25	**803122,25**	**9818029,99**
P26	**803029,08**	**9817918,84**
P27	**803720,14**	**9818020,97**
P28	**804157,37**	**9817998,82**
P29	**804512,85**	**9818085,84**
P30	**804871,84**	**9818184,55**
P31	**805223,60**	**9818528,56**
P32	**803463,41**	**9817665,21**
P33	**803331,64**	**9817638,58**
P34	**803120,81**	**9817625,87**
P35	**802997,91**	**9817616,77**

UNIDADE AMOSTRAL	COORDENADAS UTM (22M)	
	Coord Leste	Coord Sul
P36	**803031,22**	**9817450,13**
P37	**803158,17**	**9817494,47**
P38	**803271,70**	**9817518,77**
P39	**803131,47**	**9817255,00**
P40	**802941,50**	**9817155,29**
P41	**802765,62**	**9817090,44**
P42	**802647,25**	**9817071,74**
P43	**802678,33**	**9817196,05**
P44	**802590,55**	**9817315,97**
P45	**802431,98**	**9816945,63**
P46	**802548,57**	**9816912,05**
P47	**802457,36**	**9816800,34**
P48	**802534,77**	**9816660,03**
P49	**802809,98**	**9817414,92**
P50	**802684,89**	**9817324,18**
P51	**802800,08**	**9817230,64**
P52	**802932,64**	**9817291,45**
P53	**802920,22**	**9817473,18**
P54	**803594,00**	**9817691,53**

- Inventário Florestal

Todas as árvores incluídas na amostragem foram identificadas com lacres numerados fixados no tronco de cada indivíduo com o uso de um grampeador (Figura abaixo). Foram obtidas as medidas de circunferência a altura do peito (CAP), altura comercial e total e, para indivíduos com múltiplos troncos, as circunferências foram registradas separadamente (Figura abaixo). Além disso, foram obtidas as informações referentes ao estado fitossanitário e anatômico (Figura abaixo)

Figura 6.2-2 - Instalação das parcelas durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Figura 6.2-3 - Marcação das árvores durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Figura 6.2-4 - Medição da circunferência à altura do peito e registro das informações na planilha durante o inventário florestal na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



A identificação do material botânico foi realizada com base na nomenclatura APG IV (2016) e o levantamento dos dados foi realizado em campo por especialista em taxonomia botânica (Figura abaixo). As espécies não identificadas em campo foram coletadas, herborizadas e analisadas posteriormente por meio de consultas à bibliografia e, quando necessário, aos acervos botânicos dos herbários do Instituto Goeldi (Universidade Federal do Mato Grosso do Sul) e Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JaBot-RJ) (Figura abaixo).

Figura 6.2-5 - Escalada de indivíduos arbóreos para coleta de ramos para identificação durante o inventário florestal na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Foi elaborada lista de espécies contendo nome popular, nome científico, família botânica, forma de vida, substrato e status de conservação (CNCflora, 2024; MMA,

2022). Foi realizada consulta aos apêndices I, II e III da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies de Fauna e Flora Ameaçadas de Extinção (CITES).

Foi calculada a frequência relativa da forma de vida por espécie e o número de espécies encontradas por família botânica e por gênero. As árvores das espécies ameaçadas de extinção foram enumeradas com a localização geográfica e tamanho.

Figura 6.2-6 - Observação de caracteres das plantas em campo, para a identificação botânica, durante o inventário florestal na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Abundância e estrutura de tamanho

Foi calculada a abundância, frequência relativa, DAP e altura médios por espécie. Calculou-se a frequência de fustes por classe de altura e diâmetro para toda a comunidade e por espécie.

- Estado fitossanitário e anatômico

Os estados fitossanitário e anatômico foram definidos por meio de classificação em três classes:

Estado fitossanitário: 1) bom: sem alteração, saudável; 2) intermediário; 3. Inferior: com presença ocos; fungos e outros parasitos

Estado anatômico: 1) bom: reto; 2): intermediário: leve inclinação ou poucas tortuosidades; 3) inferior: muito irregular; inclinado ou tombado e com muitas bifurcações.

- Fitossociologia

Os parâmetros fitossociológicos permitem conhecer a importância de cada espécie na comunidade e incluíram o cálculo da densidade absoluta e relativa, área basal, frequência absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, valor de importância e valor de cobertura de cada espécie amostrada na área do empreendimento. As classes de diâmetro utilizadas foram: ≥20<25; ≥25<30; ≥30<35; ≥35<40; ≥40<45; ≥45<50; ≥50<55; ≥55<60; ≥60<65; ≥65<70; ≥70<75 ≥75<80; ≥80<85; ≥85<90; ≥90<95; ≥95<100 e >100. Já as classes de altura foram: <5≥10; <10≥15; <15≥20; <20≥25; <25≥30 e <30≥35.

- Densidade (Da e Dr)

Este parâmetro informa a densidade, em número de indivíduos por unidade de área, com que a espécie ocorre no povoamento. Assim, maiores valores de DA_i e DR_i indicam a existência de um maior número de indivíduos por hectare da espécie no povoamento amostrado.

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \qquad DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100 \qquad DT = \frac{N}{A}$$

Em que:

DAi = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;

ni = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem;

N = número total de indivíduos amostrados;

A = área total amostrada, em hectare;

DRi = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;

DT = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas).

- Frequência (Fa e Fr)

Esse parâmetro informa com que frequência a espécie ocorre nas unidades amostrais. Assim, maiores valores de FAi e FRi indicam que a espécie está bem distribuída horizontalmente ao longo do povoamento amostrado.

$$FA_i = \left(\frac{u_i}{u_t}\right) \times 100 \qquad FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^{P} FA_i}\right) \times 100$$

Em que:

FAi = frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

ui = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

ut = número total de unidades amostrais;

FRi = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

P = número de espécies amostradas.

- Dominância (Do e DoR)

Este parâmetro apresenta a densidade da espécie, contudo, em termos de área basal, identificando sua dominância sob esse aspecto. A dominância absoluta nada mais é do que a soma das áreas seccionais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por unidade de área. Assim, maiores valores de DoAi e DoRi indicam que a espécie exerce dominância no povoamento amostrado em termos de área basal por hectare.

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \qquad DoT = \frac{ABT}{A} \qquad DoR = \frac{DoA}{DoT} \times 100 \qquad ABT = \sum_{i=1}^{5} AB_i$$

Em que:

DoAi = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha;

ABi = área basal da i-ésima espécie, em m2 na área amostrada;

A = área amostrada, em hectare;

DoRi = dominância relativa (%) da i-ésima espécie;

DoT = dominância total, em m²/ha (soma das dominâncias de todas as espécies).

- Valor de Cobertura (VCi)

Este parâmetro é o somatório dos parâmetros relativos de densidade e dominância das espécies amostradas, informando a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal, baseando-se, contudo, apenas na densidade e na dominância.

$$VC_i = DR_i + DoR_i \qquad \frac{VC_i = VC_i}{2}$$

Em que:

VCi = valor de cobertura da i-ésima espécie;

DRi = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;

DoRi= dominância relativa (%) da i-ésima espécie.

- Valor de Importância (VIi)

Este parâmetro é o somatório dos parâmetros relativos de densidade, dominância e frequência das espécies amostradas, indicando a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal.

$$VI_i = DR_i + DoR_i + FR_i \qquad VI_i(\%) = \frac{VI_i}{3}$$

Em que:

VIi = valor de importância da i-ésima espécie;

DRi = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;

DoRi= dominância relativa (%) da i-ésima espécie;

FRi = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal.

- Diversidade

Existem vários índices de quantificação da diversidade de um ecossistema, os quais possibilitam inclusive comparação entre os diferentes tipos de vegetação. A diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER, 1989). Esta definição está explicitada nos índices de Shannon e de Pielou, que conjugam estas duas variáveis (ODUM, 1983). Os índices calculados no estudo foram:

- Índices de Diversidade de Shannon-Weaver

Os Índices de diversidade de Shannon-Weaver consideram igual peso entre as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 1988).

$$H' = \frac{\left[N \times \ln N - \sum_{i=1}^{S} n_i \ln(n_i)\right]}{N}$$

Em que:

N = número total de indivíduos amostrados;

ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

S = número de espécies amostradas;

ln = logaritmo de base neperiano (e).

Quanto maior for o valor de *H'*, maior será a diversidade florística da população em estudo. Este índice pode expressar riqueza e uniformidade.

- Índice de Uniformidade ou Equabilidade de Pielou

O índice de Uniformidade ou Equabilidade de Pielou (J') (PIELOU, 1969) pertence ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Em que:

J' = índice de Equabilidade de Pielou;

H' = ln (S) = diversidade máxima;

S = número de espécies amostradas = riqueza.

- Índice de Dominância de Simpson

O Índice de dominância de Simpson (C) mede a probabilidade de 2 (dois) indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie (BROWER e ZARR, 1984). Uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado de C varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior.

$$l = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)} \qquad C = 1 - l$$

Em que:

l = é a medida de dominância;

C = índice de dominância de Simpson;

n i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

S = número de espécies amostradas.

- Volume

Os volumes médios das árvores são comumente estimados por meio de equações de regressão, em que o volume real representa a variável dependente, e as variáveis independentes mais utilizadas incluem o Diâmetro à Altura do Peito (DAP), a altura total e a classe de forma (MACHADO, 1979). A validação das equações utilizadas para a estimativa do volume das árvores em pé, na área de estudo, foi realizada com base em referências bibliográficas especializadas.

A partir destas medições, os volumes podem ser estimados através de técnicas indiretas, tais como: fator de forma, equações de volume e funções de afilamento (MACHADO & FILHO, 2003). Com base nos estudos foi verificada que a equação proposta por Silva (2007) melhor se encaixou para as estimativas volumétricas:

$$\mathbf{LogV= -0,0571+2,026275\ Log(DAP) + 0,862432\ Log(H);}$$

onde DAP é o diâmetro em cm e H a altura total em metros.

6.2.1.4 RESULTADOS

- Florística

Na Área Diretamente Afetada (ADA), foram identificadas 356 espécies, distribuídas em 211 gêneros e 77 famílias, com base nos registros realizados nas parcelas e ao longo do Caminhamento. Do total, 273 espécies (77%) correspondem a árvores, 34 (9%) a ervas, 24 (7%) a arbustos ou subarbustos, 15 (4%) a lianas e 10 (3%) a palmeiras (Tabela - Lista das espécies ;figuras abaixo).

As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae (43 spp.), Sapotaceae (25), Burseraceae (14), Melastomataceae (14), Lecythidaceae (13), Moraceae (12), Annonaceae (11), Apocynaceae (11), Araceae (10) e Arecaceae (10). Já o gênero com

maior número de espécies foi o *Pouteria* (17 spp.), seguido de *Protium* (11), *Inga* (10), *Eschweilera* (7), Miconia (7) e *Philodendron* (7).

Tabela 6.2-2 - Lista das espécies encontradas durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará, por ordem alfabética de família botânica, com respectivo nome comum, forma de vida, origem, status de conservação (CNCFlora, 2024, MMA, 2022 e Listas CITES). "EN"= Em perigo; "VU"=Vulnerável; "CITES": Lista CITES.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
Anacardiaceae	***Anacardium giganteum W.Hancock ex Engl.***	**Cajuaçu**	**Árvore**	**Nativa**	
	Anacardium occidentale L.	**Cajú**	**Árvore**	**Nativa**	
	Mangifera indica L.	**Mangueira**	**Árvore**	**Naturalizada**	
	Tapirira guianensis Aubl.	**Tapirira**	**Árvore**	**Nativa**	
Annonaceae	***Annona exsucca DC.***	**Envira-mole**	**Árvore**	**Nativa**	
	Annona paludosa Aubl.	**Envira-mole-peluda**	**Árvore**	**Nativa**	
	Bocageopsis multiflora (Mart.) R.E.Fr.	**Envira-marron**	**Árvore**	**Nativa**	
	Duguetia cadaverica Huber		**Árvore**	**Nativa**	
	Duguetia pycnastera Sandwith		**Árvore**	**Nativa**	
	Fusaea longifolia (Aubl.) Saff.	**Envirvermelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Guatteria punctata (Aubl.) R.A.Howard	**Envira-preta**	**Árvore**	**Nativa**	
	Guatteria schomburgkiana Mart.	**Envira-cheirosa**	**Árvore**	**Nativa**	
	Xylopia cayennensis Maas	**Envira**	**Árvore**	**Nativa**	
	Xylopia frutescens Aubl.	**Envira**	**Árvore**	**Nativa**	
	Xylopia nitida Dunal	**Envira-cana**	**Árvore**	**Nativa**	
Apocynaceae	***Ambelania acida Aubl.***	**Pepino-do-mato**	**Árvore**	**Nativa**	
	Aspidosperma auriculatum Markgr.	**Carapanaúba**	**Árvore**	**Nativa**	**EN**
	Aspidosperma desmanthum Benth. ex Müll.Arg.	**Aracanga**	**Árvore**	**Nativa**	
	Aspidosperma excelsum Benth.		**Árvore**	**Nativa**	
	Couma macrocarpa Barb.Rodr.	**Souva**	**Árvore**	**Nativa**	
	Geissospermum laeve (Vell.) Miers		**Árvore**	**Nativa**	
	Himatanthus articulatus (Vahl) Woodson	**Sucuuba**	**Árvore**	**Nativa**	
	Lacmellea aculeata (Ducke) Monach.	**Pepino-do-mato**	**Árvore**	**Nativa**	
	Parahancornia fasciculata (Poir.) Benoist	**Amapa**	**Árvore**	**Nativa**	
	Rauvolfia pentaphylla (Huber) Ducke	**Marfim**	**Árvore**	**Nativa**	
	Tabernaemontana angulata Mart. ex Müll.Arg.		**Árvore**	**Nativa**	
Aptandraceae	***Chaunochiton kappleri (Sagot ex Engl.) Ducke***	**Vermelinho**	**Árvore**	**Nativa**	
Araceae	***Anthurium mayoanum Camelo, Croat & Nadruz***		**Erva**	**Nativa**	
	Anthurium sp.		**Erva**	**Nativa**	
	Monstera adansonii subsp. klotzschiana (Schott) Mayo & I.M. Andrade		**Erva**	**Nativa**	
	Philodendron distantilobum K.Krause		**Erva**	**Nativa**	
	Philodendron fragrantissimum (Hook.) G.Don		**Erva**	**Nativa**	
	Philodendron linnaei Kunth		**Erva**	**Nativa**	
	Philodendron melinonii Brongn. ex Regel		**Erva**	**Nativa**	
	Philodendron myrmecophilum Engl.		**Erva**	**Nativa**	
	Philodendron sp.		**Erva**	**Nativa**	
	Philodendron squamiferum Poepp.		**Erva**	**Nativa**	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
Araliaceae	*Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.*	Morototó	Árvore	Nativa	
Arecaceae	*Astrocaryum giganteum Barb.Rodr.*		Palmeira	Nativa	EN
	Astrocaryum gynacanthum Mart.		Palmeira	Nativa	
	Astrocaryum vulgare Mart.		Palmeira	Nativa	
	Attalea maripa (Aubl.) Mart.	Inajá	Palmeira	Nativa	
	Bactris gasipaes Kunth	Pupunha	Palmeira	Nativa	
	Bactris gasipaes var. chichagui (H.Karst.) A.J.Hend.		Palmeira	Nativa	
	Euterpe oleracea Mart.	Açaí	Palmeira	Nativa	
	Geonoma baculifera (Poit.) Kunth		Palmeira	Nativa	
	Oenocarpus bacaba Mart.	Bacaba	Palmeira	Nativa	
	Oenocarpus distichus Mart.	Bacaba	Palmeira	Nativa	
Aspleniaceae	*Asplenium serratum L.*		Erva	Nativa	
Bignoniaceae	*Adenocalymma flaviflorum (Miq.) L.G.Lohmann*		Liana	Nativa	
	Bignonia nocturna (Barb.Rodr.) L.G.Lohmann		Liana	Nativa	
	Fridericia cinnamomea (DC.) L.G.Lohmann		Liana	Nativa	
	Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose	Ipê	Árvore	Nativa	CITES/IUCN
	Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	Pará-pará	Árvore	Nativa	
Bixaceae	*Bixa orellana L.*	Urucum	Arbusto	Nativa	
	Cochlospermum orinocense (Kunth) Steud.	Buxixão	Árvore	Nativa	
Bromeliaceae	*Aechmea bromeliifolia (Rudge) Baker*		Erva	Nativa	
	Aechmea mertensii (G.Mey.) Schult. & Schult.f.		Erva	Nativa	
	Aechmea rodriguesiana (L.B.Sm.) L.B.Sm.		Erva	Nativa	
	Aechmea tocantina Baker		Erva	Nativa	
	Guzmania lingulata var. minor (Mez) L.B.Sm. & Pittendr.		Erva	Nativa	
	Tillandsia cf. cyanea Linden ex K.Koch		Erva	Nativa	
	Werauhia gigantea (Mart. ex Schult. & Schult.f.) J.R.Grant		Erva	Nativa	
Burseraceae	*Protium altissimum (Aubl.) Marchand*	Breu-manga	Árvore	Nativa	
	Protium apiculatum Swart	Breu	Árvore	Nativa	
	Protium crenatum Sandwith	Breu	Árvore	Nativa	
	Protium giganteum Engl.	Breu	Árvore	Nativa	
	Protium pallidum Cuatrec.	Breu-branco	Árvore	Nativa	
	Protium pilosum (Cuatrec.) Daly	Breuí	Árvore	Nativa	
	Protium sagotianum Marchand	Breu	Árvore	Nativa	
	Protium spruceanum (Benth.) Engl.	Breu-querosene	Árvore	Nativa	
	Protium stevensonii (Standl.) Daly	Barrotinho	Árvore	Nativa	
	Protium tenuifolium (Engl.) Engl.	Breu-preto	Árvore	Nativa	
	Protium trifoliolatum Engl.	Breu-três-folhas	Árvore	Nativa	
	Thyrsodium spruceanum Benth.	Breu-de-leite	Árvore	Nativa	
	Trattinnickia burserifolia Mart.	Breu-sucuruba	Árvore	Nativa	
	Trattinnickia rhoifolia Willd.	Breu-sucuruba	Árvore	Nativa	
Caryocaraceae	*Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.*	Piquiarana	Árvore	Nativa	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
	Caryocar villosum (Aubl.) Pers.	**Piqui**	**Árvore**	**Nativa**	
Cecropiaceae	***Cecropia distachya Huber***	**Embaúba-vermelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Cecropia obtusa Trécul	**Embaúba-branca**	**Árvore**	**Nativa**	
	Cecropia sciadophylla Mart.	**Embáuba-torém**	**Árvore**	**Nativa**	
Celastraceae	***Salacia impressifolia (Miers) A.C. Sm.***		**Arbusto**	**Nativa**	
Chrysobalanaceae	***Couepia guianensis Aubl.***	**Cariperana liso**	**Árvore**	**Nativa**	
	Couepia guianensis subsp. divaricata (Huber) Prance	**Caripé**	**Árvore**	**Nativa**	
	Hirtella eriandra Benth.		**Árvore**	**Nativa**	
	Hirtella glandulosa Spreng.		**Árvore**	**Nativa**	
	Hymenopus heteromorphus (Benth.) Sothers & Prance	**Macucu**	**Árvore**	**Nativa**	
	Leptobalanus octandrus (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Sothers & Prance	**Cariperana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Leptobalanus sclerophyllus (Hook.f.) Sothers & Prance	**Caripe-torrado**	**Árvore**	**Nativa**	
	Licania canescens Benoist	**Pintadinho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Moquilea egleri (Prance) Sothers & Prance	**Cariperana-vermelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Parinari excelsa Sabine	**Parinari**	**Árvore**	**Nativa**	
Clusiaceae	***Garcinia macrophylla Mart.***		**Árvore**	**Nativa**	
	Symphonia globulifera L.f.	**Anani**	**Árvore**	**Nativa**	
	Tovomita fructipendula (Ruiz & Pav.) Cambess.	**Manguerana**	**Árvore**	**Nativa**	
Combretaceae	***Terminalia argentea Mart. & Zucc.***	**Tanibuca**	**Árvore**	**Nativa**	
	Terminalia oxycarpa Mart.	**Mirindiba**	**Árvore**	**Nativa**	
Connaraceae	***Connarus angustifolius (Radlk.) G.Schellenb.***	**Pau-de-sangue**	**Árvore**	**Nativa**	
	Connarus perrottetii (DC.) Planch.		**Arbusto**	**Nativa**	
Cordiaceae	***Cordia exaltata Lam.***	**Freijó**	**Árvore**	**Nativa**	
	Cordia goeldiana Huber	**Freijó-cinza**	**Árvore**	**Nativa**	
	Cordia nodosa Lam.		**Árvore**	**Nativa**	
Coulaceae	***Minquartia guianensis Aubl.***	**Aquariquara**	**Árvore**	**Nativa**	
Cryocaraceae	***Caryocar villosum (Aubl.) Pers.***	**Piquiá**	**Árvore**	**Nativa**	
Cyclanthaceae	***Evodianthus funifer (Poit.) Lindm.***		**Erva**	**Nativa**	
Cyperaceae	***Diplasia karatifolia Rich. in Pers.***		**Erva**	**Nativa**	
	Scleria gaertneri Raddi		**Erva**	**Nativa**	
Dilleniaceae	***Doliocarpus dentatus (Aubl.) Standl.***		**Liana**	**Nativa**	
	Tetracera willdenowiana Steud.		**Liana**	**Nativa**	
Ebenaceae	***Diospyros capreifolia Mart. ex Hiern***	**Caqui**	**Árvore**	**Nativa**	
	Diospyros sericea A.DC.	**Caqui-folha-miúda**	**Árvore**	**Nativa**	
Elaeocarpaceae	***Sloanea floribunda Spruce ex Benth.***	**Urucurana-vermelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Sloanea garckeana K.Schum.	**Urucurana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Sloanea grandiflora Sm.	**Urucurana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Sloanea guianensis (Aubl.) Benth.	**Urucurana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Sloanea terniflora (DC.) Standl.	**Urucurana**	**Árvore**	**Nativa**	
Euphorbiaceae	***Aparisthmium cordatum (A.Juss.) Baill.***		**Árvore**	**Nativa**	
	Conceveiba guianensis Aubl.	**Araeira**	**Árvore**	**Nativa**	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
	Croton matourensis Aubl.	Maravuvuia	Árvore	Nativa	
	Dodecastigma integrifolium (Lanj.) Lanj. & Sandwith		Árvore	Nativa	
	Glycydendron amazonicum Ducke	Casca-doce	Árvore	Nativa	
	Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	Seringa	Árvore	Nativa	
	Mabea speciosa Müll. Arg.		Árvore	Nativa	
	Mabea subsessilis Pax & K.Hoffm.		Árvore	Nativa	
	Maprounea guianensis Aubl.		Árvore	Nativa	
	Sapium glandulosum (L.) Morong	Burra-leiteira	Árvore	Nativa	
Fabaceae	*Abarema jupunba (Willd.) Britton & Killip*	Saboeiro	Árvore	Nativa	
	Amphiodon effusus Huber	Gema-de-ovo	Árvore	Nativa	
	Batesia floribunda Spruce ex Benth.	Acapurana-da-terra-firme	Árvore	Nativa	
	Cassia fastuosa Willd. ex Benth.	Marirana	Árvore	Nativa	
	Chamaecrista xinguensis (Ducke) H.S.Irwin & Barneby		Árvore	Nativa	
	Copaifera duckei Dwyer	Copaíba	Árvore	Nativa	
	Deguelia nitidula (Benth.) A.M.G.Azevedo & R.A.Camargo		Liana	Nativa	
	Dimorphandra macrostachya Benth.	Asa-de-pombo	Árvore	Nativa	
	Diplotropis martiusii Benth.	Sucupira	Árvore	Nativa	
	Dipteryx odorata (Aubl.) Forsyth f.	Cumaru	Árvore	Nativa	
	Gwilymia paniculata (Poepp. & Endl.) A.G.Lima et al.	Louro-faia	Árvore	Nativa	
	Hymenaea courbaril L.	Jatobá	Árvore	Nativa	
	Inga alba (Sw.) Willd.	Ingá-xixica	Árvore	Nativa	
	Inga auristellae Harms	Ingazinho	Árvore	Nativa	
	Inga capitata Desv.	Ingá-facão	Árvore	Nativa	
	Inga edulis Mart.	Ingá-cipó	Árvore	Nativa	
	Inga heterophylla Willd.	Ingá-folha-miúda	Árvore	Nativa	
	Inga laurina (Sw.) Willd.	Ingaí	Árvore	Nativa	
	Inga paraensis Ducke	Ingá	Árvore	Nativa	
	Inga rubiginosa (Rich.) DC.	Ingá-peludo	Árvore	Nativa	
	Inga thibaudiana DC.	Ingá-roseiro	Árvore	Nativa	
	Inga umbellifera (Vahl) DC.	Ingá	Árvore	Nativa	
	Machaerium leiophyllum (DC.) Benth.		Liana	Nativa	
	Ormosia flava (Ducke) Rudd	Tento	Árvore	Nativa	
	Ormosia nobilis Tul.	Tento-vermelho	Árvore	Nativa	
	Parkia discolor Spruce ex Benth.	Fava	Árvore	Nativa	
	Parkia gigantocarpa Ducke	Faveira	Árvore	Nativa	
	Parkia multijuga Benth.	Fava-tanã	Árvore	Nativa	
	Parkia nitida Miq.	Fava-bengue	Árvore	Nativa	
	Pseudopiptadenia psilostachya (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	Timborana-vermelha	Árvore	Nativa	
	Pseudopiptadenia suaveolens (Miq.) J.W.Grimes	Timborana	Árvore	Nativa	
	Pterocarpus rohrii Vahl	Mututí	Árvore	Nativa	
	Schnella guianensis (Aubl.) Wunderlin	Escada-de-jabutí	Liana	Nativa	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
	Stryphnodendron guianense (Aubl.) Benth.	**Paricarana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Swartzia arborescens (Aubl.) Pittier		**Árvore**	**Nativa**	
	Swartzia brachyrachis Harms		**Árvore**	**Nativa**	
	Swartzia laurifolia Benth.	**Pacapeua**	**Árvore**	**Nativa**	
	Tachigali glauca Tul.	**Tachi-preto**	**Árvore**	**Nativa**	
	Tachigali paniculata Aubl.	**Tachi-vermelho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Tachigali vulgaris L.G.Silva & H.C.Lima	**Tachi-branco**	**Árvore**	**Nativa**	
	Vatairea erythrocarpa (Ducke) Ducke	**Empinjeira**	**Árvore**	**Nativa**	
	Vouacapoua americana Aubl.	**Acapú**	**Árvore**	**Nativa**	**EN**
	Zygia racemosa (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	**Angelim**	**Árvore**	**Nativa**	
Gentianaceae	***Potalia amara Aubl.***		**Arbusto**	**Nativa**	
Goupiaceae	***Goupia glabra Aubl.***	**Cupiúba**	**Árvore**	**Nativa**	
Heliconiaceae	***Heliconia acuminata L.C.Rich.***		**Erva**	**Nativa**	
	Heliconia sp.		**Erva**	**Nativa**	
Humiriaceae	***Endopleura uchi (Huber) Cuatrec.***	**Uxi**	**Árvore**	**Nativa**	
	Sacoglottis guianensis Benth.	**Uxirana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Vantanea parviflora Lam.	**Paruru**	**Árvore**	**Nativa**	
Hypericaceae	***Vismia cayennensis (Jacq.) Pers.***	**Lacre-branco**	**Árvore**	**Nativa**	
	Vismia guianensis (Aubl.) Choisy	**Lacre**	**Árvore**	**Nativa**	
Lacistemaceae	***Lacistema pubescens Mart.***	**Comida-de-pombo**	**Árvore**	**Nativa**	
Lamiaceae	***Vitex triflora Vahl***		**Árvore**	**Nativa**	
Lauraceae	***Licaria rigida (Kosterm.) Kosterm.***	**Louro-casca-amarela**	**Árvore**	**Nativa**	
	Mezilaurus itauba (Meisn.) Taub. ex Mez	**Itúba**	**Árvore**	**Nativa**	**VU**
	Nectandra amazonum Nees	**Louro-vermelho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Nectandra cuspidata Nees	**Louro-cheiroso**	**Árvore**	**Nativa**	
	Ocotea canaliculata (Rich.) Mez	**Louro-babão**	**Árvore**	**Nativa**	
	Ocotea cernua (Nees) Mez	**Louro-preto**	**Árvore**	**Nativa**	
	Ocotea guianensis Aubl.	**Louro-prata**	**Árvore**	**Nativa**	
	Ocotea longifolia Kunth	**Louro-abacate**	**Árvore**	**Nativa**	
Lecythidaceae	***Bertholletia excelsa Bonpl.***	**Castanheira**	**Árvore**	**Nativa**	**VU**
	Couratari guianensis Aubl.		**Árvore**	**Nativa**	
	Couratari tenuicarpa A.C.S	**Tauarí**	**Árvore**	**Nativa**	
	Couratari tenuicarpa A.C.Sm.		**Árvore**	**Nativa**	
	Eschweilera albiflora (DC.) Miers	**Matamata-vermelho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Eschweilera apiculata (Miers) A.C.Sm.	**Matamata-vermelho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Eschweilera collina Eyma	**Matamata-casca-grossa**	**Árvore**	**Nativa**	
	Eschweilera coriacea (DC.) S.A.Mori	**Matamata-branco**	**Árvore**	**Nativa**	
	Eschweilera grandiflora (Aubl.) Sandwith	**Matamata-folha-grande**	**Árvore**	**Nativa**	
	Eschweilera ovata (Cambess.) Mart. ex Miers		**Árvore**	**Nativa**	
	Eschweilera pedicellata (Rich.) S.A.Mori	**Matamata-casca-fina**	**Árvore**	**Nativa**	
	Gustavia augusta L.		**Árvore**	**Nativa**	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
	Lecythis pisonis Cambess.	**Sapucaia**	**Árvore**	**Nativa**	
Linaceae	***Roucheria columbiana Hallier f.***	**Pau-olha-lisa**	**Árvore**	**Nativa**	
Loganiaceae	***Strychnos sandwithiana Krukoff & Barneby***		**Liana**	**Nativa**	
	Strychnos sp.		**Arbusto**	**Nativa**	
Lomariopsidaceae	***Lomariopsis nigropaleata Holttum***		**Erva**	**Nativa**	
Malpighiaceae	***Byrsonima crispa A.Juss.***	**Muruci**	**Árvore**	**Nativa**	
	Byrsonima densa (Poir.) DC.	**Muruci-da-mata**	**Árvore**	**Nativa**	
Malvaceae	***Apeiba echinata Gaertn.***	**Pente-de-macaco-folha-branca**	**Árvore**	**Nativa**	
	Apeiba glabra Aubl.	**Pente-de-macaco**	**Árvore**	**Nativa**	
	Apeiba tibourbou Aubl.	**Pente-de-macaco-folha-peluda**	**Árvore**	**Nativa**	
	Eriotheca globosa (Aubl.) A.Robyns	**Mamorana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Lueheopsis duckeana Burret	**Açoita-cavalo**	**Árvore**	**Nativa**	
	Quararibea guianensis Albl.	**Inajarana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Sterculia pruriens (Aubl.) K.Schum.	**Castanha-de-piriquito**	**Árvore**	**Nativa**	
	Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	**Cupuaçú**	**Árvore**	**Nativa**	
	Theobroma speciosum Willd. ex Spreng.	**Cacauí**	**Árvore**	**Nativa**	
	Theobroma subincanum Mart.	**Cupuí**	**Árvore**	**Nativa**	
Marantaceae	***Ischnosiphon gracilis (Rudge) Körn.***		**Erva**	**Nativa**	
	Ischnosiphon obliquus (Rudge) Körn.		**Erva**	**Nativa**	
Melastomataceae	***Bellucia egensis (DC.) Penneys, Michelangeli, Judd, and Almeda***		**Arbusto**	**Nativa**	
	Bellucia grossularioides (L.) Triana	**Muuba**	**Árvore**	**Nativa**	
	Miconia affinis DC.	**Tinteiro**	**Árvore**	**Nativa**	
	Miconia alata (Aubl.) DC.		**Arbusto**	**Nativa**	
	Miconia ceramicarpa (DC.) Cogn.		**Arbusto**	**Nativa**	
	Miconia dispar Benth.		**Árvore**	**Nativa**	
	Miconia gratissima Benth. ex Triana		**Arbusto**	**Nativa**	
	Miconia minutiflora (Bonpl.) DC.		**Arbusto**	**Nativa**	
	Miconia nervosa (Sm.) Triana		**Arbusto**	**Nativa**	
	Mouriri brachyanthera Ducke	**Miraúba**	**Árvore**	**Nativa**	
	Mouriri guianensis Aubl.		**Árvore**	**Nativa**	
	Mouriri nervosa Pilger	**Miraúba-duro**	**Árvore**	**Nativa**	
	Mouriri nigra (DC.) Morley		**Árvore**	**Nativa**	
	Tococa guianensis Aubl.		**Subarbusto**	**Nativa**	
Meliaceae	***Carapa guianensis Aubl.***	**Andiroba**	**Árvore**	**Nativa**	
	Cedrela odorata L.	**Cedro**	**Árvore**	**Nativa**	**VU/CITES**
	Guarea guidonia (L.) Sleumer	**Cachoarana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Guarea kunthiana A.Juss.		**Árvore**	**Nativa**	
	Trichilia cipo C.DC.	**Cachuá-de-orelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Trichilia micrantha Benth.	**Cachuá**	**Árvore**	**Nativa**	
Menispermaceae	***Abuta grandifolia (Mart.) Sandwith***		**Liana**	**Nativa**	
Metteniusaceae	***Dendrobangia boliviana Rusby***	**Pau-bengue**	**Árvore**	**Nativa**	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
Moraceae	*Artocarpus heterophyllus Lam.*	Jaca	Árvore	Naturalizada	
	Bagassa guianensis Aubl.	Tatajuba	Árvore	Nativa	
	Brosimum acutifolium Huber	Enharé	Árvore	Nativa	
	Brosimum guianense (Aubl.) Huber	Janitá	Árvore	Nativa	
	Brosimum potabile Ducke	Muiratinga-chorona	Árvore	Nativa	
	Clarisia ilicifolia (Spreng.) Lanj. & Rossberg		Árvore	Nativa	
	Clarisia racemosa Ruiz & Pav.	Guariuba	Árvore	Nativa	
	Ficus guianensis Desv.	Cachinguba	Árvore	Nativa	
	Helicostylis pedunculata Benoist	Muiratinga	Árvore	Nativa	
	Helicostylis tomentosa (Poepp. & Endl.) Rusby	Muiratinga-peluda	Árvore	Nativa	
	Maquira guianensis Aubl.	Muiratinga-chorona	Árvore	Nativa	
	Pseudolmedia macrophylla Trécul	Mururê	Árvore	Nativa	
Musaceae	*Musa paradisiaca L.*	Bananeira	Erva	Cultivada	
Myristicaceae	*Compsoneura ulei Warb.*		Árvore	Nativa	
	Iryanthera laevis Markgr.	Ucuuba-de-sangue	Árvore	Nativa	
	Osteophloeum platyspermum (Spruce ex A.DC.) Warb.	Ucuubão	Árvore	Nativa	
	Virola michelii Heckel	Ucuuba-preta	Árvore	Nativa	
	Virola sebifera Aubl.		Árvore	Nativa	
Myrtaceae	*Eugenia cupulata Amshoff*	Goiabinha-folha-grande	Árvore	Nativa	
	Eugenia flavescens DC.		Árvore	Nativa	
	Eugenia omissa McVaugh		Árvore	Nativa	
	Eugenia patrisii Vahl	Fruto-de-jaboti	Árvore	Nativa	
	Myrcia bracteata (Rich.) DC.		Árvore	Nativa	
	Myrcia paivae O.Berg		Árvore	Nativa	
	Myrcia splendens (Sw.) DC.	Cumate	Árvore	Nativa	
	Myrciaria tenella (DC.) O.Berg		Árvore	Nativa	
	Psidium guajava L.	Goiabeira	Árvore	Naturalizada	
	Syzygium malaccense (L.) Merr. & L.M.Perry	Jambo	Árvore	Naturalizada	
Nyctaginaceae	*Guapira opposita (Vell.) Reitz*	João-duro	Árvore	Nativa	
	Guapira venosa (Choisy) Lundell	João-mole	Árvore	Nativa	
Ochnaceae	*Ouratea paraensis Huber*		Arbusto	Nativa	
Orchidaceae	*Brassavola sp.*		Erva	Nativa	
	Dimerandra emarginata (G.Mey.) Hoehne		Erva	Nativa	
	Encyclia sp.		Erva	Nativa	
	Notylia barkeri Lindl.		Erva	Nativa	
Passifloraceae	*Passiflora acuminata DC.*		Liana	Nativa	
	Passiflora coccinea Aubl.		Liana	Nativa	
Piperaceae	*Piper hispidum Sw.*		Arbusto	Nativa	
	Piper hostmannianum (Miq.) C.DC.		Arbusto	Nativa	
	Piper sp.		Arbusto	Nativa	
Poaceae	*Olyra latifolia L.*	Taquara	Erva	Nativa	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
	Pariana campestris Aubl.		**Erva**	**Nativa**	
Polygonaceae	***Coccoloba latifolia Lam.***		**Árvore**	**Nativa**	
Pteridaceae	***Adiantum sp.***		**Erva**	**Nativa**	
Putranjivaceae	***Drypetes variabilis Uittien***	**Bengue-vermelho**	**Árvore**	**Nativa**	
Quiinaceae	***Lacunaria crenata (Tul.) A.C.Sm.***	**Papo-de-motum**	**Árvore**	**Nativa**	
	Lacunaria jenmanii (Oliv.) Ducke	**Muela-de-motum**	**Árvore**	**Nativa**	
Rubiaceae	***Alibertia edulis (Rich.) A.Rich.***		**Arbusto**	**Nativa**	
	Chimarrhis turbinata DC.	**Pau-de-remo**	**Árvore**	**Nativa**	
	Faramea capillipes Müll. Arg.		**Arbusto**	**Nativa**	
	Isertia longifolia (Hoffmanns. ex Schult.) K.Schum.	**Puruirana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Palicourea hoffmannseggiana (Willd. ex Schult.) Borhidi		**Arbusto**	**Nativa**	
	Posoqueria longiflora Aubl.	**Puruí**	**Árvore**	**Nativa**	
Rutaceae	***Citrus sinensis (L.) Osbeck***	**Laranjeira**	**Arbusto**	**Cultivada**	
	Euxylophora paraensis Huber	**Pau-amarelao**	**Árvore**	**Nativa**	**EN**
	Galipea trifoliata Aubl.		**Árvore**	**Nativa**	
	Neoraputia paraensis (Ducke) Emmerich		**Árvore**	**Nativa**	
	Zanthoxylum rhoifolium Lam.	**Limãozinho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Zanthoxylum riedelianum Engl.	**Tamanqueira**	**Árvore**	**Nativa**	
Salicaceae	***Banara guianensis Aubl.***	**Pelo-de-cutia**	**Árvore**	**Nativa**	
	Casearia arborea (Rich.) Urb.	**Sarinheira**	**Árvore**	**Nativa**	
	Casearia decandra Jacq.	**Sarinheira-amarela**	**Árvore**	**Nativa**	
	Casearia pitumba Sleumer	**Sarinheira-vermelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Casearia ulmifolia Vahl ex Vent.	**Sarinheira-preta**	**Árvore**	**Nativa**	
	Laetia procera (Poepp.) Eichler	**Pau-jacaré**	**Árvore**	**Nativa**	
	Neoptychocarpus apodanthus (Kuhlm.) Buchheim		**Arbusto**	**Nativa**	
Sapindaceae	***Cupania diphylla Vahl***	**Pintomba-cheirosa**	**Árvore**	**Nativa**	
	Cupania scrobiculata Rich.	**Espetorana-vermelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Matayba guianensis Aubl.	**Pitomba-vermelha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Matayba peruviana Radlk.	**Espetorana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Paullinia pinnata L.		**Liana**	**Nativa**	
	Serjania paucidentata DC.		**Liana**	**Nativa**	
	Talisia longifolia (Benth.) Radlk.	**Espetorana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Toulicia guianensis Aubl.		**Árvore**	**Nativa**	
Sapotaceae	***Chrysophyllum cuneifolium (Rudge) A.DC.***	**Abil**	**Árvore**	**Nativa**	
	Chrysophyllum prieurii A.DC.	**Abil-da-folha-amarela**	**Árvore**	**Nativa**	
	Ecclinusa guianensis Eyma	**Balatinha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Manilkara bidentata (A.DC.) A.Chev.	**Balatarana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Manilkara bidentata (A.DC.) A.Chev. subsp. bidentata	**Maparajuba**	**Árvore**	**Nativa**	
	Manilkara elata (Allemão ex Miq.) Monach.	**Massarandura**	**Árvore**	**Nativa**	
	Micropholis guyanensis (A.DC.) Pierre	**Abil-mangabarana**	**Árvore**	**Nativa**	
	Micropholis venulosa (Mart. & Eichler) Pierre	**Abil-folha-miuda**	**Árvore**	**Nativa**	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FORMA DE VIDA	ORIGEM	STATUS
	Pouteria anomala (Pires) T.D.Penn.	**Abil-amarelo**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria bangii (Rusby) T.D.Penn.	**Abil-vermelho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk.	**Abil-seco**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria decorticans T.D.Penn.	**Guajará-ferro**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria fimbriata Baehni	**Abíl**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria gongrijpii Eyma	**Guajará**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria guianensis Aubl.	**Abíl-branco**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria hispida Eyma	**Abíl-folha-peluda**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria jariensis Pires & T.D.Penn.	**Guajará-vermelho**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria krukovii (A.C.Sm.) Baehni	**Abíl-bengue**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria macrophylla (Lam.) Eyma	**Abíl-cutiti**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria opposita (Ducke) T.D.Penn.	**Abíl**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria oppositifolia (Ducke) Baehni	**Guajará-bolacha**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria reticulata (Engl.) Eyma	**Abíl**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria sagotiana (Baill.) Eyma	**Abíl**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria venosa (Mart.) Baehni	**Abíl**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pouteria venosa subsp. amazonica T.D.Penn.	**Abíl**	**Árvore**	**Nativa**	
Siparunaceae	***Siparuna poeppigii (Tul.) A.DC.***		**Arbusto**	**Nativa**	
Smaroubaceae	***Simarouba amara Aubl.***	**Marupá**	**Árvore**	**Nativa**	
Smilacaceae	***Smilax syphilitica Humb. & Bonpl. ex Willd.***		**Liana**	**Nativa**	
Solanaceae	***Solanum crinitum Lam.***		**Arbusto**	**Nativa**	
Stemonuraceae	***Discophora guianensis Miers***	**Mari-mari**	**Árvore**	**Nativa**	
Strelitziaceae	***Phenakospermum guyannense (Rich.) Endl. ex Miq.***		**Arbusto**	**Nativa**	
Ulmaceae	***Ampelocera edentula Kuhlm.***	**Trapiarana**	**Árvore**	**Nativa**	
Urticaceae	***Pourouma guianensis Aubl.***	**Embaúba**	**Árvore**	**Nativa**	
	Pourouma mollis Trécul	**Embaúba-asa-de-morcego**	**Árvore**	**Nativa**	
Violaceae	***Paypayrola grandiflora Tul.***	**Jaca-miranda**	**Árvore**	**Nativa**	
	Rinorea guianensis Aubl.	**Biriteiro**	**Árvore**	**Nativa**	
	Rinorea neglecta Sandwith		**Árvore**	**Nativa**	
	Rinorea racemosa (Mart.) Kuntze	**Jacamim**	**Árvore**	**Nativa**	
Vochysiaceae	***Ruizterania albiflora (Warm.) Marc.-Berti***	**Mandioqueira**	**Árvore**	**Nativa**	
	Vochysia inundata Ducke	**Quarubatinga**	**Árvore**	**Nativa**	

Figura 6.2-7 - Proporção da forma de vida das espécies encontradas no inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

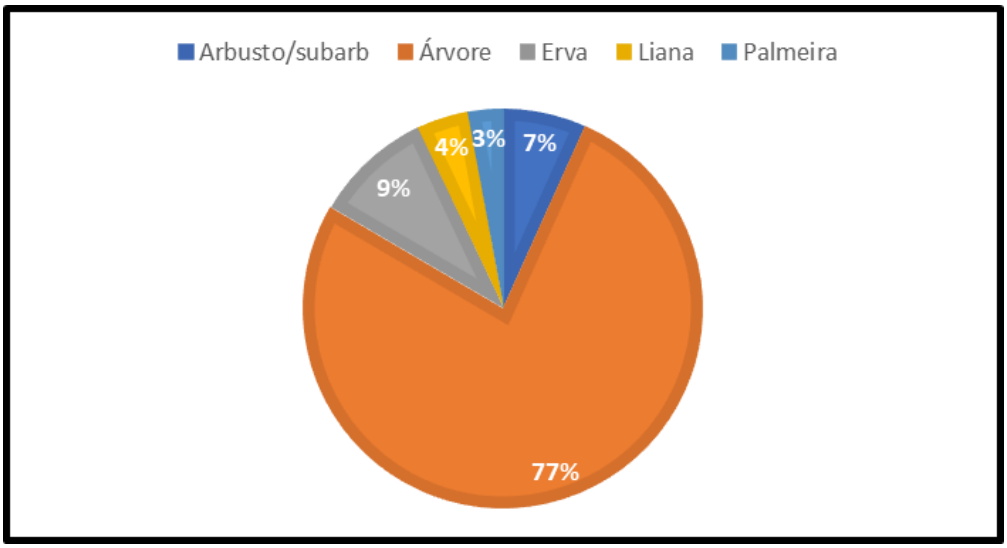


Figura 6.2-8 - Número de espécies por família botânica encontrado no inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

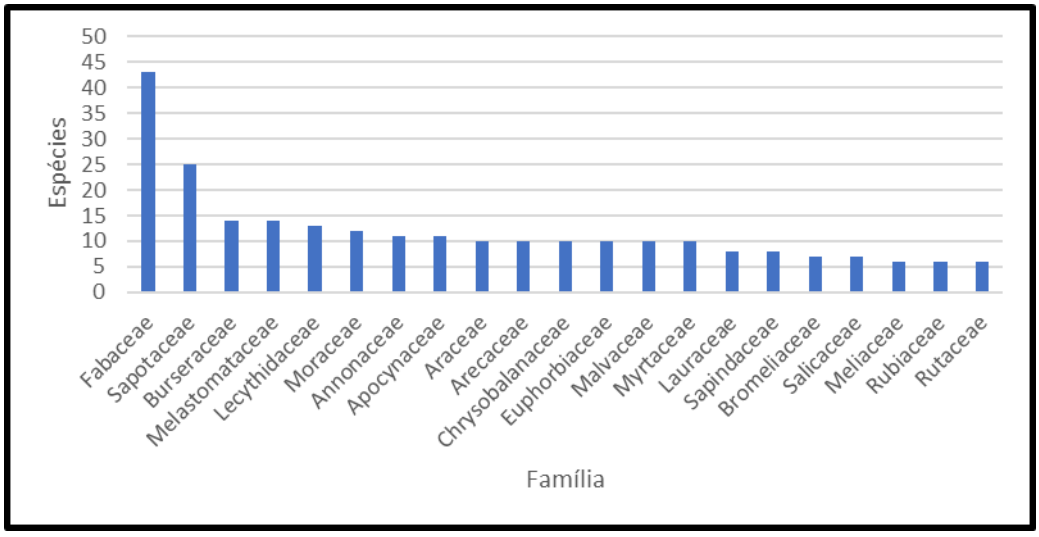
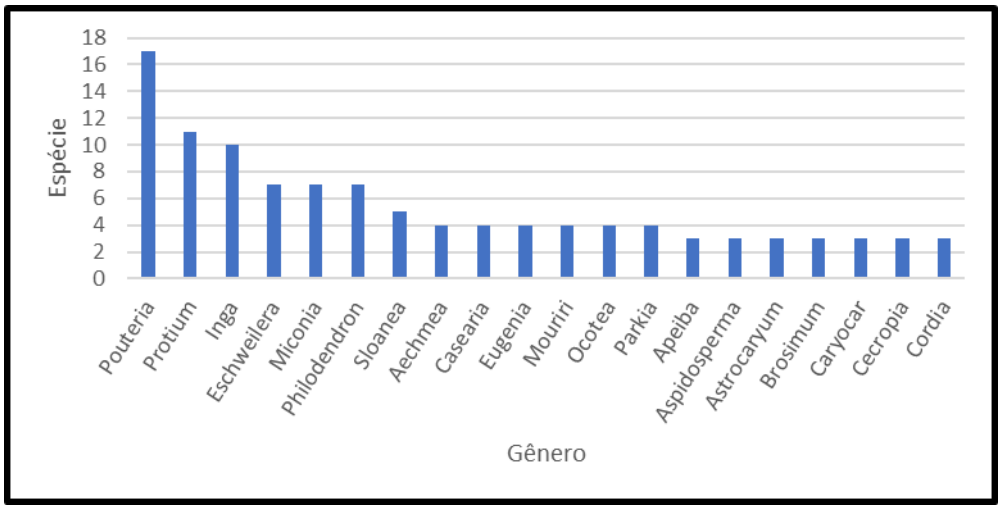


Figura 6.2-9 - Número de espécies por gênero botânico encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Foram registradas sete espécies arbóreas ameaçadas de extinção nas áreas monitoradas, conforme as listas do CNCFlora (2024) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), conforme detalhado na Tabela - Lista de Espécies arbóreas ameaçadas de extinção). Dentre essas, *Bertholletia excelsa* (Castanheira), e *Mezilaurus itaúba* (itaúba) encontram-se classificadas na categoria Vulnerável (VU). Já as espécies *Aspidosperma auriculatum* (Carapanaúba), *Euxylophora paraenses* (Pau amarelão) e *Vouacapoua americana* (acapú) estão enquadradas na categoria Em Perigo (EN) de extinção, conforme os critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

A espécie *Cedrela odorata (*cedro) encontra-se listada na CITES (Apêndice III) e classificada como vulnerável (VU) segundo os critérios da IUCN. Durante o inventário, foi registrado um indivíduo dessa espécie, com DAP de 19,4 cm, na parcela 31. Adicionalmente, *H.serratifolius* (Ipê) foi registrada de forma pontual no levantamento qualitativo realizado na área da sede da propriedade.

De modo geral, os indivíduos de espécies ameaçadas, incluídas na CITES, apresentaram distribuição espacial agrupada nas áreas de floresta, à exceção de *H. serratifolius*, registrada de forma isolada. As condições edáficas nos locais de ocorrência dessas espécies foram consideradas favoráveis, uma vez que não foram observados sinais de compactação do solo nem de processos erosivos, o que está em consonância com a baixa incidência histórica desses impactos na área de estudo.

Verificou-se, também, a ausência de cipós nos indivíduos registrados. Na Tabela - Lista de Espécies arbóreas ameaçadas de extinção constam as informações sobre inclinação do tronco - 1: bom (reto); 2: intermediário (com tortuosidades); 3: inferior (muito irregular ou inclinado) -; estado fitossanitário - 1: bom (sem alteração); 2. intermediário; 3. Inferior (com ocos; fungos e outros defeitos - e de tamanho e localização das árvores de espécies ameaçadas de extinção.

Tabela 6.2-3 – Lista de Espécies arbóreas ameaçadas de extinção (CNCFlora, 2024 e MMA, 2022) encontradas no inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

ESPÉCIE	STATUS	INDIVÍDUO	COORD LESTE	COORD SUL	DAP	HC	HT	Q	FITO
1. *Aspidosperma auriculatum*	EN	1	803463,41	9817665,21	45,52	20	27	3	3
2. *Bertholletia excelsa*	VU	1	802678,33	9817196,05	63,66	27	34	1	1
3. *Cedrela odorata*	VU/CITES	1	805223,60	9818528,56	19,42	14	17	1	1
5. *Dipteryx odorata*	VU	1	803223,89	9817980,89	22,28	14	19	2	1
		2	803338,93	9818017,63	28,29	14	18	2	1
5. *Euxylophora paraensis*	EN	1	803463,41	9817665,21	15,60	8	12	1	1
6. *Mezilaurus itauba*	VU	1	803463,41	9817665,21	20,37	14	18	2	1
		2	803436,95	9818126,83	24,03	14	19	1	1
		3	803273,51	9818269,73	33,10	12	18	1	1
		4	803377,95	9817839,41	84,67	27	37	1	2
7. *Vouacapoua americana*	EN	1	804512,85	9818085,84	20,05	10	14	1	1

- Estrato arbóreo (DAP > 20 cm)
- Estatística da amostragem

O erro amostral, com 90% de probabilidade, em relação à média do volume obtido, foi 3,14 m^3 ou 8% (Tabela - Memória de cálculo). Dessa forma, aplicando o intervalor de confiança (IC) resultante do cálculo os valores de volume médios por parcela estão entre 36,22 e 42,50 m^3 e por hectare estão entre 343,10 e 402,62 m^3 (Tabela - Intervalo de confiança).

Tabela 6.2-4 - Memória de cálculo para obtenção do erro amostral, a 90% de probabilidade.

Volume Total	**2125,30**
Média por parcela	**39,36**
Variância amostral	**202,86**
Desvio padrão	**14,24**
Coeficiente de variação	**36,19**
Número de parcelas	**54**
Fator de correção	**0,94**
Variância da média	**3,52**
Erro padrão da média	**1,88**
Valor t studant (90%)	**1,67**
Erro absoluto (m^3)	**3,14**
Erro relativo (%)	**0,08**

Tabela 6.2-5 - Intervalo de confiança, a 90% de probabilidade, para o volume total, médio e por hectare.

INTERVALO DE CONFIANÇA (90%)	VOLUME (M^3)
Total	**1955,67 m^3 <= X <= 2294,94 m^3**
Média	**36,22 m^3 <= X <= 42,50 m^3**
Por hectare	**343,10 m^3 <= X <= 402,62 m^3**

- Abundância e estrutura de tamanho

Foram levantadas 1479 árvores, pertencentes a 168 espécies. O diâmetro médio para a comunidade foi de 32,7 cm e a altura comercial e total média foi 16,7 m e 23,4 m, respectivamente (Tabela abaixo). *Eschweilera coriacea* foi a espécie mais abundante, com 88 árvores, seguida de *Tapirira guianensis* (82) *Pourouma mollis* (74), *Inga alba* (68) e *Apeiba glabra* (66).

As maiores médias de diâmetro e altura foram de espécies que ocorreram com poucos ou apenas um (1) indivíduo de grande porte. O maior diâmetro observado ocorreu na

espécie *Caryocar villosum*, que apresentou 102,8 cm de DAP. Já a maior altura foi observada em uma árvore de *Tachigali vulgaris*, com 38 m de altura total.

Tabela 6.2-6 - Abundância de árvores (N), frequência (%), diâmetro (DAP) e altura total (altura) médios por espécies encontrados durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

ESPÉCIES	N	%	DAP	HT
Eschweilera coriacea	**88**	**5,9**	**35,9**	**21,1**
Tapirira guianensis	**82**	**5,5**	**30,3**	**23,7**
Pourouma mollis	**74**	**5,0**	**28,2**	**21,6**
Inga alba	**68**	**4,6**	**34,3**	**22,4**
Apeiba glabra	**66**	**4,5**	**29,9**	**18,5**
Didymopanax morototoni	**62**	**4,2**	**32,1**	**27,4**
Xylopia nitida	**49**	**3,3**	**29,8**	**30,4**
Sterculia pruriens	**36**	**2,4**	**31,0**	**24,4**
Symphonia globulifera	**36**	**2,4**	**34,8**	**28,4**
Laetia procera	**34**	**2,3**	**28,2**	**24,1**
Cecropia sciadophylla	**33**	**2,2**	**29,9**	**24,7**
Rinorea guianensis	**29**	**2,0**	**24,9**	**19,1**
Pseudopiptadenia suaveolens	**28**	**1,9**	**45,4**	**26,7**
Eschweilera collina	**27**	**1,8**	**31,4**	**21,2**
Pourouma guianensis	**27**	**1,8**	**28,6**	**24,6**
Cordia exaltata	**26**	**1,8**	**25,8**	**20,0**
Tachigali paniculata	**26**	**1,8**	**51,0**	**32,0**
Inga capitata	**24**	**1,6**	**27,6**	**19,0**
Cecropia obtusa	**22**	**1,5**	**25,0**	**24,2**
Goupia glabra	**21**	**1,4**	**36,3**	**22,5**
Carapa guianensis	**19**	**1,3**	**34,7**	**23,6**
Guatteria punctata	**19**	**1,3**	**26,0**	**22,4**
Protium tenuifolium	**18**	**1,2**	**27,4**	**19,7**
Inga rubiginosa	**15**	**1,0**	**27,3**	**19,9**
Jacaranda copaia	**15**	**1,0**	**31,5**	**30,1**
Protium pallidum	**15**	**1,0**	**27,7**	**20,3**
Protium spruceanum	**15**	**1,0**	**28,2**	**20,1**
Simarouba amara	**15**	**1,0**	**34,3**	**27,8**
Thyrsodium spruceanum	**14**	**0,9**	**34,0**	**22,9**
Croton matourensis	**13**	**0,9**	**33,4**	**26,8**
Discophora guianensis	**13**	**0,9**	**28,0**	**18,2**
Tachigali glauca	**13**	**0,9**	**35,1**	**27,7**
Vochysia inundata	**13**	**0,9**	**37,9**	**24,8**
Dendrobangia boliviana	**12**	**0,8**	**33,4**	**18,0**
Pouteria venosa	**12**	**0,8**	**40,7**	**23,9**

ESPÉCIES	N	%	DAP	HT
Inga paraensis	**11**	**0,7**	**22,0**	**19,4**
Stryphnodendron guianense	**11**	**0,7**	**38,0**	**20,5**
Virola michelii	**11**	**0,7**	**27,4**	**26,5**
Annona exsucca	**10**	**0,7**	**29,8**	**20,5**
Byrsonima densa	**10**	**0,7**	**25,2**	**18,4**
Pouteria gongrijpii	**10**	**0,7**	**40,2**	**24,2**
Osteophloeum platyspermum	**9**	**0,6**	**42,8**	**27,3**
Parahancornia fasciculata	**9**	**0,6**	**51,2**	**29,1**
Pouteria guianensis	**9**	**0,6**	**57,9**	**27,2**
Vouacapoua americana	**9**	**0,6**	**25,4**	**19,8**
Abarema jupunba	**8**	**0,5**	**40,4**	**19,4**
Protium stevensonii	**7**	**0,5**	**27,9**	**18,4**
Bagassa guianensis	**6**	**0,4**	**31,8**	**28,8**
Ecclinusa guianensis	**6**	**0,4**	**41,5**	**23,8**
Guatteria schomburgkiana	**6**	**0,4**	**28,8**	**23,7**
Protium altissimum	**6**	**0,4**	**34,4**	**21,7**
Theobroma subincanum	**6**	**0,4**	**23,3**	**16,0**
Anacardium giganteum	**5**	**0,3**	**42,6**	**25,4**
Caryocar glabrum	**5**	**0,3**	**26,0**	**23,8**
Helicostylis tomentosa	**5**	**0,3**	**28,2**	**18,4**
Lecythis pisonis	**5**	**0,3**	**49,4**	**24,2**
Licania canescens	**5**	**0,3**	**33,0**	**25,2**
Manilkara elata	**5**	**0,3**	**28,0**	**25,4**
Miconia affinis	**5**	**0,3**	**29,3**	**23,0**
Ocotea longifolia	**5**	**0,3**	**27,4**	**21,8**
Parkia gigantocarpa	**5**	**0,3**	**77,8**	**33,4**
Parkia multijuga	**5**	**0,3**	**38,1**	**27,4**
Cassia fastuosa	**4**	**0,3**	**38,3**	**21,5**
Couma macrocarpa	**4**	**0,3**	**30,0**	**20,3**
Diplotropis martiusii	**4**	**0,3**	**34,8**	**17,8**
Hevea brasiliensis	**4**	**0,3**	**25,3**	**23,0**
Hymenopus heteromorphus	**4**	**0,3**	**23,5**	**20,3**
Iryanthera laevis	**4**	**0,3**	**30,8**	**21,8**
Mezilaurus itauba	**4**	**0,3**	**40,5**	**23,0**
Ocotea cernua	**4**	**0,3**	**35,1**	**25,3**
Ocotea guianensis	**4**	**0,3**	**24,6**	**21,8**
Pouteria anomala	**4**	**0,3**	**57,9**	**29,8**
Pouteria opposita	**4**	**0,3**	**37,2**	**23,5**
Pouteria oppositifolia	**4**	**0,3**	**54,2**	**28,0**
Pseudopiptadenia psilostachya	**4**	**0,3**	**41,8**	**21,3**
Roucheria columbiana	**4**	**0,3**	**25,2**	**19,3**
Trichilia micrantha	**4**	**0,3**	**25,5**	**21,0**

ESPÉCIES	N	%	DAP	HT
Vismia cayennensis	4	0,3	41,2	26,8
Copaifera duckei	3	0,2	40,0	29,7
Gwilymia paniculata	3	0,2	44,8	33,0
Helicostylis pedunculata	3	0,2	25,1	22,7
Inga thibaudiana	3	0,2	22,6	18,0
Manilkara bidentata subsp. surinamensis	3	0,2	42,1	23,0
Micropholis venulosa	3	0,2	24,9	24,7
Minquartia guianensis	3	0,2	36,9	22,0
Parkia discolor	3	0,2	53,5	28,3
Parkia nitida	3	0,2	43,1	25,7
Pouteria caimito	3	0,2	36,1	25,7
Pouteria krukovii	3	0,2	43,2	24,0
Pouteria reticulata	3	0,2	32,0	24,7
Pterocarpus rohrii	3	0,2	35,9	29,3
Trattinnickia rhoifolia	3	0,2	35,0	29,0
Ampelocera edentula	2	0,1	43,6	27,0
Apeiba tibourbou	2	0,1	26,9	19,0
Artocarpus heterophyllus	2	0,1	44,4	19,5
Bellucia grossularioides	2	0,1	47,1	25,0
Cordia goeldiana	2	0,1	36,4	34,5
Couepia guianensis subsp. divaricata	2	0,1	27,2	23,5
Dipteryx odorata	2	0,1	25,3	18,5
Eschweilera apiculata	2	0,1	30,1	22,0
Himatanthus articulatus	2	0,1	25,8	25,5
Hymenaea courbaril	2	0,1	34,4	35,0
Inga edulis	2	0,1	24,4	12,5
Inga heterophylla	2	0,1	34,5	21,0
Leptobalanus octandrus	2	0,1	25,1	23,0
Manilkara bidentata	2	0,1	28,5	24,5
Moquilea egleri	2	0,1	35,7	32,5
Mouriri brachyanthera	2	0,1	56,2	29,5
Pouteria fimbriata	2	0,1	21,6	19,5
Pouteria macrophylla	2	0,1	28,8	17,5
Protium apiculatum	2	0,1	28,2	21,0
Ruizterania albiflora	2	0,1	20,8	19,0
Sloanea floribunda	2	0,1	56,8	22,0
Sloanea grandiflora	2	0,1	26,8	18,5
Vantanea parviflora	2	0,1	29,0	20,5
Vatairea erythrocarpa	2	0,1	54,7	29,0
Apeiba echinata	1	0,1	20,7	22,0
Aspidosperma auriculatum	1	0,1	45,5	27,0
Attalea maripa	1	0,1	27,1	13,0

ESPÉCIES	N	%	DAP	HT
Batesia floribunda	1	0,1	24,2	19,0
Bertholletia excelsa	1	0,1	63,7	34,0
Brosimum acutifolium	1	0,1	27,1	19,0
Brosimum potabile	1	0,1	53,8	36,0
Byrsonima crispa	1	0,1	30,6	20,0
Caryocar villosum	1	0,1	102,8	36,0
Chrysophyllum cuneifolium	1	0,1	47,6	23,0
Connarus angustifolius	1	0,1	25,5	19,0
Couratari tenuicarpa	1	0,1	27,0	20,0
Cupania diphylla	1	0,1	20,4	17,0
Eschweilera albiflora	1	0,1	27,4	23,0
Ficus guianensis	1	0,1	20,4	14,0
Glycydendron amazonicum	1	0,1	22,0	20,0
Guapira opposita	1	0,1	47,7	34,0
Inga laurina	1	0,1	22,6	18,0
Inga umbellifera	1	0,1	29,0	15,0
Lacistema pubescens	1	0,1	24,2	23,0
Lacunaria jenmanii	1	0,1	22,0	15,0
Leptobalanus sclerophyllus	1	0,1	22,0	23,0
Mangifera indica	1	0,1	39,8	16,0
Matayba guianensis	1	0,1	20,4	20,0
Matayba peruviana	1	0,1	23,9	20,0
Micropholis guyanensis	1	0,1	35,7	20,0
Myrcia splendens	1	0,1	24,5	16,0
Oenocarpus bacaba	1	0,1	21,0	10,0
Ormosia flava	1	0,1	22,6	20,0
Ormosia nobilis	1	0,1	25,5	18,0
Parinari excelsa	1	0,1	22,6	20,0
Pouteria bangii	1	0,1	26,7	20,0
Pouteria hispida	1	0,1	20,7	19,0
Pouteria sagotiana	1	0,1	29,0	30,0
Pouteria venosa subsp. amazonica	1	0,1	20,4	21,0
Protium giganteum	1	0,1	54,1	34,0
Protium trifoliolatum	1	0,1	21,0	20,0
Pseudolmedia macrophylla	1	0,1	20,7	18,0
Rauvolfia pentaphylla	1	0,1	25,1	8,0
Sacoglottis guianensis	1	0,1	38,4	22,0
Sapium glandulosum	1	0,1	24,5	19,0
Sloanea garckeana	1	0,1	21,0	15,0
Sloanea guianensis	1	0,1	23,2	17,0
Sloanea terniflora	1	0,1	36,3	29,0
Tachigali vulgaris	1	0,1	82,4	38,0

ESPÉCIES	N	%	DAP	HT
Talisia longifolia	**1**	**0,1**	**51,9**	**36,0**
Terminalia argentea	**1**	**0,1**	**68,8**	**36,0**
Terminalia oxycarpa	**1**	**0,1**	**28,3**	**18,0**
Tovomita fructipendula	**1**	**0,1**	**25,5**	**10,0**
Trattinnickia burserifolia	**1**	**0,1**	**37,9**	**29,0**
Zanthoxylum riedelianum	**1**	**0,1**	**20,1**	**20,0**
Zygia racemosa	**1**	**0,1**	**29,6**	**22,0**
Total	**1479**	**100,0**	**32,7**	**23,4**

A distribuição dos fustes por classes de diâmetro demonstrou que um pouco mais da metade da comunidade arbórea (56,3%) apresenta diâmetro entre 20 e 30 cm (Tabela abaixo). Quase 92% dos fustes apresentaram diâmetro de até 50 cm e apenas dez árvores tiveram DAP acima de 100 cm.

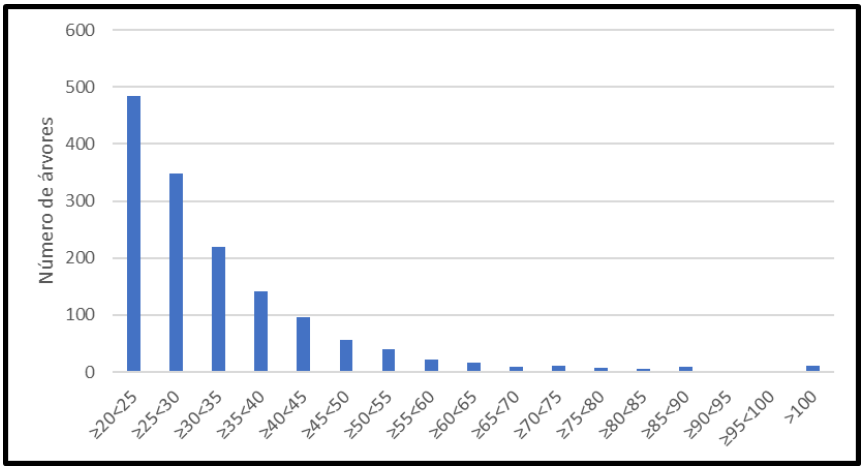
Graficamente, foi observado o padrão J invertido, onde o número de troncos é maior nas menores classes de diâmetro, como é esperado para florestas tropicais com estrutura balanceada. O resultado demonstra que os processos regenerativos estão presentes na comunidade e que a mata parece avançar em direção a estágios sucessionais mais avançados. Já a baixa frequência de árvores com mais de 100 cm de diâmetro é resultado do corte seletivo a que a área ficou sujeita durante muitos anos, como foi evidenciado no campo.

Tabela 6.2-7 - Número de fustes (N) e frequência (%) por classe de diâmetro encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

CLASSES DE DIÂMETRO (CM)	N	FREQUÊNCIA RELATIVA %
≥20<25	**484**	**32,7**
≥25<30	**349**	**23,6**
≥30<35	**219**	**14,8**
≥35<40	**142**	**9,6**
≥40<45	**97**	**6,6**
≥45<50	**57**	**3,9**
≥50<55	**39**	**2,6**
≥55<60	**21**	**1,4**
≥60<65	**17**	**1,1**
≥65<70	**9**	**0,6**
≥70<75	**10**	**0,7**
≥75<80	**7**	**0,5**
≥80<85	**5**	**0,3**

≥85<90	**9**	**0,6**
≥90<95	**2**	**0,1**
≥95<100	**2**	**0,1**
>100	**10**	**0,7**
Total	**1479**	**100,0**

Figura 6.2-10 - Número de fustes por classe de diâmetro encontrado no inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



A análise da distribuição dos fustes por classes de diâmetro por espécie permite compreender a contribuição específica de cada para a estrutura de tamanho da comunidade arbórea (figura acima). Na primeira classe diamétrica (20 a 25 cm), observou-se predominância de *Pourouma mollis*, seguida por *Tapirira guianensis*, *Apeiba glabra* e *Eschweilera coriacea*, as quais entre as cinco espécies mais abundantes da amostragem. No entanto, *T. guianensis* e *A. glabra* apresentaram menor ocorrência em classes superiores, com apenas um e três indivíduos com DAP acima de 50 cm, respectivamente. No caso de *A. glabra*, essa distribuição pode estar relacionada à exploração seletiva da espécie, intensamente comercializada no estado do Pará. Por outro lado, *Caryocar villosum*, *Tachigali vulgaris* e *Terminalia argentea* foram registradas exclusivamente em classes diamétricas superiores a 65 cm, não havendo indivíduos de menor porte, o que pode indicar baixa regeneração ou predominância de indivíduos remanescentes de maior idade.

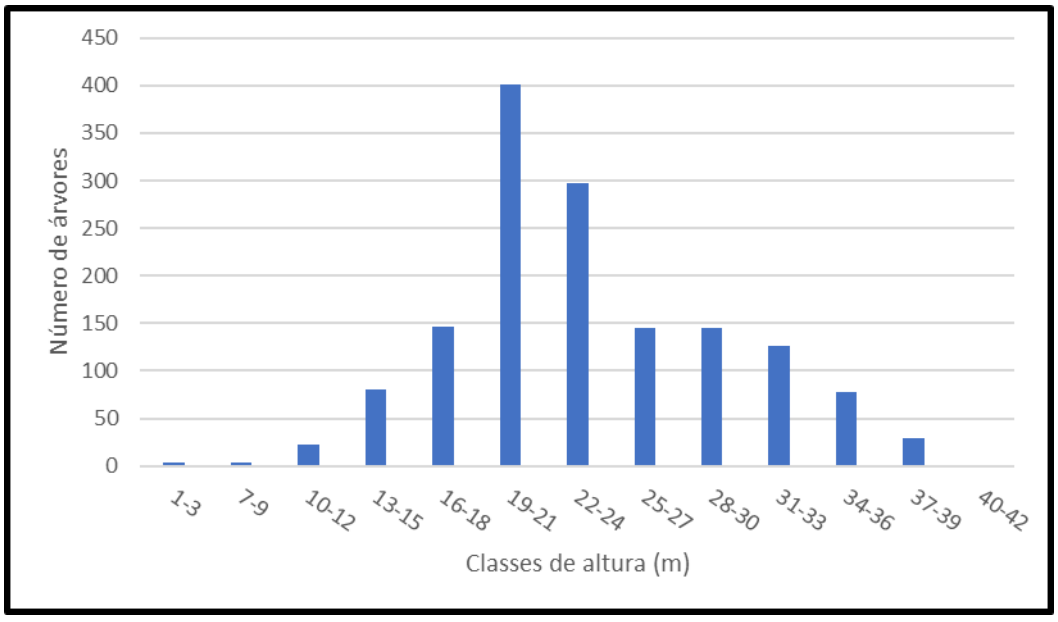
De acordo com a distribuição dos fustes por classes de altura, quase metade da comunidade (47,2%) apresentou altura entre 19 e 24 metros e 84,2% dos fustes foram registrados com até 30 metros de altura (Tabela abaixo e Figura abaixo). Destaca-se que a classe de 19 a 21 m concentrou 27,1% dos fustes amostrados. A maior altura

registrada foi de 42 metros e 7,2% da amostragem (108 fustes) apresentaram altura maior que 34 m.

Tabela 6.2-8 - Número de fustes (N) e frequência (%) por classe de altura encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

ALTURA	N	FREQUÊNCIA RELATIVA
1-3	**3**	**0,2**
7-9	**4**	**0,3**
10-12	**23**	**1,6**
13-15	**80**	**5,4**
16-18	**147**	**9,9**
19-21	**401**	**27,1**
22-24	**297**	**20,1**
25-27	**145**	**9,8**
28-30	**145**	**9,8**
31-33	**126**	**8,5**
34-36	**78**	**5,3**
37-39	**29**	**2,0**
40-42	**1**	**0,1**
Total	**1479**	**100,0**

Figura 6.2-11 - Número de árvores por classe de altura encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



A distribuição dos fustes por classe de altura por espécie permite verificar de que forma as espécies contribuem para estrutura de tamanho da comunidade arbórea (tabela

abaixo). Até 12 m de altura, todas as espécies ocorreram com até 3 indivíduos. Na classe de 13 a 15 m, *Apeiba glabra* (embueira) e *Eschweilera coriácea*, espécies muito abundantes, ocorreram com 10 indivíduos cada. Na classe de 16 a 18 m, além das espécies citadas, *Pourouma mollis* se destacou, sendo registradas 16 árvores da espécie. A classe de 19 a 21 m foi a que apresentou maior frequência de fustes, teve representante de 64,3% das espécies levantadas no estudo. *Didymopanax morototoni, Symphonia globulifera*, *Tachigali paniculata*, *T.vulgaris* e *Xylopia nítida* se destacaram por apresentarem a maior parte de seus fustes com mais de 19 m de altura. Dezoito espécies ocorreram com mais de 37 m de altura e a árvore mais alta da amostragem foi uma *Gwilymia paniculata* com 42 m de altura, espécie que ocorreu com três indivíduos de grande porte.

Tabela 6.2-9 - Número de fustes (N) por classe de altura em metros por espécie encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

NOME CIENTÍFICO	1-3	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42
Abarema jupunba			1		2	2	2	1					
Ampelocera edentula						1					1		
Anacardium giganteum					1		2	1			1		
Annona exsucca				1	3	2	3		1				
Apeiba echinata							1						
Apeiba glabra		1	2	10	18	25	8	1	1				
Apeiba tibourbou						2							
Artocarpus heterophyllus						2							
Aspidosperma auriculatum								1					
Attalea maripa				1									
Bagassa guianensis						1	1		1	1	2		
Batesia floribunda						1							
Bellucia grossularioides						1			1				
Bertholletia excelsa											1		
Brosimum acutifolium						1							
Brosimum potabile											1		
Byrsonima crispa						1							
Byrsonima densa				4	2	2	2						
Carapa guianensis			1			5	4	6	2	1			
Caryocar glabrum						2	1	1	1				
Cassia fastuosa				1		1	1		1				
Cecropia obtusa	1				1	4	5	4	5	2			
Cecropia sciadophylla			1		1	6	11	5	4	4	1		
Chrysophyllum cuneifolium							1						
Connarus angustifolius						1							
Copaifera duckei							1		1		1		
Cordia exaltata		1	1		9	7	4	1	2	1			
Cordia goeldiana										1		1	
Couepia guianensis subsp. divaricata							1	1					
Couma macrocarpa						3	1						
Couratari tenuicarpa						1							
Croton matourensis						2	4	1	2	2	2		
Cupania diphylla					1								
Dendrobangia boliviana			1	1	5	3	1		1				
Didymopanax morototoni		1	1	1		6	8	10	14	12	6	3	
Diplotropis martiusii	1				2						1		
Dipteryx odorata					1	1							
Discophora guianensis			3	2	1	3	2	2					
Ecclinusa guianensis						1	3	1	1				

NOME CIENTÍFICO	1-3	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42
Eschweilera albiflora							1						
Eschweilera apiculata					1			1					
Eschweilera collina				4	1	10	8	1	2		1		
Eschweilera coriacea			1	10	10	35	18	4	6	1	1	2	
Ficus guianensis				1									
Glycydendron amazonicum						1							
Goupia glabra				1	4	5	5	1	4	1			
Guapira opposita											1		
Guatteria punctata						8	8	1	2				
Guatteria schomburgkiana						3	1		1	1			
Gwilymia paniculata									2				1
Helicostylis pedunculata						2			1				
Helicostylis tomentosa				2		2	1						
Hevea brasiliensis					1		2		1				
Himatanthus articulatus						1				1			
Hymenaea courbaril										1		1	
Hymenopus heteromorphus						3	1						
Inga alba				4	6	22	20	6	4	3	2	1	
Inga capitata			1	5	2	11	4	1					
Inga edulis			1	1									
Inga heterophylla						1	1						
Inga laurina					1								
Inga paraensis	1			3		6		1					
Inga rubiginosa					3	8	4						
Inga thibaudiana	1					2							
Inga umbellifera	1												
Iryanthera laevis						2	1	1					
Jacaranda copaia							1	2	3	8	1		
Lacistema pubescens							1						
Lacunaria jenmanii	1												
Laetia procera	1		1			5	14	7	3	3			
Lecythis pisonis						2	2						1
Leptobalanus octandrus						1		1					
Leptobalanus sclerophyllus							1						
Licania canescens						1	2	1			1		
Mangifera indica					1								
Manilkara bidentata					1					1			
Manilkara bidentata subsp. surinamensis						1	1	1					
Manilkara elata					1	1			2	1			
Matayba guianensis						1							
Matayba peruviana						1							
Mezilaurus itauba					2	1						1	

NOME CIENTÍFICO	1-3	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42
Miconia affinis						1	3	1					
Micropholis guyanensis						1							
Micropholis venulosa						2					1		
Minquartia guianensis						1	2						
Moquilea egleri									1		1		
Mouriri brachyanthera								1			1		
Myrcia splendens					1								
Ocotea cernua						2			1	1			
Ocotea guianensis						2	2						
Ocotea longifolia						4			1				
Oenocarpus bacaba			1										
Ormosia flava						1							
Ormosia nobilis					1								
Osteophloeum platyspermum							2	3	3		1		
Parahancornia fasciculata						2		1	2	1	3		
Parinari excelsa						1							
Parkia discolor						1			1		1		
Parkia gigantocarpa								1	1		1	2	
Parkia multijuga					1			1	1	1	1		
Parkia nitida						1	1				1		
Pourouma guianensis					1	8	6	4	4	4			
Pourouma mollis	1	2		16		19	18	8	6	4			
Pouteria anomala						1			1	1		1	
Pouteria bangii						1							
Pouteria caimito						1		1		1			
Pouteria fimbriata						2							
Pouteria gongrijpii	1	2				2	1			2	1	1	
Pouteria guianensis				1			2	2	2	1		1	
Pouteria hispida						1							
Pouteria krukovii						1	1		1				
Pouteria macrophylla	1						1						
Pouteria opposita						2		1	1				
Pouteria oppositifolia						2					1	1	
Pouteria reticulata							2		1				
Pouteria sagotiana									1				
Pouteria venosa					2	2	5	1	1			1	
Pouteria venosa subsp. amazonica						1							
Protium altissimum					1	3	1		1				
Protium apiculatum						1	1						
Protium giganteum											1		
Protium pallidum			2		2	7	2	1	1				
Protium spruceanum					2	10	3						

NOME CIENTÍFICO	1-3	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42
Protium stevensonii				1	3	2	1						
Protium tenuifolium				2	2	9	4	1					
Protium trifoliolatum						1							
Pseudolmedia macrophylla					1								
Pseudopiptadenia psilostachya					1	2			1				
Pseudopiptadenia suaveolens					6		4	8		4	2	4	
Pterocarpus rohrii							1			2			
Rauvolfia pentaphylla		1											
Rinorea guianensis				4	6	15	4						
Roucheria columbiana					1	3							
Ruizterania albiflora					1	1							
Sacoglottis guianensis							1						
Sapium glandulosum						1							
Simarouba amara				1		1	1	3	5	1	3		
Sloanea floribunda				1					1				
Sloanea garckeana				1									
Sloanea grandiflora					1	1							
Sloanea guianensis					1								
Sloanea terniflora									1				
Sterculia pruriens			1		1	10	7	6	5	5	1		
Stryphnodendron guianense			1	1	1	3	3	1	1				
Symphonia globulifera					1	8	3	3	3	10	6	2	
Tachigali glauca						1	4	2	1	3	2		
Tachigali paniculata				1			1	3	2	4	11	4	
Tachigali vulgaris												1	
Talisia longifolia											1		
Tapirira guianensis	1		1	3	5	9	28	20	8	5	2		
Terminalia argentea											1		
Terminalia oxycarpa					1								
Theobroma subincanum			1	2	1	2							
Thyrsodium spruceanum						7	3	2	2				
Tovomita fructipendula			1										
Trattinnickia burserifolia									1				
Trattinnickia rhoifolia						1				1	1		
Trichilia micrantha						3	1						
Vantanea parviflora						1	1						
Vatairea erythrocarpa						1						1	
Virola michelii						3	1	1	4	1	1		
Vismia cayennensis							2		1	1			
Vochysia inundata				1		3	3	1	2	3			
Vouacapoua americana				2	1	3	2	1					
Xylopia nítida						3	4	2	7	25	8		

NOME CIENTÍFICO	1-3	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42
Zanthoxylum riedelianum						1							
Zygia racemosa							1						
Total	3	4	23	80	147	401	297	145	145	126	78	29	1

- Estado fitossanitário e anatômico

Com relação ao estado fitossanitário dos fustes, 80% (1.185 fustes) apresentaram-se em bom estado, sem evidências de comprometimento da madeira, tais como ocos, fissuras significativas, quebras estruturais, presença de parasitas, ninhos de insetos, cupins, fungos ou outros danos visíveis (Figura abaixo).

A classe intermediária correspondeu a 11% (161 fustes), enquanto 9% (133 fustes) foram classificados como em estado inferior, com comprometimento significativo do tronco.

Entre as espécies com abundância igual ou superior a 15 indivíduos, destacaram-se *Pourouma guianensis, Cecropia sciadophylla, Cecropia obtusa e Pourouma mollis*, as quais apresentaram mais de 30% de seus fustes classificados em estado fitossanitário inferior.

No que se refere ao estado anatômico — avaliado com base na inclinação do fuste, presença de tortuosidades e bifurcações — observou-se uma distribuição relativamente equilibrada entre as classes “bom”, “intermediário” e “inferior” para as espécies amostradas (Figura abaixo).

Figura 6.2-12 - Estado fitossanitário dos fustes amostrados durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

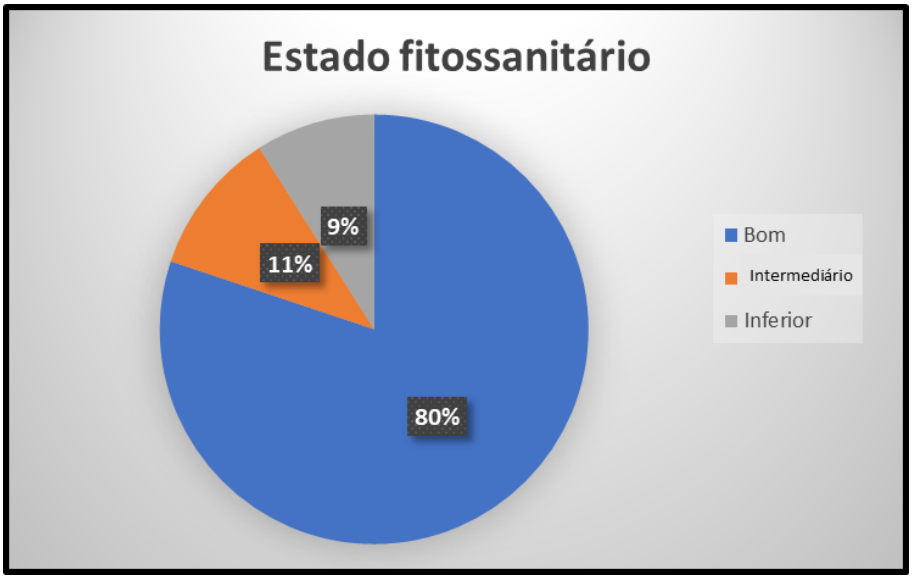
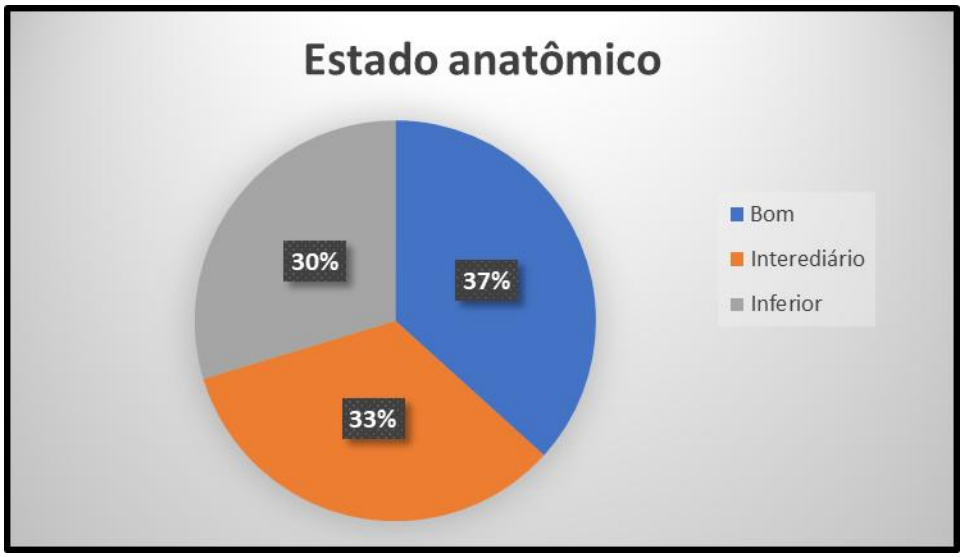


Figura 6.2-13 - Estado anatômico dos fustes amostrados durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



- Fitossociologia

A densidade foi de 273,9 árvores por hectare (tabela - Fitossociologia das espécies encontradas) e foram obtidos valores de área basal total e por hectare de 147,8 m^2 e 27,4 m^2/ha, respectivamente. *Eschweilera coriacea* foi a espécie com maior Densidade, Dominância, Valor de Cobertura e Valor de Importância, uma vez que apresentou a maior abundância e área basal da amostragem. Em seguida, as outras espécies de maior VI foram: *Tapirira guianensis*, *Inga alba*, *Pourouma mollis*, *Apeiba glabra* e *Didymopanax morototoni*. Já *Pseudopiptadenia suaveolens*, apesar de não estar entre os maiores valores de Densidade, teve alto VI por apresentar frequência e dominância alta. Destaca-se também *Pouteria guianensis* que com apenas 9 indivíduos, porém com VI alto de 3,3.

Tabela 6.2-10 - Fitossociologia das espécies encontradas durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará, em ordem de Valor de Importância. N: abundância; G: área basal; Da: densidade absoluta; Dr: densidade relativa; Fa: frequência absoluta; Fr: frequência relativa; DoA: dominância absoluta; DoR: dominância relativa; VC: valor de cobertura; VI: valor de importância e VI%: percentual do valor de importância.

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Eschweilera coriacea	88	10,35	16,3	5,95	36	3,65	1,92	7,01	12,96	16,61
Tapirira guianensis	82	6,30	15,2	5,54	29	2,94	1,17	4,26	9,81	12,75
Inga alba	68	6,90	12,6	4,60	32	3,25	1,28	4,67	9,26	12,51
Pourouma mollis	74	4,83	13,7	5,00	38	3,85	0,89	3,27	8,27	12,13
Apeiba glabra	66	5,12	12,2	4,46	25	2,54	0,95	3,47	7,93	10,47
Didymopanax morototoni	62	5,29	11,5	4,19	26	2,64	0,98	3,58	7,77	10,41
Pseudopiptadenia suaveolens	28	6,20	5,2	1,89	21	2,13	1,15	4,20	6,09	8,22
Xylopia nitida	49	3,60	9,1	3,31	22	2,23	0,67	2,44	5,75	7,98
Symphonia globulifera	36	3,91	6,7	2,43	22	2,23	0,72	2,64	5,08	7,31
Tachigali paniculata	26	6,16	4,8	1,76	11	1,12	1,14	4,17	5,93	7,04
Sterculia pruriens	36	2,95	6,7	2,43	23	2,33	0,55	2,00	4,43	6,76
Cecropia sciadophylla	33	2,40	6,1	2,23	21	2,13	0,44	1,62	3,85	5,98
Laetia procera	34	2,28	6,3	2,30	21	2,13	0,42	1,55	3,84	5,97
Eschweilera collina	27	2,24	5,0	1,83	20	2,03	0,42	1,52	3,34	5,37
Pourouma guianensis	27	1,83	5,0	1,83	17	1,72	0,34	1,24	3,06	4,79
Cordia exaltata	26	1,42	4,8	1,76	19	1,93	0,26	0,96	2,72	4,64
Inga capitata	24	1,56	4,4	1,62	19	1,93	0,29	1,05	2,68	4,60
Goupia glabra	21	2,60	3,9	1,42	13	1,32	0,48	1,76	3,18	4,50
Rinorea guianensis	29	1,45	5,4	1,96	15	1,52	0,27	0,98	2,94	4,46
Carapa guianensis	19	1,96	3,5	1,28	14	1,42	0,36	1,33	2,61	4,03
Cecropia obtusa	22	1,12	4,1	1,49	16	1,62	0,21	0,76	2,25	3,87
Pouteria venosa	12	2,49	2,2	0,81	11	1,12	0,46	1,69	2,50	3,61
Protium tenuifolium	18	1,11	3,3	1,22	16	1,62	0,21	0,75	1,97	3,59
Guatteria punctata	19	1,05	3,5	1,28	14	1,42	0,19	0,71	1,99	3,41
Pouteria guianensis	9	2,82	1,7	0,61	8	0,81	0,52	1,91	2,52	3,33
Thyrsodium spruceanum	14	1,41	2,6	0,95	14	1,42	0,26	0,95	1,90	3,32
Simarouba amara	15	1,55	2,8	1,01	12	1,22	0,29	1,05	2,06	3,28
Protium spruceanum	15	1,24	2,8	1,01	14	1,42	0,23	0,84	1,85	3,27
Jacaranda copaia	15	1,31	2,8	1,01	12	1,22	0,24	0,88	1,90	3,12
Vochysia inundata	13	1,65	2,4	0,88	11	1,12	0,31	1,12	2,00	3,11
Tachigali glauca	13	1,75	2,4	0,88	10	1,01	0,32	1,18	2,06	3,08
Protium pallidum	15	0,93	2,8	1,01	14	1,42	0,17	0,63	1,64	3,06
Inga rubiginosa	15	0,90	2,8	1,01	14	1,42	0,17	0,61	1,62	3,04
Parahancornia fasciculata	9	2,17	1,7	0,61	8	0,81	0,40	1,47	2,08	2,89
Parkia gigantocarpa	5	2,94	0,9	0,34	5	0,51	0,55	1,99	2,33	2,84
Dendrobangia boliviana	12	1,20	2,2	0,81	9	0,91	0,22	0,81	1,63	2,54
Croton matourensis	13	1,23	2,4	0,88	8	0,81	0,23	0,83	1,71	2,52

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Stryphnodendron guianense	11	1,41	2,0	0,74	8	0,81	0,26	0,96	1,70	2,51
Osteophloeum platyspermum	9	1,58	1,7	0,61	8	0,81	0,29	1,07	1,68	2,49
Discophora guianensis	13	0,83	2,4	0,88	10	1,01	0,15	0,56	1,44	2,46
Pouteria gongrijpii	10	1,56	1,9	0,68	6	0,61	0,29	1,06	1,73	2,34
Virola michelii	11	0,70	2,0	0,74	9	0,91	0,13	0,47	1,22	2,13
Abarema jupunba	8	1,09	1,5	0,54	7	0,71	0,20	0,74	1,28	1,99
Inga paraensis	11	0,42	2,0	0,74	9	0,91	0,08	0,29	1,03	1,94
Vouacapoua americana	9	0,46	1,7	0,61	8	0,81	0,09	0,31	0,92	1,73
Byrsonima densa	10	0,50	1,9	0,68	7	0,71	0,09	0,34	1,02	1,73
Lecythis pisonis	5	1,29	0,9	0,34	5	0,51	0,24	0,87	1,21	1,72
Annona exsucca	10	0,77	1,9	0,68	5	0,51	0,14	0,52	1,20	1,71
Pouteria anomala	4	1,37	0,7	0,27	4	0,41	0,25	0,93	1,20	1,61
Ecclinusa guianensis	6	0,88	1,1	0,41	5	0,51	0,16	0,59	1,00	1,51
Pouteria oppositifolia	4	1,19	0,7	0,27	4	0,41	0,22	0,80	1,08	1,48
Anacardium giganteum	5	0,86	0,9	0,34	5	0,51	0,16	0,58	0,92	1,43
Protium stevensonii	7	0,45	1,3	0,47	6	0,61	0,08	0,31	0,78	1,39
Protium altissimum	6	0,61	1,1	0,41	5	0,51	0,11	0,41	0,82	1,32
Guatteria schomburgkiana	6	0,43	1,1	0,41	6	0,61	0,08	0,29	0,70	1,30
Parkia multijuga	5	0,67	0,9	0,34	5	0,51	0,12	0,45	0,79	1,30
Pseudopiptadenia psilostachya	4	0,77	0,7	0,27	4	0,41	0,14	0,52	0,79	1,20
Mezilaurus itauba	4	0,73	0,7	0,27	4	0,41	0,13	0,49	0,76	1,17
Licania canescens	5	0,44	0,9	0,34	5	0,51	0,08	0,30	0,64	1,14
Theobroma subincanum	6	0,26	1,1	0,41	5	0,51	0,05	0,18	0,58	1,09
Manilkara elata	5	0,35	0,9	0,34	5	0,51	0,07	0,24	0,58	1,08
Helicostylis tomentosa	5	0,34	0,9	0,34	5	0,51	0,06	0,23	0,57	1,07
Bagassa guianensis	6	0,49	1,1	0,41	3	0,30	0,09	0,33	0,74	1,04
Caryocar glabrum	5	0,27	0,9	0,34	5	0,51	0,05	0,19	0,52	1,03
Parkia discolor	3	0,77	0,6	0,20	3	0,30	0,14	0,52	0,72	1,03
Ocotea cernua	4	0,47	0,7	0,27	4	0,41	0,09	0,32	0,59	1,00
Diplotropis martiusii	4	0,47	0,7	0,27	4	0,41	0,09	0,32	0,59	0,99
Miconia affinis	5	0,35	0,9	0,34	4	0,41	0,06	0,24	0,57	0,98
Ocotea longifolia	5	0,33	0,9	0,34	4	0,41	0,06	0,22	0,56	0,97
Vismia cayennensis	4	0,56	0,7	0,27	3	0,30	0,10	0,38	0,65	0,95
Gwilymia paniculata	3	0,59	0,6	0,20	3	0,30	0,11	0,40	0,60	0,91
Pouteria opposita	4	0,49	0,7	0,27	3	0,30	0,09	0,33	0,60	0,91
Cassia fastuosa	4	0,49	0,7	0,27	3	0,30	0,09	0,33	0,60	0,90
Iryanthera laevis	4	0,30	0,7	0,27	4	0,41	0,06	0,20	0,47	0,88
Couma macrocarpa	4	0,29	0,7	0,27	4	0,41	0,05	0,20	0,47	0,87
Pouteria krukovii	3	0,51	0,6	0,20	3	0,30	0,09	0,35	0,55	0,85
Copaifera duckei	3	0,46	0,6	0,20	3	0,30	0,09	0,31	0,52	0,82
Roucheria columbiana	4	0,20	0,7	0,27	4	0,41	0,04	0,14	0,41	0,81

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Parkia nitida	3	0,45	0,6	0,20	3	0,30	0,08	0,31	0,51	0,81
Sloanea floribunda	2	0,70	0,4	0,14	2	0,20	0,13	0,47	0,61	0,81
Manilkara bidentata subsp. surinamensis	3	0,43	0,6	0,20	3	0,30	0,08	0,29	0,50	0,80
Hymenopus heteromorphus	4	0,17	0,7	0,27	4	0,41	0,03	0,12	0,39	0,79
Minquartia guianensis	3	0,41	0,6	0,20	3	0,30	0,08	0,28	0,48	0,79
Vatairea erythrocarpa	2	0,66	0,4	0,14	2	0,20	0,12	0,44	0,58	0,78
Pterocarpus rohrii	3	0,34	0,6	0,20	3	0,30	0,06	0,23	0,43	0,74
Caryocar villosum	1	0,83	0,2	0,07	1	0,10	0,15	0,56	0,63	0,73
Hevea brasiliensis	4	0,21	0,7	0,27	3	0,30	0,04	0,14	0,41	0,72
Trichilia micrantha	4	0,21	0,7	0,27	3	0,30	0,04	0,14	0,41	0,72
Trattinnickia rhoifolia	3	0,29	0,6	0,20	3	0,30	0,05	0,20	0,40	0,71
Ocotea guianensis	4	0,19	0,7	0,27	3	0,30	0,04	0,13	0,40	0,71
Mouriri brachyanthera	2	0,50	0,4	0,14	2	0,20	0,09	0,34	0,47	0,68
Pouteria reticulata	3	0,24	0,6	0,20	3	0,30	0,04	0,16	0,37	0,67
Pouteria caimito	3	0,35	0,6	0,20	2	0,20	0,07	0,24	0,44	0,64
Micropholis venulosa	3	0,15	0,6	0,20	3	0,30	0,03	0,10	0,31	0,61
Inga thibaudiana	3	0,12	0,6	0,20	3	0,30	0,02	0,08	0,29	0,59
Ampelocera edentula	2	0,36	0,4	0,14	2	0,20	0,07	0,24	0,38	0,58
Bellucia grossularioides	2	0,35	0,4	0,14	2	0,20	0,07	0,24	0,37	0,58
Tachigali vulgaris	1	0,53	0,2	0,07	1	0,10	0,10	0,36	0,43	0,53
Helicostylis pedunculata	3	0,15	0,6	0,20	2	0,20	0,03	0,10	0,31	0,51
Cordia goeldiana	2	0,21	0,4	0,14	2	0,20	0,04	0,14	0,28	0,48
Moquilea egleri	2	0,21	0,4	0,14	2	0,20	0,04	0,14	0,28	0,48
Hymenaea courbaril	2	0,21	0,4	0,14	2	0,20	0,04	0,14	0,27	0,48
Inga heterophylla	2	0,20	0,4	0,14	2	0,20	0,04	0,13	0,27	0,47
Artocarpus heterophyllus	2	0,31	0,4	0,14	1	0,10	0,06	0,21	0,34	0,45
Eschweilera apiculata	2	0,15	0,4	0,14	2	0,20	0,03	0,10	0,24	0,44
Manilkara bidentata	2	0,14	0,4	0,14	2	0,20	0,03	0,09	0,23	0,43
Pouteria macrophylla	2	0,13	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,09	0,23	0,43
Vantanea parviflora	2	0,13	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,09	0,22	0,43
Protium apiculatum	2	0,13	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,09	0,22	0,42
Terminalia argentea	1	0,37	0,2	0,07	1	0,10	0,07	0,25	0,32	0,42
Couepia guianensis subsp. divaricata	2	0,12	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,08	0,21	0,42
Sloanea grandiflora	2	0,11	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,08	0,21	0,41
Himatanthus articulatus	2	0,11	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,07	0,21	0,41
Leptobalanus octandrus	2	0,10	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,07	0,20	0,41
Dipteryx odorata	2	0,10	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,07	0,20	0,41
Inga edulis	2	0,09	0,4	0,14	2	0,20	0,02	0,06	0,20	0,40
Pouteria fimbriata	2	0,07	0,4	0,14	2	0,20	0,01	0,05	0,19	0,39
Bertholletia excelsa	1	0,32	0,2	0,07	1	0,10	0,06	0,22	0,28	0,38
Ruizterania albiflora	2	0,07	0,4	0,14	2	0,20	0,01	0,05	0,18	0,38

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Protium giganteum	1	0,23	0,2	0,07	1	0,10	0,04	0,16	0,22	0,32
Brosimum potabile	1	0,23	0,2	0,07	1	0,10	0,04	0,15	0,22	0,32
Apeiba tibourbou	2	0,12	0,4	0,14	1	0,10	0,02	0,08	0,21	0,32
Talisia longifolia	1	0,21	0,2	0,07	1	0,10	0,04	0,14	0,21	0,31
Guapira opposita	1	0,18	0,2	0,07	1	0,10	0,03	0,12	0,19	0,29
Chrysophyllum cuneifolium	1	0,18	0,2	0,07	1	0,10	0,03	0,12	0,19	0,29
Aspidosperma auriculatum	1	0,16	0,2	0,07	1	0,10	0,03	0,11	0,18	0,28
Mangifera indica	1	0,12	0,2	0,07	1	0,10	0,02	0,08	0,15	0,25
Sacoglottis guianensis	1	0,12	0,2	0,07	1	0,10	0,02	0,08	0,15	0,25
Trattinnickia burserifolia	1	0,11	0,2	0,07	1	0,10	0,02	0,08	0,14	0,25
Sloanea terniflora	1	0,10	0,2	0,07	1	0,10	0,02	0,07	0,14	0,24
Micropholis guyanensis	1	0,10	0,2	0,07	1	0,10	0,02	0,07	0,14	0,24
Byrsonima crispa	1	0,07	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,05	0,12	0,22
Zygia racemosa	1	0,07	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,05	0,11	0,22
Inga umbellifera	1	0,07	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Pouteria sagotiana	1	0,07	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Terminalia oxycarpa	1	0,06	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Eschweilera albiflora	1	0,06	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Attalea maripa	1	0,06	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Brosimum acutifolium	1	0,06	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Couratari tenuicarpa	1	0,06	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Pouteria bangii	1	0,06	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,04	0,11	0,21
Connarus angustifolius	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Ormosia nobilis	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Tovomita fructipendula	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Rauvolfia pentaphylla	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Myrcia splendens	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Sapium glandulosum	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Batesia floribunda	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Lacistema pubescens	1	0,05	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Matayba peruviana	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Sloanea guianensis	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,10	0,20
Inga laurina	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,09	0,20
Ormosia flava	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,09	0,20
Parinari excelsa	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,09	0,20
Glycydendron amazonicum	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,09	0,19
Lacunaria jenmanii	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,09	0,19
Leptobalanus sclerophyllus	1	0,04	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,03	0,09	0,19
Oenocarpus bacaba	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Protium trifoliolatum	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Sloanea garckeana	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Apeiba echinata	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Pouteria hispida	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Pseudolmedia macrophylla	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Cupania diphylla	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Ficus guianensis	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Matayba guianensis	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Pouteria venosa subsp. amazonica	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Zanthoxylum riedelianum	1	0,03	0,2	0,07	1	0,10	0,01	0,02	0,09	0,19
Total	1479	147,78	273,89	100,00	986,00	100,00	27,37	100,00	200,00	300,00

- Volume e área basal

A área basal e o volume por hectare obtidos na amostragem foram de 27,4m^2/ha e 393,6m^3/ha, respectivamente (Tabela abaixo). *Eschweilera coriacea*, foi a espécie de maior volume seguida de *Tachigali* paniculata, *Pseudopiptadenia suaveolens*, *Inga alba*, *Tapirira guianensis* e *Didymopanax morototoni*.

Tabela 6.2-11 - Área basal (Gm²) e volume total (Vm³) por hectare encontrados por espécie durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará., apresentado em ordem decrescente de volume

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Eschweilera coriacea	**10,4**	**1,9**	**128,3**	**23,8**
Tachigali paniculata	**6,2**	**1,1**	**108,2**	**20,0**
Pseudopiptadenia suaveolens	**6,2**	**1,1**	**96,9**	**18,0**
Inga alba	**6,9**	**1,3**	**91,7**	**17,0**
Tapirira guianensis	**6,3**	**1,2**	**90,9**	**16,8**
Didymopanax morototoni	**5,3**	**1,0**	**88,4**	**16,4**
Symphonia globulifera	**3,9**	**0,7**	**69,1**	**12,8**
Xylopia nitida	**3,6**	**0,7**	**68,2**	**12,6**
Pourouma mollis	**4,8**	**0,9**	**64,2**	**11,9**
Apeiba glabra	**5,1**	**0,9**	**54,9**	**10,2**
Parkia gigantocarpa	**2,9**	**0,5**	**48,3**	**8,9**
Sterculia pruriens	**2,9**	**0,5**	**44,4**	**8,2**
Pouteria guianensis	**2,8**	**0,5**	**37,7**	**7,0**
Pouteria venosa	**2,5**	**0,5**	**37,0**	**6,8**
Cecropia sciadophylla	**2,4**	**0,4**	**36,1**	**6,7**
Parahancornia fasciculata	**2,2**	**0,4**	**35,4**	**6,5**
Laetia procera	**2,3**	**0,4**	**33,8**	**6,3**
Goupia glabra	**2,6**	**0,5**	**33,1**	**6,1**
Eschweilera collina	**2,2**	**0,4**	**28,5**	**5,3**
Tachigali glauca	**1,7**	**0,3**	**28,4**	**5,3**
Pourouma guianensis	**1,8**	**0,3**	**27,2**	**5,0**
Carapa guianensis	**2,0**	**0,4**	**26,6**	**4,9**
Simarouba amara	**1,6**	**0,3**	**25,6**	**4,7**
Pouteria gongrijpii	**1,6**	**0,3**	**24,0**	**4,4**
Vochysia inundata	**1,7**	**0,3**	**23,9**	**4,4**
Jacaranda copaia	**1,3**	**0,2**	**23,8**	**4,4**
Pouteria anomala	**1,4**	**0,3**	**22,6**	**4,2**
Osteophloeum platyspermum	**1,6**	**0,3**	**21,9**	**4,1**
Croton matourensis	**1,2**	**0,2**	**20,0**	**3,7**
Pouteria oppositifolia	**1,2**	**0,2**	**19,9**	**3,7**
Lecythis pisonis	**1,3**	**0,2**	**19,6**	**3,6**

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Thyrsodium spruceanum	1,4	0,3	18,5	3,4
Inga capitata	1,6	0,3	17,6	3,3
Cordia exaltata	1,4	0,3	17,1	3,2
Cecropia obtusa	1,1	0,2	16,9	3,1
Rinorea guianensis	1,4	0,3	16,9	3,1
Stryphnodendron guianense	1,4	0,3	15,7	2,9
Guatteria punctata	1,0	0,2	14,6	2,7
Caryocar villosum	0,8	0,2	13,3	2,5
Protium tenuifolium	1,1	0,2	13,1	2,4
Protium spruceanum	1,2	0,2	13,1	2,4
Dendrobangia boliviana	1,2	0,2	12,3	2,3
Anacardium giganteum	0,9	0,2	12,2	2,3
Virola michelii	0,7	0,1	12,2	2,3
Parkia discolor	0,8	0,1	12,1	2,2
Gwilymia paniculata	0,6	0,1	12,0	2,2
Mezilaurus itauba	0,7	0,1	11,6	2,2
Vatairea erythrocarpa	0,7	0,1	11,5	2,1
Protium pallidum	0,9	0,2	11,4	2,1
Ecclinusa guianensis	0,9	0,2	11,1	2,0
Abarema jupunba	1,1	0,2	10,8	2,0
Inga rubiginosa	0,9	0,2	10,6	2,0
Parkia multijuga	0,7	0,1	10,3	1,9
Tachigali vulgaris	0,5	0,1	9,7	1,8
Annona exsucca	0,8	0,1	9,7	1,8
Discophora guianensis	0,8	0,2	9,5	1,8
Pseudopiptadenia psilostachya	0,8	0,1	9,4	1,7
Bagassa guianensis	0,5	0,1	9,0	1,7
Sloanea floribunda	0,7	0,1	8,9	1,6
Vismia cayennensis	0,6	0,1	8,6	1,6
Copaifera duckei	0,5	0,1	8,2	1,5
Mouriri brachyanthera	0,5	0,1	7,7	1,4
Protium altissimum	0,6	0,1	7,7	1,4
Ocotea cernua	0,5	0,1	7,4	1,4
Parkia nitida	0,5	0,1	6,8	1,3
Pouteria krukovii	0,5	0,1	6,7	1,2
Licania canescens	0,4	0,1	6,7	1,2
Terminalia argentea	0,4	0,1	6,7	1,2
Pouteria opposita	0,5	0,1	6,4	1,2
Diplotropis martiusii	0,5	0,1	6,2	1,1
Cassia fastuosa	0,5	0,1	6,1	1,1
Ampelocera edentula	0,4	0,1	6,0	1,1
Pterocarpus rohrii	0,3	0,1	5,8	1,1

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Byrsonima densa	0,5	0,1	5,6	1,0
Pouteria caimito	0,4	0,1	5,6	1,0
Vouacapoua americana	0,5	0,1	5,6	1,0
Manilkara elata	0,4	0,1	5,6	1,0
Bertholletia excelsa	0,3	0,1	5,5	1,0
Guatteria schomburgkiana	0,4	0,1	5,4	1,0
Manilkara bidentata subsp. surinamensis	0,4	0,1	5,4	1,0
Trattinnickia rhoifolia	0,3	0,1	5,3	1,0
Inga paraensis	0,4	0,1	5,2	1,0
Minquartia guianensis	0,4	0,1	4,9	0,9
Miconia affinis	0,3	0,1	4,8	0,9
Protium stevensonii	0,5	0,1	4,7	0,9
Ocotea longifolia	0,3	0,1	4,6	0,9
Bellucia grossularioides	0,4	0,1	4,5	0,8
Hymenaea courbaril	0,2	0,0	4,5	0,8
Brosimum potabile	0,2	0,0	4,4	0,8
Cordia goeldiana	0,2	0,0	4,4	0,8
Caryocar glabrum	0,3	0,1	4,2	0,8
Protium giganteum	0,2	0,0	4,2	0,8
Talisia longifolia	0,2	0,0	4,1	0,8
Moquilea egleri	0,2	0,0	4,1	0,8
Helicostylis tomentosa	0,3	0,1	3,8	0,7
Iryanthera laevis	0,3	0,1	3,8	0,7
Pouteria reticulata	0,2	0,0	3,5	0,7
Guapira opposita	0,2	0,0	3,4	0,6
Couma macrocarpa	0,3	0,1	3,3	0,6
Artocarpus heterophyllus	0,3	0,1	3,1	0,6
Hevea brasiliensis	0,2	0,0	2,9	0,5
Trichilia micrantha	0,2	0,0	2,7	0,5
Ocotea guianensis	0,2	0,0	2,6	0,5
Micropholis venulosa	0,2	0,0	2,6	0,5
Theobroma subincanum	0,3	0,0	2,6	0,5
Roucheria columbiana	0,2	0,0	2,4	0,4
Aspidosperma auriculatum	0,2	0,0	2,4	0,4
Manilkara bidentata	0,1	0,0	2,4	0,4
Inga heterophylla	0,2	0,0	2,3	0,4
Helicostylis pedunculata	0,2	0,0	2,3	0,4
Hymenopus heteromorphus	0,2	0,0	2,2	0,4
Eschweilera apiculata	0,2	0,0	2,1	0,4
Chrysophyllum cuneifolium	0,2	0,0	2,1	0,4
Trattinnickia burserifolia	0,1	0,0	1,9	0,3
Himatanthus articulatus	0,1	0,0	1,9	0,3

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Sloanea terniflora	0,1	0,0	1,7	0,3
Couepia guianensis subsp. divaricata	0,1	0,0	1,7	0,3
Vantanea parviflora	0,1	0,0	1,6	0,3
Protium apiculatum	0,1	0,0	1,6	0,3
Pouteria macrophylla	0,1	0,0	1,5	0,3
Leptobalanus octandrus	0,1	0,0	1,4	0,3
Sacoglottis guianensis	0,1	0,0	1,4	0,3
Inga thibaudiana	0,1	0,0	1,4	0,3
Apeiba tibourbou	0,1	0,0	1,3	0,2
Sloanea grandiflora	0,1	0,0	1,2	0,2
Pouteria sagotiana	0,1	0,0	1,2	0,2
Dipteryx odorata	0,1	0,0	1,1	0,2
Micropholis guyanensis	0,1	0,0	1,1	0,2
Mangifera indica	0,1	0,0	1,0	0,2
Pouteria fimbriata	0,1	0,0	0,9	0,2
Zygia racemosa	0,1	0,0	0,9	0,2
Byrsonima crispa	0,1	0,0	0,8	0,2
Ruizterania albiflora	0,1	0,0	0,8	0,2
Eschweilera albiflora	0,1	0,0	0,8	0,2
Inga edulis	0,1	0,0	0,7	0,1
Couratari tenuicarpa	0,1	0,0	0,7	0,1
Pouteria bangii	0,1	0,0	0,7	0,1
Lacistema pubescens	0,0	0,0	0,7	0,1
Terminalia oxycarpa	0,1	0,0	0,7	0,1
Brosimum acutifolium	0,1	0,0	0,6	0,1
Connarus angustifolius	0,1	0,0	0,6	0,1
Leptobalanus sclerophyllus	0,0	0,0	0,6	0,1
Matayba peruviana	0,0	0,0	0,6	0,1
Inga umbellifera	0,1	0,0	0,6	0,1
Ormosia nobilis	0,1	0,0	0,5	0,1
Sapium glandulosum	0,0	0,0	0,5	0,1
Batesia floribunda	0,0	0,0	0,5	0,1
Ormosia flava	0,0	0,0	0,5	0,1
Parinari excelsa	0,0	0,0	0,5	0,1
Apeiba echinata	0,0	0,0	0,5	0,1
Glycydendron amazonicum	0,0	0,0	0,5	0,1
Pouteria venosa subsp. amazonica	0,0	0,0	0,4	0,1
Myrcia splendens	0,0	0,0	0,4	0,1
Inga laurina	0,0	0,0	0,4	0,1
Protium trifoliolatum	0,0	0,0	0,4	0,1
Sloanea guianensis	0,0	0,0	0,4	0,1
Matayba guianensis	0,0	0,0	0,4	0,1

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Attalea maripa	**0,1**	**0,0**	**0,4**	**0,1**
Zanthoxylum riedelianum	**0,0**	**0,0**	**0,4**	**0,1**
Pouteria hispida	**0,0**	**0,0**	**0,4**	**0,1**
Pseudolmedia macrophylla	**0,0**	**0,0**	**0,4**	**0,1**
Cupania diphylla	**0,0**	**0,0**	**0,3**	**0,1**
Lacunaria jenmanii	**0,0**	**0,0**	**0,3**	**0,1**
Sloanea garckeana	**0,0**	**0,0**	**0,3**	**0,1**
Ficus guianensis	**0,0**	**0,0**	**0,3**	**0,1**
Tovomita fructipendula	**0,1**	**0,0**	**0,3**	**0,1**
Rauvolfia pentaphylla	**0,0**	**0,0**	**0,2**	**0,0**
Oenocarpus bacaba	**0,0**	**0,0**	**0,2**	**0,0**
Total	**147,8**	**27,4**	**2125,3**	**393,6**

- Diversidade

Foram encontradas 168 espécies e 1479 indivíduos na amostragem (tabela abaixo). A diversidade de Shannon foi de 4,27, influenciada pela baixa Dominância e alta Similaridade de Simpson e alta Equitabilidade, que demonstram boa distribuição do número de indivíduos pelo número de espécies, associado a uma alta riqueza.

Tabela 6.2-12 - Índices de diversidade calculados para o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE	VALOR
Táxons	**168**
Indivíduos	**1479**
Dominância (D)	**0,02**
Simpson (1-D)	**0,98**
Diversidade de Shannon (H')	**4,27**
Equitabilidade (J)	**0,83**

- Regenerantes (10cm≥DAP<20cm)
- Estatística da amostragem

O erro amostral, com 90% de probabilidade, em relação à média do volume obtido, foi 0,2 m^3 ou 5%. Dessa forma, aplicando o intervalor de confiança (IC) resultante do cálculo (Tabela abaixo), os valores de volume médios por parcela estão entre 4,34 e 4,82 m^3 e por hectare estão entre 41,13 e 45,70 m^3 (Tabela abaixo).

Tabela 6.2-13 - Memória de cálculo para obtenção do erro amostral, a 90% de probabilidade.

VOLUME TOTAL	247,47
Média por parcela	**4,58**
Variância amostral	**1,16**
Desvio padrão	**1,08**
Coeficiente de variação	**23,47**
Número de parcelas	**54**
Fator de correção	**0,97**
Variância da média	**0,02**
Erro padrão da média	**0,14**
Valor t studant	**1,67**
Erro absoluto (m^3)	**0,24**
Erro relativo (%)	**0,05**

Tabela 6.2-14 - Intervalo de confiança, a 90% de probabilidade, para o volume total, médio e por hectare.

INTERVALO DE CONFIANÇA (90%)	VOLUME (M^3)
Total	**234,45 m³ <= X <= 260,50 m³**
Média	**4,34 m³ <= X <= 4,82 m³**
Por hectare	**234,45 m³ <= X <= 260,50 m³**

- Abundância e estrutura de tamanho

Foram registradas 1.374 árvores pertencentes a 191 espécies, compondo a comunidade de espécies regenerantes. O diâmetro médio para a comunidade foi de 14 cm, enquanto as alturas médias comercial e total foram de 12 m e 15,5 m, respectivamente (Tabela abaixo). A espécie mais abundante foi *Apeiba glabra*, com 99 indivíduos, seguida por *Tapirira guianensis* (63), *Eschweilera coriacea* (49), *Eschweilera collina* (41) e *Pourouma mollis* (40).

Observa-se que as espécies mais representativas no estrato de regenerantes também apresentam entre as 15 espécies mais abundantes no estrato arbóreo (DAP ≥ 20 cm), o que indica continuidade estrutural e funcional da floresta por meio de processos naturais de regeneração, sinalizando estabilidade na dinâmica sucessional da vegetação.

Tabela 6.2-15 - Abundância de árvores com 10≥DAP>20cm (N), frequência (%), diâmetro (DAP) e altura total (altura) médios por espécies encontrados durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

NOME CIENTÍFICO	N	%	DAP	HT
Apeiba glabra	99	7,2	14,7	15,5
Tapirira guianensis	63	4,6	14,2	17,7
Eschweilera coriacea	49	3,6	14,4	14,7
Eschweilera collina	41	3,0	13,4	13,8
Pourouma mollis	40	2,9	14,4	16,2
Rinorea guianensis	40	2,9	13,7	14,9
Sterculia pruriens	36	2,6	13,6	15,2
Protium pallidum	32	2,3	13,7	14,1
Laetia procera	30	2,2	14,5	17,8
Symphonia globulifera	28	2,0	14,2	14,8
Theobroma subincanum	28	2,0	13,9	12,9
Xylopia nitida	26	1,9	14,3	19,7
Cecropia obtusa	24	1,7	15,2	20,7
Cordia exaltata	24	1,7	15,3	16,4
Inga alba	23	1,7	14,7	17,5
Inga capitata	23	1,7	13,8	15,4
Protium spruceanum	22	1,6	14,3	15,7
Virola michelii	22	1,6	13,9	15,9
Dendrobangia boliviana	21	1,5	14,4	13,8
Inga thibaudiana	20	1,5	13,9	14,0
Lacmellea aculeata	19	1,4	12,9	11,7
Pourouma guianensis	18	1,3	14,8	17,4
Thyrsodium spruceanum	18	1,3	14,1	16,6
Vismia guianensis	18	1,3	12,3	11,9
Goupia glabra	17	1,2	13,8	16,5
Guatteria punctata	17	1,2	12,5	15,9
Helicostylis tomentosa	16	1,2	13,1	15,9
Pseudopiptadenia suaveolens	16	1,2	14,7	14,8
Protium tenuifolium	15	1,1	14,3	14,3
Simarouba amara	14	1,0	13,0	17,2
Annona exsucca	12	0,9	15,2	18,0
Byrsonima densa	12	0,9	14,5	15,9
Discophora guianensis	12	0,9	14,5	14,3
Rinorea racemosa	12	0,9	11,7	12,0
Caryocar glabrum	11	0,8	13,7	17,0
Roucheria columbiana	11	0,8	12,8	14,7
Carapa guianensis	10	0,7	14,0	16,1
Lacistema pubescens	10	0,7	12,0	14,2

NOME CIENTÍFICO	N	%	DAP	HT
Tovomita fructipendula	10	0,7	12,5	10,9
Abarema jupunba	9	0,7	15,3	15,4
Ocotea guianensis	9	0,7	15,1	20,4
Protium pilosum	9	0,7	11,4	9,8
Protium stevensonii	9	0,7	17,2	16,9
Lecythis pisonis	8	0,6	12,8	14,1
Manilkara bidentata	8	0,6	14,0	13,4
Miconia affinis	8	0,6	12,5	15,4
Pouteria gongrijpii	8	0,6	13,1	13,6
Tachigali paniculata	8	0,6	12,8	21,3
Amphiodon effusus	7	0,5	11,7	12,4
Didymopanax morototoni	7	0,5	12,8	20,9
Guatteria schomburgkiana	7	0,5	14,8	19,3
Inga paraensis	7	0,5	15,4	15,7
Inga rubiginosa	7	0,5	13,3	16,3
Vouacapoua americana	7	0,5	14,2	14,6
Cecropia sciadophylla	6	0,4	14,6	19,5
Croton matourensis	6	0,4	14,3	14,7
Jacaranda copaia	6	0,4	15,4	17,8
Parkia multijuga	6	0,4	14,6	16,2
Pouteria decorticans	6	0,4	13,0	13,8
Pouteria oppositifolia	6	0,4	11,9	13,3
Pseudolmedia macrophylla	6	0,4	13,3	12,8
Stryphnodendron guianense	6	0,4	15,3	14,0
Brosimum guianense	5	0,4	12,3	14,0
Hymenopus heteromorphus	5	0,4	12,4	16,4
Inga heterophylla	5	0,4	13,3	13,8
Iryanthera laevis	5	0,4	16,9	17,4
Maquira guianensis	5	0,4	14,8	16,8
Terminalia oxycarpa	5	0,4	13,2	13,8
Vochysia inundata	5	0,4	13,7	18,6
Apeiba echinata	4	0,3	14,6	13,0
Casearia arborea	4	0,3	13,7	19,3
Cupania scrobiculata	4	0,3	12,7	15,5
Eschweilera apiculata	4	0,3	15,1	14,3
Ocotea cernua	4	0,3	13,1	11,8
Pouteria venosa	4	0,3	14,5	15,5
Tachigali glauca	4	0,3	13,5	17,8
Vantanea parviflora	4	0,3	11,4	12,3
Brosimum acutifolium	3	0,2	12,9	16,0
Byrsonima crispa	3	0,2	12,9	16,7

NOME CIENTÍFICO	N	%	DAP	HT
Ecclinusa guianensis	3	0,2	14,0	19,3
Eugenia patrisii	3	0,2	12,1	16,0
Guapira venosa	3	0,2	12,2	11,3
Hevea brasiliensis	3	0,2	14,3	15,7
Hymenaea courbaril	3	0,2	13,9	18,0
Inga edulis	3	0,2	14,5	16,3
Nectandra amazonum	3	0,2	17,1	18,7
Ocotea canaliculata	3	0,2	13,9	13,0
Osteophloeum platyspermum	3	0,2	14,2	16,0
Pouteria guianensis	3	0,2	14,6	15,0
Pouteria jariensis	3	0,2	12,5	12,3
Pouteria krukovii	3	0,2	13,4	14,0
Pouteria reticulata	3	0,2	13,9	16,7
Protium sagotianum	3	0,2	11,2	10,0
Pseudopiptadenia psilostachya	3	0,2	14,0	12,7
Sloanea garckeana	3	0,2	12,4	11,0
Trichilia cipo	3	0,2	11,2	13,3
Ampelocera edentula	2	0,1	16,6	20,0
Annona paludosa	2	0,1	11,1	19,0
Apeiba tibourbou	2	0,1	12,4	12,0
Aspidosperma desmanthum	2	0,1	15,1	21,5
Banara guianensis	2	0,1	10,7	12,5
Bertholletia excelsa	2	0,1	16,4	18,5
Chimarrhis turbinata	2	0,1	18,5	13,5
Conceveiba guianensis	2	0,1	15,6	15,0
Couma macrocarpa	2	0,1	15,3	11,5
Diospyros capreifolia	2	0,1	15,6	18,5
Guapira opposita	2	0,1	10,0	11,5
Helicostylis pedunculata	2	0,1	10,4	14,0
Inga auristellae	2	0,1	13,1	11,5
Lacunaria crenata	2	0,1	11,6	10,0
Leptobalanus octandrus	2	0,1	15,6	14,5
Licania canescens	2	0,1	15,8	14,0
Mezilaurus itauba	2	0,1	16,2	18,5
Moquilea egleri	2	0,1	14,8	16,5
Mouriri nervosa	2	0,1	13,4	12,5
Nectandra cuspidata	2	0,1	10,8	14,0
Parkia gigantocarpa	2	0,1	15,4	19,5
Pouteria caimito	2	0,1	16,6	16,0
Pouteria opposita	2	0,1	15,0	16,0
Protium apiculatum	2	0,1	11,3	18,0

NOME CIENTÍFICO	N	%	DAP	HT
Pterocarpus rohrii	2	0,1	15,1	17,5
Ruizterania albiflora	2	0,1	10,8	14,0
Sapium glandulosum	2	0,1	14,6	16,0
Tachigali vulgaris	2	0,1	13,1	17,0
Xylopia frutescens	2	0,1	14,2	21,0
Zanthoxylum riedelianum	2	0,1	15,4	14,5
Aspidosperma auriculatum	1	0,1	13,1	21,0
Bellucia grossularioides	1	0,1	19,4	18,0
Bocageopsis multiflora	1	0,1	10,2	12,0
Caryocar villosum	1	0,1	13,4	14,0
Casearia decandra	1	0,1	10,2	4,0
Casearia pitumba	1	0,1	13,1	15,0
Casearia ulmifolia	1	0,1	11,5	12,0
Cecropia distachya	1	0,1	15,6	17,0
Cedrela odorata	1	0,1	19,4	17,0
Chaunochiton kappleri	1	0,1	15,6	16,0
Chrysophyllum prieurii	1	0,1	11,8	11,0
Clarisia racemosa	1	0,1	15,0	15,0
Couepia guianensis	1	0,1	17,8	19,0
Couepia guianensis subsp. divaricata	1	0,1	10,0	14,0
Couratari tenuicarpa	1	0,1	11,1	11,0
Cupania diphylla	1	0,1	14,0	19,0
Dimorphandra macrostachya	1	0,1	14,0	15,0
Diospyros sericea	1	0,1	16,2	19,0
Diplotropis martiusii	1	0,1	12,7	17,0
Drypetes variabilis	1	0,1	18,8	15,0
Eriotheca globosa	1	0,1	18,1	19,0
Eschweilera grandiflora	1	0,1	11,5	8,0
Eschweilera pedicellata	1	0,1	10,8	9,0
Eugenia cupulata	1	0,1	12,4	17,0
Euterpe oleracea	1	0,1	18,7	14,5
Euxylophora paraensis	1	0,1	15,6	12,0
Fusaea longifolia	1	0,1	13,4	12,0
Guarea guidonia	1	0,1	10,8	11,0
Gwilymia paniculata	1	0,1	12,9	19,0
Himatanthus articulatus	1	0,1	10,0	18,0
Isertia longifolia	1	0,1	12,1	8,0
Leptobalanus sclerophyllus	1	0,1	11,1	13,0
Licaria rigida	1	0,1	17,8	19,0
Lueheopsis duckeana	1	0,1	12,7	17,0
Manilkara bidentata subsp. surinamensis	1	0,1	19,1	24,0

NOME CIENTÍFICO	N	%	DAP	HT
Manilkara elata	1	0,1	19,4	27,0
Matayba guianensis	1	0,1	13,1	19,0
Matayba peruviana	1	0,1	12,4	17,0
Micropholis guyanensis	1	0,1	11,9	12,0
Minquartia guianensis	1	0,1	11,1	12,0
Mouriri brachyanthera	1	0,1	17,5	15,0
Myrcia splendens	1	0,1	17,3	20,0
Ocotea longifolia	1	0,1	14,3	17,0
Oenocarpus bacaba	1	0,1	19,4	15,0
Ormosia flava	1	0,1	11,8	20,0
Ormosia nobilis	1	0,1	15,1	19,0
Parkia discolor	1	0,1	14,0	11,0
Parkia nitida	1	0,1	19,4	15,0
Paypayrola grandiflora	1	0,1	10,0	7,0
Posoqueria longiflora	1	0,1	15,6	10,0
Pouteria anomala	1	0,1	13,4	19,0
Pouteria bangii	1	0,1	10,2	11,0
Pouteria hispida	1	0,1	12,7	12,0
Pouteria sagotiana	1	0,1	10,8	13,0
Quararibea guianensis	1	0,1	10,5	16,0
Sacoglottis guianensis	1	0,1	11,5	17,0
Sloanea floribunda	1	0,1	11,3	10,0
Sloanea grandiflora	1	0,1	15,0	12,0
Sloanea terniflora	1	0,1	10,2	8,0
Swartzia laurifolia	1	0,1	11,1	19,0
Talisia longifolia	1	0,1	18,0	20,0
Theobroma speciosum	1	0,1	14,6	15,0
Trattinnickia rhoifolia	1	0,1	10,0	13,0
Xylopia cayennensis	1	0,1	18,8	20,0
Zanthoxylum rhoifolium	1	0,1	13,1	14,0
Total	1374	100,0	14,0	15,5

A distribuição dos fustes por classes de diâmetro demonstrou que a maior parte dos fustes se encontra na primeira classe e decresce nas classes seguintes, como é esperado em florestas tropicais com estrutura balanceada (Tabela abaixo e abaixo).

A distribuição dos fustes por classe de diâmetro por espécie permite verificar de que forma as espécies contribuem para estrutura de tamanho da comunidade arbórea (Tabela abaixo). Espécies muito abundantes como *Apeiba glabra* que contribui em todas as classes de diâmetro.

Tabela 6.2-16 - Número de fustes (N) com 10≥DAP>20cm e frequência (%) por classe de diâmetro encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

CLASSES DE DIÂMETRO (CM)	N	FREQUÊNCIA RELATIVA %
≥10<13	**611**	**44,5**
≥13<16	**391**	**28,5**
≥16<19	**261**	**19,0**
≥19<22	**111**	**8,1**

Figura 6.2-14 - Número de fustes com 10≥DAP>20cm por classe de diâmetro encontrado no inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

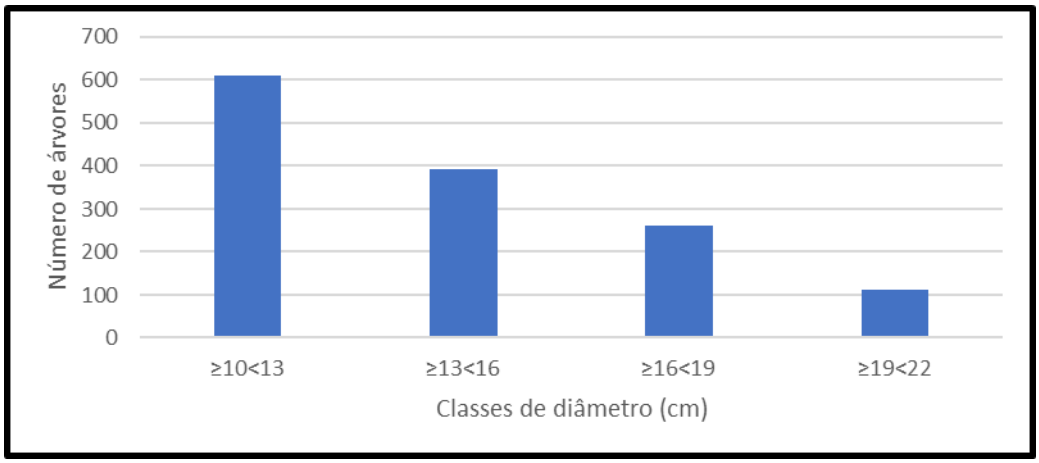


Tabela 6.2-17 - Número de fustes (N) com 10≥DAP>20cm por classe de diâmetro (cm) e por espécie encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

NOME CIENTÍFICO	10-13	13-16	16-19	19-22
Abarema jupunba	**3**	**2**	**3**	**1**
Ampelocera edentula		**1**		**1**
Amphiodon effusus	**6**	**1**		
Annona exsucca	**4**	**3**	**5**	
Annona paludosa	**2**			
Apeiba echinata	**1**	**2**	**1**	
Apeiba glabra	**33**	**32**	**21**	**13**
Apeiba tibourbou	**1**	**1**		
Aspidosperma auriculatum		**1**		
Aspidosperma desmanthum		**2**		
Banara guianensis	**2**			
Bellucia grossularioides				**1**
Bertholletia excelsa		**1**	**1**	
Bocageopsis multiflora	**1**			

NOME CIENTÍFICO	10-13	13-16	16-19	19-22
Brosimum acutifolium	2		1	
Brosimum guianense	4	1		
Byrsonima crispa	2	1		
Byrsonima densa	3	6	3	
Carapa guianensis	4	3	2	1
Caryocar glabrum	5	2	4	
Caryocar villosum		1		
Casearia arborea	1	3		
Casearia decandra	1			
Casearia pitumba		1		
Casearia ulmifolia	1			
Cecropia distachya		1		
Cecropia obtusa	9	4	7	4
Cecropia sciadophylla	2	2	1	1
Cedrela odorata				1
Chaunochiton kappleri		1		
Chimarrhis turbinata			2	
Chrysophyllum prieurii	1			
Clarisia racemosa		1		
Conceveiba guianensis		2		
Cordia exaltata	6	8	7	3
Couepia guianensis			1	
Couepia guianensis subsp. divaricata	1			
Couma macrocarpa	1			1
Couratari tenuicarpa	1			
Croton matourensis	1	4	1	
Cupania diphylla		1		
Cupania scrobiculata	2	2		
Dendrobangia boliviana	9	6	3	3
Didymopanax morototoni	5		2	
Dimorphandra macrostachya		1		
Diospyros capreifolia	1			1
Diospyros sericea			1	
Diplotropis martiusii	1			
Discophora guianensis	2	7	2	1
Drypetes variabilis			1	
Ecclinusa guianensis	1	1	1	
Eriotheca globosa			1	
Eschweilera apiculata	1	1	1	1
Eschweilera collina	22	12	5	2
Eschweilera coriacea	18	17	6	8
Eschweilera grandiflora	1			

NOME CIENTÍFICO	10-13	13-16	16-19	19-22
Eschweilera pedicellata	1			
Eugenia cupulata	1			
Eugenia patrisii	2	1		
Euterpe oleracea			1	
Euxylophora paraensis		1		
Fusaea longifolia		1		
Goupia glabra	6	7	3	1
Guapira opposita	2			
Guapira venosa	2	1		
Guarea guidonia	1			
Guatteria punctata	10	6	1	
Guatteria schomburgkiana	1	4	2	
Gwilymia paniculata	1			
Helicostylis pedunculata	2			
Helicostylis tomentosa	8	6	2	
Hevea brasiliensis	1	1	1	
Himatanthus articulatus	1			
Hymenaea courbaril	2			1
Hymenopus heteromorphus	3	2		
Inga alba	10	4	6	3
Inga auristellae	1	1		
Inga capitata	12	5	4	2
Inga edulis	1	1	1	
Inga heterophylla	2	2	1	
Inga paraensis	2	1	3	1
Inga rubiginosa	4	1	2	
Inga thibaudiana	11	2	7	
Iryanthera laevis		1	4	
Isertia longifolia	1			
Jacaranda copaia	2	1	3	
Lacistema pubescens	9	1		
Lacmellea aculeata	11	6	1	1
Lacunaria crenata	2			
Laetia procera	11	9	7	3
Lecythis pisonis	5	1	2	
Leptobalanus octandrus	1			1
Leptobalanus sclerophyllus	1			
Licania canescens		1	1	
Licaria rigida			1	
Lueheopsis duckeana	1			
Manilkara bidentata	4	1	3	
Manilkara bidentata subsp. surinamensis				1

NOME CIENTÍFICO	10-13	13-16	16-19	19-22
Manilkara elata				1
Maquira guianensis	2	1		2
Matayba guianensis		1		
Matayba peruviana	1			
Mezilaurus itauba	1			1
Miconia affinis	5	2	1	
Micropholis guyanensis	1			
Minquartia guianensis	1			
Moquilea egleri	1			1
Mouriri brachyanthera			1	
Mouriri nervosa	1	1		
Myrcia splendens			1	
Nectandra amazonum		1	2	
Nectandra cuspidata	2			
Ocotea canaliculata	1	2		
Ocotea cernua	1	3		
Ocotea guianensis	3	2	2	2
Ocotea longifolia		1		
Oenocarpus bacaba				1
Ormosia flava	1			
Ormosia nobilis		1		
Osteophloeum platyspermum	1	1	1	
Parkia discolor		1		
Parkia gigantocarpa	1			1
Parkia multijuga	1	4	1	
Parkia nitida				1
Paypayrola grandiflora	1			
Posoqueria longiflora		1		
Pourouma guianensis	6	5	5	2
Pourouma mollis	14	14	7	5
Pouteria anomala		1		
Pouteria bangii	1			
Pouteria caimito		1		1
Pouteria decorticans	4	1		1
Pouteria gongrijpii	5	1	2	
Pouteria guianensis	1	1		1
Pouteria hispida	1			
Pouteria jariensis	2		1	
Pouteria krukovii	1	2		
Pouteria opposita	1		1	
Pouteria oppositifolia	5		1	
Pouteria reticulata	2		1	

NOME CIENTÍFICO	10-13	13-16	16-19	19-22
Pouteria sagotiana	1			
Pouteria venosa	1	1	2	
Protium apiculatum	2			
Protium pallidum	12	13	7	
Protium pilosum	9			
Protium sagotianum	3			
Protium spruceanum	8	7	5	2
Protium stevensonii		2	5	2
Protium tenuifolium	6	4	4	1
Pseudolmedia macrophylla	4	1		1
Pseudopiptadenia psilostachya	1	1	1	
Pseudopiptadenia suaveolens	5	5	4	2
Pterocarpus rohrii		1	1	
Quararibea guianensis	1			
Rinorea guianensis	18	11	7	4
Rinorea racemosa	10	1	1	
Roucheria columbiana	5	4	2	
Ruizterania albiflora	2			
Sacoglottis guianensis	1			
Sapium glandulosum	1		1	
Simarouba amara	8	5	1	
Sloanea floribunda	1			
Sloanea garckeana	2	1		
Sloanea grandiflora		1		
Sloanea terniflora	1			
Sterculia pruriens	17	12	5	2
Stryphnodendron guianense	1	3	2	
Swartzia laurifolia	1			
Symphonia globulifera	10	10	7	1
Tachigali glauca	2	1	1	
Tachigali paniculata	5	2		1
Tachigali vulgaris	1	1		
Talisia longifolia			1	
Tapirira guianensis	26	18	12	7
Terminalia oxycarpa	3	1	1	
Theobroma speciosum		1		
Theobroma subincanum	14	4	8	2
Thyrsodium spruceanum	9	4	3	2
Tovomita fructipendula	8	1	1	
Trattinnickia rhoifolia	1			
Trichilia cipo	3			
Vantanea parviflora	4			

NOME CIENTÍFICO	10-13	13-16	16-19	19-22
Virola michelii	11	6	3	2
Vismia guianensis	12	4	2	
Vochysia inundata	3		1	1
Vouacapoua americana	3	2	2	
Xylopia cayennensis			1	
Xylopia frutescens		2		
Xylopia nitida	11	7	4	4
Zanthoxylum rhoifolium		1		
Zanthoxylum riedelianum		2		

Mais de 50% dos fustes registrados apresentaram altura entre 13 e 19 metros, padrão que se manteve coerente com a distribuição observada para o estrato arbóreo (tabela abaixo). A análise gráfica da distribuição de altura evidenciou ampla variação, indicando a ocorrência de indivíduos com porte elevado mesmo nas menores classes de diâmetro (**Figura abaixo**). A avaliação da distribuição dos fustes por classe de altura por espécie possibilita compreender a contribuição específica de cada táxon para a estrutura vertical da comunidade arbórea. Assim como verificado para o diâmetro, as espécies mais abundantes apresentaram ampla distribuição entre as diferentes classes de altura, refletindo sua importância na composição e estrutura da floresta.

Tabela 6.2-18 - Número de fustes (N) com 10≥DAP>20cm e frequência (%) por classe de altura encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

ALTURA	N	FREQUÊNCIA RELATIVA
1-4	**4**	**0,29**
4-7	**8**	**0,58**
7-10	**54**	**3,93**
10-13	**266**	**19,36**
13-16	**417**	**30,35**
16-19	**312**	**22,71**
19-22	**227**	**16,52**
22-25	**47**	**3,42**
25-28	**16**	**1,16**
28-31	**15**	**1,09**
>31	**8**	**0,58**

Figura 6.2-15 - Número de árvores com 10≥DAP>20cm por classe de altura encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

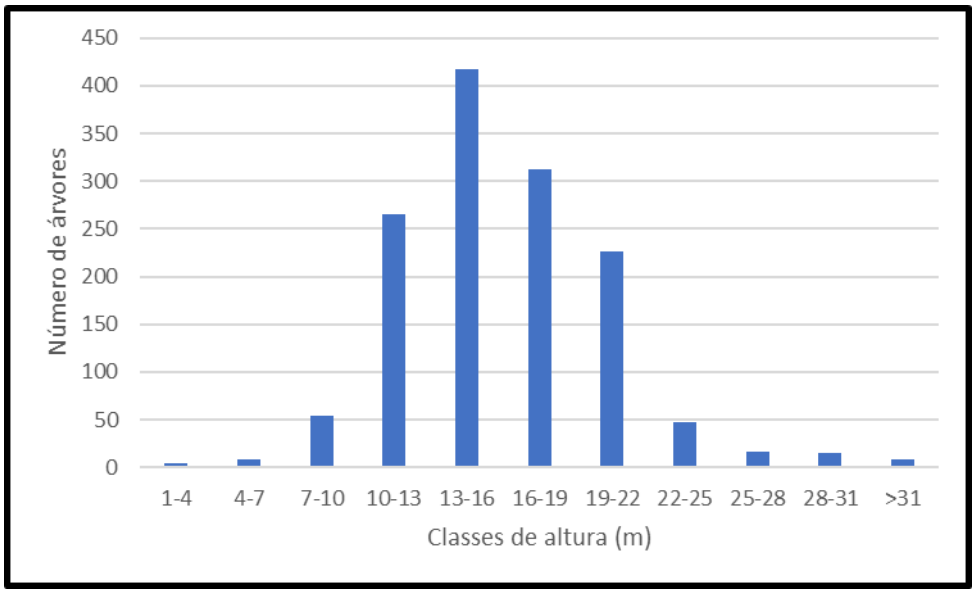


Tabela 6.2-19 - Número de fustes (N) com 10≥DAP>20cm por classe de altura em metros por espécie encontrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

NOME CIENTÍFICO	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-22	22-25	25-28	28-31	>31
Abarema jupunba				1	3	4	1				
Ampelocera edentula							2				
Amphiodon effusus				4	3						
Annona exsucca					5	3	2	1		1	
Annona paludosa					1			1			
Apeiba echinata				3		1					
Apeiba glabra		1	2	14	32	36	12	2			
Apeiba tibourbou				2							
Aspidosperma auriculatum							1				
Aspidosperma desmanthum							1	1			
Banara guianensis				1	1						
Bellucia grossularioides						1					
Bertholletia excelsa						1	1				
Bocageopsis multiflora				1							
Brosimum acutifolium				1		1	1				
Brosimum guianense				1	3		1				
Byrsonima crispa					1	1	1				
Byrsonima densa				1	5	3	2	1			
Carapa guianensis			1	1	1	4	3				

NOME CIENTÍFICO	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-22	22-25	25-28	28-31	>31
Caryocar glabrum				2	3	1	3	1	1		
Caryocar villosum					1						
Casearia arborea						1	2	1			
Casearia decandra		1									
Casearia pitumba					1						
Casearia ulmifolia				1							
Cecropia distachya						1					
Cecropia obtusa					4	8	3	2	2	4	1
Cecropia sciadophylla					2	1	1	1		1	
Cedrela odorata						1					
Chaunochiton kappleri						1					
Chimarrhis turbinata					2						
Chrysophyllum prieurii				1							
Clarisia racemosa					1						
Conceveiba guianensis				1		1					
Cordia exaltata			1	2	8	6	6		1		
Couepia guianensis							1				
Couepia guianensis subsp. divaricata					1						
Couma macrocarpa				1	1						
Couratari tenuicarpa				1							
Croton matourensis				1	3	1		1			
Cupania diphylla							1				
Cupania scrobiculata					2	2					
Dendrobangia boliviana	1		1	5	8	4	2				
Didymopanax morototoni				1	1		2	2			1
Dimorphandra macrostachya					1						
Diospyros capreifolia					1			1			
Diospyros sericea							1				
Diplotropis martiusii						1					
Discophora guianensis				2	8	1	1				
Drypetes variabilis					1						
Ecclinusa guianensis				2							1
Eriotheca globosa							1				
Eschweilera apiculata		1				2	1				
Eschweilera collina			5	12	13	5	5	1			
Eschweilera coriacea	1			11	18	12	7				
Eschweilera grandiflora			1								
Eschweilera pedicellata			1								
Eugenia cupulata						1					
Eugenia patrisii					2		1				

NOME CIENTÍFICO	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-22	22-25	25-28	28-31	>31
Euterpe oleracea					1						
Euxylophora paraensis				1							
Fusaea longifolia				1							
Goupia glabra				1	4	7	5				
Guapira opposita			1		1						
Guapira venosa				2	1						
Guarea guidonia				1							
Guatteria punctata				2	6	7	2				
Guatteria schomburgkiana					1	3	1	2			
Gwilymia paniculata							1				
Helicostylis pedunculata				1		1					
Helicostylis tomentosa				4	3	6	2		1		
Hevea brasiliensis				1		2					
Himatanthus articulatus						1					
Hymenaea courbaril						2	1				
Hymenopus heteromorphus					2	1	2				
Inga alba				4	6	3	5	4			1
Inga auristellae				1	1						
Inga capitata			2	5	3	8	5				
Inga edulis				1		1	1				
Inga heterophylla				1	3	1					
Inga paraensis					4	2	1				
Inga rubiginosa				1	1	4	1				
Inga thibaudiana			2	4	9	3	2				
Iryanthera laevis				1		1	3				
Isertia longifolia			1								
Jacaranda copaia			1		1	2		1		1	
Lacistema pubescens				4	2	2	2				
Lacmellea aculeata			4	7	7	1					
Lacunaria crenata			1	1							
Laetia procera				2	5	12	6	4		1	
Lecythis pisonis				1	5	2					
Leptobalanus octandrus				1			1				
Leptobalanus sclerophyllus					1						
Licania canescens				1		1					
Licaria rigida							1				
Lueheopsis duckeana						1					
Manilkara bidentata		1	1	1	2	1	2				
Manilkara bidentata subsp. surinamensis								1			
Manilkara elata									1		

NOME CIENTÍFICO	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-22	22-25	25-28	28-31	>31
Maquira guianensis				1		2	2				
Matayba guianensis							1				
Matayba peruviana						1					
Mezilaurus itauba						1	1				
Miconia affinis	1				2	3	2				
Micropholis guyanensis				1							
Minquartia guianensis				1							
Moquilea egleri					1		1				
Mouriri brachyanthera					1						
Mouriri nervosa				1	1						
Myrcia splendens							1				
Nectandra amazonum						1	2				
Nectandra cuspidata					2						
Ocotea canaliculata				1	2						
Ocotea cernua			1	1	2						
Ocotea guianensis						4	3		1	1	
Ocotea longifolia						1					
Oenocarpus bacaba					1						
Ormosia flava							1				
Ormosia nobilis							1				
Osteophloeum platyspermum					2		1				
Parkia discolor				1							
Parkia gigantocarpa			1								1
Parkia multijuga				1	1	2	2				
Parkia nitida					1						
Paypayrola grandiflora			1								
Posoqueria longiflora				1							
Pourouma guianensis				4	5	3	1	1	3	1	
Pourouma mollis				4	15	10	9	2			
Pouteria anomala							1				
Pouteria bangii				1							
Pouteria caimito					1	1					
Pouteria decorticans				1	5						
Pouteria gongrijpii			1	3	1	2	1				
Pouteria guianensis			1		1			1			
Pouteria hispida				1							
Pouteria jariensis			1		2						
Pouteria krukovii				1	1	1					
Pouteria opposita				1			1				
Pouteria oppositifolia				3	2		1				
Pouteria reticulata					1	1	1				

NOME CIENTÍFICO	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-22	22-25	25-28	28-31	>31
Pouteria sagotiana					1						
Pouteria venosa				1	2			1			
Protium apiculatum						1	1				
Protium pallidum			1	10	15	4	2				
Protium pilosum			5	4							
Protium sagotianum		1		1	1						
Protium spruceanum			2	2	4	11	2	1			
Protium stevensonii				1	4		3	1			
Protium tenuifolium		1		4	3	4	3				
Pseudolmedia macrophylla			1	1	3	1					
Pseudopiptadenia psilostachya			1		1	1					
Pseudopiptadenia suaveolens			1	6	2	3	3	1			
Pterocarpus rohrii					1		1				
Quararibea guianensis						1					
Rinorea guianensis			1	10	16	5	7		1		
Rinorea racemosa				8	4						
Roucheria columbiana				3	4	2	2				
Ruizterania albiflora					2						
Sacoglottis guianensis						1					
Sapium glandulosum					1	1					
Simarouba amara				2	3	4	4			1	
Sloanea floribunda				1							
Sloanea garckeana			1	2							
Sloanea grandiflora				1							
Sloanea terniflora			1								
Sterculia pruriens			1	5	14	11	4		1		
Stryphnodendron guianense		1		1	3			1			
Swartzia laurifolia							1				
Symphonia globulifera				11	10	1	5			1	
Tachigali glauca					2		1	1			
Tachigali paniculata					1	1	4		1	1	
Tachigali vulgaris					1		1				
Talisia longifolia							1				
Tapirira guianensis			2	3	11	21	19	5	2		
Terminalia oxycarpa				1	3	1					
Theobroma speciosum					1						
Theobroma subincanum				17	6	5					
Thyrsodium spruceanum				2	5	6	4	1			
Tovomita fructipendula		1	2	4	3						
Trattinnickia rhoifolia					1						
Trichilia cipo				1	2						

NOME CIENTÍFICO	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	19-22	22-25	25-28	28-31	>31
Vantanea parviflora				2	2						
Virola michelii			1	2	9	3	6	1			
Vismia guianensis			2	8	7	1					
Vochysia inundata					1	2	1		1		
Vouacapoua americana			1		4	1	1				
Xylopia cayennensis							1				
Xylopia frutescens							2				
Xylopia nitida	1				7	6	5	2		2	3
Zanthoxylum rhoifolium					1						
Zanthoxylum riedelianum				1		1					

- Estado fitossanitário e anatômico

Em relação ao estado ao fitossanitário dos fustes, 85% (1176) dos fustes estavam em bom estado, não apresentando nenhum indício de comprometimento da madeira, sem ocos, grandes fissuras, quebras importantes, parasitos, ninhos de insetos, cupim, fungos, entre outros danos (Figura abaixo). Na classe intermediário, foram registrados 7% (93) dos fustes amostrados e 8% (105) foram classificados como inferior, apresentando fuste significativamente comprometido.

As espécies com abundância de pelo mesmo 15 indivíduos, que apresentaram mais de 30% de seus fustes em estado inferior foram: *Pourouma guianensis*, *Cecropia obtusa*, *Pourouma mollis* e *Protium pallidum*. As três primeira também se apresentaram dentro destas proporções no estrato superior.

Em relação ao estado anatômico, que diz respeito, principalmente, a sua inclinação e a presença e ausência de tortuosidades e bifurcação, as espécies se distribuíram com proporções similares entre as classes bom, intermediário e inferior, como ocorreu no estrato superior (figura abaixo).

Figura 6.2-16 - Estado fitossanitário dos fustes com 10≥DAP>20cm amostrados durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

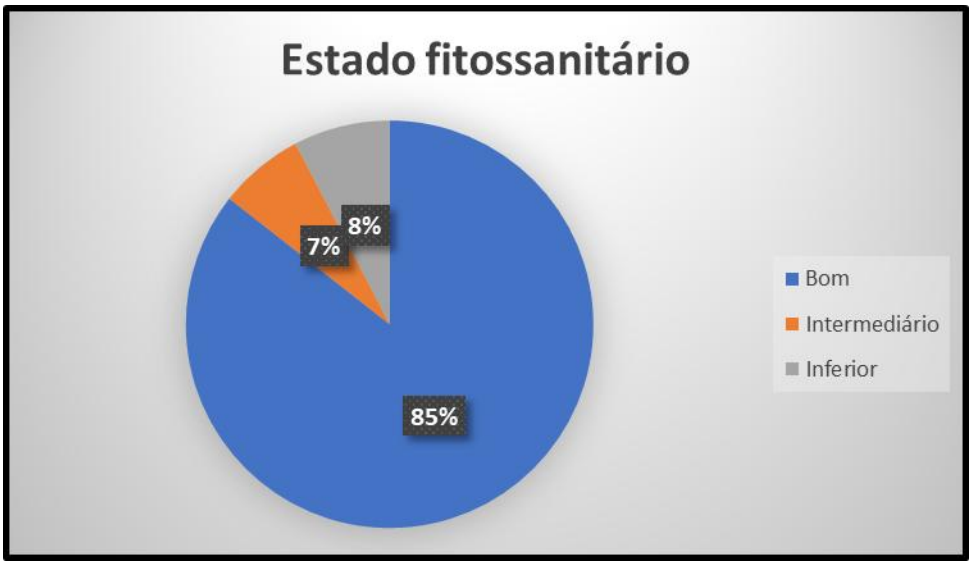
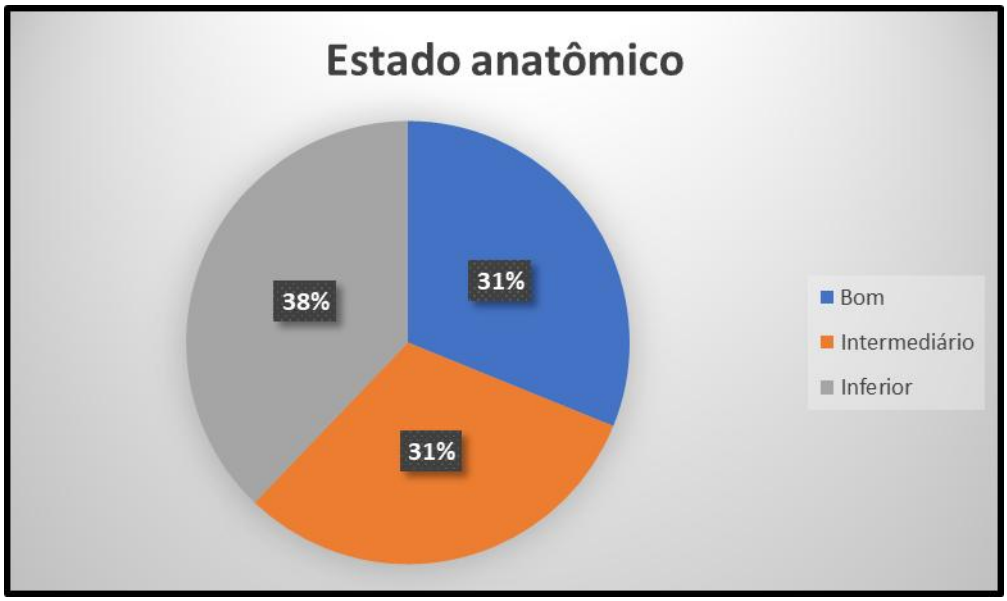


Figura 6.2-17- Estado anatômico dos fustes com 10≥DAP>20cm amostrados durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.



- Fitossociologia

A densidade foi de 508,9 árvores por hectare (Tabela - **Fitossociologia das espécies**) e foram obtidos valores de área basal total e por hectare de 22,0 m^2 e 8,15 m^2/ha, respectivamente. As espécies de maior posição fitossociológica foram aquelas com maior densidade. *Apeiba glabra* foi a espécie com maior VI seguida de *Tapirira guianensis*, *Eschweilera coriacea, Pourouma mollis, Eschweilera collina* e *Rinorea guianensis*. Apenas as duas últimas não foram tão representativas no estrato de DAP ≥ 20 cm. Assim como, três espécies com alta posição fitossociológica no estrato superior, *Didymopanax morototoni, Pseudopiptadenia suaveolens* e *Tachigali paniculata,* não se destacaram entre os regenerantes, já que a sua alta posição fitossociológica foi devido ao alto valor de DoA.

Tabela 6.2-20 - Fitossociologia das espécies com 10≥DAP>20cm encontradas durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará, em ordem de Valor de Importância. N: abundância; G: área basal; Da: densidade absoluta; Dr: densidade relativa; Fa: frequência absoluta; Fr: frequência relativa; DoA: dominância absoluta; DoR: dominância relativa; VC: valor de cobertura; VI: valor de importância e VI%: percentual do valor de importância.

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Apeiba glabra	99	1,75	36,7	7,21	32	3,38	0,65	7,96	15,16	18,54
Tapirira guianensis	63	1,05	23,3	4,59	30	3,17	0,39	4,77	9,36	12,53
Eschweilera coriacea	49	0,84	18,1	3,57	31	3,27	0,31	3,81	7,37	10,65
Pourouma mollis	40	0,68	14,8	2,91	24	2,53	0,25	3,11	6,02	8,55
Eschweilera collina	41	0,60	15,2	2,98	21	2,22	0,22	2,74	5,72	7,94
Rinorea guianensis	40	0,62	14,8	2,91	21	2,22	0,23	2,81	5,72	7,94
Sterculia pruriens	36	0,54	13,3	2,62	23	2,43	0,20	2,48	5,10	7,52
Protium pallidum	32	0,49	11,9	2,33	18	1,90	0,18	2,22	4,55	6,45
Symphonia globulifera	28	0,46	10,4	2,04	22	2,32	0,17	2,09	4,12	6,45
Laetia procera	30	0,51	11,1	2,18	15	1,58	0,19	2,33	4,51	6,09
Theobroma subincanum	28	0,44	10,4	2,04	17	1,80	0,16	2,01	4,05	5,84
Xylopia nitida	26	0,44	9,6	1,89	18	1,90	0,16	1,99	3,88	5,78
Cordia exaltata	24	0,46	8,9	1,75	18	1,90	0,17	2,08	3,82	5,72
Inga capitata	23	0,36	8,5	1,67	18	1,90	0,13	1,64	3,31	5,22
Cecropia obtusa	24	0,46	8,9	1,75	13	1,37	0,17	2,09	3,83	5,21
Inga alba	23	0,41	8,5	1,67	15	1,58	0,15	1,84	3,52	5,10
Dendrobangia boliviana	21	0,36	7,8	1,53	17	1,80	0,13	1,64	3,17	4,96
Protium spruceanum	22	0,37	8,1	1,60	15	1,58	0,14	1,67	3,27	4,85
Virola michelii	22	0,35	8,1	1,60	15	1,58	0,13	1,58	3,18	4,76
Inga thibaudiana	20	0,32	7,4	1,46	13	1,37	0,12	1,44	2,90	4,27
Pseudopiptadenia suaveolens	16	0,29	5,9	1,16	16	1,69	0,11	1,30	2,47	4,16
Lacmellea aculeata	19	0,26	7,0	1,38	15	1,58	0,10	1,17	2,55	4,14
Thyrsodium spruceanum	18	0,30	6,7	1,31	14	1,48	0,11	1,34	2,65	4,13
Pourouma guianensis	18	0,33	6,7	1,31	11	1,16	0,12	1,48	2,79	3,95
Protium tenuifolium	15	0,25	5,6	1,09	14	1,48	0,09	1,14	2,24	3,71
Goupia glabra	17	0,26	6,3	1,24	10	1,06	0,10	1,19	2,43	3,48
Guatteria punctata	17	0,21	6,3	1,24	12	1,27	0,08	0,96	2,20	3,47
Helicostylis tomentosa	16	0,22	5,9	1,16	12	1,27	0,08	1,01	2,18	3,44
Discophora guianensis	12	0,20	4,4	0,87	11	1,16	0,08	0,93	1,80	2,96
Simarouba amara	14	0,19	5,2	1,02	10	1,06	0,07	0,87	1,88	2,94
Vismia guianensis	18	0,22	6,7	1,31	3	0,32	0,08	1,00	2,31	2,63
Byrsonima densa	12	0,20	4,4	0,87	7	0,74	0,07	0,92	1,79	2,53
Rinorea racemosa	12	0,13	4,4	0,87	10	1,06	0,05	0,60	1,47	2,53
Annona exsucca	12	0,22	4,4	0,87	6	0,63	0,08	1,01	1,89	2,52
Protium stevensonii	9	0,21	3,3	0,66	8	0,84	0,08	0,95	1,61	2,45
Caryocar glabrum	11	0,17	4,1	0,80	8	0,84	0,06	0,78	1,58	2,43
Roucheria columbiana	11	0,15	4,1	0,80	7	0,74	0,05	0,67	1,47	2,21

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Carapa guianensis	10	0,16	3,7	0,73	7	0,74	0,06	0,73	1,46	2,20
Ocotea guianensis	9	0,17	3,3	0,66	6	0,63	0,06	0,77	1,42	2,06
Tovomita fructipendula	10	0,13	3,7	0,73	7	0,74	0,05	0,57	1,30	2,04
Manilkara bidentata	8	0,13	3,0	0,58	8	0,84	0,05	0,59	1,17	2,02
Miconia affinis	8	0,10	3,0	0,58	8	0,84	0,04	0,47	1,05	1,89
Inga paraensis	7	0,13	2,6	0,51	7	0,74	0,05	0,61	1,12	1,86
Abarema jupunba	9	0,17	3,3	0,66	4	0,42	0,06	0,78	1,43	1,86
Pouteria gongrijpii	8	0,11	3,0	0,58	7	0,74	0,04	0,52	1,10	1,84
Tachigali paniculata	8	0,11	3,0	0,58	7	0,74	0,04	0,49	1,07	1,81
Protium pilosum	9	0,09	3,3	0,66	7	0,74	0,03	0,42	1,07	1,81
Vouacapoua americana	7	0,12	2,6	0,51	7	0,74	0,04	0,52	1,03	1,77
Lacistema pubescens	10	0,11	3,7	0,73	5	0,53	0,04	0,52	1,24	1,77
Guatteria schomburgkiana	7	0,12	2,6	0,51	6	0,63	0,05	0,56	1,07	1,70
Lecythis pisonis	8	0,11	3,0	0,58	5	0,53	0,04	0,49	1,08	1,61
Jacaranda copaia	6	0,12	2,2	0,44	6	0,63	0,04	0,52	0,96	1,59
Didymopanax morototoni	7	0,10	2,6	0,51	6	0,63	0,04	0,44	0,94	1,58
Parkia multijuga	6	0,10	2,2	0,44	6	0,63	0,04	0,46	0,90	1,53
Pseudolmedia macrophylla	6	0,09	2,2	0,44	6	0,63	0,03	0,40	0,83	1,47
Cecropia sciadophylla	6	0,11	2,2	0,44	5	0,53	0,04	0,48	0,92	1,44
Iryanthera laevis	5	0,11	1,9	0,36	5	0,53	0,04	0,52	0,88	1,41
Pouteria oppositifolia	6	0,07	2,2	0,44	6	0,63	0,03	0,32	0,76	1,39
Inga rubiginosa	7	0,10	2,6	0,51	4	0,42	0,04	0,45	0,96	1,39
Stryphnodendron guianense	6	0,11	2,2	0,44	4	0,42	0,04	0,51	0,95	1,37
Vochysia inundata	5	0,08	1,9	0,36	5	0,53	0,03	0,36	0,72	1,25
Pouteria decorticans	6	0,08	2,2	0,44	4	0,42	0,03	0,38	0,82	1,24
Inga heterophylla	5	0,07	1,9	0,36	5	0,53	0,03	0,33	0,69	1,22
Terminalia oxycarpa	5	0,07	1,9	0,36	5	0,53	0,03	0,32	0,68	1,21
Croton matourensis	6	0,10	2,2	0,44	3	0,32	0,04	0,45	0,88	1,20
Hymenopus heteromorphus	5	0,06	1,9	0,36	5	0,53	0,02	0,28	0,65	1,17
Maquira guianensis	5	0,09	1,9	0,36	3	0,32	0,03	0,42	0,78	1,10
Amphiodon effusus	7	0,08	2,6	0,51	2	0,21	0,03	0,34	0,85	1,06
Brosimum guianense	5	0,06	1,9	0,36	4	0,42	0,02	0,27	0,64	1,06
Pouteria venosa	4	0,07	1,5	0,29	4	0,42	0,03	0,31	0,60	1,03
Casearia arborea	4	0,06	1,5	0,29	4	0,42	0,02	0,27	0,56	0,98
Ocotea cernua	4	0,06	1,5	0,29	4	0,42	0,02	0,25	0,54	0,96
Eschweilera apiculata	4	0,08	1,5	0,29	3	0,32	0,03	0,34	0,63	0,95
Cupania scrobiculata	4	0,05	1,5	0,29	4	0,42	0,02	0,23	0,52	0,94
Apeiba echinata	4	0,07	1,5	0,29	3	0,32	0,03	0,31	0,60	0,92
Tachigali glauca	4	0,06	1,5	0,29	3	0,32	0,02	0,28	0,57	0,89
Nectandra amazonum	3	0,07	1,1	0,22	3	0,32	0,03	0,31	0,53	0,85
Vantanea parviflora	4	0,04	1,5	0,29	3	0,32	0,02	0,19	0,48	0,79

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Inga edulis	3	0,05	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,24	0,45	0,77
Hymenaea courbaril	3	0,05	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,23	0,44	0,76
Osteophloeum platyspermum	3	0,05	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,22	0,44	0,76
Ecclinusa guianensis	3	0,05	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,22	0,44	0,76
Pseudopiptadenia psilostachya	3	0,05	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,21	0,43	0,75
Pouteria reticulata	3	0,05	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,21	0,43	0,75
Ocotea canaliculata	3	0,05	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,21	0,43	0,74
Pouteria krukovii	3	0,04	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,20	0,41	0,73
Brosimum acutifolium	3	0,04	1,1	0,22	3	0,32	0,02	0,18	0,40	0,72
Pouteria jariensis	3	0,04	1,1	0,22	3	0,32	0,01	0,18	0,40	0,72
Byrsonima crispa	3	0,04	1,1	0,22	3	0,32	0,01	0,18	0,40	0,72
Guapira venosa	3	0,04	1,1	0,22	3	0,32	0,01	0,16	0,38	0,70
Eugenia patrisii	3	0,03	1,1	0,22	3	0,32	0,01	0,16	0,38	0,69
Pouteria guianensis	3	0,05	1,1	0,22	2	0,21	0,02	0,25	0,46	0,68
Trichilia cipo	3	0,03	1,1	0,22	3	0,32	0,01	0,14	0,35	0,67
Protium sagotianum	3	0,03	1,1	0,22	3	0,32	0,01	0,13	0,35	0,67
Chimarrhis turbinata	2	0,05	0,7	0,15	2	0,21	0,02	0,24	0,39	0,60
Sloanea garckeana	3	0,04	1,1	0,22	2	0,21	0,01	0,17	0,39	0,60
Ampelocera edentula	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,02	0,20	0,35	0,56
Pouteria caimito	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,02	0,20	0,35	0,56
Mezilaurus itauba	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,02	0,20	0,34	0,55
Hevea brasiliensis	3	0,05	1,1	0,22	1	0,11	0,02	0,23	0,45	0,55
Leptobalanus octandrus	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,02	0,19	0,33	0,54
Diospyros capreifolia	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,02	0,18	0,33	0,54
Parkia gigantocarpa	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,18	0,33	0,54
Licania canescens	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,18	0,32	0,53
Couma macrocarpa	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,18	0,32	0,53
Conceveiba guianensis	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,17	0,32	0,53
Moquilea egleri	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,17	0,32	0,53
Zanthoxylum riedelianum	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,17	0,32	0,53
Pouteria opposita	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,16	0,31	0,52
Pterocarpus rohrii	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,16	0,31	0,52
Aspidosperma desmanthum	2	0,04	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,16	0,31	0,52
Sapium glandulosum	2	0,03	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,16	0,30	0,51
Mouriri nervosa	2	0,03	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,13	0,28	0,49
Inga auristellae	2	0,03	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,12	0,27	0,48
Lacunaria crenata	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,10	0,24	0,45
Protium apiculatum	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,09	0,24	0,45
Annona paludosa	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,09	0,23	0,44
Bertholletia excelsa	2	0,04	0,7	0,15	1	0,11	0,02	0,19	0,34	0,44
Ruizterania albiflora	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,08	0,23	0,44

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Nectandra cuspidata	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,08	0,23	0,44
Banara guianensis	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,08	0,23	0,44
Helicostylis pedunculata	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,08	0,22	0,43
Guapira opposita	2	0,02	0,7	0,15	2	0,21	0,01	0,07	0,22	0,43
Xylopia frutescens	2	0,03	0,7	0,15	1	0,11	0,01	0,14	0,29	0,39
Tachigali vulgaris	2	0,03	0,7	0,15	1	0,11	0,01	0,13	0,27	0,38
Apeiba tibourbou	2	0,02	0,7	0,15	1	0,11	0,01	0,11	0,26	0,36
Bellucia grossularioides	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,21	0,31
Cedrela odorata	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,21	0,31
Manilkara elata	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,21	0,31
Oenocarpus bacaba	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,21	0,31
Parkia nitida	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,21	0,31
Manilkara bidentata subsp. surinamensis	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,20	0,31
Drypetes variabilis	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,20	0,30
Xylopia cayennensis	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,20	0,30
Euterpe oleracea	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,13	0,20	0,30
Eriotheca globosa	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,12	0,19	0,30
Talisia longifolia	1	0,03	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,12	0,19	0,29
Couepia guianensis	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,11	0,19	0,29
Licaria rigida	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,11	0,19	0,29
Mouriri brachyanthera	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,11	0,18	0,29
Myrcia splendens	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,11	0,18	0,29
Diospyros sericea	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,09	0,17	0,27
Cecropia distachya	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,09	0,16	0,27
Chaunochiton kappleri	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,09	0,16	0,27
Euxylophora paraensis	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,09	0,16	0,27
Posoqueria longiflora	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,09	0,16	0,27
Ormosia nobilis	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,08	0,15	0,26
Clarisia racemosa	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,08	0,15	0,26
Sloanea grandiflora	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,08	0,15	0,26
Theobroma speciosum	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,08	0,15	0,25
Ocotea longifolia	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,07	0,15	0,25
Cupania diphylla	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,07	0,14	0,25
Dimorphandra macrostachya	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,07	0,14	0,25
Parkia discolor	1	0,02	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,07	0,14	0,25
Caryocar villosum	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,06	0,14	0,24
Fusaea longifolia	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,06	0,14	0,24
Pouteria anomala	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,01	0,06	0,14	0,24
Aspidosperma auriculatum	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24
Casearia pitumba	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24
Matayba guianensis	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24

ESPÉCIES	N	G	DA	DR	FA	FR	DOA	DOR	VC	VI
Zanthoxylum rhoifolium	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24
Gwilymia paniculata	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24
Diplotropis martiusii	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24
Lueheopsis duckeana	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24
Pouteria hispida	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,24
Eugenia cupulata	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,23
Matayba peruviana	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,06	0,13	0,23
Isertia longifolia	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,13	0,23
Micropholis guyanensis	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,12	0,23
Chrysophyllum prieurii	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,12	0,23
Ormosia flava	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,12	0,23
Casearia ulmifolia	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,12	0,23
Eschweilera grandiflora	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,12	0,23
Sacoglottis guianensis	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,12	0,23
Sloanea floribunda	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,05	0,12	0,22
Couratari tenuicarpa	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,12	0,22
Leptobalanus sclerophyllus	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,12	0,22
Minquartia guianensis	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,12	0,22
Swartzia laurifolia	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,12	0,22
Eschweilera pedicellata	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Guarea guidonia	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Pouteria sagotiana	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Quararibea guianensis	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Bocageopsis multiflora	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Casearia decandra	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Pouteria bangii	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Sloanea terniflora	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,22
Couepia guianensis subsp. divaricata	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,21
Himatanthus articulatus	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,21
Paypayrola grandiflora	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,21
Trattinnickia rhoifolia	1	0,01	0,4	0,07	1	0,11	0,00	0,04	0,11	0,21
Total Geral	1374	22,00	508,9	100,00	947	100,00	8,15	100,00	200,00	300,00

- Volume e área basal

A área basal e o volume por hectare obtidos na amostragem foram de 8,15 m^2/ha e 91,66 m^3/ha, respectivamente (Tabela abaixo). *Apeiba glabra* foi a espécie de maior volume seguida de a segunda de *Tapirira guianensis*, *Eschweilera coriacea*, *Pourouma mollis*, *Cecropia obtusa* e *Xylopia nitida*.

Tabela 6.2-21 - Área basal (Gm2) e volume total (Vm3) por hectare encontrados por espécie com 10≥DAP>20cm durante o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará., apresentado em ordem decrescente de volume.

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Apeiba glabra	**1,75**	**0,65**	**19,04**	**7,05**
Tapirira guianensis	**1,05**	**0,39**	**13,51**	**5,01**
Eschweilera coriacea	**0,84**	**0,31**	**8,62**	**3,19**
Pourouma mollis	**0,68**	**0,25**	**7,82**	**2,90**
Cecropia obtusa	**0,46**	**0,17**	**7,16**	**2,65**
Xylopia nitida	**0,44**	**0,16**	**6,70**	**2,48**
Rinorea guianensis	**0,62**	**0,23**	**6,55**	**2,43**
Laetia procera	**0,51**	**0,19**	**6,49**	**2,40**
Eschweilera collina	**0,60**	**0,22**	**6,10**	**2,26**
Sterculia pruriens	**0,54**	**0,20**	**5,90**	**2,19**
Cordia exaltata	**0,46**	**0,17**	**5,13**	**1,90**
Inga alba	**0,41**	**0,15**	**5,04**	**1,87**
Symphonia globulifera	**0,46**	**0,17**	**5,00**	**1,85**
Protium pallidum	**0,49**	**0,18**	**4,81**	**1,78**
Pourouma guianensis	**0,33**	**0,12**	**4,13**	**1,53**
Protium spruceanum	**0,37**	**0,14**	**4,08**	**1,51**
Virola michelii	**0,35**	**0,13**	**4,03**	**1,49**
Inga capitata	**0,36**	**0,13**	**3,95**	**1,46**
Theobroma subincanum	**0,44**	**0,16**	**3,93**	**1,45**
Dendrobangia boliviana	**0,36**	**0,13**	**3,55**	**1,32**
Thyrsodium spruceanum	**0,30**	**0,11**	**3,43**	**1,27**
Inga thibaudiana	**0,32**	**0,12**	**3,10**	**1,15**
Pseudopiptadenia suaveolens	**0,29**	**0,11**	**3,04**	**1,13**
Goupia glabra	**0,26**	**0,10**	**3,00**	**1,11**
Annona exsucca	**0,22**	**0,08**	**2,83**	**1,05**
Protium tenuifolium	**0,25**	**0,09**	**2,60**	**0,96**
Ocotea guianensis	**0,17**	**0,06**	**2,55**	**0,94**
Helicostylis tomentosa	**0,22**	**0,08**	**2,55**	**0,94**
Guatteria punctata	**0,21**	**0,08**	**2,46**	**0,91**
Simarouba amara	**0,19**	**0,07**	**2,42**	**0,89**
Protium stevensonii	**0,21**	**0,08**	**2,41**	**0,89**

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Byrsonima densa	**0,20**	**0,07**	**2,25**	**0,83**
Caryocar glabrum	**0,17**	**0,06**	**2,16**	**0,80**
Lacmellea aculeata	**0,26**	**0,10**	**2,13**	**0,79**
Discophora guianensis	**0,20**	**0,08**	**1,99**	**0,74**
Carapa guianensis	**0,16**	**0,06**	**1,89**	**0,70**
Vismia guianensis	**0,22**	**0,08**	**1,85**	**0,69**
Abarema jupunba	**0,17**	**0,06**	**1,79**	**0,66**
Didymopanax morototoni	**0,10**	**0,04**	**1,71**	**0,64**
Tachigali paniculata	**0,11**	**0,04**	**1,71**	**0,63**
Guatteria schomburgkiana	**0,12**	**0,05**	**1,70**	**0,63**
Cecropia sciadophylla	**0,11**	**0,04**	**1,59**	**0,59**
Roucheria columbiana	**0,15**	**0,05**	**1,58**	**0,58**
Jacaranda copaia	**0,12**	**0,04**	**1,51**	**0,56**
Inga paraensis	**0,13**	**0,05**	**1,45**	**0,54**
Iryanthera laevis	**0,11**	**0,04**	**1,35**	**0,50**
Manilkara bidentata	**0,13**	**0,05**	**1,29**	**0,48**
Lacistema pubescens	**0,11**	**0,04**	**1,19**	**0,44**
Miconia affinis	**0,10**	**0,04**	**1,18**	**0,44**
Inga rubiginosa	**0,10**	**0,04**	**1,18**	**0,44**
Vouacapoua americana	**0,12**	**0,04**	**1,17**	**0,43**
Parkia multijuga	**0,10**	**0,04**	**1,16**	**0,43**
Vochysia inundata	**0,08**	**0,03**	**1,16**	**0,43**
Pouteria gongrijpii	**0,11**	**0,04**	**1,14**	**0,42**
Rinorea racemosa	**0,13**	**0,05**	**1,12**	**0,41**
Maquira guianensis	**0,09**	**0,03**	**1,11**	**0,41**
Lecythis pisonis	**0,11**	**0,04**	**1,08**	**0,40**
Croton matourensis	**0,10**	**0,04**	**1,02**	**0,38**
Stryphnodendron guianense	**0,11**	**0,04**	**0,97**	**0,36**
Tovomita fructipendula	**0,13**	**0,05**	**0,92**	**0,34**
Ecclinusa guianensis	**0,05**	**0,02**	**0,86**	**0,32**
Nectandra amazonum	**0,07**	**0,03**	**0,86**	**0,32**
Tachigali glauca	**0,06**	**0,02**	**0,84**	**0,31**
Casearia arborea	**0,06**	**0,02**	**0,84**	**0,31**
Eschweilera apiculata	**0,08**	**0,03**	**0,80**	**0,29**
Pouteria decorticans	**0,08**	**0,03**	**0,78**	**0,29**
Pouteria venosa	**0,07**	**0,03**	**0,77**	**0,29**
Hymenopus heteromorphus	**0,06**	**0,02**	**0,76**	**0,28**
Pseudolmedia macrophylla	**0,09**	**0,03**	**0,76**	**0,28**
Pouteria oppositifolia	**0,07**	**0,03**	**0,72**	**0,27**
Inga heterophylla	**0,07**	**0,03**	**0,71**	**0,26**
Parkia gigantocarpa	**0,04**	**0,01**	**0,69**	**0,26**
Terminalia oxycarpa	**0,07**	**0,03**	**0,67**	**0,25**

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Amphiodon effusus	**0,08**	**0,03**	**0,66**	**0,25**
Pouteria guianensis	**0,05**	**0,02**	**0,65**	**0,24**
Apeiba echinata	**0,07**	**0,03**	**0,64**	**0,24**
Hymenaea courbaril	**0,05**	**0,02**	**0,62**	**0,23**
Protium pilosum	**0,09**	**0,03**	**0,61**	**0,23**
Inga edulis	**0,05**	**0,02**	**0,60**	**0,22**
Ampelocera edentula	**0,04**	**0,02**	**0,60**	**0,22**
Brosimum guianense	**0,06**	**0,02**	**0,60**	**0,22**
Hevea brasiliensis	**0,05**	**0,02**	**0,56**	**0,21**
Osteophloeum platyspermum	**0,05**	**0,02**	**0,56**	**0,21**
Aspidosperma desmanthum	**0,04**	**0,01**	**0,56**	**0,21**
Diospyros capreifolia	**0,04**	**0,02**	**0,55**	**0,21**
Manilkara elata	**0,03**	**0,01**	**0,55**	**0,20**
Cupania scrobiculata	**0,05**	**0,02**	**0,55**	**0,20**
Mezilaurus itauba	**0,04**	**0,02**	**0,54**	**0,20**
Bertholletia excelsa	**0,04**	**0,02**	**0,53**	**0,20**
Pouteria reticulata	**0,05**	**0,02**	**0,52**	**0,19**
Brosimum acutifolium	**0,04**	**0,02**	**0,50**	**0,19**
Byrsonima crispa	**0,04**	**0,01**	**0,49**	**0,18**
Pouteria caimito	**0,04**	**0,02**	**0,48**	**0,18**
Xylopia frutescens	**0,03**	**0,01**	**0,48**	**0,18**
Manilkara bidentata subsp. surinamensis	**0,03**	**0,01**	**0,47**	**0,17**
Ocotea cernua	**0,06**	**0,02**	**0,46**	**0,17**
Moquilea egleri	**0,04**	**0,01**	**0,45**	**0,17**
Chimarrhis turbinata	**0,05**	**0,02**	**0,45**	**0,17**
Leptobalanus octandrus	**0,04**	**0,02**	**0,45**	**0,17**
Pterocarpus rohrii	**0,04**	**0,01**	**0,45**	**0,17**
Pouteria krukovii	**0,04**	**0,02**	**0,43**	**0,16**
Pouteria opposita	**0,04**	**0,01**	**0,43**	**0,16**
Eugenia patrisii	**0,03**	**0,01**	**0,41**	**0,15**
Pseudopiptadenia psilostachya	**0,05**	**0,02**	**0,41**	**0,15**
Ocotea canaliculata	**0,05**	**0,02**	**0,40**	**0,15**
Sapium glandulosum	**0,03**	**0,01**	**0,39**	**0,15**
Conceveiba guianensis	**0,04**	**0,01**	**0,38**	**0,14**
Xylopia cayennensis	**0,03**	**0,01**	**0,37**	**0,14**
Zanthoxylum riedelianum	**0,04**	**0,01**	**0,36**	**0,13**
Vantanea parviflora	**0,04**	**0,02**	**0,35**	**0,13**
Licania canescens	**0,04**	**0,01**	**0,35**	**0,13**
Tachigali vulgaris	**0,03**	**0,01**	**0,35**	**0,13**
Bellucia grossularioides	**0,03**	**0,01**	**0,34**	**0,13**
Talisia longifolia	**0,03**	**0,01**	**0,34**	**0,13**
Pouteria jariensis	**0,04**	**0,01**	**0,34**	**0,12**

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Eriotheca globosa	**0,03**	**0,01**	**0,33**	**0,12**
Cedrela odorata	**0,03**	**0,01**	**0,32**	**0,12**
Myrcia splendens	**0,02**	**0,01**	**0,32**	**0,12**
Couepia guianensis	**0,02**	**0,01**	**0,32**	**0,12**
Licaria rigida	**0,02**	**0,01**	**0,32**	**0,12**
Annona paludosa	**0,02**	**0,01**	**0,29**	**0,11**
Trichilia cipo	**0,03**	**0,01**	**0,28**	**0,11**
Guapira venosa	**0,04**	**0,01**	**0,28**	**0,11**
Oenocarpus bacaba	**0,03**	**0,01**	**0,28**	**0,10**
Parkia nitida	**0,03**	**0,01**	**0,28**	**0,10**
Protium apiculatum	**0,02**	**0,01**	**0,28**	**0,10**
Sloanea garckeana	**0,04**	**0,01**	**0,27**	**0,10**
Diospyros sericea	**0,02**	**0,01**	**0,27**	**0,10**
Couma macrocarpa	**0,04**	**0,01**	**0,26**	**0,10**
Drypetes variabilis	**0,03**	**0,01**	**0,26**	**0,10**
Mouriri nervosa	**0,03**	**0,01**	**0,26**	**0,09**
Euterpe oleracea	**0,03**	**0,01**	**0,25**	**0,09**
Ormosia nobilis	**0,02**	**0,01**	**0,24**	**0,09**
Mouriri brachyanthera	**0,02**	**0,01**	**0,23**	**0,09**
Cecropia distachya	**0,02**	**0,01**	**0,22**	**0,08**
Protium sagotianum	**0,03**	**0,01**	**0,21**	**0,08**
Cupania diphylla	**0,02**	**0,01**	**0,21**	**0,08**
Aspidosperma auriculatum	**0,01**	**0,00**	**0,21**	**0,08**
Inga auristellae	**0,03**	**0,01**	**0,21**	**0,08**
Chaunochiton kappleri	**0,02**	**0,01**	**0,21**	**0,08**
Apeiba tibourbou	**0,02**	**0,01**	**0,20**	**0,08**
Pouteria anomala	**0,01**	**0,01**	**0,19**	**0,07**
Ocotea longifolia	**0,02**	**0,01**	**0,19**	**0,07**
Nectandra cuspidata	**0,02**	**0,01**	**0,19**	**0,07**
Ruizterania albiflora	**0,02**	**0,01**	**0,19**	**0,07**
Matayba guianensis	**0,01**	**0,00**	**0,19**	**0,07**
Gwilymia paniculata	**0,01**	**0,00**	**0,18**	**0,07**
Helicostylis pedunculata	**0,02**	**0,01**	**0,18**	**0,07**
Clarisia racemosa	**0,02**	**0,01**	**0,18**	**0,07**
Theobroma speciosum	**0,02**	**0,01**	**0,17**	**0,06**
Ormosia flava	**0,01**	**0,00**	**0,17**	**0,06**
Banara guianensis	**0,02**	**0,01**	**0,16**	**0,06**
Dimorphandra macrostachya	**0,02**	**0,01**	**0,16**	**0,06**
Diplotropis martiusii	**0,01**	**0,00**	**0,16**	**0,06**
Lueheopsis duckeana	**0,01**	**0,00**	**0,16**	**0,06**
Lacunaria crenata	**0,02**	**0,01**	**0,15**	**0,06**
Eugenia cupulata	**0,01**	**0,00**	**0,15**	**0,06**

ESPÉCIE	G (M^2)	G/HA	V(M^3)	V/HA
Matayba peruviana	**0,01**	**0,00**	**0,15**	**0,06**
Euxylophora paraensis	**0,02**	**0,01**	**0,15**	**0,05**
Swartzia laurifolia	**0,01**	**0,00**	**0,14**	**0,05**
Casearia pitumba	**0,01**	**0,00**	**0,14**	**0,05**
Sloanea grandiflora	**0,02**	**0,01**	**0,14**	**0,05**
Caryocar villosum	**0,01**	**0,01**	**0,14**	**0,05**
Guapira opposita	**0,02**	**0,01**	**0,13**	**0,05**
Sacoglottis guianensis	**0,01**	**0,00**	**0,13**	**0,05**
Zanthoxylum rhoifolium	**0,01**	**0,00**	**0,13**	**0,05**
Posoqueria longiflora	**0,02**	**0,01**	**0,12**	**0,04**
Fusaea longifolia	**0,01**	**0,01**	**0,11**	**0,04**
Himatanthus articulatus	**0,01**	**0,00**	**0,11**	**0,04**
Parkia discolor	**0,02**	**0,01**	**0,11**	**0,04**
Quararibea guianensis	**0,01**	**0,00**	**0,11**	**0,04**
Pouteria hispida	**0,01**	**0,00**	**0,10**	**0,04**
Micropholis guyanensis	**0,01**	**0,00**	**0,09**	**0,03**
Leptobalanus sclerophyllus	**0,01**	**0,00**	**0,09**	**0,03**
Casearia ulmifolia	**0,01**	**0,00**	**0,09**	**0,03**
Pouteria sagotiana	**0,01**	**0,00**	**0,09**	**0,03**
Couepia guianensis subsp. divaricata	**0,01**	**0,00**	**0,08**	**0,03**
Minquartia guianensis	**0,01**	**0,00**	**0,08**	**0,03**
Chrysophyllum prieurii	**0,01**	**0,00**	**0,08**	**0,03**
Trattinnickia rhoifolia	**0,01**	**0,00**	**0,08**	**0,03**
Couratari tenuicarpa	**0,01**	**0,00**	**0,08**	**0,03**
Guarea guidonia	**0,01**	**0,00**	**0,07**	**0,03**
Bocageopsis multiflora	**0,01**	**0,00**	**0,07**	**0,03**
Sloanea floribunda	**0,01**	**0,00**	**0,07**	**0,03**
Pouteria bangii	**0,01**	**0,00**	**0,06**	**0,02**
Isertia longifolia	**0,01**	**0,00**	**0,06**	**0,02**
Eschweilera pedicellata	**0,01**	**0,00**	**0,06**	**0,02**
Eschweilera grandiflora	**0,01**	**0,00**	**0,05**	**0,02**
Sloanea terniflora	**0,01**	**0,00**	**0,04**	**0,02**
Paypayrola grandiflora	**0,01**	**0,00**	**0,04**	**0,01**
Casearia decandra	**0,01**	**0,00**	**0,02**	**0,01**
Total Geral	**22,00**	**8,15**	**247,47**	**91,66**

- Diversidade

Foram encontradas 191 espécies e 1374 indivíduos na amostragem do estrato de 10≥DAP>20cm (Tabela abaixo). A diversidade de Shannon foi de 4,48, influenciada pela alta riqueza, baixa Dominância e altos valores de Similaridade de Simpson e Equitabilidade,

demonstrando boa distribuição do número de indivíduos pelo número de espécies. Os resultados são muito similares aos encontrados no estrato superior.

Tabela 6.2-22 - Índices de diversidade calculados para árvores com 10≥DAP>20 cm para o inventário florestal realizado na área do projeto da CTR Metropolitana, Acará, Pará.

ÍNDICES DE DIVERSIDADE	VALOR
Táxons	**191**
Indivíduos	**1374**
Dominância (D)	**0,02**
Simpson (1-D)	**0,98**
Diversidade de Shannon (H')	**4,48**
Equitabilidade (J)	**0,85**

- Caminhamento
- Caminhamento 1 (C1)

A área é caracterizada pela presença de espécies relacionadas à fruticultura, como *Citrus* spp., além de um pomar composto por diversas espécies típicas de quintais agroflorestais da região, incluindo *Euterpe oleracea*, *Anacardium occidentale* e *Theobroma grandiflorum* (Figura abaixo). Na porção posterior do terreno, observa-se a presença de uma pequena capoeira, composta por indivíduos nativos em processo de regeneração natural, destacando-se as espécies *Cecropia distachya* e *Banara guianensis* (Figura abaixo).

Figura 6.2-18 - Área de pomar no ponto Caminhamento 01 registrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Figura 6.2-19 - Área de capoeira com espécies nativas no fundo do terreno no ponto Caminhamento 01 registrado durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.



- Caminhamento 02 e 03 (C02 e C03)

Entre os C02 e C03, foi observada a formação de manchas de vegetação em estágio inicial de regeneração (capoeira). São áreas onde havia manejo e atualmente encontram-se abandonadas. Dessa forma, ocorre neste trecho a regeneração de vegetação nativa, com a presença de espécies pioneiras em abundância e algumas espécies típicas de estágios intermediários em diferentes níveis de crescimento, formando um dossel que varia entre 10 e 15 metros de altura (Figura abaixo).

Figura 6.2-20 - Áreas entre o C02 e C03, em processo de regeneração, com ocorrência de espécies pioneira e intermediárias registradas durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.



- Caminhamento 04 (C04)

Nessa área foi observado um plantio no Sistema Agroflorestal (SAF), onde estão presentes espécies típicas desses sistemas na região tais como *Euterpe oleracea*, *Carapa guianensis* e *Bertholletia excelsa*. Foi observada a presença de diferentes espécies nativas da região entre os regenerantes, ocupando as camadas intermediárias do sub-bosque (Figura abaixo).

Figura 6.2-21 - Sistema Agroflorestal registrado no C04 durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.





- Caminhamento 05 (C05)

A área em questão apresenta benfeitorias e está rodeada por pomares compostos por grande densidade de espécies cultivadas, incluindo *Euterpe oleracea*, *Theobroma grandiflorum, Mangifera indica, Artocarpus heterophyllus e Inga edulis*, comumente associadas a sistemas agroflorestais tradicionais. Além das espécies frutíferas, foram identificados indivíduos arbóreos nativos de maior porte, como *Virola surinamensis*, espécie indicadora de ambientes úmidos, frequentemente encontrada em áreas alagáveis ou associadas a igapós, o que sugere a proximidade de zonas sujeitas à influência hídrica periódica (figuras abaixos).

Figura 6.2-22 - Benfeitoria com pomar ao redor registrado no C05 durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.



Figura 6.2-23- Área alagada registrada no C05 durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.



- Caminhamento 06 (C06)

Área sem cobertura vegetal na maior parte de sua porção central, apenas indivíduos arbóreos compondo as bordas do terreno. Dentre as espécies observadas, destaca se a predominância de *Euterpe oleracea*, bem como de outras espécies típicas de pomares como *Anacardium ocidentales* e *Psidium guajava*. Foi constatada, também, a presença de alguns indivíduos arbóreos nativos comuns na região, como *Bertholletia excelsa, Hymenaea courbaril* e

Cecropia obtusa. Não foi constatada a presença de componentes de sub-bosque relevantes (figura abaixo).

Figura 6.2-24 - Sede da fazenda onde observa-se espécies de pomar, benfeitorias e áreas abertas (A, B e C) registradas no C06 durante o inventário florestal realizado na área do projeto CTR Metropolitana, Acará, Pará.





- Avaliação dos Impactos

A supressão da vegetação tem como principais impactos a perda de cobertura vegetal e a fragmentação florestal. A perda de cobertura vegetal pode gerar a redução na qualidade do habitat e diminuição da área de vida para fauna, podendo prejudicar a manutenção das populações. Já a fragmentação, cria ambientes de borda onde a estrutura e dinâmica da vegetação são alterados e seus efeitos podem adentrar centenas de metros. Muitas vezes, os efeitos de borda podem provocar o aumento da mortalidade de árvores e maior ocorrência de espécies em estágios iniciais de sucessão, mais adaptadas à maior entrada de luz e vento. Além disso, haverá supressão de indivíduos de espécies ameaçadas, o que pode provocar mais pressão sobres essas populações. De forma indireta, esses impactos podem ainda acarretar perda de biodiversidade e mudança na distribuição de espécies da flora e fauna.

No entanto, é importante ressaltar que se trata de uma vegetação secundária que está sob pressão antrópica, uma vez que ficou evidenciado o corte seletivo na área. Em relação às espécies ameaçadas, a supressão atingirá poucos indivíduos o que, provavelmente, não será de grande impacto para as populações, levando em conta que serão adotadas medidas mitigadoras. O Programa de Salvamento de Germoplasma visa amenizar o impacto da supressão e terá como espécies alvo, além de outras, aquelas ameaçadas de extinção.

6.2.1.5 CONCLUSÃO

A área florestal estudada é composta por vegetação secundária em estágio avançado de sucessão, embora apresente trechos mais degradados, resultado de cortes seletivos mais recentes (estimados em menos de 80 anos), especialmente relacionados à abertura de ramais

de acesso e uso agroextrativista. De modo geral, a estrutura vertical da vegetação é pouco desenvolvida, refletindo distúrbios antrópicos anteriores.

Há evidências de exploração seletiva de madeira, o que se reflete em parte dos padrões estruturais e florísticos observados. Em geral, a vegetação não demonstra grande estrutura de tamanho e há evidências de corte seletivo na área, que se reflete inclusive em alguns dos resultados encontrados.

A composição florística é marcada por alta riqueza de espécies e elevada diversidade, com baixa dominância, o que é característico de formações secundárias sob regeneração natural. Esses padrões, aliados à heterogeneidade ambiental observada com maior abertura do dossel em áreas mais degradadas, reforçam que se trata de um ecossistema em processo de recuperação e não de uma floresta clímax. A presença de microambientes variados, com maior incidência de luz em determinados trechos, contribui diretamente para o aumento da riqueza florística local.

6.2.1.6 INVENTÁRIO FLORESTAL COMPLEMENTAR - ACESSO 2

- Apresentação e Justificativa

Os inventários florestais são procedimentos para obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais e de muitas características das áreas sobre as quais as árvores estão crescendo. Embora existam inúmeros procedimentos, um inventário florestal completo pode fornecer diversas informações (HUSCH et al. 2003; SOARES et al. 2011).

Com base nas informações em que um inventário florestal pode disponibilizar, o presente relatório refere-se às informações obtidas durante o Estudo de Caracterização da Vegetação (ECV), em uma área total de 5,16 ha para a ampliação da faixa de rodagem do acesso denominado de Acesso 2, no trecho que que se inicia na Rodovia Perna Leste à Comunidade do Castanhalzinho, localizada no Município de Acará-PA.

As atividades do presente ECV foram desenvolvidas seguindo todas as recomendações técnicas e em conformidade com as leis e decretos ambientais e demais normas dos órgãos fiscalizadores de meio ambiente, tendo como aspectos legais:

Instrução Normativa nº 30 de 31 de dezembro de 2002, do IBAMA: que dispõe sobre o cálculo do volume geométrico das árvores em pé, através da equação de volume que utiliza o fator

de forma médio para a Amazônia de valor igual a 0,7 ou equações de volume de árvores em pé desenvolvidas especificamente para as áreas submetidas aos PMFS.

- OBJETIVOS
- Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é apresentar informações técnicas quanto ao Estudo de Caracterização da Vegetação em uma área total de 5,16 ha para informe sobre os tipos de Vegetação são encontradas na faixa de rodagem do Acesso 2, no trecho que se inicia na Rodovia Perna Leste à Comunidade do Castanhalzinho, localizada no Município de Acará-PA.

- Objetivos Específicos

Este Estudo de Caracterização da Vegetação tem os seguintes objetivos específicos:

- Definição dos indivíduos arbóreos identificados;
- Identificar e mapear, com base nas informações disponíveis das bases oficiais, levantamentos de campo, a fitofisionomia presente e seu estado de conservação da vegetação local;
- Determinar a área basal e volume do material lenhoso quali–quantitativamente, existente na área;
- Identificar e mapear todos os espécimes que se encontram como ameaçadas de extinção, segundo as principais listas internacionais (RedLists[1]), nacionais e estaduais;
- Diagnosticar a composição florística e fitossociológica da área;

[1] Lista vermelha de espécies ameaçadas

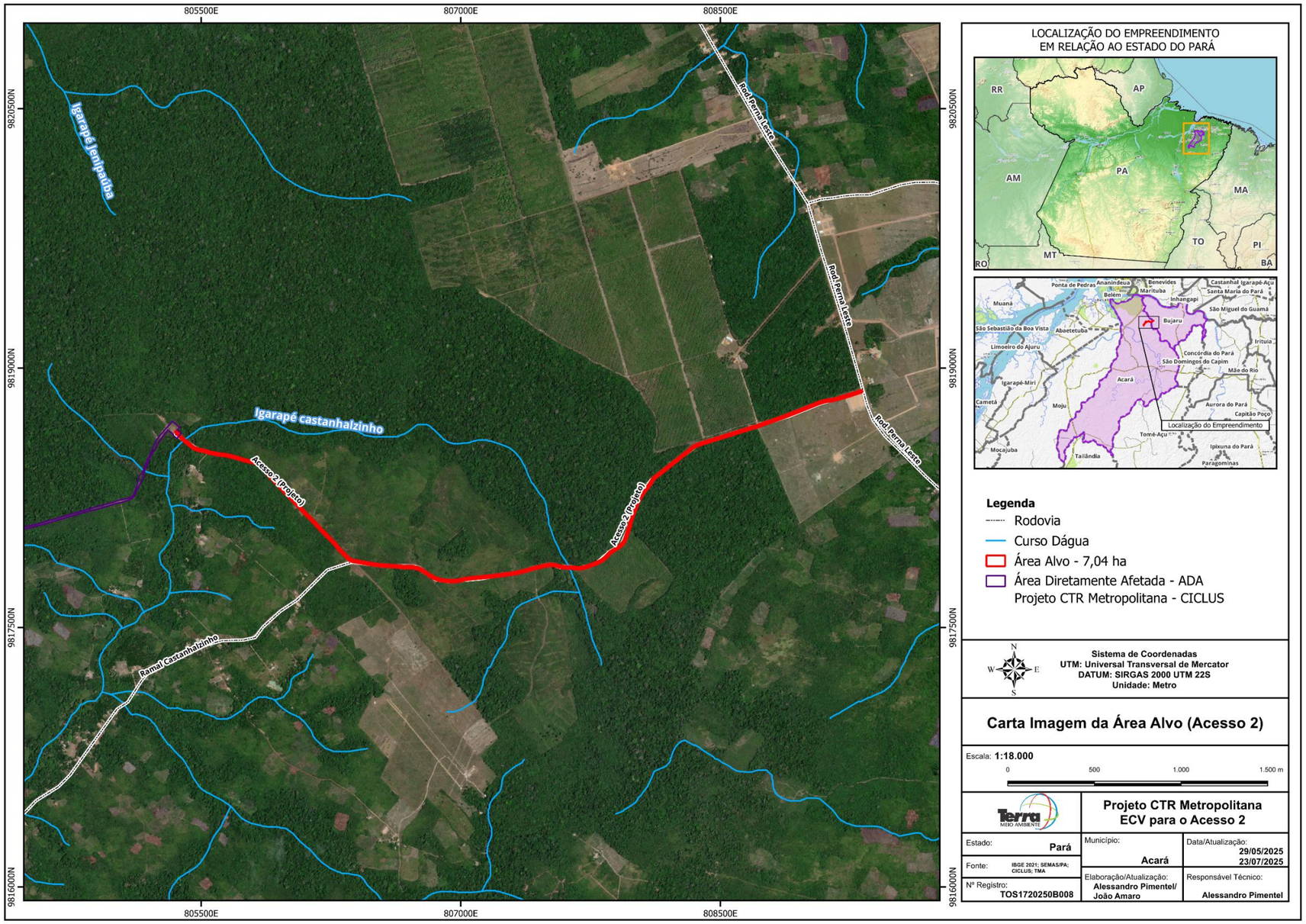
- Descrição da Atividade

A elaboração do Estudo de Caracterização da Vegetação (ECV) foi realizada em uma área total de 5,16 ha, como necessidade de informação da tipologia da vegeração localizada no Acesso 2 do CTR Metropolitana.

- CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL
- Localização da área de estudo

O acesso à área pode ser realizado através da rodovia BR-316 seguindo com acesso pela PA-483 (Rodovia Alça Viária) percorrendo cerca de 24,4 Km até o trevo com a Rodovia Perna Leste. Após acessar a Rodovia Perna Leste percorre-se cerca de 15,1 Km até a entrada do Ramal do Castanhalzinho. O Acesso 2 se inicia na Rodovia Perna Leste e se estende por 4.685m ou 4,685 Km pela estrada do Castanhalzinho (figura abaixo).

Figura 6.2-25 - Carta Imagem de localização da área alvo (Acesso 2), Projeto CTR Metropolitana.



Fonte: TERRA 2025

- Fitofisionomia e Estágios Sucessionais

Segundo Rizzini (1979) o estudo da vegetação compreende-se três aspectos principais, a fisionomia, a estrutura e a composição. Entendendo-se por fisionomia a aparência que a vegetação resulta nas suas formas de vida dominante, a composição que está relacionada a presença das espécies na caracterização das formações florestais, e a estrutura que se observa a partir da densidade, estratificação, caducifolidade foliar, e a presença de formas vegetais típicas.

Conforme Longhi (1991), a fisionomia é o estudo da 'aparência' da vegetação, e para analisá-la, devem ser consideradas as características morfológicas das plantas constituintes, bem como a estrutura da comunidade vegetal. Para Fernandes (2000), compreende-se à configuração da cobertura vegetal em sua expressão estereognóstica (capaz de perceber e reconhecer a sua forma pela textura, pelo tamanho, pelas propriedades espaciais), sendo identificável pela sua aparência e visualizada pela natureza do agrupamento fitológico.

No estudo da fitofisionomia, a área foi classificada baseado no IBGE 2012, com sobreposição das imagens de satélites, identificando a predominância de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas – Db e Vegetação Secundária sem Palmeiras - Vss (Figura-6.26). Contudo, *in loco*, foi possível observar que a vegetação da lateral do acesso caracteriza-se em sua totalidade por Vegetação Secundária em diferentes estágios e sucessão ecológica (Tabela-abaixo.

Tabela 6.2-23 - Zoneamento da fitofisionomia da área do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.

Tipo de vegetação	Área (ha)	%
Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas	**0,81**	**15,7%**
Vegetação Secundária sem Palmeiras	**4,35**	**84,3%**
Total	**5,16**	**100%**

A Vegetação Secundária se apresenta em diferentes estágios não contíguos, o primeiro é a vegetação em estágio inicial de regeneração natural, caracterizada pela presença de pastagem manejada e não manejada, vegetação rasteira composta por espécies oportunistas e invasoras, vulgarmente denominado de "Juquira", fragmentos com espécies em estágio arbustívo, e indivíduos arbóreos isolados (Figura abaixo).

Figura 6.2-26 - Vegetação secundária em estágio inicial de regeneração natural do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.



(a) **(b)**

A Vegetação Secundária em estágio mais avançado é caracterizada por fragmentos adensados de indivíduos arbóreos com altura média de 11,4m, e a presença maciça de espécies florestais do grupo ecológico das pioneiras e secundárias (figura abaixo), além de fragmento de monocultura não manejada da espécie *Tectona grandis* L.f., que não é uma espécie endêmica, porém encontrada em todas as regiões do Brasil. A presença do efeito de borda nesses fragmentos é latente, com a presença de espécimes principalmente do gênero *Cecropia* (Embaúbas), *Tapirira* (Tatapiririca) e Apeiba (Pente de macaco), que são espécies típicas de áreas perturbadas em estágio de cicatrização.

Figura 6.2-27 - Registro fotográfico da área de Vegetação secundária em estágio de Capoeira do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.



(a)



(b)

Figura 6.2-28 - Registro fotográfico da área de Vegetação secundária em estágio de Capoeira e Plantio de Tectona grandis do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.

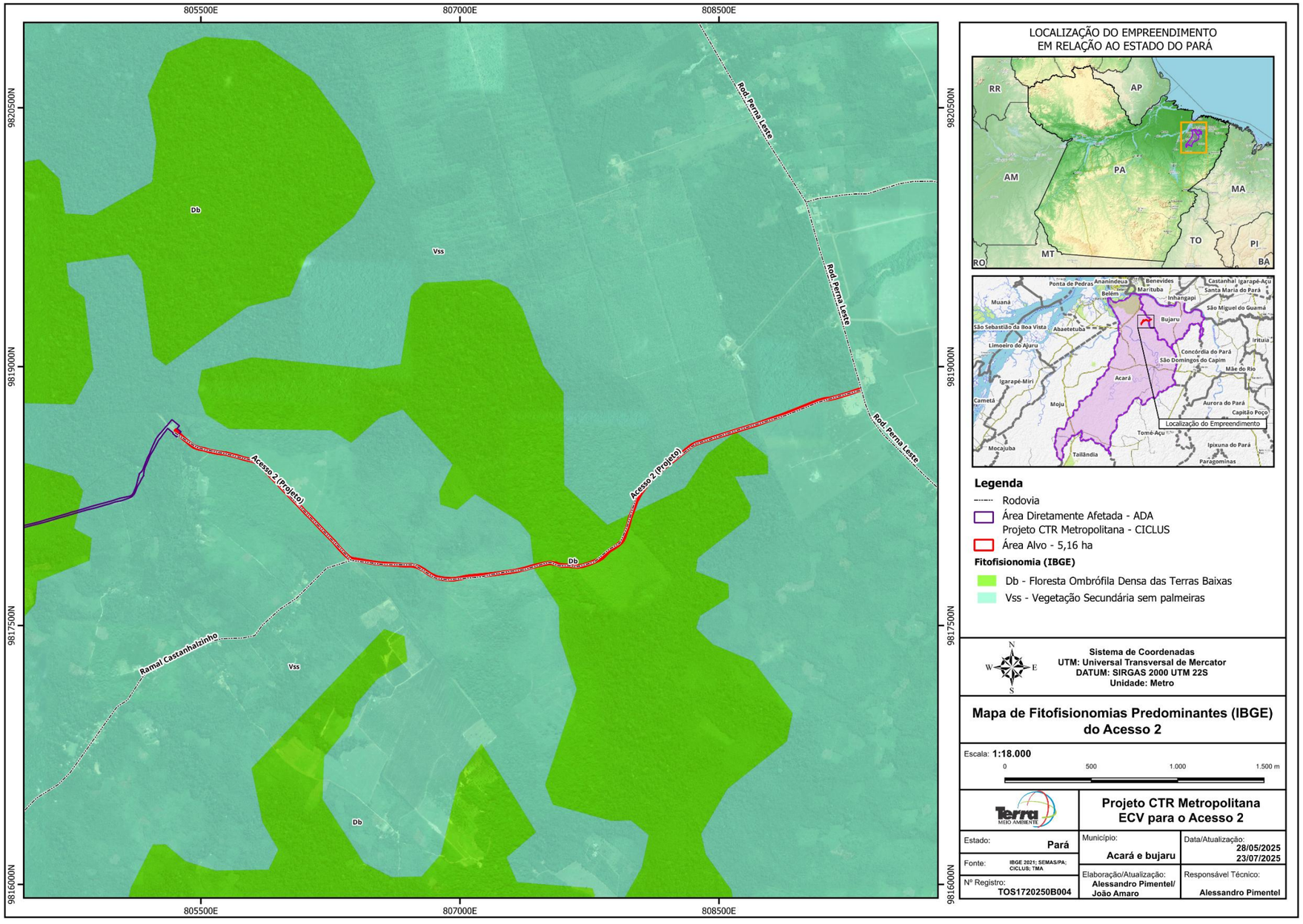


(a)



(b)

Figura 6.2-29 - Mapa de localização da fitofisionomia do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana, segundo classificação do IBGE (2012).



Fonte: Terra, 2025

- Inventário Florestal
- Procedimentos Metodológicos

Para realizar o levantamento da estrutura da vegetação, foi utilizado o processo de amostragem conhecido por Censo Florestal ou Inventário 100%, onde todos os indivíduos arbóreos vivos com Diâmetro na Altura do Peito (DAP) maior/igual a 10,00 cm foram devidamente identificados por identificador botânico com experiência na região amazônica, inserindo os nomes de uso local (nome vulgar), nomes científicos e famílias.

Todos os indivíduos arbóreos (DAP ≥ 10,00 cm) tiveram seus valores dendrométricos aferidos, sendo: DAP (altura de 1,30 m da base da árvore), com auxílio de uma fita métrica (Figura-6-30/a); Altura do Fuste (HF, do nível do solo até a primeira bifurcação considerável); e, Altura Total (HT, projeção da base do tronco até o topo da árvore), ambos foram aferidos com o método trigonométrico com o auxílio de uma caneta (Figura abaixo/b). Após a identificação, todos os indivíduos arbóreos (DAP ≥ 10,00 cm) foram sinalizados com placas de alumínio numeradas sequencialmente, com auxílio de um martelo (Figura abaixo/c;d)

Figura 6.2-30 - Registro das atividades de campo na área de estudo. Onde: (a) Aferição do DAP com auxílio de uma suta; (b) Aferição da altura do fuste comercial (fuste) e altura total com auxílio de um clinômetro digital; (c) Sinalização de espécimes com placas de alumínio numeradas; (d) Espécime identificado com placas metálicas.



(a)



(b)



(c)



(d)

Por fim, também foi atribuída a cada espécime a Qualidade do Fuste (método de classificação) quanto ao aproveitamento comercial das toras, conforme Tabela abaixo, procurando assim, cobrir o máximo da diversidade florística da área.

Tabela 6.2-24 - Classificação da qualidade do fuste durante a coleta de dados em campo.

CÓDIGO	DEMOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
1	Bom	Fuste reto e livre de qualquer defeito e que permite obter toras de aproveitamento total com aproveitamento acima de 80%;
2	Regular	Fuste com tortuosidade e sem outros defeitos, com aproveitamento parcial entre 50 e 79%;
3	Inferior	Fuste com tortuosidade e sérios defeitos, ocos atacados por insetos e fungos e com aproveitamento (mínimo ou mesmo nulo, abaixo de 50%).

Fonte: SOUZA (1989).

- Análise Estrutural da Floresta

Para análise das variáveis florísticas e fitossociológicas das comunidades florestais (horizontal e vertical) foram calculados os parâmetros de Abundância ou Densidade Relativa (DR em %), Frequência Relativa (FR em %), Dominância Relativa (DoR em %), Índice do Valor de Importância (IVI) da espécie, Índice do Valor de Cobertura (IVC) e Índice de Valor de Importância da Família (IVF%), que apresentaram informações sobre a distribuição espacial e a importância das espécies para o ecossistema.

Além dos parâmetros descritos acima, também se avaliou a diversidade através do Índice de Diversidade de Shannon (H'), Índice de Dominância de Simpson (D-1), Índice de Equabilidade (J') e índice de diversidade Alpha de Fisher (α) (Tabela abaixo).

Tabela 6.2-25 - Equações empregadas nos cálculos dos parâmetros fitossociológicos.

VARIÁVEL	EQUAÇÃO	FONTE
Índice de Valor de Importância da Espécie (IVI)	IVI = DR% + FR% + DoR% DR%: [N° de indivíduos da espécie/N° de indivíduos amostrados]x100 FR%: [N° de unidades onde ocorre a espécie/N° total de unidades de amostra]x100 DoR: [Área basal da espécie/Área basal de todas as espécies]x100	COTTAM E CURTIS (1956) MULLER-DOMBOIS E ELLENBERG (1974)
Índice de Valor de Cobertura da Espécie (IVC)	IVC = DR% + DoR% DR%: Densidade Relativa da espécie DoR: Dominância Relativa da Espécie	VON FÖRSTER (1973)
Índice de Diversidade de Shannon (H')	$H' = \Sigma \frac{n}{N} x ln \frac{n}{N}$ H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener ni = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostra N = número total de indivíduos na amostra ln = logaritmo neperiano (base e).	SHANNON E WIENER (1949)
Índice de Dominância de Simpson (D')	$D' = \sum \frac{n \times (n-1)}{N \times (N-1)}$ n – Número de indivíduos da espécie N – Número total de indivíduos amostrados	SIMPSON (1949)
Índice de Equabilidade (J')	$J' = \frac{H'}{ln(s)}$ E' = índice de equabilidade; H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener S = número total de espécies presentes na amostra ln = logaritmo neperiano (base e)	PIELOU (1975)
Índice Alpha de Fisher (α)	$\alpha = \frac{N(1-x)}{x}$	FISHER (1943)

VARIÁVEL	EQUAÇÃO	FONTE
	Onde: S/N = [(1- x) / x] [-ln(1-x)]	

O índice alfa de Fisher foi calculado com o auxílio do software estatístico PAST versão 4.10. Além dos parâmetros descritos na tabela acima, também se avaliou a volumetria e a área basal, sendo: o cálculo da volumetria do tronco com casca (V c/c) foi realizado utilizando a equação ajustada por Moura (1994), na qual se aplica um fator de forma de 0,7 à equação de volume.

$$Vc = (At \times Hc) \times FF$$

Onde:

Vc = Volume comercial com casca (m^3);

At = Área Transversal do tronco ($\pi x DAP^2$)/4 (m^2);

Hc = Altura Comercial (m);

FF = fator de forma no valor de 0,7.

Com relação a área basal (AB), que corresponde a ocupação espacial das árvores dentro de uma determinada área (HUSCH et al. 1972), foi calculada utilizada a seguinte fórmula:

$$AB = \sum_{i=1}^{n} g_i$$

Onde:

g = área seccional à altura do peito (m^2);

π = 3,1416;

AB = área basal da árvore ($m^2.ha^{-1}$)

Por fim, as espécies também foram classificadas segundo o grupo ecológico do qual pertencem. Para definir o grupo ecológico, foram utilizadas classificações já existentes na literatura (AMARAL et al., 2009). Para a indicação de espécies ameaçadas de extinção, foram feitas consultas a listas oficiais internacionais, nacionais e estaduais como:

•Red List of Threatened Species (Lista vermelha de espécies ameaçadas) – IUCN (2025.1).

• Lista de espécies protegidas - CITES (2017).

• Proibida de corte – Portaria Nº 443/2014. (MMA (2014).

• Lista espécies ameaçadas extinção - Portaria N° 444/2014. MMA (2014).

• Lista vermelha da flora do Brasil - CNC FLORA (2013).

• Lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas - Resolução N°054/2007. COEMA/PA.

• Proibida de corte - Decreto Nº 5.975/2006.

- **Resultados**
- Composição Florística

A composição florística visa indicar o conjunto de unidades taxonômicas que compõem a floresta, como as suas espécies e famílias (SCHNEIDER & FINGER, 2000). O objetivo de um levantamento florístico é listar as espécies vegetais ocorrentes em determinada área (CAVASSAN et al., 1984).

Na Tabela abaixo são demostradas a lista de espécies inventariadas na área do acesso 2, os táxons, foram nomeados e classificados quanto à família botânica, espécie, nome popular e representatividade de indivíduos em percentual.

Tabela 6.2-26 - Lista das espécies vegetais inventariadas na área do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.

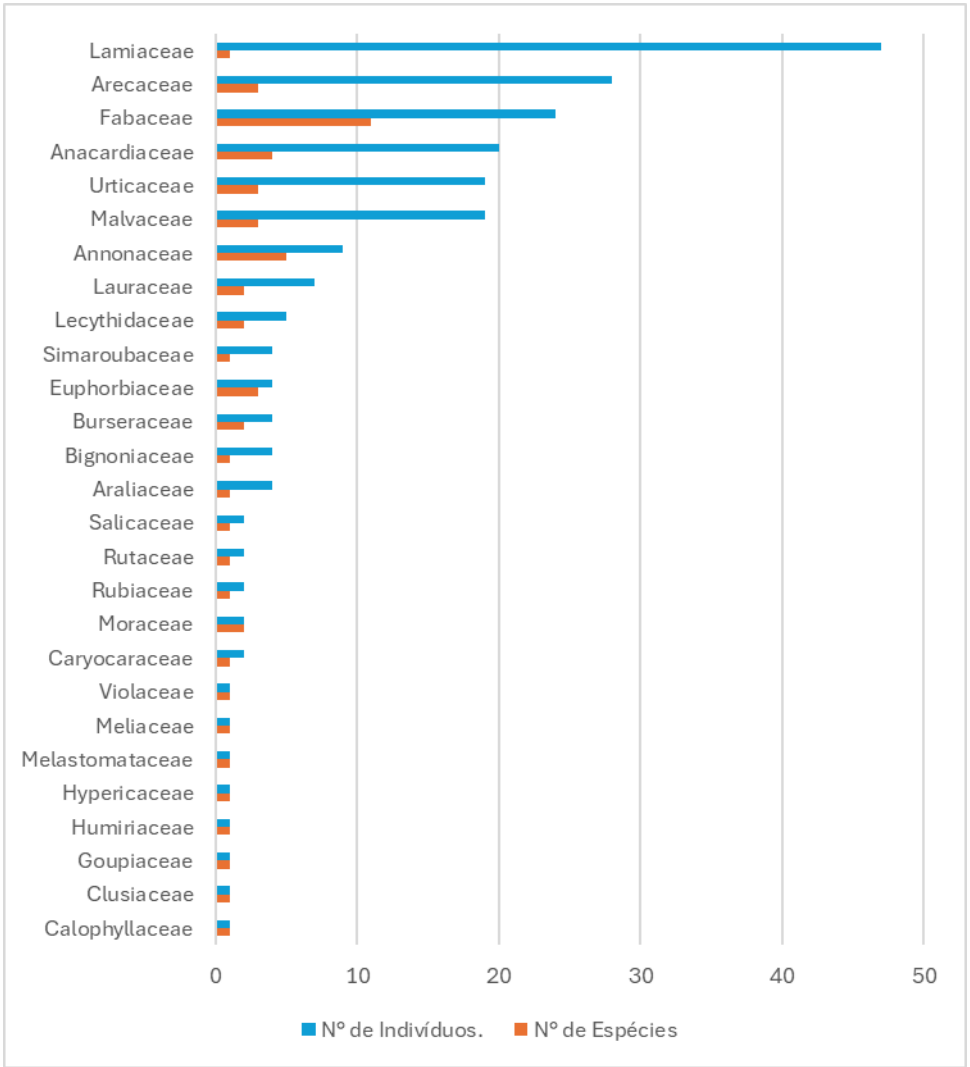
FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	N. IND.	%
Anacardiaceae	*Anacardium giganteum* W.Hancock ex Engl.	Caju-açú	1	0%
	Mangifera indica L.	Mangueira	1	0%
	Tapirira guianensis Aubl.	Tatapiririca	17	8%
Annonaceae	*Thyrsodium paraense* Huber	Breu de leite	1	0%
	Annona exsucca DC.	Ata brava 2	1	0%
	Guatteria poeppigiana Mart.	Envira Preta	3	1%
	Rollinia exsucca (DC.) A.DC.	Rollinia	2	1%
	Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	Envira cheirosa	1	0%
	Xylopia nitida Dunal	Envira Branca	2	1%
Araliaceae	*Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire et al.	Morototó	4	2%
Arecaceae	*Astrocaryum aculeatum* Meyer.	Tucumã-açú	1	0%
	Euterpe oleracea Mart.	Açaizeiro	26	12%
Bignoniaceae	*Mauritia flexuosa* L.f.	Buritizeiro	1	0%
	Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	Para pará	4	2%
Burseraceae	*Tetragastris panamensis* (Engl.) Kuntze	Breu manga	3	1%
	Trattinnickia burseraefolia Mart.	Breu sucuruba	1	0%
Calophyllaceae	*Caraipa densiflora* Mart.	Tamaquaré	1	0%
Caryocaraceae	*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.	Piquiá	2	1%
Clusiaceae	*Symphonia globulifera* L.f.	Ananí	1	0%

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	N. IND.	%
Euphorbiaceae	*Croton matourensis* Aubl.	Maravuvuia	2	1%
	Mabea caudata Pax & K.Hoffm.	Taquari	1	0%
Fabaceae	*Sagotia racemosa* Baill.	Arataciú preto	1	0%
	Acacia mangium Willd.	Acácia	1	0%
	Inga alba (Sw.) Willd.	Ingá chichica	5	2%
	Inga capitata Desv.	Ingá-costela	1	0%
	Inga rubiginosa (Rich.) DC	Ingá Folha Peluda	4	2%
	Inga thibaudiana DC.	Ingá Branco	5	2%
	Ormosia flava (Ducke) Rudd	Tento preto	1	0%
	Parkia paraensis Ducke	Visgueiro	1	0%
	Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze	Macroloba	1	0%
	Piptadenia suaveolens Miq	Timborana	2	1%
	Stryphnodendron pulcherrimum (Willd.) Hochr.	Paricarana	1	0%
	Tachigali myrmecophila (Ducke) Ducke	Tachi preto	2	1%
Goupiaceae	*Goupia glabra* Aubl.	Cupiúba	1	0%
Humiriaceae	*Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec.	Uxi	1	0%
Hypericaceae	*Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch.	Lacre branco	1	0%
Lamiaceae	*Tectona grandis* L.f.	Teca	47	22%
Lauraceae	*Ocotea glomerata* (Nees) Mez	Louro babão	6	3%
	Ocotea longifolia Kunth	Louro da Capoeira	1	0%
Lecythidaceae	*Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori	Matamatá preto	4	2%
	Lecythis pisonis Cambess.	Sapucaia	1	0%
Malvaceae	*Apeiba echinata* Gaertn.	Pente de macaco	14	6%
	Apeiba tibourbou Aubl.	Pente de macaco folha peluda	3	1%
	Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	Cupuaçuzeiro	2	1%
Melastomataceae	*Mouriri guianensis* Aubl.	Socoró	1	0%
Meliaceae	*Carapa guianensis* Aubl.	Andiroba	1	0%
Moraceae	*Bagassa guianensis* Aubl.	Tatajuba	1	0%
	Ficus maxima Mill.	Caxinguba	1	0%
Rubiaceae	*Capirona surinamensis* Bremek	Cheiro de iodo	2	1%
Rutaceae	*Zanthoxylum riedelianum* Engl.	Tamanqueira	2	1%
Salicaceae	*Banara guianensis* Aubl.	Banana brava	2	1%
Simaroubaceae	*Simarouba amara* Aubl.	Marupá	4	2%
Urticaceae	*Cecropia distachya* Huber	Embaúba folha comprida	6	3%
	Cecropia membranacea Trécul	Embaúba folha grande	9	4%
	Cecropia sciadophylla Mart.	Embaúba branca	4	2%
Violaceae	*Rinorea guianensis* Aubl.	Canela-de-Jacamim	1	0%
	Total Geral		216	100%

A *Tectona grandis L.f.* foi a espécie com maior número de espécimes inventariada dentro da área alvo do projeto, representada por 46 indivíduos (22%). A espécie *Euterpe oleracea* Mart., é a segunda espécie mais abundante com 26 indivíduos (12%) inventariados na área. A terceira espécie mais abundante foi a *Tapirira guianensis* Aubl. com 17 indivíduos (8%).

As famílias com maiores valores de riqueza foram a Fabaceae com 11 espécies ou 19,6%, seguido de Annonaceae com 5 espécimes ou 8,9% conforme mostrado na Figura-7. Já quanto a abundância de espécimes (Figura abaixo), a família Lamiaceae apresentou a maior abundância com 47 espécimes ou 21,8%, seguido da família Arecaceae com 28 espécimes ou 13%.

Figura 6.2-31 - Representatividade de abundância das famílias inventariadas na área alvo do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.



- Resultados Fitossociológicos

O Índice de valor de importância (IVI) representa em que grau a espécie se encontra bem estabelecida na comunidade, indicando a importância ecológica das espécies, devido à influência relativa das espécies mais frequentes e dominantes nos processos de equilíbrio da flora e manutenção da fauna, fornecendo abrigo e alimentação (OLIVEIRA; AMARAL 2003, citado por SILVA, MATOS e FERREIRA, 2008).

A estrutura horizontal, sucintamente, resulta das características e combinações entre as quantidades em que, cada espécie ocorre por unidade de área (densidade), da maneira como estas espécies se distribuem na área (frequência) e do espaço que cada uma ocupa no terreno (dominância) (BARROS, 1980; LAMPRECHT, 1990).

A combinação desses valores fitossociológicos relativos de cada espécie (Tabela--5), com finalidade de atribuir um valor para as espécies dentro da comunidade vegetal a que pertencem (MATTEUCCI & COLMA, 1982), culminam na obtenção do Valor de Importância, preteritamente conhecido como Índice de Valor de Importância (IVI).

Das 50 espécies registradas na área de estudo, a *Tectona grandis* L.f. apresenta o maior Índice de Importância (IVI) correspondente a 19,04%, seguido da espécie *Euterpe oleracea* Mart. com 9,66% de IVI; a espécie *Tapirira guianensis* Aubl. apresentou 7,42% de IVI; a espécie *Apeiba echinata* Gaertn. apresentou 5,55% de IVI; a espécie *Cecropia membranacea* Trécul apresentou 5,05 % de IVI; a espécie *Inga alba* (Sw.) Willd. apresentou 2,87% de IVI; a espécie *Ocotea glomerata* (Nees) Mez apresentou 2,54% de IVI; a espécie *Cecropia sciadophylla* Mart. apresentou 2,7% de IVI; a espécie *Cecropia distachya* Huber apresentou 2,44% de IVI; a espécie *Tetragastris panamensis* (Engl.) Kuntze apresentou 1,98% de IVI; e a espécie *Inga thibaudiana* DC. que apresentou 1,98% de IVI (Figura abaixo e Tabela abaixo).

Esse resultado evidência um grau de perturbação natural ou antrópica na área estudada, pois grande parte dos indivíduos arbóreos diagnosticados no local são representados como espécies pioneiras típicas de áreas perturbadas. Para Rodrigues (1995) as espécies pioneiras têm função cicatrizadora de ambientes perturbados e ou/alterados, dando início ao estágio inicial de regeneração natural de uma determinada área.

Figura 6.2-32 - Espécies com os maiores Índice de Valor de Importância (IVI) registradas na área alvo do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.

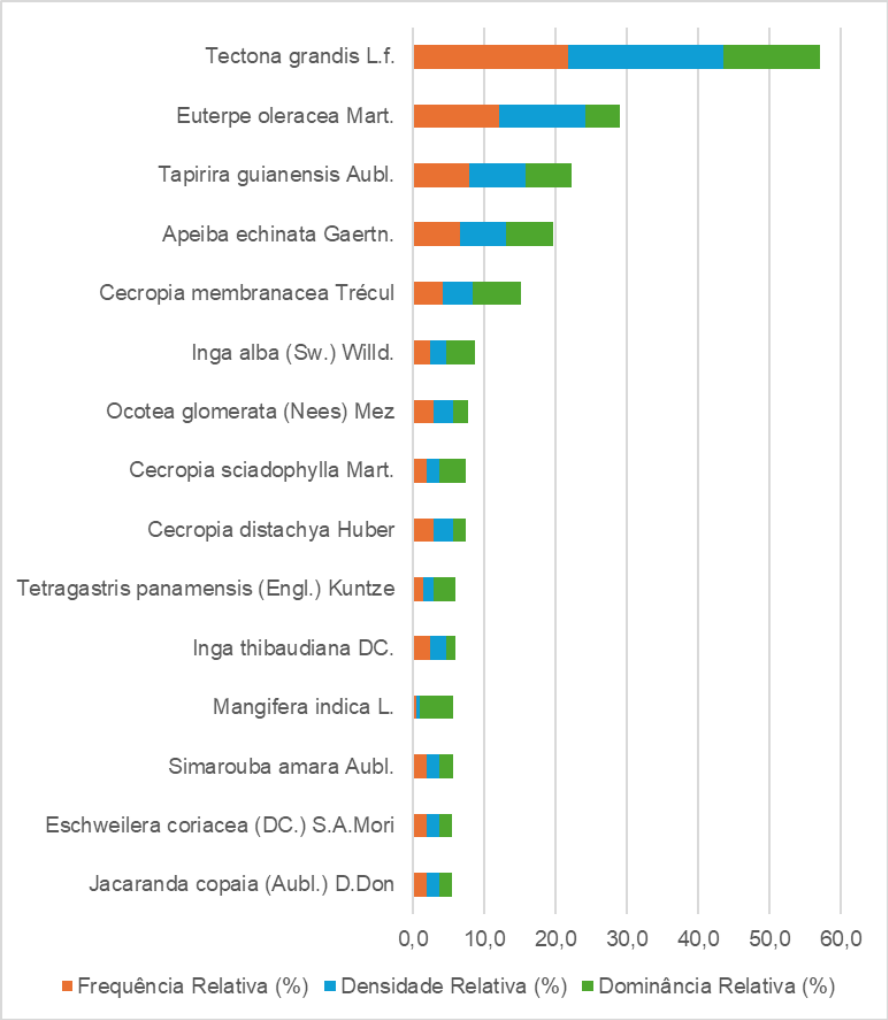


Tabela 6.2-27 - - Parâmetros fitossociológicos para todas as espécies registradas na área alvo. Onde: FrA – Frequência absoluta; FrR = Frequência Relativa; DeA = Densidade Absoluta; DeR = Densidade Relativa; AB = Área Basal em m²; DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância Relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; IVC = Índice de Valor de Cobertura.

Nome científico	AB (m²)	FrA	FrR%	DeA	DeR%	DoA	DoR%	IVI%	IVC%
Tectona grandis L.f.	0,75	0,22	21,76	16,21	21,76	0,26	13,61	19,04	17,69
Euterpe oleracea Mart.	0,27	0,12	12,04	8,97	12,04	0,09	4,90	9,66	8,47
Tapirira guianensis Aubl.	0,36	0,08	7,87	5,86	7,87	0,12	6,52	7,42	7,19
Apeiba echinata Gaertn.	0,37	0,06	6,48	4,83	6,48	0,13	6,67	6,55	6,58
Cecropia membranacea Trécul	0,38	0,04	4,17	3,10	4,17	0,13	6,80	5,05	5,49
Inga alba (Sw.) Willd.	0,22	0,02	2,31	1,72	2,31	0,08	3,97	2,87	3,14
Ocotea glomerata (Nees) Mez	0,11	0,03	2,78	2,07	2,78	0,04	2,05	2,54	2,42
Cecropia sciadophylla Mart.	0,20	0,02	1,85	1,38	1,85	0,07	3,71	2,47	2,78
Cecropia distachya Huber	0,10	0,03	2,78	2,07	2,78	0,03	1,78	2,44	2,28
Inga thibaudiana DC.	0,07	0,02	2,31	1,72	2,31	0,02	1,30	1,98	1,81
Tetragastris panamensis (Engl.) Kuntze	0,17	0,01	1,39	1,03	1,39	0,06	3,16	1,98	2,27
Mangifera indica L.	0,26	0,00	0,46	0,34	0,46	0,09	4,71	1,88	2,59
Simarouba amara Aubl.	0,10	0,02	1,85	1,38	1,85	0,03	1,82	1,84	1,84
Eschweilera coriacea (DC.) S.A.Mori	0,10	0,02	1,85	1,38	1,85	0,03	1,74	1,81	1,80
Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	0,09	0,02	1,85	1,38	1,85	0,03	1,68	1,80	1,77
Anacardium giganteum W.Hancock ex Engl.	0,22	0,00	0,46	0,34	0,46	0,08	4,04	1,66	2,25
Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire et al.	0,07	0,02	1,85	1,38	1,85	0,02	1,28	1,66	1,57
Inga rubiginosa (Rich.) DC	0,05	0,02	1,85	1,38	1,85	0,02	0,88	1,53	1,37
Mauritia flexuosa L.f.	0,16	0,00	0,46	0,34	0,46	0,06	2,96	1,30	1,71
Apeiba tibourbou Aubl.	0,06	0,01	1,39	1,03	1,39	0,02	1,10	1,29	1,25
Caraipa densiflora Mart.	0,16	0,00	0,46	0,34	0,46	0,06	2,92	1,28	1,69
Guatteria poeppigiana Mart.	0,05	0,01	1,39	1,03	1,39	0,02	0,91	1,23	1,15
Croton matourensis Aubl.	0,10	0,01	0,93	0,69	0,93	0,03	1,82	1,22	1,37
Capirona surinamensis Bremek	0,08	0,01	0,93	0,69	0,93	0,03	1,38	1,08	1,15
Caryocar villosum (Aubl.) Pers.	0,04	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,76	0,87	0,84
Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	0,04	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,69	0,85	0,81
Carapa guianensis Aubl.	0,09	0,00	0,46	0,34	0,46	0,03	1,56	0,83	1,01
Lecythis pisonis Cambess.	0,08	0,00	0,46	0,34	0,46	0,03	1,53	0,82	1,00
Rollinia exsucca (DC.) A.DC.	0,03	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,55	0,80	0,74
Xylopia nitida Dunal	0,03	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,56	0,80	0,74
Banara guianensis Aubl.	0,03	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,49	0,78	0,71
Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze	0,08	0,00	0,46	0,34	0,46	0,03	1,42	0,78	0,94
Piptadenia suaveolens Miq	0,02	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,45	0,77	0,69
Zanthoxylum riedelianum Engl.	0,03	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,46	0,77	0,69
Mouriri guianensis Aubl.	0,07	0,00	0,46	0,34	0,46	0,03	1,34	0,76	0,90
Tachigali myrmecophila (Ducke) Ducke	0,02	0,01	0,93	0,69	0,93	0,01	0,42	0,76	0,67
Endopleura uchi (Huber) Cuatrec.	0,07	0,00	0,46	0,34	0,46	0,02	1,20	0,71	0,83
Acacia mangium Willd.	0,06	0,00	0,46	0,34	0,46	0,02	1,16	0,70	0,81
Annona exsucca DC.	0,04	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,73	0,55	0,60

Nome científico	AB (m²)	FrA	FrR%	DeA	DeR%	DoA	DoR%	IVI%	IVC%
Inga capitata Desv.	0,03	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,63	0,52	0,55
Rinorea guianensis Aubl.	0,02	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,44	0,45	0,45
Astrocaryum aculeatum Meyer.	0,02	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,41	0,44	0,43
Symphonia globulifera L.f.	0,02	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,39	0,44	0,43
Thyrsodium paraense Huber	0,02	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,38	0,43	0,42
Trattinnickia burseraefolia Mart.	0,02	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,30	0,41	0,38
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	0,02	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,31	0,41	0,39
Stryphnodendron pulcherrimum (Willd.) Hochr.	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,01	0,27	0,40	0,36
Ficus maxima Mill.	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,25	0,39	0,36
Bagassa guianensis Aubl.	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,22	0,38	0,34
Mabea caudata Pax & K.Hoffm.	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,22	0,38	0,34
Ocotea longifolia Kunth	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,22	0,38	0,34
Sagotia racemosa Baill.	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,23	0,38	0,35
Ormosia flava (Ducke) Rudd	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,19	0,37	0,33
Vismia baccifera (L.) Triana & Planch.	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,18	0,37	0,32
Goupia glabra Aubl.	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,15	0,36	0,31
Parkia paraensis Ducke	0,01	0,00	0,46	0,34	0,46	0,00	0,16	0,36	0,31
Total	5,51	1,00	100,00	74,48	100,00	1,90	100,00	100,00	100,00

- Índices Ecológicos

Conhecer a diversidade de espécies numa área é fundamental para a compreensão da natureza e, por extensão, para aperfeiçoar o gerenciamento da área em relação a atividades de exploração de baixo impacto, conservação de recursos naturais ou recuperação de ecossistemas degradados (MELO, 2008). A diversidade e a equabilidade das espécies estão relacionadas com a frequência de ocorrência dos espécimes e com a riqueza de espécies.

Quanto menos uniforme é a ocorrência de espécimes, menores são os valores da diversidade e da equitabilidade. A equitabilidade refere-se ao quão similar as espécies estão representadas na comunidade. Caso todas as espécies tenham a mesma representatividade, a equitabilidade será máxima (MELO, 2008).

A uniformidade entre os valores de riqueza e abundância é um fator que altera a diversidade de uma comunidade, uma vez que o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener leva em consideração tanto a riqueza quanto a equitabilidade das comunidades avaliadas. A Diversidade de Shannon-Wiener (H') foi de 3,222 (Tabela abaixo). Esse índice baseia-se na teoria da informação (LUDWIG & REYNOLDS, 1988) e fornece uma ideia do grau de incerteza em prever a qual espécie pertenceria um indivíduo retirado aleatoriamente da população. Uma comunidade de espécies com maior diversidade tende a apresentar uma menor dominância.

O índice de Shannon é influenciado pela riqueza de espécies, se aumentar o valor do índice, pode ser que tenha sido pelo aumento da riqueza de espécies. COWETT & BASSUK (2014) observaram acentuada correlação entre os valores de Shannon-Wiener e a riqueza de espécies e pequena correlação com a equidade de distribuição das espécies. O índice de Simpson (1-D) foi de 0,924 (Tabela abaixo). Esse índice tem formulação derivada da teoria das probabilidades e é utilizado em análises quantitativas de comunidades biológicas. Este índice também fornece a ideia da probabilidade de se coletar aleatoriamente dois indivíduos da comunidade e, obrigatoriamente, pertencerem a espécies diferentes (GORENSTEIN, 2002). O valor estimado varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade da amostra é considerada maior.

No que se refere a Equitabilidade (J'), o valor observado foi de 0,800 (Tabela abaixo). Este indicador é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU,1966). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

O índice Alpha de Fisher relaciona o número de espécies (S) ao número de indivíduos (N) em uma comunidade, por ser pouco influenciado pelo tamanho da amostra ou pela abundância das espécies mais comuns (Taylor et al. 1976), esse indicador equivale a 12,87 (Tabela abaixo).

Tabela 6.2-28 - Valores dos índices ecológicos da flora na área alvo do Acesso 2, Projeto CTR Metropolitana.

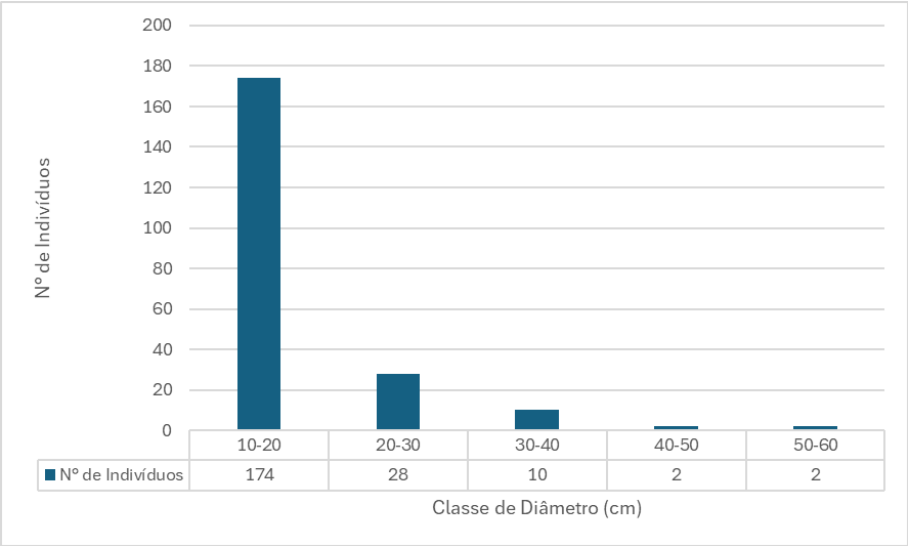
Índices ecológicos	Acesso 2
Riqueza de espécies (S)	56
Abundância (N)	216
Dominância (D)	0,076
Simpson (1-D)	0,924
Diversidade - Shannon (H')	3,222
Equitabilidade (J)	0,800
Fisher (S)	12,87

- Estrutura Diamétrica

A estrutura diamétrica serve para caracterizar tipologias vegetais, estágios seriais ou sucessionais, estados de conservação, regimes de manejo, processos de dinâmicas, de crescimento e produção, grupos ecológicos de espécies, grupos de usos etc.

Os 216 indivíduos inventariados foram distribuídos em 5 classes de diâmetro com 10,00 cm de amplitude (Figura-abaixo). Segundo Soares et al. (2007), pelo agrupamento dos diâmetros das árvores em classes pode-se caracterizar a distribuição diamétrica de uma floresta.

Figura 6.2-33 - Distribuição das classes diamétrica (cm) dos indivíduos amostrados (gráfico de exponencial negativo ou "J" invertido).



A concentração de indivíduos foi maior na 10-20cm (174), seguido por 28 espécimes na classe 20-30cm segunda classe, e 10 espécimes na classe de 30-40cm (figura abaixo).

Na medida em que aumenta o diâmetro ocorre uma diminuição no número de indivíduos. A distribuição diamétrica da área estudada possui um padrão de comportamento, próprio de florestas naturais tendendo a exponencial negativo ou "J" invertido (CARVALHO, 1981; RIBEIRO et al., 1999; SANTANA et al.,2004; SILVA JÚNIOR, 2005; RÖGLIN et al., 2007; SANTANA, 2009). Silva Júnior (2005), informa que o padrão "J" invertido indica o balanço positivo entre recrutamento e mortalidade, caracterizando a vegetação como auto regenerante.

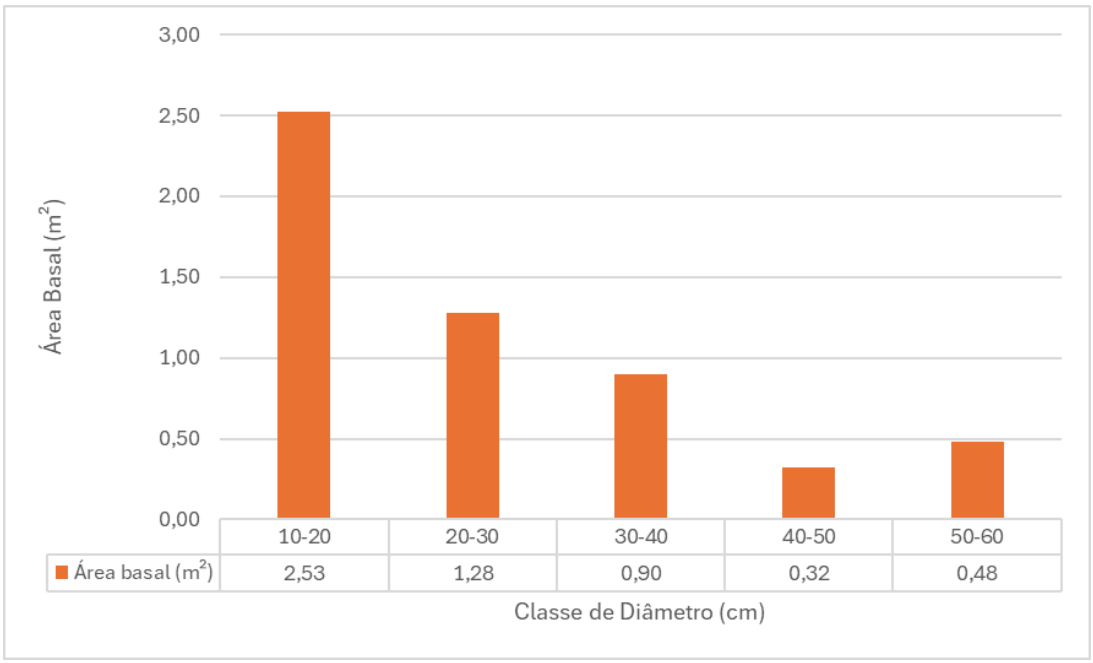
No entanto, essa elevada concentração de espécimes com DAP entre 10 e 20 cm, evidencia que a maioria dos indivíduos arbóreos ao longo da área são árvores de porte cilíndrico pequeno e juvenis, resultando que a vegetação local ainda se encontra em estágio intermediário de regeneração natural como um todo.

- Área Basal (AB)

A área basal refere-se ao somatório das áreas transversais dos indivíduos lenhosos a altura do peito (DAP). A área basal (em m²) calculada para a área alvo resultou em um total de 5,51m², a qual representa para a área total um quantitativo de 1,9 m².ha-¹.

O maior valor de área basal foi calculado para a classe de diâmetro compreendida entre 10 e 20 cm (AB=2,53 m².ha-¹). Na Figura abaixo é apresentada a distribuição da área basal nas classes de diâmetro com intervalo de 10 cm.

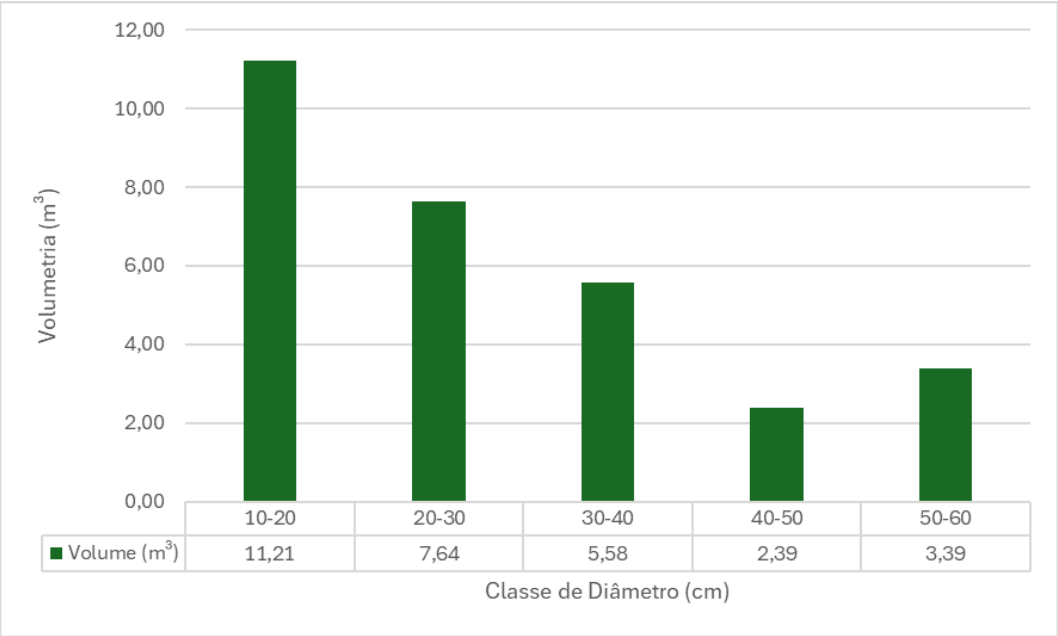
Figura 6.2-34 – Distribuição da área basal (m²) em classes de DAP dos indivíduos amostrados.



- Volumetria (V)

O volume calculado no inventário florestal foi de 30,21 m³ para a área total, correspondendo a um valor estimado de 10,41 m³.ha-¹. A maior volumetria ficou compreendida na classe de 10-20 cm de DAP (11,21 m³). Na Figura 6-35 é apresentada a distribuição do volume nas classes de diâmetro com intervalo de 10,00 cm.

Figura 6.2-35 - Distribuição da volumetria (m³) em classes de DAP dos indivíduos amostrados.

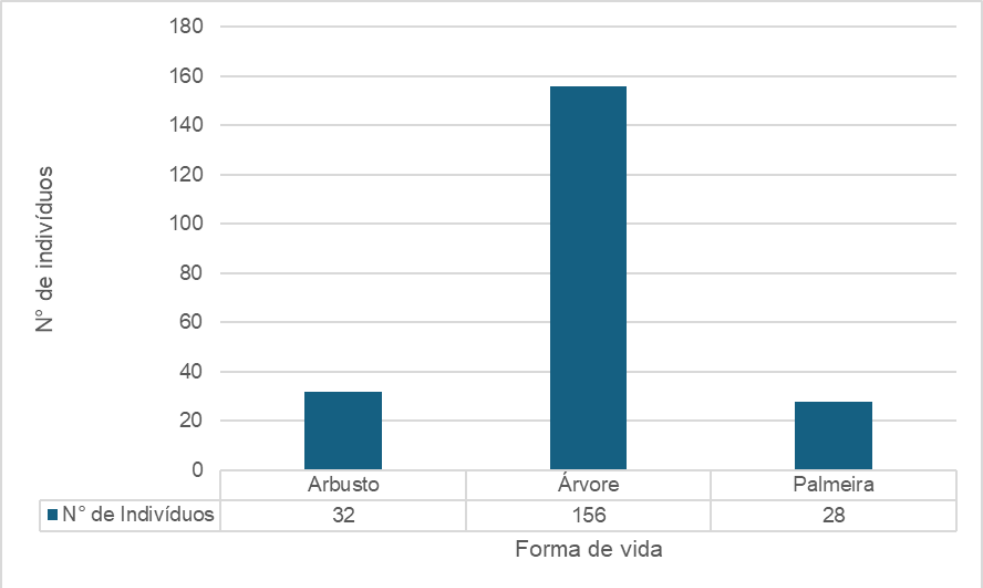


- Formas de Vida

Durante o levantamento florístico foram identificadas as formas de vida de todos os indivíduos arbóreos, de acordo com Art. 6º da IN nº 02/2015, onde pede além das espécies arbóreas, a identificação das espécies arbustivas, palmeiras, pteridófitas, epífitas etc.

Dessa forma, foi possível identificar três diferentes tipos de forma de vida, sendo: Árvore, Arbusto e Palmeira. Na Figura abaixo podemos observar que os resultados demostraram que 72,2% do total de espécimes é representado por árvores, seguido por espécies arbustivas (14,8%) e palmeira com 13% do percentual total.

Figura 6.2-36 - Forma de vida dos espécimes inventariados.



As árvores foram destaque com as espécies *Tectona grandis* L.f. (Teca), *Apeiba echinata* Gaertn. (Pente-de-macaco), e *Cecropia membranacea* Trécul; os arbustos/árvore foram destacados pela abundância de *Tapirira guianensis* Aubl. (Tatapiririca) e *Guatteria poeppigiana* Mart. (Envira preta). Representando as palmeiras destaca se a espécie *Euterpe oleracea* Mart. (Açaizeiro).

Quanto às pteridófitas, herbáceas, epífitas e trepadeiras não foram avistados na área, durante a execução do presente estudo. Possivelmente suas ausências podem estar relacionadas ao grau de alteração do ambiente da vegetação, onde observa-se presença de extensas áreas de capoeirinha, e vegetação em estágio inicial de regeneração, provocando mudanças significativas no ambiente e impedindo o desenvolvimento dessas espécies.

- **Estado Fenológico**

A fenologia é o estudo que determina as manifestações periódicas do fenômeno de modificação morfológica, biológica e fisiológica dos vegetais sob a influência de múltiplos fatores e, principalmente, em relação a fatores climáticos (PUIG, 2008). A obtenção de informações a respeito da periodicidade das fases de brotação, floração, frutificação e dispersão são geradas por meio do acompanhamento da fenofase reprodutiva (RÊGO et al, 2006).

Durante o Inventário florestal, foi observado se os espécimes estavam em algum período fenológico (fenofase) como a presença de botão floral com floração (presença de flores em ântese), frutificação (presença de frutos verdes e/ou maduro), folhas com algum tipo de mudança na cor ou caducifólia. Porém, durante o inventário não foi encontrado indivíduos com eventos fenológicos.

- Espécies Endêmicas

Segundo DaSilva (2011) as espécies de plantas e animais não estão distribuídas de forma indeterminada, elas vivem nos lugares com condições físicas adequadas para a sua sobrevivência e reprodução, onde se adaptaram e coevoluíram com outros organismos e componentes abióticos em complexas relações ecológicas.

A definição de endemismo requer profundo conhecimento do comportamento de uma espécie e da evolução dos componentes abióticos do meio (DaSILVA, 2011), pois indica que uma espécie não se distribui de forma aleatória, mas quando é encontrada possui uma maior abundância em regiões específicas e/ou ecossistemas restritos (MYERS *et al*. 2000). Diante disso, as espécies indicadas como endêmicas foram classificadas a partir da base de dados da Flora do Brasil, disponível em http://floradobrasil.jbrj.gov.br. Assim, das espécies registradas ao longo do inventário na área alvo foram encontradas 7 espécies (11 indivíduos) os quais têm registro de endemismo para o Estado do Pará, ou Região Norte, ou no estado do Pará e em outras regiões do Brasil (Tabela abaixo).

Tabela 6.2-29 - -Relação de espécies da flora endêmicas diagnosticadas na área de estudo. Legenda: N – Norte; NE - Nordeste; CO - Centro Oeste; S - Sul; SE – Sudeste.

Nome científico	Família	N° de Indivíduos	Endemismo	G. Ecológico	Origem
Endopleura uchi **(Huber) Cuatrec.**	**Humiriaceae**	**1**	**N**	**Climax**	**Nativa**
Guatteria poeppigiana **Mart.**	**Annonaceae**	**3**	**N, NO**	**Secundária**	**Nativa**
Lecythis pisonis **Cambess.**	**Lecythidaceae**	**1**	**N, NO, SE**	**Secundária**	**Nativa**
Parkia paraensis **Ducke**	**Fabaceae**	**1**	**N**	**Secundária**	**Nativa**
Rollinia exsucca **(DC.) A.DC.**	**Annonaceae**	**2**	**N, NO, CO, SE, S**	**Pioneira**	**Nativa**
Thyrsodium paraense **Huber**	**Anacardiaceae**	**1**	**N**	**Secundária**	**Nativa**
Xylopia nitida **Dunal**	**Annonaceae**	**2**	**N, CO**	**Pioneira**	**Nativa**

- Espécies Ameaçadas de Extinção

Uma espécie para ser considerada ameaçada de extinção deve possuir um alto risco de desaparecer da natureza em breve e apresentar deficiência de dados quanto a sua distribuição geográfica, alta mortalidade por fatores bióticos ou abióticos e uso intenso, de tal forma que prejudique a sua propagação e regeneração natural. Algumas espécies vegetais naturalmente se extinguem por apresentarem baixas taxas de propagação e regeneração natural, além de serem muito vulneráveis a condições adversas, assim como acontecem com alguns animais.

As espécies ameaçadas de extinção são inventariadas independente do DAP se apresentar maior ou igual a 10cm. No inventário florestal, não foram identificadas espécies citadas nas listas oficiais internacionais, legislações nacionais e legislações estaduais.

6.2.1.7 INVENTÁRIO FLORESTAL COMPLEMENTAR – PONTO SP 25

- Apresentação e Justificativa

Durante as vistorias em campo, nas proximidades do Ponto de Sondagem SP 25, foi registrada a presença de indivíduos arbóreos com raízes adventícias, levantando-se a hipótese de se tratar de uma área alagada, haja vista a característica das raízes desses indivíduos. Ainda em campo, foi identificado que os referidos vegetais pertenciam ao gênero Cecropia, popularmente conhecidos como embaúba, que são amplamente encontradas nos ambientes em processo de sucessão, cuja presença contribui para a diversidade florística na formação do dossel e o acúmulo de biomassa na área. Diante da hipótese levantada, foi recomendada a realização de um levantamento de indivíduos arbóreos com identificação das espécies e seus respectivos habitats de ocorrência.

O objetivo de um levantamento florístico é listar as espécies vegetais ocorrentes em determinada área (CAVASSAN et al., 1984). Neste contexto, este inventário florestal complementar apresenta os resultados do levantamento florestal do tipo censo, realizado ao entorno do SP 25 em uma área de 0,25 hectare, com objetivo de avaliar pontualmente a composição da comunidade florística quanto ao seu habitat preferencial e demonstrar, por meio dos elementos florísticos, indicadores de que o terreno seja alagável ou não.

- Localização da área de estudo

O inventário foi realizado na vegetação presente ao entorno do ponto de sondagem SP 25 (1° 38' 52,700" S e 48° 16' 24,602" W), inserido na Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto CTR Metropolitana, no Município de Acará-PA (Figura 6-39). A tipologia florestal da região é classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, sendo o local identificado como floresta alterada, por conta da exploração seletiva de madeira, onde se observou um dossel bem adensado e o acúmulo de serapilheira sobre o solo (figuras abaixos).

Figura 6.2-37 – Registro fotográfico do adensamento e fechamento do dossel da área do SP 25.



Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.2-38 – Registro fotográfico do acúmulo de serrapilheira, predominantemente composta por folhas do gênero Cecropia.

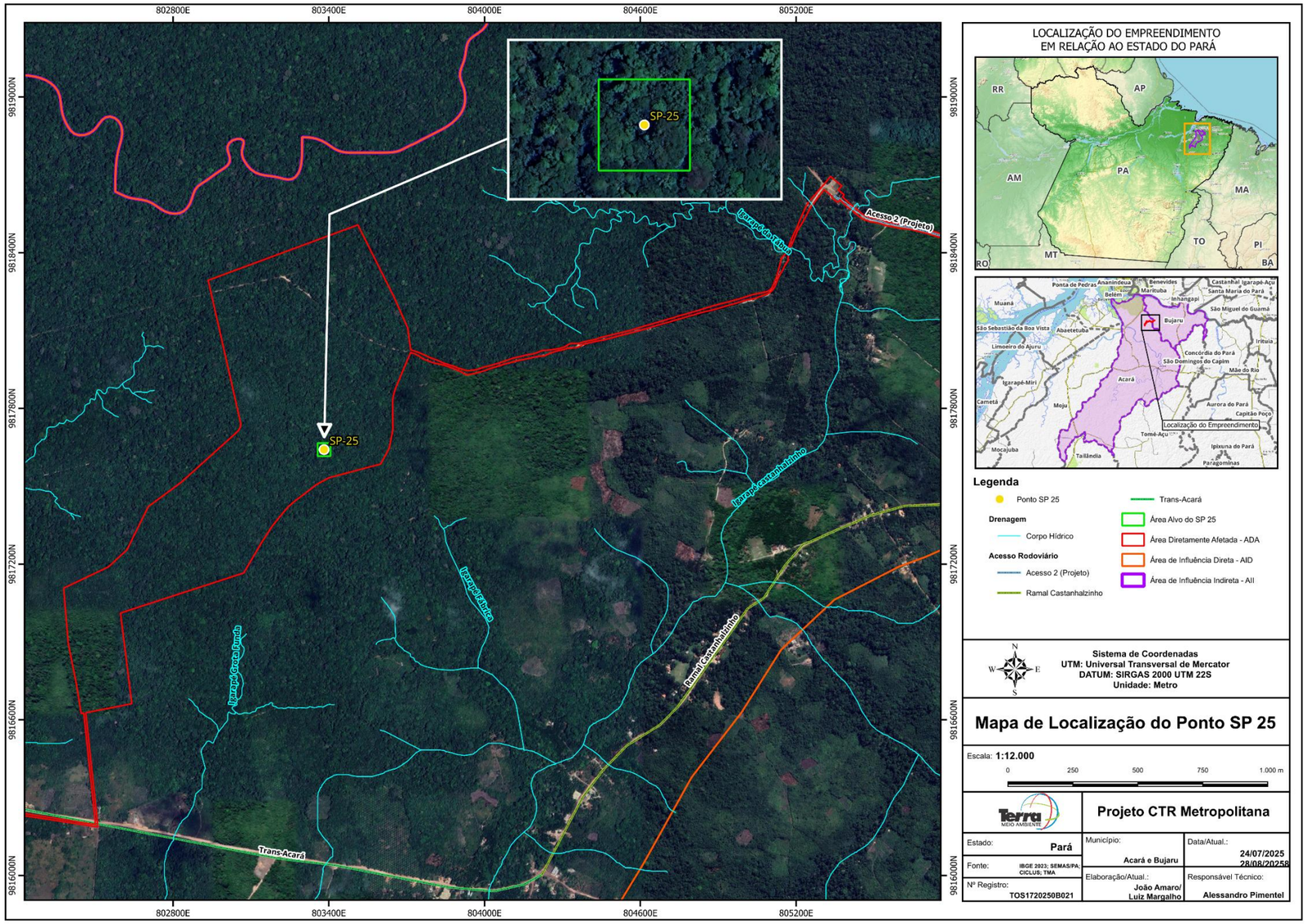






Fonte: Terra, 2025.

Figura 6.2-39 – Mapa de localização da área alvo do SP 25.



Fonte: Terra,2025.

- Metodologia

Para a amostragem da área, foi realizado um censo florestal da vegetação presente em 0,25 ha no entorno do SP 25, com registro de 100% dos indivíduos botânicos com diâmetro à altura do peito (DAP – aproximadamente 1,30 m acima do nível do solo) maior ou igual a 10 cm. Como indicativo do habitat, as espécies foram classificadas quanto ao tipo de vegetação que predominantemente estão distribuídas, de acordo com o Programa Reflora (Flora e Funga do Brasil - http://floradobrasil.jbrj.gov.br/).

- Resultados
- Composição Floristica

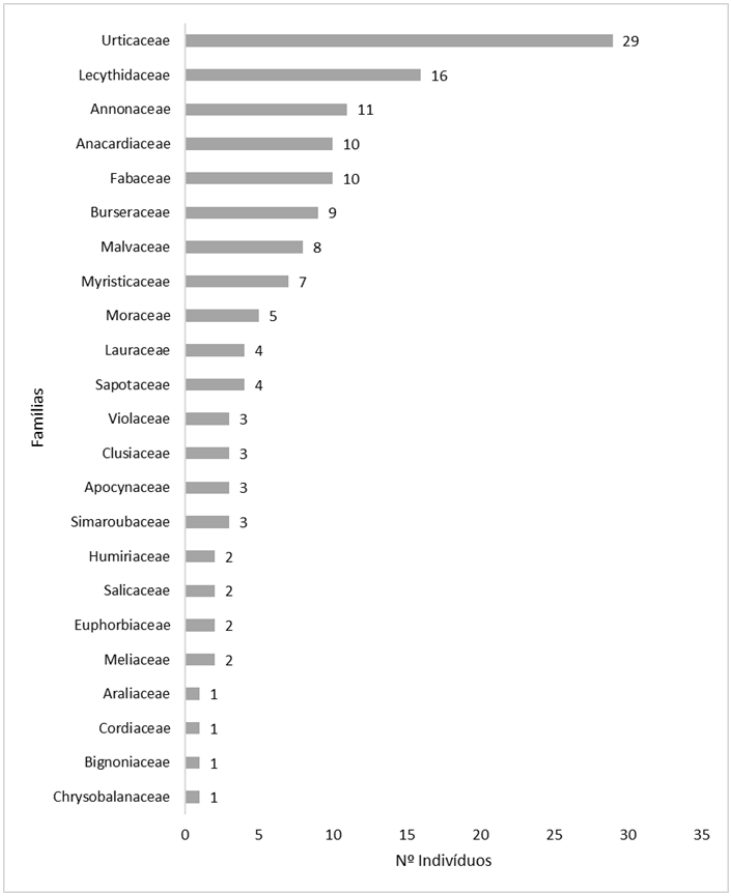
Foram inventariados 137 espécimes (Anexo - Lista das espécies), distribuídos entre 23 famílias botânicas e 46 espécies. As cinco famílias de maior abundância foram Urticaceae (29 espécimes - 21%); Lecythidaceae (16 espécimes - 12%); Annonaceae (11 espécimes - 8%); Fabaceae e Anacardiaceae com (10 espécimes - 7%), conforme apresentado na Figura abaixo.

A família Urticaceae é composta por muitas espécies pioneiras, como o gênero Cecropia, que prevalece nos estágios iniciais de colonização de áreas abertas e bordas florestais, criando condições favoráveis para o estabelecimento de espécies mais exigentes em relação à fertilidade, umidade do solo e sombreamento (FONSECA, 1998). As espécies dessa família são, em geral, árvores de crescimento rápido, vida curta, pequeno a médio porte e com ocorrência frequente em clareiras de florestas secundárias (PARROTTA et al., 1995). Trata-se de um grupo monofilético amplamente circunscrito, que inclui tanto formas herbáceas quanto lenhosas (ARAUJO et al., 2009).

Além do papel ecológico relevante, as urticáceas apresentam importante potencial econômico, utilizadas como matéria-prima para a indústria de painéis aglomerados, lâminas e compensados (IWAKIRI et al., 2010), além de fornecerem fibras com valor comercial e possuírem propriedades medicinais, como ação anti-inflamatória, antimicrobiana, antiúlcera e anestésica (GAGLIOTI, 2011). Ecologicamente, destaca-se ainda pela presença de perigônios carnosos, que atraem animais frugívoros, os quais contribuem para a dispersão de suas sementes (GAGLIOTI et al, 2014). Ou seja, esses animais, ao transitarem entre diferentes áreas, podem carregar as sementes das

espécies, promovendo o aumento da riqueza específica local (GIEHL et al., 2007; ATHIÊ; DIAS, 2012).

Figura 6.2-40 - Representatividade de abundância (nº de indivíduos) das famílias inventariadas na área-alvo do SP 25.

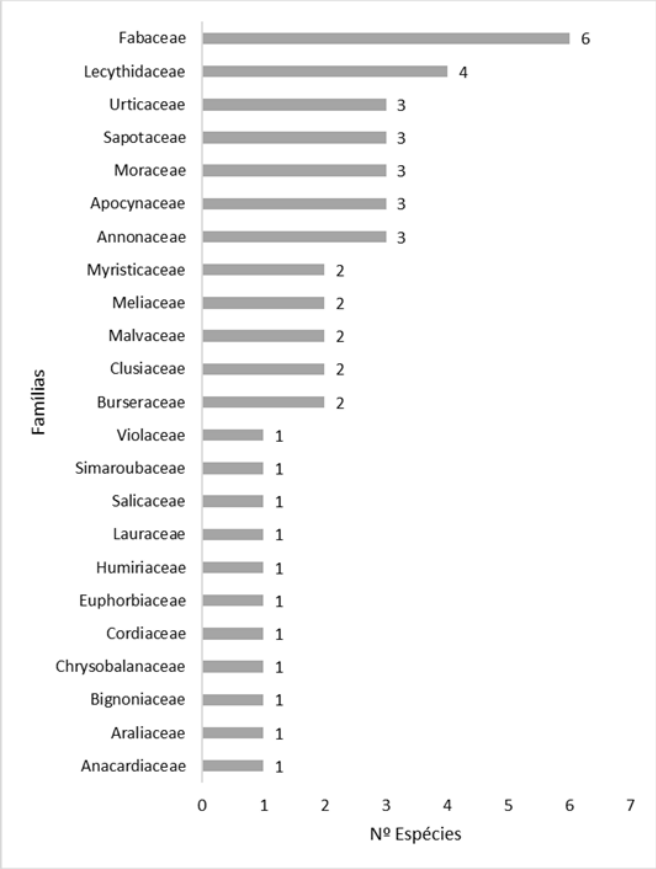


Ao analisar os valores de riqueza por família, observou-se que a Fabaceae foi a família de maior riqueza, com seis espécies (13%), seguida por Lecythidaceae com quatro espécies (9%), Urticaceae, Sapotaceaee, Moraceae, Apocynaceae e Annonaceae, com três espécies (7%) cada, e Myristicaceae, Meliaceae, Malvaceae, Clusiaceae e Burseraceae com duas espécies (4,0%), cada. As demais famílias foram representadas por uma espécie (Figura abaixo).

O fato da família Fabaceae ser mais representativa em riqueza de espécies, confirma a predominância da família na região Amazônica (RIBEIRO et al. 1999), inclusive nos processos de sucessão secundária, conforme os estudos de Gama et al. (2002) e Baar et al. (2004). Essa família é comum em florestas primárias, possuindo espécies adaptadas a condições microclimáticas diferentes das encontradas em florestas

secundárias jovens (ALMEIDA E VIEIRA 2001; OLIVEIRA E AMARAL 2004). De modo geral, a família Fabaceae exerce importantes funções ecológicas dentro de uma floresta, como o acúmulo de biomassa (CARIM et al., 2007) e recuperação do solo por meio da adubação verde, por conterem altas taxas de fósforo, potássio, cálcio e principalmente de nitrogênio (JÚNIOR et al., 2015).

Figura 6.2-41 - Representatividade de riqueza (nº de espécies) das famílias inventariadas na área- do SP 25.



- Análise Fitossociológica

Para análise dos resultados da estrutura horizontal, foram calculados para todas as espécies arbóreas e arbustivas os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta e relativa (DA e DR); frequência absoluta e relativa (FA e FR); dominância absoluta e relativa (DoA e DoR); valor de importância (VI); e valor de cobertura (VC), com base em MULLER-DOMBOIS; ELLENBERG,1974. Pois, quanto maior os valores

de abundância, frequência e dominância, maior e mais importância terá a espécie no ambiente.

- Índice De Valor De Importância (Ivi)

O Índice de Valor de Importância (IVI%) representa em que grau a espécie se encontra bem estabelecida na comunidade, indicando a importância ecológica das espécies, devido à influência relativa das espécies mais frequentes e dominantes nos processos de equilíbrio da flora e manutenção da fauna, fornecendo abrigo e alimentação (Oliveira e Amaral, citado por Silva, Matos e Ferreira 2008). A soma dos resultados de frequência relativa, densidade relativa e dominância de cada espécie resultam no índice de valor de importância de cada (IVI).

Das 46 espécies inventariadas, aquelas com maiores IVIs, em ordem decrescente, foram: *Cecropia sciadophylla; Eschweilera amazonica, Pourouma mollis; Tapirira guianensis; Protium decandrum; Xylopia nitida; Apeiba echinata; Pseudopiptadenia suaveolens; Eschweilera coriacea e Nectandra cuspidata* (figura e tabela abaixo). Essas espécies reúnem 57% do IVI total, evidenciando sua importância na estrutura florestal da área de amostragem.

O Índice de Valor de Cobertura (IVC%) expressa a contribuição do táxon na cobertura vegetal do ambiente (MARACAJÁ et al, 2003). As espécies com maiores índices de valor de cobertura (IVC) foram Cecropia sciadophylla e Eschweilera amazonica, representando em 21%, demonstrando que essas espécies se apresentam como altamente importantes no ambiente, em termos de cobertura vegetal (Figura abaixo).

Dessa maneira, os IVI e IVC comportam-se como parâmetros indicativos do estado de recomposição da floresta ao estudo quantitativo da composição florística, do funcionamento, da dinâmica, da distribuição e das relações ambientais da comunidade vegetal. Tem como finalidade atribuir valor para as espécies dentro da comunidade vegetal a que pertencem (Freitas & Magalhães, 2012). Os resultados sobre as espécies vegetais, como frequência, dominância, densidade, valor de importância e de cobertura, reforçam a importância e a distribuição das espécies *Cecropia sciadophylla, Eschweilera amazonica e Pourouma mollis*, para a comunidade florestal nos processos básicos de equilíbrio da vegetação e manutenção da fauna. Esses elementos fornecem

abrigo e alimentação para o conjunto de seres vivos presentes no habitat (PEREIRA et al., 2011).

Figura 6.2-42 - - Espécies com os maiores Índice de Valor de Importância (IVI) registradas na área-alvo do SP 25.

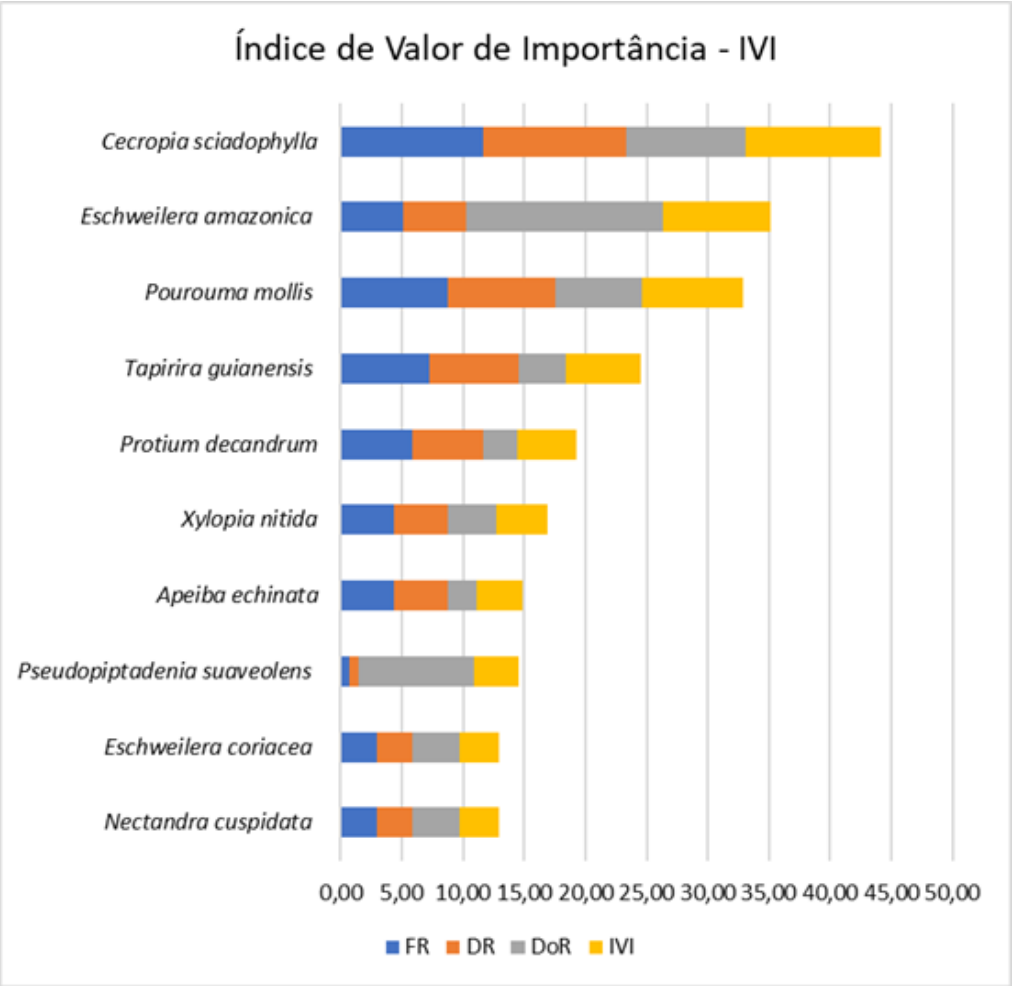


Figura 6.2-43 - - Espécies com os maiores Índice de Valor de Cobertura (IVC) registradas na área-alvo do SP 25.

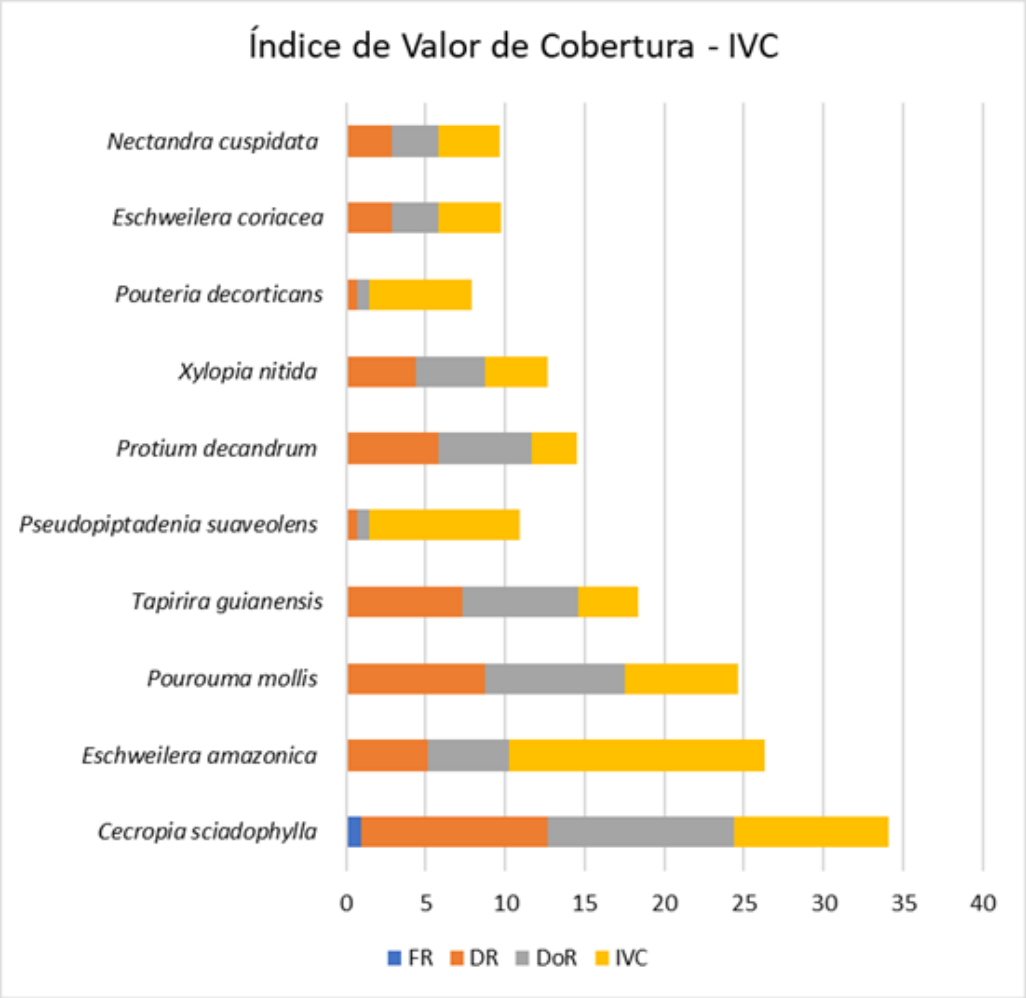


Tabela 6.2-30 - Parâmetros fitossociológicos para as espécies registradas na área alvo do SP 25. Onde: N = Número total de indivíduos registrados; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; IVC= Indice de valor de cobertura da espécie.

Espécies	n	FR	Dr	DoR	IVi	IVC
Cecropia sciadophylla **Mart.**	16	11,68	11,68	9,74	11,03	10,71
Pourouma mollis **Trécul**	12	8,76	8,76	7,13	8,21	7,94
Tapirira guianensis **Aubl.**	10	7,30	7,30	3,79	6,13	5,55
Protium decandrum **(Aubl.) Marchand.**	8	5,84	5,84	2,79	4,82	4,31
Eschweilera amazonica **R.Knuth**	7	5,11	5,11	16,11	8,77	10,61
Xylopia nitida **Dunal**	6	4,38	4,38	3,92	4,23	4,15
Apeiba echinata **Gaertn.**	6	4,38	4,38	2,37	3,71	3,37
Eschweilera coriacea **(DC.) S.A.Mori**	4	2,92	2,92	3,88	3,24	3,40
Nectandra cuspidata **Nees**	4	2,92	2,92	3,83	3,22	3,38
Eschweilera micrantha **(O.Berg) Miers**	4	2,92	2,92	2,66	2,83	2,79

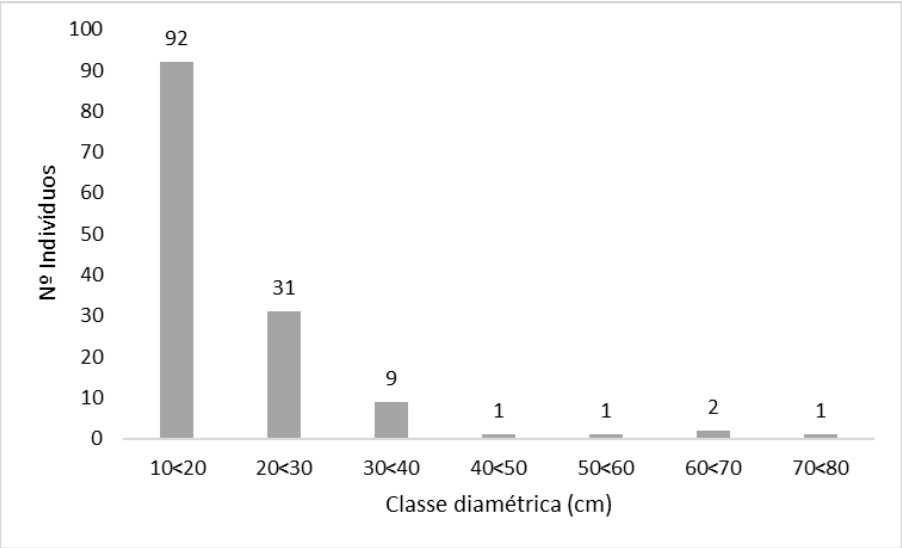
Espécies	n	FR	Dr	DoR	IVi	IVC
Inga heterophylla Willd.	4	2,92	2,92	1,86	2,57	2,39
Iryanthera paraensis Huber	4	2,92	2,92	1,45	2,43	2,18
Simarouba amara Aubl.	3	2,19	2,19	1,87	2,08	2,03
Virola michelii Heckel	3	2,19	2,19	1,85	2,08	2,02
Rinorea flavescens (Aubl.) Kuntze	3	2,19	2,19	1,39	1,92	1,79
Helicostylis tomentosa (poepp. &. Endl.) Rusby	3	2,19	2,19	1,31	1,90	1,75
Guatteria punctata (Aubl.) R.A.Howard	3	2,19	2,19	1,13	1,84	1,66
Theobroma obovatum Klotzsch ex Bernoulli	2	1,46	1,46	2,09	1,67	1,78
Symphonia globulifera L.f.	2	1,46	1,46	1,34	1,42	1,40
Casearia decandra Jacq.	2	1,46	1,46	1,19	1,37	1,32
Sacoglottis guianensis Benth.	2	1,46	1,46	1,03	1,32	1,25
Mabea taquari Aubl.	2	1,46	1,46	0,91	1,28	1,18
Guatteria polyantha R.E.Fr.	2	1,46	1,46	0,73	1,22	1,09
Pouteria gongrijpii Eyma	2	1,46	1,46	0,68	1,20	1,07
Inga cylindrica (Vell.) Mart.	2	1,46	1,46	0,45	1,12	0,95
Pseudopiptadenia suaveolens (Miq.) J.W.Grimes	1	0,73	0,73	9,47	3,64	5,10
Pouteria decorticans T.D.Penn.	1	0,73	0,73	6,45	2,63	3,59
Protium stevensonii (Standl.) Daly	1	0,73	0,73	1,68	1,05	1,21
Aspidosperma carapanauba Pichon	1	0,73	0,73	1,46	0,97	1,09
Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. & Planch.	1	0,73	0,73	0,59	0,68	0,66
Guarea grandifolia DC.	1	0,73	0,73	0,59	0,68	0,66
Carapa guianensis Aubl.	1	0,73	0,73	0,59	0,68	0,66
Vouacapoua americana Aubl.	1	0,73	0,73	0,56	0,67	0,65
Himatanthus articulatus (Vahl) Woodson	1	0,73	0,73	0,39	0,62	0,56
Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don	1	0,73	0,73	0,36	0,61	0,54
Helicostylis pedunculata Benoist	1	0,73	0,73	0,35	0,60	0,54
Ficus christianii Carauta	1	0,73	0,73	0,27	0,58	0,50
Manilkara elata (Allemão ex Miq.) Monach.	1	0,73	0,73	0,26	0,57	0,50
Licania heteromorpha Benth. var. heteromorpha	1	0,73	0,73	0,23	0,56	0,48
Cecropia distachya Huber	1	0,73	0,73	0,23	0,56	0,48
Eschweilera pedicellata (Rich.) S.A.Mori	1	0,73	0,73	0,19	0,55	0,46
Geissospermum sericeum Miers	1	0,73	0,73	0,18	0,55	0,46
Stryphnodendron pulcherrimum (Willd.) Hochr.	1	0,73	0,73	0,18	0,55	0,45
Tovomita spruceana Planch. & Triana	1	0,73	0,73	0,17	0,54	0,45
Parkia gigantocarpa Ducke	1	0,73	0,73	0,17	0,54	0,45
Cordia goeldiana Huber	1	0,73	0,73	0,16	0,54	0,45
Total	137	100	100	100	100	100

Fonte: Terra, 2025.

- Estrutura Diamétrica

A análise da distribuição diamétrica é uma ferramenta importante para caracterizar o estágio ecológico e sucessional da vegetação, indicando se a estrutura florestal se encontra em equilíbrio ou apresenta desbalanceamento. No presente estudo, foram inventariados 137 indivíduos, distribuídos em sete classes diamétricas, cada uma com amplitude de 10 cm. A distribuição das classes deste inventário florestal está representada na Figura abaixo.

Figura 6.2-44 - Distribuição da abundância de indivíduos por classe diamétrica (cm) na área-alvo do SP 25.



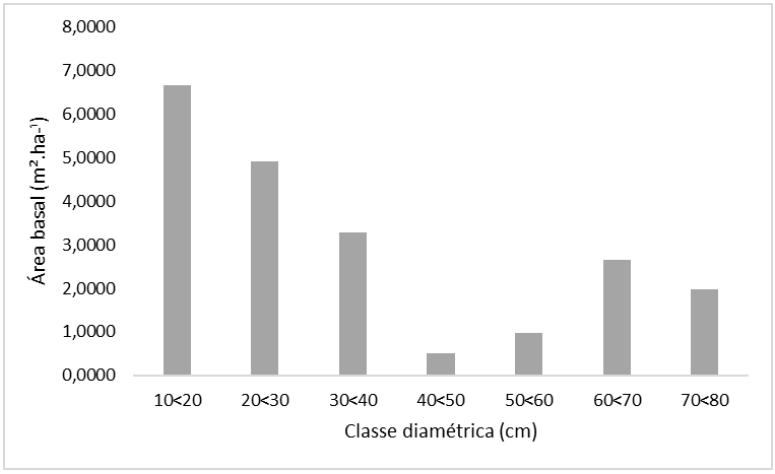
Observou-se maior concentração de indivíduos na primeira classe (92 espécimes), seguida pela segunda (32 espécimes) e terceira (09 espécimes). À medida que o diâmetro aumenta, verifica-se uma redução progressiva no número de indivíduos. Essa tendência configura um padrão de distribuição típico de florestas naturais, ajustando-se a um modelo de distribuição do tipo exponencial negativa ou em forma de “J” invertido (SANTANA, 2009; RÖGLIN et al., 2007; SILVA JÚNIOR, 2005; SANTANA et al., 2004; RIBEIRO et al., 1999).

- Área Basal

A área basal refere-se ao somatório das áreas transversais dos indivíduos lenhosos a altura do peito (DAP), apresentada na Figura abaixo com intervalo de 10 cm nas classes de diâmetro. A Área basal (m²) equivale a 5,2440 m² para área-alvo (SP 25), que indica o grau de ocupação das espécies com características de porte arbóreo e arbustivo na

área, que representa 20,9762 m².ha-¹, sendo que, a classe de 10<20 cm de diâmetro foi a mais representativa com estimativa de 6,6709 m².ha-¹.

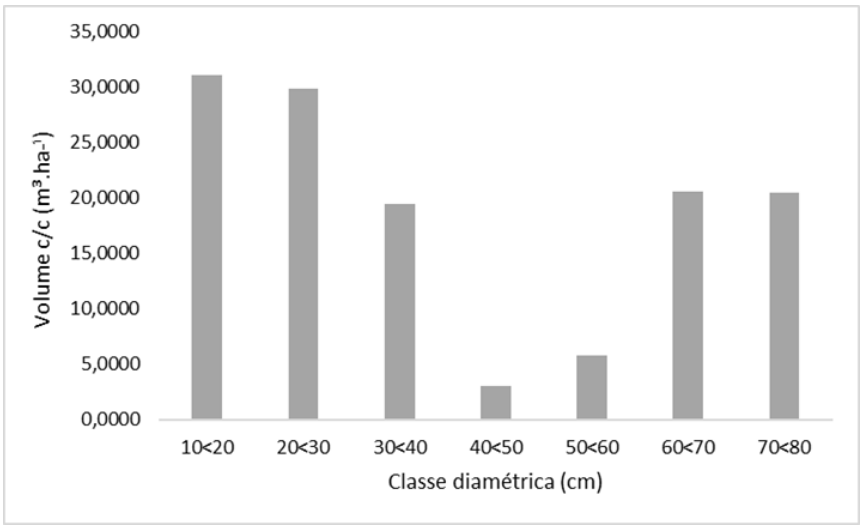
Figura 6.2-45 - Distribuição dos valores de área basal (m².ha-¹) por classes de DAP dos indivíduos amostrados na área-alvo do SP 25.



- Volumetria

O volume (Vol c/c) estimado para a área-alvo através dos indivíduos registrados correspondeu a 32,9156 m³ o qual representa em área o volume estimado de 131,6626 m³.ha-¹. Na Figura abaixo é representado o volume nas classes de diâmetro com intervalos de 10 cm. Novamente, a classe de 10<20 cm de diâmetro foi a mais representativa, com 7,7606 m³ (estimativa de 31,0424 m³.ha-¹).

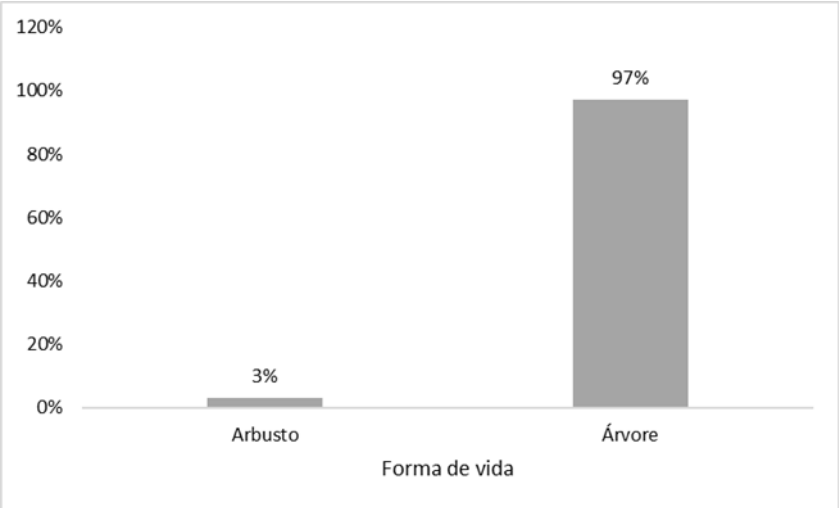
Figura 6.2-46 - Somatório da volumetria (m³.ha-¹) por classes de DAP dos indivíduos na área-alvo do SP 25.



- Forma De Vida

Quanto aos valores de densidade em relação às formas de vida, verificou-se que 97% dos indivíduos amostrados têm hábito árvore, seguido de arbusto com 3% de indivíduos, conforme a (Figura abaixo). A maior concentração de espécies arbóreas na área ajuda promover uma mudança de hábitat (sombreamento, redução de temperatura do solo etc), favorecendo o processo ecológico.

Figura 6.2-47 - Classificação percentual da riqueza das espécies por hábito/forma de vida, registradas na área-alvo do SP 25.



- Índices Ecológicos

A uniformidade entre os valores de riqueza e abundância é um fator que altera a diversidade de uma comunidade, uma vez que o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener leva em consideração tanto a riqueza quanto a equitabilidade das comunidades avaliadas. Esse índice fornece uma ideia do grau de incerteza em prever a qual espécie pertenceria um indivíduo retirado aleatoriamente da população. Neste estudo, a diversidade de Shannon-Wiener (H') foi 3,42 (Tabela abaixo).

Sobre a Equitabilidade (J'), o valor observado foi de 0,89 (Tabela abaixo) indicador é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou,1966), seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). Quanto menos uniforme é a ocorrência de espécimes, menores são os valores da diversidade e da equitabilidade.

Tabela 6.2-31 - Valores dos índices ecológicos na área alvo do SP 25.

índices ecológicos	Valor
Riqueza (S)	46
Abundância (N)	137
Diversidade de Shannon (H')	3,42
Equitabilidade (J')	0,89

Fonte: Terra, 2025.

-
- **Habitat**

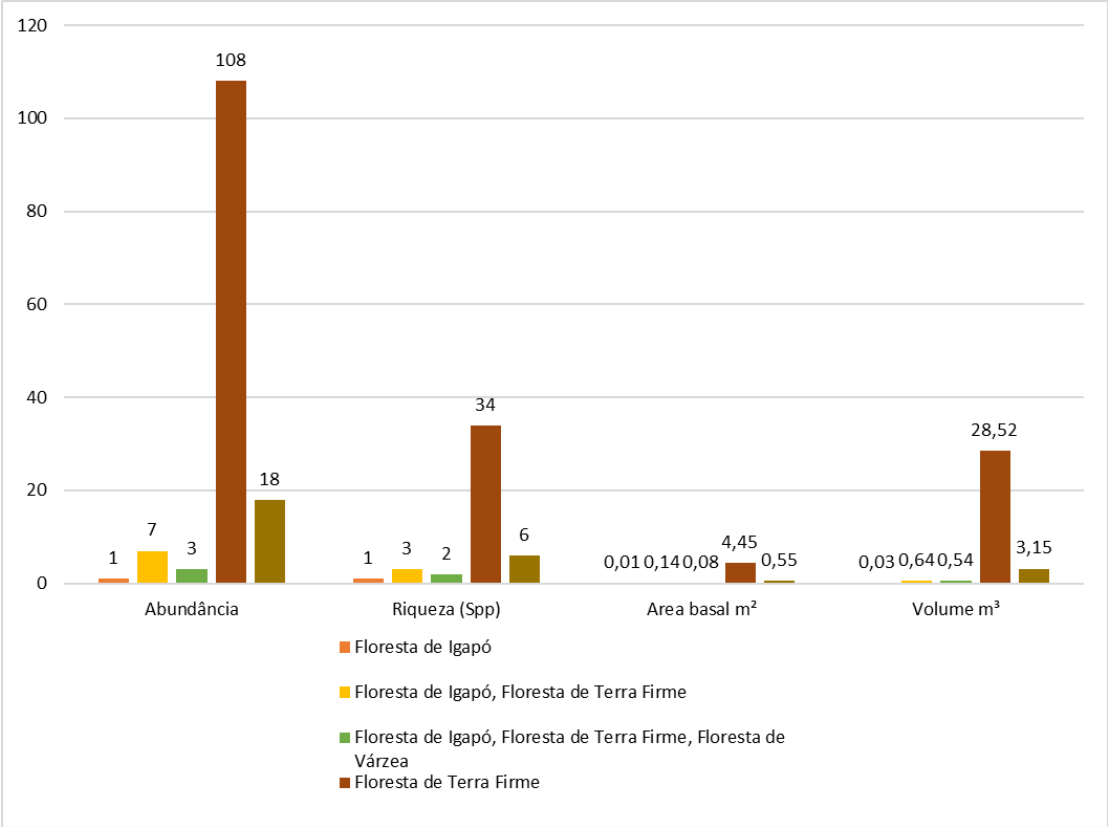
Considera-se habitat como o conjunto de fatores independentes da densidade populacional – tais como cobertura vegetal, espaço, disponibilidade de água e clima – que fornecem às espécies condições adequadas para a manutenção de populações viáveis. Nessa perspectiva, assume-se uma relação espécie-específica, ou seja, cada espécie ocupa um habitat com características estruturais e funcionais compatíveis com suas exigências ecológicas (MORRISON et al., 1992; CERQUEIRA, 1995).

A estrutura do habitat, por sua vez, pode variar ao longo do tempo, dentro de um gradiente que flutuam em alterações sutis até processos mais intensos, como a fragmentação ou a completa destruição do ambiente. Um exemplo clássico de mudanças estruturais ao longo da escala temporal é representado pela sucessão ecológica, processo que modifica gradativamente a composição e a estrutura florística (BROWN, 1991).

Na Região Amazônica, embora as florestas de terra firme sejam, no geral, consideradas relativamente homogêneas, estudos têm demonstrado a existência de manchas de hábitats com características distintas, que determinam padrões específicos de distribuição espacial das espécies vegetais. Isso evidencia que, mesmo em ambientes amplamente contínuos, há uma heterogeneidade ambiental significativa (Zuquim et al. 2007). Além do mais, na região amazônica encontram se diferentes classificação e formação de coberturas florestais, as quais apresentam composição florística diversificada de acordo com a topografia, textura, drenagem e fertilidade do solo (Tuomisto et al. 1995) daquela região. Esses elementos atuam de maneira integrada, influenciando a disponibilidade de recursos e as condições microambientais que favorecem ou restringem o estabelecimento e o desenvolvimento das espécies vegetais.

Na área do SP 25 foram identificadas a presença de espécies características de Floresta de Terra Firme (108 indivíduos), Florestas de Várzea/Terra Firme (18 indivíduos), Florestas de Igapó/Terra Firme (07 indivíduos), Florestas de Igapó/Várzea/Terra Firme (03 indivíduos) e apenas 01 indivíduo característico de Floresta de Igapó, conforme a figura abaixo.

Figura 6.2-48 – Gráfico do tipo de habitat das espécies registradas na área alvo do SP 25.



Fonte: Terra, 2025.

Ressalte-se que a predominância da vegetação com características de terra firme foi da espécie Cecropia sciadophylla. Durante as observações in loco, foram identificados indícios claros de retirada seletiva de madeira, como tocos remanescentes e árvores cortadas já em estado avançado de decomposição. Consequentemente, essa intervenção antrópica resultou na abertura de clareiras no interior da vegetação, criando condições propícias para o estabelecimento de espécies pioneiras, como as dos gêneros Pourouma, Tapirira, Protium e Eschweilera, além da já mencionada Cecropia. As 46 espécies registradas contribuem para o fechamento do dossel, o que favorece a manutenção da vegetação ao criar uma condição microclimática mais úmida. Além

disso, a estrutura porosa das folhas secas permite a absorção e retenção da umidade, funcionando como uma espécie de esponja natural. Esse mecanismo contribui não apenas para o equilíbrio hídrico do solo, mas também para a conservação da biodiversidade local e para a continuidade do processo de regeneração pontual.

As espécies do gênero Cecropia são amplamente reconhecidas por seu comportamento pioneiro, com capacidade de colonização em áreas abertas e perturbadas. Essas espécies necessitam de radiação solar direta para germinar e se estabelecer (QUANZ et al., 2012) e são pouco exigentes quanto ao solo, o que as torna frequentes em ambientes desmatados ou em processo de regeneração natural (RIBEIRO et al., 1999).

Dessa forma, ressalta-se que a vegetação da área é predominantemente composta por espécies típicas de terra firme, sendo Cecropia sciadophylla a espécie dominante. Essa espécie é popularmente conhecida como embaúba-gigante ou embaúba-do-norte, apresenta porte arbóreo, com padrão foliar sempre-verde (perenifólio), podendo atingir até 30 metros de altura e 50 centímetros de diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,30 m do solo) na fase adulta (BERG, 1978). O tronco é ereto, cilíndrico e fistuloso — ou seja, oco internamente — característica comum ao gênero. As raízes adventícias, também chamadas de raízes escoras ou de suporte, são proeminentes e visíveis ao redor da base do tronco (PARROTA et al., 1995). Essas raízes desenvolvem-se a partir do caule e crescem em direção ao solo, conferindo maior estabilidade à planta, especialmente em indivíduos altos ou com troncos delgados, atuando na proteção contra o tombamento e contribuindo para a redução da erosão do solo. A espécie possui alta capacidade de desenvolvimento em diferentes áreas perturbadas, que dispõe de grande disponibilidade de luz solar, não habitando necessariamente os ambientes alagáveis.

- Espécies Ameaçadas De Extinção
- Justificativa

As listas de espécies ameaçadas, também chamadas de “listas vermelhas” (red lists), têm como um dos principais objetivos alertar para os riscos de extinção das espécies de modo a possibilitar a realização de ações conservacionistas direcionadas (BAILLIE et al. 2004). Essas listas são elaboradas em diferentes escalas e adaptadas de acordo com o nível geográfico, com base nas informações específicas de cada situação. A inclusão de uma espécie na lista vermelha e a atribuição de seu status de ameaça seguem critérios taxonômicos, ecológicos e populacionais, baseados em dados científicos disponíveis sobre sua distribuição, abundância, tendências populacionais e pressões antrópicas (COLLI-SILVA, et al 2016).

No inventário florestal da área do SP 25 houve registro de duas espécies ameaçadas de extinção, sendo: Acapú (Vouacapoua americana Aubl.) com um indivíduo, e Maçaranduba (Manilkara elata (Allemão ex Miq.) Monach.) também representada por um indivíduo. Nas tabelas abaixo e na Figura abaixo são apresentadas informações e localização das espécies ameaçadas. Na lista de anexos apresenta os registros fotográficos dessas espécies.

Tabela 6.2-32- - Status de ameaça das espécies ameaçadas por lei encontradas na Área-Alvo do SP 25.

ESPÉCIES	NOME POPULAR	IUCN, 2025.1	MMA, 2022	CNC FLORA 2013	RESOLUÇÃO COEMA N° 54 DE 2007
Vouacapoua americana Aubl.	Acapú	CR	EN	EN	-
Manilkara elata (Allemão ex Miq.) Monach.	Maçaranduba	EN	0	LC	VU

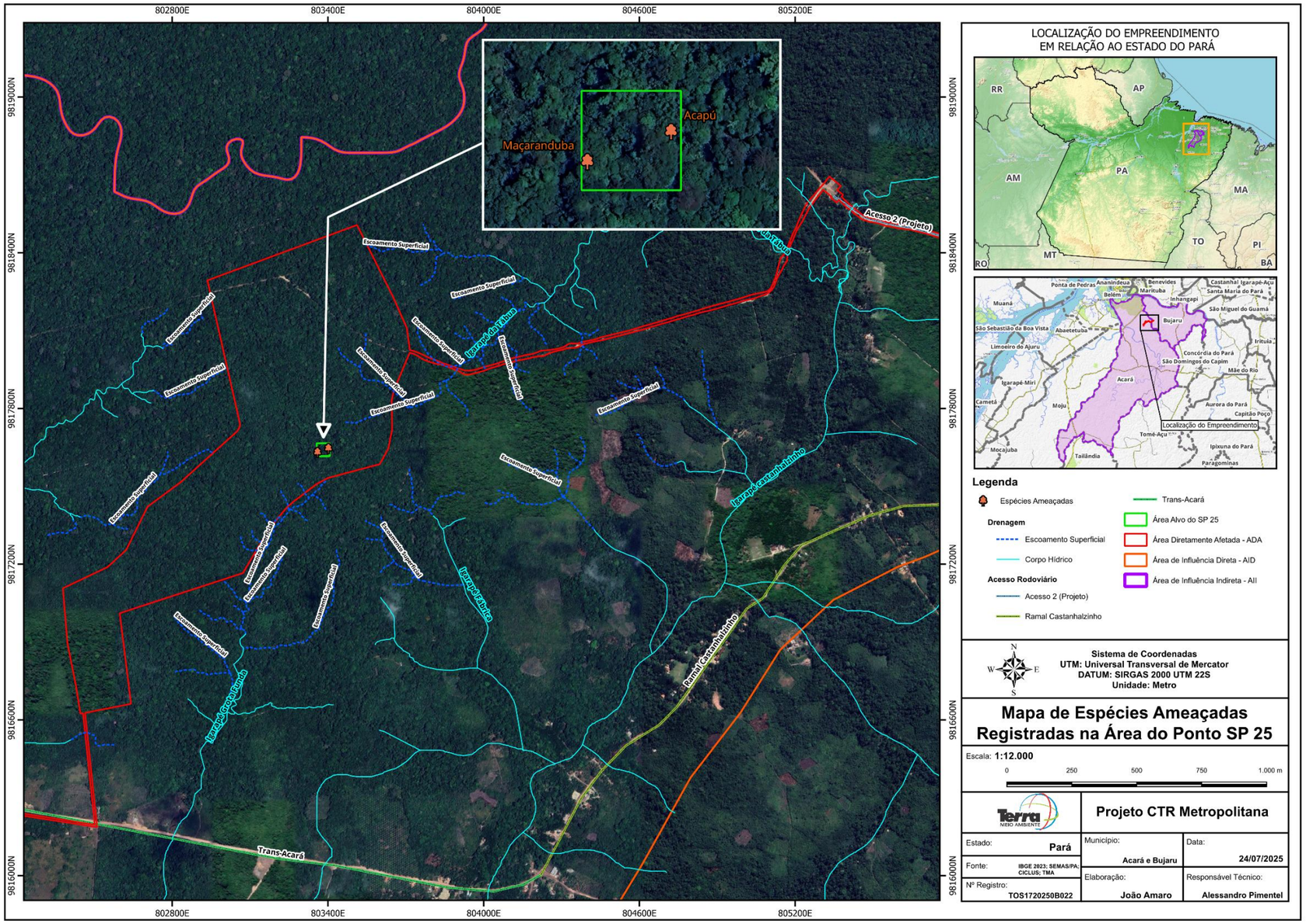
Legenda: status de ameaça - VU: Vulnerável; EN: Em perigo

Tabela 6.2-33 - Relação das espécies ameaçadas de extinção inventariada na área alvo do (SP 25).

LAT	LONG	Placa	DAP (cm)	HF (m)	HT (m)	QF	Nome usual	Nome científico	Família
1° 38' 52,555" S	48° 16' 23,956" W	748	19,4	7,9	12	2	Acapú	*Vouacapoua americana Aubl.*.	Fabaceae

LAT	LONG	Placa	DAP (cm)	HF (m)	HT (m)	QF	Nome usual	Nome científico	Família
1° 38' 53,048" S	48° 16' 25,316" W	800	13,2	8,5	11,6	2	Maçaranduba	*Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach.	Sapotaceae

Figura 6.2-49 –Mapa de localização das espécies ameaçadas de extinção registrados na área alvo do SP 25.



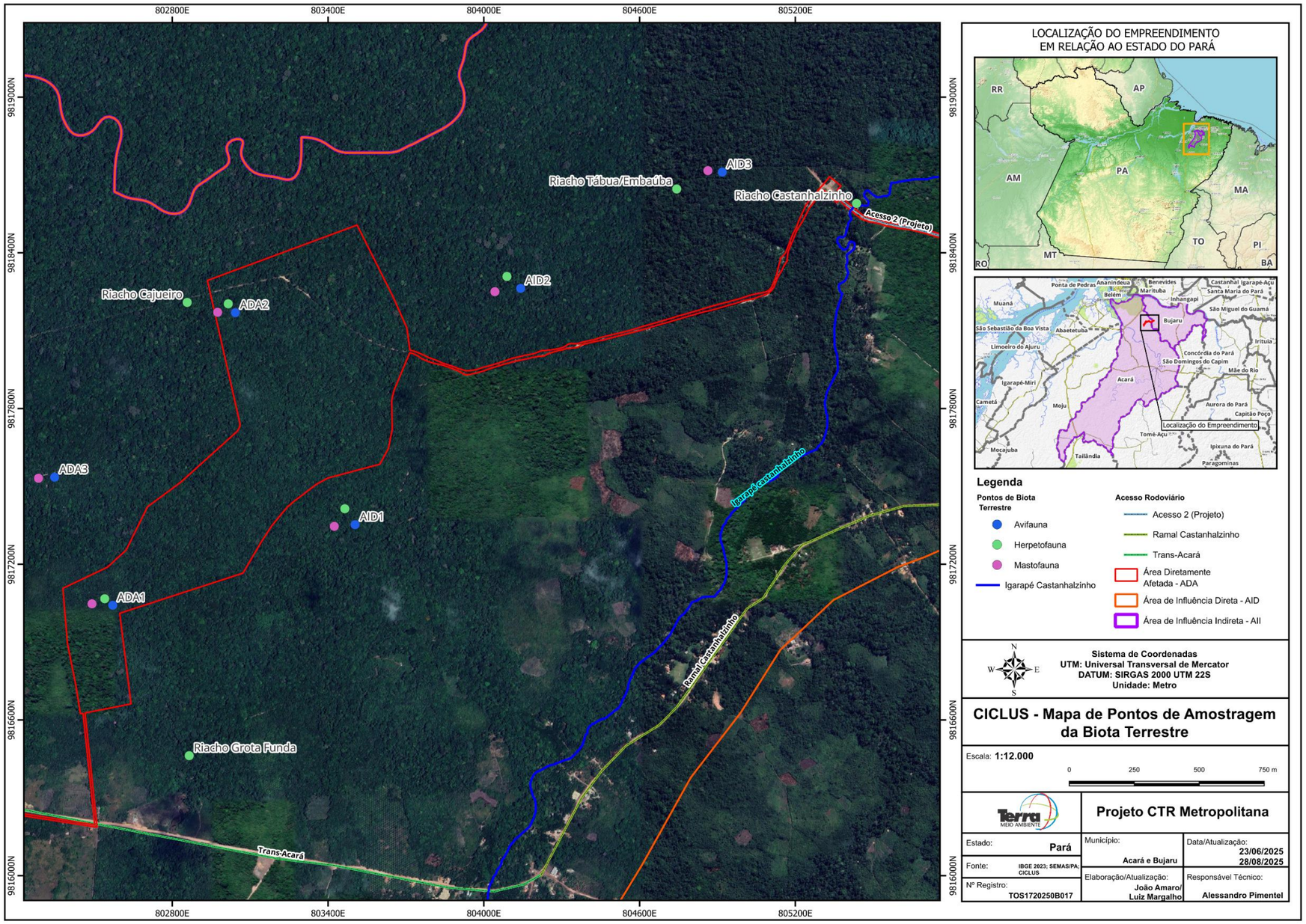
Fonte: Terra,2025.

6.2.2 BIOTA TERRESTRE

Para a realização do presente estudo, foram utilizadas quatro transecções para a montagem das armadilhas de interceptação e queda, sendo duas situadas na Área de Influência Direta (AID1 e AID2) e duas na Área Diretamente Afetada (ADA1 e ADA2), onde foram aplicadas diferentes metodologias de coleta (Figura - representada pelo mapa da amostragem da Biota Terrestre), a seguir.

Na ADA, foi amostrado um sítio composto por uma vegetação secundária, nomeada como ADA 1, em estágio inicial de regeneração, com dossel aberto, sub-bosque praticamente ausente, predominância de arbustos, gramíneas (área de “capoeira”), com solo arenoso, que anteriormente era utilizada para o cultivo de mandioca (figuras abaixo O ponto de amostragem denominado ADA 2 foi instalado num local composto por uma Floresta secundária em estágio de regeneração mais avançado, com dossel fechado, sub-bosque pouco denso e presença de serapilheira.

Figura 6.2-50 - Mapa de Pontos de amostragem da Biota Terrestre.



Fonte: TERRA,2025.

Figura 6.2-51 - ADA 1 composta por vegetação muito alterada e em estágio inicial de regeneração, Acará, PA.



Figura 6.2-52 - ADA 2 composta por mata secundária, com dossel e sub-bosque pouco desenvolvidos, Acará, PA.



Na AID, por sua vez, foram amostradas duas áreas (AID 1 e AID 2) com uma floresta secundária em estágio avançado de regeneração, muito similar à descrita na ADA 2 (figura abaixo).

Figura 6.2-53 - (A) AID 1 e (B) AID 2 compostas por mata secundária, com dossel e sub-bosque pouco desenvolvidos, Acará, PA.



Os quatro sítios de fauna ficavam próximos a áreas de nascente, presença de igarapés, cursos d'água temporários e alagados formados pelas chuvas que são abundantes na região.

Por fim, tanto a ADA como a AID eram cortadas por diversas estradas e trilhas largas, com aproximadamente 3 m de largura, chamadas Ramais, anteriormente utilizadas para extração de toras, que eram responsáveis pelos efeitos de borda no interior dessas áreas (Tabela abaixo).

Para o levantamento de quirópteros (mamíferos voadores) e de aves, foi demarcada adicionalmente mais uma área de amostragem na Área de Influência Direta (AID) e uma na Área Diretamente Afetada (ADA), conforme ilustra a Figura - representada pelo mapa de Pontos de Amostragem da Biota Terrestre.

Para a busca ativa de espécimes da Herpetofauna na área de estudo, além destes quatro transectos, possíveis locais de nidificação das espécies dentro da ADA e da AID foram visitados, alagados temporários (Figura abaixo) e os igarapés Cajueiro, Grota Funda, Tábua/Embaúba, Tubo e Castanhalzinho (figuras abaixos).

Figura 6.2-54 - Alagado situado ao lado da sede do terreno da Ciclus Amazônia na Área de Influência Direta (AID).



Figura 6.2-55 - Alagado temporário na beira da estrada distante cerca de 200 m do transecto ADA2.



Figura 6.2-56 - Alagado temporário na beira da estrada distante cerca de 200 m do transecto ADA2.



Figura 6.2-57 - Igarapé situado no final da trilha AID2 - visitado durante as estações chuvosa e seca para realização de procura ativa na região de Acará, Pará.



Figura 6.2-58- Igarapé Tábua/Embaúba (AID) - visitado durante as estações chuvosa e seca para realização de procura ativa na região de Acará, Pará



Figura 6.2-59- Igarapé Cajueiro (AID) -visitado durante as estações chuvosa e seca para realização de procura ativa na região de Acará, Pará.



Figura 6.2-60 - Igarapé Grota Funda (AID) -visitado durante as estações chuvosa e seca para realização de procura ativa na região de Acará, Pará.



Tabela 6.2-34 - -Coordenadas geográficas dos locais de instalação das armadilhas nas áreas afetadas e dos Igarapés onde foram realizadas as coletas de espécimes da herpetofauna na região de Acará, Pará.

PONTO	FITOFISIONOMIA	COORD. LESTE	COORD. SUL
AID1	Floresta secundária	803465,3	9817414,2
AID2	Floresta secundária	804089,7	9818309,0
AID3	Floresta secundária	804931,5	9818783,8
ADA1	Capoeira	802540,2	9817068,5
ADA2	Floresta secundária	803059,6	9818203,6
ADA3	Capoeira	802304,4	9817532,8
Igarapé Tábua/Embaúba (AID)		804777,3	9818626,6
Igarapé Cajueiro (ADA)		802869,5	9818198,0
Igarapé Grota Funda (AID)		802922,3	9816535,4
Igarapé Castanhalzinho (AID)		805464,7	9818628,2

6.2.2.1 MASTOFAUNA

- Área De Estudo

O Brasil pode ser apontado como detentor da maior diversidade de mamíferos dentre os países ocidentais, apresentando 701 espécies já descritas (PÁGLIA *et al.*, 2012) o que representa aproximadamente 12% da mastofauna do mundo. Destes, cerca de 70% ocorrem na Amazônia e provavelmente 59% são endêmicas da região deste estudo (região metropolitana de Belém, PA) (PÁGLIA *et al.*, 2012). Apesar das dificuldades inerentes ao estudo de mamíferos, a escolha do grupo como bioindicadores em

monitoramentos da fauna se justifica devido à diversidade de papéis ecológicos que este grupo pode exercer na dinâmica de um ecossistema (EMMONS & FEER, 1997; EISENBERG & REDFORD, 1999; OLIVEIRA & FERRARI, 2000).

Para os pequenos mamíferos (espécies de mamíferos com menos de 2 kg) (EISENBERG & REDFORD, 1999), a região Amazônica possui o maior número de espécies dentre os biomas brasileiros (REIS *et al.*, 2006), formando o grupo ecológico mais diversificado de mamíferos, com 244 espécies registradas no Brasil, das quais 73 são endêmicas do bioma amazônico (OLIVEIRA *et al.*, 2006; ROSSI *et al.*, 2006). Para estes, destacam-se as dietas onívora, insetívora, frugívora e granívora, que propiciam a participação destes animais em processos de dispersão, predação e ciclagem de nutrientes (LAMBERT *et al.*, 2006). Entre os médios e grandes mamíferos, além das dietas já mencionadas para os pequenos, destaca-se ainda a dieta carnívora e herbívora que confere a estes animais um papel regulador na estrutura das comunidades biológicas dentro de um ecossistema. A participação em diferentes níveis tróficos dentro da cadeia e os diferentes níveis de plasticidade ecológica, incluindo animais extremamente sensíveis à degradação de hábitats, até animais adaptados a ambientes degradados, torna os mamíferos um grupo alvo em estudos ambientais.

- Caracterização Da Área

O inventário da mastofauna para o EIA/RIMA da CTR Metropolitana, foi realizado no município de Acará, PA, em quatro sítios de amostragem: dois dentro da área diretamente afetada (ADA) e dois dentro da área de influência direta (AID) do empreendimento.

- Logística De Campo

A Mastofauna foi inventariada na primeira campanha, durante a estação chuvosa, entre os dias 30 de Maio e 07 de Junho de 2015 e, na segunda campanha, durante a estação seca, entre os dias de 06 e 14 de Setembro de 2015 para a elaboração do EIA/RIMA da CTR Metropolitana, em Acará, PA.

Os dados climáticos durante os períodos chuvoso e seco amostrados foram obtidos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), coletados numa estação automática instalada em Belém - PA, localizada a aproximadamente 20 km de Acará - PA, em que está inserida a área de estudo deste projeto (Figuras abaixo).

Figura 6.2-61 - Dados climáticos da Estação Automática de Belém, PA, durante a primeira campanha (chuvosa), de 30 de Maio e 07 de Junho de 2015, em Acará, PA. Fonte: INMET.

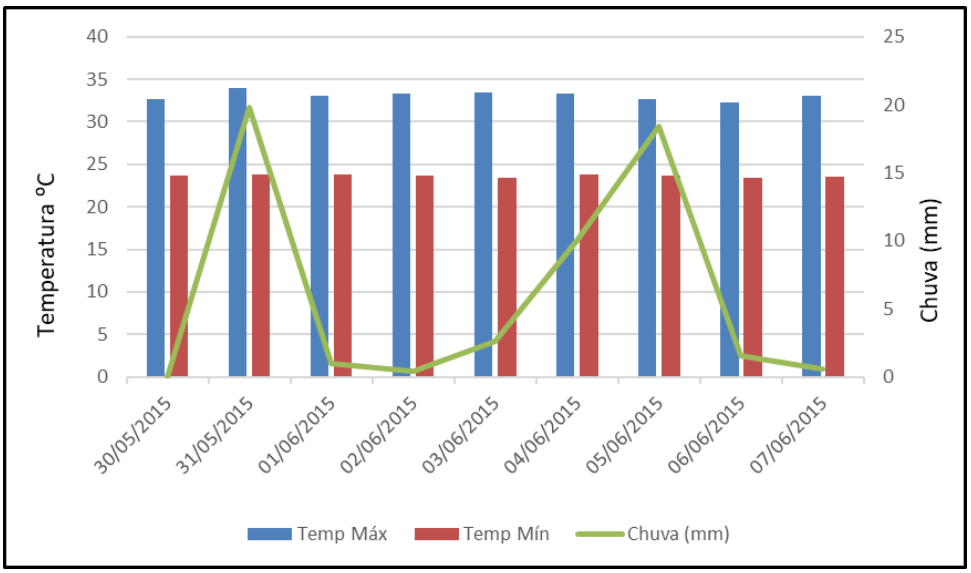
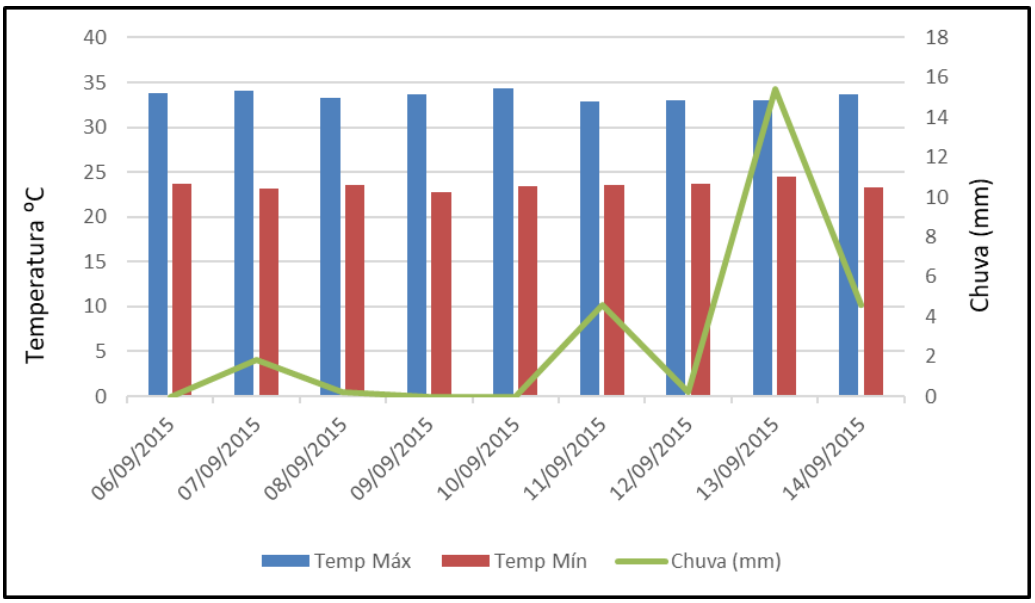


Figura 6.2-62 - Dados climáticos da Estação Automática de Belém, PA, durante a segunda campanha (seca), de 05 a 14 de setembro de 2015, em Acará, PA. Fonte: INMET.



- Metodologia De Coleta

Para a amostragem da mastofauna, foram utilizados sítios definidos para amostrar todos os grupos da biota terrestre, por meio de quatro estações, duas localizadas dentro da ADA e duas dentro da AID do empreendimento (Figura abaixo, Anexo III). As estações de fauna distam entre si, no mínimo, 1km de distância, garantindo que cada uma represente uma amostra independente para todos os grupos faunísticos.

Os procedimentos metodológicos foram selecionados de acordo com três grupos distintos dentro da mastofauna, devido às especificidades de cada um deles: pequenos mamíferos não-voadores e voadores e mamíferos de médio e grande porte.

- Pequenos mamíferos não-voadores

As capturas e coletas deste grupo foram realizadas por meio de armadilhas de captura e contenção (*Live trap*) do tipo *Sherman* e *Tomahawk* e por armadilhas de interceptação e queda (*Pitfall*), que é uma metodologia complementar tanto para mamíferos quanto para a amostragem da herpetofauna.

Em cada campanha, dentro de cada sítio, foram instalados 15 pontos de captura com duas armadilhas, uma do tipo *Sherman* e uma *Tomahawk*, instaladas em diferentes estratos – uma posicionada no solo (estrato inferior) e a outra no sub (a partir de 0,5 m de altura) (Figuras abaixo). Os pontos foram espaçados a cada 10 metros para garantir distribuição uniforme no ambiente. Portanto, ao todo, em cada sítio, foram instaladas 30 armadilhas durante quatro noites consecutivas por campanha. As armadilhas foram iscadas com uma massa da mistura de paçoca com sardinha, fubá e banana, com o intuito de tornar o interior das armadilhas um lugar mais atrativo para os animais.

Figura 6.2-63 - Armadilha do tipo tomahawk no estrato inferior (solo) para a amostragem dos pequenos mamíferos não-voadores nos períodos chuvoso e seco em Acará, PA.



Figura 6.2-64 - Armadilha do tipo sherman no estrato sub-bosque para a amostragem dos pequenos mamíferos não-voadores nos períodos chuvoso e seco em Acará, PA.



Para a amostragem com as armadilhas de interceptação e queda (*Pitfall*), foram instaladas, em cada sítio, 6 pontos de captura (cada ponto constituído por um balde de 60 litros). Os baldes foram dispostos em linha ao longo das duas campanhas. Os baldes ficavam enterrados de modo que sua abertura ficasse no nível da superfície do solo. Entre os baldes, que estavam a uma distância de 10m entre si, foram colocadas cercas de lonas plásticas grampeadas em estacas de madeira fincadas ao lado dos baldes, interligando-os. As cercas possuíam uma altura aproximada de 1m a partir do solo (Figura abaixo).

Figura 6.2-65 - Armadilha de interceptação e queda (Pitfall) para a amostragem dos pequenos mamíferos não-voadores durante os períodos chuvoso e seco em Acará, PA.



As linhas de captura eram vistoriadas pela manhã e todos os indivíduos capturados foram medidos, sexados, pesados, marcados com a colocação de brincos de identificação individual e fotografados. Imediatamente após a conclusão dos procedimentos os indivíduos foram soltos no sítio em que foram capturados (Figura abaixo).

Figura 6.2-66 - Marcação com brincos dos pequenos mamíferos não-voadores capturados durante a primeira campanha (estação chuvosa) amostrada entre os dias 30 de Maio e 07 de Junho de 2015, em Acará, PA.



Quando houve dúvida na identificação taxonômica, quando não foi possível identificá-los com precisão, ou quando morriam, os indivíduos eram coletados como exemplares e depositados na coleção de mastozoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), situado em Belém, PA, sob a responsabilidade do curador Dr. José de Sousa e Silva Junior (Cazuza), para fins de pesquisa e confirmação.

A (tabela abaixo) apresenta o esforço amostral aplicado por campanha e total deste projeto para a captura de pequenos mamíferos não-voadores.

Tabela 6.2-35 - Esforço amostral dos tipos de métodos utilizados para a captura de pequenos mamíferos não-voadores nas campanhas chuvosa e seca, em Acará, PA.

Estação de Fauna	Sistema de *Pitfall*	Armadilhas de captura viva	Noites
Esforço Amostral por campanha			
ADA 1	**6 baldes**	**15 shermans, 15 tomahawks**	**4**
ADA 2	**6 baldes**	**15 shermans, 15 tomahawks**	**4**
AID 1	**6 baldes**	**15 shermans, 15 tomahawks**	**4**
AID 2	**6 baldes**	**15 shermans, 15 tomahawks**	**4**
Esforço Amostral total (Chuvosa e Seca)			
Total	**192 Baldes*noites**	**armadilhas*noites**	**8 Noites**

- Pequenos mamíferos voadores (Quiropterofauna)

Para o levantamento de mamíferos voadores (ordem Chiroptera) foram utilizadas dez redes de neblina de 12x3 metros em cada estação (figura abaixo). Montadas ao entardecer (iniciando sua amostragem no período crepuscular), as redes permaneceram abertas por um período de seis horas por noite por sítio a cada campanha. Perfazendo um esforço total de 720 redes-horas (120 m de rede X 6 horas) por sítio. Para a amostragem de morcegos, foram utilizados 3 pontos na ADA e 3 na AID.

Figura 6.2-67 - Rede de neblina utilizadas para a captura da quiropterofauna durante os períodos chuvoso e seco em Acará, PA.



Todos os indivíduos de morcegos capturados foram medidos, sexados, pesados, marcados com a colocação de anilhas coloridas e numeradas (uma anilha em cada antebraço) para a identificação individual e fotografados. Imediatamente após a conclusão dos procedimentos os indivíduos eram soltos na estação em que foram capturados. As redes de neblina foram armadas em trilhas previamente abertas e limpas, corredores de rios e próximas aos locais de forrageio. Além disso, foram vistoriadas em intervalos de 15-30 minutos, evitando que os animais capturados se machucassem, fossem predados ou que escapassem.

A Tabela abaixo apresenta o esforço amostral aplicado por campanha e total deste projeto para a captura de mamíferos voadores (ordem Chiroptera).

Tabela 6.2-36 - Esforço amostral dos tipos de métodos utilizados para a captura de quirópteros nas campanhas chuvosa e seca, em Acará, PA.

Estação de Fauna	Redes de Neblina	Horas	Noites
Esforço Amostral por campanha			
ADA 1	**10 redes**	**6 horas**	**1**
ADA 2	**10 redes**	**6 horas**	**1**
ADA 3	**10 redes**	**6 horas**	**1**
AID 1	**10 redes**	**6 horas**	**1**
AID 2	**10 redes**	**6 horas**	**1**
AID 3	**10 redes**	**6 horas**	**1**
Esforço Amostral total (Chuvosa e Seca)			

	60 redes	**horas**	**12 noites**

- Mamíferos de médio e grande porte

Para o levantamento de mamíferos de médio e grande porte, foram realizados dois tipos de métodos complementares: a Busca Ativa e as Armadilhas Fotográficas.

A busca ativa consistiu em percorrer estradas, ramais e trilhas de acesso dentro das ADA e AID em busca de rastros (como por exemplo, pegadas, fezes e marcas de unhas) e visualização dos animais (Figura abaixo).

Figura 6.2-68 - Método de Busca Ativa para a amostragem de médios e grandes mamíferos durante os períodos chuvoso e seco em Acará, PA.



A cada campanha, foram percorridos entre 6 e 10 km por dia, durante 6 dias consecutivos, nos períodos diurnos (6:00 às 11:00h) e crepusculares-noturnos (15:00 às 22:00h), mantendo uma velocidade média entre 1 e 2 km/h. Todos os registros foram georreferenciados com o GPS Garmin e-trex 20. Além disso, foram computados também Registros Ocasionais (dados obtidos fora da metodologia de coleta) com o intuito de complementar a lista local de espécies de médios e grandes mamíferos.

Foram instaladas seis armadilhas fotográficas ao todo, ficando três dispostas na ADA e três dentro da AID em cada campanha. Os locais de instalação das armadilhas foram escolhidos considerando trilhas, áreas de alimentação, bebedouros naturais e abrigos utilizados pelos animais. Cada ponto com armadilha foi georreferenciado (figura abaixo).

Figura 6.2-69 - Armadilha fotográfica para a amostragem de médios e grandes mamíferos durante os períodos chuvoso e seco em Acará, PA



- Análise Dos Dados

As curvas de acumulação foram utilizadas para avaliar a suficiência amostral dos dados obtidos em cada grupo de mamíferos amostrado e suas respectivas metodologias.

O esforço amostral foi medido em número de dias ou noites em que as armadilhas (redes de neblina, fotográficas, pitfall e de contenção) ficaram expostas e, no caso de busca ativa, dias em que foram realizados estes métodos. As curvas de rarefação foram empregadas para avaliar a riqueza de espécies observadas e esperadas. O estimador usado foi o Jacknife 1, pois apresentou desvios padrões mais baixos que os demais estimadores de riqueza calculados pelo programa. Estes estimadores são obtidos a partir de 1.000 aleatorizações dos dados levantados no programa EstimateS 8.2.0 (COLWELL & CODDINGTON, 1994).

O teste estatístico de Regressão Linear múltipla foi aplicado para avaliar se a riqueza e abundância de cada grupo de mamíferos variou significativamente em relação à temperatura e pluviosidade ao longo deste EIA/RIMA. A Regressão foi realizada pelo programa Systat 12.

Para uma estimativa de diversidade, foi utilizado o índice de Shannon-Wiener (H`) que é uma medida de diversidade utilizada para determinar a quantidade ordenada entre as espécies existente em uma comunidade. Este índice atribui maior peso às espécies raras e é expresso pela fórmula:

$$H` = - \sum_{i=1}^{s} (pi) (log\ pi)$$

onde: pi é a proporção de indivíduos da espécie i na comunidade; e S o número de espécies observadas no estudo.

O índice de Shannon-Wiener (H') varia entre 0, quando a amostra contém apenas uma espécie e um valor máximo correspondente a S espécies (KREBS, 1989).

O índice de equitabilidade de Pielou (J') expressa a relação entre a diversidade real e a diversidade máxima teórica. É uma medida que indica o quanto existe de uniformidade em uma comunidade. É expresso pela fórmula:

$$J` = H`/H`max. = 1$$

onde: H` é o valor obtido para o índice de Shannon-Wiener; e H`max é o valor máximo teórico do mesmo, que é dado por log (S). Este índice de equitabilidade varia entre 0 e 1, atingindo o máximo quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de exemplares (PIELOU, 1975).

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener e de equitabilidade de Pielou foram calculados pelo programa DivEs – Diversidade de Espécies v2.0.

- Resultados

Considerando as duas campanhas do EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA, que amostraram um período chuvoso e um seco, foram encontradas 43 espécies de mamíferos e 326 registros. A fim de padronizar e organizar, os resultados obtidos serão apresentados a seguir separadamente para cada grupo da mastofauna.

Os dados brutos de todos os mamíferos registrados, bem como seus dados biométricos, áreas de ocorrência com coordenadas geográficas e demais dados pertinentes a cada registro, encontram-se no Inventário de Mastofauna constante no Anexo III deste relatório.

- Pequenos mamíferos não-voadores

Foram registrados 24 indivíduos de roedores e marsupiais, pertencentes a sete espécies (cinco espécies de marsupiais – ordem Didelphimorphia e duas de roedores – ordem Rodentia). Na Tabela abaixo encontra-se a lista de espécies de pequenos mamíferos registradas nas duas campanhas deste EIA/RIMA.

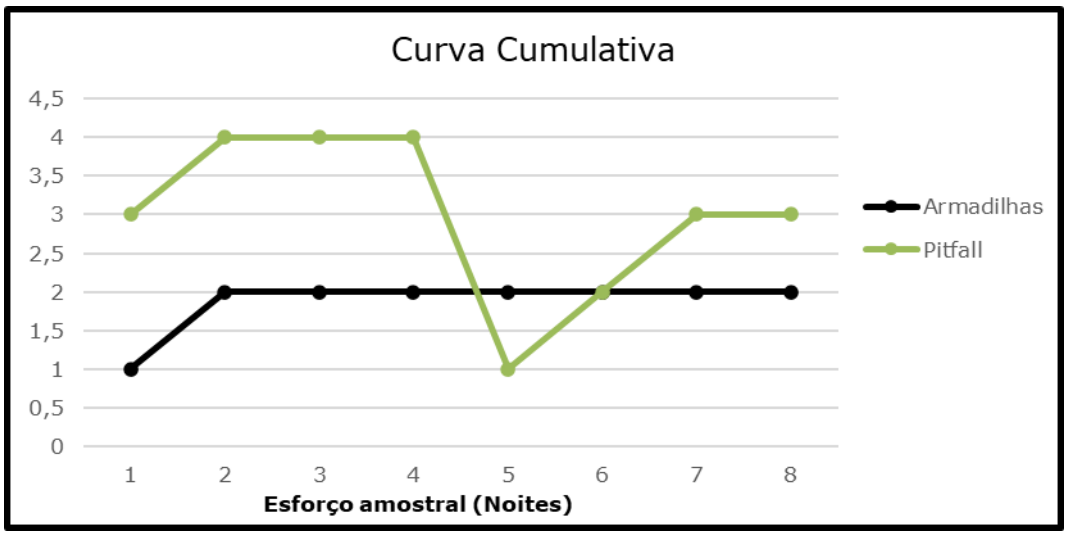
Tabela 6.2-37 - Lista das espécies de pequenos mamíferos não-voadores capturados no EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA. Legenda: Status de ameaça segundo as listas do Brasil (2014) e do Estado do Pará (2008). Ocorrência (RR = Rara; End=Endêmica; EX=Exótica; BIO=Bioindicadora; IE=Importância Econômica; CI=Cinegética; RE=Risco Epidemiológico).

Táxon	Nome comum	Área	Nº Indivíduos	BR (2014)	PA (2008)	Ocorrência
Ordem Didelphimorphia						
Família Didelphidae						
Didelphis marsupialis*	**Gambá, mucura**	**ADA 1 / AID 2**	**04**	**NC**	**NC**	BIO, RE, CI
Philander opossum	**Cuíca-de-quatro-olhos-cinza**	**ADA 1, 2**	**03**	**NC**	**NC**	RE
Metachirus nudicaudatus*	**Cuíca-de-quatro-olhos-marrom**	**ADA 1 / AID 1, 2**	**06**	**NC**	**NC**	BIO, RE
Marmosops pinheiroi	**Cuíca, mucurinha**	**ADA 2 / AID 2**	**04**	**NC**	**NC**	RE
Marmosa demerarae	**Cuíca, guaiquica-cinza**	**AID 1, 2**	**02**	**NC**	**NC**	BIO
Ordem Rodentia / Família Cricetidae						
Oecomys paricola	**Rato-da-árvore**	**AID 1, 2**	**02**	**NC**	**NC**	End
Rhipidomys nitela	**Rato-da-árvore**	**ADA 2 / AID 2**	**03**	**NC**	**NC**	

*Espécies registradas também por armadilhas fotográficas.

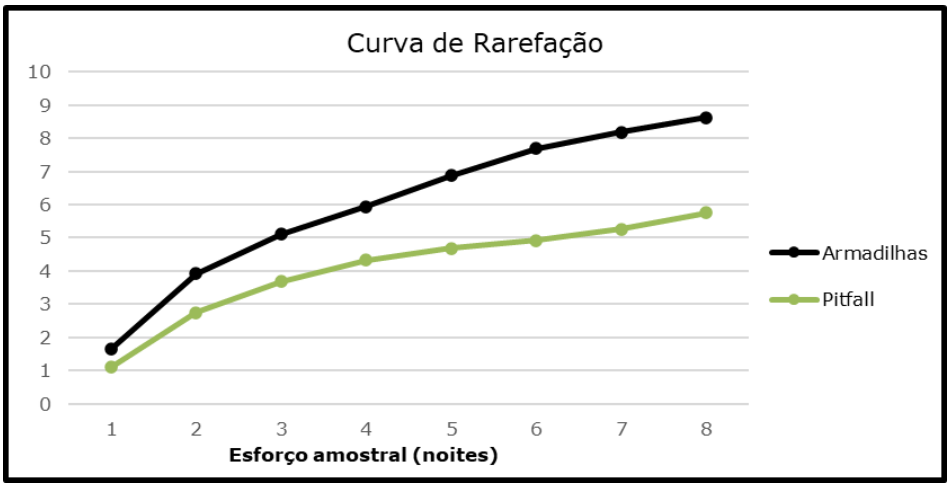
A seguir, a figura abaixo ilustra a curva cumulativa de espécies por método aplicado para a captura de pequenos mamíferos não-voadores (roedores e marsupiais de pequeno porte) considerando os períodos chuvoso (maio a junho de 2015) e seco (setembro de 2015) amostrados. As curvas cumulativas para ambos os métodos aplicados mostram uma estabilização ao longo dos dias. Isso demonstra que o esforço amostral aplicado durante o EIA/RIMA parece ter sido suficiente para amostrar as espécies de pequenos mamíferos não-voadores na área de estudo.

Figura 6.2-70 - Curva cumulativa de espécies de pequenos mamíferos por método aplicado nos períodos chuvoso e seco do EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA



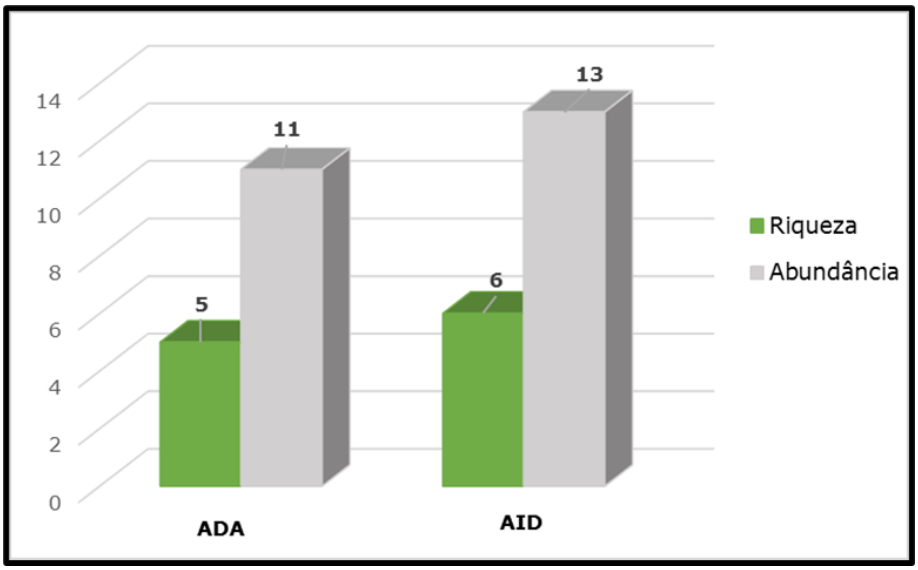
A seguir, a figura abaixo ilustra a curva de rarefação para as espécies de pequenos mamíferos não-voadores por método aplicado. Esta curva utiliza os dados de presença e ausência de espécies em cada dia amostrado, estimando se o esforço amostral do semestre foi suficiente para capturar as espécies presentes na área. O estimador Jackniffe 1 foi o escolhido para a construção destas curvas, pois apresentou desvios padrões mais baixos do que os demais estimadores de riqueza. Com base nisso, é possível notar que, para os métodos aplicados, houve acréscimos de espécies ao longo deste projeto, principalmente por meio das armadilhas de contenção, em que os valores estimados da riqueza foram mais altos. Tais curvas demonstram que ainda há espécies na área de estudo que não foram registradas.

Figura 6.2-71 - Curva de rarefação para as espécies de pequenos mamíferos por método aplicado, utilizando o estimador de riqueza Jackniffe 1, nos períodos chuvoso e seco do EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA.



A riqueza (número de espécies) e a abundância (número de indivíduos) de pequenos mamíferos não-voadores foram um pouco mais baixas dentro da ADA (área diretamente afetada), com 5 espécies e 11 indivíduos, quando comparados aos valores obtidos na AID (área de influência direta), com 6 espécies e 13 indivíduos registrados (figura abaixo).

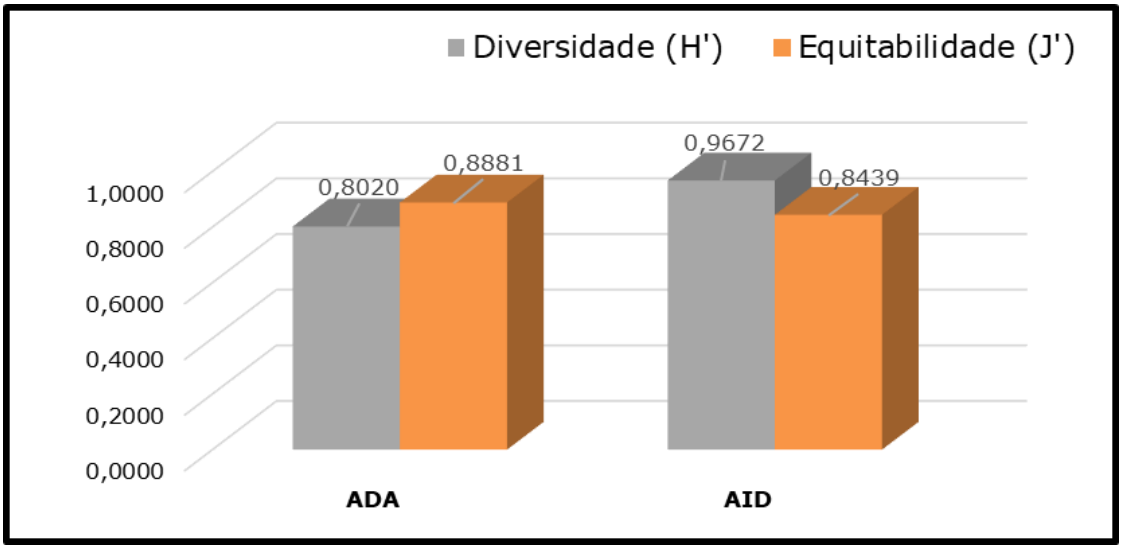
Figura 6.2-72 - Riqueza e abundância de pequenos mamíferos não-voadores na área diretamente afetada (ADA) e na área de influência direta (AID) da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



A diversidade de pequenos mamíferos não-voadores, calculada pelo índice de Shannon-Wiener (H'), indicou que as áreas diretamente afetadas (ADA) e de influência

direta (AID) apresentaram padrões semelhantes entre si (Figura abaixo). Os valores de riqueza e abundância dos pequenos mamíferos não-voadores registrados ao longo deste projeto, conforme mostrado acima, explicam os resultados obtidos para os índices de diversidade muito próximos nas duas áreas. O índice de equitabilidade de Pielou (J') (Figura abaixo) apresentou valores muito próximos de 1,0, para as duas áreas amostradas, ADA e AID, com 0,9314 e 0,9682, respectivamente. Isto significa que há a ausência de espécies dominantes nas duas áreas.

Figura 6.2-73 - Índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') de pequenos mamíferos não-voadores na área diretamente afetada (ADA) e na área de influência direta (AID) da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



Vale ressaltar que dentro da ADA espécies de marsupiais mais generalistas: *D. marsupialis*, *P. opossum* e *M. nudicaudatus* foram mais abundantes, enquanto na AID foram capturadas não só estas espécies de marsupiais generalistas, como também houve a captura de espécies mais sensíveis e arborícolas como, por exemplo, o roedor *O. paricola*. Entretanto, o sucesso de captura não foi muito alto para pequenos mamíferos não-voadores, com sete espécies e 30 indivíduos ao longo das duas campanhas (chuvosa e seca).

Não houve a captura de nenhuma espécie de roedores e marsupiais de pequeno porte que constem nas listas nacional (MMA, 2014) e estadual (Pará) (SEMA, 2008) como ameaçados ou com outro status próximo a ameaçados. Entretanto, o roedor arborícola *O. paricola* é endêmico da região nordeste do Pará (BONVICINO;OLIVEIRA ,D'ANDREA, 2008).

A seguir as Figuera abaixo as espécies de pequenos mamíferos não-voadores registradas durante as duas estações amostradas neste EIA/RIMA (chuvosa e seca).

Figura 6.2-74 – Registro fotográfico das espécies de mastofauna.



a) *Didelphis marsupialis, gambá-de-orelha-preta.*



b) *Philander opossum*, cuíca-de-quatro-olhos-cinza.



c) *Marmosops pinheiroi, cuíca.*



d) *Metachirus nudicaudatus, cuíca-de-quatro-olhos-marrom.*





e) *Marmosa demerarae, marsupial arborícola.*

f) *Rhipidomys nitela, roedor arborícola.*

- Pequenos mamíferos voadores (Quiropterofauna)

Foram capturados 205 indivíduos de morcegos, ordem Chiroptera, pertencentes a 20 espécies. Na Tabela abaixo encontra-se a lista de espécies de pequenos mamíferos registradas nas duas campanhas deste EIA/RIMA.

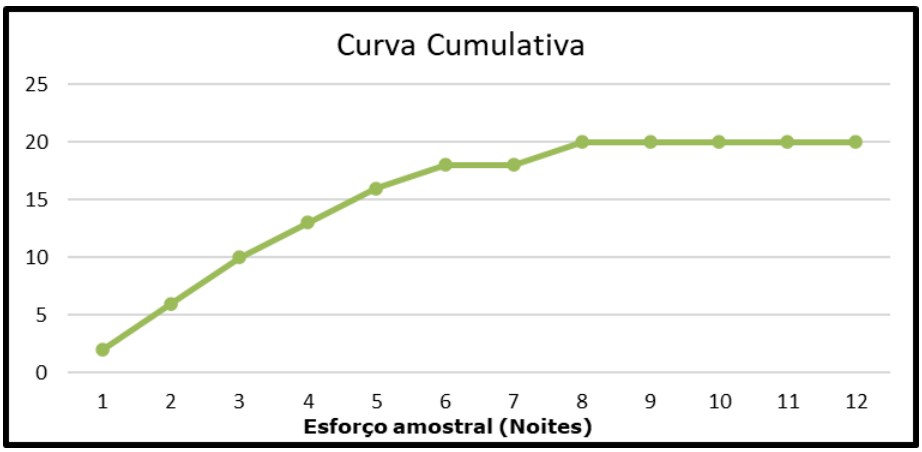
Tabela 6.2-38 -- Lista das espécies de quirópteros capturados no EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA. Legenda: Status de ameaça segundo as listas do Brasil (2014) e do Estado do Pará (2008). Ocorrência (RR = Rara; End=Endêmica; EX=Exótica; BIO=Bioindicadora; IE=Importância Econômica; CI=Cinegética; RE=Risco Epidemiológico).

TÁXON	ÁREA	N. INDIVÍDUOS	BR (2014)	PA (2008)	OCORRÊNCIA
Família Emballonuridae					
Saccopteryx bilineata	**AID 3**	**01**	**NC**	**NC**	
Família Molossidae					
Molossops neglectus	**ADA 2**	**01**	**NC**	**NC**	
Família Phyllostomidae					
Subfamília Carollinae					
Carollia perspicillata	**ADA 1, 2, 3/ AID 1, 2, 3**	**106**	**NC**	**NC**	
Rhinophylla pumilio	**ADA 1 / AID 1, 2, 3**	**13**	**NC**	**NC**	
Subfamília Desmodontinae					
Desmodus rotundus	**ADA 2**	**04**	**NC**	**NC**	RE, IE
Subfamília Glossophaginae					

TÁXON	ÁREA	N. INDIVÍDUOS	BR (2014)	PA (2008)	OCORRÊNCIA
Glossophaga soricina	**AID 1**	**01**	**NC**	**NC**	
Lionycteris spurrelli	**AID 1**	**02**	**NC**	**NC**	
Lonchophylla thomasi	**ADA 1, 2 / AID 1, 2, 3**	**08**	**NC**	**NC**	
Subfamília Phyllostominae					BIO (toda a subfamília)
Micronycteris hirsuta	**AID 1, 3**	**03**	**NC**	**NC**	
Phyllostomus hastatus	**ADA 1, 2 / AID 1, 3**	**06**	**NC**	**NC**	
Subfamília Stenodermatinae					
Ametrida centurio	**ADA 2**	**01**	**NC**	**NC**	End
Artibeus concolor	**ADA 3**	**01**	**NC**	**NC**	
Artibeus lituratus	**ADA 2, 3 / AID 1, 2, 3**	**22**	**NC**	**NC**	
Artibeus obscurus	**ADA 2 / AID 1, 3**	**05**	**NC**	**NC**	
Artibeus planirostris	**AID 1, 2, 3**	**04**	**NC**	**NC**	
Dermanura cinerea	**ADA 3 / AID 1, 2, 3**	**10**	**NC**	**NC**	
Platyrrhinus brachycephalus	**AID 2**	**02**	**NC**	**NC**	
Platyrrhinus fusciventris	**ADA 3 / AID 2, 3**	**06**	**NC**	**NC**	
Sturnira lilium	**AID 2**	**02**	**NC**	**NC**	
Sturnira tildae	ADA 2, 3 / AID 1, 2	07	NC	NC	

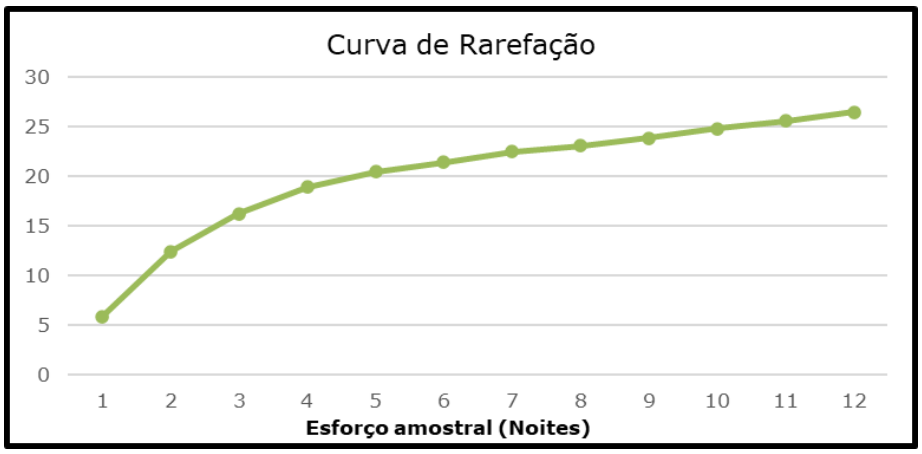
A seguir, a Figura abaixo ilustra a curva cumulativa de espécies de quirópteros (morcegos), considerando os períodos chuvoso e seco amostrados. A curva cumulativa apresentou uma estabilização ao longo dos dias. Isso demonstra que o esforço amostral aplicado, de 12 noites e 72 horas, durante o EIA/RIMA, parece ter sido suficiente para amostrar as espécies de morcegos na área de estudo.

Figura 6.2-75 - Curva cumulativa de espécies de quirópteros por método aplicado nos períodos chuvoso e seco do EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA.



A seguir, a Figura abaixo ilustra a curva de rarefação para as espécies de quirópteros capturados por redes de neblina. Esta curva utiliza os dados de presença e ausência de espécies em cada dia amostrado, estimando se o esforço amostral do semestre foi suficiente para capturar as espécies presentes na área. O estimador Jackknife 1 foi o escolhido para a construção destas curvas, pois apresentou desvios padrões mais baixos do que os demais estimadores de riqueza. Com base nisso, é possível notar que, para os métodos aplicados, houve acréscimos de espécies ao longo deste projeto, em que os valores estimados da riqueza foram mais altos. A curva demonstrou que ainda há espécies na área de estudo que não foram registradas.

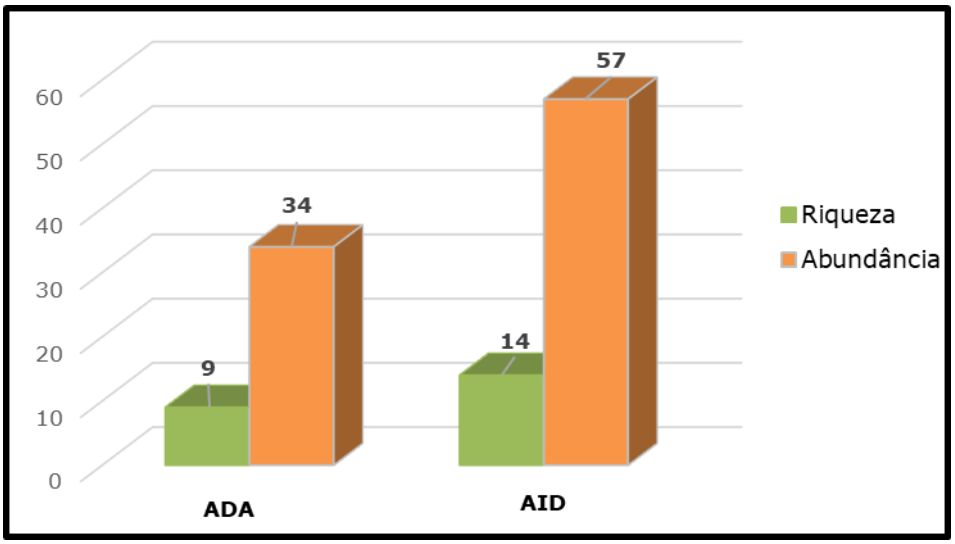
Figura 6.2-76 - Curva de rarefação para as espécies de quirópteros, utilizando o estimador de riqueza Jackknife 1, nos períodos chuvoso e seco do EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA.



A riqueza (número de espécies) de morcegos foi mais baixa dentro da ADA (área diretamente afetada), com 13 espécies, quando comparada à riqueza obtida na AID

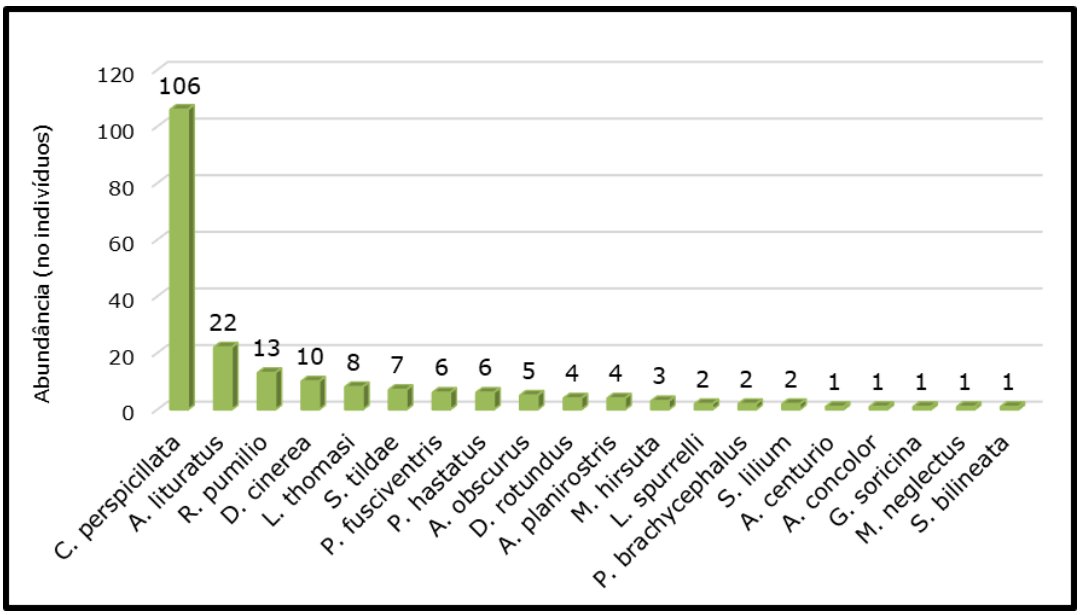
(área de influência direta), com 16 espécies (Figura abaixo). Entretanto, a abundância (número de indivíduos) registrada para ADA e AID teve valores muito discrepantes, com 84 e 121 indivíduos de quirópteros, respectivamente (figura abaixo).

Figura 6.2-77 - Riqueza e abundância de quirópteros na área diretamente afetada (ADA) e na área de influência direta (AID) da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



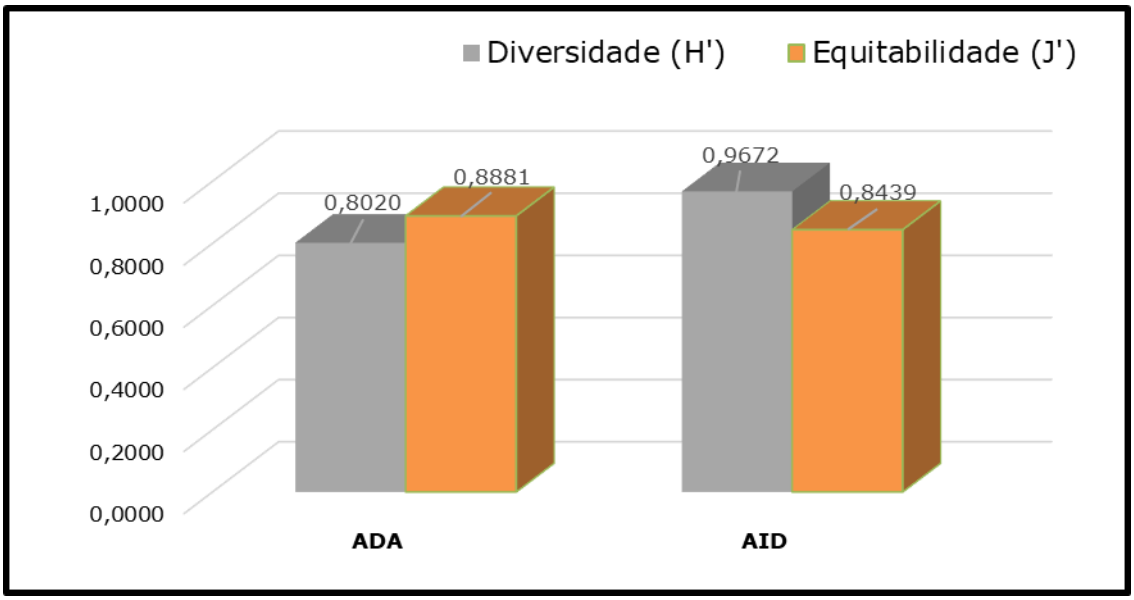
A espécie mais abundante deste EIA/RIMA, considerando as duas campanhas amostradas, foi Carollia perspicillata, um morcego insetívoro, em que foram registrados 45 indivíduos na ADA e 61 indivíduos na AID, destoando muito a abundância das demais espécies capturadas ao longo deste projeto (Figura abaixo).

Figura 6.2-78 -Número de registros por espécies de quirópteros registrados durante o EIA/RIMA da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



A diversidade de quirópteros, calculada pelo índice de Shannon-Wiener (H'), indicou que a área diretamente afetada (ADA) e a área de influência direta (AID) variaram pouco entre si (Figura abaixo). Os valores de riqueza e abundância dos morcegos registrados ao longo deste projeto, conforme mostrado acima, explicam os resultados obtidos para os índices de diversidade próximos nas duas áreas. Os índices de equitabilidade de Pielou (J') (Figura abaixo) apresentou valores distantes de 1,0, para as duas áreas amostradas, ADA e AID, com 0,6685 e 0,6799, respectivamente. Isto significa que há a ausência de espécies de morcegos dominantes nas duas áreas.

Figura 6.2-79 - Índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') de espécies de quirópteros na área diretamente afetada (ADA) e na área de influência direta (AID) da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



Vale ressaltar o registro da espécie *A. centurio* que é endêmica do Estado do Pará, da espécie hematófaga, ou seja, que se alimenta de sangue de mamíferos, *D. rotundus*, que representa um risco epidemiológico e tem importância econômica para o Brasil e das espécies pertencentes à subfamília Phyllostominae que são consideradas bioindicadoras da qualidade ambiental.

A seguir, as figuras abaixo mostram as espécies de quirópteros registradas durante as duas estações amostradas neste EIA/RIMA (chuvosa e seca).

Figura 6.2-80 – Registro fotográfico de espécies quirópteros.



a) *Desmodus rotundus*, morcego-vampiro.



b) *Rhinophylla pumilio*



c) *Dermanura cinerea*



d) *Ametrida centurio*



e) *Molossops neglectus*



f) *Saccopteryx bilineata*



g) Artibeus lituratus

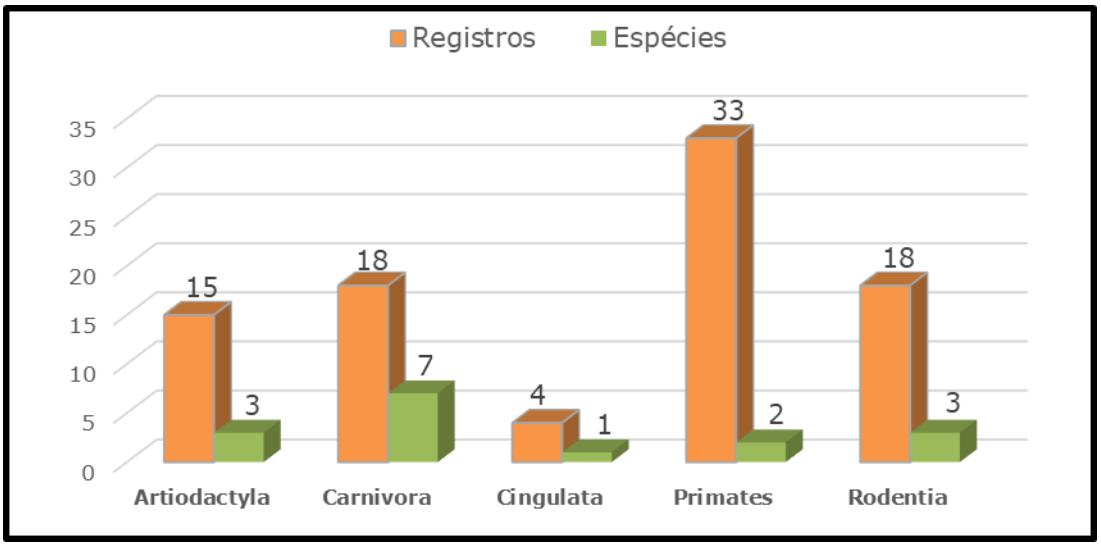


h) Artibeus obscurus.

- Mamíferos de médio e grande porte

Foram encontradas 16 espécies e 91 registros de mamíferos de médio e grande porte. A ordem taxonômica que foi mais representativa dentro do grupo de médios e grandes mamíferos foi a Primates, com 33 registros. A ordem menos representativa para os resultados obtidos neste EIA/RIMA foi a Cingulata, com quatro registros. Em relação ao número de espécies (riqueza), a ordem Carnivora foi a mais diversa, com sete espécies e a menos foi a Cingulata, com apenas uma espécie registrada (Figura abaixo).

Figura 6.2-81 - Representatividade das ordens taxonômicas dentro do grupo de médios e grandes mamíferos registradas durante as campanhas chuvosa e seca no EIA/RIMA da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



A Tabela abaixo, a seguir, contém a lista de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrados durante o EIA/RIMA da CTR Metropolitana, em Acará, no PA, com seus respectivos status de conservação, ocorrência e importância ecológica para a região do estudo e número de registros por áreas amostradas (ADA e AID).

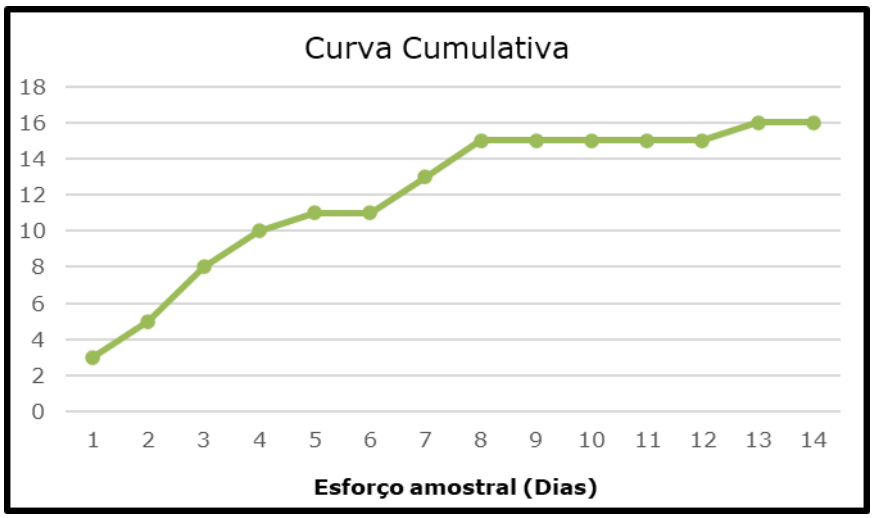
Tabela 6.2-39 -Lista das espécies de médios e grandes mamíferos registrados durante o EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA. Legenda: Status de ameaça segundo as listas do Brasil (2014) e do Estado do Pará (2008). NC= Não consta na Lista; DD=Dados deficientes; NT=Quase ameaçada; VU=Vulnerável. Ocorrência (RR = Rara; End=Endêmica; EX=Exótica; BIO=Bioindicadora; IE=Importância Econômica; CI=Cinegética; RE=Risco Epidemiológico).

Táxon	Nome comum	Área	N. Ind.	BR (2014)	PA (2008)	IUCN (2015)	Ocorrência
Ordem Artiodactyla							
Família Cervidae							
Mazama americana	**Veado-mateiro**	**ADA / AID**	**12**	**NC**	**NC**	**DD**	CI, BIO
Mazama gouazoubira	**Veado-catingueiro**	**AID**	**01**	**NC**	**NC**	**LC**	CI
Família Tayassuidae							
Pecari tajacu	**Caititu**	**ADA / AID**	**02**	**NC**	**NC**	**LC**	CI
Ordem Carnivora							
Família Canidae							
Cerdocyon thous	**Cachorro-do-mato; raposinha**	**ADA / AID**	**11**	**NC**	**NC**	**LC**	RE
Speothos venaticus	**Cachorro-do-mato-vinagre**	**ADA**	**01**	**VU**	**NC**	**NT**	RR, BIO, RE
Família Felidae							
***Leopardus* sp.**		**ADA**	**01**				
Leopardus wiedii	**Gato-maracajá**	**AID**	**01**	**VU**	**NC**	**NT**	RR, BIO
Puma concolor	**Suçuarana; puma; onça-parda**	**AID**	**01**	**VU**	**VU**	**LC**	CI, BIO
Família Procyonidae							
Nasua nasua	**Quati**	**AID**	**01**	**NC**	**NC**	**LC**	RE, CI
Família Mustelidae							
Eira barbara	**Irara; papa-mel**	**AID**	**02**	**NC**	**NC**	**LC**	RE

Táxon	Nome comum	Área	N. Ind.	BR (2014)	PA (2008)	IUCN (2015)	Ocorrência
Ordem Cingulata							
Família Dasypodidae							
Dasypus kappleri	**Tatu-de-15-quilos**	**AID**	**01**	**NC**	**NC**	**LC**	CI
Dasypus novemcinctus	**Tatu-galinha**	**ADA / AID**	**04**	**NC**	**NC**	**LC**	CI, RE
Ordem Primates							
Família Callitrichidae							
Saguinus niger	**Mico-de-mão-preta**	**ADA / AID**	**22**	**VU**	**NC**	**LC**	BIO
Família Cebidae							
Sapajus apella	**Macaco-prego**	**AID**	**11**	**NC**	**NC**	**LC**	CI, BIO
Ordem Rodentia							
Família Cuniculidae							
Cuniculus paca	**Paca**	**ADA / AID**	**10**	**NC**	**NC**	**LC**	CI
Família Dasyproctidae							
***Dasyprocta* sp.**	**Cutia**	**ADA / AID**	**06**				CI
Família Sciuridae							
Guerlinguetus aestuans	Esquilo	AID	02	NC	NC	NC	

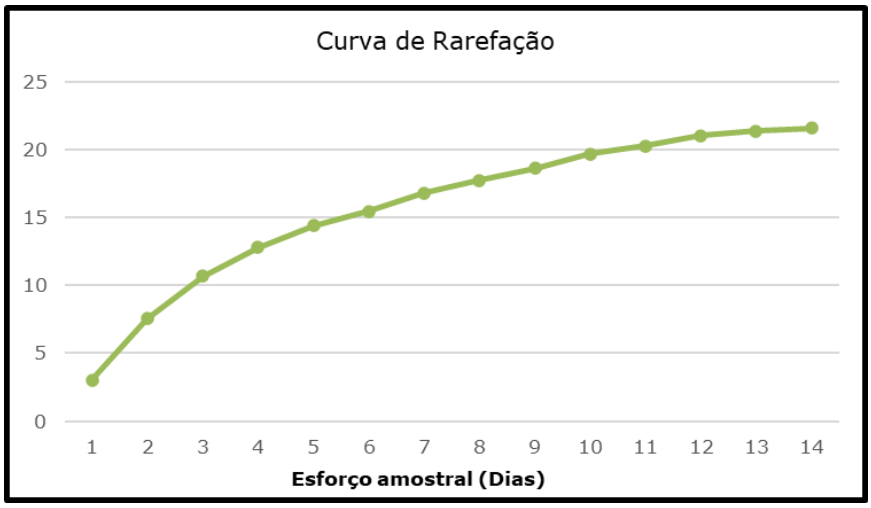
A seguir, a figura abaixo ilustra a curva cumulativa de espécies de médios e grandes mamíferos, considerando os períodos chuvoso e seco amostrados. A curva cumulativa apresentou uma estabilização ao longo dos dias. Isso demonstra que o esforço amostral aplicado, de 14 dias de busca ativa, durante o EIA/RIMA parece ter sido suficiente para amostrar as espécies de mamíferos de médio e grande porte na área de estudo.

Figura 6.2-82 - - Curva cumulativa de espécies de médios e grandes mamíferos nos períodos chuvoso e seco do EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA.



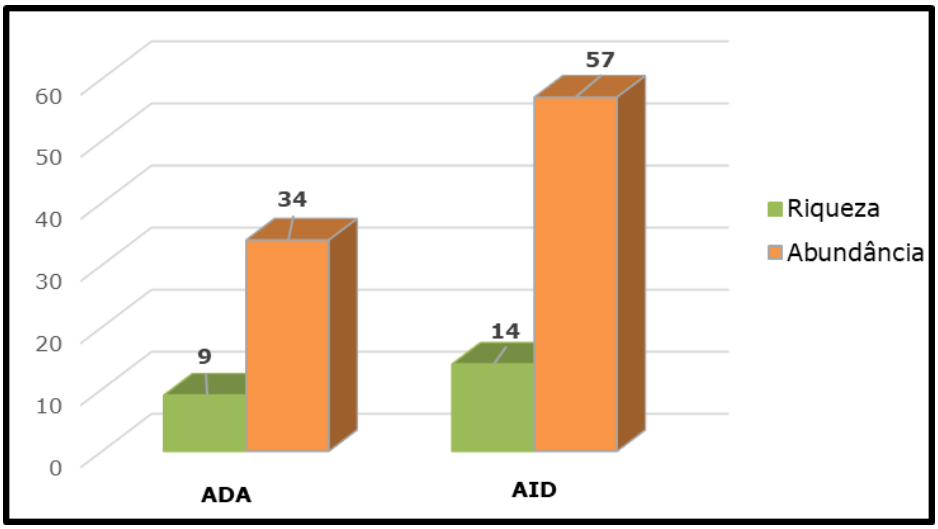
A seguir, a figura abaixo ilustra a curva de rarefação para as espécies de médios e grandes mamíferos registrados por busca ativa. Esta curva utiliza os dados de presença e ausência de espécies em cada dia amostrado, estimando se o esforço amostral do semestre foi suficiente para capturar as espécies presentes na área. O estimador Jackknife 1 foi o escolhido para a construção destas curvas, pois apresentou desvios padrões mais baixos do que os demais estimadores de riqueza. Com base nisso, é possível notar que, para os métodos aplicados, houve acréscimos de espécies ao longo deste projeto. A curva demonstrou que é provável que haja espécies de mamíferos de médio e grande porte na área de estudo que não foram registradas.

Figura 6.2-83 - Curva de rarefação para as espécies de médios e grandes mamíferos, utilizando o estimador de riqueza Jackknife 1, nos períodos chuvoso e seco do EIA/RIMA da CTR Metropolitana em Acará, PA.



A riqueza (número de espécies) de médios e grandes mamíferos foi menor dentro da ADA (área diretamente afetada), com nove espécies, quando comparada a riqueza obtida na AID (área de influência direta), com 14 espécies (Figura abaixo). Assim como a abundância (número de registros) registrada para ADA e AID que também tiveram valores muito discrepantes, com 34 e 57 registros, respectivamente (figura abaixo).

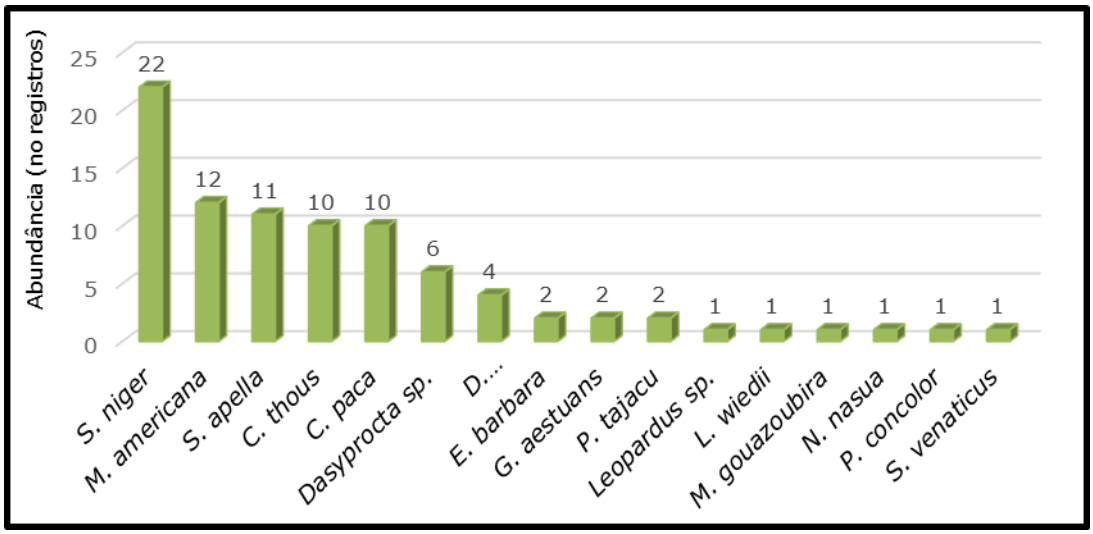
Figura 6.2-84 - Riqueza e abundância de médios e grandes mamíferos na área diretamente afetada (ADA) e na área de influência direta (AID) da CTR Metropolitana, em Acará, PA



A espécie mais abundante de médios e grandes mamíferos deste EIA/RIMA, considerando as duas campanhas amostradas, foi *Saguinus niger*, o sagui-da-mão-

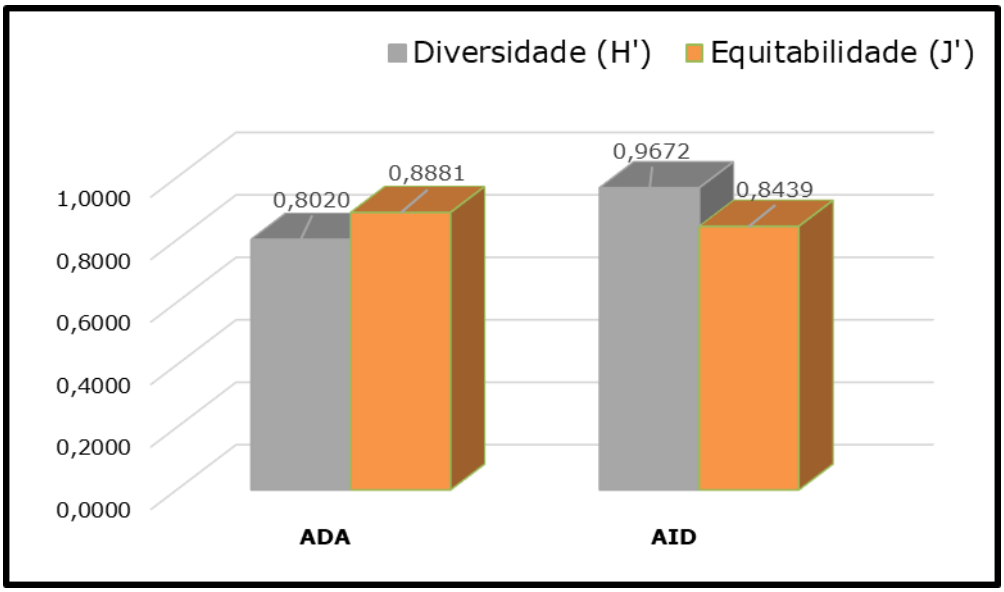
preta, com 22 indivíduos, em que foram registrados sete indivíduos na ADA e 15 indivíduos na AID, destoando muito da abundância das demais espécies de médios e grandes mamíferos ao longo deste projeto (Figura abaixo). Tal fato é explicado por serem, os saguis, animais gregários e de fácil visualização.

Figura 6.2-85 - Número de registros por espécies de médios e grandes mamíferos registrados durante o EIA/RIMA da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



A diversidade de médios e grandes mamíferos, calculada pelo índice de Shannon-Wiener (H'), indicou que a diversidade de espécies é maior na AID do que na ADA (Figura abaixo). Os valores discrepantes de riqueza e abundância dos médios e grandes mamíferos registrados entre as duas áreas ao longo deste projeto, conforme mostrado acima, explicam os resultados obtidos para os índices de diversidade próximos nas duas áreas. Os índices de equitabilidade de Pielou (J') (Figura abaixo) apresentaram-se próximos de 1,0, para as duas áreas amostradas, ADA e AID, com 0,8881 e 0,8439, respectivamente. Isto significa que há a ausência de espécies dominantes nas duas áreas.

Figura 6.2-86 -- Índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') de espécies de médios e grandes mamíferos na área diretamente afetada (ADA) e na área de influência direta (AID) da CTR Metropolitana, em Acará, PA.



Para médios e grandes mamíferos, houve o registro do cachorro-do-mato-vinagre, do gato-maracajá, do puma ou onça-parda e do sagui que constam como Vulneráveis na Lista de Espécies Ameaçadas do Brasil (2014). O puma também consta como Vulnerável na Lista do Estado do Pará (2008). E na Lista Vermelha da IUCN (IUCN, 2015), o veado-mateiro consta como “Dados deficientes” e o cachorro-do-mato-vinagre e o gato-maracajá constam como “Quase ameaçados”.

Com base nos dados obtidos, algumas espécies foram registradas apenas na ADA e outras apenas na AID, entretanto, tal fato deve ter ocorrido devido ao acaso, pois os mamíferos de médio e grande porte apresentam uma área de vida grande, maiores até que as áreas totais da ADA e AID. Além disso, a área da AID é maior do que a área da ADA, o que influenciou nos valores dos parâmetros ecológicos mais altos na AID do que na ADA, como por exemplo, riqueza, abundância e diversidade.

A seguir, as figuras abaixo mostram as espécies de médios e grandes mamíferos registradas durante a estação chuvosa amostrada.

Figura 6.2-87 - - Registro fotográficos das espécies de mamíferos.



a) Pegada de onça-parda (*Puma concolor*).



b) Pegada de cachorro-do-mato-vinagre. (*Speothos venaticus*).



c) Pegada de cachorro-do-mato-vinagre (*Speothos venaticus*).



d) detalhe do Indício de gato-maracajá (*Leopardus wiedii*).





e) Pegada de Paca. *(Cuniculus paca).*



g) Pegada de irara (*Eira barbara*)

f) Sagui-da-mão-preta *(Saguinus niger).*



h) Pegada de irara (*Eira barbara*). Fotos: **Alexandre Bastos.**

- Discussão

Neste EIA/RIMA da CTR Metropolitana, em Acará, PA, foram registradas 43 espécies de mamíferos, que representam 6,13% do total de 701 espécies que ocorrem no Brasil (PÁGLIA *et al.*, 2012), 8,77% das espécies de mamíferos que ocorrem na Amazônia (490 espécies) e 10,41% do encontrado na região metropolitana de Belém do Pará (413 espécies), em que foi realizado o presente trabalho (PÁGLIA *et al.*, 2012).

- Pequenos mamíferos não-voadores

O sucesso de captura de espécies de pequenos mamíferos não-voadores foi baixo e foram encontradas predominantemente espécies de marsupiais, com cinco espécies e duas apenas de roedores. Tal fato ocorreu conforme o esperado, pois os marsupiais didelfídeos apresentam uma grande plasticidade tanto no uso do nicho espacial quanto no alimentar (VIEIRA, 2006; ARDENTE, 2012). Sendo assim, em áreas alteradas, que é o caso da ADA e AID deste EIA, é comum os marsupiais ocuparem mais os hábitats do que os roedores.

Como já comentado anteriormente, não houve diferença na abundância e riqueza de pequenos mamíferos entre a AID (área de influência direta) e a ADA (área diretamente afetada). Isto pode ser explicado devido a ADA ser composta por fitofisionomia e vegetações mais alteradas (basicamente capoeiras), que podem ser historicamente

explicadas por seus processos de ocupação e exploração. Enquanto a AID é constituída por áreas florestadas de mata secundária, em que seus hábitats se encontram em melhor estado de conservação do que a ADA (ver detalhes no capítulo sobre vegetação deste EIA/RIMA). Assim, por ser mais complexa, a AID, suporta maior diversidade de espécies (BEGON *et al.*, 2007).

- Pequenos mamíferos voadores (Quiropterofauna)

Os resultados aqui obtidos para quirópteros, também ocorreram conforme o esperado, em que a maioria das capturas de morcegos pertencia à família Phyllostomidae. Os morcegos filostomídeos são endêmicos da região Neotropical e o grupo geralmente predominante e de maior diversidade nas comunidades de mamíferos (HUMPHREY e BONACCORSO, 1979; FENTON *et al*., 1992; KOOPMAN, 1993). Resultado também demonstrado em muitos trabalhos realizados em áreas de florestas neotropicais (MULLER e REIS, 1992; ZANON e REIS, 2007).

Duas espécies de filostomídeos, *Artibeus lituratus* e *Carollia perspicillata*, ocorreram em maior número e são consideradas comuns no neotrópico (FLEMING, 1988; BROSSET e CHARLES-DOMINIQUE, 1990; PEDRO *et al.,* 2001). Essas duas espécies têm maior eficiência para se adaptarem a alterações de hábitat e geralmente são muito abundantes em áreas alteradas, conforme o ocorrido neste monitoramento (ESTRADA e COATES-ESTRADA, 2002; PEDRO *et al*., 2001).

Apesar dos sítios de amostragem para morcegos neste EIA terem distado entre si, no mínimo 1 km, garantindo a independência destas amostras e abrangendo uma maior área de amostragem dentro da ADA e AID, as espécies de morcegos apresentam uma área de vida grande, que é determinada pela busca de alimentos e abrigos (KAKU-OLIVEIRA, 2010). No Brasil, há registros de deslocamentos de espécies de morcegos da família Phyllostomidae, mostrando que há variações em função da quantidade de recursos e abrigos disponíveis (KAKU-OLIVEIRA, 2010). BERNARD e FENTON (2002) registraram que *Carollia perspicillata* percorre 1,6 km no Pará. Portanto a delimitação destas ADA e AID para quirópteros não é algo que deve ser levado em consideração, e sim, o estado de conservação dos hábitats ali presentes e dos que rodeiam as áreas que foram amostradas.

- Mamíferos de médio e grande porte

Vale ressaltar que tanto na ADA quanto na AID deste empreendimento, foram encontrados indícios de atividade de caça. Houve relatos de caçadores locais, foram ouvidos disparos de armas de fogo e rastros de cães domésticos, que são utilizados por caçadores. A caça é uma atividade importante para o complemento proteico na alimentação de comunidades rurais e de baixa renda nas regiões tropicais (BENNETT, 2002; ROSAS e DRUMOND, 2007). Além disso, a caça é realizada como um esporte ou atividade para a diversão de moradores locais (comunicação pessoal). Muitos estudos mostram os efeitos negativos da caça em florestas (ALVARD, 1994; BODMER, 1995; PERES, 2000; BODMER e ROBINSON, 2004). Tal fato pode explicar a ausência de registros de algumas espécies cinegéticas importantes como antas (*Tapirus terrestris),* queixada (*Tayassu pecari*) (BODMER e ROBINSON, 2004) e algumas espécies de tatus (*Dasypus kappleri, Priodontes maximus*) que são mais procuradas e apresentam estratégias reprodutivas lentas. Segundo moradores antigos, tais espécies, não são encontradas há muito tempo na região.

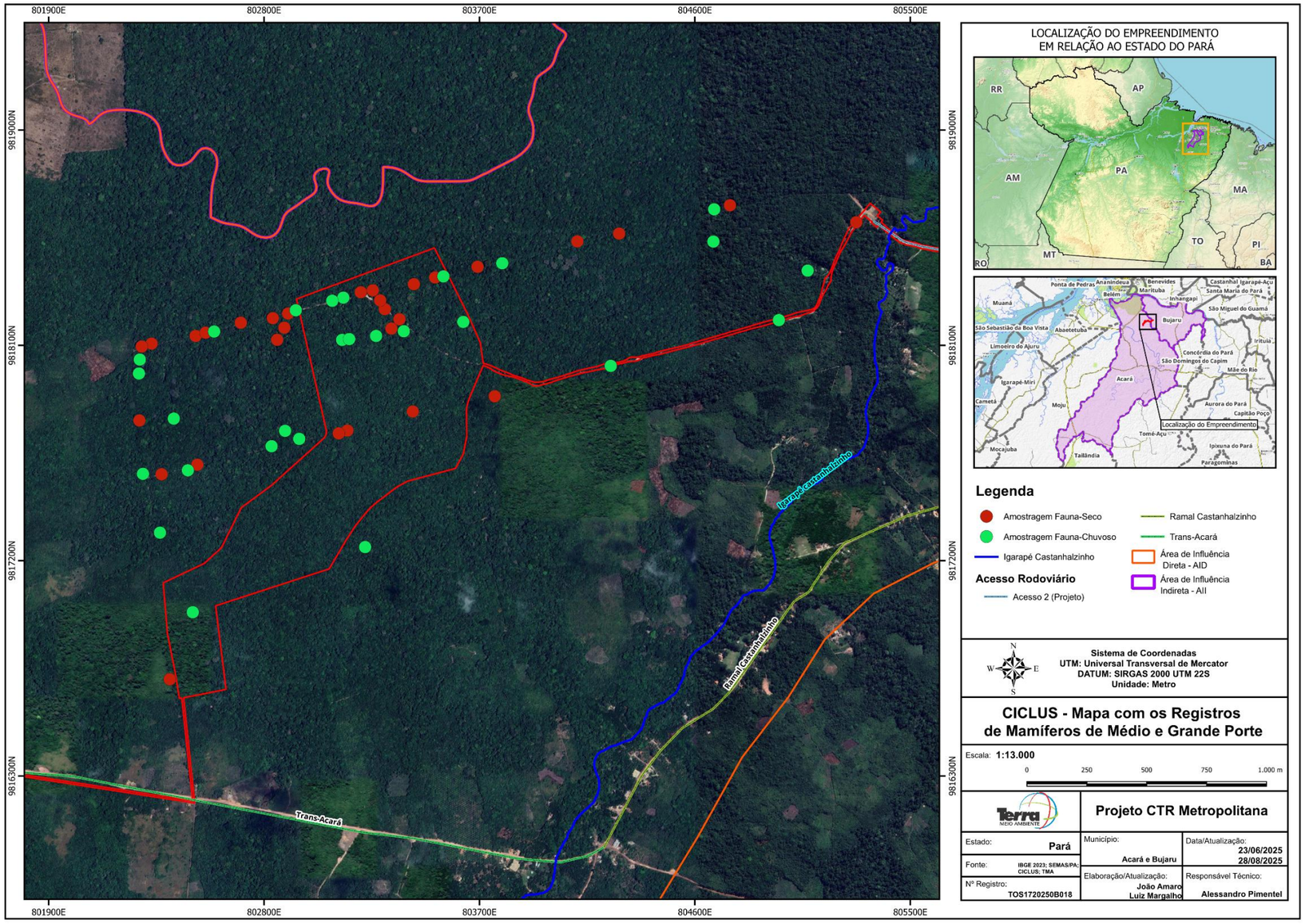
Com relação às espécies de veado (*Mazama americana*), cachorro do mato (*Cerdocyon thous*) e paca (*Cuniculus paca*) a quantidade de registros pode ter sido superestimada, pois o tamanho e forma dos rastros podem variar de acordo com o tipo de terreno o que pode fazer com que o mesmo indivíduo seja registrado mais de uma vez.

Com relação à distribuição dos registros (Figura 6-76) podemos observar que a quantidade de registros aumenta no sentido norte, sendo que a maioria absoluta dos registros se concentra no limite norte do terreno. Por tratar-se de um fragmento, tal distribuição é explicada principalmente por diferenças na ocupação do solo e exploração econômica da área (extração de madeira). As áreas próximas à borda do fragmento são mais impactadas, sofrem com efeito de borda e são mais acessíveis aos caçadores (LAURANCE *et al.*, 2011; PERES, 2001). Ao sul podemos constatar uma ocupação humana mais intensa com a presença de áreas agrícolas, estradas e habitações e ao norte observamos a presença de uma área mais preservada e o fragmento se estende de 1,5 km a quase 4 km além do limite do terreno. Relatos dos moradores, que conhecem a área, corroboram tal observação.

Com relação às ADA e AID, o que podemos esperar é que os mamíferos de médio e grande porte, por terem uma área de uso grande, utilizam ambas dependendo dos

recursos disponíveis. A presença dos registros está intimamente relacionada com a fitofisionomia de modo que quanto mais preservada a área, maior a riqueza de espécies (BORGES *et al*., 2014).

Figura 6.2-88 - Mapa com os registros de mamíferos de médio e grande porte.



Fonte: TERRA,2025.

- Sazonalidade

Os dados climáticos obtidos a partir do INMET mostraram-se pouco variáveis entre as estações chuvosa e seca amostradas. Além disso, também não houve nenhuma comprovação de variação, com base na estatística, dos resultados de riqueza e abundância das espécies de mamíferos em relação a estação climática. Entretanto, para os quirópteros, observou-se que o número de indivíduos capturados na estação chuvosa foi maior do que a abundância na campanha seca, com 119 e 86 indivíduos registrados, respectivamente. Tal fato ocorreu conforme o esperado, segundo (GOMES, 2013) que comprovou que a quantidade de capturas de morcegos da família Phyllostomidae nos períodos chuvosos é maior do que nos secos, porém a riqueza não varia entre as estações, o que também foi observado neste EIA/RIMA. Isto provavelmente é explicado devido à disponibilidade de recursos entre os períodos chuvosos e secos, pelo menos para os morcegos frugívoros que são e foram os mais capturados por redes de neblina (GOMES, 2013). Na estação chuvosa há uma disponibilidade de frutos maior do que na seca (MARINHO-FILHO, 1991), resultando na maior captura de morcegos nas épocas chuvosas (PEREIRA *et al.*, 2010). As capturas mais baixas nos períodos secos ocorrem devido aos morcegos se dispersarem a procura de outras fontes de alimentos (MARINHO-FILHO, 1991) mais energeticamente nutritivas (LIMA e REIS, 2004). Os morcegos ajustam seus forrageios priorizando a abundância de recursos, ocasionando diferenças sazonais em suas abundâncias (MELLO, 2009). Além disso, a oferta de alimentos também influencia na fisiologia, reprodução e dieta dos morcegos (PEREIRA *et al.*, 2010). Para os demais grupos de mamíferos não foi observada nenhuma variação sazonal quanto a riqueza e abundância.

6.2.2.2 AVIFAUNA

- Introdução

As aves estão entre os grupos de vertebrados com maior diversidade, com cerca de 10.000 espécies no mundo (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2010) e são importantes indicadoras da qualidade ambiental; além de numerosas, estão representadas em quase todos os níveis tróficos, utilizam uma grande variedade de habitat, além de serem importantes para o controle de pragas, a polinização de flores e a dispersão de sementes.

De acordo com o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2014), no Brasil, dentre residentes e visitantes, existem 1.901 espécies de aves o que representa mais da metade das espécies registradas em toda América do Sul. Para o Estado do Pará foram registradas, até o momento, 857 espécies de aves (WIKIAVES, 2015). Para a região da Grande Belém que abrange os municípios de Belém e Ananindeua, NOVAES e LIMA (1998) registraram 482 espécies. Além disso, o *site* Wikiaves (2015) lista, em um raio de 50 km para cada município, 340 espécies de aves para Belém, 75 espécies de aves para o município de Acará e 340 para Ananindeua.

- Área De Estudo

Na fazenda, atualmente de propriedade da empresa Ciclus Amazônia encontram-se formações florestais secundárias, árvores remanescentes da vegetação primária e capoeiras. Segundo informações obtidas de moradores locais, antes de ser vendida para a atual empresa, havia plantações de mandioca e ocorreu intensa extração seletiva de madeira.

A Área de Influência Indireta (AII) a ser considerada neste estudo abrange a chamada Grande Belém (região metropolitana e adjacências). Para o levantamento de avifauna foram demarcadas três áreas de amostragem na Área de Influência Direta (AID) e outras três na Área Diretamente Afetada (ADA), conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 6.2-89 - Áreas amostrais para atividades de registros visuais e auditivos, além de capturas de aves com redes de neblina, localizadas na Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).



- Material E Metodologia Usada Na Coleta De Dados

Visando contemplar as estações climáticas típicas da região amazônica, foram realizadas duas campanhas, uma no final do período chuvoso e outra no final do período seco, totalizando um esforço amostral de 150 horas de atividades de campo.

Para a caracterização da avifauna local também foram considerados dados secundários obtidos por meio de um levantamento bibliográfico que possibilitou a elaboração de uma listagem de espécies com potencial ocorrência na Área de Influência Indireta (AII).

Os dados primários foram obtidos através de registros visuais e auditivos, Lista de Espécies (Lista de MacKinnon) e de capturas com redes de neblina, realizados nas seis áreas amostrais georreferenciadas com GPS (*Garmin*), *Datum* WGS 84, conforme já apresentado na Tabela abaixo.

As amostragens foram realizadas caminhando-se em trilhas pré-existentes e estradas vicinais com velocidade em torno de 1km/h. As observações se concentraram nas primeiras horas da manhã, geralmente entre 06:00h e 10:00h e no período vespertino entre 15:00h e 19:00h, evitando horários de calor mais intenso, quando a atividade das aves diminui consideravelmente.

Para a observação das aves, foram utilizados binóculos (*Nikon Monarch* 10x40) e para identificação das espécies guias de campo (SIGRIST, 2008 e 2013; VAN PERLO, 2009). Além da visualização, os registros das espécies também ocorreram pelo reconhecimento das vocalizações. A técnica de *playback* (reprodução de sons gravados) é muito utilizada para a atração das aves e a confirmação da espécie (BUDNEY e GROTKE, 1997) e tem sido usada como técnica para censo de aves pelo menos desde a década de 60 (JOHNSON *et al*., 1981; MARION *et al*., 1981), sendo indicado para espécies inconspícuas, raras e ameaçadas de extinção (JOHNSON *et al*., 1981). Espécies não identificadas diretamente no campo tiveram suas vocalizações registradas para análises posteriores (PARKER, 1991). As gravações foram realizadas com gravador digital (*Zoom H4n*) e microfone direcional (*Sennheiser ME 67*). Os *playbacks* foram realizados com o auxílio de uma caixa amplificada (*Radioshack*) acoplada a um *Ipod* (*classic* 160GB) com um arquivo de diversas vocalizações de aves da fauna nacional. Os registros fotográficos foram realizados com máquina digital *Canon EOS 7D* e objetiva zoom 100-400mm (Figura abaixo).

Figura 6.2-90 - Registro fotográficos da metodologia.



a) Observação e registro fotográfico de espécies de aves.

b) Uso da técnica de playback.

O levantamento foi realizado através do método das listas de espécies, também conhecido como listas de MacKinnon (MACKINNON e PHILLIPS, 1993), que permite informações mais precisas da riqueza de espécies, além de dados sobre a abundância

relativa e diversidade das espécies (RIBON, 2010). Esta técnica consiste em realizar listas de campo consecutivas com mesmo número de espécies, neste caso com 10 espécies; ao se atingir o número pré-determinado, inicia-se uma nova lista (HERZOG *et al.,* 2002). Com isso, cada lista possui um número igual de diferentes espécies, mas cada uma pode conter as mesmas espécies.

Posteriormente à coleta de dados, índices de abundância específicos foram calculados dividindo-se o número das listas em que determinada espécie foi registrada pelo número total de listas compiladas, enquanto a curva de acúmulo de espécies foi obtida relacionando-se o número cumulativo de espécies registradas com o número de listas compiladas.

Para amostrar a avifauna de sub-bosque e complementar o levantamento, foram utilizadas dez redes de neblina (também conhecidas como *mist nets*), com 2,5 metros de altura e 12 metros de extensão abertas em seis áreas amostrais com duas fitofisionomias (borda de floresta ombrófila aluvial e capoeira), sendo três inseridas dentro da AID e outras três na ADA (figura abaixo e Figura – registro fotográfico do levantamento amostral.).

As redes permaneceram abertas por um dia, em cada área amostral, no período da manhã (entre 06:00 e 11:00 horas) e no final da tarde (entre 15:00 e 18:00 horas), totalizando 96 horas de trabalho de campo e um esforço de captura de 28.800 h.m^2.

Figura 6.2-91– registro fotográfico do levantamento amostral.



a) Detalhe das redes de neblina na parcela AID1.



b) Captura de um macho de *Pyriglena leuconota.*



c) Detalhe das redes de neblina na parcela AID2.



d) Captura de uma fêmea de *Cyanoloxia rothschildii*.



e) Detalhe das redes de neblina na parcela AID3.



f) Captura de um *Phlegopsis nigromaculata*.



g) Detalhe das redes de neblina na parcela ADA1.



h) Captura de um *Pheugopedius genibarbis*.



i) Detalhe das redes de neblina na parcela ADA2.



j) Captura de um *Glyphorynchus spirurus*.



k) Detalhe das redes de neblina na parcela ADA3.



l) Captura de um *Thalurania furcata*.

Cada ave capturada após ser identificada, foi examinada de modo a se verificar a presença ou não de “placa de incubação” e marcada com pequeno corte nas pontas das penas infracaudais para evitar repetição na coleta de dados em caso de recaptura. Em seguida, com uso de paquímetro eram obtidos os dados biométricos (comprimento do tarso, do bico, da asa e da cauda) e com balança *Pesola* a massa corporal. Todas as informações foram anotadas em fichas específicas e cada espécime foi fotografado e posteriormente solto.

Figura 6.2-92 – registro fotográfico do levantamento amostral.



a) Material utilizado para identificação, marcação e coleta de dados biométricos e de massa corporal.



b) Detalhe da marcação com um pequeno corte nas penas infracaudais.



c) Medida do tamanho do bico.



d) Medida do tamanho da asa.



e) Medida da Massa corporal.



f) Registro fotográfico e posterior soltura da ave

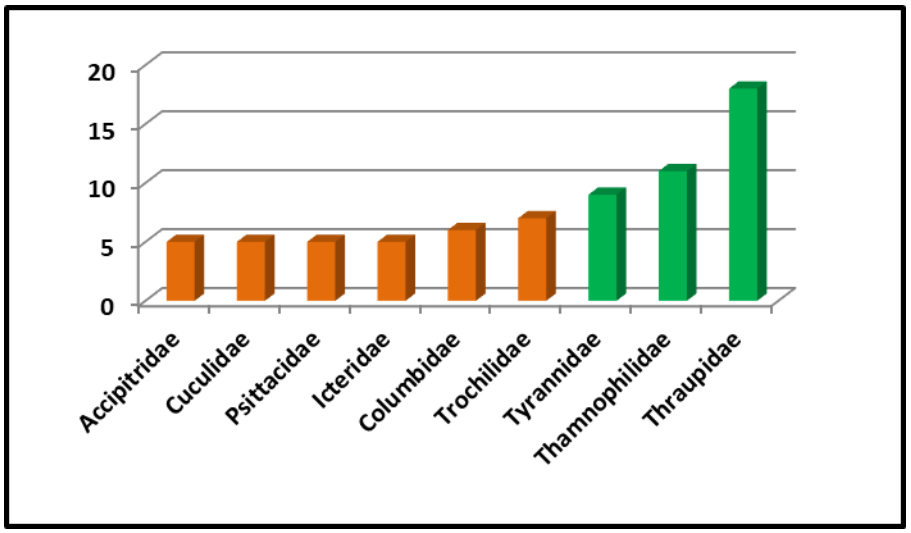
Após a compilação da lista da avifauna ocorrente para AII e as registradas para cada área amostral da ADA e AID, as espécies foram agrupadas conforme os seguintes parâmetros: categoria residente ou migrante; *status* de conservação a nível mundial (IUCN, 2015), nacional (ICMBio, 2014) e estadual (SEMA, 2009); endemismo na região amazônica; espécies de valor econômico (CITES, 2015); espécies utilizadas como xerimbabo e também as cinegéticas. A nomenclatura utilizada e a ordem taxonômica estão de acordo com aquelas recomendadas pelo CBRO (2014). Além disso, para a ADA e AID também foram considerados o uso do habitat preferencial, conforme o proposto por SILVA *et al*. (2003). Desta forma, as seguintes categorias foram: dependentes de florestas; semidependentes de florestas; independentes de florestas e aquáticos. Na categoria dependentes de florestas, estão agrupadas as espécies tipicamente florestais. Em semidependentes, encontram-se as espécies que habitam tanto o interior da floresta e ou suas bordas como áreas antropizadas adjacentes. As espécies agrupadas em independentes de florestas são típicas de áreas abertas, habitando principalmente os ambientes antropizados. No grupo das aves aquáticas encontram-se os táxons dependentes de ambientes aquáticos.

A sensitividade às alterações ambientais, na qual as espécies foram divididas em alta, média e baixa sensibilidade (PARKER *et al*., 1996). Além de serem consideradas as guildas tróficas: insetívoros, frugívoros, granívoros, canívoros, nectarívoros, detritívoros e onívoros (SICK, 1997; WIKIAVES, 2015).

- Resultados

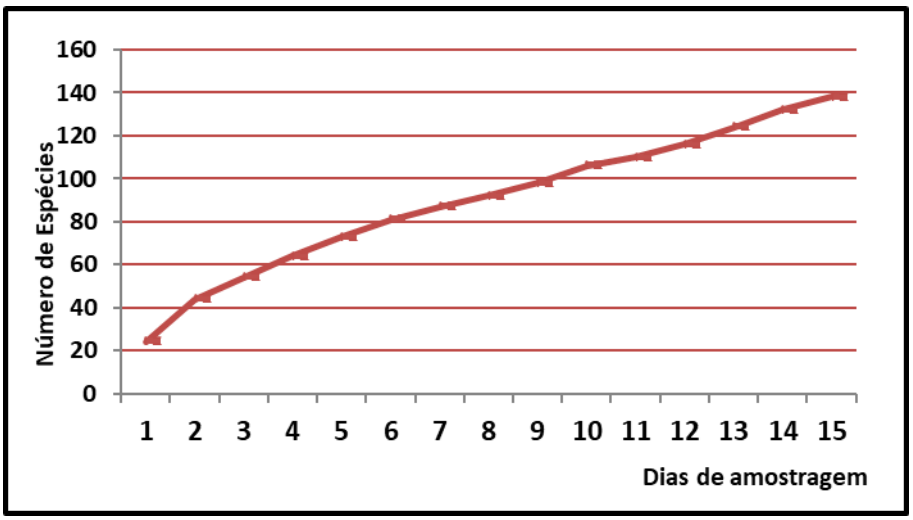
O levantamento bibliográfico realizado para caracterizar a avifauna da Área de Influência Indireta (AII), considerando a região da Grande Belém e de municípios adjacentes, listou 542 espécies de aves com provável ocorrência local. Na área do empreendimento foram registradas 138 espécies de aves, distribuídas em 18 ordens e 40 famílias. A ordem dos Passeriformes foi a mais representativa, com 58% do total identificado neste estudo. As famílias com maior número de espécies estão ilustradas na abaixo sendo Thraupidae (n = 18), Thamnophilidae (n = 11) e Tyrannidae (n = 9) as mais significativas.

Figura 6.2-93 – Número de espécies de aves das famílias mais representativas registradas na área. As destacadas em cor laranja pertencem às ordens não passeriformes e as destacadas em verde à ordem passeriforme.



A curva cumulativa das espécies de aves identificadas durante as duas campanhas revela que não foi evidenciado o ponto de assíntota, ou seja, não houve uma estabilização, o que indica que novas espécies poderiam ser registradas no local, sendo necessário para isso um maior esforço amostral (Figura abaixo).

Figura 6.2-94 - Curva cumulativa das espécies de aves registradas por dias de amostragem.



A Tabela abaixo apresenta a lista das espécies identificadas por áreas, sendo AII como as aves de provável ocorrência e ADA e AID para os registros locais, além de informações como categoria residente ou migrante, *status* de conservação a nível mundial, nacional e estadual, importância econômica dentre outros parâmetros biológicos.

Tabela 6.2-40 -Lista das espécies de aves: AII – Área de Influência Indireta que abrange a Grande Belém e adjacências, AID – Área de Influência Direta e ADA – Área Diretamente Afetada; Reg. – Registro: V - visual, A – auditivo e C – captura em rede; Cat. - categoria: R – Residente, E1 – Endemismo brasileiro, E2 – Endemismo amazônico, VN – Visitante do Norte e VA - vagante; Status de Conservação: Mundial (IUCN, 2015), Nacional (ICMBio,2014): e Estadual – PA (SEMA, 2009): EN – Em perigo, VU – Vulnerável e CR – Criticamente em perigo; Espécies de valor econômico, Cites (2015): I – apêndice I e II – apêndice II; Xerim. – Xerimbabo e Cineg.- Cinegética.

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Tinamiformes																
Tinamidae																
Tinamus guttatus	inhambu-galinha	1								R						1
Crypturellus cinereus	inhambu-preto	1								R						1
Crypturellus soui	tururim	1	1					1	A	R						1
Crypturellus strigulosus	inhambu-relógio	1								R						1
Crypturellus variegatus	inhambu-anhangá	1								R						1
Anseriformes																
Anatidae																
Dendrocygna bicolor	marreca-caneleira	1								R				*III*		1
Dendrocygna viduata	irerê	1								R				*III*		1
Dendrocygna autumnalis	asa-branca	1								R				*III*		1
Neochen jubata	pato-corredor	1								R						1
Cairina moschata	pato-do-mato	1								R				*III*		1
Amazonetta brasiliensis	pé-vermelho	1								R						1
Galliformes																
Cracidae																
Penelope superciliaris	jacupemba	1								R						1

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Penelope pileata	jacupiranga	1								R,E[1]		VU				1
Aburria cujubi	cujubi	1								R						1
Ortalis superciliaris	aracuã-de-sobrancelhas	1								R,E[1]						1
Pauxi tuberosa	mutum-cavalo	1								R						1
Odontophoridae																
Odontophorus gujanensis	uru-corcovado	1								R						
Podicipediformes																
Podicipedidae																
Tachybaptus dominicus	mergulhão-pequeno	1								R						
Podilymbus podiceps	mergulhão-caçador	1								R						
Procellariiformes																
Hydrobatidae																
Oceanodroma leucorhoa	painho-de-cauda-furcada	1								VN						
Ciconiiformes																
Ciconiidae																
Jabiru mycteria	tuiuiú	1								R				*I*		
Suliformes																
Phalacrocoracidae																
Phalacrocorax brasilianus	biguá	1								R						
Anhingidae																
Anhinga anhinga	biguatinga	1								R						
Pelecaniformes																
Ardeidae																
Tigrisoma lineatum	socó-boi	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Agamia agami	garça-da-mata	1								R						
Cochlearius cochlearius	arapapá	1								R						
Zebrilus undulatus	socoí-zigue-zague	1								R						
Ixobrychus exilis	socoí-vermelho	1								R						
Nycticorax nycticorax	savacu	1								R						
Nyctanassa violacea	savacu-de-coroa	1								R						
Butorides striata	socozinho	1								R						
Bubulcus ibis	garça-vaqueira	1								R						
Ardea cocoi	garça-moura	1								R						
Ardea alba	garça-branca-grande	1						1	V	R						
Pilherodius pileatus	garça-real	1								R						
Egretta tricolor	garça-tricolor	1								R						
Egretta thula	garça-branca-pequena	1								R						
Egretta caerulea	garça-azul	1								R						
Threskiornithidae																
Eudocimus ruber	guará	1								R				*II*		
Mesembrinibis cayennensis	coró-coró	1						1	A	R						
Phimosus infuscatus	tapicuru-de-cara-pelada	1								R						
Theristicus caudatus	curicaca	1								R						
Cathartiformes																
Cathartidae																
Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha	1	1					1	V	R						
Cathartes burrovianus	urubu-de-cabeça-amarela	1	1					1	V	R						
Cathartes melambrotus	urubu-da-mata	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Coragyps atratus	urubu-de-cabeça-preta	1	1		1			1	V	R						
Sarcoramphus papa	urubu-rei	1												III		
Accipitriformes																
Pandionidae																
Pandion haliaetus	águia-pescadora	1								VN				II		
Accipitridae																
Leptodon cayanensis	gavião-de-cabeça-cinza	1	1					1	V	R				II		
Chondrohierax uncinatus	caracoleiro	1								R				I/II		
Elanoides forficatus	gavião-tesoura	1								R				II		
Gampsonyx swainsonii	gaviãozinho	1								R				II		
Elanus leucurus	gavião-peneira	1								R				II		
Harpágus bidentatus	gavião-ripina	1								R				II		
Harpágus diodon	gavião-bombachinha	1								R				II		
Accipiter poliogaster	tauató-pintado	1		1					V	R				II		
Accipiter superciliosus	gavião-miudinho	1								R				II		
Ictinia plumbea	sovi	1								R				II		
Busarellus nigricollis	gavião-belo	1								R				II		
Rostrhamus sociabilis	gavião-caramujeiro	1								R				II		
Helicolestes hamatus	gavião-do-igapó	1								R				II		
Geranospiza caerulescens	gavião-pernilongo	1								R				II		
Buteogallus schistaceus	gavião-azul	1	1					1	V	R				II		
Heterospizias meridionalis	gavião-caboclo	1								R				II		
Urubitinga urubitinga	gavião-preto	1								R				II		
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	1		1		1		1	V	R				II		

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Geranoaetus albicaudatus	gavião-de-rabo-branco	1								R				II		
Pseudastur albicollis	gavião-branco	1								R				II		
Leucopternis melanops	gavião-de-cara-preta		1	1				1	V	R				II		
Leucopternis kuhli	gavião-vaqueiro	1								R				II		
Buteo nitidus	gavião-pedrês	1								R				II		
Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta	1								R				II		
Morphnus guianensis	uiraçu-falso	1								R	*NT*	VU		II		
Harpia harpyja	gavião-real	1								R		VU		I		
Spizaetus tyrannus	gavião-pega-macaco	1								R				II		
Spizaetus melanoleucus	gavião-pato	1								R				II		
Spizaetus ornatus	gavião-de-penacho	1								R				II		
Eurypygiformes																
Eurypygidae																
Eurypyga helias	pavãozinho-do-pará	1								R						
Gruiformes																
Aramidae																
Aramus guarauna	carão	1								R						
Psophiidae																
Psophia viridis	jacamim-de-costas-verdes	1								R,E[1,2]		EN[1]	EN[1]			
Rallidae																
Micropygia schomburgkii	maxalalagá	1								R						
Aramides cajaneus	saracura-três-potes	1								R						1
Amaurolimnas concolor	saracura-lisa	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Laterallus viridis	sanã-castanha	1	1						A	R						
Laterallus melanophaius	sanã-parda	1								R						
Laterallus exilis	sanã-do-capim	1								R						
Laterallus jamaicensis	açanã-preta	1								VA						
Porzana flaviventer	sanã-amarela	1								R						
Porzana albicollis	sanã-carijó	1								R						
Neocrex erythrops	turu-turu	1								R						
Pardirallus maculatus	saracura-carijó	1								R						
Pardirallus nigricans	saracura-sanã	1								R						
Gallinula galeata	frango-d'água-comum	1								R						
Porphyrio martinicus	frango-d'água-azul	1								R						
Porphyrio flavirostris	frango-d'água-pequeno	1								R						
Heliornithidae																
Heliornis fulica	picaparra	1								R						
Charadriiformes																
Charadriidae																
Vanellus cayanus	batuíra-de-esporão	1								R						
Vanellus chilensis	quero-quero	1	1				1	1	V,A	R						
Pluvialis dominica	batuiruçu	1								VN						
Charadrius semipalmatus	batuíra-de-bando	1								VN						
Charadrius collaris	batuíra-de-coleira	1								R						
Recurvirostridae																
Himantopus mexicanus	pernilongo-de-costas-negras	1								R						
Scolopacidae																

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Gallinago paraguaiae	narceja	1								R						
Numenius phaeopus	maçarico-galego	1								VN						
Bartramia longicauda	maçarico-do-campo	1								VN						
Actitis macularius	maçarico-pintado	1								VN						
Tringa solitaria	maçarico-solitário	1								VN						
Tringa melanoleuca	maçarico-grande-de-perna-amarela	1								VN						
Tringa flavipes	maçarico-de-perna-amarela	1								VN						
Arenaria interpres	vira-pedras	1								VN						
Calidris alba	maçarico-branco	1								VN						
Calidris pusilla	maçarico-rasteirinho	1								VN		EN				
Calidris minutilla	maçariquinho	1								VN						
Jacanidae																
Jacana jacana	jaçanã	1								R						
Laridae																
Leucophaeus atricilla	gaivota-alegre	1								VN						
Sternidae																
Sternula superciliaris	trinta-réis-anão	1								R						
Phaetusa simplex	trinta-réis-grande	1								R						
Sterna hirundo	trinta-réis-boreal	1								VN						
Thalasseus maximus	trinta-réis-real	1								R		EN	VU			
Rynchopidae																
Rynchops niger	talha-mar	1								R						
Columbiformes																

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Columbidae																
Columbina passerina	rolinha-cinzenta	1								R					1	1
Columbina minuta	rolinha-de-asa-canela	1						1	V	R						1
Columbina talpacoti	rolinha-roxa	1	1	1	1		1		V,A	R						1
Claravis pretiosa	pararu-azul	1								R						1
Columba livia	pombo-doméstico	1								R						1
Patagioenas speciosa	pomba-trocal	1	1	1					V	R						1
Patagioenas cayennensis	pomba-galega	1	1						V,A	R						1
Patagioenas plumbea	pomba-amargosa	1	1	1		1	1	1	V	R						1
Patagioenas subvinacea	pomba-botafogo	1								R						1
Zenaida auriculata	pomba-de-bando	1								R						1
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	1								R						1
Leptotila rufaxilla	juriti-gemedeira	1								R						1
Geotrygon montana	pariri	1				1		1	V,C	R						1
Opisthocomiformes																
Opisthocomidae																
Opisthocomus hoazin	cigana	1								R						
Cuculiformes																
Cuculidae																
Coccycua minuta	chincoã-pequeno	1								R						
Piaya cayana	alma-de-gato	1	1	1		1	1	1	V,A	R						
Coccyzus melacoryphus	papa-lagarta-acanelado	1	1					1	A	R						
Coccyzus euleri	papa-lagarta-de-euler	1								R						
Crotophaga major	anu-coroca	1					1	1	V,A	R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Crotophaga ani	anu-preto	1						1	V,A	R						
Guira guira	anu-branco	1								R						
Tapera naevia	saci	1						1	A	R						
Dromococcyx pavoninus	peixe-frito-pavonino	1								R						
Neomorphus geoffroyi	jacu-estalo	1								R		VU				
Strigiformes																
Tytonidae																
Tyto furcata	coruja-da-igreja	1								R				II		
Strigidae																
Megascops choliba	corujinha-do-mato	1						1	V,A	R				II		
Megascops watsonii	corujinha-orelhuda	1								R				II		
Megascops usta	corujinha-relógio	1								R				II		
Lophostrix cristata	coruja-de-crista	1								R				II		
Pulsatrix perspicillata	murucututu	1						1	A	R				II		
Bubo virginianus	jacurutu	1								R				II		
Strix virgata	coruja-do-mato	1								R				II		
Strix huhula	coruja-preta	1								R				II		
Glaucidium brasilianum	caburé	1								R				II		
Athene cunicularia	coruja-buraqueira	1								R				II		
Asio clamator	coruja-orelhuda	1								R				II		
Steatornithiformes																
Nyctibiiformes																
Nyctibiidae																
Nyctibius grandis	mãe-da-lua-gigante	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Nyctibius griseus	**mãe-da-lua**	**1**	**1**		**1**			**1**	**A**	**R**						
Caprimulgiformes																
Caprimulgidae																
Antrostomus rufus	**joão-corta-pau**	**1**	**1**						**V,A**	**R**						
Lurocalis semitorquatus	**tuju**	**1**								**R**						
Hydropsalis nigrescens	**bacurau-de-lajeado**	**1**								**R**						
Hydropsalis albicollis	**bacurau**	**1**	**1**	**1**	**1**		**1**	**1**	**V,C**	**R**						
Hydropsalis parvula	**bacurau-chintã**	**1**								**R**						
Hydropsalis maculicauda	**bacurau-de-rabo-maculado**	**1**								**R**						
Hydropsalis cayennensis	**bacurau-de-cauda-branca**	**1**								**R**						
Hydropsalis climacocerca	**acurana**	**1**								**R**						
Hydropsalis torquata	**bacurau-tesoura**	**1**								**R**						
Chordeiles pusillus	**bacurauzinho**	**1**								**R**						
Chordeiles nacunda	**corucão**	**1**								**R**						
Chordeiles acutipennis	**bacurau-de-asa-fina**	**1**								**R**						
Apodiformes																
Apodidae																
Chaetura spinicaudus	**andorinhão-de-sobre-branco**	**1**								**R**						
Chaetura chapmani	**andorinhão-de-chapman**	**1**								**R**						
Chaetura brachyura	**andorinhão-de-rabo-curto**	**1**								**R**						
Tachornis squamata	**andorinhão-do-buriti**	**1**								**R**						
Panyptila cayennensis	**andorinhão-estofador**	**1**								**R**						
Trochilidae																
Glaucis hirsutus	**balança-rabo-de-bico-torto**	**1**	**1**						**V,C**	**R**				***II***		

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Threnetes leucurus	balança-rabo-de-garganta-preta	1								R			EN	II		
Phaethornis ruber	rabo-branco-rubro	1				1		1	V,C	R				II		
Phaethornis superciliosus	rabo-branco-de-bigodes	1								R				II		
Phaethornis malaris	besourão-de-bico-grande		1			1	1	1	C	R				II		
Campylopterus largipennis	asa-de-sabre-cinza	1								R#				II		
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	1								R				II		
Florisuga mellivora	beija-flor-azul-de-rabo-branco	1								R				II		
Anthracothorax viridigula	beija-flor-de-veste-verde	1								R				II		
Anthracothorax nigricollis	beija-flor-de-veste-preta	1	1						V	R				II		
Avocettula recurvirostris	beija-flor-de-bico-virado	1								R				II		
Topaza pella	beija-flor-brilho-de-fogo	1								R				II		
Chrysolampis mosquitus	beija-flor-vermelho	1								R				II		
Lophornis gouldii	topetinho-do-brasil-central	1								R		VU		II		
Chlorostilbon notatus	beija-flor-de-garganta-azul	1	1						V,C	R				II		
Thalurania furcata	beija-flor-tesoura-verde	1			1	1	1	1	V,C	R				II		
Hylocharis sapphirina	beija-flor-safira	1								R				II		
Polytmus theresiae	beija-flor-verde	1								R				II		
Amazilia leucogaster	beija-flor-de-barriga-branca	1								R				II		
Amazilia versicolor	beija-flor-de-banda-branca	1								R				II		
Amazilia fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	1	1					1	V,C	R				II		
Heliothryx auritus	beija-flor-de-bochecha-azul	1								R				II		
Heliomaster longirostris	bico-reto-cinzento	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Calliphlox amethystina	**estrelinha-ametista**	**1**								**R**				***II***		
Trogoniformes																
Trogonidae																
Trogon melanurus	**surucuá-de-cauda-preta**	**1**						**1**	**V,A**	**R**						
Trogon viridis	**surucuá-grande-de-barriga-amarela**	**1**								**R**						
Trogon ramonianus	**surucuá-pequeno**	**1**								**R**						
Trogon violaceus	**surucuá-violáceo**	**1**								**R**						
Trogon rufus	**surucuá-de-barriga-amarela**	**1**				**1**	**1**	**1**	**V,A**	**R**						
Coraciiformes																
Alcedinidae																
Megaceryle torquata	**martim-pescador-grande**	**1**								**R**						
Chloroceryle amazona	**martim-pescador-verde**	**1**								**R**						
Chloroceryle aenea	**martinho**	**1**								**R**						
Chloroceryle americana	**martim-pescador-pequeno**	**1**								**R**						
Chloroceryle inda	**martim-pescador-da-mata**	**1**								**R**						
Momotidae																
Momotus momota	**udu-de-coroa-azul**	**1**								**R**						
Galbuliformes																
Galbulidae																
Brachygalba lugubris	**ariramba-preta**	**1**		**1**					**V,A**	**R**						
Galbula cyanicollis	**ariramba-da-mata**	**1**		**1**					**V,A**	**R**						
Galbula ruficauda	**ariramba-de-cauda-ruiva**	**1**								**R**						
Galbula dea	**ariramba-do-paraíso**	**1**								**R**						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Jacamerops aureus	jacamaraçu	1								R						
Bucconidae																
Notharchus hyperrhynchus	macuru-de-testa-branca	1								R						
Notharchus macrorhynchos	macuru-de-pescoço-branco	1								R						
Notharchus tectus	macuru-pintado	1	1	1				1	V	R						
Bucco tamatia	rapazinho-carijó	1								R						
Bucco capensis	rapazinho-de-colar	1								R						
Nystalus striolatus	rapazinho-estriado-de-rondônia	1								R						
Nystalus torridus	rapazinho-estriado-do-leste	1								R						
Nystalus maculatus	rapazinho-dos-velhos	1								R						
Malacoptila rufa	barbudo-de-pescoço-ferrugem	1								R						
Monasa nigrifrons	chora-chuva-preto	1								R						
Monasa morphoeus	chora-chuva-de-cara-branca	1								R						
Chelidoptera tenebrosa	urubuzinho	1								R						
Piciformes																
Ramphastidae																
Ramphastos toco	tucanuçu	1								R				II	1	
Ramphastos tucanus	tucano-grande-de-papo-branco	1	1	1	1	1	1	1	V,A	R				II	1	
Ramphastos vitellinus	tucano-de-bico-preto	1	1	1	1	1	1	1	V,A	R				II	1	
Selenidera gouldii	saripoca-de-gould	1								R						
Pteroglossus inscriptus	araçari-miudinho-de-bico-riscado	1					1	1	V	R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais						Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Pteroglossus bitorquatus	araçari-de-pescoço-vermelho	1								R		VU[2]	VU[3]			
Pteroglossus aracari	araçari-de-bico-branco	1	1	1	1	1	1	1	V,A	R				*II*		
Picidae																
Picumnus aurifrons	pica-pau-anão-dourado	1								R						
Picumnus exilis	pica-pau-anão-de-pintas-amarelas	1								R						
Picumnus cirratus	pica-pau-anão-barrado	1								R						
Melanerpes candidus	pica-pau-branco	1								R						
Melanerpes cruentatus	benedito-de-testa-vermelha	1						1	V	R						
Veniliornis affinis	picapauzinho-avermelhado	1				1	1		V,A	R						
Piculus flavigula	pica-pau-bufador	1								R						
Piculus chrysochloros	pica-pau-dourado-escuro	1								R		EN[3]	VU[3]			
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado	1								R						
Celeus undatus	pica-pau-barrado	1								R, E[2]						
Celeus elegans	pica-pau-chocolate	1								R						
Celeus flavus	pica-pau-amarelo	1				1		1	V	R						
Celeus torquatus	pica-pau-de-coleira	1								R		EN[4]	EN[4]			
Dryocopus lineatus	pica-pau-de-banda-branca	1								R						
Campephilus rubricollis	pica-pau-de-barriga-vermelha	1						1	V	R						
Campephilus melanoleucos	pica-pau-de-topete-vermelho	1								R						
Falconiformes																
Falconidae																

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Daptrius ater	gavião-de-anta	1								R				II		
Ibycter americanus	gralhão	1		1					V,A	R				II		
Caracara plancus	caracará	1						1	V	R				II		
Milvago chimachima	carrapateiro	1					1	1	V	R				II		
Herpetotheres cachinnans	acauã	1		1				1	V,A	R				II		
Micrastur ruficollis	falcão-caburé	1								R				II		
Micrastur gilvicollis	falcão-mateiro	1								R				II		
Micrastur mintoni	falcão-críptico	1								R				II		
Micrastur mirandollei	tanatau	1								R				II		
Micrastur semitorquatus	falcão-relógio	1								R				II		
Falco rufigularis	cauré	1								R				II		
Falco deiroleucus	falcão-de-peito-laranja	1								R				II		
Falco femoralis	falcão-de-coleira	1								R				II		
Falco peregrinus	falcão-peregrino	1								VN				I		
Psittaciformes																
Psittacidae																
Anodorhynchus hyacinthinus	arara-azul-grande	1								R				I	1	
Ara ararauna	arara-canindé	1								R				II	1	
Ara macao	araracanga	1								R				I	1	
Ara chloropterus	arara-vermelha-grande	1								R				II	1	
Ara severus	maracanã-guaçu	1								R				II	1	
Orthopsittaca manilatus	maracanã-do-buriti	1								R				II	1	
Primolius maracana	maracanã-verdadeira	1								R				II	1	

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais						Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Diopsittaca nobilis	maracanã-pequena	1								R				II	1	
Guaruba guarouba	ararajuba	1								R[1,2]		VU	VU	I	1	
Psittacara leucophthalmus	periquitão-maracanã	1								R				II	1	
Aratinga jandaya	jandaia-verdadeira	1								R,E[1]				II	1	
Eupsittula aurea	periquito-rei	1								R				II		
Pyrrhura lepida	tiriba-pérola	1								R,E[1,2]		VU	EN[5]	II		
Pyrrhura perlata	tiriba-de-barriga-vermelha	1								R				II		
Pyrrhura picta	tiriba-de-testa-azul	1								R				II		
Forpus passerinus	tuim-santo	1								R				II		
Brotogeris versicolurus	periquito-de-asa-branca	1								R				II	1	
Brotogeris chrysoptera	periquito-de-asa-dourada	1	1	1			1	1	V,A	R				II	1	
Brotogeris sanctithomae	periquito-testinha	1								R				II	1	
Touit huetii	apuim-de-asa-vermelha	1								R				II		
Touit purpuratus	apuim-de-costas-azuis	1								R				II		
Pionites leucogaster	marianinha-de-cabeça-amarela	1	1	1					V,A	R				II	1	
Pyrilia vulturina	curica-urubu	1								R,E[1]				II	1	
Graydidascalus brachyurus	curica-verde	1								R				II	1	
Pionus menstruus	maitaca-de-cabeça-azul	1	1	1		1	1	1	V,A	R				II	1	
Pionus fuscus	maitaca-roxa	1								R				II	1	
Amazona festiva	papágaio-da-várzea	1								R				II	1	
Amazona farinosa	papágaio-moleiro	1								R				II	1	
Amazona amazonica	curica	1	1						V,A	R				II	1	

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Amazona aestiva	papágaio-verdadeiro			1		1		1	V,A	R				*II*	1	
Deroptyus accipitrinus	anacã	1								R				*II*	1	
Passeriformes																
Thamnophilidae																
Pygiptila stellaris	choca-cantadora	1								R						
Myrmotherula multostriata	choquinha-estriada-da-amazônia	1								R						
Myrmotherula surinamensis	choquinha-estriada	1								R						
Myrmotherula axillaris	choquinha-de-flanco-branco	1		1	1			1	A,C	R						
Myrmotherula longipennis	choquinha-de-asa-comprida	1								R						
Myrmotherula menetriesii	choquinha-de-garganta-cinza	1			1				A,C	R						
Formicivora grisea	papa-formiga-pardo	1	1		1				A,C	R						
Formicivora rufa	papa-formiga-vermelho	1								R						
Isleria hauxwelli	choquinha-de-garganta-clara	1								R						
Thamnomanes caesius	ipecuá	1					1		A,C	R						
Dysithamnus mentalis	choquinha-lisa	1								R						
Herpsilochmus rufimarginatus	chorozinho-de-asa-vermelha	1								R						
Sakesphorus luctuosus	choca-d'água	1								R,E[1]						
Thamnophilus doliatus	choca-barrada	1								R						
Thamnophilus schistaceus	choca-de-olho-vermelho		1	1		1		1	A,C	R						
Thamnophilus palliatus	choca-listrada	1				1	1		V,A	R						
Thamnophilus nigrocinereus	choca-preta-e-cinza	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Thamnophilus punctatus	choca-bate-cabo	1								R						
Thamnophilus aethiops	choca-lisa	1							A,C	R			EN[6]			
Thamnophilus amazonicus	choca-canela	1								R						
Taraba major	choró-boi	1								R						
Hypocnemoides maculicauda	solta-asa	1								R						
Sclateria naevia	papa-formiga-do-igarapé	1								R						
Pyriglena leuconota	papa-taoca	1	1	1	1	1			C	R						
Cercomacra cinerascens	chororó-pocuá	1						1	A	R						
Cercomacra tyrannina	chororó-escuro	1								R						
Cercomacra laeta	chororó-didi	1			1			1	V,A,C	R,E[1]						
Willisornis poecilinotus	rendadinho	1								R						
Willisornis vidua	rendadinho-do-xingu	1					1	1	A,C	R						
Phlegopsis nigromaculata	mãe-de-taoca	1					1	1	A,C	R, E[2]		VU[7]	EN[7]			
Conopophagidae																
Conopophaga roberti	chupa-dente-de-capuz	1								R,E[1]						
Formicariidae																
Formicarius colma	galinha-do-mato	1								R						
Formicarius analis	pinto-do-mato-de-cara-preta	1	1					1	A,C	R						
Scleruridae																
Sclerurus macconnelli	vira-folha-de-peito-vermelho	1								R						
Sclerurus rufigularis	vira-folha-de-bico-curto	1								R						
Sclerurus caudacutus	vira-folha-pardo	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Dendrocolaptidae																
Dendrocincla fuliginosa	arapaçu-pardo	1								R						
Dendrocincla merula	arapaçu-da-taoca	1								R		VU[8]	EN[8]			
Deconychura longicauda	arapaçu-rabudo	1								R			VU[9]			
Glyphorynchus spirurus	arapaçu-bico-de-cunha	1	1	1		1	1	1	C	R						
Xiphorhynchus spixii	arapaçu-de-spix	1								R,E[1]						
Xiphorhynchus obsoletus	arapaçu-riscado	1								R						
Xiphorhynchus guttatus	arapaçu-de-garganta-amarela	1	1					1	V,A, C	R						
Campylorhamphus procurvoides	arapaçu-de-bico-curvo						1		C	R						
Dendroplex picus	arapaçu-de-bico-branco	1								R						
Lepidocolaptes albolineatus	arapaçu-de-listras-brancas	1								R						
Lepidocolaptes layardi	arapaçu-de-listras-brancas-do-leste	1								R						
Dendrexetastes rufigula	arapaçu-galinha	1								R		EN[10]	EN[10]			
Dendrocolaptes picumnus	arapaçu-meio-barrado			1		1			V,A	R						
Dendrocolaptes certhia	arapaçu-barrado	1								R						
Dendrocolaptes medius	arapaçu-barrado-do-leste	1								R		VU	EN[11]			
Xenopidae																
Xenops minutus	bico-virado-miúdo	1					1		A,C	R						
Furnariidae																
Berlepschia rikeri	limpa-folha-do-buriti	1								R						
Automolus rufipileatus	barranqueiro-de-coroa-castanha	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Automolus infuscatus	barranqueiro-pardo	1								R						
Automolus paraensis	barranqueiro-do-pará	1		1					V,A,C	R,E[1]						
Anabacerthia ruficaudata	limpa-folha-de-cauda-ruiva	1								R						
Philydor erythrocercum	limpa-folha-de-sobre-ruivo	1								R						
Philydor pyrrhodes	limpa-folha-vermelho	1								R						
Synallaxis albescens	uí-pi	1								R						
Synallaxis rutilans	joão-teneném-castanho	1								R			EN[12]			
Synallaxis gujanensis	joão-teneném-becuá	1								R						
Pipridae																
Tyranneutes stolzmanni	uirapuruzinho	1								R						
Pipra aureola	uirapuru-vermelho	1								R						
Pipra filicauda	rabo-de-arame	1								R						
Pipra fasciicauda	uirapuru-laranja	1								R						
Ceratopipra rubrocapilla	cabeça-encarnada	1						1	C	R						
Lepidothrix nattereri	uirapuru-de-chapéu-branco	1								R						
Lepidothrix iris	cabeça-de-prata	1								R,E[1]						
Manacus manacus	rendeira	1	1	1	1	1		1	V,C	R						
Dixiphia pipra	cabeça-branca	1		1	1	1	1	1	V,C	R						
Chiroxiphia pareola	tangará-falso	1	1					1	V,C	R						
Oxyruncidae																
Oxyruncus cristatus	araponga-do-horto	1								R						
Onychorhynchidae																
Onychorhynchus coronatus	maria-leque	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Terenotriccus erythrurus	papa-moscas-uirapuru	1								R						
Myiobius barbatus	assanhadinho	1								R						
Tityridae																
Schiffornis turdina	flautim-marrom	1								R,E[1]						
Laniocera hypopyrra	chorona-cinza	1								R						
Iodopleura isabellae	anambé-de-coroa	1								R						
Tityra inquisitor	anambé-branco-de-bochecha-parda	1								R						
Tityra cayana	anambé-branco-de-rabo-preto	1		1			1	1	V	R						
Tityra semifasciata	anambé-branco-de-máscara-negra	1						1	V	R						
Pachyramphus rufus	caneleiro-cinzento	1								R						
Pachyramphus polychopterus	caneleiro-preto	1		1					V,A	R						
Pachyramphus marginatus	caneleiro-bordado	1								R						
Pachyramphus minor	caneleiro-pequeno	1								R						
Pachyramphus validus	caneleiro-de-chapéu-preto	1								R						
Cotingidae																
Lipaugus vociferans	cricrió	1				1	1		A	R						
Gymnoderus foetidus	anambé-pombo	1								R						
Xipholena lamellipennis	anambé-de-rabo-branco	1	1					1	V	R,E[1]						
Procnias albus	araponga-da-amazônia	1								R,E[2]		VU				
Cotinga cayana	anambé-azul	1						1	V	R,E[2]						
Haematoderus militaris	anambé-militar	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Querula purpurata	anambé-una	1	1						V	R						
Phoenicircus carnifex	saurá	1								R						
Pipritidae																
Piprites chloris	papinho-amarelo	1								R		VU[13]	VU[13]			
Platyrinchidae																
Platyrinchus saturatus	patinho-escuro	1								R						
Platyrinchus platyrhynchos	patinho-de-coroa-branca	1								R						
Rhynchocyclidae																
Taeniotriccus andrei	maria-bonita	1	1						V,C	R						
Mionectes oleagineus	abre-asa	1	1	1	1	1		1	C	R						
Mionectes macconnelli	abre-asa-da-mata	1								R						
Corythopis torquatus	estalador-do-norte	1								R						
Rhynchocyclus olivaceus	bico-chato-grande	1								R						
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	1		1		1	1			R						
Tolmomyias assimilis	bico-chato-da-copa	1								R			EN[14]			
Tolmomyias poliocephalus	bico-chato-de-cabeça-cinza	1								R						
Tolmomyias flaviventris	bico-chato-amarelo	1		1		1	1		V,A	R						
Todirostrum maculatum	ferreirinho-estriado	1								R						
Todirostrum cinereum	ferreirinho-relógio	1								R						
Todirostrum chrysocrotaphum	ferreirinho-de-sobrancelha	1								R						
Poecilotriccus fumifrons	ferreirinho-de-testa-parda	1								R						
Poecilotriccus sylvia	ferreirinho-da-capoeira	1								R						
Myiornis ecaudatus	caçula	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Lophotriccus galeatus	caga-sebinho-de-penacho	1								R						
Tyrannidae																
Zimmerius gracilipes	poiaeiro-de-pata-fina	1								R						
Euscarthmus rufomarginatus	maria-corruíra	1								R			VU			
Ornithion inerme	poiaeiro-de-sobrancelha	1								R						
Camptostoma obsoletum	risadinha	1	1				1	1	V,A	R						
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	1	1				1	1	V,A	R						
Elaenia cristata	guaracava-de-topete-uniforme	1								R						
Elaenia chiriquensis	chibum	1								R						
Myiopágis gaimardii	maria-pechim	1								R						
Myiopágis flavivertex	guaracava-de-penacho-amarelo	1								R						
Tyrannulus elatus	maria-te-viu	1								R						
Phaeomyias murina	bagageiro	1								R						
Attila cinnamomeus	tinguaçu-ferrugem	1								R						
Attila bolivianus	bate-pára	1								R						
Attila spadiceus	capitão-de-saíra-amarelo	1	1	1	1	1	1	1	A,C	R						
Legatus leucophaius	bem-te-vi-pirata	1	1	1					A	R						
Ramphotrigon ruficauda	bico-chato-de-rabo-vermelho	1								R						
Myiarchus tuberculifer	maria-cavaleira-pequena	1								R						
Myiarchus ferox	maria-cavaleira	1								R						
Rhytipterna simplex	vissiá	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Casiornis fuscus	caneleiro-enxofre	1								R,E[1]						
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	1						1	V,A	R						
Philohydor lictor	bentevizinho-do-brejo	1								R						
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	1	1					1	V	R						
Tyrannopsis sulphurea	suiriri-de-garganta-rajada	1								R						
Megarynchus pitangua	neinei	1						1	V,A	R						
Myiozetetes cayanensis	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	1	1					1	V,A	R						
Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	1								R						
Tyrannus albogularis	suiriri-de-garganta-branca	1								R						
Tyrannus melancholicus	suiriri	1	1	1			1	1	V	R						
Tyrannus savana	tesourinha	1								R						
Griseotyrannus aurantioatrocristatus	peitica-de-chapéu-preto	1								R						
Empidonomus varius	peitica	1								R						
Myiophobus fasciatus	filipe	1								R						
Sublegatus modestus	guaracava-modesta	1								R						
Arundinicola leucocephala	freirinha	1								R						
Cnemotriccus fuscatus	guaracavuçu	1								R						
Lathrotriccus euleri	enferrujado	1								R						
Vireonidae																
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	1								R						
Vireo olivaceus	juruviara-boreal	1								VN						
Vireo chivi	juruviara	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Hylophilus semicinereus	verdinho-da-várzea	1		1		1	1	1	A	R						
Hylophilus pectoralis	vite-vite-de-cabeça-cinza	1								R						
Hylophilus hypoxanthus	vite-vite-de-barriga-amarela			1					A	R						
Hylophilus ochraceiceps	vite-vite-uirapuru	1								R		VU[15]				
Hirundinidae																
Atticora fasciata	peitoril	1								R						
Atticora tibialis	calcinha-branca	1								R						
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	1						1	V	R						
Progne tapera	andorinha-do-campo	1								R						
Progne subis	andorinha-azul	1								VN						
Progne chalybea	andorinha-doméstica-grande	1	1					1	V	R						
Tachycineta albiventer	andorinha-do-rio	1								R						
Hirundo rustica	andorinha-de-bando	1								VN						
Troglodytidae																
Microcerculus marginatus	uirapuru-veado	1								R						
Troglodytes musculus	corruíra	1	1	1				1	V,A	R						
Pheugopedius genibarbis	garrinchão-pai-avô	1	1	1	1		1	1	A,C	R						
Cantorchilus leucotis	garrinchão-de-barriga-vermelha	1								R						
Donacobiidae																
Donacobius atricapilla	japacanim	1								R						
Polioptilidae																
Ramphocaenus melanurus	bico-assovelado	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Polioptila plumbea	balança-rabo-de-chapéu-preto	1								R						
Polioptila paraensis	balança-rabo-paraense	1								R,E[1]						
Turdidae																
Catharus fuscescens	sabiá-norte-americano	1								VN						
Turdus leucomelas	sabiá-barranco	1						1	A	R					1	
Turdus fumigatus	sabiá-da-mata	1								R						
Turdus nudigenis	caraxué	1		1		1			A	R						
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	1								R						
Turdus albicollis	sabiá-coleira	1								R						
Motacillidae																
Anthus lutescens	caminheiro-zumbidor	1								R						
Passerellidae																
Zonotrichia capensis	tico-tico	1								R						
Ammodramus aurifrons	cigarrinha-do-campo	1								R					1	
Arremon taciturnus	tico-tico-de-bico-preto	1				1	1		C	R						
Parulidae																
Setophaga striata	mariquita-de-perna-clara	1								VN						
Setophaga fusca	mariquita-papo-de-fogo	1								VN						
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	1								R						
Myiothlypis mesoleuca	pula-pula-da-guiana	1								R						
Myiothlypis rivularis	pula-pula-ribeirinho	1								R						
Icteridae																
Psarocolius viridis	japu-verde	1	1	1	1	1		1	V,A	R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Psarocolius decumanus	japu	1								R						
Psarocolius bifasciatus	japuaçu	1								R						
Procacicus solitarius	iraúna-de-bico-branco	1	1	1					V	R						
Cacicus haemorrhous	guaxe	1	1	1		1			V,A	R						
Cacicus cela	xexéu	1	1	1			1	1	V,A	R						
Icterus cayanensis	inhapim	1								R						
Icterus jamacaii	corrupião	1								R,E[1]						
Gymnomystax mexicanus	iratauá-grande	1								R						
Chrysomus icterocephalus	iratauá-pequeno	1								R						
Molothrus oryzivorus	iraúna-grande	1								R						
Molothrus bonariensis	vira-bosta	1		1					V	R					1	
Sturnella militaris	polícia-inglesa-do-norte	1								R						
Mitrospingidae																
Lamprospiza melanoleuca	pipira-de-bico-vermelho	1					1		V	R						
Thraupidae																
Coereba flaveola	cambacica	1	1	1	1	1	1	1	V,A,C	R						
Saltator maximus	tempera-viola	1			1				C	R						
Saltator azarae	sabiá-gongá-da-amazônia	1								R						
Saltator coerulescens	sabiá-gongá	1								R						
Saltator grossus	bico-encarnado	1								R						
Tachyphonus rufus	pipira-preta	1	1						V,A	R						
Ramphocelus carbo	pipira-vermelha	1	1	1	1	1	1	1	V,A,C	R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Lanio cristatus	tiê-galo	1		1					V,A	R						
Lanio cucullatus	tico-tico-rei	1								R						
Lanio surinamus	tem-tem-de-topete-ferrugíneo	1								R						
Lanio penicillatus	pipira-da-taoca	1								R						
Tangara gyrola	saíra-de-cabeça-castanha	1								R						
Tangara mexicana	saíra-de-bando	1	1			1			V	R						
Tangara velia	saíra-diamante	1					1		V	R		VU[16]	EN[16]			
Tangara punctata	saíra-negaça	1								R						
Tangara episcopus	sanhaçu-da-amazônia	1								R						
Tangara sayaca	sanhaçu-cinzento			1	1	1	1	1	V	R						
Tangara palmarum	sanhaçu-do-coqueiro	1	1				1	1	V	R						
Schistochlamys melanopis	sanhaçu-de-coleira	1	1	1					V	R						
Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	1								R,E[1]						
Paroaria dominicana	cardeal-do-nordeste	1								R,E[1]						
Tersina viridis	saí-andorinha	1					1	1	V,A	R						
Dacnis lineata	saí-de-máscara-preta	1								R					1	
Dacnis cayana	saí-azul	1	1				1	1	V	R						
Cyanerpes caeruleus	saí-de-perna-amarela	1					1		V	R						
Cyanerpes cyaneus	saíra-beija-flor	1	1						V	R						
Chlorophanes spiza	saí-verde	1	1				1		V,C	R						
Hemithraupis guira	saíra-de-papo-preto	1								R						
Conirostrum bicolor	figuinha-do-mangue	1								R						
Sicalis flaveola	canário-da-terra-verdadeiro	1								R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Emberizoides herbicola	canário-do-campo	1								R						
Volatinia jacarina	tiziu	1	1	1					V,A	R						
Sporophila schistacea	cigarrinha-do-norte	1								R						
Sporophila plumbea	patativa	1								R						
Sporophila americana	coleiro-do-norte	1								R					1	
Sporophila lineola	bigodinho	1								R					1	
Sporophila nigricollis	baiano	1	1						A	R					1	
Sporophila leucoptera	chorão	1								R						
Sporophila bouvreuil	caboclinho	1								R						
Sporophila minuta	caboclinho-lindo	1								R					1	
Sporophila angolensis	curió	1	1						A,C	R					1	
Cardinalidae																
Granatellus pelzelni	polícia-do-mato	1								R, E[2]						
Caryothraustes canadensis	furriel	1		1		1	1	1	V,A	R						
Periporphyrus erythromelas	bicudo-encarnado	1								R						
Cyanoloxia rothschildii	azulão-da-amazônia	1		1		1	1	1	A,C	R						
Fringillidae																
Euphonia chlorotica	fim-fim	1						1	V	R						
Euphonia violacea	gaturamo-verdadeiro	1	1					1	V,A,C	R					1	
Euphonia minuta	gaturamo-de-barriga-branca	1								R						
Euphonia rufiventris	gaturamo-do-norte		1				1		V,A	R						
Euphonia cayennensis	gaturamo-preto	1				1	1		V,A	R						

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	AII	Estações Amostrais			Estações Amostrais			Reg.	Cat.	Status de Conservação			Cites	Xerim.	Cineg.
			ADA 1	ADA 2	ADA 3	AID 1	AID 2	AID 3			IUCN	BRA	PA			
Chlorophonia cyanea	**gaturamo-bandeira**	**1**								**R**						
Estrildidae																
Estrilda astrild	**bico-de-lacre**	**1**								**R**						
Passeridae																
Passer domesticus	**pardal**	**1**								**R**						
		542	**71**	**54**	**23**	**39**	**51**	**87**							**38**	**30**

Status de Conservação: [1] *Psophia viridis obscura;* [2] *Pteroglossus bitorquatus;* [3] *Piculus chrysochloros paraensis;* [4] *Celeus torquatus pieteroyensi;* [5] *Pyrrhura perlata lépida;* [6] *Thamnophilus aethiops incertus;* [7] *Phlegopsis nigromaculata paraensis;* [8] *Dendrocincla merula badia;* [9] *Deconychura longicauda zimmeri;* [10] *Dendrexetastes rufigula paraenses;* [11] *Dendrocolaptes certhia medius;* [12] *Synallaxis rutilans omissa;* [13] *Piprites chloris griseicens;* [13] *Piprites chloris griseicens;* [14] *Tolmomyias assimilis paraenses;* [15] *Hylophilus ochraceiceps rubrifrons;* [16] *Tangara velia signata.*

Do total de espécies de aves listado para a Área de Influência Indireta (AII), 23,8% foram encontrados na área de estudo (n = 129). Além disso, nove espécies identificadas não constam nesta listagem, mas apresentam ocorrência para o Estado do Pará, são elas: *Leucopternis melanops* (gavião-de-cara-preta), *Phaehornis malaris* (besourão-de-bico-grande) (Figura abaixo), *Amazona aestiva* (papágaio-verdadeiro), *Thamnophilus schistaceus* (choca-de-olho-vermelho) (Figura 6-95), *Campylorhamphus procurvoides* (arapaçu-de-bico-curvo), *Dendrocolaptes picumnus* (arapaçu-meio-barrado), *Hylophilus hypoxanthus* (vite-vite-de-barriga-amarela), *Tangara sayaca* (sanhaçu-cinzento) e *Euphonia rufiventris* (gaturamo-do-norte).

Figura 6.2-95 - Registro fotográfico das espécies de ocorrência no estado do Pará



a) *Phaethornis malaris* (besourão-de-bico-grande) capturado em rede na ADA1.

b) Fêmea de *Thamnophilus schistaceus* (choca-de-olho-vermelho) capturado em rede na ADA2.

As espécies de aves identificadas na área em questão são todas residentes, não houve registro de migrantes, apesar de 23 espécies constarem como migrantes provenientes do hemisfério norte para a AII. Dos 19 endemismos brasileiros listados para a área de provável ocorrência (AII), três foram identificadas na área: *Cercomacra laeta* (chororó-didi), *Automolus paraensis* (barranqueiro-do-pará) e *Xipholena lamellipennis* (anambé-de-rabo-branco), ilustrados nas Figuras abaixo. O cotingídeo *X. lamellipennis* é considerada uma espécie rara, com poucas informações sobre o seu comportamento e suas populações têm diminuído em decorrência do desmatamento (WIKIAVES, 2015).

Figura 6.2-96 - Registro fotográficos de espécies de aves identificadas.



a) Macho jovem de *Cercomacra laeta* capturado em rede na ADA3.



b) *Automolus paraensis* capturado em rede na ADA2.



c) *Xipholena lamellipennis* capturado em rede na ADA 1.



d) *Xipholena lamellipennis* capturado em rede na AID 3.

Apenas uma espécie registrada é endêmica da região amazônica, *Cotinga cayana* (anambé-azul), um cotingídeo com ampla distribuição na Amazônia. Foi observado um indivíduo pousado na copa de uma árvore localizada na AID3 (figura abaixo).

Figura 6.2-97 - Registro fotográfico da espécie Cotinga cayana (anambé-azul).



a) *Cotinga cayana* observada no alto da copa de uma árvore na AID3.

b) *Cotinga cayana* observada no alto da copa de uma árvore na AID3.

Em relação ao *status* de conservação, considerando a área de provável ocorrência (AII), houve apenas um registro de espécie na categoria “quase ameaçada” de extinção a nível mundial (IUCN, 2015), *Morphnus guianensis* (uiraçu-falso). Para o Brasil e o Estado do Pará, 20 e 19 espécies, respectivamente, constavam em uma categoria de ameaça (“vulnerável” ou “em perigo”), sendo que a maioria se trata de subespécies, conforme indica a Tabela abaixo. Entretanto, quanto a ADA e AID, três espécies registradas encontram-se em uma categoria na listagem nacional (ICMBio, 2014) e na estadual (SEMA,2009) e serão descritas a seguir.

A mãe-de-toca (*Phlegopsis nigromaculata paraensis*) encontra-se nas categorias “Vulnerável” para o Brasil e “Em Perigo” para o Estado do Pará, sendo encontrada principalmente no sub-bosque de florestas úmidas de terra firme. Em junho e setembro de 2015, cinco indivíduos de *P. nigromaculata* foram capturados em redes na AID3, floresta secundária com dossel fechado e sub-bosque pouco desenvolvido e AID2, floresta secundária em estado avançado de regeneração (Figuras abaixo).

Figura 6.2-98 - Registro fotográfico de espécies de aves na área.



a) *Phlegopsis nigromaculata* capturado em rede na AID3 em junho de 2015.



b) *Phlegopsis nigromaculata* capturado em rede na AID3 em setembro de 2015

O arapaçu-de-garganta-amarela (*Xiphorhynchus guttatus gracilirostris*) consta na categoria “Em Perigo” para o Brasil, mas não se encontra na listagem estadual. Vive no interior e em bordas de florestas úmidas de terra firme e de várzea, capoeiras arbóreas e florestas de galeria (WIKIAVES, 2015). Em setembro de 2015 foram capturados dois indivíduos de *X. guttatus* na AID2, área de floresta secundária em estado avançado de regeneração (Figura abaixo).

Figura 6.2-99 – Registro fotográfico da espécie arapaçu-de-garganta-amarela (*Xiphorhynchus guttatus gracilirostris)*



a) *Xiphorynchus guttatus* capturado em rede na AID2 em setembro de 2015.

O saíra-diamante (*Tangara velia*) encontra-se nas categorias “Vulnerável” para o Brasil e “Em Perigo” para o Estado do Pará, sendo encontrada principalmente na copa das florestas, mas também em plantações e clareiras com árvores altas. Em junho de 2015, foi observado um indivíduo de *T. velia* alimentando-se de frutos no alto uma árvore, em bando misto, na AID2, floresta secundária em estado avançado de regeneração.

Em relação à importância econômica (CITES, 2015), 23 espécies de aves estão reunidas no Apêndice *II*, categoria que inclui espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas que o comércio deve ser controlado. São aves pertencentes as famílias Accipitridae (gaviões), Strigidae (corujas), Trochilidae (beija-flores), Falconidae (águias) e Psittacidae (papagaios), com alguns exemplos ilustrados nas Figuras abaixo.

Figura 6.2-100 – Registro fotográfico das espécies de aves.



a) *Accipter poliogaster* observado na ADA2 em junho de 2015.



b) *Leucopternis melanops* observado nas ADA1 em setembro de 2015



c) *Brotogeris chrysoptera* avistado AID3 em junho de 2015.



d) *Pionus menstruus* sobrevoando AID1 em junho de 2015.

As aves utilizadas como xerimbabo são muito apreciadas por passarinheiros principalmente devido ao canto melodioso e/ou a plumagem colorida e vistosa, sendo uma cultura herdada dos índios em Belém do Pará. Da listagem total registrada, 11 espécies podem ser consideradas xerimbabo, muitas citadas em literatura para o Pará (DA COSTA, 2012), como: os papagaios *Amazona amazonica* (curica) e *Amazona aestiva* (papágaio-verdadeiro); o sabiá *Turdus leucomelas* (sabiá-barranco); *Molothrus bonariensis* (vira-bosta); os traupídeos *Dacnis cayana* (saí-azul), *Sporophila nigricollis* (baiano) e *Sporophila angolensis* (curió); o cardinalídeo *Caryothrautes canadenses* (furriel) e o fringilídeo *Euphonia violacea* (gaturamo-verdadeiro).

Nas proximidades da área foram observadas aves em cativeiro como *Turdus nudigenis* (caraxué), *Tangara sayaca* (sanhaçu-cinzento), além de *S. nigricollis* e *S. angolensis*.

Em junho de 2015, cinco indivíduos de *Cyanoloxia rothschildii* (azulão-da-amazônia), aves também muito apreciadas segundo moradores locais, foram capturados em rede nas estações AID1, AID2, AID3 e ADA2, todas com formações florestais secundárias (Figura abaixo).

Figura 6.2-101 - Registro fotográficos da espécie Cyanoloxia rothschildii (azulão-da-amazônia).



a) *Macho de Cyanoloxia rothschildii capturado em rede nas estações AID1 e AID2.*



b) Fêmea de *Cyanoloxia rothschildii* capturado em rede nas estações AID1 e AID2.

Várias espécies das famílias Tinamidae (macucos e inhambus), Rallidae (saracuras e frangos-d'água) e Columbidae (pombas e juritis) sofrem grande pressão de caça, principalmente nas regiões do norte e nordeste brasileiro. Na área em questão, apesar da proibição da caça por proprietários da fazenda, moradores locais citam essa prática na região, principalmente na captura de mamíferos. Dentre as aves identificadas, sete espécies são consideradas cinegéticas: *Crypturellus soui* (tururim), registrada, apenas por vocalizações, nas estações amostrais ADA1 e AID3 e os columbídeos *Columbina minuta* (rolinha-de-asa-canela), *Columbina talpacoti* (rolinha-roxa), *Patagioenas speciosa* (pomba-trocal), *Patagioenas cayannensis* (pomba-amargosa) e *Geotrygon montana* (pariri) ilustrada na Figura abaixo.

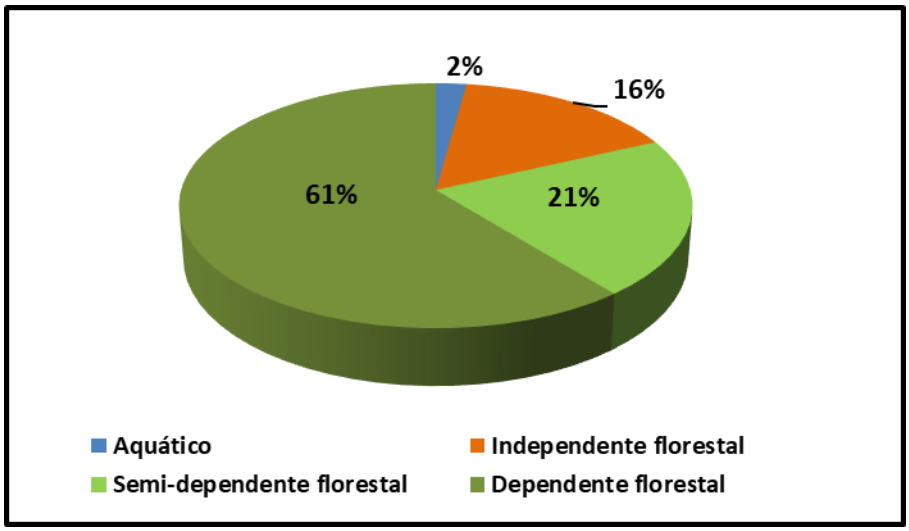
Figura 6.2-102 – Registro fotográfico da espécie Geotrygon montana (pariri) capturado em rede na AID3.



Dentre as aves que podem ser consideradas sinantrópicas: *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta), *Vanelus chilensis* (quero-quero), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi) e *Troglodytes musculus* (corruíra) foram registradas em áreas de capoeira (ADA 1 e ADA3) e de mata em estágio inicial de regeneração (AID3).

Considerando o uso do *hábitat* preferencial das espécies registradas (adequado ao proposto por SILVA *et al.*, 2003), a maioria apresentou uma dependência direta das formações florestais que, somadas aquelas consideradas como semidependentes, resultou em 82% do total, conforme abaixo na Figura abaixo.

Figura 6.2-103 – Hábitat preferencial das espécies de aves registradas nas estações da AID e ADA, com dependência, semi-independência ou independência por ambientes florestais e ambiente aquático.



Como exemplos de espécies dependentes florestais registradas: *Trogon melanurus* (surucuá-de-cauda-preta) avistado na AID3 e *Tityra cayana* (ariramba-da-mata), observado na ADA2 (Figuras abaixo)

Figura 6.2-104 – Registro fotográfico de espécies.



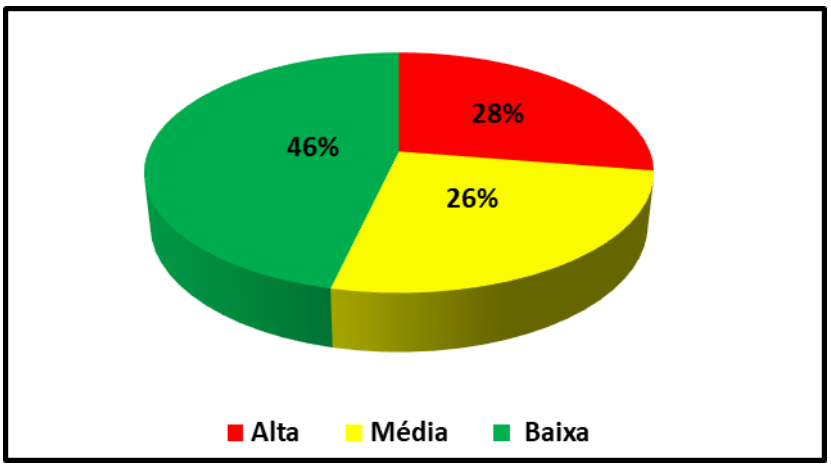
a) *Trogon melanurus* observado na AID3.



b) *Tityra cayana* observado na ADA2.

Quanto à sensitividade ambiental (conforme STOTZ *et al*., 1996), 46% das espécies registradas apresentaram baixa sensibilidade, porém a maioria poderá ser impactada pelas alterações ambientais, ou seja, 54% do total, considerando as espécies com média e alta sensibilidade, conforme a figura abaixo.

Figura 6.2-105 – Grau de sensitividade ambiental das espécies de aves registradas nas estações da AID e ADA.



As espécies com alta ou média sensibilidade são ótimos indicadores de qualidade ambiental (STOTZ *et al*., 1996). *Notharchus tectus* (macuru-pintado) observado nas estações ADA1, ADA2 e AID3 e *Celeus flavus* (pica-pau-amarelo) avistado na AID1 e AID3, são exemplos de aves com alta e média sensibilidade, respectivamente (Figuras abaixo).

Figura 6.2-106 – Registro fotográfico das aves com sensibilidade.



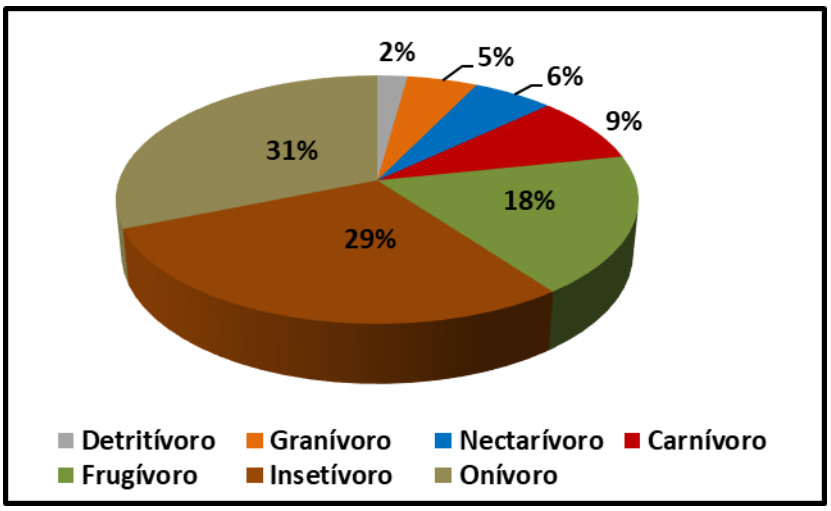
a) *Notharchus tectus* observado na ADA2.



b) *Celeus flavus* observado na AID3.

Quanto à guilda trófica das espécies registradas (WIKIAVES, 2015), foram identificadas sete categorias, os onívoros e os insetívoros predominaram com 60% do total (Figura abaixo).

Figura 6.2-107– Guilda trófica das espécies de aves registradas nas estações da AID e ADA.



As aves onívoras geralmente se alimentam do que está disponível sazonalmente e são boas indicadoras de ambientes antropizados. *Psarocolius viridis* (japu-verde) é onívoro, apesar de alimentar-se principalmente de frutos e sementes também captura insetos e outros artrópodes. Foi observado em quase todas as estações amostrais, exceto na AID2. As insetívoras alimentam-se de artrópodos em geral, e não apenas de insetos. Algumas espécies de aves acompanham formigas de correição para capturar outros artrópodes, como as das famílias Formicariidae e Thamnophilidae. *O Formicarius analis (pinto-do-mato-de-cara-preta), espécie conhecida por capturar presas nas proximidades de formigas-de-correição, foi registrado por meio de captura em rede na AID3.* (Figura abaixo).

Figura 6.2-108 – Registro fotográfico das espécies.



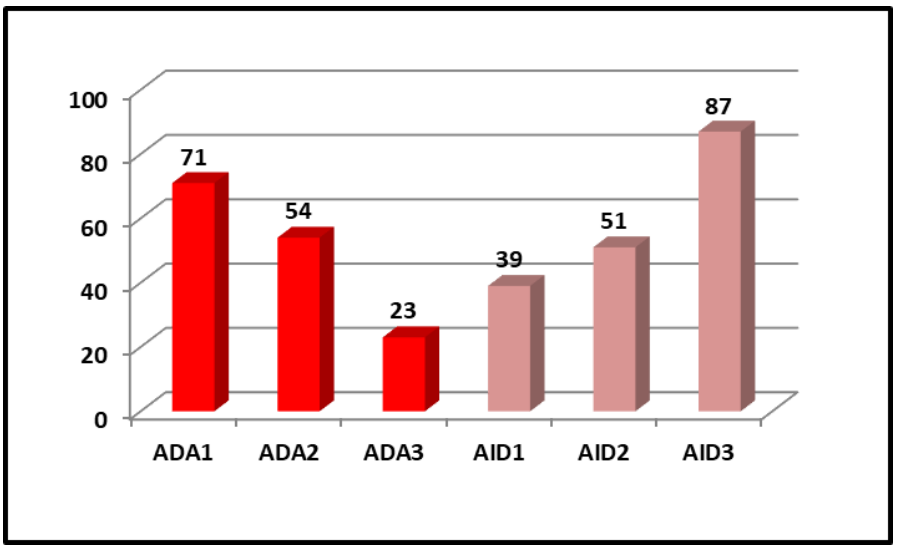
a) *Psarocolius viridis* observado na ADA2.



b) *Formicarius analis* observado na AID3.

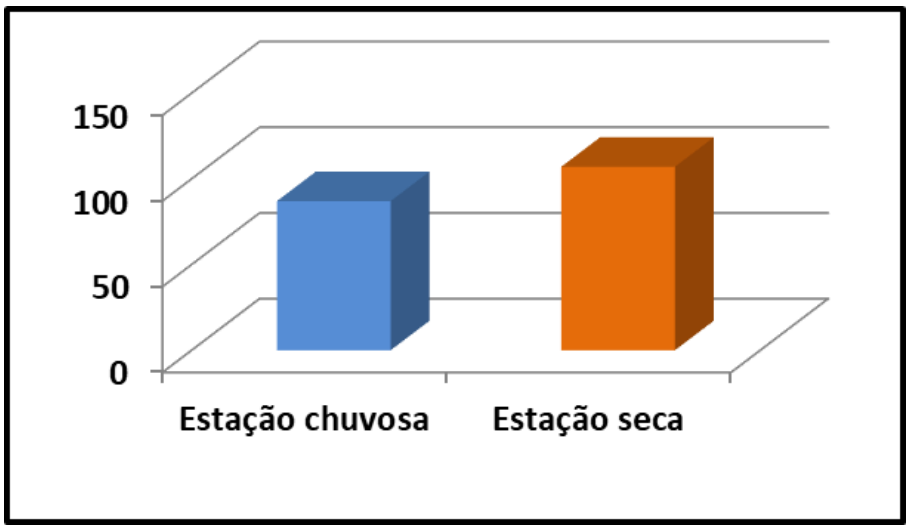
O número de espécies de aves registradas por estação amostral foi mais significativo na estação amostral AID3, seguida por ADA1 (Figura abaixo).

Figura 6.2-109 – Número de espécies de aves registradas por estação amostral nas Áreas Diretamente Afetadas (ADA, representadas em vermelho) e Áreas Indiretamente Afetadas (AID, representadas em rosa).



Considerando a variação sazonal, na primeira campanha (final da estação chuvosa), foram identificadas 87 espécies de aves e na estação seca 107 espécies (Figura abaixo).

Figura 6.2-110 – Número de espécies de aves por campanha na estação chuvosa (junho) e seca (setembro de 2015).



A partir das Listas de Mackinnon elaboradas em campo, foi calculada a abundância relativa na área de estudo (Figura 6-99) e, dentre as 22 espécies com maior valor, 20 representam espécies dependentes ou semidependentes de ambientes florestais, sendo a mais abundante, o *Brotogeris chrysoptera* (periquito-de-asa-dourada), espécie dependente florestal com média sensibilidade às alterações ambientais (as figuras abaixo).

Figura 6.2-111 - Abundância relativa das 22 espécies de aves mais representativas e registradas na área de estudo.

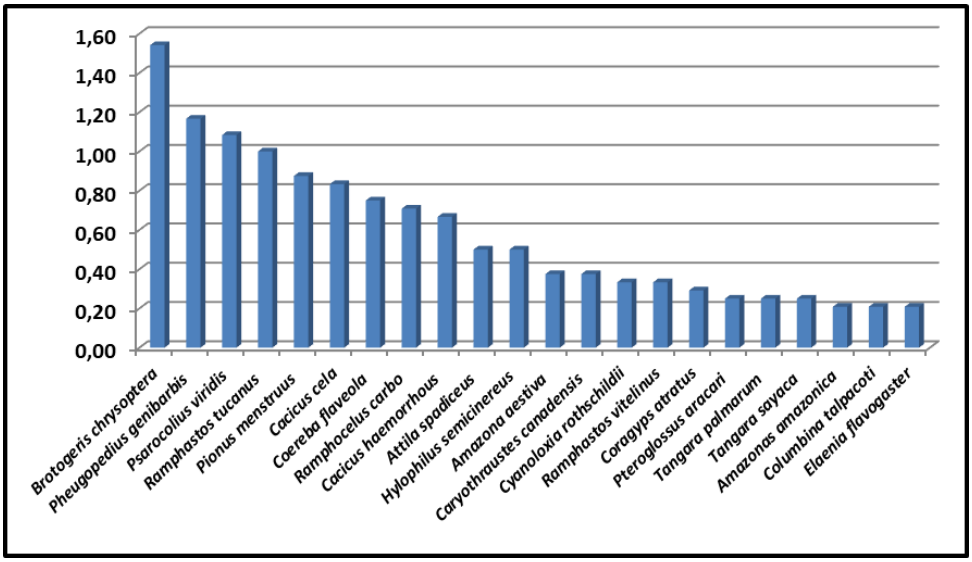


Figura 6.2-112 – *Brotogeris chrysoptera*, espécie com maior abundância relativa, registrada nas estações amostrais ADA1, ADA2, AID2 e AID3.



Para a Área Diretamente Afetada (ADA), a Figura abaixo ilustra as doze espécies com maior abundância relativa nas três estações amostrais, sendo todas dependentes ou semidependentes florestais. O icterídeo *Psarocolius viridis* (japu-verde) é uma das espécies com maior abundância relativa para a ADA e com alta sensibilidade às alterações ambientais (Figura abaixo).

Figura 6.2-113–Abundância relativa das 12 espécies de aves mais representativas e registradas nas estações amostrais da ADA.

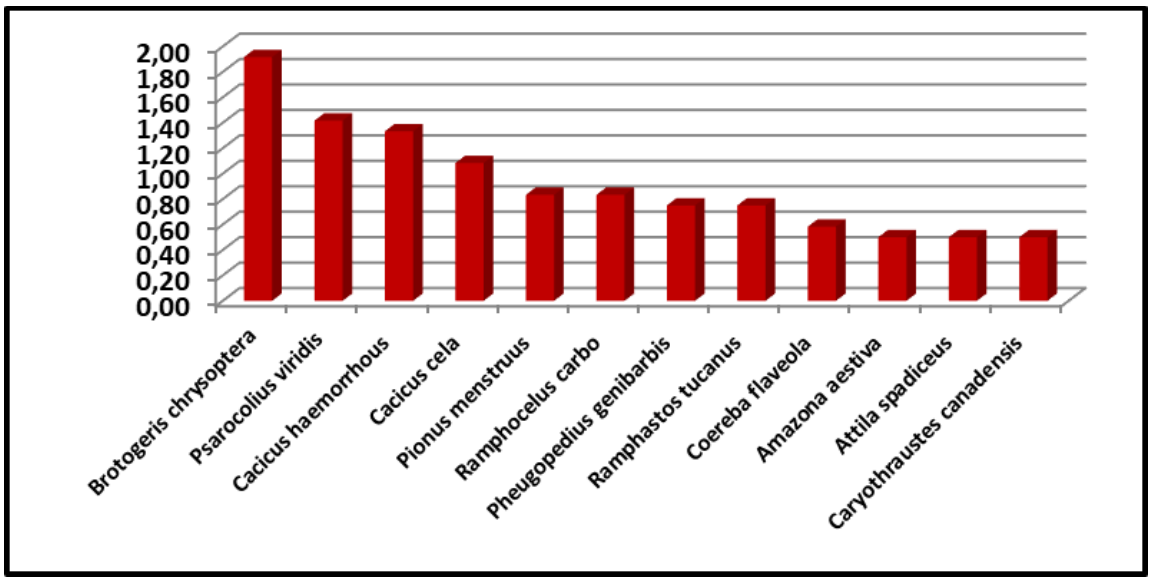


Figura 6.2-114– *Psarocolius viridis*, espécie com maior abundância relativa, registrada nas três estações amostrais ADA, além de AID1 e AID3



Para a Área de Influência Direta (AID), as doze espécies com maior abundância relativas (Figura abaixo) também são todas dependentes ou semidependentes das florestas, conforme o anterior. Entretanto as duas com maior índice foram *Pheugopedius genibarbis* (garrinchão-pai-avô), espécie dependente e com baixa sensibilidade ambiental e *Ramphastos tucanus* (tucano-grande-de-papo-branco), semidependente florestal, mas com alta sensibilidade aos efeitos antrópicos (Figuras abaixo).

Figura 6.2-115 - Abundância relativa das 12 espécies de aves mais representativas e registradas nas estações amostrais da AID.

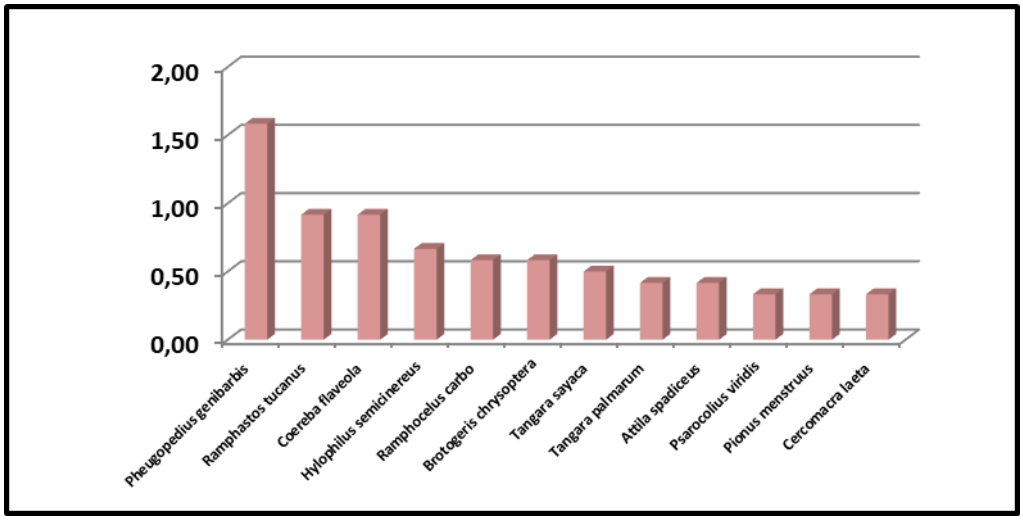


Figura 6.2-116- *Ramphastos tucanus,* uma das espécies com maior abundância relativa, registrada em todas as estações amostrais da AID, inclusive da ADA.



Em relação às aves capturadas em redes de neblina nas seis estações amostrais, foram realizadas 118 capturas de 39 espécies diferentes, sendo 38 indivíduos na primeira campanha (em junho) e 80 na segunda (em setembro de 2015), conforme a Tabela 6-41

Para as estações amostrais da Área Diretamente Afetada (ADA), foram capturadas 48 aves de 24 espécies e para aquelas da Área de Influência Direta (AID), foram 70 indivíduos de 27 diferentes espécies.

Tabela 6.2-41 - Lista das espécies de aves capturadas em redes de neblina por estação amostral, além de dados sobre idade, sexo, massa corporal, biometria e observações.

Data	Ponto	Hora	Espécie	Idade	Sexo	Peso (g)	Tarso (mm)	Bico (mm)	Asa (mm)	Cauda (mm)	Observações
31/05/2015	AID2	07:50	*Cyanoloxia rothschildii*	A	F	25,0	21,9	18,8	74,8	55,3	
31/05/2015	AID2	07:50	*Willisornis vidua*	A	F	18,0	23,5	18,5	61,2	39,1	
31/05/2015	ADA1	18:00	*Hydropsalis albicollis*	A	F	60,5	24,5	10,4	145,1	133,4	
31/05/2015	ADA1	18:00	*Hydropsalis albicollis*	A	M	49,0	23,7	9,8	142,7	136,5	
01/06/2015	ADA1	07:00	*Pyriglena leuconota*	A	M	32,0	30,8	17,1	66,4	58,1	Muda rêmiges
01/06/2015	ADA1	08:00	*Manacus manacus*	J	I	13,5	18,2	10,1	50,1	31,7	Muda retriz
01/06/2015	ADA1	08:00	*Manacus manacus*	J	I	14,0	17,8	9,6	49,4		Perdeu retriz
02/06/2015	AID1	06:30	*Pyriglena leuconota*	A	M	34,0	31,4	17,2	74,6	64,4	Muda retriz
02/06/2015	AID1	06:30	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	16,0	16,3	14,1	68,4	70,1	
02/06/2015	AID1	06:30	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	15,5	19,1	12,3	68,4	60,3	
02/06/2015	AID1	06:30	*Dixiphia pipra*	A	M	10,0	14,5	9,7	59,1	21,9	
02/06/2015	AID1	07:15	*Phaethornis mallaris*	A	I	5,0	6,1	33,1	49,6	61,7	
02/06/2015	AID1	07:15	*Dixiphia pipra*	J	M	10,0	16,5	9,7	59,8	23,1	
02/06/2015	AID1	07:15	*Dixiphia pipra*	A	F	10,0	15,1	5,8	60,1	24,8	
02/06/2015	AID1	07:15	*Dixiphia pipra*	A	M	9,5	15,1	9,9	59,1	23,9	
02/06/2015	AID1	07:15	*Dixiphia pipra*	A	F	12,0	15,6	8,4	60,5	22,1	
02/06/2015	AID1	07:15	*Dixiphia pipra*	A	F	11,5	14,2	9,8	59,5	25,9	
02/06/2015	AID1	07:15	*Arremon taciturnus*	A	M	27,0	26,5	12,7	67,5	49,5	
02/06/2015	AID1	07:15	*Dixiphia pipra*	A	M	9,0	15,7	8,8	57,4	23,7	
02/06/2015	AID1	07:15	*Dixiphia pipra*	A	M	10,0	15,1	8,3	58,7	24,1	
02/06/2015	AID1	09:00	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	16,5	17,3	12,5	66,4	64,5	

Data	Ponto	Hora	Espécie	Idade	Sexo	Peso (g)	Tarso (mm)	Bico (mm)	Asa (mm)	Cauda (mm)	Observações
02/06/2015	AID1	09:00	*Manacus manacus*	J	I	12,0	15,6	7,6	57,8	35,6	
02/06/2015	AID1	09:00	*Cyanoloxia rothschildii*	A	M	26,0	19,7	18,2	76,6	70,9	
04/06/2015	ADA2	07:00	*Cyanoloxia rothschildii*	A	M	22,0	20,9	19,2	75,5	67,4	
04/06/2015	ADA2	07:00	*Pyriglena leuconota*	A	M	34,0	32,1	17,5	72,6	62,0	
04/06/2015	ADA2	07:00	*Cyanoloxia rothschildii*	J	M	28,5	20,1	17,8	71,4	64,6	
04/06/2015	ADA2	11:00	*Thamnophilus schistaceus*	A	F	24,5	23,8	16,8	67,2	49,2	
05/06/2015	AID3	07:00	*Phlegopsis nigromaculata*	A	I	44,5	31,6	20,8	83,6	53,1	Muda retriz
05/06/2015	AID3	07:00	*Amazilia fimbriata*	A	I	8,5	7,0	27,7	70,7	46,8	
05/06/2015	AID3	07:00	*Phlegopsis nigromaculata*	A	I	46,0	32,2	20,1	79,0	49,8	
05/06/2015	AID3	07:00	*Thamnophilus schistaceus*	A	F	32,0	24,2	18,4	79,4	62,8	
05/06/2015	AID3	07:00	*Manacus manacus*	J	I	11,0	14,6	8,7	54,2	32,0	Muda total
05/06/2015	AID3	07:00	*Phlegopsis nigromaculata*	A	I	39,5	31,7	19,1	75,4	54,1	
05/06/2015	AID3	07:00	*Attila spadiceus*	A	I	17,5	18,1	15,1	65,1	61,8	
05/06/2015	AID3	07:00	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	16,0	16,5	13,0	66,8	65,1	
05/06/2015	AID3	09:00	*Cyanoloxia rothschildii*	A	M	26,5	20,2	18,4	76,4	61,1	
05/06/2015	AID3	09:30	*Formicarius analis*	J	I	55,5	32,8	22,2	84,5	48,8	
05/06/2015	AID3	09:30	*Euphonia violacea*	A	M	14,0	15,2	9,8	53,1	26,8	
18/09/2015	ADA1	06:00	*Manacus manacus*	A	F	14,0	19,0	11,8	50,3	29,7	
18/09/2015	ADA1	07:10	*Chlorostilbon notatus*	A	F	3,5	7,6	18,0	43,0	18,6	
18/09/2015	ADA1	07:10	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	14,5	17,0	11,7	66,6	64,5	
18/09/2015	ADA1	07:10	*Sporophila angolensis*	A	F	12,5	15,9	12,2	56,8	47,2	
18/09/2015	ADA1	07:10	*Pheugopedius genibarbis*	A	I	19,0	23,5	18,2	63,8	48,9	Muda retriz
18/09/2015	ADA1	07:10	*Chiroxiphia pareola*	J	M	19,0	19,6	9,0	71,7	33,2	
18/09/2015	ADA1	07:10	*Formicivora grisea*	A	M	11,5	20,5	9,6	51,0	45,4	

Data	Ponto	Hora	Espécie	Idade	Sexo	Peso (g)	Tarso (mm)	Bico (mm)	Asa (mm)	Cauda (mm)	Observações
18/09/2015	ADA1	08:20	*Mionectes oleagineus*	A	I	9,5	15,8	9,4	57,9	44,2	
18/09/2015	ADA1	08:20	*Manacus manacus*	J	M	15,5	19,8	9,0	52,2	26,4	
18/09/2015	ADA1	08:20	*Ramphocelus carbo*	J	I	22,5	20,7	15,1	80,0	81,1	
18/09/2015	ADA1	08:20	*Sporophila angolensis*	J	I	11,0	16,8	12,5	54,1	44,3	
19/09/2015	ADA1	06:30	*Phaethornis mallaris*	J	I	5,5	3,5	35,9	59,6	56,8	
19/09/2015	ADA1	06:30	*Glaucis hirsutus*	J	I	7,0	4,8	29,0	59,0	36,4	
19/09/2015	ADA1	06:30	*Chlorophanes spiza*	A	M	15,5	17,2	15,0	68,7	47,0	
19/09/2015	ADA1	06:30	*Manacus manacus*	A	F	15,0	20,8	9,5	52,5	26,8	
19/09/2015	ADA1	07:30	*Sporophila angolensis*	A	F	13,5	15,9	13,4	56,2	46,9	
19/09/2015	ADA1	08:40	*Mionectes oleagineus*	A	I	8,5	15,1	8,9	57,6	43,9	
19/09/2015	ADA1	08:40	*Taeniotriccus andrei*	A	M	10,5	15,4	8,8	58,1	41,9	
19/09/2015	ADA1	09:20	*Taeniotriccus andrei*	J	M	9,5	15,6	10,0	52,7	41,1	
19/09/2015	ADA3	17:45	*Thalurania furcata*	A	M	4,5	2,8	18,5	51,6	31,0	
19/09/2015	ADA3	18:15	*Pheugopedius genibarbis*	J	I	23,5	24,0	16,6	50,7	57,7	
20/09/2015	ADA3	06:40	*Myrmotherula axillaris*	J	I	8,0	16,9	12,9	49,8	31,5	
20/09/2015	ADA3	06:40	*Manacus manacus*	A	F	14,0	18,0	9,0	53,0	29,0	
20/09/2015	ADA3	06:40	*Pheugopedius genibarbis*	J	I	22,5	24,4	16,3	60,3	63,2	
20/09/2015	ADA3	06:40	*Manacus manacus*	J	I	15,5	20,3	9,4	52,5	32,4	
20/09/2015	ADA3	07:20	*Saltator maximus*	A	I	41,5	25,6	18,3	99,1	90,9	
20/09/2015	ADA3	07:20	*Cercomacra laeta*	J	I	15,0	25,0	16,2	57,9		Perdeu retriz
20/09/2015	ADA3	07:20	*Saltator maximus*	A	I	41,5	25,9	18,8	91,5	85,8	
20/09/2015	ADA3	07:20	*Coereba flaveola*	A	I	9,5	15,6	11,3	49,1	28,3	
20/09/2015	ADA3	08:10	*Dixiphia pipra*	A	F	12,0	13,8	8,9	60,6	20,0	
20/09/2015	ADA3	08:10	*Mionectes oleagineus*	J	I	10,5	15,0	10,8	58,8	45,9	

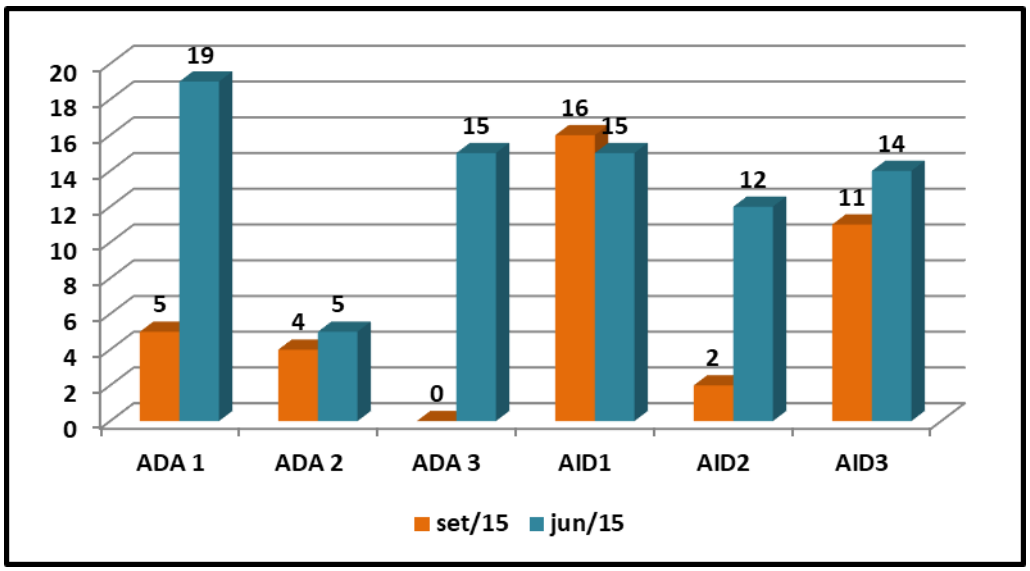
Data	Ponto	Hora	Espécie	Idade	Sexo	Peso (g)	Tarso (mm)	Bico (mm)	Asa (mm)	Cauda (mm)	Observações
20/09/2015	ADA3	08:10	*Formicivora grisea*	A	F	12,5	18,6	14,0	53,0	40,5	
20/09/2015	ADA3	08:10	*Formicivora grisea*	A	M	11,5	20,7	13,7	53,1	45,7	
20/09/2015	ADA3	08:50	*Manacus manacus*	A	F	14,0	20,0	11,5	49,5	30,2	
20/09/2015	ADA2	17:40	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	15,5	11,5	12,3	70,3	60,5	
20/09/2015	ADA2	17:40	*Automulus paraensis*	A	I	39,0	22,9	22	88,3	73,3	Tarso esquerdo torto
21/09/2015	ADA2	06:40	*Mionectes oleagineus*	A	I	12,5	16,3	9,6	60,0	40,1	
21/09/2015	ADA2	06:40	*Myrmoterula axilaris*	J	M	7,5	15,2	11,8	53,2	32,3	
21/09/2015	ADA2	06:40	*Glyphorynchus spirurus*	A	I						Recaptura ontem
22/09/2015	AID2	06:00	*Phlegopsis nigromaculata*	A	I	44,0	30,4	18,3	87,9	60,2	Muda total
22/09/2015	AID2	08:10	*Thalurania furcata*	J	F	3,5	4,5	21,0	45,4	31,4	
22/09/2015	AID2	08:10	*Phaethornis mallaris*	A	I	5,5	6,7	38,2	60,1		Perdeu retriz
22/09/2015	AID2	08:10	*Xiphorhynchus guttatus*	A	I	33,5	21,0	26,6	99,8		Perdeu retriz
22/09/2015	AID2	08:10	*Xiphorhynchus guttatus*	A	I	33,0	20,0	25,5	99,0	72,5	
22/09/2015	AID2	08:10	*Arremon taciturnus*	A	M	26,5	24,0	14,0	68,8	59,7	
22/09/2015	AID2	08:10	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	15,5	17,0	11,4	69,7	64,2	
22/09/2015	AID2	09:00	*Dixiphia pipra*	J	I	13,5	13,9	6,1	58,8	28,6	
22/09/2015	AID2	09:00	*Xenops minutus*	A	I	12,0	15,4	11,6	61,0	44,7	
22/09/2015	AID2	09:00	*Thamnomanes caesius*	A	M	17,0	18,8	15,0	69,1	56,4	
22/09/2015	AID2	09:00	*Dixiphia pipra*	A	F	10,0	19,1	9,1	59,3	25,6	
22/09/2015	AID2	11:00	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	16,5	17,4	12,6	74,2	59,1	
22/09/2015	AID1	17:30	*Phaethornis ruber*	A	I	3,0	2,8	24,3	28,5		Perdeu retriz
22/09/2015	AID1	17:30	*Geotrygon montana*	A	I	107,5	27,2	13,5	127,9	57,2	
22/09/2015	AID1	18:10	*Hydropsalis albicollis*	A	M	57,5	29,8	8,1	149,0	141,0	
23/09/2015	AID1	06:40	*Thalurania furcata*	A	F	8,0	4,2	29,3	61,7	47,0	

Data	Ponto	Hora	Espécie	Idade	Sexo	Peso (g)	Tarso (mm)	Bico (mm)	Asa (mm)	Cauda (mm)	Observações
23/09/2015	AID1	06:40	*Glyphorynchus spirurus*	A	I	19,0	17,7	12,1	68,8	57,2	
23/09/2015	AID1	06:40	*Myrmoterula menetriesii*	A	I	8,0	17,0	15,0	50,0	34,6	
23/09/2015	AID1	06:40	*Thamnophilus schistaceus*	A	M	23,0	22,4	17,2	72,0	51,2	
23/09/2015	AID1	08:00	*Phaethornis mallaris*	A	I	5,5	2,9	36,6	58,2	59,3	
23/09/2015	AID1	08:00	*Thamnophilus schistaceus*	A	F	24,0	22,0	16,8	66,1	51,6	
23/09/2015	AID1	08:00	*Pyriglena leuconota*	A	M	31,5	30,2	15,5	68,6	66,0	
23/09/2015	AID1	08:00	*Thamnophilus schistaceus*	J	F	22,5	23,6	17,2	64,8	52,4	
23/09/2015	AID1	08:00	*Thamnophilus schistaceus*	J	F	24,0	23,5	18,2	66,0	52,1	
23/09/2015	AID1	09:10	*Pyriglena leuconota*	A	M	33,5	31,1	18,3	75,2	72,5	
23/09/2015	AID1	10:10	*Manacus manacus*	A	F	14,5	19,4	10,5	51,0	27,8	
23/09/2015	AID1	11:00	*Mionectes oleagineus*	A	I	9,5	14,9	9,3	61,1	48,8	
23/09/2015	AID3	16:20	*Thalurania furcata*	A	F	10,0	5,1	26,2	72,3	46,0	
23/09/2015	AID3	17:00	*Thalurania furcata*	J	I	4,5	3,4	21,5	48,7	26,9	
23/09/2015	AID3	17:00	*Mionectes oleagineus*	A	I	10,0	14,5	9,5	57,3	43,3	
23/09/2015	AID3	17:00	*Geotrygon montana*	A	I	117,5	25,8	14,5	138,3	73,3	
23/09/2015	AID3	17:50	*Chiroxiphia pareola*	A	M	9,0	14,3	8,6	58,8	21,2	
24/09/2015	AID3	06:30	*Dixiphia pipra*	A	F	11,0	8,6	10,0	59,1	23,6	
24/09/2015	AID3	06:30	*Phlegopsis nigromaculata*	A	I	44,5	31,6	16,8	80,4	52,6	
24/09/2015	AID3	07:10	*Myrmoterula axilaris*	J	I	8,0	15,3	12,4	52,0	32,8	
24/09/2015	AID3	08:20	*Phaethornis ruber*	A	I	2,5	2,9	21,1	33,3		Perdeu retriz
24/09/2015	AID3	08:20	*Dixiphia pipra*	A	F	12,0	14,3	10,0	58,3	18,6	
24/09/2015	AID3	09:30	*Dixiphia pipra*	J	M	10,5	13,2	8,0	60,6	21,4	
24/09/2015	AID3	09:30	*Manacus manacus*	A	F	13,0	18,6	11,1	50,7	28,8	
24/09/2015	AID3	09:30	*Pipra rubrocapilla*	J	M	12,0	14,2	8,0	56,9	27,6	Muda retriz

Data	Ponto	Hora	Espécie	Idade	Sexo	Peso (g)	Tarso (mm)	Bico (mm)	Asa (mm)	Cauda (mm)	Observações
24/09/2015	AID3	11:00	*Mionectes oleagineus*	A	I	8,5	12,9	9,2	54,7	36,1	

Considerando as espécies capturadas nas estações amostrais por campanha, a estação ADA1 apresentou maior número na estação seca, porém as estações da AID, principalmente AID1 e AID3 apresentaram valores próximos (figura abaixo).

Figura 6.2-117 - Número de aves capturadas em redes de neblina por estação amostral nas duas campanhas.



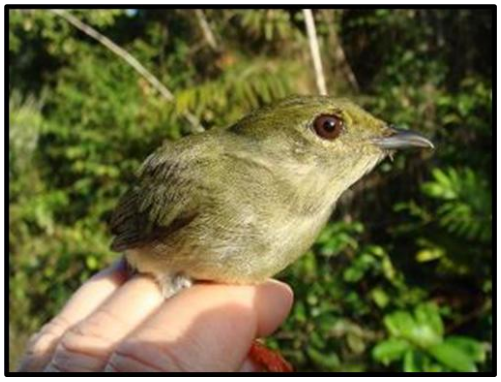
As três espécies mais capturadas foram *Dixiphia pipra* (n=14), *Manacus manacus* (n=12) e *Glyphorynchus spirurus* (n=10). O piprídeo *D. pipra* (cabeça-branca) foi capturado na ADA3 e nas três estações da AID; *M. manacus* (rendeira) foi capturado na ADA1 e ADA3, além de AID1 e AID3. O dendrocolaptídeo *G. spirurus* (arapaçu-bico-de-cunha) foi capturado nas ADA1 e ADA2 e nas três estações AID (Figuras abaixo).

Figura 6.2-118 – Registro fotográfico das espécies mais capturadas.





a) Macho de *Dixiphia pipra*, capturado na estação AID1 em junho.



b) Fêmea de *Dixiphia pipra*, capturado na estação AID1 em junho.



c) Fêmea de *Manacus manacus* capturado na estação ADA3 em setembro.

d) Glyphorynchus spirurus capturado na estação AID2 em setembro.

Quanto à atividade reprodutiva das aves na região, poucos ninhos ativos foram registrados nas duas campanhas. Na estação chuvosa, foi localizado na AID1, pela equipe de vegetação, um ninho com uma ave adulta (Figura abaixo) que, segundo moradores locais, seria de um gavião-real (*Harpia harpyja*), porém o registro fotográfico não estava adequado e por isso não permitiu a identificação dessa ave. Em junho, o ninho foi novamente localizado e vistoriado ao longo da campanha e na seguinte, porém não estava mais ativo (Figura abaixo).

Figura 6.2-119 – Registro fotográfico do ninho do gavião real.



a) Primeiro registro fotográfico do ninho com uma ave adulta,



b) Detalhe do ninho, sem atividade em junho de 2015.

realizado pela equipe de vegetação na AID1.

Em junho de 2015, foi registrado apenas um ninho ativo, com um casal de *Notharchus tectus* (macuru-pintado) na AID3 (Figura 6-108). Em setembro foram localizados ninhos ativos de *Brotogeris chrysoptera* (periquito-de-asa-dourada) na AID2 (Figura abaixo) e de *Tityra cayana* (ariramba-da-mata) na ADA2, conforme a Figura abaixo.

Figura 6.2-120 – Registro fotográfico de ninhos identificados.



a) Ninho ativo com casal de *Notharchus tectus* na AID3.



b) Ninho ativo com casal de *Brotogeris chrysoptera* na AID2.



c) Ninho ativo com casal de *Tityra cayana* na ADA2.

- Discussão

As 138 espécies de aves registradas na área do empreendimento representam cerca de 16,10% da avifauna conhecida para o Estado do Pará (WIKIAVES, 2015) e 28,6%

da avifauna da Grande Belém (NOVAES e LIMA, 1998). Nove espécies não apresentavam registro para a AII, apesar de ocorrerem no Estado do Pará.

A curva de acumulação de espécies é uma ferramenta útil para prever o esforço necessário na obtenção de novas espécies, apesar de não ser possível estimar a riqueza total de uma área. Entretanto, a curva cumulativa do estudo em questão não atingiu a estabilização, o que indica uma necessidade de maior esforço no levantamento da avifauna. Vale ressaltar que os períodos das campanhas abrangeram mais as estações de transição entre o período chuvoso e seco. Durante a segunda campanha poucas espécies vegetais apresentavam frutos, fonte de alimento para inúmeras espécies. Além disso, para registrar espécies migrantes, seriam necessárias campanhas em outros períodos ao longo do ano.

Dos 19 endemismos brasileiros com provável ocorrência para a região, três foram registrados na área de estudo, *Cercomacra laeta* (chororó-didi), *Automolus paraensis* (barranqueiro-do-pará) e *Xipholena lamellipennis* (anambé-de-rabo-branco), todos associados aos habitats florestais (dependentes) e com alta sensibilidade ambiental. Além disso, vale destacar a presença do endêmico amazônico, *Cotinga cayana* (anambé-azul), espécie também dependente e com alta sensibilidade às alterações ambientais.

Quanto ao status de conservação, várias aves, descritas ao nível de subespécies, constam em alguma categoria de ameaça para o Brasil e/ou para o Estado do Paraná na listagem da AII. Entretanto, considerando a ADA e a AID, apenas três espécies registradas constam em alguma categoria para o Brasil e/ou para o Estado do Pará. A mãe-de-taoca, *Phlegopsis nigromaculata* (no caso *P. nigromaculata paraensis*) como "Vulnerável" para o Brasil e "Em Perigo" para o Estado do Pará, capturada em redes na AID3 (floresta secundária com dossel fechado e sub-bosque pouco desenvolvido) e AID2 (floresta secundária em estado avançado de regeneração). O arapaçu-de-garganta-amarela, *Xiphorhynchus guttatus* (*X. guttatus gracilirostris*) na categoria "Em Perigo" apenas para o Brasil, sendo capturado em rede na AID2 (floresta secundária em estado avançado de regeneração). O saíra-diamante, *Tangara velia*, como "Vulnerável" para o Brasil e "Em Perigo" para o Estado do Pará, observado alimentando-

se de frutos no alto uma árvore, em bando misto, na AID2 (floresta secundária em estado avançado de regeneração).

Dentre as 138 espécies identificadas na ADA e AID, 18,8% são espécies consideradas de importância econômica (CITES, 2015), Apêndice *II*, pelo qual o comércio deve ser controlado. Vale destacar os Ramphatidae, *Ramphastos tucanus* (tucano-grande-de-papo-branco), *Ramphastos vitellinus* (tucano-de-bico-preto) e *Pteroglossus aracari* (araçari-de-bico-branco), encontrados em todas as estações amostrais (Figura abaixo).

Figura 6.2-121– Grupo de *Pteroglossus aracari* observado na ADA1 em junho de 2015.



Cerca de 8% do total registrado na região pode ser utilizada como xerimbabo; em junho de 2015, cinco indivíduos de *Cyanoloxia rothschildii* (azulão-da-amazônia) foram capturados em redes nas estações AID1, AID2, AID3 e ADA2, (formações florestais secundárias), porém na campanha seguinte nenhuma ave foi capturada.

Apenas 5,1% do total identificado na ADA e AID são cinegéticas como o *Crypturellus soui* (tururim), registrada, apenas por vocalizações, nas estações amostrais ADA1 e AID3 e os columbídeos *Columbina minuta* (rolinha-de-asa-canela), *Columbina talpacoti* (rolinha-roxa), *Patagioenas speciosa* (pomba-trocal), *Patagioenas cayannensis* (pomba-amargosa) e *Geotrygon montana* (pariri).

Mais de 80% das espécies identificadas na ADA e AID utilizam preferencialmente os ambientes florestais, seja no seu interior ou em bordas de mata, o que indica a qualidade do ambiente para a avifauna. Quanto à sensitividade ambiental, a maioria, 54% do total, apresenta média e alta sensibilidade e poderá ser impactada pelas alterações

ambientais. Os índices de riqueza e abundância das espécies de aves nas áreas em questão também evidenciaram maiores valores para as espécies dependentes e semidependentes florestais, com alta e média sensibilidade ambiental. Por isso, estas espécies são ótimas indicadoras de qualidade ambiental, o que torna fundamental a necessidade de controle e monitoramento da avifauna durante a fase de elaboração e implantação do empreendimento.

6.2.2.3 HERPETOFAUNA

- Área de Estudo

Com base nas informações disponíveis, principalmente sobre vertebrados, sabe-se que a região Amazônica é um mosaico de distintas áreas de endemismo separadas pelos principais rios da região, cada uma com suas próprias biotas e relações evolutivas (SILVA *et al.,* 2005). Áreas de endemismo são as menores unidades da análise biogeográfica e podem ser definidas como grupamentos de organismos que apresentam distribuições restritas (endêmicas) devido a um fator histórico (SILVA & BATES, 2002). Estudos biogeográficos envolvendo o grupo de aves (HAFFER, 1978, 1985; CRACRAFT, 1985; HAFFER & PRANCE, 2001) identificaram sete áreas de endemismo. A Guiana permaneceu como uma área de endemismo distinta, o distrito Equador foi dividido em dois (Imeri e Napo), o distrito Peru foi renomeado como Inambari e o distrito Brasil foi separado em três (Rondônia, Pará e Belém). Recentemente, SILVA & BATES (2002), com base em novas informações sobre a distribuição e taxonomia de algumas espécies de aves, sugeriram que a área de endemismo Pará fosse dividida em dois novos centros: Tapajós e Xingu. Sendo assim, atualmente, oito áreas principais têm sido reconhecidas como centros de endemismos para vertebrados na Amazônia.

Apesar dos padrões de diversificação da fauna amazônica e sua biogeografia histórica já terem sido investigados em diversos estudos, os processos que originaram a sua grande diversidade ainda permanecem desconhecidos (RIBAS *et al.,* 2005). Táxons diferentes frequentemente apresentam semelhanças nos padrões de distribuição e áreas de endemismos, mas padrões filogenéticos apontam que as relações de áreas variam de grupo para grupo (ALEIXO, 2002).

No que se refere à composição da herpetofauna, diversos estudos indicam a existência de uma divisão leste/oeste na Floresta Amazônica (AVILA-PIRES, 1995; DUELLMAN,

1987, 1999; SILVA & SITES, 1995). AVILA-PIRES *et al.* (2010) apresentam análises biogeográficas que corroboram a existência de uma separação bem definida entre uma fauna de lagartos ocidental e outra oriental. A fauna ocidental contendo dois grupos, os quais ocupam, respectivamente, as áreas de endemismo conhecidas como Napo (a oeste) e Inambari (a sudoeste). Enquanto na porção oriental a relação entre as áreas se mostrou constante, as áreas localizadas ao sul do rio Amazonas estão mais relacionadas entre si do que com a Guiana.

Especificamente na região da Amazônia Oriental, destaca-se a área de endemismo Belém, que é uma região biogeográfica localizada entre os estados do Pará e Maranhão e representa a área mais antiga de ocupação humana na Amazônia brasileira. O desmatamento nessa região é tão intenso que um estudo recente retrata que 67% dessa área já foi desmatada e grande parte das espécies ameaçadas de extinção que constam da lista vermelha do Estado do Pará ocorrem na região (ALMEIDA & VIEIRA, 2010). Apesar desta área ser considerada como um dos mais importantes centros de endemismo da Amazônia e ser identificada como área prioritária para conservação pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2002), sua herpetofauna ainda é pouco estudada. Um exemplo disto pode ser encontrado ao se visitar a Coleção Herpetológica Oswaldo Rodrigues da Cunha, do Museu Paraense Emílio Goeldi, onde não existem exemplares coletados da região de Acará e proximidades, local onde o presente estudo se desenvolveu. Tal fato ilustra a constante necessidade de mais estudos e amostragens a fim de se compreender os padrões de distribuição e especiação na região amazônica, especialmente da sua porção oriental, já tão impactada e sob crescente pressão antrópica.

Em adição, conhecer as espécies de anfíbios e répteis que ocorrem em uma determinada região, através de inventários de campo e consulta à literatura especializada, pode oferecer importantes subsídios para uma previsão e possível mitigação dos impactos existentes no local, bem como auxiliar na identificação de áreas e hábitats com maior necessidade de preservação.

Dados recentes indicam a ocorrência de ao menos 875 espécies de anfíbios (SBH, 2010) e 719 de répteis no Brasil (BÉRNILS, 2010). A herpetofauna da Amazônia brasileira apresenta cerca de 505 espécies distribuídas da seguinte forma: 232 espécies

de anfíbios, sendo 221 de anuros, 9 de gymnophinas e 2 de salamandras; 273 espécies de répteis, sendo 16 de quelônios, 4 de crocodilos, 94 de lagartos, 10 de anfisbenas e 149 de serpentes (AVILA-PIRES *et al.,* 2007). Esses números certamente encontram-se subestimados, especialmente por conta dos problemas taxonômicos de alguns grupos e a carência de informações em diversas áreas do Bioma (AVILA-PIRES *et al.,* 2007; SILVANO & SEGALLA, 2005).

Os répteis representam um dos grupos com a taxonomia relativamente melhor conhecida para o bioma Amazônico (AVILA-PIRES, 1995; AVILA-PIRES *et al.,* 2007), e apresentam como características: a capacidade de dispersão limitada (ROCHA, 1999; SINSCH, 1990); uma pequena área de vida (ROCHA, 1999; VAN SLUYS, 1997); e aparentemente uma baixa diversidade beta, que se revela através da heterogeneidade da estrutura da comunidade analisada (MENIN *et al.,* 2007; PINTO, 2006). A junção destas características faz com que estes organismos sejam usados como modelos em estudos diagnósticos em diferentes escalas espaciais. Os répteis representam também uma importante ferramenta para o conhecimento do estado de conservação dos ambientes naturais. Como, em geral, ocupam posições mais elevadas nas cadeias alimentares (algumas vezes como predadores de topo de cadeia trófica) funcionam como excelentes indicadores do grau de conservação dos ecossistemas e assim dos níveis de alteração ambiental (LEITE *et al.,* 1993). Além disso, sabe-se que o número de espécies de répteis vem declinando em escala global, devido, principalmente, à perda e degradação do hábitat, introdução de espécies invasoras, poluição ambiental e mudanças climáticas globais (GIBBONS *et al.,* 2000).

Já os anfíbios são considerados como um dos grupos de vertebrados mais sensíveis às mudanças microclimáticas, principalmente por suas restrições fisiológicas (BLAUSTEIN *et al.*, 1994, MARSH & TRENHAM, 2001) e características reprodutivas (ZUG *et al.,* 2001). A maioria das espécies passa parte de sua vida nos hábitats aquáticos (fase larval), e parte nos hábitats terrestres (DUELLMAN & TRUEB, 1994), o que as torna mais exigentes quanto à disponibilidade e qualidade dos hábitats. Os girinos da maioria das espécies se alimentam principalmente de detritos e permanecem nos corpos d'água até a metamorfose. Após a metamorfose, os juvenis migram para os hábitats terrestres onde crescem e se desenvolvem até a maturidade reprodutiva. Dessa forma, alterações na estrutura dos hábitats aquáticos e/ou terrestres como as causadas pelo

desmatamento, atividades de mineração e abertura de estradas, podem influenciar na dinâmica reprodutiva das populações e consequentemente ameaçarem a existência local das espécies.

- Metodologia de Coleta

Para o monitoramento da herpetofauna na região de Acará-PA, três diferentes metodologias foram empregadas: 1) procura ativa visual e acústica, 2) armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps*) e 3) encontros ocasionais. As coletas foram realizadas tanto na estação chuvosa como na estação seca, visando contemplar a sazonalidade regional.

- Procura Ativa, Visual e Acústica

Este método foi executado sempre por dois observadores, que mantinham uma distância aproximada de no máximo 10 m entre eles. O método consiste em caminhar lentamente ao longo das transecções, inspecionando-se troncos caídos, serrapilheira, buracos, vegetação aquática, galhos de arbustos, árvores e outros possíveis locais de abrigo da herpetofauna. Uma maior atenção foi dada aos corpos d'água, que representam um importante local de encontro de inúmeras espécies de répteis e anfíbios.

A procura ativa foi executada de forma consecutiva durante os 6 dias de amostragem e realizada tanto durante o dia (após a revisão das armadilhas de interceptação e queda) entre 9:00h e 12:00h, quanto à noite entre 19:00h e 23:00h, totalizando aproximadamente 7 horas de amostragens diárias.

Animais avistados ou ouvidos que não foram coletados, foram registrados e tiveram os seus dados de hora e local do avistamento anotados.

- Armadilhas de Interceptação e Queda (*pitfall traps*)

Esse tipo de armadilha consiste em baldes enterrados ao rés do chão e interligados por lona plástica, de tal forma que um animal que esbarre na lona desvie-se em direção a um dos baldes e venha a cair nele.

Desta forma, em cada uma das transecções (ADA1, ADA2, AID1 e AID2) foi montado um ponto amostral onde foram utilizados 6 baldes de 60L, dispostos em linha, distantes

entre si aproximadamente 10m e unidos por cercas direcionadoras de lona plástica (Figura abaixo).

As armadilhas foram vistoriadas uma vez ao dia e os baldes foram furados na base, a fim de se evitar a morte dos animais por afogamento. Ao final da primeira campanha de campo, todos os baldes foram tampados para impedir que alguns animais eventualmente caíssem e viessem a falecer durante o período não amostrado. Para a segunda campanha, os baldes foram abertos um dia antes de serem iniciadas as coletas.

Figura 6.2-122 – Registro fotográfico das armadilhas alocadas.



a) ADA1 - Armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps) colocadas para realização do inventário da Herpetofauna na região de Acará, Pará.



b) ADA2 - Armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps) colocadas para realização do inventário da Herpetofauna na região de Acará, Pará.





c) AID1 - Armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps) colocadas para realização do inventário da Herpetofauna na região de Acará, Pará.

d) *AID2* - Armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps) colocadas para realização do inventário da Herpetofauna na região de Acará, Pará.

- Encontros ocasionais

Além dos dados obtidos pelas duas técnicas previamente descritas, foram também registrados os espécimes capturados ou detectados fora das metodologias padronizadas, classificados na categoria de "encontros ocasionais". Incluem-se nessa categoria coletas ocasionais feitas por terceiros, pelos próprios pesquisadores da equipe de herpetofauna ou por pesquisadores de outras equipes que trabalharam no local.

- Processamento do Material Coletado

Os espécimes coletados foram sacrificados com aplicação de uma dose letal de anestésico (com injeção de barbitúrico), posteriormente fixados em formol a 10%, e conservados em álcool a 70% (Figura abaixo). Amostras de tecidos (fígado, coração ou músculo) dos espécimes coletadas foram retiradas para registro da diversidade genética de tais populações em possíveis estudos futuros de biologia molecular. Os exemplares coletados também servirão como material testemunho deste estudo, pois estarão disponíveis para consulta na Coleção Herpetológica "Oswaldo Rodrigues da Cunha" do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém-PA. Todos os espécimes coletados na estação chuvosa (Junho/2015) foram devidamente tombados, enquanto os demais exemplares coletados na estação seca encontram-se em processo de tombamento.

Figura 6.2-123– Registro fotográfico da coleta de material.



a) Fixação dos espécimes em campo: espécime de *Hypsiboas geographicus* sendo colocado em posição anatômica de estudo



b) Fixação dos espécimes em campo: Representação em detalhe.

- Análise Estatística dos dados

Foi realizada uma análise de estimativa de riqueza através do estimador Jacknife de primeira ordem, com base na incidência total de espécies. Esta análise foi processada através de 100 aleatorizações no programa *EstimateS 6.0.*

Os métodos de coleta foram comparados utilizando a riqueza de espécies obtida em cada um dos métodos (procura ativa e armadilha de queda) e por encontros ocasionais, a fim de demonstrar a importância de cada tipo de registro na complementariedade da amostragem da herpetofauna.

Utilizamos o pacote vegan implementado no software R para calcular o índice de diversidade de Simpson e de equitatividade de espécies de Pielou para os locais amostrados dentro da ADA e AID.

- Resultados
- Composição e riqueza

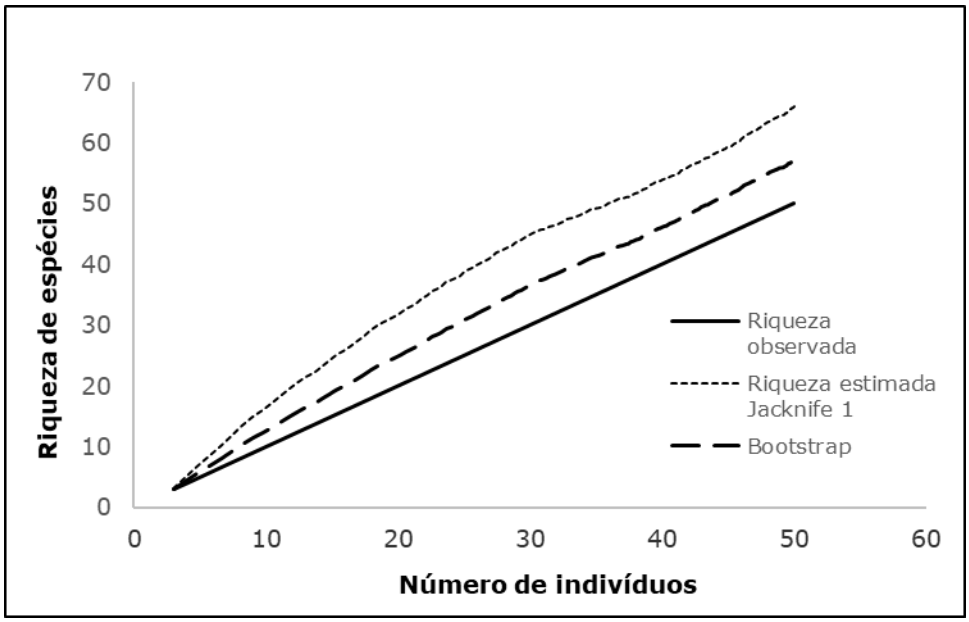
Foram registrados nas duas campanhas (estação chuvosa e seca de 2015) do inventário da herpetofauna na área de Acará, 255 espécimes, totalizando 52 espécies de répteis e anfíbios. Destes, 156 espécimes pertencem à Classe Amphibia, agrupados em 28 espécies distribuídas em 7 famílias, sendo 27 espécies de anuros e uma de salamandra; e 67 espécimes de répteis pertencentes a 24 espécies distribuídas em 12 famílias, sendo 15 espécies de lagartos, oito de serpentes e uma de quelônio.

Dentre as famílias mais representativas, Hylidae e Leptodactylidae se destacaram para o grupo de anfíbios anuros, com 11 e 10 espécies, respectivamente, enquanto para os répteis a família Colubridae foi a mais representativa com 5 espécies registradas. Em geral, as espécies de anuros mais abundantes foram *Physalaemus ephippfer* com 18 indivíduos, *Dendropsophus* spp. com 15 indivíduos, *Leptodactylus petersii*, com 14 indivíduos e *Rhinella* gr*. margaritifera* com 12 indivíduos. Para os répteis, as espécies mais abundantes foram *Anolis punctatus* e *Gonatodes humeralis*, ambas com oito indivíduos, e *Anolis fuscoauratus* e *Kentropyx calcarata*, ambas com seis indivíduos.

Das espécies registradas, três apresentaram problemas taxonômicos, táxons novos ou um complexo de espécies, o que impossibilitou a sua identificação até o nível específico, sendo citadas no presente trabalho sem nome específico ou colocadas dentro de grupos de espécies.

O estimador Jacknife de primeira ordem estimou a ocorrência de aproximadamente 66 espécies de anfíbios e répteis na área de Acará, e embora tenha sido registrado efetivamente 52 espécies, a eficiência amostral foi de 78% (riqueza observada dividida pela riqueza estimada, Figura abaixo). Essa estimativa mostra a importância de se desenvolver trabalhos de inventário e monitoramento a longo prazo, uma vez que muitas espécies raras, de baixa densidade ou de difícil observação, dificilmente são registradas em poucas coletas. Ao analisarmos a curva de estimativa da riqueza, percebemos que esta não apresenta uma tendência à assíntota, indicando que, possivelmente, ainda existem espécies a serem capturadas na área.

Figura 6.2-124 – Estimativa de riqueza de espécies de anfíbios e répteis e riqueza observada durante as duas campanhas do inventário da herpetofauna em Acará, Pará, com base no estimador Jackknife de primeira ordem.



O índice de diversidade de Simpson, calculado para comparar as localidades amostradas dentro da ADA e AID foi igual a 0.9324 para ADA e 0.9599 para AID. Já o índice de equitatividade de Pielou foi de 0.8938 para ADA e 0.9102 para AID. Isso mostra que as áreas situadas dentro da AID são mais disversas e apresentam uma maior homogeneidade da abundância em relação à riqueza.

- Registros de Anfíbios e Répteis por técnicas de amostragem

A Tabela 6-44 retrata as espécies capturadas pelas diferentes técnicas de amostragem e os respectivos períodos de coleta.

- Armadilhas de queda (*pitfall traps*)

Vinte e oito espécies foram amostradas pelas armadilhas de queda, sendo 10 de anuros (17 espécimes), 3 de lagartos (10 espécimes) e uma de serpente (1 espécime). *Kentropyx calcarata e Physalaemus epphipffer* foram as espécies mais frequentemente registradas por esse método (5 espécimes cada).

Três espécies foram capturadas exclusivamente por este método (Figuras abaixo), sendo um anuro (*Leptodactylus mystaceous*), um lagarto (*Ameiva ameiva*) e uma serpente (*Micrurus lemniscatus*).

Figura 6.2-125– Registro fotográfico das espécies capturadas.



a) *Leptodactylus mystaceous* (foto de Diego Gómez) capturada somente em armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps)



b) *Ameiva ameiva* (foto de Heriberto Figueira) capturada somente em armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps)



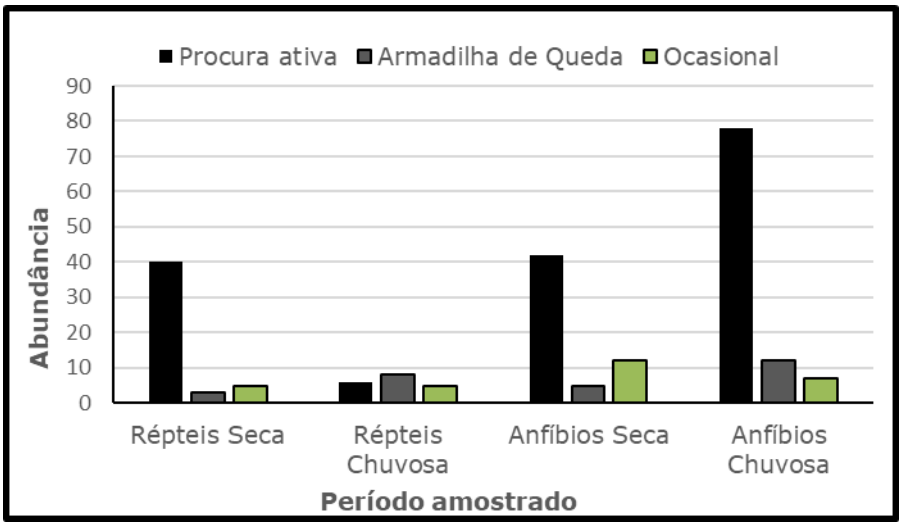
c) *Micrurus lemniscatus* (foto de Heriberto Figueira) capturada somente em armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps).

Este método amostrou 8 espécies representadas por 20 indivíduos na estação chuvosa e 6 espécies na estação seca representadas por 8 indivíduos (Figura abaixo). Na estação chuvosa, o anuro *Leptodactylus mystaceus* e os lagartos *Ameiva ameiva* e *Kentropyx calcarata* foram registrados exclusivamente por este método. Já na estação seca, a serpente *Micrurus lemniscatus* e novamente o lagarto *Ameiva ameiva* foram registrados somente por este método.

Apesar da sua baixa eficiência durante o estudo, principalmente no período seco, sabe-se que as armadilhas de interceptação e queda são importantes por amostrarem

comunidades diferentes das que são geralmente acessadas através de coleta ativa, atuando assim como metodologia complementar que deve ser aplicada a todo e qualquer trabalho envolvendo a herpetofauna (RIBEIRO-JUNIOR *et al.,* 2008). Isso foi observado no presente estudo, onde espécies de hábito semifossorial que dificilmente são capturadas na coleta ativa, como a serpente *Micrurus lemniscatus*, e espécies forrageadoras ativas, que são extremamente ágeis e rápidas como os lagartos *Ameiva ameiva* e *Kentropyx calcarata*, foram coletadas pelo método de armadilhas de interceptação e queda.

Figura 6.2-126 – Gráfico ilustrando a abundância total de espécies de anfíbios e répteis por período amostrado e por método de amostragem utilizado.



- Procura ativa, visual e acústica

Este método foi responsável por registrar o maior número de espécies (45) e espécimes (166) nas duas campanhas realizadas na região de Acará, Pará, sendo 24 espécies de anuros (117 indivíduos), 01 espécie de salamandra (03 espécimes), 12 espécies de lagartos (35 indivíduos), 07 espécies de serpentes (10 indivíduos) e uma espécie de quelônio (01 espécime) (Figura abaixo).

Durante a estação chuvosa, foram registradas 23 espécies por este método sendo 18 de anfíbios anuros (78 espécimes), 02 de lagartos (02 espécimes), 02 de serpentes (03 espécimes) e 01 de quelônio (01 espécime).

Já na estação seca, este método registrou 30 espécies no total, sendo 14 de anuros (39 espécimes), 01 de salamandra (03 espécimes), 10 de lagartos (33 espécimes) e 05 de serpentes (07 espécimes) (Figura abaixo).

Os anfíbios anuros da família Hylidae foram coletados exclusivamente por este método, a salamandra *Bolitoglossa paraensis*, os lagartos da família Dactyloidae, Gekkonidae e a maioria das espécies da família Gymnophtalmidae, bem como as serpentes da família Boidae e da família Colubridae, com exceção de *Helicops angulatus*, além do único quelônio, *Platemys platycephala.*

No período chuvoso, houve uma grande captura de anuros por esta metodologia, enquanto no período seco, os lagartos e serpentes foram mais frequentemente coletados por este método. Os locais onde a coleta ativa foi realizada eram representados por alagados temporários e permanentes distribuídos ao longo de toda área, e que são, de forma geral, bastante utilizados pela herpetofauna para nidificação e forrageio, embora cada grupo apresente preferências por períodos sazonais.

Figura 6.2-127– Registro fotográfico das espécies encontradas.



a) *Hipsiboas geographycus* (Foto Heriberto Figueira) coletada exclusivamente por procura ativa.



b) Hypsiboas cinerascens



c) *Phyllomedusa bicolor*



d) Phyllomedusa hypocondrialys.



e) *Pseustes Poecilonotus* (Foto Heriberto Figueira), coletada exclusivamente por procura ativa.

Tabela 6.2-42 - Relação das espécies de anfíbios e répteis e o número total de espécimes registrados através das diferentes técnicas de amostragem utilizadas nas duas campanhas (períodos seco e chuvoso de 2015) durante o inventário da herpetofauna de Acará, Pará.

Espécies	Estação chuvosa			Estação seca			Total Geral
	Ocasional	Pitfall	Procura ativa	Ocasional	Pitfall	Procura ativa	
Classe Amphibia							
Ordem Anura							
Família Aromobatidae (1)							
Allobates marchesianus			1	2		4	7
Família Bufonidae (3)							
Rhinella castaneotica		4	4				8

Espécies	Estação chuvosa			Estação seca			Total Geral
	Ocasional	Pitfall	Procurativa	Ocasional	Pitfall	Procurativa	
Rhinella gr. margaritifera	1	2	1	3	1	4	12
Rhinella major			3				3
Família Dendrobatidae (1)							
Ranitomeya amazonica	3						3
Família Hylidae (11)							
Dendropsophus minutus			3				3
Dendropsophus spp.			15				15
Hypsiboas cinerascens			3			6	9
Hypsiboas geographicus			2			2	4
Hypsiboas multifasciatus			11				11
Osteocephalus spp.			1				1
Phyllomedusa bicolor			4			1	5
Phyllomedusa hypocondrialys			10			1	11
Scinax boesemani			5				5
Scinax nebulosus						3	3
Scinax x-signatus			1				1
Família Leptodactylidae (10)							
Adenomera andreae						1	1
Adenomera hylaedactyla						2	2
Adenomera spp.	1			4	2	4	11
Leptodactylus fuscus			1				1
Leptodactylus mystaceus		1					1
Leptodactylus paraensis						1	1
Leptodactylus pentadactylus			1				1
Leptodactylus petersii		1	4	2	1	6	14
Physalaemus ephippfer		4	8	2	1	3	18
Pristimantis fenestratus	1			1		1	3
Família Pipidae (1)							
Pipa pipa	1						1
Ordem Urodela							
Família Plethodontidae (1)							

Espécies	Estação chuvosa			Estação seca			Total Geral
	Ocasional	Pitfall	Procurativa	Ocasional	Pitfall	Procurativa	
Bolitoglossa paraensis						3	3
Classe Reptilia							
Ordem Squamata							
Lagartos							
Família Dactyloidae (2)							
Anolis fuscoauratus						6	6
Anolis punctatus						8	8
Família Gekkonidae (1)							
Thecadactylus rapicauda						1	1
Família Gymnophtalmidae (4)							
Arthosaura reticulata						1	1
Leposoma percarinatum						2	2
Potamites bicarinatus				1			1
Potamites ecpleopus			1				1
Família Scincidae (1)							
Mabuya nigropunctata						3	3
Família Sphaerodactylidae (2)							
Chatogecko amazonicus	1		1				2
Gonatodes humeralis						8	8
Família Teiidae (3)							
Ameiva ameiva		2			2		4
Kentropyx calcarata		5				1	6
Tupinambis sp.	1						1
Família Tropiduridae (2)							
Plica umbra	1	1				2	4
Uranoscodon superciliosus				1		1	2
Serpentes							
Família Boidae (1)							
Boa constrictor						1	1
Família Colubridae (5)							
Chironius exoletus						1	1
Helicops angulatus	1		2	3			6
Imantodes cenchoa						2	2
Imantodes lentiferus			1				1
Pseustes poecilonotus						1	1
Família Elapidae (1)							

Espécies	Estação chuvosa			Estação seca			Total Geral
	Ocasional	Pitfall	Procurativa	Ocasional	Pitfall	Procurativa	
Micrurus lemniscatus					1		1
Família Viperidae (1)							
Bothrops atrox	1					2	3
Ordem Chelonia							
Família Chelidae (1)							
Platemys platycephala			1				1
Total Geral	12	20	84	19	8	82	225

- Encontros ocasionais

Este método registrou 15 espécies e 31 indivíduos em ambas as campanhas do inventário da herpetofauna em Acará, Pará. Na estação chuvosa, os encontros ocasionais registraram 10 espécies (12 espécimes) no total, sendo cinco espécies de anuros (sete indivíduos), três espécies de lagartos (três indivíduos) e duas espécies de serpentes (dois indivíduos). Na estação seca, este método registrou nove espécies (19 indivíduos), sendo seis de anuros (14 indivíduos), duas de lagartos (dois indivíduos) e uma espécie de serpente (três indivíduos).

Apesar das coletas ocasionais terem registrado o menor número de espécimes de anfíbios, somente através deste método foi possível detectar as espécies *Ranitomeya amazonica* e *Pipa pipa*, que possuem hábitos crípticos e são raramente evidenciadas através das outras metodologias de coleta (Figura abaixo).

Figura 6.2-128 – Registro fotográfico das espécies de herpetofauna encontradas.



a) *Ranitomeya amazonica* (Foto de Alexandre Missassi). Espécie



b) *Pipa pipa* (Foto de Bruno Prudente). Espécie coletada

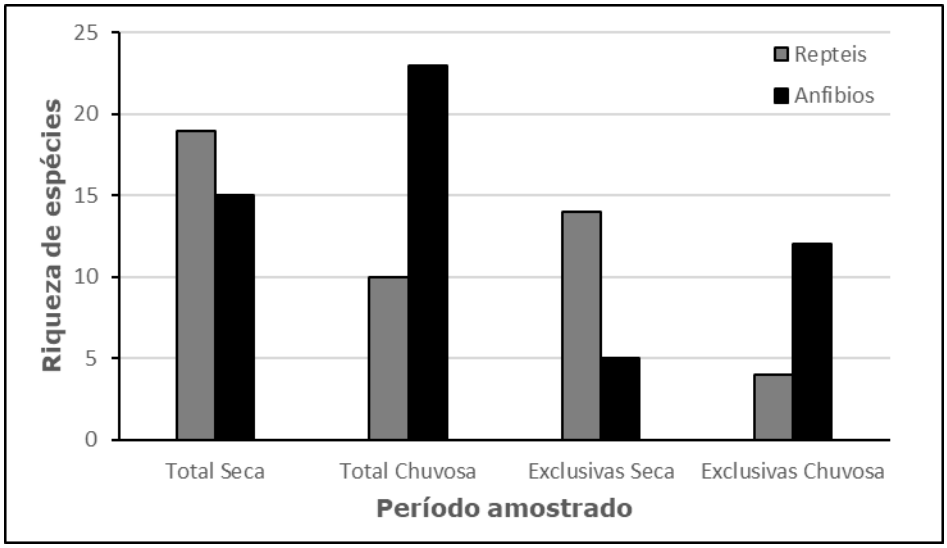
coletada somente pelo método de encontros ocasionais.

somente pelo método de encontros ocasionais.

- Registros de Anfíbios e Répteis por Período Sazonal

Durante a campanha chuvosa de 2015, registrou-se um total de 33 espécies, sendo 23 espécies de anfíbios (97 espécimes) e 10 de répteis (19 espécimes). Já durante a segunda campanha (estação seca de 2015) foram obtidas 34 espécies, sendo 15 espécies de anfíbios (61 espécimes) e 19 espécies de répteis (48 espécimes). É possível observar que, apesar da riqueza dos dois períodos ter sido praticamente a mesma, houve uma substituição de espécies entre os períodos, com a estação chuvosa apresentando um maior número de anfíbios, enquanto a estação seca apresentou um maior número de répteis (Figura abaixo).

Figura 6.2-129– Gráfico ilustrando a riqueza total de espécies de anfíbios e répteis por período amostrado e a riqueza de espécies exclusivas de cada período.



No período chuvoso (Junho de 2015) foram registradas 23 espécies de anfíbios, sendo 12 exclusivas desse período: Rhinella castaneotica, R. major, Ranitomeya amazonica, Dendropsophus minutus (Figura abaixo), *Dendropsophus spp., Hipsiboas multifasciatus, Scinax boesemani, S. x-signatus, Leptodactylus fuscus, L. mystaceus, L. pentadactylus e Pipa pipa*. No mesmo período foram registradas 10 espécies de répteis, sendo quatro espécies exclusivas do período chuvoso: Potamites ecpleopus, Chatogecko amazonicus, Imantodes lentiferus e Platemys platicephala (Figura abaixo).

Figura 6.2-130 – Registro fotográfico das espécies de anfíbios.



a) *Dendropsophus minutus*



b) *Imantodes lentiferus.*



c) *Platemys platycephala (*Foto Alexandre Missassi) coletada exclusivamente por procura ativa.

No período seco (Setembro de 2015), foram amostradas 15 espécies de anfíbios, com cinco espécies exclusivas deste período: *Scinax nebulosus, Adenomera andreae, A. hylaedactyla, Leptodactylus paraensis* e a espécie de salamandra *Bolitoglossa paraensis*. Em contrapartida, no mesmo período foram registradas 19 espécies de répteis, sendo 14 exclusivas desta campanha: os lagartos *Anolis fuscoauratus, A. punctatus, Thecadactylus rapicauda, Anthrosaura reticulata*, *Leposoma percarinatum, Potamites bicarinatus, Mabuya nigropunctata, Gonatodes humeralis*, *Uranoscodom superciliosus* e as serpentes *Boa constrictor, Chironius exoletus, Imantodes cenchoa* (*Pseustes poecilonotus e Micrurus lemniscatus (*Figura abaixo*)*.

Figura 6.2-131– Registro fotográfico das espécies de repteis.



a) *Anolis punctatus*



b) *Thecadactylus rapicauda*



c) *Arthrosaura reticulata*.Foto Heriberto Figueira.



d) *Leposoma percarinatum.* Foto Heriberto Figueira.



e) *Potamites bicarinatus*



f) *Mabuya nigropunctata.* Foto Heriberto Figueira



g) *Uranoscodon superciliosus.* Foto Heriberto Figueira.



h) Chironius exoletus.



i) Imantodes cenchoa.

- Registros de Anfíbios e Répteis por Área Amostrada

Para esta análise, foram considerados todos os espécimes coletados, incluindo todas as metodologias de captura, uma vez que a eficiência da amostragem por armadilhas de interceptação e queda foi muito baixa (Tabela abaixo).

Tabela 6.2-43 - Espécies da herpetofauna amostradas na Área Diretamente afetada (ADA) e Influência Direta (AID) por período sazonal, na área da CTR Metropolitana em Acará, Pará.

Período	Chuvoso	Seco	Total Geral
Área diretamente afetada (ADA)			
Anfíbios anuros	**60**	**14**	**74**
Adenomera hylaedactyla		**1**	**1**
Adenomera spp.		**3**	**3**
Allobates marchesianus	**1**		**1**

Período	Chuvoso	Seco	Total Geral
Dendropsophus minutus	2		2
Dendropsophus spp.	7		7
Hypsiboas geographicus	1		1
Hypsiboas multifasciatus	10		10
Leptodactylus fuscus	1		1
Leptodactylus petersii	3	5	8
Phyllomedusa bicolor	4		4
Phyllomedusa hypocondrialys	9		9
Physalaemus ephippfer	8	3	11
Pristimantis fenestratus		1	1
Ranitomeya amazonica	3		3
Rhinella castaneotica	2		2
Rhinella gr. margaritifera	2	1	3
Rhinella major	2		2
Scinax boesemani	5		5
Salamandra		2	2
Bolitoglossa paraensis		2	2
Lagartos	6	4	10
Ameiva ameiva	2	2	4
Arthosaura reticulata		1	1
Kentropyx calcarata	3		3
Plica umbra		1	1
Tupinambis spp.	1		1
Quelônio	1		1
Platemys platycephala	1		1
Serpentes	2		2
Bothrops atrox	1		1
Imantodes lentiferus	1		1
Área Indiretamente afetada (AID)			
Anfíbios anuros	37	44	81
Adenomera andreae		1	1
Adenomera hylaedactyla		1	1
Adenomera spp.	1	7	8
Allobates marchesianus		6	6
Dendropsophus minutus	1		1
Dendropsophus spp.	8		8
Hypsiboas cinerascens	3	6	9
Hypsiboas geographicus	1	2	3
Hypsiboas multifasciatus	1		1
Leptodactylus mystaceus	1		1
Leptodactylus paraensis		1	1
Leptodactylus pentadactylus	1		1

Período	Chuvoso	Seco	Total Geral
Leptodactylus petersii	2	4	6
Osteocephalus spp.	1		1
Phyllomedusa bicolor		1	1
Phyllomedusa hypocondrialys	1	1	2
Physalaemus ephippfer	4	3	7
Pipa pipa	1		1
Pristimantis fenestratus	1	1	2
Rhinella castaneotica	6		6
Rhinella gr. margaritifera	2	7	9
Rhinella major	1		1
Scinax nebulosus		3	3
Scinax x-signatus	1		1
Salamandra		1	1
Bolitoglossa paraensis		1	1
Lagartos	7	33	40
Anolis fuscoauratus		6	6
Anolis punctatus		8	8
Chatogecko amazonicus	2		2
Gonatodes humeralis		8	8
Kentropyx calcarata	2	1	3
Leposoma percarinatum		2	2
Mabuya nigropunctata		3	3
Plica umbra	2	1	3
Potamites bicarinatus		1	1
Potamites ecpleopus	1		1
Thecadactylus rapicauda		1	1
Uranoscodon superciliosus		2	2
Serpentes	3	11	14
Boa constrictor		1	1
Bothrops atrox		2	2
Chironius exoletus		1	1
Helicops angulatus	3	3	6
Imantodes cenchoa		2	2
Micrurus leminiscatus		1	1
Pseustes poecilonotus		1	1
Total Geral	116	109	225

Os locais amostrados dentro da área delimitada como área de Influência direta (AID) registraram um total de 44 espécies (136 espécimes) representadas por 24 espécies de anuros (81 espécimes), uma espécie de salamandra (um espécime), 12 espécies de lagartos (40 espécimes) e sete espécies de serpentes (14 indivíduos).

Já a área delimitada como diretamente afetada (ADA) registrou um total de 27 espécies (89 espécimes) representadas por 18 espécies de anfíbios anuros (74 espécimes), uma espécie de salamandra (dois espécimes), cinco espécies de lagartos (dez indivíduos), duas espécies de serpentes (dois indivíduos) e uma espécie de quelônio (um indivíduo).

Durante o período chuvoso, a AID registrou 18 espécies de anfíbios anuros (37 espécimes), uma espécie de serpente (três espécimes de *Helicops angulatus*) (figura abaixo) e quatro espécies de lagartos (sete espécimes). Já na estação seca, registrou 14 espécies de anuros (44 espécimes), uma espécie de salamandra (1 espécime de *Bolitoglossa paraensis*) (Figura abaixo), 10 espécies de lagartos (33 espécimes) e sete espécies de serpentes (11 espécimes).

Figura 6.2-132– Registro fotográfico de espécies de anfíbios anuros.



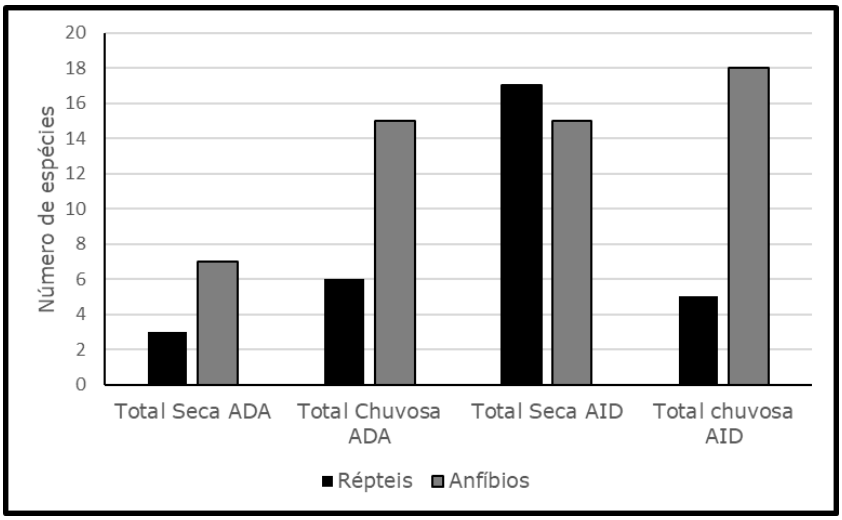
a) *Helicops angulatus.*



b) *Bolitoglossa paraenses*. (Foto Heriberto Figueira)

Já a área diretamente afetada (ADA), durante o período chuvoso, registrou 15 espécies de anuros (60 espécimes), três espécies de lagartos (6 espécimes), duas espécies de serpentes (dois espécimes) e uma espécie de quelônio (um espécime de Platemys platycephala). Durante o período de seca, a ADA registrou seis espécies de anfíbios anuros (14 espécimes), uma espécie de salamandra (2 espécimes de Bolitoglossa paraensis), três espécies de lagartos (quatro espécimes) e nenhuma espécie de serpente (Figuera abaixo).

Figura 6.2-133 – Gráfico do número de espécies de répteis e anfíbios coletados na ADA e AID, por período amostral.



- Espécies Ameaçadas De Extinção E Endêmicas

A fauna de anfíbios e répteis amostrada na área de estudo apresentou um representante inserido nas listas oficiais das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (SEMAS, 2007; ICMBIO & MMA, 2014): a espécie de salamandra *Bolitoglossa paraensis.* Esta espécie foi incluída na lista regional de espécies ameaçadas do estado do Pará em 2007, como enfrentando um risco de extinção na natureza elevado (Resolução n.54 de outubro de 2007, SEMAS). Foi incluída também na lista nacional de espécies ameaçadas de extinção através da Portaria de N° 444, de 17 de dezembro de 2014, do Ministério do Meio Ambiente, na categoria Em Perigo (EN), quando se considera que está enfrentando um risco muito alto de extinção na natureza.

Até recentemente, acreditava-se que a salamandra *Bolitoglossa paraensis* ocorria em toda a Amazônia brasileira, sendo a única representante da ordem Caudata no país. Contudo, um estudo taxonômico baseado em morfologia (BRCKO *et al,.* 2013) revelou uma grande diversidade críptica no grupo, descrevendo três novas espécies de salamandras ocorrentes na Amazônia brasileira e delimitando de forma mais precisa a distribuição de *B. paraensis*, que passou a ser considerada endêmica da Área de Endemismo Belém. A sua distribuição restrita a esta área que vem sofrendo constantes pressões antrópicas devido ao acelerado desenvolvimento urbano, aliada à sua necessidade por ambientes íntegros, fazem com que populações desta espécie precisem ser constantemente monitoradas e estudadas, a fim de se compreender

melhor as suas necessidades fisiológicas e a importância da qualidade e integridade ambiental na sua distribuição.

6.2.2.4 FAUNA SINANTRÓPICA

Dentre as espécies de anfíbios e répteis coletadas na Área da CTR Metropolitana de Acará, cinco delas podem ser classificadas como sinantrópicas: os anfíbios *Rhinella* gr. *margaritifera* e *Scinax x-signatus*, os lagartos *Ameiva ameiva* e *Tupinambis* sp. e as serpentes *Bothrops atrox* (Figura abaixo) e (Tabela abaixo).

Figura 6.2-134– Registro fotográfico da espécie Bothrops atrox.



Essas espécies de anfíbios e lagartos se adaptam facilmente a ambientes urbanizados, podendo ser encontrados em estradas, quintais ou até mesmo em locais mais úmidos dentro das casas, como o banheiro; local muito frequentado pela rã *Scinax x-signatus*.

Já as serpentes, são atraídas às regiões urbanizadas pela alta disponibilidade de alimento, devido à presença frequente de ratos e gambás.

Tabela 6.2-44 - Espécies Lista das espécies de répteis e anfíbios coletadas no EIA/RIMA da CTR Metropolitana de Acará, Pará. Legenda: SI: sinantrópica; RR: rara; BIO: bioindicadora; END: endêmica; IE: importância econômica; IM: importância médica e CI: cinegética.

Táxon	Nome comum	Área	N. indivíduos	Lista BR	Lista PA	Ocorrência
Classe Amphibia						
Ordem Anura						
Família Aromobatidae						
Allobates marchesianus		**ADA/AID**	**7**			

Táxon	Nome comum	Área	N. indivíduos	Lista BR	Lista PA	Ocorrência
Família Bufonidae						
Rhinella castaneotica	Sapo boi/sapo cururu	ADA/AID	8			
Rhinella gr. *margaritifera*	Sapo boi/sapo cururu	ADA/AID	12			SI
Rhinella major	Sapo boi/sapo cururu	ADA/AID	3			
Família Dendrobatidae						
Ranitomeya amazonica	Sapos-flechas-de-veneno	AID	3			RR, BIO
Família Hylidae						
Dendropsophus minutus	Pererequinha-do-brejo	ADA/AID	3			
Dendropsophus spp.	Pererequinha-do-brejo	ADA/AID	15			
Hypsiboas cinerascens	Perereca de bananeira	AID	9			
Hypsiboas geographicus	Perereca-cabrinha	ADA/AID	4			
Hypsiboas multifasciatus	Perereca	ADA/AID	11			
Osteocephalus spp.	Perereca	AID	1			
Phyllomedusa bicolor	Rã Kambô	ADA/AID	5			
Phyllomedusa hypocondrialys	Rã	ADA/AID	11			
Scinax boesemani	Perereca	ADA	5			
Scinax nebulosus	Perereca	AID	3			
Scinax x-signatus	Perereca-de-banheiro	AID	1			SI
Família Leptodactylidae						
Adenomera andreae	Rã	AID	1			
Adenomera hylaedactyla	Rã	ADA/AID	2			
Adenomera spp.	Rã	ADA/AID	11			
Leptodactylus fuscus	Rã-assobiadora	ADA	1			
Leptodactylus mystaceus	Rã-estriada	AID	1			
Leptodactylus paraensis	Rã	AID	1			
Leptodactylus pentadactylus	Rã	AID	1			
Leptodactylus petersii	Rã	ADA/AID	14			
Physalaemus ephippfer	Rã-cachorro	ADA/AID	18			

Táxon	Nome comum	Área	N. indivíduos	Lista BR	Lista PA	Ocorrência
Pristimantis fenestratus	Rã	ADA/AID	3			
Família Pipidae						
Pipa pipa	Sapo-aru	AID	1			RR
Ordem Urodela						
Família Plethodontidae						
Bolitoglossa paraensis	Salamandra	ADA/AID	3	Em Perigo	Vulnerável	END, BIO
Classe Reptilia						
Ordem Squamata						
Lagartos						
Família Dactyloidae						
Anolis fuscoauratus	Papa-vento	AID	6			
Anolis punctatus	Papa-vento	AID	8			
Família Gekkonidae						
Thecadactylus rapicauda	Osga, Briba, Lagartixa	AID	1			
Família Gymnophtalmidae						
Arthosaura reticulata	Calanguinho	ADA	1			
Leposoma percarinatum	Calanguinho	AID	2			
Potamites bicarinatus	Calanguinho d´água	AID	1			
Potamites ecpleopus	Calanguinho d´água	AID	1			
Família Scincidae						
Mabuya nigropunctata	Calango de vidro	AID	3			
Família Sphaerodactylidae						
Chatogecko amazonicus	Osguinha	AID	2			
Gonatodes humeralis	Osguinha	AID	8			
Família Teiidae						
Ameiva ameiva	Calango verde	ADA	2			SI
Kentropyx calcarata	Calango	ADA/AID	6			
Tupinambis sp.	Teiú, Tejú,	ADA	1			SI, CI
Família Tropiduridae						
Plica umbra	Calango de árvore	ADA/AID	4			
Uranoscodon superciliosus	Tamacuaré	AID	2			IE
Serpentes						
Família Boidae						
Boa constrictor	Jibóia	AID	1			CI
Família Colubridae						
Chironius exoletus	Cobra-cipó	AID	1			

Táxon	Nome comum	Área	N. indivíduos	Lista BR	Lista PA	Ocorrência
Helicops angulatus	Cobra d´água	AID	6			
Imantodes cenchoa	Cobra-cipó, Dorme-dorme	AID	2			
Imantodes lentiferus	Cobra-cipó, Dorme-dorme	ADA	1			
Pseustes poecilonotus	Papa-ovo, Papa-pinto	AID	1			
Família Elapidae						
Micrurus lemniscatus	Cobra-coral, Coral-verdadeira	AID	1			IM
Família Viperidae						
Bothrops atrox	Jararaca	AID/ADA	3			SI, IM
Ordem Chelonia						
Família Chelidae						
Platemys platycephala	Jabuti-machado	ADA	1			IE

- Discussão

Através do presente estudo foi possível verificar a fauna de répteis e anfíbios presente na área de implementação da CTR Metropolitana de Acará, PA. Apesar do seu tamanho relativamente reduzido, a área de estudo apresentou uma alta riqueza e diversidade da herpetofauna, em especial por se tratar de um dos principais remanescentes de floresta Amazônica existente na região.

Em vias gerais, os métodos utilizados foram eficazes na captura das espécies da herpetofauna. Contudo, o método de armadilhas de interceptação e queda teve sua eficiência significativamente mais reduzida do que o método de procura ativa e encontros ocasionais, ao compararmos com outros estudos realizados para herpetofauna amazônica de maneira geral.

Os locais amostrados incluídos ao longo da área indiretamente afetada (AID) apresentaram, em geral, maior riqueza, diversidade e abundância de espécies quando comparados aos locais situados na área diretamente afetada (ADA), o que condiz com a qualidade e integridade do habitat observada nestes locais. Contudo, deve-se destacar a importância dos Igarapés Cajueiro e Grota Funda, e suas adjacências, para a manutenção da biodiversidade local. Nestes dois pontos foram coletadas espécies que não foram registradas em outros locais dentro da área, em destaque para os

anfíbios *Ranitomeya amazonica*, *Bolitoglossa paraensis*, *Pipa pipa*, os lagartos *Leposoma percarinatum*, *Arthrosaura reticulata* e *Potamites bicarinatus*, as serpentes *Imantodes cenchoa* e *Pseustes poecilonotus* e o quelônio *Platemys platycephala*. Além disto, a espécie de salamandra *Bolitoglossa paraensis* foi coletada em ambos os igarapés, o que mostra que ela está presente tanto na ADA, quanto na AID, desde que uma certa qualidade ambiental seja mantida. Por se tratar de uma espécie de anfíbio, a proximidade com a água de boa qualidade é essencial para a salamandra, que passa parte do seu ciclo de vida neste ambiente. Dessa forma, a manutenção da integridade destes locais é importante para a conservação desta espécie ameaçada, e de tantas outras que utilizam esses igarapés como locais de forrageio e nidificação.

Levando-se em consideração que foram realizadas somente duas campanhas de campo, a área estudada apresenta uma riqueza de espécies relativamente alta. Sabe-se que a abundância, ou pelo menos a taxa de encontro de várias espécies da herpetofauna, se modifica de acordo com a pluviosidade local, com algumas espécies sendo registradas principalmente no início da estação chuvosa e outras sendo mais abundantes no meio da estação chuvosa ou seca. Portanto, a lista de espécies aqui apresentada provavelmente ainda não é a mais completa, principalmente em relação à fauna de anuros e serpentes. Espera-se que, com a continuidade do estudo, outras espécies de répteis e anfíbios possam ser registradas nesta localidade, já que espécies raras tendem a ser registradas em estudos realizados a longo prazo que envolvam amostragens periódicas (NOGUEIRA *et al*., 2005).

Monitoramentos contínuos na região são importantes, visto que existem registros de espécies ameaçadas, raras e endêmicas, que são ainda pouco amostradas, como é o caso do anuro *Ranitomeya amazonica*, que tem hábitos crípticos e pouco se sabe sobre a sua ecologia e história natural (POELMAN *et al*., 2013). Dessa forma, os monitoramentos se fazem necessários para que novas e importantes informações biológicas sejam acrescentadas para a região.

Além disso, um táxon foi apontado como pertencente a um complexo de espécies (categorizado como gr.) e quatro táxons não puderam ser alocados em nenhum grupo ou táxon descrito (categorizados como spp.), evidenciando a importância do monitoramento dessas populações ainda tão desconhecidas. Para que se possam

estabelecer inferências consistentes sobre a estrutura populacional das espécies e sua relação com eventuais perturbações ambientais na área de influência da CTR Metropolitana de Acará, é fundamental ampliar o esforço amostral. Nesse sentido, recomenda-se a realização de coletas adicionais em diferentes períodos do ano, bem como a inclusão de novos pontos amostrais nas áreas diretamente e indiretamente afetadas. Com isso, será possível representar de forma mais adequada a heterogeneidade de habitats e microhabitats existentes, o que, por sua vez, permitirá uma avaliação mais precisa e abrangente da diversidade biológica local.

6.2.2.5 ENTOFAUNA

- Área De Estudo

Uns dos principais componentes de um ecossistema são os insetos, constituindo grande parte da diversidade de espécies e da biomassa local. Como são hiperpopulosos e hiperdiversos (DIAS, 2004; GRIMALDI & ENGEL, 2005, RAFAEL *et al*., 2012) é muito difícil estudá-los em sua totalidade. Torna-se um problema, portanto, realizar estudos ambientais envolvendo insetos, demandando a formação de mais recursos humanos capazes de fazê-lo. Como é o grupo de animais ecologicamente dominante em quase todos os ambientes terrestres (GRIMALDI & ENGEL, 2005; RAFAEL *et al*., 2012), os insetos formam uma boa ilustração sobre a biodiversidade dos ambientes a serem estudados, bem como dão pistas importantes sobre seu funcionamento.

Os insetos constituem a maior diversidade (conhecida e estimada) de espécies entre todos os animais, sendo ecologicamente dominantes em todos os ecossistemas terrestres. Se as cerca de 925.000 espécies de insetos que conhecemos deixassem de existir, a biosfera terrestre entraria em colapso (GRIMALDI & ENGEL, 2005). Os insetos da ordem Diptera, ordem que engloba as moscas e mosquitos, são caracterizados por uma redução no segundo par de asas, transformando-os em órgãos de equilíbrio, e são considerados os ecologicamente mais diversos entre os insetos (McALPINE *et al.*, 1981; GRIMALDI & ENGEL, 2005). Os dípteros ocupam papéis-chave em virtualmente todos os ecossistemas terrestres, como, por exemplo, a ciclagem de nutrientes, polinização, predação, herbivoria, parasitismo e parasitoidismo, além de atuar como vetores de patógenos animais e vegetais e como pragas de lavouras.

Por ser uma das ordens mega diversas entre os insetos, com cerca de 150.000 espécies conhecidas, perfazendo 15% de todas as espécies animais (YEATES & WIEGMANN, 2005), há um hiato muito grande de estudos, pois não há pesquisadores suficientes para que toda a ordem seja bem conhecida. Estudos de diversidade biológica de insetos têm sido cada vez mais requisitados por órgãos ambientais, como parte de relatórios de impacto, num reconhecimento ao importante papel destes organismos no meio ambiente, mas ainda há poucos especialistas estudando grupos específicos de insetos neste tipo de situação. O conhecimento sobre os grupos de grande diversidade e importância ecológica, econômica e médico/veterinária, como os dípteros, torna-se, portanto, crucial para o desenvolvimento de estudos em meio ambiente.

A Floresta Amazônica não constitui, segundo os mais recentes trabalhos, uma unidade biogeográfica homogênea, contendo diversas áreas de endemismo (AMORIM & PIRES, 1996; MORRONE, 2014).

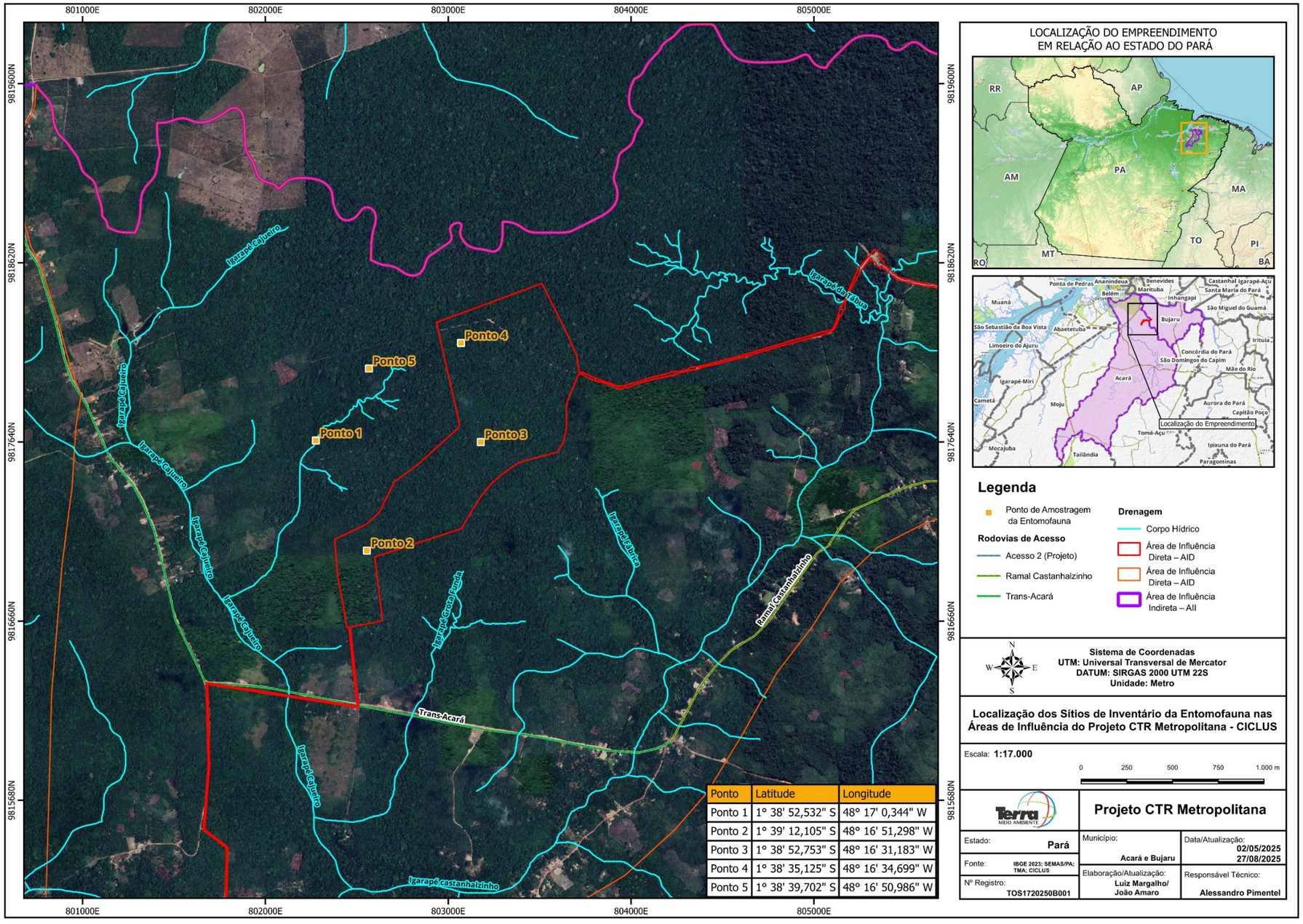
Para insetos, estudos de biodiversidade indicam que o bioma amazônico seja muito mais diversos do que se imagina. Em termos de abundância, RAFAEL *et al.,* 2012 (*op. cit.* WILSON, 1987) estimam que a biomassa somente das formigas amazônicas supera a de todos os vertebrados terrestres do bioma. Em termos de riqueza, o número de espécies ainda não conhecidas de insetos é estimado de 10 a 100 vezes o que é conhecido (GRIMALDI & ENGEL, 2005), muitas dessas espécies provavelmente estando em *hotspots* como a Amazônia.

- Metodologia De Coleta

As amostragens foram realizadas em cinco pontos com diferentes métodos de coleta, descritos a seguir: Armadilha Malaise, interceptadora de voo; e armadilhas atrativas tipoShannon, armadilhas tipo prato e armadilhas de mosquitos (gaiola), além das redes manuais que coletam o que quer que voe à frente dos coletores (RAFAEL *et al.*, 2012) (Figura abaixo). Na segunda campanha, foram utilizados os mesmos pontos de coleta descritos, exceto as armadilhas de mosquitos, por terem se mostrado suscetíveis à chuva.

Cada ponto foi escolhido de modo a incluir, quando possível, diferentes fisionomias, sendo dois pontos situados na AID e três na ADA (Figura abaixo - Mapa de pontos de amostragem de entomofauna, a seguir:

Figura 6.2-135 – Mapa de Pontos de amostragem da Entomofauna.



Fonte: Terra,2025.

As condições climáticas foram estáveis durante o período, com forte calor durante o dia, seguido de chuva em horários que variaram desde o meio-dia até as 16h, e novamente calor após a chuva.

As Armadilhas tipo Malaise (Malaise Trap), interceptadoras de voo, foram instaladas nos cinco pontos amostrais, sendo três de mata mais fechada, uma capoeira e um igarapé e permaneceram armadas durante toda o evento de campanha. Às demais armadilhas atrativas, como prato (Figura abaixo), que atraem os insetos pela cor (preferencialmente amarela), e armadilhas de mosquitos (na primeira campanha) foram amostradas nestes mesmos setores.

Figura 6.2-136 – Registro fotográfico das armadilhas.



a) Armadilha Tipo Malaise instalada no Ponto 1 durante os 5 dias de coleta.



b) Armadilha Tipo Malaise instalada no Ponto 1 durante os 5 dias de coleta.





c) Armadilha Tipo Malaise instalada no Ponto 2 durante os 5 dias de coleta.



d) Armadilha Tipo Malaise instalada no Ponto 3 durante os 5 dias de coleta.



e) Armadilha Tipo Malaise instalada no Ponto 4 durante os 5 dias de coleta.

f) Armadilha Tipo Malaise instalada no Ponto 5 durante os 5 dias de coleta.



g) Armadilha Tipo Prato.

Por sua vez, as armadilhas Shannon, que utiliza iscas de material (peixes locais) em decomposição, foram instaladas em duas fisionomias diferentes, uma na capoeira e a outra num dos pontos de mata fechada. Sempre foram realizadas as coletas manuais com redes nos deslocamentos entre o ponto e o veículo e entre um ponto e outro.

- Análise Estatística dos Dados

Os espécimes foram acondicionados em tubos com álcool e transportados até o Rio de Janeiro, para serem triados e identificados no Departamento de Entomologia do Museu Nacional/UFRJ (Figuras 6-137) Os índices de diversidade serão os de Margalef, I= (S-

1) /ln (n), sendo S o número de espécies presentes na amostra e n o número de indivíduos de todas as espécies coletadas (DIAS, 2004; MAGURRAN, 2013). Índices abaixo de 2,0 são considerados baixos e acima de 5,0 são considerados indicadores de alta biodiversidade. Índices de diversidade de Shannon-Weaver e dominância de Simpson (DIAS, 2004; MAGURRAN, 2013) exigem uma identificação mais precisa das espécies e no curto espaço de tempo disponível não são passíveis de aplicação, devido ao grande número de táxons e indivíduos coletados. A composição taxonômica e frequência de ocorrência nos menores níveis possíveis são dadas.

Figura 6.2-137 – Registro fotográfico de material entomológico.



a) Material não-entomológico – aranha mimética de formiga sob lupa.



b) Processamento do material.

A similaridade entre as áreas será calculada com uma modificação do índice de complementaridade de Jaccard que permite a comparação de vários pares de áreas, conforme MAGURRAN (2013): Ct= (∑ Ujk) /n, onde Ujk = Sj+Sk-2Vjk. Sj é o número de espécies na área J, Sk o número de espécies na área K, Vjk o número de espécies comuns às duas amostras e n é o total de amostras. Cada par possível de amostras é incluído no somatório.

- Resultados

Os resultados obtidos a partir do levantamento de dados realizado na área da CTR Metropolitana, Acará, são apresentados a seguir, contemplando os diferentes componentes analisados, conforme (tabelas abaixo e figuras abaixo).

- Diversidade por áreas

Tabela 6.2-45 - Diversidade por áreas.

Pontos	Riqueza 1	Abundância 1	I 1	Riqueza 2	Abundância 2	I 2
P1 (Coord. 802276/9817648)	53	115	8,08	50	80	7,65
P2 (Coord. 802555/9817046)	39	76	5,9	32	149	4,84
P3 (Coord. 803178/9817640)	48	92	7,3	42	88	6,4
P4 (Coord. 803070/9818182)	63	210	9,63	48	103	7,34
P5 (Coord. 802566/9818042)	16	27	2,33	36	52	5,47
Manuais	66	105	10,1	76	131	11,71

Tabela 6.2-46 - -Índice de similaridade entre Pontos.

Pares de áreas	C_t1	C_t2
P1, P2	16,4	13,2
P1, P3	17,4	16
P1, P4	20,4	16,8
P1, P5	12,2	16,4
P2, P3	16,2	14
P2, P4	17,2	11,6
P2, P5	9,4	11,6
P3, P4	19,4	16,8
P3, P5	19,18	14,8

Pares de áreas	Ct1	Ct2
P4, P5	14,2	14,4

Figura 6.2-138 – Índice de diversidade de Margalef (I) por ponto de coleta, na primeira campanha (I1) e na segunda campanha (I2).

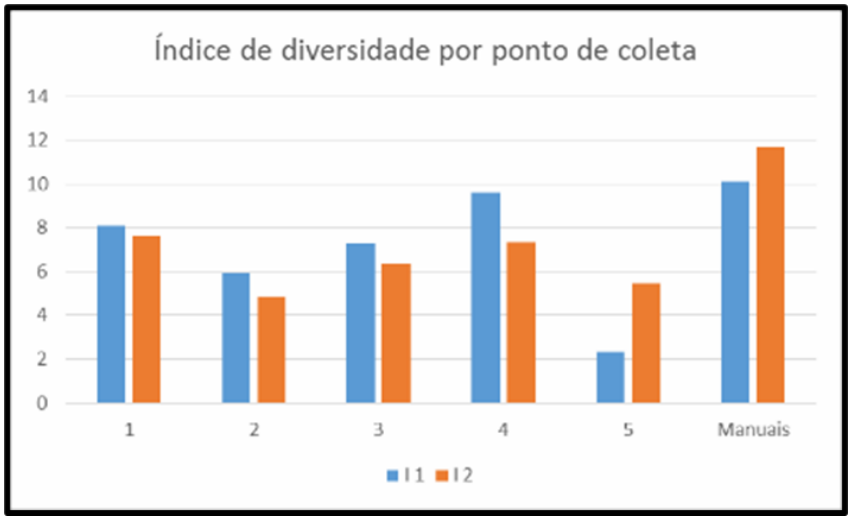


Figura 6.2-139– Número de espécies por ponto de coleta, na primeira campanha e na segunda campanha.

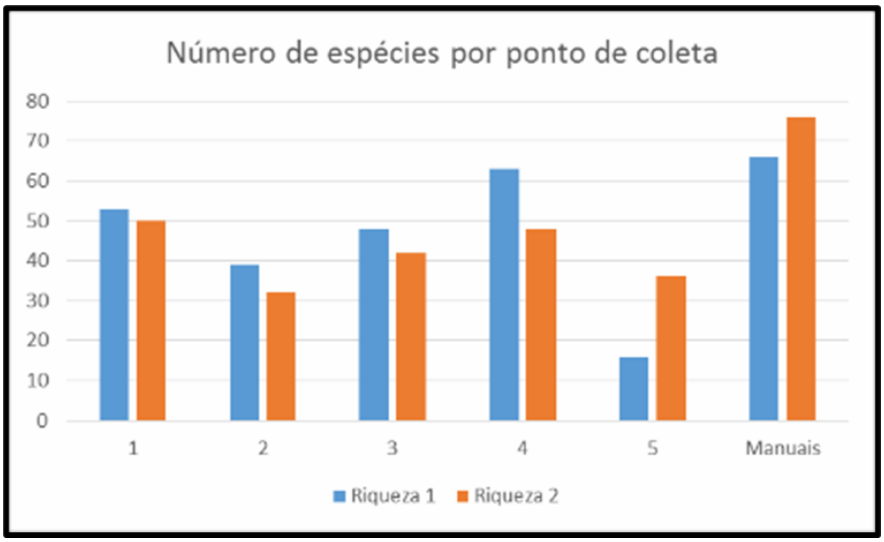


Figura 6.2-140– Índice de similaridade (Ct) por ponto de coleta, na primeira campanha (Ct1) e na segunda campanha (Ct2).

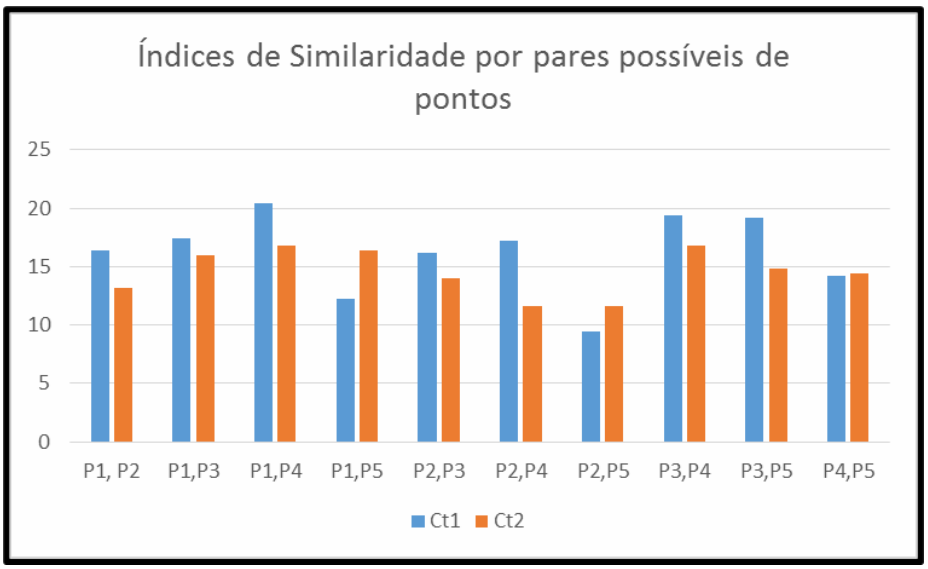


Tabela 6.2-47 - Diversidade por Ordens

Ordem	Campanha 1			Campanha 2			Famílias Amostradas
	Riqueza 1	Abundância 1	I 1	Riqueza 2	Abundância 2	I 2	
Zygentoma (Traças)	1	1	0	2	5	0,16	Lepismatidae
Odonata (Libélulas, lavadeiras, jacintas)	9	13	1,24	4	5	0,47	Libellulidae
							Gomphidae
							Coenagrionidae
Orthoptera (Esperanças, grilos, gafanhotos)	19	31	2,8	18	35	2,65	Romaleidae
							Acrididae
							Eumastacidae
							Proscopiidae
							Tettigoniidae
							Gryllidae
Blattaria (Baratas)	4	4	0,47	12	12	1,72	Blattidae
							Blattellidae
							Blaberidae
Mantodea (Louva-a-deus)	0	0	0	1	1	0	Acanthopidae
Hemiptera (Percevejos, maria-fedida, cigarras, cigariinhas)	10	14	1,4	12	23	1,72	Pentatomidae
							Reduviidae
							Lygaeidae

Ordem	Campanha 1			Campanha 2			Famílias Amostradas
	Riqueza 1	Abundância 1	I 1	Riqueza 2	Abundância 2	I 2	
							Miridae
							Cicadidae
							Cicadellidae
							Cercopidae
Hymenoptera (Vespas, cabas, marimbondos, abelhas, formigas)	55	155	8,39	43	187	6,56	Apidae
							Bombidae
							Formicidae
							Vespidae
							Pompilidae
							Sphecidae
							Ichneumonidae
Coleoptera (besouros, vaga-lumes, potós)	29	59	4,35	25	65	3,75	Cerambycidae
							Curculionidae
							Bruchidae
							Erotylidae
							Dityscidae
							Staphylinidae
							Lampyridae
							Chrysomelidae
Diptera (moscas, mosquitos, mutucas, muriçocas)	87	302	13,36	76	230	11,71	Culicidae
							Tipulidae
							Chironomidae
							Tabanidae
							Asilidae
							Stratiomyidae
							Syrphidae
							Pipunculidae
							Phoridae
							Drosophilidae
							Micropezidae
							Curtonotidae
							Lauxaniidae
							Tephritidae
							Acroceridae
							Muscidae
							Sarcophagidae
							Calliphoridae

Ordem	Campanha 1			Campanha 2			Famílias Amostradas
	Riqueza 1	Abundância 1	I 1	Riqueza 2	Abundância 2	I 2	
Lepidoptera (Borboletas e mariposas)	5	46	3,73	29	40	4,37	Tachinidae Nymphalidae Sphingidae Ithomiidae Heliconiidae Papilionidae Saturnidae

Figura 6.2-141–Índice de diversidade de Margalef (I) por ordem, na primeira campanha (I1) e na segunda campanha (I2).

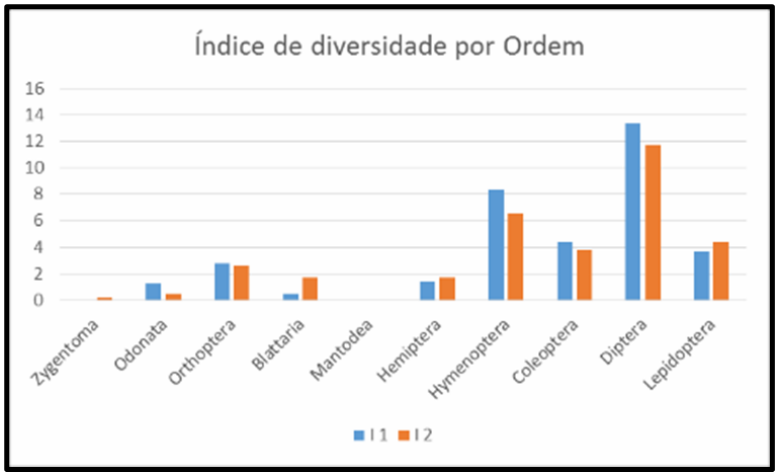


Figura 6.2-142– Frequência de espécies por ordem, na primeira campanha.

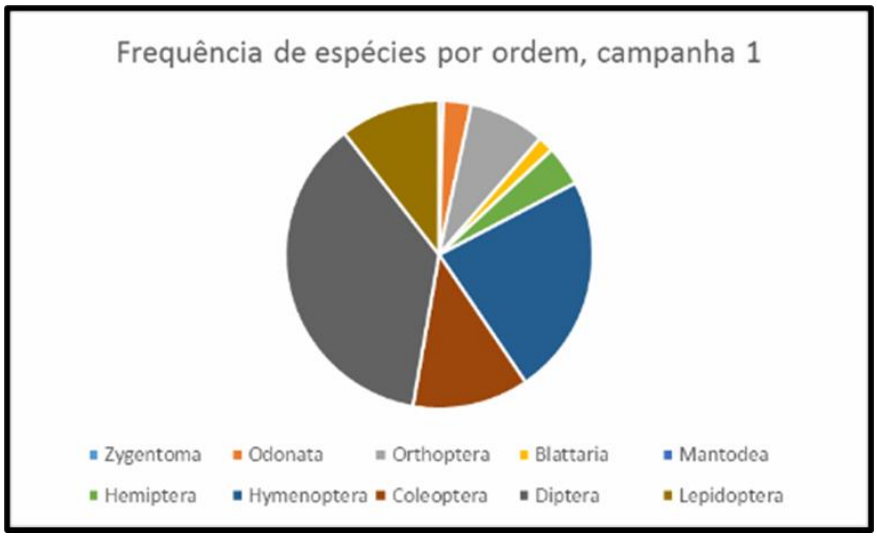


Figura 6.2-143–Frequência de espécies por ordem, na segunda campanha.



- Discussão

A coleta manual foi bastante prolífica, especialmente nas bordas de mata dos ramais por onde circulavam os veículos. Dentro da mata fechada, na primeira campanha, foi notado o pouco número de animais voando ou mesmo descansando sobre folhas. Um número considerável de formigas (Hymenoptera: Formicidae) foi coletado, principalmente a “tocandira” (Paraponerinae), e foi observada a abundância da formiga-de-correição (Ecitoninae) RAFAEL *et al*. 2012 (op. cit. WILSON, 1987). As armadilhas

Malaise tiveram um resultado a contento, mesmo com o pouco tempo de exposição, durante a primeira campanha, predominando nelas espécimes de Diptera e Hymenoptera de diversos grupos. Nas Shannon, nas duas campanhas, houve uma grande diferença na composição, com os esperados dípteros caliptrados predominando na capoeira, mas na mata fechada quase não aparecendo, dando lugar a acaliptrados, principalmente da família Micropezidae. As armadilhas-prato foram as que apresentaram maior diversidade de espécies, enquanto as de mosquitos não capturaram nenhum material aproveitável, e por isso não foram utilizadas na segunda campanha. O fato de a área estar próxima a habitações e criações de animais domésticos pode ter a ver com o alto número de mutucas (Diptera: Tabanidae) e outros insetos hematófagos.

Os pontos 1, 3 e 4 se mostraram os mais diversos, com destaque para o ponto 4, localizado mais profundamente em uma área fechada da mata. Os pontos 2 e 5 obtiveram índices de diversidade mais baixos, apesar de terem fisionomias diferentes. Destaque vai para as coletas manuais, com os maiores índices de diversidade.

As áreas amostradas foram bastante similares entre si, com exceção dos pontos 2 e 5, com índice de similaridade abaixo de 10, na primeira campanha, e novamente 2 e 5, seguido de 2 e 4, ambos com o valor mais baixo dos grupos amostrados, 11,6. Tal dissimilaridade pode ser devida ao fato do ponto 2 ser o mais aberto e exposto ao Sol, enquanto os pontos 4 e 5 representam exatamente as áreas mais fechadas do local. AID e ADA são, no geral, bastante similares. Entre os táxons, como esperado (GRIMALDI & ENGEL, 2005; RAFAEL *et al.*, 2012), as quatro ordens megadiversas (Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera e Coleoptera) obtiveram índices considerados altos ou bem próximo de altos, correspondendo ao grosso da diversidade da área.

Entre espécies ameaçadas, não houve registro na amostragem. Vale, porém, ressaltar que foi observada, mas sem sucesso na coleta, a existência de lepidópteros do gênero *Morpho* (Lepidoptera: Nymphalidae) nas áreas amostradas. Tal grupo contém espécies consideradas ameaçadas, como Morpho menelaus Linnaeus, 1758.

Entre as espécies sinantrópicas e/ou vetores, p. ex., *Periplaneta americana*, *Blatella germanica* [baratas], *Musca domestica* [mosca], *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* [pernilongos], *Triatoma* spp.[barbeiros]), observou-se a ocorrência de ordens

possivelmente sinantrópicas domésticas e/ou peridomésticas, como Blattaria, Orthoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera e Diptera. Entretanto, as espécies encontradas parecem ser predominantemente silvestres, provavelmente com desvantagem em uma eventual competição com espécies domésticas e/ou peridomésticas. Mutucas e pernilongos (Diptera: Tabanidae e Culicidae, respectivamente) podem predominar nas áreas devido à presença próxima de gado e outros animais domésticos, mas não foram identificados como espécies vetoras de doenças, embora os tabanídeos possam transportar eventualmente ovos de moscas (Diptera: Oestridae) causadores da miíase berne. O mesmo efeito da presença de animais domésticos é sentido pela presença constante de “rola-bostas” (Coleoptera: Scarabaeidae), associados a excrementos animais, mas não sendo vetores.

Cabe mencionar a observação e coleta de triatomíneos (barbeiros) na Usina onde estava situado o alojamento. Foram coletados dois exemplares de triatomíneos, provavelmente do gênero Panstrongylus, e um Reduviidae predador, que apresentou comportamento típico dos reduviídeos hematófagos, como pouso no rosto descoberto de pessoas dormindo. Apesar da distância de aproximadamente 20 Km entre a Usina e o terreno, deve-se considerar, preventivamente, a presença de triatomíneos no local.

- Conclusão

As amostragens realizadas revelaram poucas diferenças quantitativas na diversidade entomológica da área em estudo entre os períodos seco e chuvoso. Os pares de pontos de coleta, na ADA e AID, apresentaram um grande índice de similaridade, apenas com algumas exceções. A ordem Diptera foi dominante no total do estudo, seguida das outras três ordens megadiversas (Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera). A presença de espécies silvestres aparentadas a grupos com característica sinantrópica ou peridoméstica, como baratas, mutucas e mosquitos indica uma possível desvantagem das espécies silvestres numa eventual competição com as espécies sinantrópricas. Foi observada, mas não coletada, uma possível espécie ameaçada (*Morpho* sp., Lepidoptera, Nymphalidae) e não foram registrados organismos vetores nas amostras. A continuidade do estudo do material amostrado, com a identificação apurada a níveis taxonômicos cada vez menores é imprescindível para a compreensão da dinâmica ambiental da área em estudo.

Um plano de acompanhamento deve ser constante após o início das obras, incluindo a manutenção de armadilhas Malaise permanentemente no local e a realização periódica de excursões de coleta para a utilização de outras metodologias para o acompanhamento das possíveis alterações da entomofauna local e monitoramento das interfaces entre as espécies de potencial sinantrópico nativas e as provenientes do ambiente antropizado.

6.2.3 BIOTA AQUÁTICA

Nesta seção do Estudo de Impacto Ambiental, são apresentados e discutidos os resultados obtidos nas amostragens da biota aquática, contemplando os grupos fitoplâncton, zooplâncton, zoobentos e ictiofauna. As coletas foram realizadas por analistas ambientais da Vereda, nos meses de maio (período chuvoso) e setembro (período seco) de 2015, abrangendo três igarapés — Cajueiro, Grota Funda e Castanhal — localizados na Área de Influência Direta (AID) da futura CTR Metropolitana, no município de Acará, estado do Pará.

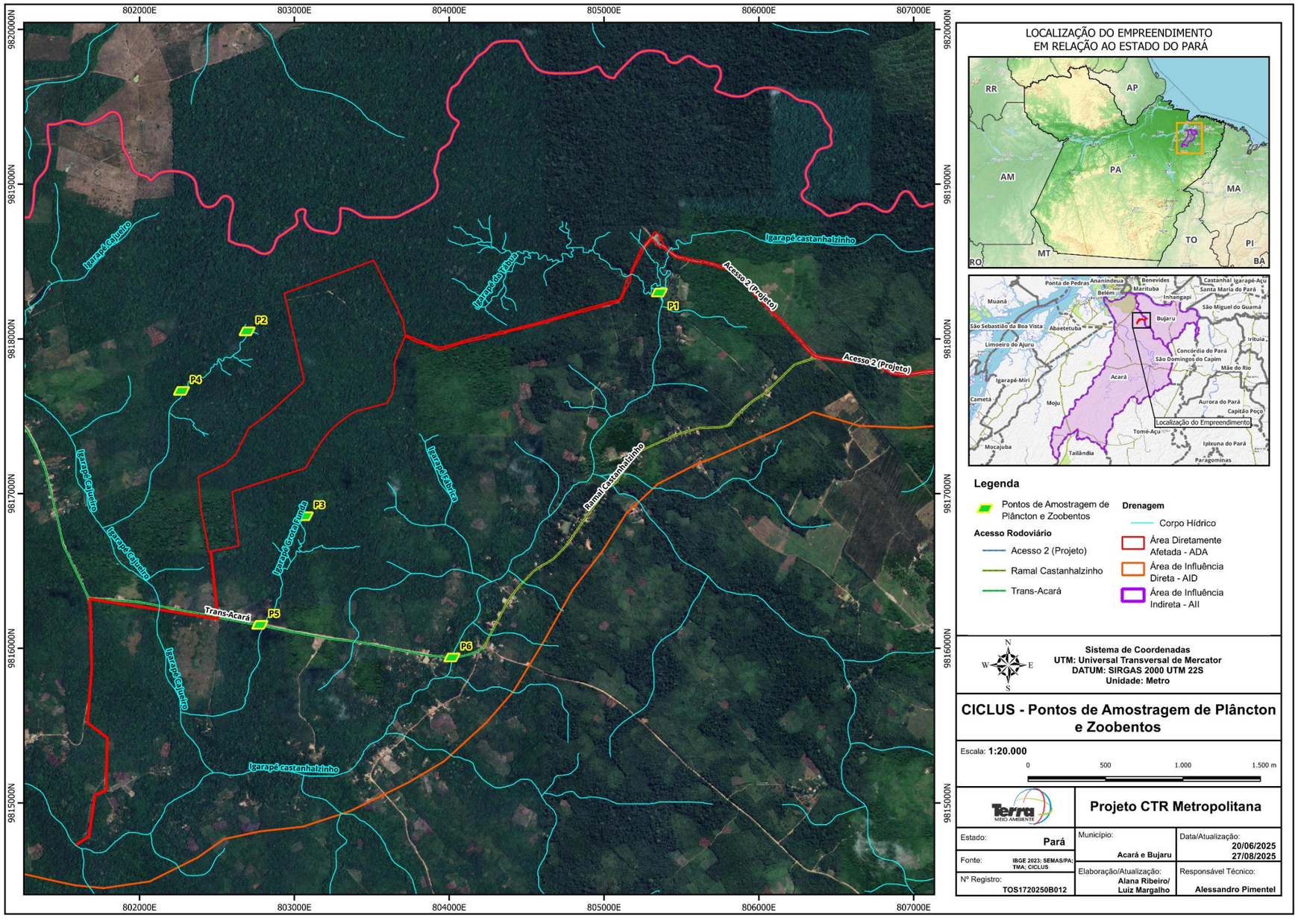
Ressalta-se que os pontos amostrais utilizados para a avaliação da biota aquática coincidiram com aqueles selecionados para as análises físico-químicas da água, o que permitiu uma abordagem integrada entre os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas aquáticos. Além disso, destaca-se que a Área Diretamente Afetada (ADA) não possui corpos hídricos em seus limites, o que restringiu a amostragem da biota aquática à Área de Influência Direta (AID).

Foram definidos dois pontos de coleta (montante e jusante) para cada um dos três igarapés amostrados. Contudo, na campanha de setembro, não foi possível realizar a amostragem de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos no igarapé Grota Funda (tanto a montante quanto a jusante), pois o mesmo encontrava-se seco e/ou com pequenos bolsões de água no seu curso e estes impossibilitaram a coleta. Para a amostragem da ictiofauna, além das coletas realizadas nos igarapés supracitados, outros pontos extras foram utilizados a fim de enriquecer a lista de espécies de peixes da região.

A localização geográfica (UTM) dos pontos de amostragem da biota aquática encontra-se nas tabelas abaixo (as tabelas abaixo) e na figura - representada pelo Mapa de

Pontos de Amostragem de Plâncton e Zoobentos e Figura - mapa de amostragem da Ictiofauna, ambos apresentados ao longo desse capítulo. As metodologias de coleta, assim como os resultados e discussões para cada grupo, serão descritos a seguir.

Figura 6.2-144 – Mapa de Pontos de Amostragem de Plâncton e Zoobentos



Fonte: Terra, 2025.

Tabela 6.2-48 - Localização dos pontos de amostragem para plâncton e zoobentos na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

Ponto	Nome (Igarapé)	Referência	UTM	
			E	S
P1	Castanhal Montante	Próximo à sede da fazenda	805357	9818300
P2	Cajueiro Montante	Nascente	802695	9818049
P3	Grota Funda Montante	Nascente	803070	9816854
P4	Cajueiro Jusante	Próximo à cerca da fazenda	802271	9817664
P5	Grota Funda Jusante	Igarapé cortando a estrada	802777	9816152
P6	Castanhal Jusante	Ponte de madeira	804018	9815941

Tabela 6.2-49 - Localização dos pontos de amostragem para ictiofauna na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

Nome (Igarapé)	UTM	
	E	S
Embaúba	804809	9818687
Grota Funda	803040	9816633
Cajueiro	802655	9817946
Tábua	804484	9818605
Castanhalzinho	805464	9818628
Extra 1	805334	9818317
Extra 2	805254	9818437
Extra 3	805087	9818456

6.2.3.1 FITOPLÂNCTON

- Introdução

O fitoplâncton é constituído principalmente por indivíduos fotossintetizantes unicelulares ou pluricelulares (colônias) de vida livre suspensos na água (SOMMER, 1988). Nos sistemas aquáticos, as microalgas transformam energia solar em biomassa, produzem o oxigênio que é dissolvido na água e usado pelos demais organismos aquáticos e, atuam na mineralização e no ciclo dos elementos químicos (VIDOTTI *et al.,* 2004). Por serem organismos fotossintetizantes, encontram-se na base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, representando importante fonte de alimento para microcrustáceos, peixes de hábito alimentar planctívoro e onívoro.

Em Estudos de Impacto Ambiental (EIA), a avaliação dos padrões de distribuição espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica é muito importante, uma vez que estes micro-organismos funcionam como excelentes bioindicadores das condições de qualidade de água local devido ao seu curto tempo de geração (em ordem de horas e dias) e rápidas respostas à variabilidade ambiental (PADISÁK *et al.,* 2003).

Os principais fatores que regulam a dinâmica do fitoplâncton são: luz, macronutrientes (nitrogênio-N, fósforo-P, incluindo fontes de C- carbono), temperatura e herbivoria ou predação por zooplâncton, peixes onívoros e planctívoros, que também controlam o crescimento do fitoplâncton (REYNOLDS, 2006). Em sistemas lóticos, como rios e igarapés, um fator adicional que regula a dinâmica e a densidade fitoplanctônica é o fluxo contínuo e a intensidade da descarga de água (VANNOTE *et al*., 1980).

Os rios, em geral, são caracterizados pelo reduzido tempo de residência da água, turbulência constante, coluna d'água normalmente não estratificada, alto aporte de nutrientes da bacia de drenagem e de sedimento, além de elevadas concentrações de material em suspensão (DESCY, 1993). Em geral, sistemas lóticos apresentam reduzidos valores de densidade e de riqueza de espécies fitoplanctônicas devido ao fluxo contínuo e velocidade da vazão, pois poucas espécies são adaptadas a crescer sob tais condições (REYNOLDS, 2006). Entretanto, com a intensificação das atividades humanas no entorno (captação de água, estabelecimento de moradias etc.) e o aporte de material para os rios (rejeitos domésticos, industriais dentre outras), impactos

negativos podem ser observados sobre o sistema com reflexos na qualidade da água, nas comunidades aquáticas e muitas vezes na descarga do rio.

- Metodologia De Coleta

O estudo se baseou em 20 amostras de água de subsuperfície (quantitativas e qualitativas). A coleta foi realizada no período chuvoso, em seis estações amostrais (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) no período seco, em quatro estações amostrais (P1, P2, P4 e P6).

Para as análises quantitativas, foi utilizado um amostrador metálico de inox (Figura 6-145) com o qual foi coletada água subsuperficial dos igarapés e estas foram fixadas com solução de Lugol. Para as análises qualitativas, foi realizado arrasto subsuperficial com rede de plâncton (Figura abaixo) com 20μm de abertura de malha e o material foi fixado com formaldeído a 2%. As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro de 150 mL.

Figura 6.2-145 – Registro fotográfico da metodologia de coleta de plâncton.



a) Coleta de fitoplâncton com amostrador metálico, para amostras quantitativas.



b) Coleta com rede de malha de 20□m para amostras qualitativas.

- Análise Das Amostras

As amostras qualitativas foram analisadas através de microscópios ópticos *Olympus* BH2, IX70 e BX51. A abundância fitoplanctônica (indivíduos por mL e células por mL) foi estimada nas amostras quantitativas segundo o método de sedimentação (UTERMÖHL, 1958) em microscópio invertido Zeiss Oberkochen, modelo Axiovert 10, a 400x. O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou detritos. O tempo de sedimentação foi de pelo menos três horas para cada centímetro

de altura da câmara (MARGALEF, 1983). Os indivíduos (células, colônias, filamentos) foram enumerados em campos aleatórios (UHELINGER, 1964), em número suficiente para alcançar 100 indivíduos da espécie mais frequente, sendo o erro inferior a 20%, a um coeficiente de confiança de 95% (LUND *et al*., 1958).

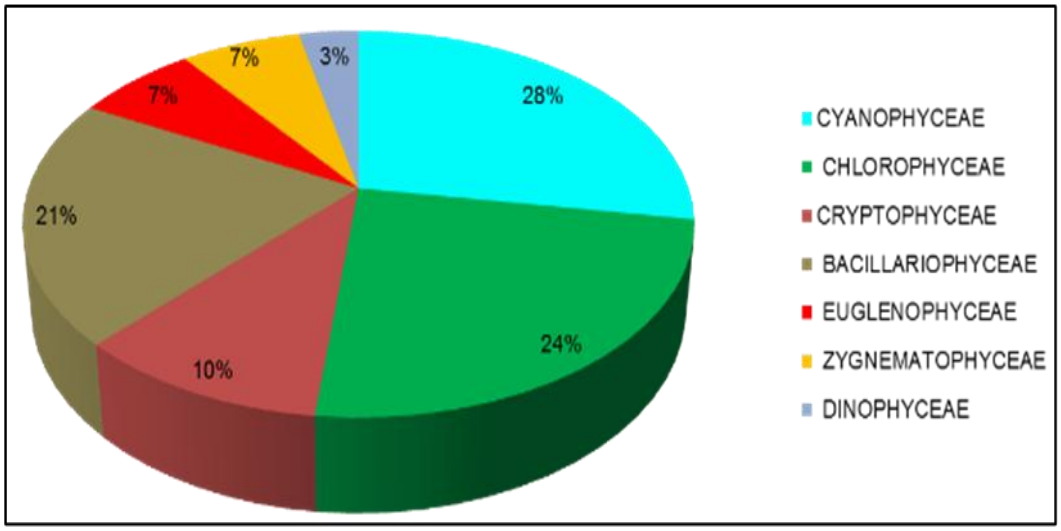
- Análise Dos Dados

A diversidade específica da comunidade fitoplanctônica foi estimada pelo Índice de Shannon e Wiener (SHANNON & WEAVER, 1963) a partir dos dados de densidade expresso em bits/ind. A equitabilidade (Uniformidade) foi avaliada de acordo com PIELOU (1966). Esta foi expressa em percentual e mede o grau de desigualdade ou uniformidade no qual a densidade total de espécies é distribuída entre as espécies. Desta maneira, uma baixa equitabilidade (< 50%) indica que grande parte da densidade esteja concentrada em uma só espécie (distribuição desigual) enquanto uma elevada equitabilidade (> 50%) indica que a densidade das espécies está igualmente distribuída entre elas (uniformidade).

- Resultados
- Composição e diversidade de espécies

A biodiversidade fitoplanctônica (composição florística) durante o período de estudo totalizou 29 táxons, distribuídos nas seguintes classes taxonômicas: oito Cyanophyceae (Cianobactérias), uma Dinophyceae (Dinoflagelado), três Cryptophyceae (Criptofíceas), seis Bacillariophyceae (Diatomáceas), duas Euglenophyceae (Euglenofíceas), sete Chlorophyceae (Clorofíceas) e duas Zygnematophyceae (Desmidiáceas) (figura abaixo).

Figura 6.2-146 – Porcentagem de contribuição, em número de táxons por classe taxonômica com base nas amostras qualitativas e quantitativas em maio e setembro de 2015.



- Densidade

As densidades fitoplanctônicas, estimadas nas amostras quantitativas, variaram de 388 a 4.831 células.mL^{-1}, com o menor valor na estação P2 em setembro/2015 e o maior valor na estação P5 em maio/2015 (Figura abaixo). Os principais organismos que contribuíram para as densidades foram representantes de Cyanophyceae (*Cyanogranis ferruginea, Synechococcus nidulans, Synechocystis aquatilis* e *Synechocystis* cf. *parvula*) e Chlorophyceae (*Chlorella homosphaera, Choricystis chodatii* e *C. minor*) (Figura abaixo).

Em relação à densidade de Cyanophyceae (células.mL^{-1}), todas as estações apresentaram valores abaixo de 20 mil cel.mL^{-1}, os quais variaram de 247 a 4.602 cél.mL^{-1}, com o menor valor na estação P2 em setembro/2015 e o maior valor na estação P5 em maio/2015 (Figura abaixo).

Figura 6.2-147– Variação da densidade total em céls.mL-1 da comunidade fitoplanctônica na campanha de maio de 2015 e setembro de 2015.

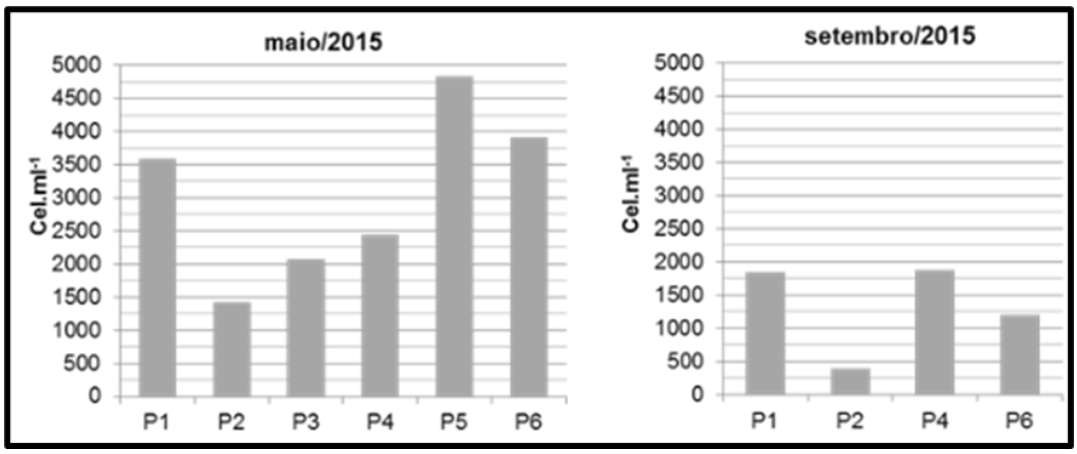


Figura 6.2-148–Variação da densidade relativa por classe taxonômica em céls.mL-1 da comunidade fitoplanctônica na campanha de maio de 2015 e setembro de 2015.

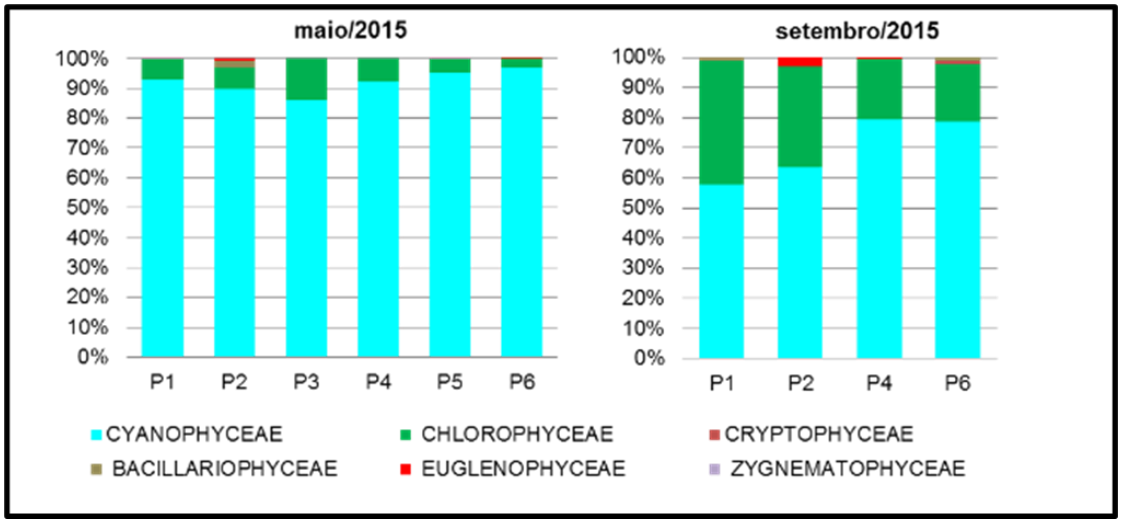
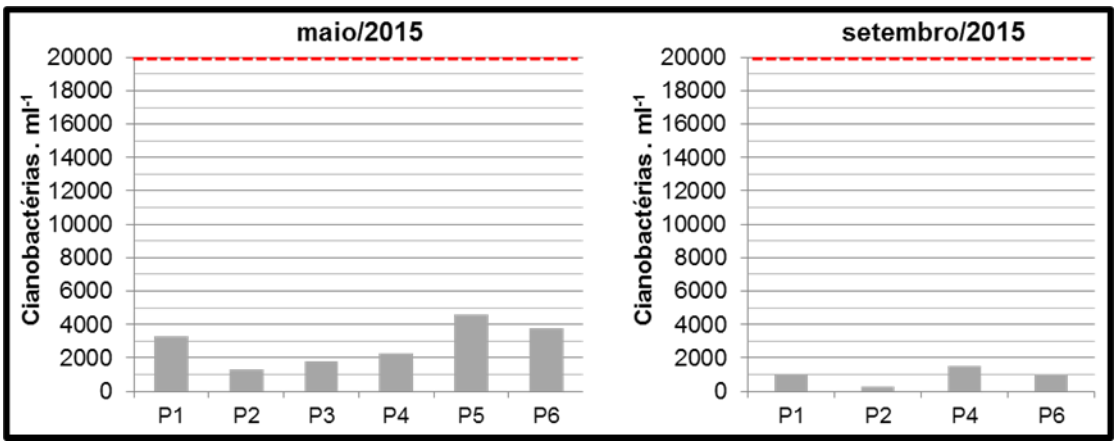


Figura 6.2-149 – Variação da densidade total de cianobactérias em céls.mL-1 na campanha de maio de 2015 e setembro de 2015.



- Riqueza, diversidade e equitabilidade

A riqueza de espécies nas estações fluviais variou de 6 a 14 táxons por amostra, com o menor valor na estação P3 e o maior valor na estação P5, ambos em maio de 2015 (Figura abaixo). A diversidade apresentou valores abaixo de 2,5 bits/ind em todas as estações amostrais, variando de 0,99 a 2.49 bits/ind, com o menor valor na estação P5 em maio de 2015 e o maior valor na estação P1 em setembro de 2015 (Figura 6-151). A equitabilidade apresentou valores acima de 50% na maioria das estações, com menor valor registrado (26%) para estação P5 em maio de 2015 e o maior valor (83%) na estação P1 em setembro de 2015 (Figura abaixo).

Figura 6.2-150– Variação da riqueza em táxons por amostra na campanha de maio de 2015 e setembro de 2015

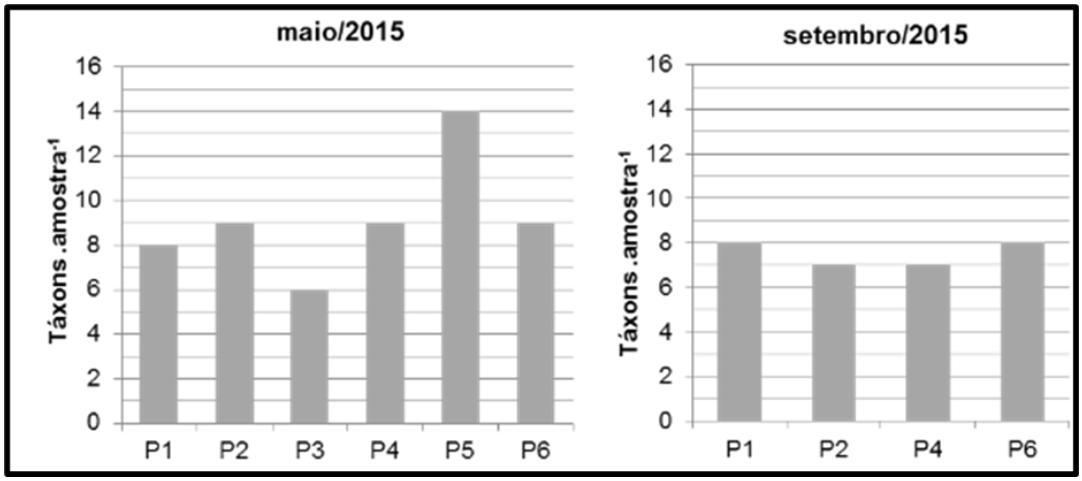


Figura 6.2-151– Variação da diversidade Shannon e Wiener (em bits/ind) nas campanhas de maio e setembro de 2015. Linha pontilhada correspondendo a 2,5 bits/ind.

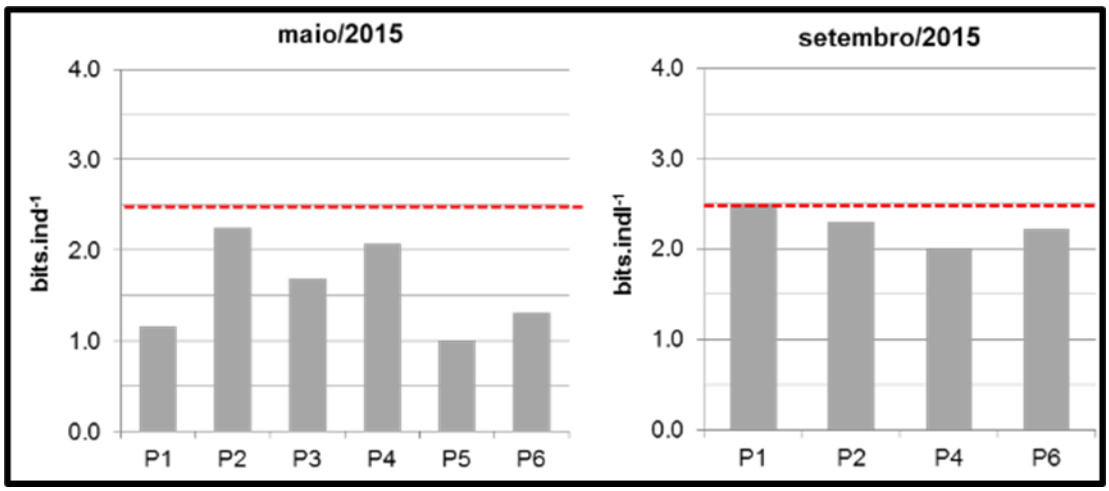
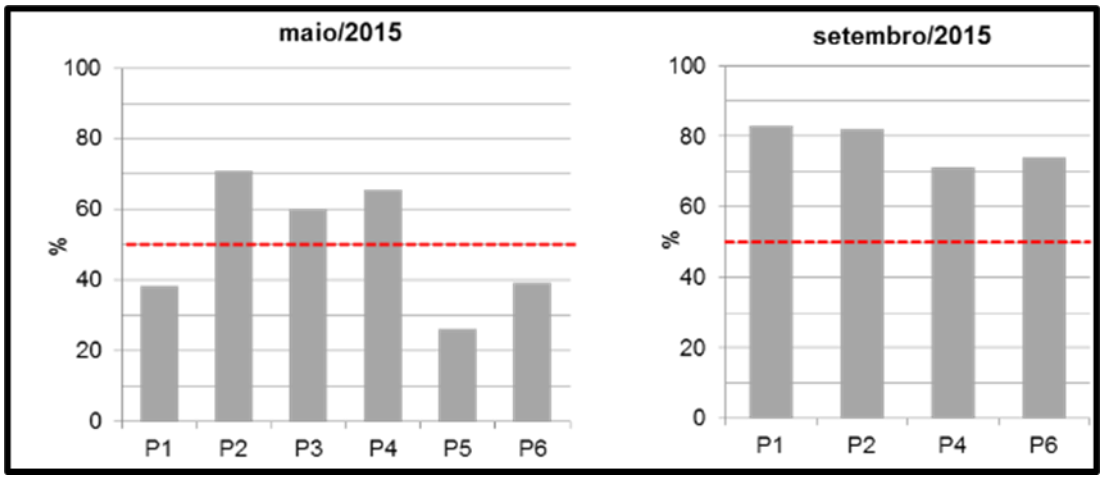


Figura 6.2-152 – Variação da equitabilidade em porcentagem nas campanhas de maio e setembro de 2015. Linha pontilhada correspondendo a 50% de equitabilidade.



- Discussão

A composição florística nos dois períodos analisados foi típica de águas doces, apresentando uma maior representatividade de Cyanophyceae, Bacillariophyceae e Chlorophyceae.

Os táxons que mais contribuíram para a densidade total foram representantes da classe Cyanophyceae (*Cyanogranis ferruginea, Synechococcus nidulans, Synechocystis aquatilis* e *Synechocystis cf. parvula*) seguidos de Chlorophyceae (*Chlorella homosphaera, Choricystis chodatii* e *C. minor*). Representantes de Cyanophyceae são resistentes às variações ambientais e têm a capacidade de sobreviver em condições adversas (MOLICA & AZEVEDO, 2009) e estão frequentemente associados às

condições eutróficas (PANOSSO *et al.,* 2007; PADISÁK, 1997). Os táxons mais representativos de Cyanophyceae e Chlorophyceae se caracterizam por pequenas dimensões celulares (<3um) e apresentam uma alta razão superfície/volume. Geralmente, táxons com essas características morfológicas são bem adaptados a uma rápida aquisição de recursos, o que proporciona rápido crescimento, além disso, são mais resistentes ao afundamento (REYNOLDS, 1984; KRUK *et al*., 2009).

Em relação à sazonalidade, as densidades fitoplanctônicas registradas na maioria das estações no período chuvoso (maio/2015) foram maiores do que as registradas para o período seco (setembro/2015). Flutuações sazonais da densidade fitoplanctônica têm sido registradas em outros sistemas aquáticos do estado do Pará, como o rio Guamá (COSTA, 2008) assim como outros sistemas aquáticos brasileiros. Geralmente durante o período chuvoso a quantidade de nutrientes no sistema hídrico pode aumentar. Isso ocorre porque as chuvas são grandes responsáveis pelo carreamento superficial de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, facilitando ainda mais a proliferação das algas (VIDAL *et al.,* 2014).

Levando em consideração apenas a densidade de cianobactérias segundo a RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, durante o período de estudo todas as estações fluviais analisadas foram classificadas como água de Classe I, com a densidade de cianobactérias abaixo de 20.000 cel.mL^{-1}, podendo ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

A riqueza de espécies encontrada foi baixa tanto no período chuvoso quanto seco, apresentando máximo valor de riqueza de 14 táxons/amostra. Entretanto, a elevada equitabilidade (>50%) indicou que em grande parte dos pontos amostrais a densidade das espécies (em ind/L) esteve igualmente distribuída entre os táxons encontrados. Já a diversidade na maioria das estações de estudo apresentou valores relativamente baixos (abaixo de 2,5 bits/ind) considerando que a diversidade tende a variar de 1 a 5 bits/ind, raramente ultrapassando o maior valor (MARGALEF, 1983). Em sistemas

fluviais próximos à área de estudo, como o rio Guamá e rio Arienga, a riqueza de espécies pode chegar 35 táxons/amostra e 45 táxons/amostra, respectivamente (MONTEIRO *et al*., 2009; SENA, 2012). Contudo, valores de riqueza semelhantes ao encontrado no presente estudo foram registrados para igarapés do Amapá (PASCOALOTO *et al*., 2013). De forma geral, reduzidos valores de riqueza e diversidade em rios e igarapés são comuns devido ao fluxo contínuo e velocidade da vazão da água, além da grande quantidade de material em suspensão que reduz a intensidade luminosa (SOMMER *et al.,* 1988; DESCY, 1993). Esses fatores podem restringir o número de espécies com habilidade de sobreviver em sistemas turbulentos e com baixa disponibilidade de luz (REYNOLDS *et al.,* 1994; REYNOLDS, 2006).

6.2.3.2 ZOOPLÂNCTON

- Introdução

Nos ecossistemas aquáticos, os organismos zooplanctônicos são determinantes para a transferência de energia, e a variação espacial e temporal na distribuição destes organismos é influenciada por diversos fatores: disponibilidade de alimento, eventos atípicos e principalmente, pela combinação e interação destes fatores (LI *et al*., 2000).

Há poucos trabalhos disponíveis sobre a comunidade zooplanctônica na região Norte do Brasil, de uma forma geral, o estado do Pará é uma das regiões menos estudadas no Brasil com relação ao zooplâncton (ARAÚJO, 1996).

Os primeiros estudos sobre o zooplâncton no litoral norte do Brasil foram realizados por DAHL (1894) e WRIGHT (1936a, b), em água doce. Posteriormente, foram realizados alguns estudos sobre a comunidade zooplanctônica no Pará, especialmente na região costeira ou que recebe influência da mesma (CALEF & GRICE, 1967; CIPÓLLI & CARVALHO, 1972, 1973; LOPES, 1981; ROCHA, 1984; BJÖRNBERG & CAMPANER, 1990; MELO & SILVA, 1995; MAGALHÃES, 1998, 2003; FARIAS & BATISTA, 1999; PERES, 1999; BASTOS *et al*., 2002; NEVIS, 2003; BARRAL, 2004; RAMOS, 2004; MAGALHÃES *et al*., 2005; MELO *et al*., 2005, 2006; MARTINS *et al*., 2005).

Quase não há estudos sobre as variáveis limnológicas e as condições dos sistemas lóticos e lênticos tropicais e subtropicais de menor porte no Brasil, e os estudos desta natureza no estado do Pará são quase nulos (BRITO, 2008).

- Metodologia De Coleta

Assim como o ocorrido para o fitoplâncton, para o zooplâncton também foram realizadas análises qualitativas e quantitativas.

Para as análises qualitativas (figura abaixo), foi utilizada rede de 50μm de abertura de malha com a qual se realizou arrastos oblíquos na subsuperfície em distâncias de 10 metros, quando foi possível.

Para as análises quantitativas (Figura abaixo), foi utilizada garrafa de Van Dorn de 3 litros a qual foi enchida por 5 vezes, perfazendo um total de quinze litros. A cada enchimento, o volume foi filtrado em malha de 50μm e, ao final do processo, foi utilizado um pissete para lavar o material aderido à malha com o intuito de armazenar o conteúdo em potes de plástico de 500mL.

Tanto as amostras qualitativas quanto as quantitativas foram fixadas em formol a 4% adicionados aos potes de plástico para posteriores análises.

Figura 6.2-153 – Registro fotográfico das coletas realizadas.



a) Coleta de zooplâncton com rede de malha de 50□m para amostras qualitativas.



b) Coleta com garrafa de Van Dorn, para as amostras quantitativas

- Análise Das Amostras

No laboratório, foi realizada a contagem total dos indivíduos nas amostras, sob microscópio estereoscópico e a identificação mais refinada foi feita com a análise dos indivíduos em montagem entre lâmina e lamínula, sob microscópio composto.

A identificação foi realizada até o menor nível de detalhe taxonômico possível, com a utilização de bibliografia específica para cada grupo, sendo a classificação dos táxons checada no banco de dados internacional "WoRMS" - "*World Register of Marine Species"* (http://www.marinespecies.org/). Os resultados de abundância foram expressos em termos de indivíduos por m³ de água filtrada.

- Análise Dos Dados

Foram realizadas análises de composição taxonômica, riqueza, densidade, abundância relativa, frequência de ocorrência, dominância, índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J').

A diversidade de Shannon-Wiener (bits.ind^{-1}) e a equitabilidade de Pielou foram calculadas com o programa estatístico PAST (*Paleontological Statistics software package for education and data analysis*) (HAMMER *et al.,* 2001).

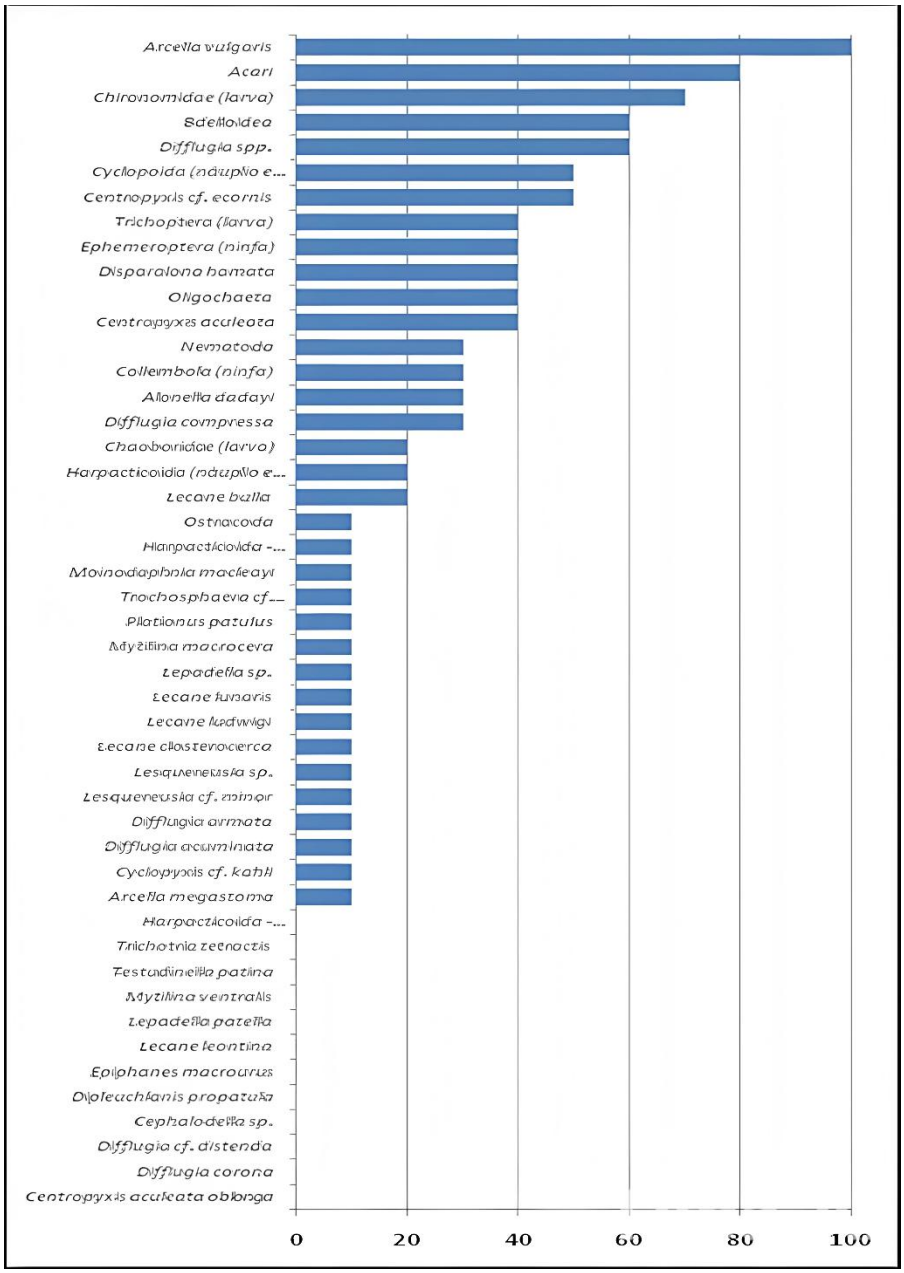
A fim de determinar agrupamentos faunísticos similares, foi feito uma análise de cluster com os dados de densidade dos táxons transformados em Log (X + 1), calculado o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis e realizada a classificação pela média do grupo UPGMA, utilizando o programa *Primer* 6 (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*).

- Resultados

Foram encontradas 46 categorias taxonômicas, pertencentes a cinco filos: Amoebosoa (tecamebas) (14 táxons), Rotifera (17 táxons), Annelida (1 táxon), Arthropoda (13 táxons) e Nematoda (1 táxon) (Tabela abaixo).

Os táxons mais frequentes no período de estudo foram: *Arcella vulgaris* (tecameba), que ocorreu em todas as amostras; e Acari (ácaros) e larvas de Chironomidae (insetos), com mais de 60% de ocorrência nas amostras coletadas (Figura abaixo).

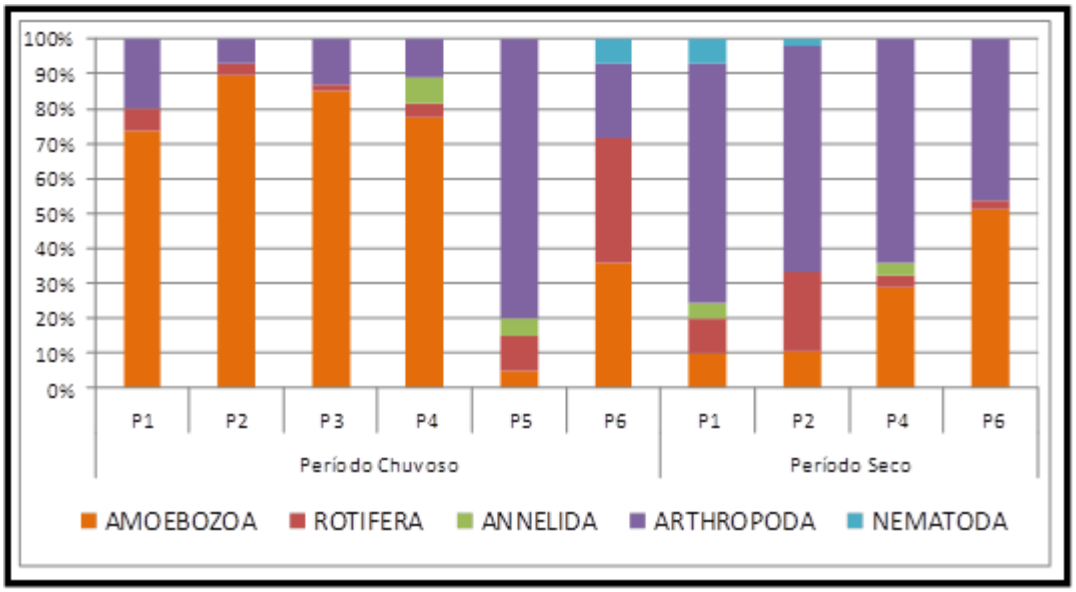
Figura 6.2-154 – Frequência de ocorrência (%) dos táxons registrados nas amostras de zooplâncton, coletadas a montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015.



Com relação a abundância relativa (%), que corresponde a proporção dos táxons em cada amostra, observou-se a dominância de Amoebozoa (predominantemente de *Arcella vulgaris*) no período chuvoso, especialmente nos pontos de coleta a montante dos igarapés (P1, P2 e P3) e a jusante do igarapé Cajueiro (P4) (Figura abaixo). Os pontos P5 e P6, que estão localizados a jusante dos igarapés Grota Funda e Castanhal, respectivamente, tiveram no período chuvoso uma distribuição heterogênea entre os

grupos, e mais semelhante com a distribuição observada no período seco devido ao aumento das proporções de Rotifera e Arthropoda.

Figura 6.2-155– Abundância relativa (%) dos táxons encontrados nas amostras de zooplâncton, coletadas a montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015.



A riqueza de espécies teve valores moderados e foi maior no período seco, apesar da diminuição do número de espécies de tecamebas, devido ao aumento do número de táxons de rotíferos e artrópodes (figura abaixo).

Tabela 6.2-50 - Número de táxons observados em cada grande grupo taxonômico, nos períodos chuvoso e seco, nas amostras de zooplâncton coletadas a montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015.

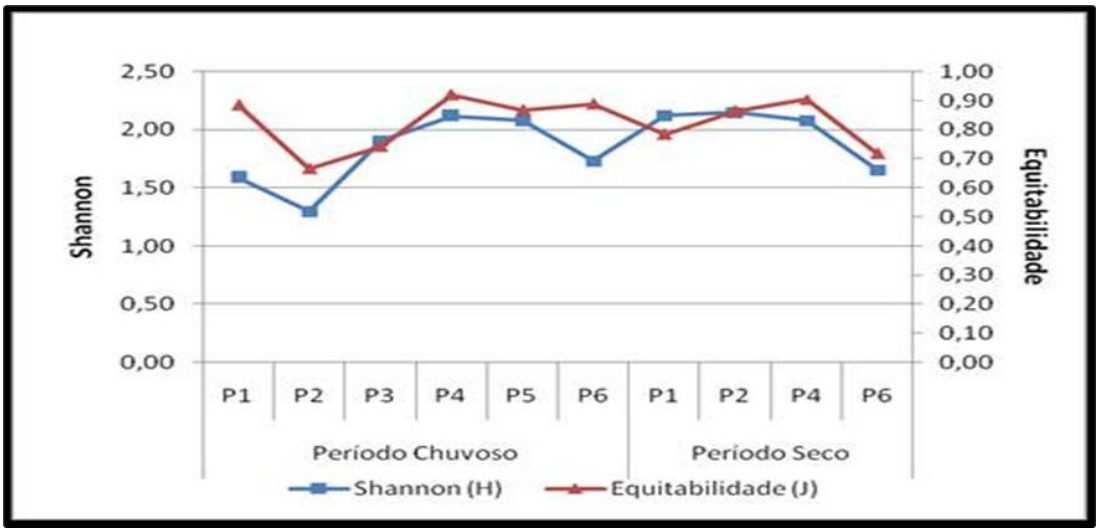
Grupo taxonômico	Período	
	Chuvoso	Seco
Amoebozoa	11	7
Rotifera	8	14
Annelida	1	1
Arthropoda	10	12
Nematoda	1	1
Total	31	35

A diversidade de Shannon (J´) teve valores medianos e relativamente semelhantes entre as duas épocas de coleta, sendo o menor valor (1,296 bits.ind^{-1}) e o maior valor (2,147

bits.ind^{-1}) observados no ponto de coleta a montante do igarapé Cajueiro (Ponto 2), no período chuvoso e seco, respectivamente (Figura abaixo).

Os valores de equitabilidade foram relativamente altos e acompanharam o padrão de variação do índice de diversidade (Figura 6-156). A equitabilidade variou de 0,6662 (P2, chuvoso) até 0,9194 (P4, seco), demonstrando uma comunidade relativamente homogênea.

Figura 6.2-156– Diversidade de Shannon-Wiener (H´) e equitabilidade (J´) da comunidade zooplanctônica, nas amostras coletadas a montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015.



Os Amoebozoa (tecamebas) foram representados por 14 táxons (30% do total de táxons encontrados) na região. Foram representados por cinco gêneros: Arcella (A. megastoma e A. vulgaris), Centropyxis (C. aculeasta, C. aculeata oblonga e C. cf. ecornis), Cyclopyxis (C. cf. kahli), Difflugia (D. acuminata, D. armata, D. compressa, D. corona, D. cf. distenda, e Difflugia spp.) e Lesquereusia (L. cf. minor e Lesquereusia sp.).

Os táxons Arcella vulgaris, Centropyxis aculeata, Centropyxis cf. ecornis e Difflugia spp. estiveram amplamente distribuídos, ocorrendo nas duas coletas, sendo Arcella vulgaris presente em todas as amostras coletadas (Tabela abaixo).

Tabela 6.2-51 - Presença dos táxons no período chuvoso e seco, nas amostras de zooplâncton, coletadas a montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015. Legenda: C1 – Campanha 1 (período chuvoso) e C2 – Campanha 2 (período seco).

	Primeira Campanha (30/maio/2015)						Segunda Campanha (setembro/2015)			
TÁXON	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 4	Ponto 6
TECAMEBAS										
Arcella megastoma										■
Arcella vulgaris	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Centropyxis aculeata	■	■	■	■						■
Centropyxis aculeata oblonga								■		■
Centropyxis cf. ecornis	■	■	■	■			■		■	
Cyclopyxis cf. kahli		■	■	■	■					
Difflugia acuminata				■						
Difflugia armata	■									
Difflugia compressa		■	■	■	■					
Difflugia corona	■									
Difflugia cf. distenda								■		
Difflugia spp.		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lesquereusia cf. minor		■								
Lesquereusia sp.			■			■				
ROTIFERA										
Cephalodella sp.							■			
Dipleuchlanis propatula							■			
Epiphanes macrourus										■
Lecane bulla	■			■	■	■	■			■
Lecane closterocerca					■	■				■
Lecane leontina									■	■
Lecane ludwigi					■	■				
Lecane lunaris	■						■	■	■	■
Lepadella patella								■		
Lepadela sp.							■			■
Mytilina macrocera	■									
Mytilina ventralis										■
Plationus patulus									■	
Testudinella patina								■	■	
Trichotria tetractis						■				■
Trochosphaera cf. aequatorialis										
Bdelloidea	■	■	■	■	■		■	■	■	■
ANNELIDA										
Oligochaeta				■	■		■	■	■	
ARTHROPODA										
Acari	■	■	■	■	■		■	■	■	■
Crustacea										
Cladocera										
Alonella dadayi		■	■		■		■			■
Disparalona hamata					■	■				■
Moinodaphnia macleayi					■					
Copepoda										
Cyclopoida (náuplio e copepódito)		■	■			■	■	■	■	■
Harpacticoida (náuplio e copepódito)							■	■	■	■
Harpacticoida - Canthocamptidae	■			■			■			
Harpacticoida - Parastenocarididae								■		
Ostracoda										
Insecta										
Ephemeroptera (ninfa)			■		■		■		■	■
Chaoboridae (larva)					■		■			
Chironomidae (larva)		■	■		■	■	■	■	■	■
Collembola (ninfa)		■	■	■						
Trichoptera (larva)							■	■	■	■
NEMATODA						■	■	■	■	■

Os táxons Cyclopyxis cf. kahli, Difflugia acuminata, D. armata, D. compressa, D. corona, Lesquereusia cf. minore, Lesquereusia sp. só ocorreram no período chuvoso (primeira coleta); e *Arcella megastoma, Centropyxis aculeata oblonga* e *Difflugia* cf. *distenda*, foram registradas somente no período seco (segunda campanha) (Tabela acima).

Foram registrados 17 táxons de Rotifera, sendo Bdelloidea o mais amplamente distribuído. Os táxons Lecanebulla, L. closterocerca, L. lunaris, Trichotria tetractis e Bdelloidea foram registrados tanto no período chuvoso quanto no seco. Diversas espécies foram assinaladas somente no período chuvoso (Lecane ludwigi, Mytilina macrocera e Trochosphaera cf. aequatorialis) ou no período seco (Cephalodella sp., Dipleuchlanis propatula, Epiphanes macrourus, Lecane leontina, Lepadella patela, Lepadella sp., Mytilina ventralis, Plationus patulus e Testudinella patina), sendo a riqueza maior no período seco.

Os cladóceros apresentaram-se esparsamente distribuídos, sendo Alonella dadayi e Dispara Ionahamata (Chydoridae) encontrados nas duas estações do ano, e Moinodaphnia macleayi (Moinidae) apenas no período chuvoso (Tabela acima).

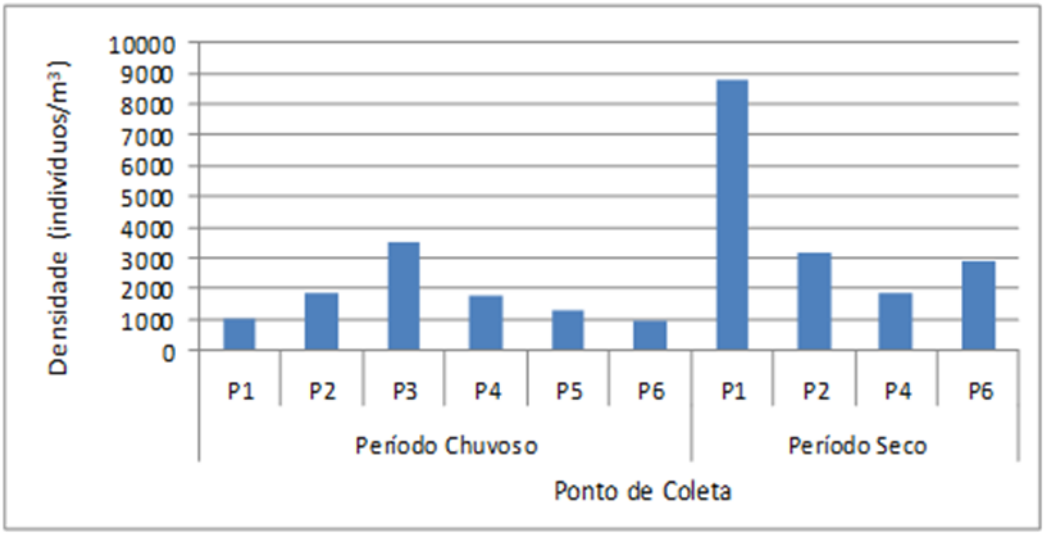
Os copépodes (Ciclopóides e Harpacticóides) somente foram registrados em sua fase naupliar ou de copepodito, e foram mais frequentes no período seco.

Foram observadas larvas e ninfas de diversos grupos de insetos (Ephemeroptera, Chaoboridae, Chironomidae, Collembola e Trichoptera). Ocorreram heterogeneamente distribuídas, e foram mais frequentes no período seco. Das larvas de insetos encontradas, predominaram as larvas de Chironomidae e, no período seco (segunda campanha), também as larvas de Trichoptera.

Além dos grupos citados, ocorreram na área de estudo oligoquetos (Annelida), ácaros (Acari) e ostrácodes (Artrópodes). Os dois primeiros grupos foram registrados tanto no período chuvoso como seco, e os ostrácodes somente no período seco (Tabela acima)

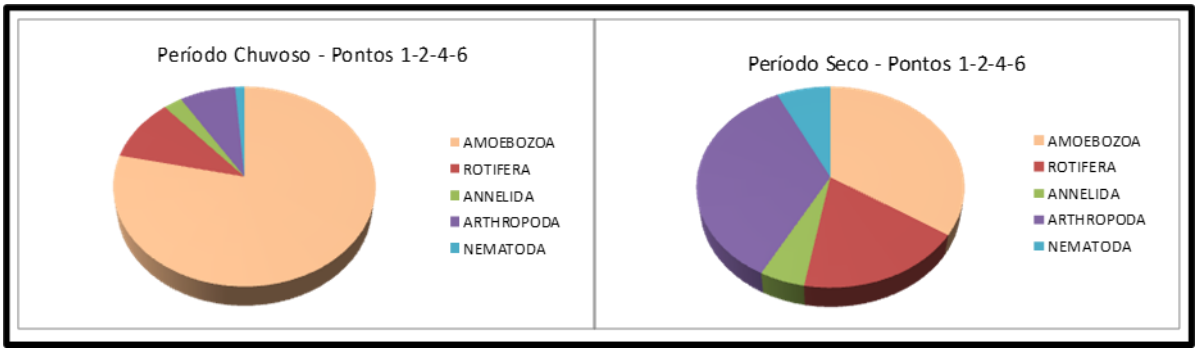
A densidade do zooplâncton variou de 933 ind.m^{-3} (P6, a jusante do igarapé Castanhal) a 3533 ind.m^{-3} (P3, a montante do igarapé Grota Funda) no período chuvoso e foram menores que os valores encontrados no período seco, quando variaram de 1867 ind.m^{-3} (P4, a jusante do igarapé Cajueiro) a 8800 ind.m^{-3} (P1 – a montante do igarapé Castanhal) (Figura abaixo).

Figura 6.2-157 –A montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015.



Em termos quantitativos, as tecamebas foram o grupo mais abundante no período chuvoso. No período seco, este grupo ocorreu em menores números e todos os demais grupos aumentaram em abundância, sendo este aumento mais expressivo para os artrópodes e rotíferos (Figura abaixo).

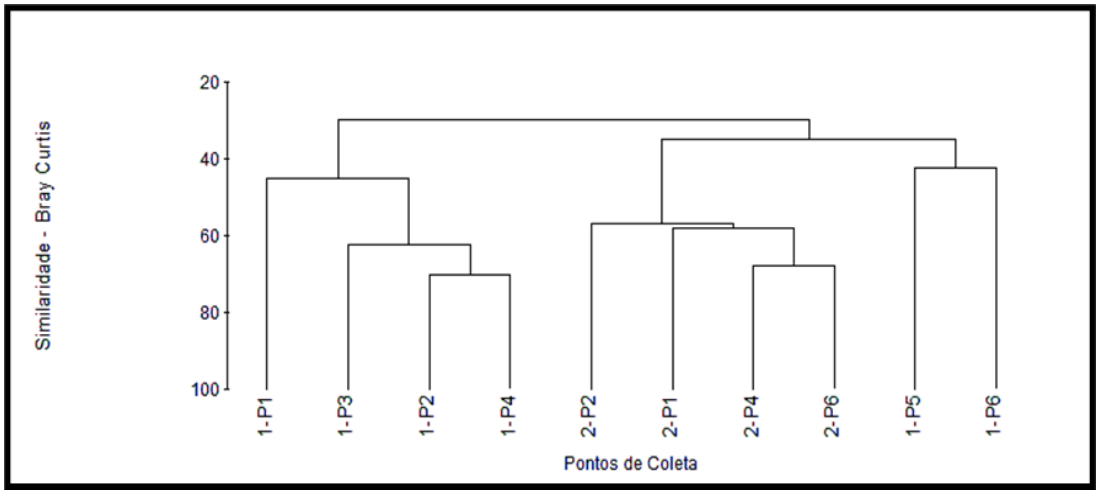
Figura 6.2-158– Proporção (%) entre os principais grupos da comunidade zooplanctônica, nas amostras coletadas a montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015.



A análise *cluster* permitiu evidenciar três agrupamentos principais, com base na análise das densidades de todos os táxons presentes nas amostras (Figura abaixo). O grupo (1) foi caracterizado pelas estações a montante dos igarapés (P1, P2, P3) e a jusante do igarapé Cajueiro (P4), na estação chuvosa (campanha 1), o grupo (2) englobou todas as amostras coletadas na estação seca (P1, P2, P4 e P6), e o grupo (3) compreendeu

as estações localizadas a jusante dos igarapés Grota Funda e Castanhal (P5 e P6, respectivamente), na estação chuvosa. O grupamento (3), apesar de ter valores de densidades baixos e semelhantes aos observados no período seco, tiveram uma proporção entre os táxons mais homogênea e semelhante ao verificado nas coletas no período seco, por isso sua maior proximidade com este grupamento.

Figura 6.2-159– Dendrograma dos pontos de coleta no período chuvoso e seco, com base nas densidades dos táxons presentes nas amostras de zooplâncton coletadas a montante e a jusante dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, no município de Acará - Pará, em maio e setembro de 2015.



- Discussão

Na região tropical, as tecamebas são muito frequentes e abundantes nos diversos ambientes, especialmente no plâncton de rios e igarapés. Podem ocorrer também em ambientes úmidos terrestres, associadas a diversos tipos de substratos. Alimentam-se de detritos, bactérias, diatomáceas, algas, rotíferos e outros protozoários (VELHO *et al.*, 2000a, 2000b, 2001). O grande espectro de ocorrência das tecamebas torna atraente a sua utilização como indicadoras da qualidade da água (SOUZA, 2008). Contudo, no presente estudo a distribuição das tecamebas foi heterogênea, não sendo observadas espécies com preferência por determinada região.

Os cladóceros Chydoridae ocorrem com bastante frequência em ambientes com a presença de vegetação, especialmente macrófitas, que garantem o suprimento alimentar para estes organismos, que são raspadores e se alimentam principalmente de detritos e algas epifíticas (GÜNTZEL *et al.,* 2010).

Alonella dadayi é uma espécie de Chydoridae bastante frequente nos ambientes aquáticos brasileiros, ocorrendo no Amazonas, Pará, Ceará, Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (VAN DAMME & DUMONT, 2010). A espécie *Disparalona hamata*, tem ampla distribuição nas regiões norte, nordeste e centro-oeste do Brasil, e tem sido registrada no Pará, Ceará, Pernambuco, Bahia, Goiás e Mato Grosso (ELMOOR-LOUREIRO, 2007, 2015). *Moinodaphnia macleayi* é um cladócero filtrador, encontrado esparsamente em diversas regiões do Brasil, e frequentemente associado à vegetação aquática, especialmente macrófitas (ELMOOR-LOUREIRO, 1997).

A comunidade zooplanctônica apresentou-se heterogênea, em termos de ocorrência, e os táxons encontrados são frequentemente assinalados nos ambientes aquáticos do Brasil. A presença de detritos e vegetação em diversos pontos de coleta, oferece alimento e abrigo, e favorece o estabelecimento de determinadas espécies, especialmente de Rotifera e Cladocera (GÜNTZEL *et al.,* 2010).

As alterações hídricas em função da contribuição diferencial de chuvas entre as estações do ano (sazonal) alteram significativamente as condições ambientais que sustentam as comunidades biológicas nos ambientes aquáticos (COSTA *et al.,* 2011). Esta variação sazonal pode ser determinada na região de estudo, apesar da distribuição espacial heterogênea dos organismos.

6.2.3.3 ZOOBENTOS

- Área De Estudo

Os animais bentônicos (ou zoobentos) são aqueles organismos que vivem em contato com o substrato e são separados em duas categorias ecológicas com base no local onde eles vivem em relação ao substrato: a epifauna, que engloba os organismos que vivem sobre o substrato e podem colonizar substratos consolidados (costões rochosos, recifes de coral, madeira, etc.), e a infauna, que é composta por aqueles que colonizam o interior do substrato, neste caso, em fundos sedimentares inconsolidados (lama, areia, cascalho, etc.) (LALLI; PARSONS, 1997; NYBAKKEN; BERTNESS, 2005).

A distribuição do zoobentos é controlada por muitos fatores, dentre os quais, destacam-se: disponibilidade e qualidade do alimento, tipo de sedimento (orgânico, arenoso, argiloso etc.), substrato (pedra, madeira etc.), temperatura do meio, concentração de oxigênio e gás sulfídrico (ESTEVES, 1998).

Os organismos do zoobentos desempenham um importante papel funcional nos ecossistemas límnicos, pois participam no processo de transformação da matéria orgânica particulada (DEVINE; VANNI, 2002) e servem de alimento para níveis tróficos adjacentes e superiores (CALLISTO; ESTEVES, 1998, MOREIRA; ZUANON, 2002). Além disso, os macroinvertebrados bentônicos são eficientes para a avaliação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas em ecossistemas aquáticos continentais (GOULART; CALLISTO, 2003).

As comunidades de invertebrados bentônicos são compostas por um grande número de grupos diferentes, sendo os Insecta, os Annelida, os Crustacea e os Mollusca os mais representativos tanto qualitativamente quanto quantitativamente (CORBI *et al.*, 2000). De acordo com WARD (1992), a maior parte desses macroinvertebrados é representada pelos táxons da classe Insecta, dentre os quais se destacam: os dípteros, os efemerópteros, os plecópteros, os odonatas, os hemípteros (atualmente são conhecidos como heterópteros, ordem Heteroptera), os coleópteros, os neurópteros (atualmente conhecidos como ordem Megaloptera), os tricópteros e os lepidópteros (ESTEVES, 1998).

O presente estudo é um diagnóstico ambiental do zoobentos dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda, município de Acará-PA, que integrará o Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental do processo de licenciamento ambiental da Central de Tratamento de Resíduos – CTR Metropolitana.

- Metodologia De Coleta

As amostras de sedimento foram coletadas em triplicata, através de um busca-fundo de Petersen de 900cm^2 com capacidade de 5 litros e, posteriormente, lavadas em saco com malha de 0,5mm (rios). O material resultante foi acondicionado em álcool a 70% em potes plásticos de 1 litro, devidamente identificados para posterior análise em laboratório (Figura abaixo).

Figura 6.2-160– Amostragem de zoobentos com rede de malha 0,5mm, utilizada em rios.



- Análise Das Amostras

Inicialmente, as amostras de sedimento foram cuidadosamente lavadas utilizando-se peneiras sobrepostas com malhas de 500 e 300 µm e após este procedimento, todo o material foi recolhido das peneiras e acondicionado em bandejas de plástico. Devido ao grande volume de sedimento obtido para análise, retirou-se uma subamostra equivalente a um quarto da amostra e fixou-se em formol 4%. Os organismos encontrados na subamostra foram separados em grandes grupos e armazenados em álcool 70%. Em seguida, estes foram identificados ao menor nível taxonômico possível e quantificados através da utilização de microscópio estereoscópio. O restante da amostra também foi armazenado em formol 4%. Após a identificação e quantificação,

os números obtidos foram multiplicados por quatro, para obtenção do valor total estimado de organismos presentes em cada amostra.

- Análise Dos Dados

A comunidade do zoobentos foi analisada em termos de:

Composição taxonômica;

Número de táxons;

Frequência de ocorrência (FA): FA = PA/P x 100, onde: FA = frequência da espécie A, PA = número de amostras em que a espécie A está presente e P = número total de amostras;

Densidade média: corresponde ao número de indivíduos por unidade de área da amostra (ind.m^{-2});

Índices ecológicos:

Riqueza específica de Margalef (1969 *apud* ZAR, 1999): calculada a partir da expressão d = (S-1) / ln (n), onde d é a riqueza específica, S é o número de espécies presente, e n é o número total de indivíduos encontrados (pertencentes a todas as espécies);

Diversidade de Shannon - Weaver (1975 *apud* ZAR, 1999): é uma função do número de espécies em uma comunidade e da distribuição dos indivíduos entre as espécies: H' = $\sum$ pi $\log_2$ pi, onde: pi = proporção de indivíduos da espécie i no total de indivíduos;

Equitabilidade de Pielou (1975 *apud* ZAR, 1999): expressa a diversidade observada como uma proporção da diversidade máxima possível observada: J'= H'/log K, onde: K= número de espécies;

Dominância de Simpson (1949 *apud* ZAR, 1999): é fornecida pelo somatório do número de indivíduos de uma espécie em relação ao número de indivíduos de todas as espécies em uma dada unidade amostral: $\lambda = \sum(ni/N)^2$, onde: n_i = número de indivíduos da espécie i e N = número total de indivíduos.

- Resultados

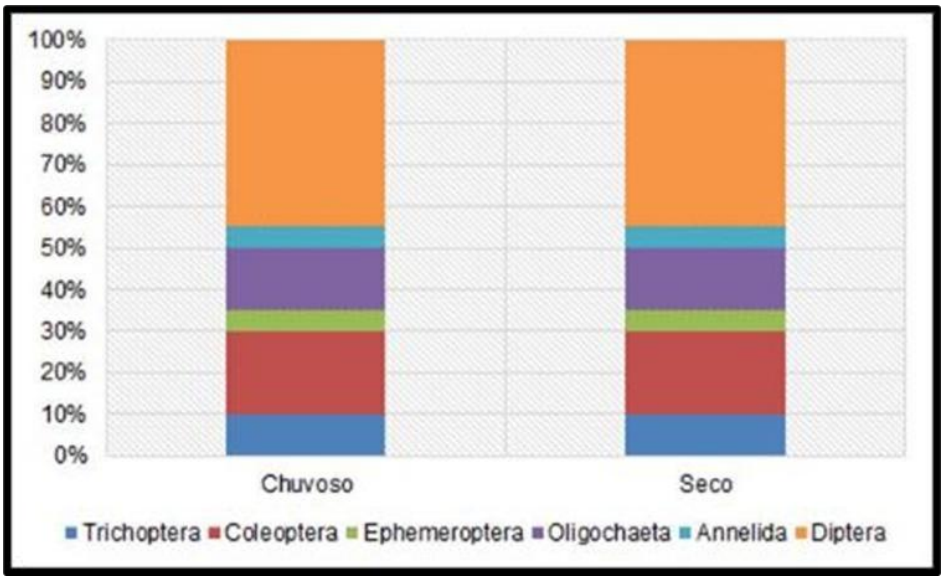
A partir das amostragens realizadas foram identificados 20 táxons distintos na comunidade zoobentônica dos pontos amostrados nos igarapés Castanhal e Cajueiro, tanto na campanha do período chuvoso quanto na do período seco. Dentre eles, 16 táxons são pertencentes ao filo Arthropoda e 2 ao filo Annelida. Todos os artrópodes são integrantes da classe Insecta, sendo de quatro ordens diferentes: Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera e Trichoptera. Já os anelídeos são pertencentes às subclasses Hirudinea e Oligochaeta (Tabela abaixo). Assim, tem-se que os táxons da ordem Diptera foram a maioria na fauna zoobentônica amostrada nas duas campanhas (9 táxons), representando 45% do total de táxons. O segundo grupo de maior participação no total de táxons foram os Coleoptera, com 20% (4 táxons), seguido dos Oligochaeta (15% - 3 táxons), dos Trichoptera (10% - 2 táxons) e dos Annelida e Ephemeroptera, com 5% cada (1 táxon) (Figura abaixo).

Tabela 6.2-52 - Inventário dos táxons encontrados nas duas campanhas realizadas (período chuvoso e seco).

Grupos	Táxons	Família	Ordem	Classe	Filo
Trichoptera	Hydropsychidae		Trichoptera	Insecta	Arthropoda
	Philopotamidae		Trichoptera	Insecta	Arthropoda
Coleoptera	*Microcylloepus* sp.	Elmidae	Coleoptera	Insecta	Arthropoda
	Neoelmis sp.	Elmidae	Coleoptera	Insecta	Arthropoda
	Psephenidae		Coleoptera	Insecta	Arthropoda
	Xenelmis sp.	Elmidae	Coleoptera	Insecta	Arthropoda
Ephemeroptera	*Americabaetis alphus*	Baetidae	Ephemeroptera	Insecta	Arthropoda
Oligochaeta	Haplotaxidae		Haplotaxida	Oligochaeta	Annelida
	Naididae		Haplotaxida	Oligochaeta	Annelida
	Tubificidae		Haplotaxida	Oligochaeta	Annelida
Annelida	Hirudinea				Annelida
Diptera	Chironomidae sp1.		Diptera	Insecta	Arthropoda
	Chironomidae sp2.		Diptera	Insecta	Arthropoda

Grupos	Táxons	Família	Ordem	Classe	Filo
	Culicidae		Diptera	Insecta	Arthropoda
	Parapentaneura sp.	Chironomidae	Diptera	Insecta	Arthropoda
	Pentaneurini sp.	Chironomidae	Diptera	Insecta	Arthropoda
	Polypedilum sp.	Chironomidae	Diptera	Insecta	Arthropoda
	Rheotanytarsus sp.	Chironomidae	Diptera	Insecta	Arthropoda
	Simuliidae sp.	Simuliidae	Diptera	Insecta	Arthropoda
	Tanypodinae		Diptera	Insecta	Arthropoda

Figura 6.2-161– Contribuição percentual dos táxons de cada grande grupo no total registrado na comunidade do zoobentos das campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).



No que se refere ao número de táxons, temos que os pontos amostrais verificaram uma variação de zero (P 02) a 12 táxons (P 04) na campanha do período chuva e de 2 (P 02) a 12 táxons (P 04) na campanha de período seco. Nota-se, então que a estação P 02 caracterizou-se pelos menores números de táxons, enquanto a estação P 04 foi aquela onde mais táxons foram registrados, independente do período da campanha. A estação P 01 também mostrou resultado igual nas duas campanhas (10 táxons). Desta forma, verifica-se que o fator sazonalidade influenciou os resultados nos pontos P 03 e P 05, pois não foi possível amostrar na campanha de período seco, e no ponto P 06, onde no período seco registrou-se um maior número de táxons (Tabela abaixo e Figura abaixo

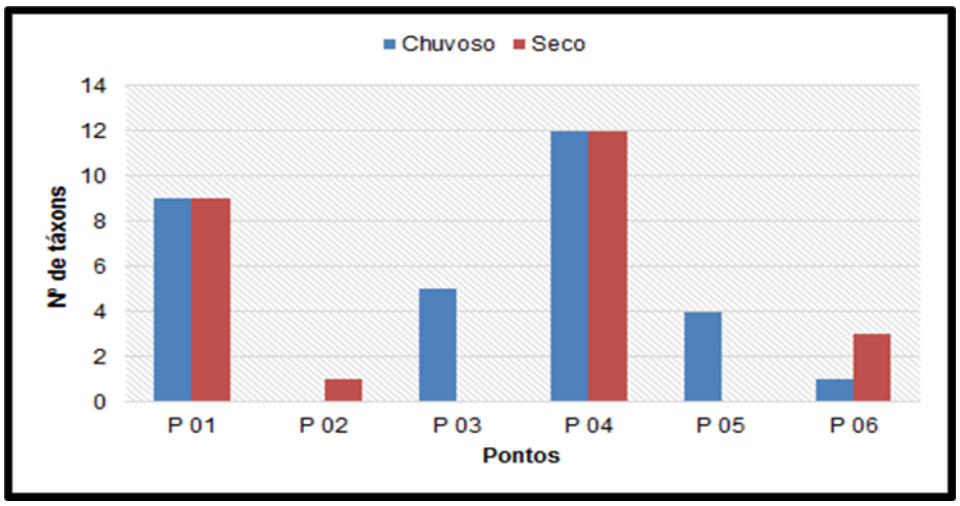
Adicionalmente, vale ressaltar que foram também identificados exemplares de pupas (conhecidas também como crisálidas) – que são o estágio intermediário entre a larva e o adulto, no desenvolvimento de insetos que passam por metamorfose completa – nos pontos P01 e P03 da campanha do período chuvoso e nos pontos P01, P02 e P06 na campanha de período seco.

Tabela 6.2-53 - Relação dos táxons identificados por ponto nas campanhas de período chuvoso e seco.

Grupos	Táxons	Período chuvoso						Período seco					
		P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06
Trichoptera	Hydropsychidae	X	-	-	-	-	-	X	-	N. A	-	N. A	X
	Philopotamidae	X	-	-	-	-	-	-	X	N. A	-	N. A	-
Coleoptera	*Microcylloepus* sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
	Neoelmis sp.	X	-	X	-	-	-	X	-	N. A	-	N. A	-
	Psephenidae	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
	Xenelmis sp.	-	-	-	-	-	X	-	-	N. A	-	N. A	X
Ephemeroptera	*Americabaetis alphus*	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
Oligochaeta	Haplotaxidae	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
	Naididae	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
	Tubificidae	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
Annelida	Hirudinea	X	-	-	-	-	-	X	-	N. A	-	N. A	X
Diptera	Chironomidae sp1.	X	-	X	X	X	-	X	-	N. A	X	N. A	-
	Chironomidae sp2.	X	-	X	X	-	-	X	-	N. A	X	N. A	-
	Culicidae	-	-	-	-	X	-	X	-	N. A	-	N. A	-
	Parapentaneura sp.	X	-	-	-	X	-	X	-	N. A	-	N. A	-
	Pentaneurini sp.	-	-	X	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
	Polypedilum sp.	X	-	-	X	-	-	X	-	N. A	X	N. A	-
	Rheotanytarsus sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-

Grupos	Táxons	Período chuvoso						Período seco					
		P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06
	Simuliidae sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	N. A	X	N. A	-
	Tanypodinae	X	-	X	-	X	-	X	-	N. A	-	N. A	-
	Pupas	X	-	X	-	-	-	X	X	N. A	-	N. A	X
	TOTAL	9	0	5	12	4	1	9	1	-	12	-	3

Figura 6.2-162 – Número de táxons da comunidade do zoobentos nos pontos amostrados nas campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).



Quanto à contribuição dos grupos no total de táxons identificados em cada ponto amostral, pode-se perceber que, nas duas campanhas, os táxons da ordem Diptera dominaram em todos os pontos (onde foi possível a amostragem), com exceção do ponto P 02 (período seco) e no ponto P 06 (ambas as campanhas). No ponto P 02, o único táxon registrado pertence à ordem Trichoptera, enquanto no P 06 somente um táxon da ordem Coleoptera foi registrado na campanha de período chuvoso e no período seco os grupos Trichoptera, Coleoptera e Annelida verificaram um táxon cada (Figuras abaixo).

Figura 6.2-163 – Contribuição percentual dos táxons de cada grande grupo no total registrado na comunidade do zoobentos em cada um dos pontos amostrados na campanha de período chuvoso nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).

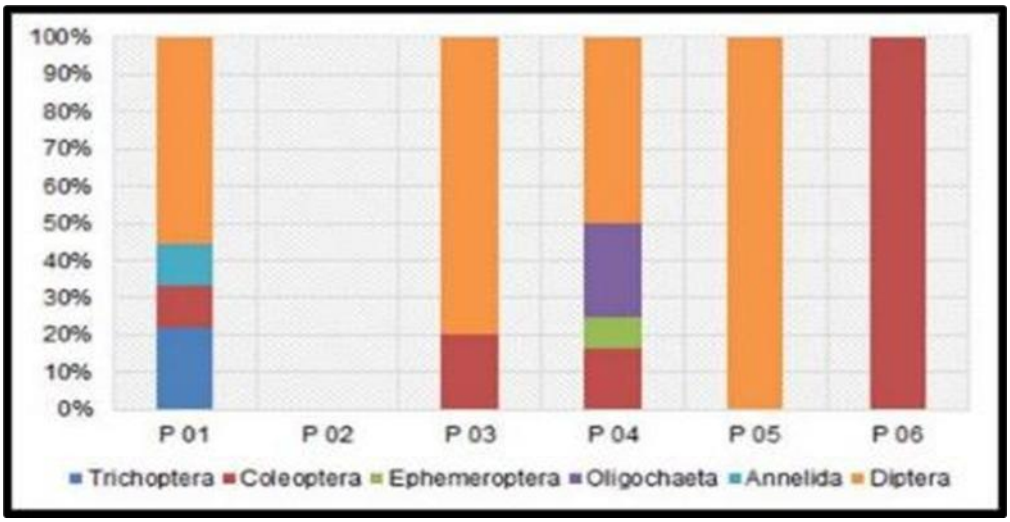
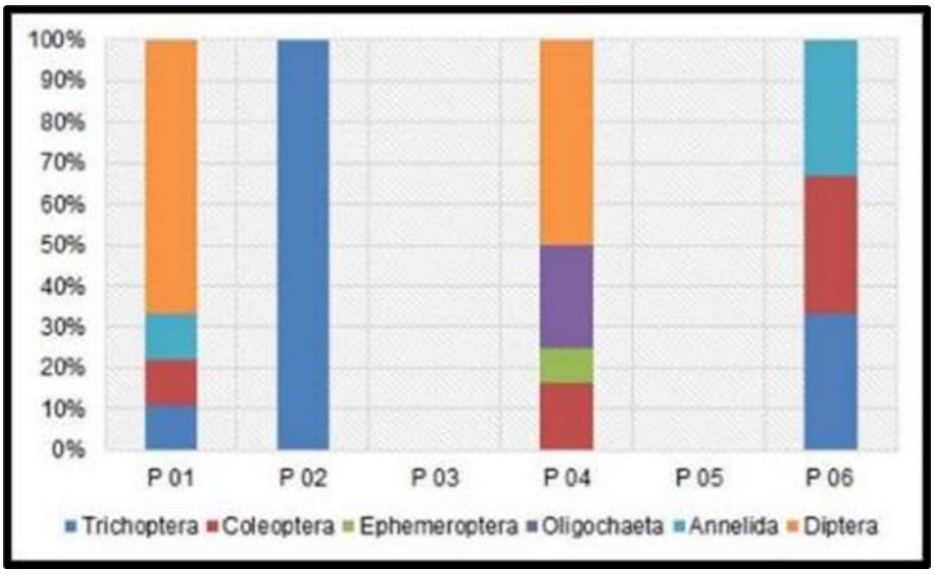


Figura 6.2-164 – Contribuição percentual do número de táxons de cada grande grupo no total registrado na comunidade do zoobentos em cada um dos pontos amostrados na campanha de período seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).



A frequência de ocorrência dos táxons na campanha do período chuvoso variou entre 16,7% (registro em 1 ponto) e 66,7% (registro em 4 pontos), sendo esta maior frequência de ocorrência relativa ao táxon Chironomidae sp1. (Figura abaixo), apenas. Já na campanha de período seco, as frequências de ocorrência dos táxons foram de 25%

(registro em 1 ponto) ou 50% (registro em 2 pontos), exclusivamente. No período seco, os táxons de maior frequência de ocorrência foram Hydropsychidae, Hirudinea, Chironomidae sp1., Chironomidae sp2. e *Polypedilum* sp. (Tabela abaixo).

Tabela 6.2-54 -Relação Frequência de ocorrência (%) dos táxons registrados nas campanhas de período chuvoso e seco.

Táxons	Período	
	Chuvoso	Seco
Hydropsychidae	16,7%	50,0%
Philopotamidae	16,7%	25,0%
Microcylloepus sp.	16,7%	25,0%
Neoelmis sp.	33,3%	25,0%
Psephenidae	16,7%	25,0%
Xenelmis sp.	16,7%	25,0%
Americabaetis alphus	16,7%	25,0%
Haplotaxidae	16,7%	25,0%
Naididae	16,7%	25,0%
Tubificidae	16,7%	25,0%
Hirudinea	16,7%	50,0%
Chironomidae sp1.	66,7%	50,0%
Chironomidae sp2.	50,0%	50,0%
Culicidae	16,7%	25,0%
Parapentaneura sp.	33,3%	25,0%
Pentaneurini sp.	33,3%	25,0%
Polypedilum sp.	33,3%	50,0%
Rheotanytarsus sp.	16,7%	25,0%
Simuliidae sp.	16,7%	25,0%
Tanypodinae	50,0%	25,0%

Figura 6.2-165 – Registro dos táxons Chironomidae sp1.



Os valores de densidade média obtidos nos pontos amostrais também mostraram grande variação em cada uma das campanhas. Na campanha de período chuvoso, a densidade média do zoobentos variou de zero, no ponto P 02, a 88,89 ± 11,11 ind.m^{-2}, no ponto P 01. Já na campanha do período seco, o menor valor de densidade verificado foi 7,41 ± 6,42 ind.m^{-2}, no ponto P 02, e o maior foi de 66,77 ± 19,25 ind.m^{-2}, nos pontos P 01 e P 04. Na comparação entre as campanhas, nota-se que no período seco foram obtidos menores valores de densidade média nos pontos P 01 e P 04, além de não ter sido possível amostrar os pontos P 03 e P 05. Já o ponto P 02 deixou de ter densidade média nula na campanha do período seco e, nesta mesma campanha, o ponto P 06 verificou incremento no seu valor de densidade média (Figura abaixo).

No que diz respeito às densidades médias dos menores níveis taxonômicos, destacam-se as espécies da família Chironomidae (sp1. e sp2.), o gênero *Noelmis* sp. e a família Hydropsychidae, os quais mostraram valores de densidade média, em geral, superiores aos demais. A elevada ocorrência de indivíduos da família Chironomidae também foi verificada em outros estudos em igarapés tropicais (RIBEIRO; UIEDA, 2005; DAVANSO; HENRY, 2007; RAIO *et al.*, 2011). A família dos Chironomidae é a mais comumente encontrada no zoobentos de água doce, por ser cosmopolita e com uma grande diversidade de espécies, hábitats e hábitos alimentares, segundo relataram KIKUCHI & UIEDA (2005) e BATTISTONI *et al.* (2010). Além disso, os Chironomidae dominam as comunidades de insetos aquáticos em abundância e riqueza (ARMITAGE, 2005) e sofrem alterações sazonais significativas, aumentando suas densidades durante o período de estiagem (ABURAYA; CALLIL, 2007). Além disso, os táxons deste

grupo possuem hábitos sedentários, o que permite com que eles sejam capazes de refletir as mudanças ecológicas locais (CALLISTO; ESTEVES, 1998; GOULART; CALLISTO, 2003).

As pupas apresentaram densidades médias que variaram entre 3,70 ± 6,41 ind.m^{-2} (em P 03 – período chuvoso e em P 01 e P 02 – período seco) e 14,81 ± 6,41 ind.m^{-2} (em P 06 – período seco) (Tabela abaixo).

Figura 6.2-166– Valores de densidade média (ind.m-2) da comunidade do zoobentos nos pontos amostrados nas campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).

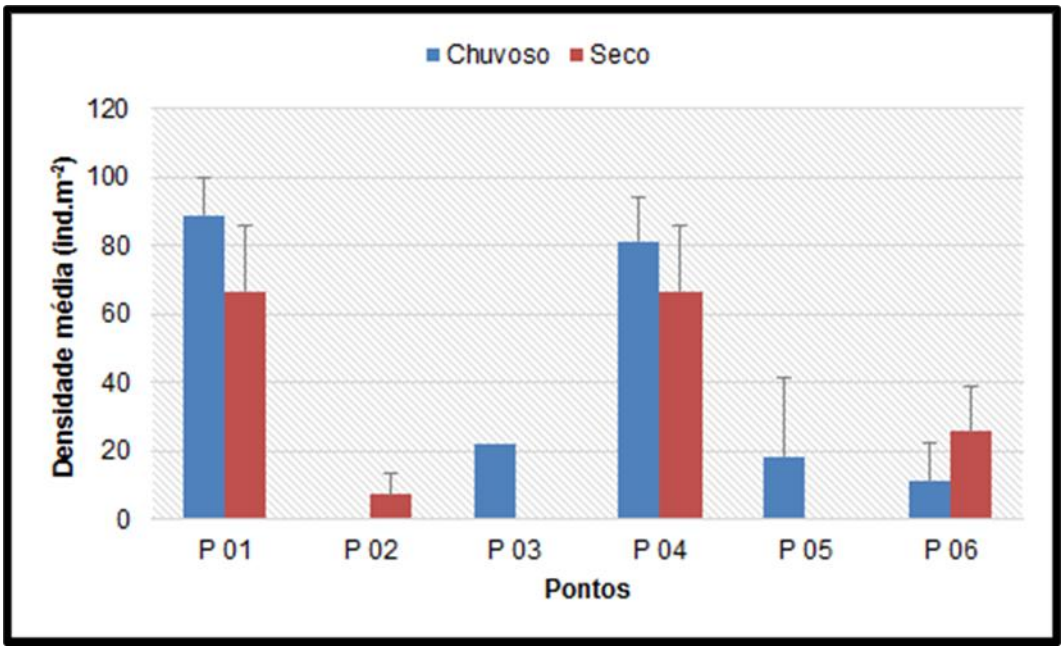
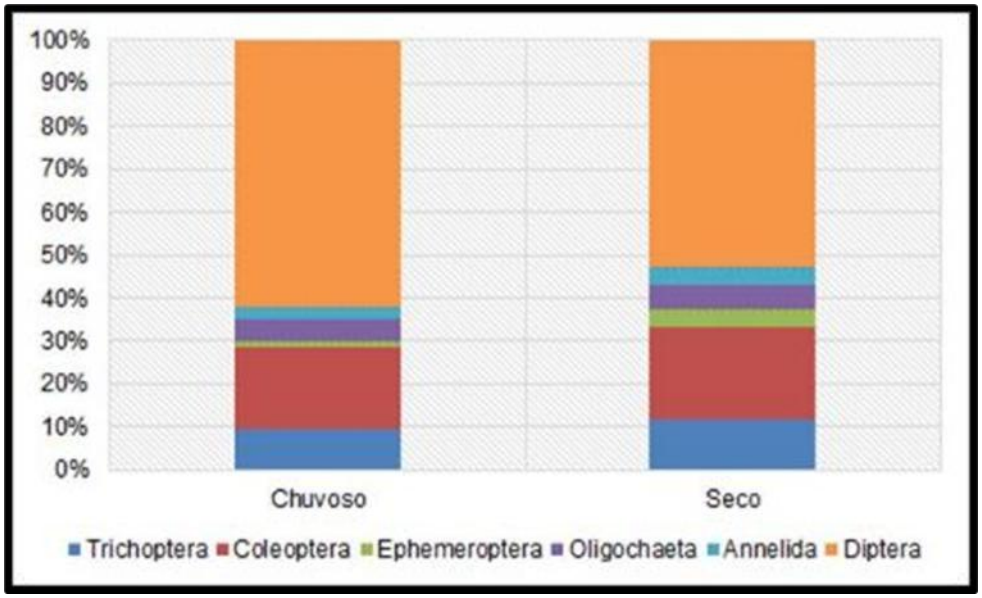


Tabela 6.2-55 - Densidade média (ind.m-2) dos táxons identificados em cada um dos pontos amostrados nas campanhas de período chuvoso e seco.

Grupos	Táxons	Período chuvoso						Período seco					
		P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06
Trichoptera	Hydropsychidae	18,52	0	0	0	0	0	11,11	0	N.A.	0	N.A.	3,70
	Philopotamidae	3,70	0	0	0	0	0	0	7,41	N.A.	0	N.A.	0
Coleoptera	*Microcylloepus* sp.	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	3,70	N.A.	0
	Neoelmis sp.	22,22	0	3,70	0	0	0	11,11	0	N.A.	0	N.A.	0
	Psephenidae	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	7,41	N.A.	0
	Xenelmis sp.	0	0	0	0	0	11,11	0	0	N.A.	0	N.A.	18,52
Ephemeroptera	*Americabaetis alphus*	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	7,41	N.A.	0
Oligochaeta	Haplotaxidae	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	3,70	N.A.	0
	Naididae	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	3,70	N.A.	0
	Tubificidae	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	3,70	N.A.	0
Annelida	Hirudinea	7,41	0	0	0	0	0	3,70	0	N.A.	0	N.A.	3,70
Diptera	Chironomidae sp1.	18,52	0	3,70	18,52	7,41	0	7,41	0	N.A.	7,41	N.A.	0
	Chironomidae sp2.	7,41	0	3,70	25,93	0	0	11,11	0	N.A.	14,81	N.A.	0
	Culicidae	0	0	0	0	3,70	0	7,41	0	N.A.	0	N.A.	0
	Parapentaneura sp.	3,70	0	0	0	3,70	0	7,41	0	N.A.	0	N.A.	0
	Pentaneurini sp.	0	0	3,70	3,70	0	0	0	0	N.A.	3,70	N.A.	0
	Polypedilum sp.	3,70	0	0	3,70	0	0	3,70	0	N.A.	3,70	N.A.	0
	Rheotanytarsus sp.	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	3,70	N.A.	0
	Simuliidae sp.	0	0	0	3,70	0	0	0	0	N.A.	3,70	N.A.	0
	Tanypodinae	3,70	0	7,41	0	3,70	0	3,70	0	N.A.	0	N.A.	0
Pupas		7,41	0	3,70	0	0	0	3,70	3,70	N.A.	0	N.A.	14,81
TOTAL		88,89	0	22,22	81,48	18,52	11,11	66,67	7,41	N.A.	66,67	N.A.	25,93

Considerando a abundância relativa de cada grupo em cada campanha, observa-se que a ordem Diptera apresentou a maior contribuição tanto no período chuvoso (61,9%), quanto no período seco (52,0%), seguido da ordem Coleoptera (19,05% - período chuvoso; 22,0% - período seco) e da ordem Trichoptera (9,52% - período chuvoso; 12,0% - período seco). Os demais grupos - Ephemeroptera, Oligochaeta e Annelida - verificaram, respectivamente, 1,59%, 4,76% e 3,17% de contribuição no período chuvoso, e 4,00%, 6,00% e 4,00%, no período seco. Comparando-se os resultados das duas campanhas, nota-se que todos os grupos mostraram aumento nas suas contribuições percentuais na campanha de período seco, à exceção dos Diptera, que reduziram seu percentual em cerca de 10% (Figura abaixo).

Figura 6.2-167– Contribuição percentual de cada grande grupo registrado na densidade total da comunidade do zoobentos nas campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).



Na campanha de período chuvoso, os indivíduos da ordem *Diptera* foram os que mostraram a maior abundância relativa nos pontos P 01 (46,15%), P 03 (85,71%), P 04 (72,73%) e P 05 (100%); enquanto em P 06 foram registrados apenas organismos da ordem *Coleoptera* e no ponto P 02 não foi identificado nenhum organismo do zoobentos (Figura abaixo). Na campanha de período seco percebe-se uma maior diferenciação nos resultados de abundância relativa entre os pontos amostrais, tendo sido os *Diptera* mais abundantes nos pontos P 01 (63,16%) e P 04 (55,56%), enquanto nos pontos P

02 e P 06, os mais abundantes foram, respectivamente, os Trichoptera (66,67%) e os Coleoptera (45,45%) (Figura abaixo).

Figura 6.2-168– Valores de densidade (ind.m-2) por grande grupo da comunidade do zoobentos em cada um dos pontos amostrados na campanha de período chuvoso nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).

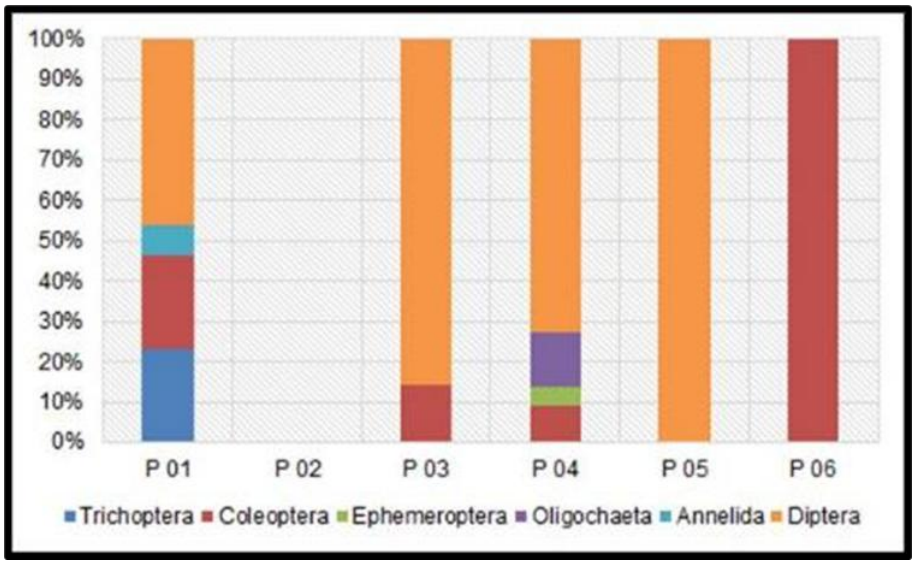
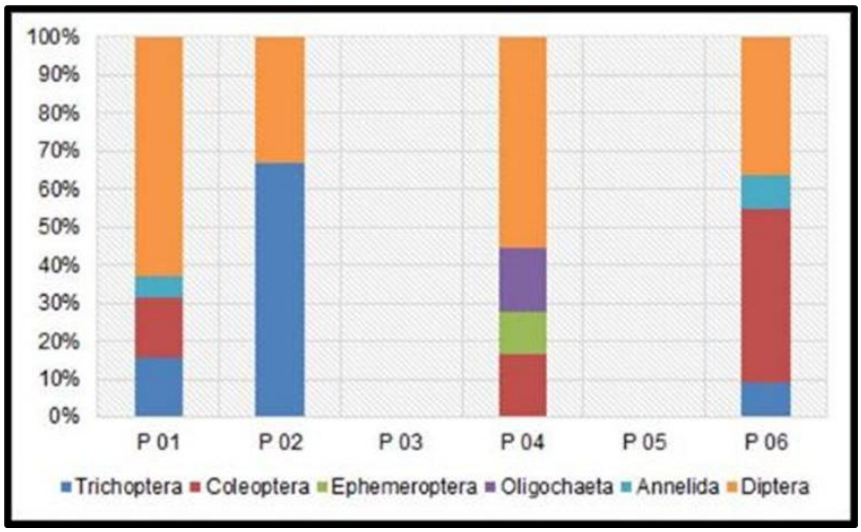


Figura 6.2-169 – Valores de densidade (ind.m-2) por grande grupo da comunidade do zoobentos em cada um dos pontos amostrados na campanha de período seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).



Os insetos aquáticos possuem um papel importante na dinâmica ecológica de ambientes lóticos (HYNES, 1970) por sua participação na ciclagem de nutrientes e na transferência de energia ao longo da cadeia trófica (CUMMINS *et al.*, 1989). Dentre

estes insetos, destacam-se os integrantes da ordem *Diptera*, cujo alto número de espécies e extraordinária diversidade de requerimentos ecológicos, faz com que esta ordem seja um dos principais grupos de interesse para ser utilizado como indicador ecológico (GALLARDO; PRENDA, 1994). No presente estudo, verificou-se um predomínio dos dípteros tanto na análise qualitativa quanto na quantitativa, tendo o mesmo se apresentado como o grupo com o maior número de táxon e maior densidade média na maioria dos pontos amostrais das duas campanhas realizadas.

- Índices ecológicos

Os índices ecológicos mostraram variações expressivas nos pontos amostrais de cada campanha e na comparação entre as campanhas. O índice de riqueza de Margalef variou entre zero (P 02) e 2,36 (P 04), na campanha do período chuvoso, e entre 0,42 (P 02) e 2,62 (P 04) (Figura 6-158). O índice de diversidade de Shannon foi mais elevado no ponto P 01 (2,55) no período chuvoso e no ponto P 04 (3,39) no período seco, enquanto os menores valores deste índice foram obtidos em P 06 (1,00) no período chuvoso e em P 02 (0,92) no período seco (Figura abaixo).

Já o índice de equitabilidade de Pielou teve seu maior valor registrado no ponto P 06 (1,00), no período chuvoso, e em P 01 (0,96), no período seco; enquanto seu menor valor do período chuvoso foi obtido no ponto P 04 (0,68) e, no período seco, no ponto P 06 (0,84) (Figura abaixo). O índice de equitabilidade (que varia de 0 a 1) reflete a homogeneidade de uma comunidade, levando em consideração a distribuição da abundância entre os táxons que a compõem. Assim sendo, quanto mais espécies igualmente abundantes há em uma comunidade, maior será o seu valor de equitabilidade (MAGURRAN, 2003). Finalmente, para o índice de dominância de Simpson foram encontrados valores entre 0,27 (P 01 e P 03) e 0,50 (P 06) na campanha do período chuvoso e entre 0,11 (P 04) e 0,56 (P 02) na campanha de período seco (Figura abaixo).

Figura 6.2-170 – Valores do índice de riqueza (d) da comunidade de zoobentos em cada um dos pontos amostrados nas campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).

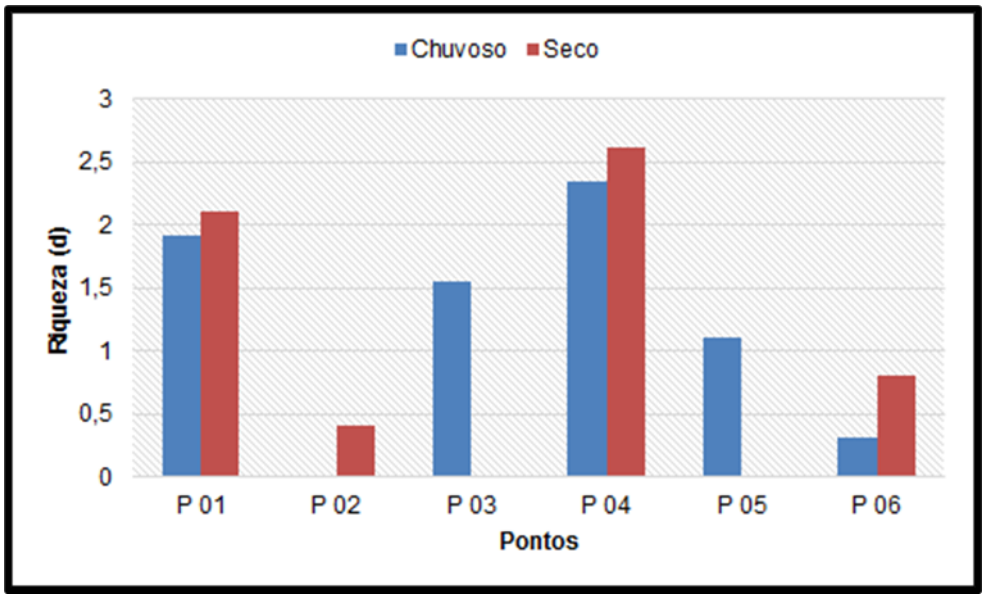


Figura 6.2-171 – Valores do índice de diversidade (H') da comunidade de zoobentos em cada um dos pontos amostrados nas campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).

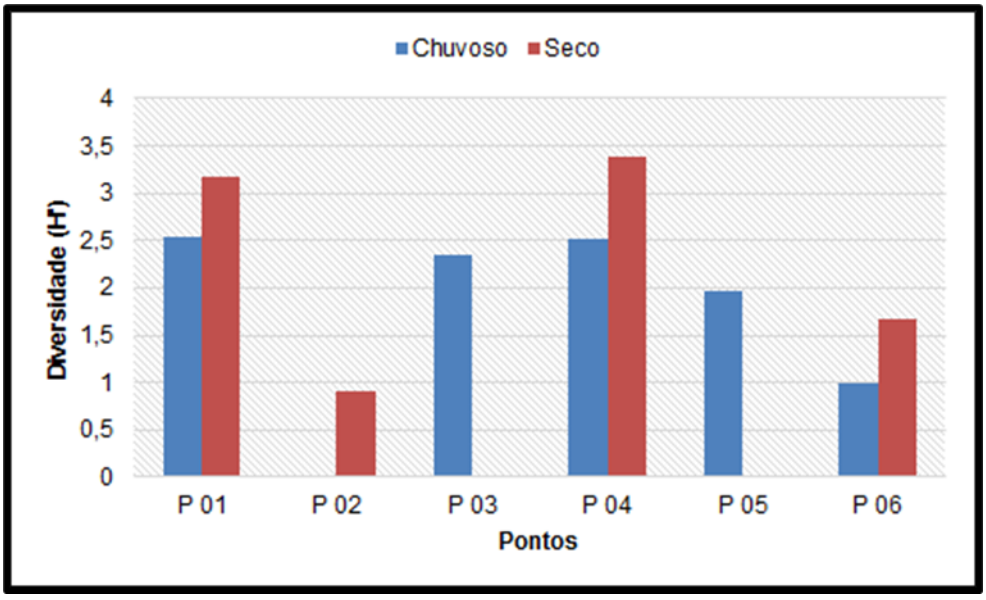


Figura 6.2-172 – Valores do índice de equitabilidade (J') da comunidade de zoobentos em cada um dos pontos amostrados nas campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).

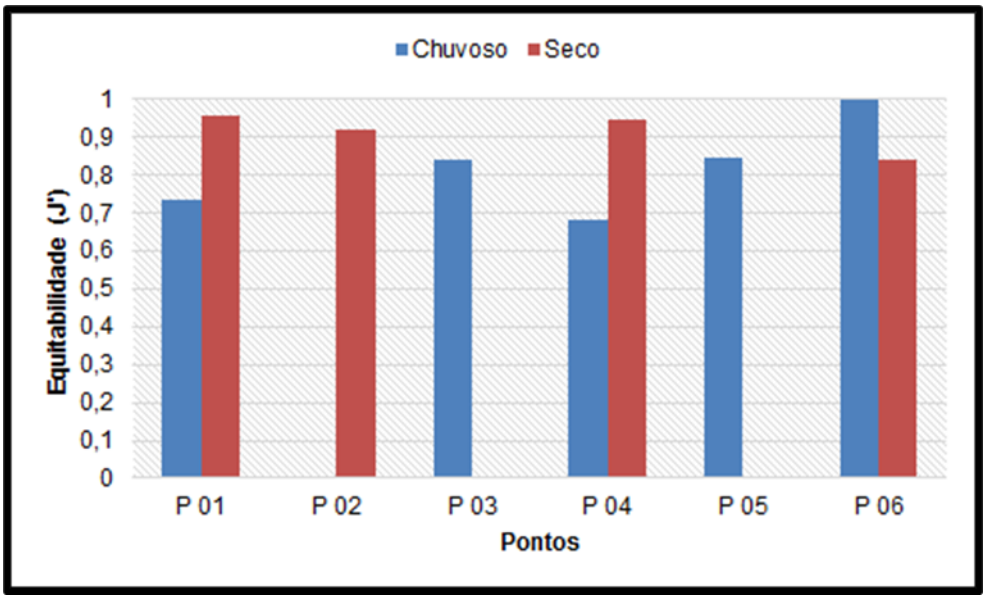
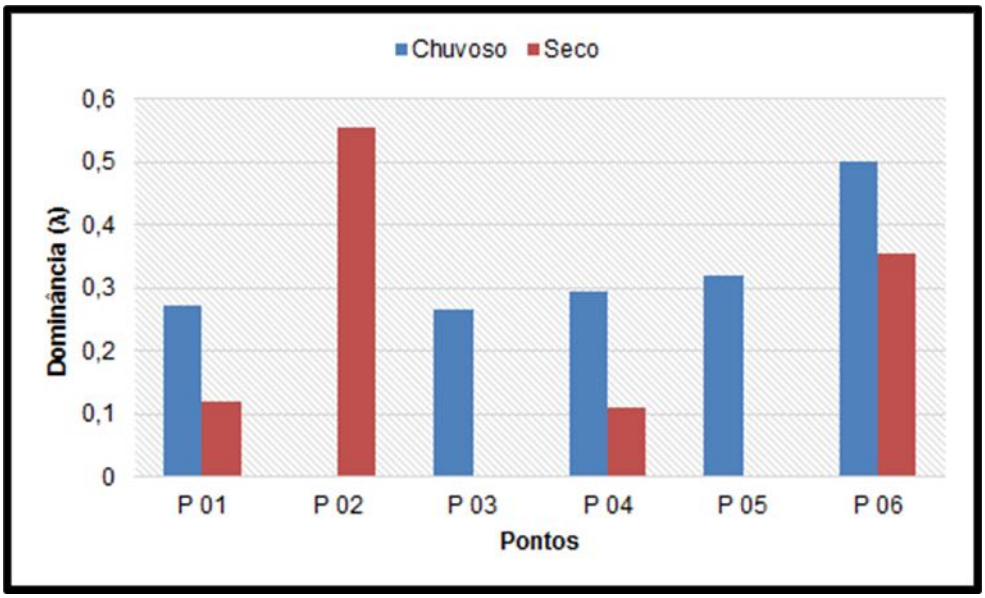


Figura 6.2-173 – Valores do índice de dominância (λ) da comunidade de zoobentos em cada um dos pontos amostrados nas campanhas de período chuvoso e seco nos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda – Acará (PA).



- Discussão

As duas campanhas realizadas nos seis pontos amostrais dos igarapés Castanhal, Cajueiro e Grota Funda mostraram que, nestes locais, o zoobentos é dominado por organismos da classe Insecta, especialmente pela ordem Diptera. Foi observada influência da sazonalidade nos resultados, sendo a mesma mais evidente nos pontos P 02, P 03, P 05 e P 06. Não foram encontrados estudos semelhantes realizados nos mesmos igarapés, o que impossibilitou comparações mais específicas. Deste modo, o presente estudo torna-se uma importante fonte de informações sobre as características do zoobentos destes corpos d'água, o que poderá auxiliar planos de manejo e conservação.

6.2.3.4 ICTIOFAUNA

- Área De Estudo

A fauna de peixes de água doce da América do Sul é a mais diversa do mundo, com um valor estimado superior a 4000 espécies descritas (REIS *et al.,* 2003). Somados os demais territórios da região neotropical este valor atinge um total de 5400 espécies descritas até o ano de 2012 (REIS, 2013), representando aproximadamente 10% de toda a diversidade de vertebrados do mundo (ALBERT & REIS, 2011). No Brasil, são conhecidas 2587 espécies de peixes que ocorrem exclusivamente em ambientes de água doce (BUCKUP *et al.,* 2007), representando 37% das espécies de vertebrados conhecidas para o nosso país (LEWINSOHN & PRADO, 2005). Desse total, aproximadamente 2200 espécies são encontradas na Bacia Amazônica, que se destaca como uma das bacias hidrográficas de maior diversidade de peixes de água doce do mundo (ALBERT & REIS, 2011).

No Brasil, com exceção de aproximadamente 200 espécies de peixes de água doce que parecem estar predominantemente associadas a rios de grande porte (BUCKUP, 1999, BUCKUP *et al.,* 2007), a maioria das espécies encontra-se fortemente associada a ecossistemas de Igarapés, estando fortemente relacionadas à estrutura da vegetação ripária (PUSEY & ARTHINGTON, 2003) e, portanto, constantemente ameaçadas em decorrência da fragmentação dos ecossistemas naturais resultante de mudanças no uso do solo ao longo das microbacias de drenagem (ALLAN, 2004). As densas redes de drenagem das bacias hidrográficas da América do Sul, incluindo a bacia Amazônica,

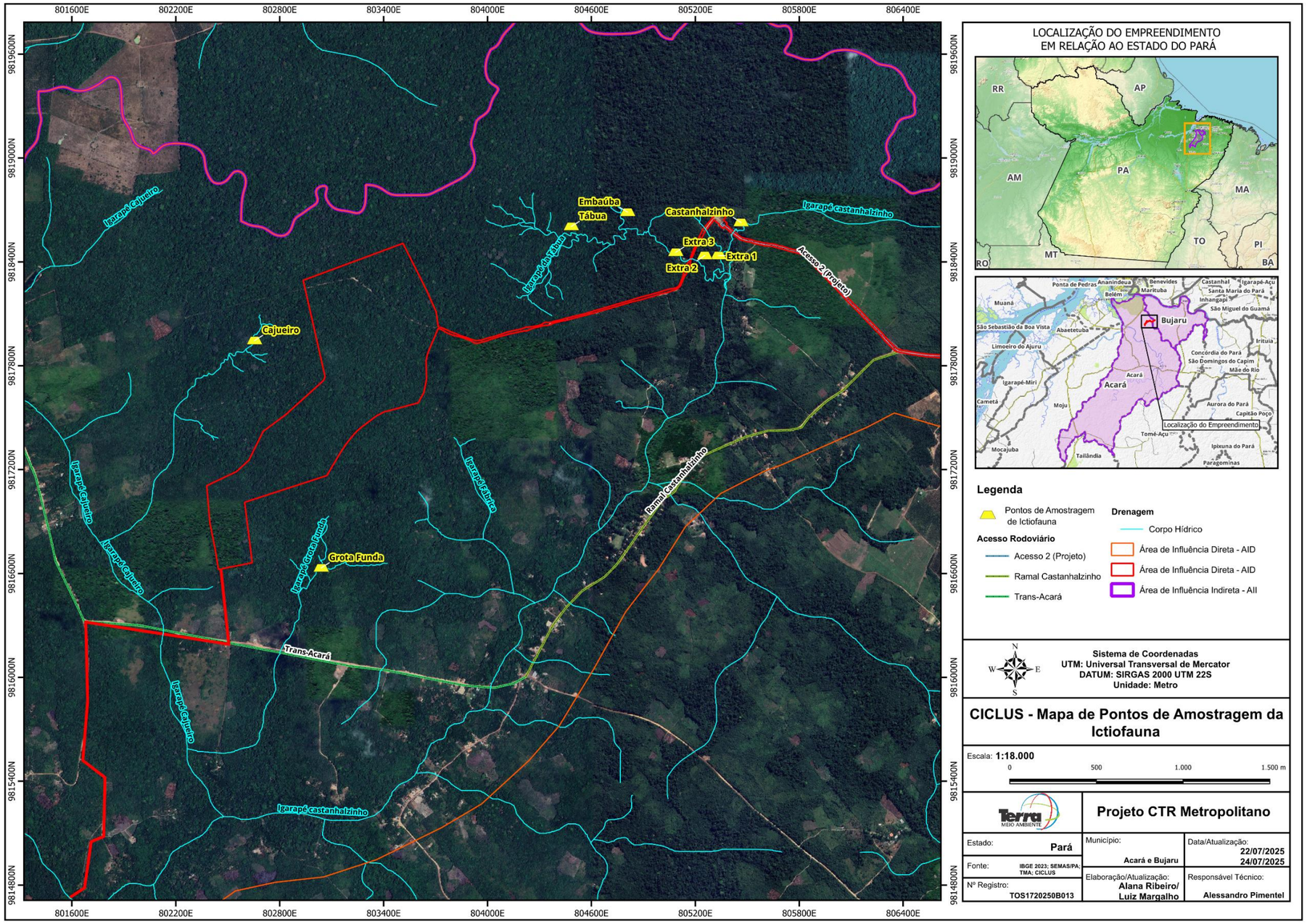
fazem dos ecossistemas de Igarapés ambientes fundamentais para a manutenção da alta diversidade de peixes. Além disso, características geomorfológicas do relevo provocam o isolamento dos Igarapés de cabeceira, reduzindo o fluxo gênico entre essas populações e resultando em um alto grau de endemismo nesses ambientes (REIS, 2013).

Desta forma a implementação de atividades que requerem a supressão total ou parcial de áreas abrigam esses ecossistemas Igarapés de cabeceira, devem ser pensadas com alto grau de planejamento e estudos no que diz respeito à biodiversidade aquática, uma vez que nesses ambientes a perda de biodiversidade em uma área pode representar uma perda irreversível para diversidade da região como um todo.

- Metodologia De Coleta

Foram selecionados seis Igarapés pertencentes à bacia hidrográfica do rio Acará e que drenam a área destinada à implementação da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana (CTR). Para comparação da ictiofauna em relação às áreas de influência do empreendimento, dois dos Igarapés amostrados foram selecionados na área de Influência Direta (AID). Considerando a relação entre estrutura das microbacias e a integridade dos Igarapés ao longo dessas bacias, a classificação dos Igarapés quanto às áreas de influência do empreendimento considerou não somente a localização geográfica do ponto amostrado, mas sim toda a drenagem a montante desses pontos. Dessa forma, os Igarapés Cajueiro e Grota Funda foram classificados com pertencentes a Área de Influência Direta (AID) dentro da propriedade e os Igarapés Embaúba e Tábua como pertencentes a Área de Influência Direta (AID) fora da propriedade (Figura - representada pelo mapa de amostragem da Ictiofauna, a seguir. Caso a classificação dos pontos quanto a área de influência fosse realizada considerando somente a localização geográfica desses pontos, todos os trechos amostrados seriam considerados como AID o que inviabilizaria as análises comparativas entre ADA e AID. Os demais Igarapés amostrados apresentaram maiores dimensões morfológicas (largura e profundidade), e devido a essas características não foram amostrados de forma padronizada, e consequentemente não foram incluídos nas análises propostas abaixo. Os espécimes amostrados nesses ambientes foram utilizados apenas para complementar a lista de espécies de peixes da região, conforme a metodologia na Figura abaixo.

Figura 6.2-174 – Mapa de Pontos de Amostragem da Ictiofauna.



Fonte: TERRA, 2025.

Figura 6.2-175 – Registro fotográficos da coleta de ictiofauna.



a) Coleta da ictiofauna através do método de rede de espera.



b) Coleta da ictiofauna através do método de rede de mão (peneira).

- Análise Das Amostras

As campanhas para avaliação da ictiofauna foram realizadas duas campanhas, uma no final do período chuvoso (dias 07 e 11 de junho 2015) e outra no final do período seco (dias 30 de agosto e 2 de setembro de 2015). A amostragem dos espécimes foi realizada utilizando redes de mão (com 60 cm de diâmetros e malha de 3 mm entre nós opostos), rede de arrasto (com dimensão de 3 m x 1,5 m e malha de 3 mm entre nós opostos) e rede de espera (com dimensões de 10m x 1,5 m e malha de 30 e 50 mm entre nós opostos). A utilização de diferentes métodos de coleta teve como objetivo amostrar toda a heterogeneidade de microhabitats existente nos rios e Igarapés da região, os quais são utilizados de maneira diferenciada pelas espécies de peixes.

Nas coletas padronizadas cada Igarapé foi subdividido em 5 segmentos de 10 m, com um espaçamento de 10 metros entre eles. Em cada segmento aplicou-se um esforço amostral de 200 peneiradas e 3 lances de arrastos. As coletas com redes de espera foram utilizadas de forma não padronizada, dispostas somente em trechos de Igarapés com largura e profundidade suficiente para a utilização do método. Os espécimes coletados foram fixados em formol 10% e transferidos para álcool 70% após 48horas, para posterior triagem e identificação dos mesmos. Em laboratório, os espécimes foram triados, pesados e identificados até o menor nível taxonômico possível, e posteriormente depositados na coleção ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi sob os números de registro (MPEG 33415 à MPEG 33613).

Análise Dos Dados

Considerando o viés amostral na riqueza de espécies em comunidades biológicas (SANTOS, 2003), a riqueza específica foi obtida através de curvas de acumulação de espécies baseada nos estimadores *Jackknife* de primeira ordem, com 9.999 aleatorizações, considerando os segmentos estabelecidos como 5 sub amostras por Igarapé. A representatividade amostral do estudo como um todo, bem como para as diferentes áreas de influência (ADA e AID), foi estimada pela razão, ($Riq._{observada}$ / $Riq._{estimada}$) x 100.

A diversidade e equitabilidade de cada Igarapé foram calculadas através dos índices de diversidade Shannon-Wiener (SHANNON & WEAVER, 1949), de Simpson (SIMPSON, 1949) e equitabilidade de Pielou (PIELOU, 1975). Os índices acima foram calculados separadamente para os diferentes períodos hidrológicos (estiagem e cheia).

A variação na composição das assembleias de peixes entre ADA e AID, bem como entre os diferentes períodos hidrológicos, foi avaliada através do método de ordenação por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), baseado em uma matriz de distância calculada a partir do índice de similaridade de *Bray-Curtis*. Variações na composição específica entre as áreas de influência do empreendimento foram testadas utilizando os valores logaritimizados de abundância, os quais foram submetidos a uma análise de permutação multivariada (PERMANOVA - *Permutation Multivariate Analyses of Variance*) (ANDERSON *et al*., 2008), com uma probabilidade obtida através do método de aleatorização de Monte Carlo, baseado em 9.999 aleatorizações. Uma análise de percentual de similaridade (SIMPER) foi utilizada para verificar quais espécies tiveram uma maior contribuição para a similaridade dos Igarapés nas diferentes áreas de influência e nos diferentes períodos hidrológicos.

A relação entre a abundância e biomassa específica foi avaliada através de curvas de porcentagem cumulativa ordenada por espécie (Curva ABC), plotadas separadamente para cada Igarapé amostrado, bem como para os diferentes períodos hidrológicos. As diferenças entre as curvas de abundância e biomassa foram avaliadas utilizando uma estatística W. De acordo com MAGURRAN (2004), a sobreposição da curva da abundância sobre a da biomassa, com valores negativos de W indica ambientes sujeitos

a um forte estresse ambiental, enquanto a situação inversa de sobreposição das curvas, associada a valores positivos de W indicam ambientes com ausência de tais distúrbios.

- Resultados

O presente estudo amostrou um total de 1686 espécimes de peixes, sendo 561 amostradas durante o período chuvoso e 1125 durante o período de estiagem. Foram identificadas 54 espécies/morfoespécies, pertencentes a 7 ordens e 21 famílias (Tabela 6-56). A ordem Characiformes representou 51,9% da riqueza total com 28 espécies, seguida por Siluriformes com 18,5% (10 espécies), Perciformes com 14,8% (8 espécies) e Gymnotiformes com 11,1% (6 espécies). Characiformes também foi a ordem mais abundante na região estudada, representando 70,9% dos espécimes amostrados (1195 espécimes), seguida por Perciformes com 12,8% (215 espécimes), Gymnotiformes com 7,5% (126 espécimes) e Siluriformes com 3,9% (65 indivíduos). As espécies mais abundantes foram *Hyphessobrycon heterorhabdus* representando 21,7% do total de espécimes amostrados (365 espécimes), seguida por *Iguanodectes rachovii* com 14,3% (241 espécimes) e *Apistogramma* gr. *regani* com 10,1% (171 espécimes) (Figura 6-175).

Embora o igarapé castanhalzinho não tenha sido avaliado nas análises propostas, é importante ressaltar que o mesmo foi o que apresentou a maior riqueza de espécies (23 espécies), a qual pode ser considerada subestimada. Nesse Igarapé, as coletas com redes de mão não possuem a mesma eficiência amostral do que as coletas realizadas em Igarapés de primeira ordem, pois a maior profundidade e largura facilitam a fuga de espécimes menores durante a amostragem. Dessa forma, métodos alternativos (redes de arrasto e espera) foram empregados para acessar ambientes como margens profundas e canal principal, no entanto, tais métodos são pouco eficientes na amostragem de espécies de pequeno porte que ocorrem nesses ambientes. Além da maior riqueza, foram registradas 14 espécies com ocorrência exclusiva no Igarapé Castanhalzinho, demonstrando sua importância na manutenção da biodiversidade de peixes na região. Por esse motivo, optou-se por apresentar a lista de espécies do Igarapé castanhalzinho separada dos demais Igarapés com coletas não padronizadas.

Dentre as 54 espécies amostradas, 12 encontram-se na lista de espécies permitidas à exploração para fins ornamentais, segundo a Instrução Normativa MMA n° 13, de 09 de

junho de 2005, retificada em 24 de junho do mesmo ano, e 14 espécies foram classificadas como importantes para a pesca de subsistência na região, de acordo com depoimento de moradores locais. Nenhuma das espécies amostradas encontram-se nas listas de espécies ameaçadas fornecidas pelas instituições *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do estado do Pará (SEMAS-PA) e Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECMA) (Tabela abaixo). Devido à escassez de estudo em ecossistemas de Igarapés da Amazônia, não se tem informações publicadas sobre espécies endêmicas, exóticas e bioindicadoras.

Tabela 6.2-56 -- Lista das espécies e morfoespécies de peixes amostradas em Igarapés na área destinada à implementação do Centro de Tratamento de Resíduos Metropolitana (CTR Acará), município de Acará, Pará. Os pontos de coleta foram representados pelo código PC onde PC1 = Igarapé Cajueiro, PC2 = Igarapé Embaúba, PC3 = Igarapé Grota Funda, PC4 = Igarapé Tábua. Os Igarapés com amostragem não padronizadas encontra-se representado na coluna denominada de Extra. As campanhas foram representadas pela letra C, onde: CI = Primeira Campanha, considerada como período chuvoso e CII = Segunda Campanha, considerada como período de estiagem.

Espécies/Autoria	Extra		Castanhalzinho		PC1		PC2		PC3		PC4		Total
	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	
Beloniformes													
Belonidae													
Potamorrhaphis guianensis (Jardine, 1843)	-	-		1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Characiformes													
Acestrorhynchidae													
Acestrorhynchus falcatus (Bloch, 1794)	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Acestrorhynchus microlepis (Jardine, 1841)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Anostomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leporinus granti Eigenmann, 1912	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Characidae													
Charax leticiae Lucena, 1987	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Hemigrammus bellottii (Steindachner, 1882)	-	97	14	46	-	-	-	-	-	-	-	-	157
Hemigrammus geisleri Zarske & Géry, 2007	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Hemigrammus ocelifer (Steindachner, 1882)	-	23	1	10	-	-	-	2	-	-	-	13	49
Hyphessobrycon bentosi Durbin, 1908	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Hyphessobrycon heterorhabdus (Ulrey, 1894)	-	15	-	1	48	108	11	46	54	25	6	51	365
Jupiaba anteroides (Géry, 1965)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Jupiaba ocellata (Géry, Planquette & Le Bail, 1996)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1

Espécies/Autoria	Extra		Castanhalzinho		PC1		PC2		PC3		PC4		Total
	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	
Moenkhausia collettii (Steindachner, 1882)	-	4	16	6	-	-	-	-	-	-	-	-	26
Moenkhausia comma Eigenmann, 1908	-	2	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Moenkhausia oligolepis (Günther, 1864)	-	-	4	11	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Crenuchidae													
Crenuchus spilurus Günther, 1863	-	2	1	4	-	-	-	2	3	19	-	4	35
Microcharacidium weitzmani Buckup, 1993	-	12	5	3	-	1	2	5	-	-	-	1	29
Curimatidae													
Cyphocharax spilurus	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Erythrinidae													
Erythrinus erythrinus (Bloch & Schneider, 1801)	-	-	-	-	6	2	-	-	10	2	-	-	20
Hoplerythrinus unitaeniatus (Spix & Agassiz, 1829)	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	-	1	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	6
Gasteropelecidae													
Carnegiella strigata (Günther, 1864)	-	5	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	9
Iguanodectidae													
Bryconops melanurus (Bloch, 1794)	-	-	1	73	-	-	-	-	-	-	-	-	74
Iguanodectes rachovii Regan, 1912	-	9	-	3	-	-	81	52	-	-	30	66	241
Lebiasinidae													
Copella arnoldi (Regan, 1912)	-	8	1	30	9	7	1	1	11	21	3	8	100
Nannostomus trifasciatus Steindachner, 1876	-	7	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12
Pyrrhulina gr. brevis	-	-	-	-	4	1	3	-	3	3	1	1	16
Cyprinodontiformes													
Rivulidae													

Espécies/Autoria	Extra		Castanhalzinho		PC1		PC2		PC3		PC4		Total
	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	
Rivulus strigatus Regan, 1912	-	1	-	-	14	34	2	8	-	1	5	15	80
Gymnotiformes													
Gymnotidae													
Gymnotus carapo Linnaeus, 1758	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Gymnotus coropinae Hoedeman, 1962	1	1	-	-	4	1	1	1	-	-	5	7	21
Gymnotus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Hypopomidae													
Brachyhypopomus beebei (Schultz, 1944)	-	-	-	-	5	1	-	1	25	19	-	5	56
Microsternarchus bilineatus Fernández-Yépez, 1968	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4
Rhamphichthyidae													
Gymnorhamphichthys rondoni (Miranda Ribeiro, 1920)	-	2	-	-	-	-	5	14	-	-	8	13	42
Perciformes													
Cichlidae													
Acaronia nassa (Heckel, 1840)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Aequidens tetramerus (Heckel, 1840)	-	1	2	2	-	-	-	1	4	2	-	-	12
Apistogramma gr. agassizi	-	-	-	2	-	-	-	-	3	1	-	-	6
Apistogramma gr. regani	-	18	-	2	9	19	23	28	1	-	28	43	171
Crenicichla gr. *saxatilis*	-	-	3	3	-	2	-	-	-	-	1	-	9
Crenicara punctulatun (Günther, 1863)	-	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Nannacara taenia Regan, 1912	-	1	-	-	-	-	-	-	1	9	-	-	11
Crenicichla johanna Heckel, 1840	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Siluriformes													
Callichthyidae													

Espécies/Autoria	Extra		Castanhalzinho		PC1		PC2		PC3		PC4		Total
	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	CI	CII	
Callichthys callichthys **(Linnaeus, 1758)**	-	-	1	-	-	1	-	-	3	3	-	-	8
Cetopsidae													
Denticetopsis epa**Vari, Ferraris & de Pinna, 2005**	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
Helogenes marmoratus **Günther, 1863**	-	1	2	-	3	4	5	-	3	-	3	5	26
Heptapteridae													
Gladioglanis conquistador **Lundberg, Bornbusch & Mago-Leccia, 1991**	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Phreatobius cisternarum **Goeldi, 1905**	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Rhamdia muelleri **(Günther, 1864)**	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Loricariidae													
Ancistrus **sp.**	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Rineloricaria **sp.**	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Trichomycteridae													
Ituglanis amazonicus **(Steindachner, 1882)**	-	-	-	-	3	2	1	1	-	-	2	-	9
Trichomycterus hasemani **(Eigenmann, 1914)**	-	1	5	-	-	1	1	-	2	1	-	-	11
Synbranchiformes													
Synbranchidae													
Synbranchus marmoratus **Bloch, 1795**	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	4

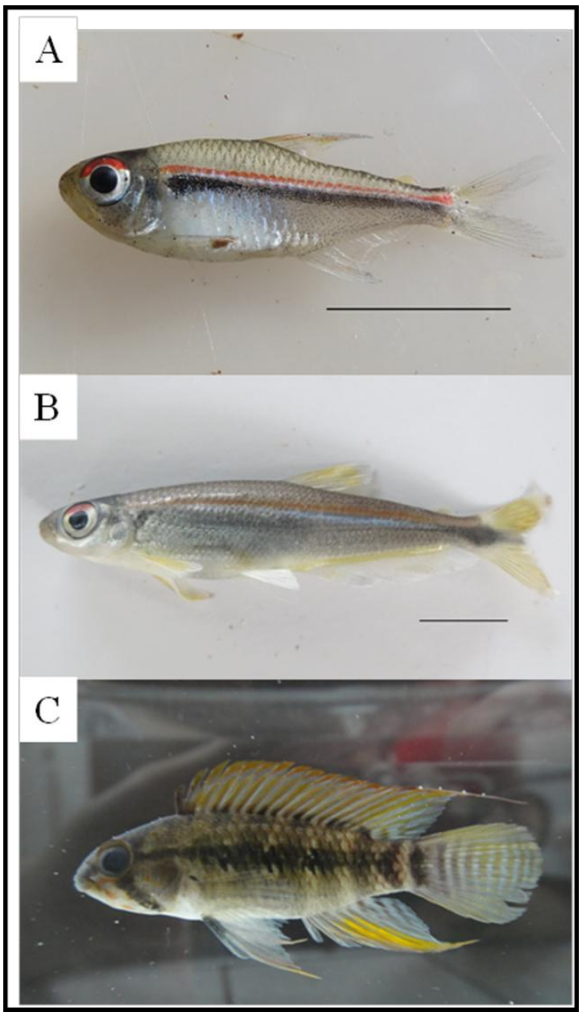
Tabela 6.2-57 - Lista das espécies e morfoespécies de peixes amostradas em Igarapés na área destinada à implementação da CTR Metropolitana, e suas respectivas classificações quanto ao interesse para fins ornamentais (O), de acordo com a Normativa MMA n° 13, de 09 de junho de 2005, e para a pesca de subsistência da região (PS), segundo a população local.

Espécies/Autoria	Nome popular	Classificação	Número de Indivíduos
Beloniformes			
Belonidae			
Potamorrhaphis guianensis (Jardine, 1843)	peixe-agulha		1
Characiformes			
Acestrorhynchidae			
Acestrorhynchus falcatus (Bloch, 1794)	peixe-cachorro	PS	2
Acestrorhynchus microlepis (Jardine, 1841)	peixe-cachorro	PS	1
Anostomidae			
Leporinus granti Eigenmann, 1912	Aracu	PS	1
Characidae			
Charax leticiae Lucena, 1987	Saicanga		1
Hemigrammus bellottii (Steindachner, 1882)	Piaba		157
Hemigrammus geisleri Zarske & Géry, 2007	Piaba		6
Hemigrammus ocelifer (Steindachner, 1882)	Piaba, Torpedinho, Lambari-Azul, Matupiri, Olho-De-Fogo		49
Hyphessobrycon bentosi Durbin, 1908	Piaba, Tetra	O	4
Hyphessobrycon heterorhabdus (Ulrey, 1894)	Piaba, Tetra	O	365
Jupiaba anteroides (Géry, 1965)	Piaba, Tetra	O	1
Jupiaba ocellata (Géry, Planquette & Le Bail, 1996)	Piaba	PS	1
Moenkhausia collettii (Steindachner, 1882)	Piaba	O	26
Moenkhausia comma Eigenmann, 1908	Piaba	PS	15
Moenkhausia oligolepis (Günther, 1864)	Piaba-rabo-de-ouro	O	15
Crenuchidae			
Crenuchus spilurus Günther, 1863	Crenuco	O	35
Microcharacidium weitzmani Buckup, 1993	Peixe-dardo		29
Curimatidae			
Cyphocharax spilurus	Saguiru	PS	2
Erythrinidae			
Erythrinus erythrinus (Bloch & Schneider, 1801)	Traira, Jeju	PS	20
Hoplerythrinus unitaeniatus (Spix & Agassiz, 1829)	Jeju		4

Espécies/Autoria	Nome popular	Classificação	Número de Indivíduos
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	Traira, Lobó	PS	6
Gasteropelecidae			
Carnegiella strigata (Günther, 1864)	Peixe-borboleta	O	9
Iguanodectidae			
Bryconops melanurus (Bloch, 1794)	Piaba, Bricon	PS	74
Iguanodectes rachovii Regan, 1912	Piaba		241
Lebiasinidae			
Copella arnoldi (Regan, 1912)	Copela	O	100
Nannostomus trifasciatus Steindachner, 1876	Torpedinho, Zepelim, Lápis, Peixe-Lápis de	O	12
Pyrrhulina gr. brevis	Pyrrhulina Pintada	O	16
Cyprinodontiformes			
Rivulidae			
Rivulus strigatus Regan, 1912	Rívulo		80
Gymnotiformes			
Gymnotidae			
Gymnotus carapo Linnaeus, 1758	Puraquezinho, Tuvira, Sarapó		2
Gymnotus coropinae Hoedeman, 1962	Tuvira, Sarapó		21
Gymnotus sp.	Tuvira, Sarapó		1
Hypopomidae			
Brachyhypopomus beebei (Schultz, 1944)	Ituí, peixe-elétrico		56
Microsternarchus bilineatus Fernández-Yépez, 1968	Ituí, peixe-elétrico		4
Rhamphichthyidae			
Gymnorhamphichthys rondoni (Miranda Ribeiro, 1920)	Peixe-da-areia, languira, Ituí, Tuvira		42
Perciformes			
Cichlidae			
Acaronia nassa (Heckel, 1840)	Cará, Acará	PS	1
Aequidens tetramerus (Heckel, 1840)	Cará, Acará	PS	12
Apistogramma gr. agassizi	Cará, Acará	O	6
Apistogramma gr. regani	Cará, Acará		171
Crenicichla gr. *saxatilis*	Joana, Jacundá	PS	10
Crenicara punctulatun (Günther, 1863)	Xadrez	O / PS	7
Nannacara taenia Regan, 1912	Cará, Acará		11
Siluriformes			
Callichthyidae			

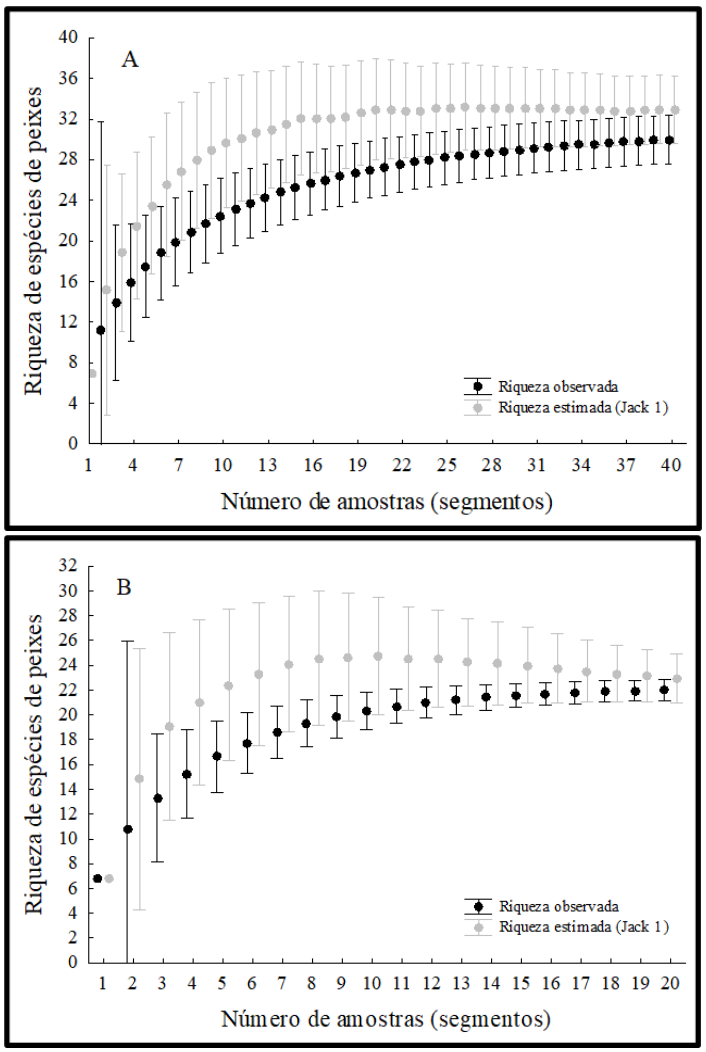
Espécies/Autoria	Nome popular	Classificação	Número de Indivíduos
Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)	Tambuatá, Tamuatá	PS	8
Cetopsidae			
*Denticetopsis epa*Vari, Ferraris & de Pinna, 2005	-		2
Helogenes marmoratus Günther, 1863	-		26
Heptapteridae			
Gladioglanis conquistador Lundberg, Bornbusch & Mago-Leccia, 1991	-		1
Phreatobius cisternarum Goeldi, 1905	-		2
Rhamdia muelleri (Günther, 1864)	Jundiá		1
Loricariidae			
Ancistrus sp.	Acari, Cascudo, Bodó		3
Rineloricaria sp.	Cascudo, cascudo espada		2
Trichomycteridae			
Ituglanis amazonicus (Steindachner, 1882)	Candiru, Cambeva		9
Trichomycterus hasemani (Eigenmann, 1914)	Candiru		11
Synbranchiformes			
Synbranchidae			
Synbranchus marmoratus Bloch, 1795	Muçum, Mussum		4

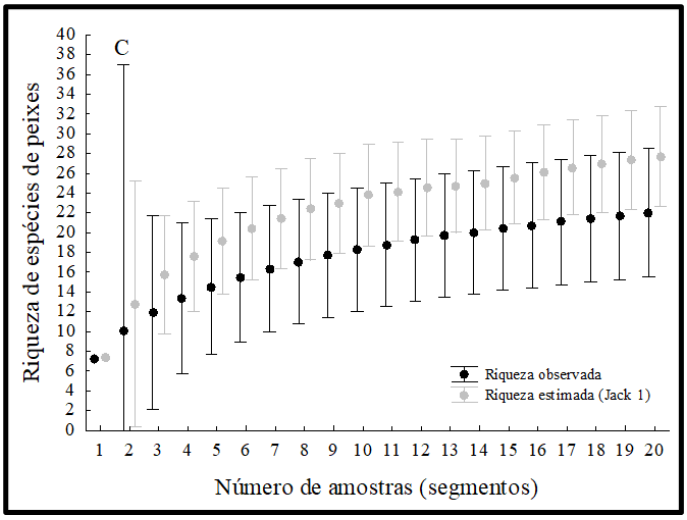
Figura 6.2-176– Espécies de peixe mais abundantes, amostrado em Igarapés pertencentes à área destinada à implantação da CTR – Metropolitana. A= *Hyphessobrycon heterorhabdus,* B = *Iguanodectes rachovii* e C =*Apistogramma gr.* regani.



Para as coletas padronizadas, a riqueza total observada foi de 30 espécies/morfoespécies, com uma riqueza estimada de aproximadamente 33 espécies, evidenciando uma eficiência amostral de 90,9%. Quanto aos períodos hidrológicos amostrados, ambos registraram um total de 26 espécies/morfoespécies. Em relação às áreas de influência, ambas (Área propriedade e AID) registraram uma riqueza observada de 22 espécies. Para a ADA, a riqueza estimada foi de aproximadamente 23 espécies evidenciando uma representatividade da amostragem de 95,8%. Para a AID, a riqueza estimada foi de aproximadamente 28 espécies evidenciando uma representatividade da amostragem de 78,5% (Figura abaixo).

Figura 6.2-177 –Curva de Rarefação da riqueza observada e estimada (Jackknife 1a Ordem) da ictiofauna dos Igarapés amostrados na área destinada à implementação do Central de Tratamento de Resíduos (CTR Metropolitana), município de Acará, Pará, Brasil. Na figura A foram considerados todos os Igarapés amostrados de forma padronizada. Na figura B estão representados os Igarapés Grota Funda e Cajueiro, que possuem parte de sua bacia de drenagem localizada na ADA do empreendimento. Na figura C estão representados somente os Igarapés Embaúba e Tábua, que possuem suas bacias de drenagem localizadas exclusivamente na AID do empreendimento. As figuras representam as estimativas considerando de forma conjunta as amostragens realizadas na primeira e segunda campanha.





A maior diversidade e equitabilidade de espécies de peixe foram registradas para o Igarapé Grota Funda, seguido pelo Igarapé Tábua, os quais se encontram na área de influência AID. Enquanto os menores valores de diversidade e equitabilidade foram registrados para os Igarapés Cajueiro e Embaúba, os quais também se encontram nas áreas de influência AID nos pontos dentro e fora da propriedade.

Quanto à composição das assembleias de peixe de Igarapé entre os períodos hidrológicos amostrados, *Gymnotus carapo*, *Hoplias malabaricus*, *Microsternarchus bilineatus*e e *Phreatobius cisternarum* foram exclusivas do período chuvoso, enquanto *Denticetopsis epa*, *Gymnotus sp*., *Hemigrammus ocelifer* e *Jupiaba ocellata* foram exclusivas do período de estiagem. Apesar disso, não foi registrada diferença significativa na composição entre os dois períodos (*pseudo*-F = 0.37; p = 0,74; stress = 0,02) (Figura abaixo). Diferenças significativas na composição foram registradas entre as diferentes áreas de influência (ADA E AID) (*pseudo*-F = 6,60; p = 0,01; stress = 0,02) (Figura abaixo) onde, *Apistogramma* gr. *agassizi*, *Callichthys callichthys*, *Erythrinus erythrinus*, *Hoplias malabaricus*, *Nannacara taenia*, *Phreatobius cisternarum* e *Synbranchus marmoratus* foram espécies exclusivas de dentro da propriedade, enquanto que *Carnegiella strigata*, *Denticetopsis epa*, *Gymnorhamphichthys rondoni*, *Gymnotus* sp., *Hemigrammus ocelifer*, *Iguanodectes rachovii*, *Jupiaba ocellata* e *Microsternarchus bilineatus* foram espécies exclusiva da AID.

De acordo com a análise de percentual de similaridade (SIMPER) as espécies que mais contribuíram para a similaridade da composição da ictiofauna entre os Igarapés da propriedade foram *Hyphessobrycon heterorhabdus,* com 26,9% de contribuição,

seguida por *Copella arnoldi*, com 16,6% e *Brachyhypopomus beebei*com, 10,9%. Para Igarapés da AID, as espécies que mais contribuíram foram *Iguanodectes rachovii* com 21,9% de contribuição, seguida por *Apistogramma* gr. *regani,* com 19,26%.

Figura 6.2-178– Representação gráfica resultante da Análise de Escalonamento Multidimensional não Métrica (nMDS) para os dados de abundância das assembleias de peixes de Igarapés localizados na área destinada à implementação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR Metropolitana) ente os períodos hidrológicos, chuvoso representado pelos círculos abertos (○) e de estiagem, representado pelos círculos fechados (●).

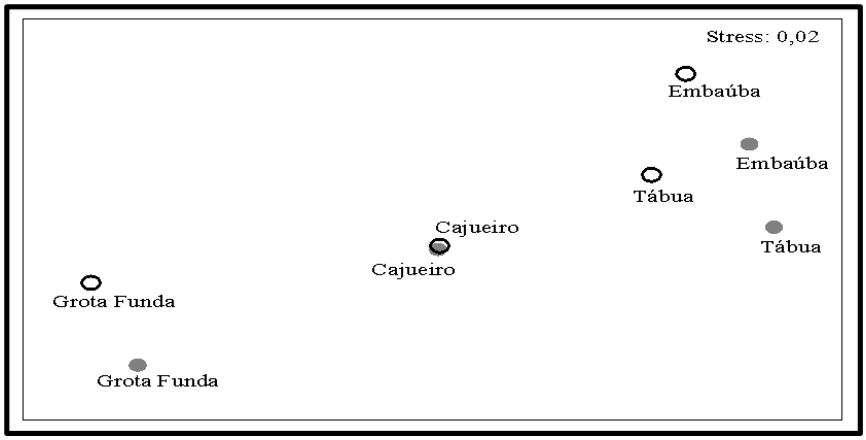
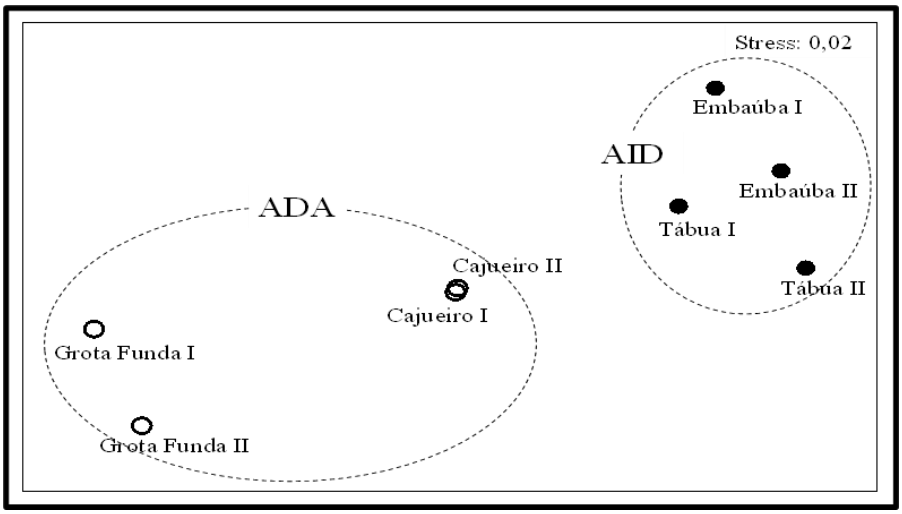
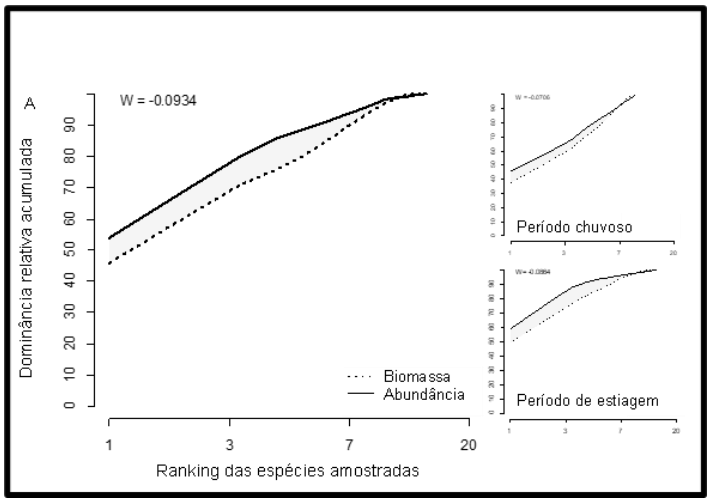


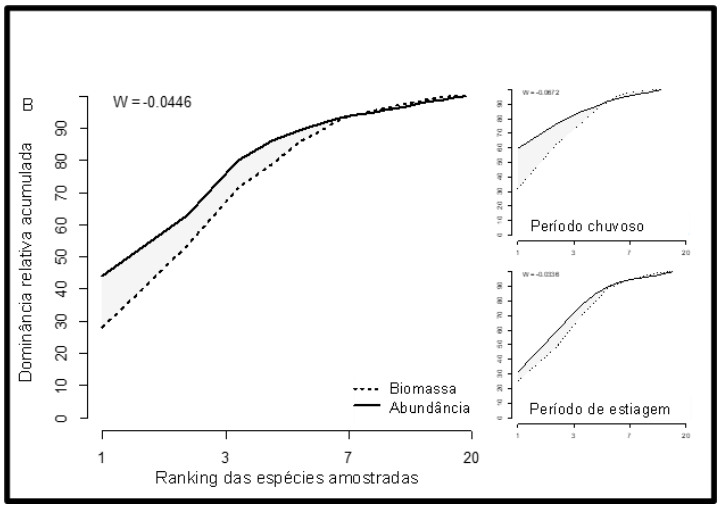
Figura 6.2-179 –Representação gráfica resultante da Análise de Escalonamento Multidimensional não Métrica (nMDS) para os dados de abundância das assembleias de peixes de Igarapés localizados na área destinada à implementação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR Metropolitana) ente as áreas de dentro da propriedade (○), representada pelos círculos abertos e AID (●), representada pelos círculos fechados.

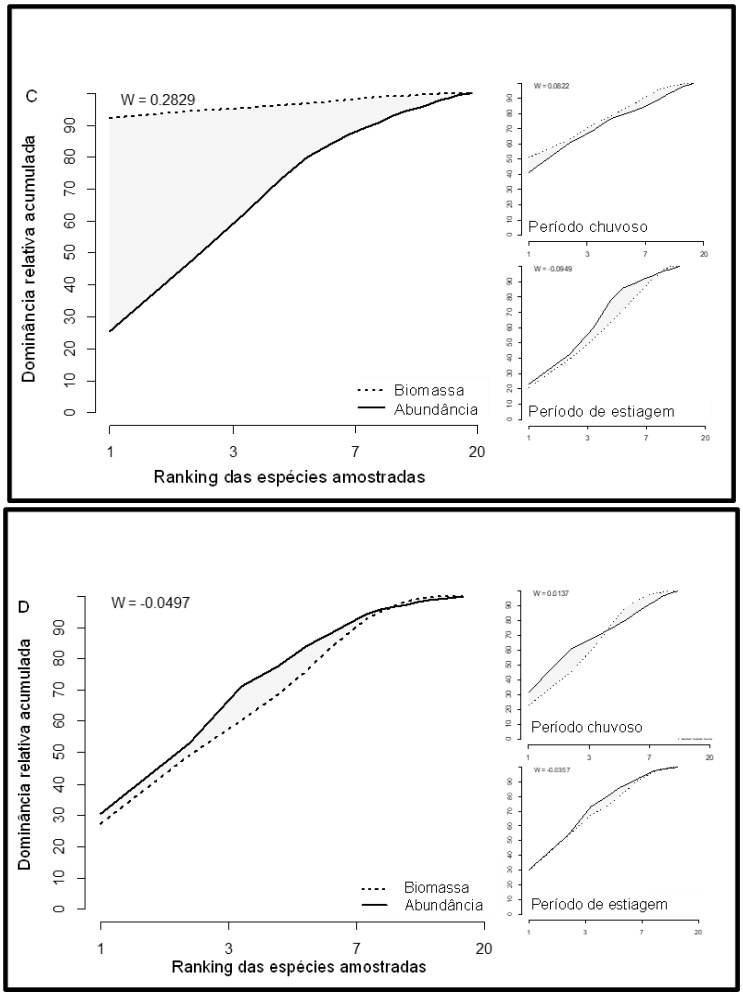


As relações entre abundância e biomassa das assembleias de peixes, considerando ambos os períodos amostrados, evidenciaram uma curva de biomassa localizada acima da curva de abundância (w = 0,28), apenas para o Igarapé Grota Funda. Na comparação entre os diferentes períodos hidrológicos os Igarapés Cajueiro, Grota Funda e Tábua apresentaram menores valores de “w” durante o período de estiagem, indicando um incremento na abundância em relação a biomassa (Figura abaixo).

Figura 6.2-180 – Representação gráfica da relação abundância e biomassa das assembleias de peixes amostrados em Igarapés localizados na área destinada à implementação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR Metropolitana), município de Acará, Pará, Brasil. As figuras A e C representam os Igarapés Cajueiro e Grota Funda, respectivamente, que possuem parte de suas bacias de drenagem localizadas na ADA. As figuras B e D representam os Igarapés Embaúba e Tábua respectivamente, que possuem toda sua bacia de drenagem localizada na AID.







- Discussão

A região estudada apresentou uma alta diversidade de peixes, mas que ainda assim encontra-se subestimada se considerarmos a heterogeneidade dos ecossistemas aquáticos observada nas bacias de drenagem da região. Até o momento, não existem estudos publicados que avaliem a diversidade de peixes de Igarapé da bacia do Rio Acará, o que impossibilitou a comparação desses dados com dados secundários. No entanto, estudo realizado em 4 microbacias distintas da margem direita do rio Guamá registrou um total de 43 espécies (CORRÊA *et al*., 2012), o que reforça a hipótese de que a região estudada evidenciou uma alta diversidade em uma área relativamente pequena.

O presente estudo considerou apenas Igarapés de primeira e segunda ordem, que possuem uma ictiofauna bastante peculiar e distinta em relação aos rios de grande porte, onde ocorre uma adição e/ou substituição de algumas espécies devido ao

gradiente longitudinal de características ambientais como temperatura da água, morfologia do canal e velocidade da correnteza (VANNOTE *et al*., 1980; TORGERSEN *et al.*, 2006; SANTANA *et al.,* 2014). Considerando a alta conectividade existente em ecossistemas aquáticos, recomenda-se que as interpretações dos dados apresentados considerem a peculiaridade ecológica dos ambientes amostrados (Igarapés de pequeno porte), e que cursos d'água de maior porte também sejam adicionados em estudos futuros para um melhor conhecimento e monitoramento eficiente da diversidade de peixes da região.

A presença de 44% das espécies consideradas de interesse comercial para fins ornamentais e/ou utilizadas na pesca de subsistência da população local reforça a importância da manutenção desses ecossistemas de Igarapé para alimentação da população e para o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis, tais como a exploração de peixes ornamentais. Em Igarapés amazônicos, a ausência de espécies em listas de espécies ameaçadas não pode ser associada ao status de conservação das mesmas, e isso se dá devido a uma subamostragem e ausência de estudos em ecossistemas de Igarapé nessa região, impossibilitando estimativas robustas sobre a ecologia e distribuição das espécies. Nesse sentido, é de extrema importância que estudos de impacto ambiental relacionados a ecossistemas aquáticos na região amazônica não se restrinja a áreas próximas ao empreendimento, e sim às bacias de drenagem como um todo, permitindo assim a elaboração de soluções mitigadoras dos impactos, tais como a preservação de áreas ecologicamente equivalentes.

O efeito das variações espaciais e temporais na estruturação das assembleias de peixes é constantemente observado em Igarapés da região tropical. Características como riqueza, abundância e biomassa tendem a aumentar durante o período chuvoso, devido ao aumento no volume e complexidade do hábitat físico desses Igarapés, que permitem uma maior disponibilidade de recursos (ESPÍRITO-SANTO, 2007; ROCHA, *et al.,* 2009). No presente estudo, apesar da ausência de variação na riqueza e composição de espécies entre os diferentes períodos hidrológicos, a presença de espécies exclusivas em ambos os períodos amostrados, mostra a importância da variação hidrológica, juntamente com a complexidade do hábitat de Igarapé, na estrutura das assembleias de peixes da região. Alterações ou perdas nessa estrutura da vegetação próxima a cursos d'água de pequeno porte podem resultar em uma perda de complexidade nos Igarapés,

que consequentemente perderão essa capacidade de fornecer diferentes micro hábitats resultantes da variação hidrológica.

Nesse sentido, é fundamental a realização de estudos e monitoramentos contemplando toda a variação sazonal observada na região. No entanto, parte dessa ausência de variação pode estar associada a características como baixa capacidade de dispersão observada na maioria das espécies de pequeno porte que habitam Igarapés de cabeceira (CASTRO, 1999; SUARÈZ e LIMA-JUNIOR, 2009).

Variações espaciais na estrutura das assembleias de peixe foram mais evidentes do que as variações temporais, demonstrando uma complementaridade dos Igarapés amostrados na manutenção da diversidade de peixes na região, de forma que a perda de diversidade local, também representará uma perda de diversidade regional. A presença de alterações antrópicas, tem sido a principal responsável por alterações e perdas na estrutura e funcionalidade da ictiofauna de Igarapés (FELD, 2013; silva e TEJERINA-GARRO, 2014). Características como, baixa incidência de luz devido à densa cobertura vegetal, fazem com que os Igarapés sejam predominantemente heterotróficos, dependendo da vegetação ripária para produção de energia e disponibilidade de alimento, abrigos e locais para reprodução (PUSEY e ARTHINGTON, 2003). Além da vegetação ripária, a ictiofauna de Igarapé também pode ser afetada por alterações ocorridas na bacia de drenagem como um todo (CUNICO *et al*., 2012). Mudanças como perda de vegetação nativa ao longo da bacia hidrográfica afetam indiretamente a estrutura do hábitat de Igarapés através do carreamento de sedimento para o interior das drenagens, aumento no *input* de matéria orgânica que resultam na eutrofização desses sistemas além do aumento da vulnerabilidade das matas ciliares remanescentes (CUNICO *et al*., 2012).

As relações biomassa e abundância também permitiram verificar importantes variações temporais e espaciais na estrutura das assembleias de peixes na região. Considerando ambos os períodos hidrológicos, apenas o Igarapé Grota Funda evidenciou características consideradas como sendo de ambiente com ausência de distúrbios, com a curva de biomassa localizada acima da curva de abundância. A oscilação dessa relação para o Igarapé tábua nos permite considerá-lo como um Igarapé intermediário quanto à presença de distúrbio, enquanto os Igarapés Cajueiro e Embaúba

evidenciaram características de Igarapés com presença de distúrbio. Os resultados obtidos corroboram com as observações realizadas em campo quanto à estrutura dos ecossistemas aquáticos amostrados e sua vegetação adjacente. O Igarapé Grota Funda foi o que apresentou uma maior complexidade estrutural, com uma maior heterogeneidade de substratos, presença de poções e corredeiras, além de uma maior cobertura florestal ao entorno. Embora o Igarapé Tábua também tenha apresentado certa complexidade no ecossistema aquático, a presença de áreas desmatadas ao entorno podem ter contribuído para o resultado observado. Quanto aos Igarapés Cajueiro e Embaúba, ambos apresentaram proximidade com atividades antrópicas como estradas em atividade e residências, respectivamente.

Em relação aos períodos hidrológicos, o incremento na abundância em relação à biomassa durante o período de estiagem pode ser atribuído a variações na atividade reprodutiva das espécies nesses ambientes. Em Igarapés tropicais observa-se um aumento no recrutamento de indivíduos para reprodução durante o período chuvoso (LOWE - MCCONNEL, 1999), resultando em um acréscimo da biomassa em relação à abundância. Consequentemente, durante o período de estiagem observa-se um aumento na abundância de indivíduos juvenis, que por sua vez, contribuem para um aumento da abundância em relação à biomassa.

Na região estudada, o Igarapé Grota Funda, localizado na ADA, foi o que apresentou a maior riqueza, diversidade e uma melhor relação entre biomassa e abundância das espécies. Tal fato pode estar associado a uma maior complexidade do hábitat, da vegetação ripária, bem como da vegetação do entorno. A complexidade do ecossistema aquático foi corroborada pelos dados de ictiofauna através da presença de espécies como *Pheatobius cisternarum* que ocorrem predominantemente em águas subterrâneas e são amostrados em águas superficiais somente quando existem afloramentos dessa água subterrânea; e através de uma maior riqueza de espécies piscívoras (*Erythrinus erythrinus*, *Hoplias malabaricus* e *Synbranchus marmoratus*), que foram exclusivas de Igarapés da ADA e cuja a presença indica ambientes com uma boa integridade biológica e que ainda suportam a presença desses predadores topo de cadeia (FERREIRA e CASATTI, 2006).

Uma alta riqueza e diversidade de espécies também foram observadas no Igarapé Tábua, localizado na AID, que por sua vez também apresentou uma boa estrutura tanto na vegetação ripária, como na vegetação do entorno do trecho amostrado. No Igarapé Tábua também foram registradas espécies que indicam certa complexidade estrutural no ambiente, tais como *Crenicichla* gr. *saxatilis*, que possui hábito piscívoro, e que também foi amostrada no Igarapé Cajueiro, pertencente à área da propriedade, e *Gymnorhamphichthys rondonie* e *Carnegiella strigata* que habitam substratos arenosos e a superfície de áreas de remanso, respectivamente, e foram exclusivas da AID.

De um modo geral os Igarapés amostrados, independente da área de influência, apresentaram uma alta diversidade de peixes, contribuindo de maneira complementar para a diversidade da região como um todo. A região estudada mostrou ser um dos maiores fragmentos florestais da região, o que contribui para essa alta diversidade da ictiofauna em uma área amostral relativamente pequena. Por esses motivos, recomenda-se a manutenção da vegetação natural nessas áreas, de forma a contribuir com a manutenção da diversidade de peixes da região. A autorização para implementação de empreendimentos como centros de tratamento de resíduos, caso seja concedida, deve requerer uma avaliação detalhada e um monitoramento em longo prazo que considere a diversidade de peixes e a integridade dos ecossistemas aquáticos. Considerando a importância da área para os ecossistemas aquáticos de pequeno porte, recomenda-se que a implementação desse tipo de empreendimento ocorra em áreas já desmatadas e que não demande uma supressão vegetal. A presença de áreas florestadas em bacias como a do Acará, que se encontra fortemente ameaçada por atividades agroindustriais, é fundamental para manutenção da biodiversidade como um todo.

A implementação de aterros sanitários nas cabeceiras de bacia de drenagem não só afeta os ecossistemas através da supressão da vegetação, as quais ocorrem com maior intensidade no período de implementação e posteriormente devido as atividades realizadas na região, como também oferece um alto risco de contaminação não só das cabeceiras como de toda a bacia de drenagem a jusante.

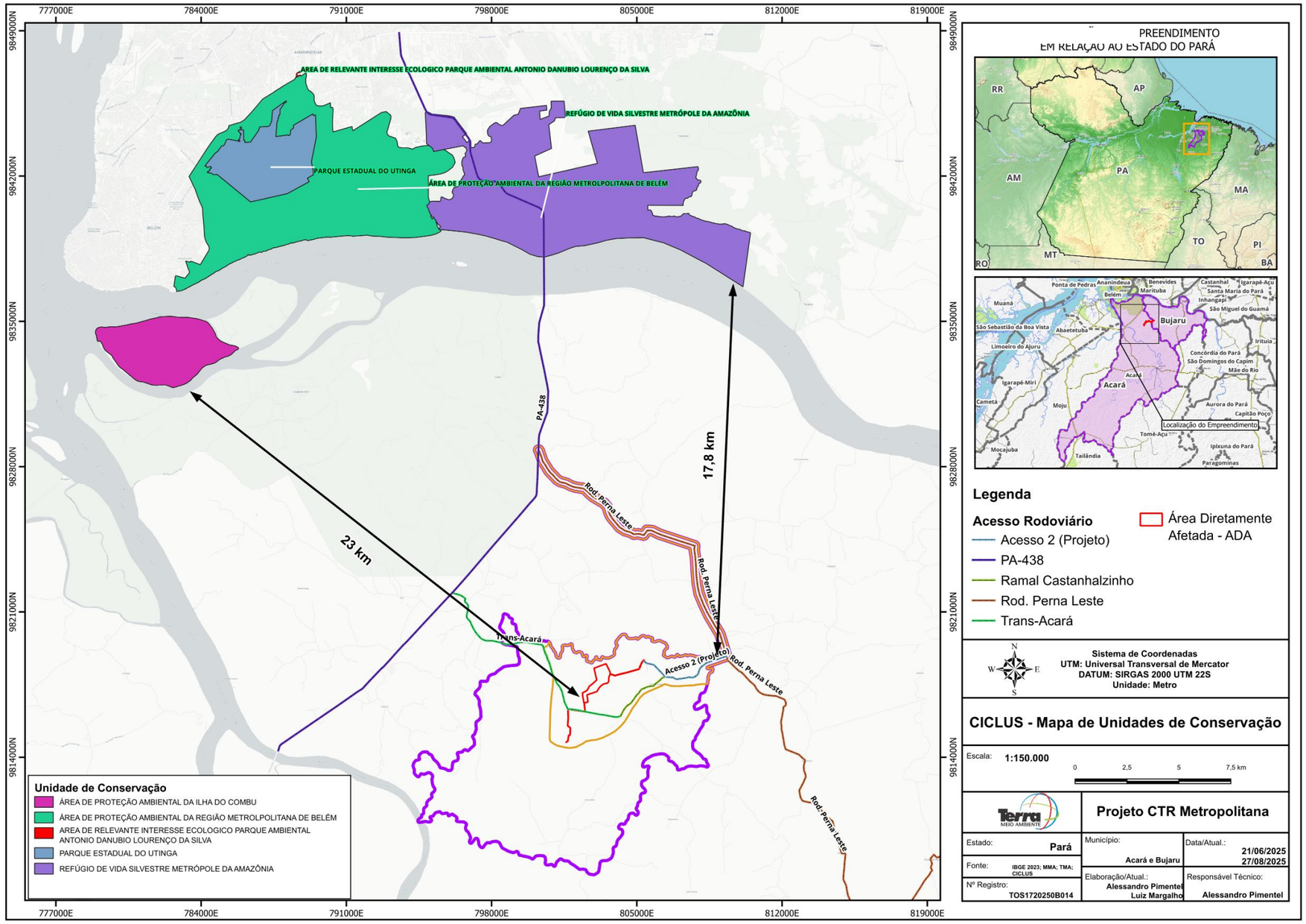
6.2.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

6.2.4.1 IDENTIDADE DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS

Foram localizadas e identificadas as unidades de conservação localizadas no estado do Pará e as suas distâncias em relação ao empreendimento determinadas.

Ao todo foram identificadas 86 unidades de conservação situadas no estado do Pará, estas foram localizadas e identificadas na Figura abaixo, representada pelo Mapa de Unidades de Conservação constante a seguir, sendo destas 22 classificadas como de Proteção Integral e 64 de Uso Sustentável. Pode-se destacar gestões sobre diferentes esferas de jurisdição, isto é, de um total de 86 unidades de conservação identificadas, 54 têm suas gestões sob âmbito federal, 29 sob o âmbito estadual e 3 municipais, conforme Tabela abaixo.

Figura 6.2-181 – Mapa de Unidades de Conservação.



Fonte: Terra,2025.

Tabela 6.2-58 -- Unidades de conservação situadas no estado do Pará.

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
FEDERAL	ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA TERRA DO MEIO	PROTEÇÃO INTEGRAL	2005	Decreto S/N de 17/02/2005	578,31
	ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO JARI	PROTEÇÃO INTEGRAL	1982	Decreto nº 87092 de 12/04/1982	505,91
	PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE	PROTEÇÃO INTEGRAL	2002	Decreto S/N de 22/08/2002	597,11
	PARQUE NACIONAL DO JAMANXIM	PROTEÇÃO INTEGRAL	2006	Decreto nº 47570 de 14/02/2006	871,38
	PARQUE NACIONAL DA SERRA DO PARDO	PROTEÇÃO INTEGRAL	2005	Decreto S/N de 17/02/2005	659,89
	PARQUE NACIONAL DA AMAZÔNIA	PROTEÇÃO INTEGRAL	1974	Decreto nº 73683 de 20/02/1974	887,68
	PARQUE NACIONAL DO RIO NOVO	PROTEÇÃO INTEGRAL	2006	Decreto S/N de 14/02/2006	1.081,20
	RESERVA BIOLÓGICA DO RIO TROMBETAS	PROTEÇÃO INTEGRAL	1979	Decreto nº 84018 de 21/09/1979	890,69
	RESERVA BIOLÓGICA DO TAPIRAPÉ	PROTEÇÃO INTEGRAL	1989	Decreto nº 97719 de 05/05/1989	497,85
	RESERVA BIOLÓGICA DO GURUPI	PROTEÇÃO INTEGRAL	1988	Decreto nº 95614 de 12/01/1988	236,53
	RESERVA BIOLÓGICA NASCENTES DA SERRA DO CACHIMBO	PROTEÇÃO INTEGRAL	2005	Decreto S/N de 20/05/2005	1.042,96

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
	FLORESTA NACIONAL DO TRAIRÃO	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 14/02/2006	828,97
	FLORESTA NACIONAL ALTAMIRA	USO SUSTENTÁVEL	1998	Decreto nº 2483 de 03/02/1998	846,84
	FLORESTA NACIONAL DO JAMANXIM	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 14/02/2006	971,67
	FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS	USO SUSTENTÁVEL	1998	Decreto nº 2486 de 02/02/1998	517,49
	FLORESTA NACIONAL DE TAPIRAPÉ-AQUIRI	USO SUSTENTÁVEL	1989	Decreto nº 97720 de 05/05/1989	511,91
	FLORESTA NACIONAL DE ITACAIUNAS	USO SUSTENTÁVEL	1998	Decreto nº 2480 de 02/02/1998	529,08
	FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ	USO SUSTENTÁVEL	1961	Decreto nº 239 de 28/11/1961	338,80
	FLORESTA NACIONAL DE TAPAJÓS	USO SUSTENTÁVEL	1974	Decreto nº 73684 de 19/02/1974	745,30
	FLORESTA NACIONAL DE SACARÁ-TAQUERA	USO SUSTENTÁVEL	1989	Decreto nº 98704 de 27/12/1989	862,16
	FLORESTA NACIONAL DE MULATA	USO SUSTENTÁVEL	2001	Decreto S/N de 01/08/2001	661,71
	FLORESTA NACIONAL DE PAU-ROSA	USO SUSTENTÁVEL	2001	Decreto S/N de 08/08/2001	1.061,76
	FLORESTA NACIONAL DO AMANA	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 14/02/2006	1.030,48
	FLORESTA NACIONAL DO CREPORI	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 14/02/2006	1.043,01

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
	FLORESTA NACIONAL DE ITAITUBA I	USO SUSTENTÁVEL	1998	Decreto nº 2481 de 03/02/1998	963,80
	FLORESTA NACIONAL DE ITAITUBA II	USO SUSTENTÁVEL	1998	Decreto nº 2482 de 02/02/1998	936,80
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO IGARAPÉ GELADO	USO SUSTENTÁVEL	1989	Decreto nº 97718 de 05/05/1989	517,67
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO TAPAJÓS	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 14/02/2006	973,27
	RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ITATUPÃ-BAQUIÁ	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 15/06/2005	338,75
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA ARAI-PEROBA	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 23/05/2005	190,11
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA CAETÉ-TAPERAÇU	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 23/05/2005	176,10
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE TRACUATEUA	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 23/05/2005	156,53
	RESERVA EXTRATIVISTA MARACANÃ	USO SUSTENTÁVEL	2002	Decreto S/N de 16/12/2002	113,51
	RESERVA EXTRATIVISTA CHOCOARÉ-MATO GROSSO	USO SUSTENTÁVEL	2002	Decreto S/N de 16/12/2002	118,76
	RESERVA EXTRATIVISTA SÃO JOÃO DA PONTA	USO SUSTENTÁVEL	2002	Decreto S/N de 16/12/2002	89,86

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE GURUPI-PIRIÁ	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 23/05/2005	217,07
	RESERVA EXTRATIVISTA RIOZINHO DO ANFRÍSIO	USO SUSTENTÁVEL	2004	Decreto S/N de 09/11/2004	787,95
	RESERVA EXTRATIVISTA RIO IRIRI	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 06/06/2006	674,89
	RESERVA EXTRATIVISTA RIO XINGU	USO SUSTENTÁVEL	2008	Decreto S/N de 05/06/2008	571,50
	RESERVA EXTRATIVISTA MÃE GRANDE DE CURUÇÁ	USO SUSTENTÁVEL	2002	Decreto S/N de 16/12/2002	90,32
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA CUINARANA	USO SUSTENTÁVEL	2014	Decreto S/N de 13/10/2014	104,98
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA MOCAPAJUBA	USO SUSTENTÁVEL	2014	Decreto S/N de 13/10/2014	89,44
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE SOURE	USO SUSTENTÁVEL	2001	Decreto S/N de 23/11/2001	100,80
	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA MESTRE LUCINDO	USO SUSTENTÁVEL	2014	Decreto S/N de 13/10/2014	100,70
	RESERVA EXTRATIVISTA IPAÚ-ANILZINHO	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 15/06/2005	217,17
	RESERVA EXTRATIVISTA ARIÓCA PRUANÃ	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 17/11/2005	192,51
	RESERVA EXTRATIVISTA GURUPÁ-MELGAÇO	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 01/12/2006	306,51

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
ESTADUAL	RESERVA EXTRATIVISTA MAPUÁ	USO SUSTENTÁVEL	2005	Decreto S/N de 23/05/2005	191,52
	RESERVA EXTRATIVISTA TERRA GRANDE PRACUÚBA	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto S/N de 06/06/2006	147,35
	RESERVA EXTRATIVISTA VERDE PARA SEMPRE	USO SUSTENTÁVEL	2004	Decreto S/N de 09/11/2004	433,90
	RESERVA EXTRATIVISTA TAPAJÓS ARAPIUNS	USO SUSTENTÁVEL	1998	Decreto S/N de 09/11/1998	751,79
	RESERVA EXTRATIVISTA RENASCER	USO SUSTENTÁVEL	2009	Decreto S/N de 05/06/2009	554,24
	RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL KLAGESI	USO SUSTENTÁVEL	2005	Portaria nº 56 de 23/08/2005	53,75
	RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL OSÓRIO REIMÃO	USO SUSTENTÁVEL	2009	Portaria nº 18 de 26/03/2009	151,16
	ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO GRÃO PARÁ	PROTEÇÃO INTEGRAL	2006	Decreto nº 2609 de 07/12/2006	716,08
	PARQUE ESTADUAL DE MONTE ALEGRE	PROTEÇÃO INTEGRAL	2001	Lei ordinária nº 6.412 de 13/11/2001	651,88
	PARQUE ESTADUAL CHARAPUCU	PROTEÇÃO INTEGRAL	2010	Decreto nº 2.592 de 10/11/2010	264,17
	PARQUE ESTADUAL DO UTINGA	PROTEÇÃO INTEGRAL	1993	Decreto nº 1552 de 03/05/1993	27,34

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
	PARQUE ESTADUAL DA SERRA DOS MARTÍRIOS/ANDORINHAS	PROTEÇÃO INTEGRAL	1996	Lei complementar nº 5.982 de 26/07/1996	491,98
	PARQUE ESTADUAL DO XINGU	PROTEÇÃO INTEGRAL	2001	Decreto nº 3585 de 07/12/2001	1.002,19
	PARQUE ESTADUAL DO CANTÃO	PROTEÇÃO INTEGRAL	1998	Lei ordinária nº 996 de 15/07/1998	857,96
	PARQUE ESTADUAL CRISTALINO	PROTEÇÃO INTEGRAL	2000	Decreto nº 1.471 de 09/06/2000	1.173,38
	REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE METRÓPOLE DA AMAZÔNIA	PROTEÇÃO INTEGRAL	2010	Decreto nº 2.211 de 01/04/2010	18,52
	RESERVA BIOLÓGICA DE MAICURU	PROTEÇÃO INTEGRAL	2006	Decreto nº 2610/2006 de 07/12/2006	637,13
	FLORESTA ESTADUAL DE FARO	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto nº 2605 de 07/12/2006	953,95
	FLORESTA ESTADUAL DO TROMBETAS	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto nº 2.607 de 07/12/2006	773,23
	FLORESTA ESTADUAL DO PARU	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto nº 2.608 de 07/12/2006	507,25
	FLORESTA ESTADUAL DO IRIRI	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto nº 2606 de 07/12/2006	824,74
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NHAMUNDÁ	USO SUSTENTÁVEL	1990	Decreto nº 12836 de 09/03/1990	899,06
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO LAGO DE TUCURUI	USO SUSTENTÁVEL	2002	Lei ordinária nº 6.451 de 11/04/2002	270,60

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA REGIÃO METROLPOLITANA DE BELÉM	USO SUSTENTÁVEL	1993	Decreto nº 1.551 de 04/05/1993	22,29
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA ILHA DO COMBU	USO SUSTENTÁVEL	1997	Lei ordinária nº 6.083 de 17/11/1997	22,80
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LAGO DE SANTA ISABEL	USO SUSTENTÁVEL	2002	Decreto nº 1.558 de 06/09/2002	497,46
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE SÃO GERALDO DO ARAGUAIA	USO SUSTENTÁVEL	1996	Lei ordinária nº 5.983 de 26/07/1996	489,79
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS REENTRÂNCIAS MARANHENSES	USO SUSTENTÁVEL	1991	Decreto nº 11.901 de 11/06/1991	235,45
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE ALGODOAL-MAIANDEUA	USO SUSTENTÁVEL	1990	Lei ordinária nº 5.621 de 06/12/1990	133,98
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL PAYTUNA	USO SUSTENTÁVEL	2001	Lei ordinária nº 6.426 de 19/12/2001	647,47
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ARQUIPÉLAGO DO MARAJÓ	USO SUSTENTÁVEL	1989	Constituição do Estado do Pará Art.13 §2º de 05/10/1989	64,07

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ILHA DO BANANAL/CANTÃO	USO SUSTENTÁVEL	1997	Lei ordinária nº 907 de 21/05/1997	775,72
	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL TRIUNFO DO XINGU	USO SUSTENTÁVEL	2006	Decreto nº 2.612 de 04/12/2006	683,23
	RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ALCOBAÇA	USO SUSTENTÁVEL	2002	Lei ordinária nº 6.451 de 11/04/2002	283,81
	RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PUCURUÍ - ARARÃO	USO SUSTENTÁVEL	2002	Lei ordinária nº 6.451 de 11/04/2002	302,69
	RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO RIO IRATAPURU	USO SUSTENTÁVEL	1997	Lei ordinária nº 0392 de 11/12/1997	506,88
	PARQUE NATURAL MUNICIPAL VEREDAS DOS CARAJÁS	PROTEÇÃO INTEGRAL	2011	Decreto nº 455/2011 de 13/01/2011	563,65
	AREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLOGICO PARQUE AMBIENTAL ANTONIO DANUBIO LOURENÇO DA SILVA	USO SUSTENTÁVEL	2011	Lei ordinária nº 2472 de 17/01/2011	31,85

ESFERA	NOME DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE USO	ANO CRIAÇÃO	ATO LEGAL	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
	AREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLOGICO MUSEU PARQUE SERINGAL	USO SUSTENTÁVEL	2012	Lei ordinária nº 2.560 de 09/04/2012	34,58

*fonte: Ministério do Meio Ambiente - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm#)

- Impactos diretos ou indiretos (na ZA) das Unidades de Conservação sofridos pelo empreendimento.

Nenhuma das 86 unidades de conservação identificadas no estado sofrerão impactos pelo empreendimento seja de maneira direta, seja de maneira indireta.

As Unidades de Conservação de Proteção Integral identificadas mais próximas do empreendimento foram o Refúgio da vida Silvestre Metrópole da Amazônia e o Parque Estadual do Utinga que distam 18,52Km e 27,34Km respectivamente.

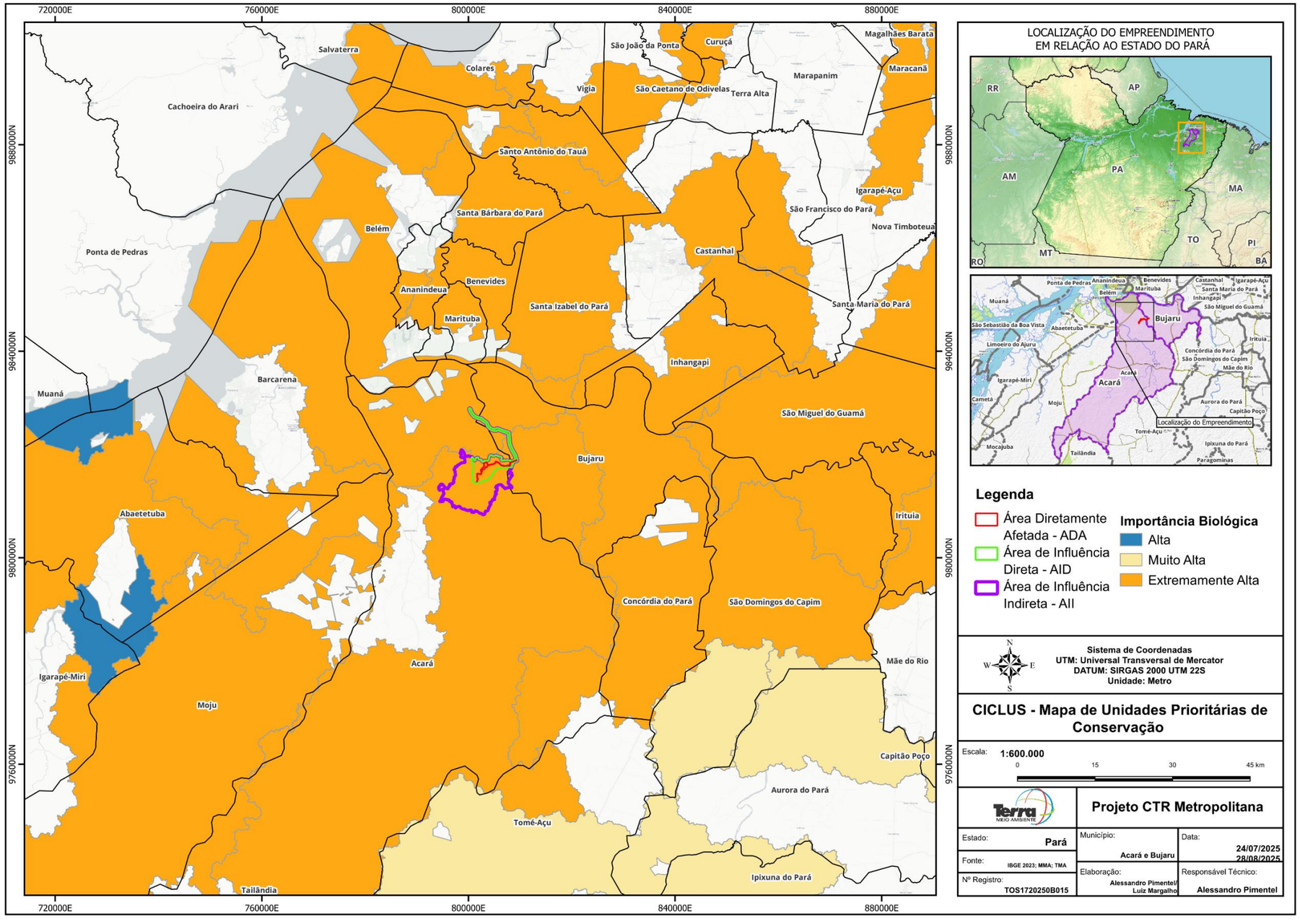
Com relação as Unidades de Uso Sustentável, podemos destacar as APAs Região Metropolitana de Belém e da Ilha do Combu que estão distantes 22,29Km e 22,80Km do empreendimento.

6.2.4.2 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO

Foram localizadas e identificadas as áreas prioritárias para conservação localizadas no estado do Pará e as suas distâncias em relação ao empreendimento determinadas.

Ao todo foram identificadas 117 áreas prioritárias situadas no estado do Pará, estas foram localizadas e identificadas na Figura abaixo - representada pelo Mapa de Unidades Prioritárias de Conservação a seguir. Pode-se observar que nenhuma delas encontra-se dentro das áreas de influência do empreendimento. As áreas e suas respectivas classes de priorização podem ser observadas na Tabela abaixo.

Figura 6.2-182 – Representada pelo Mapa de Unidades Prioritárias de Conservação



Fonte: TERRA, 2025.

Tabela 6.2-59 -- Áreas prioritárias para conservação no estado do Pará.

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Costeiro	Setor Grande Belém e Região Insular	1 - Extremamente alta	16,61
Costeiro	Setor Nordeste da Ilha de Marajó	1 - Extremamente alta	74,57
Costeiro	Setor São Caetano-Vigia	1 - Extremamente alta	94,20
Amazônia	T.I. Anambé	2 - Muito alta	166,94
Amazônia	P.E. de Belém	2 - Muito alta	28,17
Costeiro	Reentrâncias Maranhenses e Paraenses	1 - Extremamente alta	25,47
Amazônia	Alto Rio Guamá	1 - Extremamente alta	84,17
Amazônia	Ilha de Algodoal	1 - Extremamente alta	132,19
Amazônia	Salgado	1 - Extremamente alta	74,36
Amazônia	Ilha do Bananal 1 - P.N. do Araguaia	1 - Extremamente alta	932,80
Cerrado	Médio - Araguaia (Bacia do Rio dos Cocos)	1 - Extremamente alta	857,05
Amazônia	T.I. Alto Turiaçu	1 - Extremamente alta	148,70
Cerrado	Serra de Carajás	1 - Extremamente alta	373,79

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	F.N. de Itacaiunas	1 - Extremamente alta	550,06
Amazônia	T.I. XiKrin do Cateté	1 - Extremamente alta	549,85
Amazônia	Carajás 1- Sobreposição entre F.N. de Itacaiunas e F.N. de Tapirapé-Aquiri	1 - Extremamente alta	528,57
Amazônia	Baixo Tocantins	2 - Muito alta	193,43
Amazônia	Área ao Norte da Ilha do Bananal	1 - Extremamente alta	818,07
Costeiro	Litoral sul de Sergipe. Entre a foz dos rios Vaza Barris e Real	1 - Extremamente alta	307,28
Amazônia	Rio Capim	1 - Extremamente alta	152,08
Marinho	Plat. Maranhão e Golfão Maranhense	1 - Extremamente alta	112,91
Amazônia	Gurupi	1 - Extremamente alta	218,29
Amazônia	R.B. Gurupi	1 - Extremamente alta	237,01
Amazônia	Baixo Tocantins	2 - Muito alta	176,95
Costeiro	Setor Vizeu	1 - Extremamente alta	232,75
Costeiro	Setor Maracanã-Marapanim	1 - Extremamente alta	92,55

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Costeiro	Setor Salinópolis	1 - Extremamente alta	142,75
Costeiro	Setor Bragança	1 - Extremamente alta	168,76
Marinho	Golfão Marajoara	Insuficientemente conhecida	108,92
Amazônia	Reentrâncias Paraenses	1 - Extremamente alta	153,54
Cerrado	Marajó	3 - Alta	64,10
Costeiro	Setor Canal do Norte	1 - Extremamente alta	213,39
Cerrado	Savanas do sul e centro do Amapá	2 - Muito alta	351,43
Amazônia	A.P.A. Marajó	1 - Extremamente alta	63,95
Costeiro	Golfão Marajoara	1 - Extremamente alta	343,71
Amazônia	T.I. Koatinemo	2 - Muito alta	505,29
Amazônia	Transiriri	Novas áreas identificadas pelos grupos regionais	443,81

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	Rio Anaku	1 - Extremamente alta	402,90
Amazônia	Rio Iriri	2 - Muito alta	777,34
Amazônia	Interflúvio Xingu-Iriri 1	Insuficientemente conhecida	733,94
Amazônia	Médio Xingu	2 - Muito alta	577,52
Amazônia	Interflúvio Xingu-Iriri	Novas áreas identificadas pelos grupos regionais	603,48
Amazônia	Interflúvio Xingu-Iriri 2	3 - Alta	677,75
Amazônia	T.I. Apyterewa	2 - Muito alta	531,89
Amazônia	T.I. Araweté/Igararé Ipixuma	2 - Muito alta	533,07
Amazônia	T.I. Trincheira/Bacajá	1 - Extremamente alta	406,33
Amazônia	F.N. de Carajás	1 - Extremamente alta	514,10
Amazônia	Carajás	1 - Extremamente alta	466,89

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	Margem esquerda Rio Araguaia	2 - Muito alta	748,40
Amazônia	T.I. Trocará	2 - Muito alta	252,67
Amazônia	Entorno da Serra das Andorinhas	2 - Muito alta	481,04
Amazônia	P.E. Serra dos Martírios/Andorinhas	2 - Muito alta	489,85
Amazônia	A.P.A. São Geraldo do Araguaia e P.E. Serra dos Martírios/Andorinhas	2 - Muito alta	497,44
Amazônia	Margem Esquerda do Araguaia	1 - Extremamente alta	765,52
Amazônia	A.P.A. do Igarapé Gelado	1 - Extremamente alta	515,14
Amazônia	F.N. de Tapirapé-Aquiri	1 - Extremamente alta	517,97
Amazônia	R.B. do Tapirapé	1 - Extremamente alta	496,08
Amazônia	T.I. Panará	1 - Extremamente alta	1.022,55
Amazônia	T.I. Menkragnoti	1 - Extremamente alta	823,59

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	Leste da T.I. Badjônkôre	2 - Muito alta	834,41
Amazônia	T.I. Badjônkôre	2 - Muito alta	870,12
Amazônia	T.I. Kayapó	1 - Extremamente alta	660,87
Amazônia	Estuário (Ilhas Gurupá)	2 - Muito alta	328,99
Costeiro	Setor Foz do Rio Jari a foz do Rio Araguari	1 - Extremamente alta	364,60
Costeiro	Setor Macapá - Santana	1 - Extremamente alta	350,78
Costeiro	Setor Centro - Arquipélago Breves/Afuá	1 - Extremamente alta	223,58
Amazônia	F.N. Caxiuanã	2 - Muito alta	336,99
Amazônia	Área de expansão da F.N. Caxiuanã	2 - Muito alta	318,10
Amazônia	Zona Costeira - Golfo do Marajoara	2 - Muito alta	30,97
Amazônia	Tabuleiro das Tartarugas	Novas áreas identificadas pelos grupos regionais	374,69

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	T.I. Paru de Leste	2 - Muito alta	664,40
Amazônia	Alto Rio Jari - Tumucumaque	2 - Muito alta	596,66
Amazônia	Corredeiras do Jari	2 - Muito alta	635,82
Amazônia	Médio Jari	2 - Muito alta	512,01
Amazônia	T.I. Waiãpi	2 - Muito alta	594,37
Amazônia	R.D.S. do Rio Iratapuru	2 - Muito alta	507,21
Cerrado	Campos de Monte Alegre	Insuficientemente conhecida	439,13
Amazônia	R.Ex. Tapajós-Arapiuns	2 - Muito alta	753,77
Amazônia	Baixo Amazonas - Santarém	2 - Muito alta	632,26
Amazônia	F.N. Tapajós	2 - Muito alta	741,43
Amazônia	Quilombo Pacoal	2 - Muito alta	690,27

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	Baixo Amazonas	1 - Extremamente alta	437,89
Amazônia	E.E. do Jari	2 - Muito alta	502,48
Amazônia	Médio Amazonas	2 - Muito alta	547,35
Amazônia	Rio Jari	2 - Muito alta	456,64
Amazônia	T.I. Zoé	1 - Extremamente alta	799,79
Cerrado	Savanas da Região do Paru	Insuficientemente conhecida	807,36
Amazônia	R.F. Tumucumaque e T.I. Tumucumaque	1 - Extremamente alta	802,96
Amazônia	T.I. Tumucumaque	1 - Extremamente alta	753,00
Amazônia	Cuminapanema - Alto Maicuru	1 - Extremamente alta	664,13
Amazônia	Médio Trombetas	1 - Extremamente alta	818,19
Amazônia	F.N. Saracataquera	1 - Extremamente alta	861,30

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	R.B. do Rio Trombetas	1 - Extremamente alta	891,96
Amazônia	T.I. Trombetas/Mapuera	2 - Muito alta	1.106,28
Amazônia	T.I. Nhamundá - Mapuera	2 - Muito alta	1.037,21
Amazônia	Alto Trombetas	1 - Extremamente alta	968,68
Amazônia	Alto Mapuera	2 - Muito alta	1.056,45
Amazônia	Médio Amazonas	1 - Extremamente alta	838,04
Amazônia	A.P.A. de Nhamundá	1 - Extremamente alta	899,55
Amazônia	Parque Nhamundá	1 - Extremamente alta	935,00
Amazônia	T.I. Sai Cinza	1 - Extremamente alta	1.170,99
Amazônia	T.I. Mundurucu	1 - Extremamente alta	1.147,40
Amazônia	T.I. Kayabi	1 - Extremamente alta	1.157,88

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	Canoa	1 - Extremamente alta	998,86
Amazônia	Rio Juruena	Novas áreas identificadas pelos grupos regionais	976,53
Cerrado	Serra do Cachimbo	1 - Extremamente alta	1.118,18
Amazônia	Rio Teles Pires	1 - Extremamente alta	1.017,66
Amazônia	Itaituba	1 - Extremamente alta	1.047,29
Amazônia	F.N. de Itaituba II	1 - Extremamente alta	937,84
Amazônia	F.N. Itaituba I	1 - Extremamente alta	961,70
Amazônia	P.N. da Amazônia	1 - Extremamente alta	885,92
Amazônia	Rio Jamanxim	1 - Extremamente alta	896,26
Amazônia	Tapajós	2 - Muito alta	829,53
Amazônia	Área de superposição entre o P.N. da Amazônia e T.I. Andirá-Marau	1 - Extremamente alta	964,00

BIOMA	IDENTIFICAÇÃO	CLASSE DE PRIORIZAÇÃO	DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO (Km)
Amazônia	T.I. Andirá-Maraú	1 - Extremamente alta	938,62
Amazônia	Área entre T.I. Maraú e UC Parque Nacional da Amazônia	1 - Extremamente alta	928,97
Amazônia	R.Ec. Apiacás	1 - Extremamente alta	1.265,12

**fonte: Ministério do Meio Ambiente – Mapas das áreas prioritárias (http://www.mma.gov.br/biodiversidade/projetos-sobre-a-biodiveridade/projeto-de-conservação-e-utilização-sustentável-da-diversidade-biológica-brasileira-probio-i/áreas-prioritária*

6.1.2. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.S. & Vieira, I.C.G. 2001. Padrões florísticos e estruturais de uma cronoseqüência de florestas no município de São Francisco do Pará, Região Bragantina, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Botânica 17(1): 209-240.

ARAUJO, Rosalia de Aguiar et al. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. Acta Amazonica, v. 39, p. 865-877, 2009.

APG IV. 2016. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181 (1): 1–20.

ATHIÊ, Samira; DIAS, Manoel Martins. Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 26, p. 84-93, 2012.

BAAR, R.; Cordeiro, M.R.; Denich, M. & Fölster, H. 2004. Floristic inventory of secondary vegetation in agricultural systems of East-Amazonia. Biodiversity and Conservation 13(3): 501-528.

BAILLIE, J.E.M.; et al. 2004 IUCN. red list of threatened species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge. 215p.

BERG, C. C. Espécies de Cecropia da Amazônia Brasileira (). Acta Amazonica, v. 8, n. 2, p. 149-182, 1978.

Brasil. Portaria MMA nº 148 de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Publicada no Diário Oficial da União, Edição: 108, Seção 1, pag. 74. Órgão Ministério do Meio Ambiente/Gabinete do Ministro.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. H. Field and laboratory methods for general ecology. 4. ed. New York: McGraw Hill, 1989.

Brower, J.E. e Zar, J.H. (1984) Field and Laboratory Methods for General Ecology. 2nd Edition,E.C. Wm. C. Brown, Dubuque.

BROWN Jr., K.S. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. In The conservation of insects and their habitats: 15th Symposium of the Royal Entomological Society of London, 14-15 September 1989 at the Department of Physics Lecture Theatre, Imperial College, London. (N.M. Collins & J.A. Thomas, ed.). Academic Press, London, p.349-404.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. H. Field and laboratory methods for general ecology. 4. ed. New York: McGraw Hill, 1989.

CARIM, S.; et al. Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia. Acta Botanica Brasilica, v. 21, p. 293-308, 2007.

CAVASSAN O.; CESAR O.; MARTINS FR. Fitossociologia da vegetação arbórea da reserva estadual de Bauru, Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica 7(2): 91-106, 1984.

Cerqueira, R. 1995. Determinação de distribuições potenciais de espécies. Pp. 141 -161. In: Peres-Neto, P.R.; Valentin, J.L. & Fernandez, F.A.S. (Eds). Oecologia brasiliensis. Vol. 2. Tópicos em tratamento de dados biológicos. Programa de PósGraduação em Ecologia, UFRJ, Rio de Janeiro,161 pp.

CNCFlora. 2024. Centro Nacional de Conservação da Flora. Lista Vermelha. Disponível em http://cncflora.jbrj.gov.br/portal. Acesso em 05 de março de 2024

GAGLIOTI, A. L. Urticaceae Juss. no Estado de São Paulo, Brasil. 2011.195 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
GAGLIOTI, André Luiz et al. Conhecendo Espécies de Plantas da Amazônia: Embaúba (Cecropia obtusa Trécul–Urticaceae). Comunicado Técnico. EMBRAPA. Belém, PA, 2014.

GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A. Distribuição espacial de espécies arbóreas em uma floresta estacional em Santa Maria, Sul do Brasil. Pesquisas Botânica, São Leopoldo, n. 58, p. 215- 226. 2007

JUNIOR, J. B. T. et al. PRODUÇÃO DE FABACEAS PARA ADUBAÇÃO VERDE NO AGRESTE PARAIBANO. BIOFARM-Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management, v. 11, n. 1, p. 47-58, 2015.

FONSECA, G. D. F. M.; SILVA LIMA, L.; DM, Silva Matos. Padrão de regeneração pós-fogo das espécies arbóreas Trema micrantha Benth e Cecropia pachystachia Trécul. In: XLIX Congresso Nacional de Botânica. Resumos. Salvador, Ba. 1998.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. Floresta e Ambiente, v. 19, n. 4, p. 520–539, out. 2012.

GAMA, J.R.V.; et al. 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. Revista Árvore 26(5): 559-566.

IWAKIRI, S.; ZELLER, F. PINTO. JA; RAMIREZ, MGL; SOUZA, MM; SEIXAS, R. Avaliação do potencial de utilização da madeira de Schizolobium amazonicum “Paricá” e Cecropia hololeuca “Embaúba” para produção de painéis aglomerados. Acta Amazonica, Manaus, v. 40, n. 2, p. 303-308, 2010.

LORENZI, H.; MATTOS, F.J.A. Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas.

Plantarum, Nova Odessa, 2002.

MACHADO, S. A. 1979. Tabela de volume para Pinus taeda na região de Telêmaco Borba-PR. Revista Floresta, n. 10, p. 29-35, 1979.

MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A. Dendrometria. Curitiba. UFPR. 2003, 306p.

MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom HEBN, London. 179p.

MARACAJÁ, P. B. et al. Levantamento florístico e fitosociológico do extrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 3, n. 2, p. 25-32, 2003.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb

MUELLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: J. Willey & Sons, 1974. 574 p.

MUNHOZ C.B.R. & FELFILI J.M. (2003). Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. Acta Bot. Bras. 20, 671-685.

ODUM, E.P. 1983. Ecologia. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.

ODUM, Eugene P. Ecologia. Traduzido por Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan: 1988.

OLIVEIRA, A.N.; AMARAL, I.L. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, 34:21-34.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. Fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta estacional decidual em Brasília, DF. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo: EMBRAPA-CNPF, n. 38, p. 55–74, 1999.

Parrotta, I.A.; Francis, I.K.; AJmeida, R.R. 1995. Trees os the Tapajósa photografic field guide. Gen. Tech. Rep. IITF-I. Rio Píedras, PR: U.S. Department of Agricuhure, Forest Service, International Institute ofTropical Forestry. 370pp

PAULA NETO, F. Tabelas volumétricas com e sem casca para Eucalyptus saligna. Revista Árvore,n. 1, p.31-54, 1977.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. Inventário florestal. Curitiba: Os Autores, 1997.316 p.

PEREIRA, C. A.; VIEIRA, I. C. G. A importância das florestas secundárias e os impactos de sua substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia. Interciencia. Scielo. INCI v.26, n.8, 2001. Disponível em < https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442001000800004>.

PIELOU, E. C. 1969. An introdution to mathematical ecology: New York: Wiley-Interscience., 286p.

POTT, A.; POTT, V.J. Plantas do Pantanal. EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá, 1994.

POTT, V.J. & POTT, A. 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília.

QUANZ, B. et al. Exploração florestal de impacto reduzido não afeta a florística do banco de sementes do solo. Revista de Ciencias Agrarias (Brazil), v. 55, n. 3, 2012.

SALOMÃO, RAFAEL P.; VIEIRA, I. C. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; AMARAL, D. D; SANTANA, A. C. 2012.

Sistema Capoeira Classe: uma proposta de sistema de classificação de estágios sucessionais de florestas secundárias para o Estado do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v. 7, p. 297-317.

SANTANA, A. C.; COSTA, R. B. da; SOUSA, W. O. de. Análise fitossociológica de floresta secundária no município de Igarapé-Açu, Pará. Acta Amazonica, Manaus, v. 34, n. 3, p. 435–442, 2004.

SANTANA, R. C. Estrutura e dinâmica de fragmentos florestais em áreas de transição cerrado/floresta estacional. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SAMIR GONÇALVES ROLIM1, HILTON THADEU Z. DO COUTO2, RENATO MORAES DE JESUS1 JAIME TADEU FRANÇA3 Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). Acta amazônica. 2006

SCHILLING, A.C & BATISTA, J. L. F. 2008. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. Revista Brasil. Bot., V.31, n.1, p.179-187, jan.-mar.

SCREMIN-DIAS, E., POTT, V.J., HORA, R.C. & SOUZA, P.R. 1999. Nos jardins submersos da Bodoquena. UFMS, Campo Grande.

SEMAS (PA). Instrução Normativa nº 02, de 06 de julho de 2015. Dispõe sobre a Autorização de Supressão de Vegetação - ASV, no âmbito dos processos de licenciamento ambiental da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará SEMAS/PA, e dá outras providências. Disponível em:https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/normas/view/176#:~:text=INSTRU%C3%87%C3%83O%20NORMATIVA%20N%C2%BA%202%2C%20DE,DE%20JULHO%20DE%202015%20(VIGENTE)&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Autoriza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Supress%C3%A3o%20de%20Vegeta%C3%A7%C3%A3o%20%2D%20ASV%2C%20no,PA%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias

SILVA, J. L. R. da. 2007. Modelos volumétricos, fatores de forma e equação de afilamento para floresta de terra firme da região do rio aru município de Portel-Pará. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

SOUSA JÚNIOR, G.A. 2005. Zoneamento da faixa tampão do reservatório da UHE-Camargos e avaliação de sua regeneração natural. Dissertação de Mestrado, Lavras, Brasil,103p.

SOUZA, A.L., LEITE, H.G. Regulação da produção em florestas ineqüiâneas. 147p. Viçosa, UFV, 1993.

TUOMISTO, H. & RUOKULAINEN, K. 1994. Journal of Vegetation Science 5: 25-34

ZUQUIM, Gabriela; COSTA, Flávia Regina Capellotto; PRADO, Jefferson. Fatores que determinam a distribuição de espécies de pteridófitas da Amazônia Central. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, n. S2, p. 360-362, 2007.

WALKER, B. 1989. Diversity and stability in ecosystem conservation. In: Conservation for the Twenty-first Century. Editors: D. Western, and M. Pearl, 121-30. London: Oxford University Press.

WALLACY FERREIRA BARRETO1, FÁBIO MIRANDA LEÃO2, MARLON COSTA DE MENEZES2,

DEIVISON VENICIO SOUZA2 Equação de volume para apoio ao manejo comunitário de empreendimento florestal em Anapu, Pará. Pesq. or. bras., Colombo, v. 34, n. 80, p. 00-00, out. /dez. 2014

AVIFAUNA

BIRDLIFE International, 2015. **State of the world's birds**. Disponível em: www.birdlife.org/datazone/sowb/casestudy/60 . Acessado em novembro de 2015.

BUDNEY, G. F.; Grotke. 1997. **Techniques for audio recording vocalizations of tropical birds.**

Ornith. Monographs 48:147-163.

CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, 2014. ***Lista das Aves do Brasil***. Disponível em: www.cbro.org.br . Acessado em outubro de 2015.

CIITES – **Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora**, 2015. Disponível em: www.cites.org/eng/resources/species.html . Acessado em outubro de 2015.

DA COSTA, V.A., 2012. **Aves silvestres criadas em cativeiro em Santa Bárbara do Pará: aspectos socioculturais e etológicos.** Dissertação de Mestrado do Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento. Belém: Universidade Federal do Pará.

ERIZE, F.; RODRIGUEZ MATA, J. R.; RUMBOLL, M. 2006. ***Birds of South America. Non-Passerines: Rheas to Woodpeckers***. Princeton University Press, Princeton, USA, 376pp.

HERZOG, S. K.; KESSLER, M.; CAHILL, T. M. 2002. **Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data**. *Auk*, 119(3), 749-769.

IUCN 2015. ***IUCN Red List of Threatened Species***. Version 2015. Acessado em outubro de 2015.

JOHNSON, R.R.; BROWN, B.T.; HAIGHT, L.T.; SIMPSON, J.M. 1981. **Playback recordings as a special avian censusing technique.** *Studies in Avian Biology* 6: 68-75.

MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PÁGLIA, A.P. (Eds.).2008. ***Livro Vermelho da Fauna***

brasileira ameaçada de extinção. BRASILIA. Ministério do Meio Ambiente. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. Série Biodiversidade no 19. 2 volumes, 907 + 511 p.

MACKINNON, S.; PHILLIPS, K. 1993. ***A Field Guide to the Birds of Borneo, Sumatra and Bali***.

Oxford: Oxford University Press.

MARION, W.R.; T.E. O'MEARA & D.S. MAEHR. 1981. **Use of playback recordings in sampling elusive or secretive birds.** Studies in Avian Biology 6: 81-85.

NOVAES, F.C. e LIMA, M.de F. C, 1998. ***Aves da Grande Belém. Municípios de Belém e Ananindeua, Pará*.** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 415p.

PARKER III, T.A. 1991. **On the use of tape records in avifaunal surveys**. *Auk* 108: 443-444

PARKER III, T. A.; STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W. 1996. ***Ecological and distributional databases***.

p. 113-436. In: Stotz, D. F.; Fitzpatrick, J. W.; Parker III, T. A.; Moskovits, D. K. *Neotropical Birds. Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago Press.

RIBON, R., 2010. **Amostragem de aves pelo método de listas de MacKinnon**. *In*: Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisas e levantamentos. Sandro Von Matter *et al*. Organizadores. Rio de Janeiro: Technical Books. 516p.

SICK, H. 1997. ***Ornitologia brasileira*.** Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 862p.

SIGRIST, T. 2008. ***Guia de campo. Aves da Amazônia Brasileira***. São Paulo: AvisBrasilis. SIGRIST, T. 2013. ***Guia de campo. Avifauna Brasileira***. São Paulo: AvisBrasilis.

SILVA, J.M.C., M.A. SOUZA, A.G.D. BIEBER & C.J. CARLOS. 2003. **Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensitividade.** In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. pp. 237-273. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, T. A.; PARKER III; MOSKOVITS, D. K. 1996. ***Neotropical Birds: Ecology***

and Conservation.Chicago: Univ. Chicago Press.

VAN PERLO, B. 2011. ***Birds of Brazil, a BirdGuides mobile field guide*, Version 1.0.0**. - iPhone OS 9.0.2.

WIKIAVES, 2015. **A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: www.wikiaves.com.br.

Acessado em outubro de 2015.

Mastofauna

ALVARD, M, S. **Conservation by native peoples**. *Human Nature*, v. 5, n. 2, p. 127-154. 1994.

ARDENTE, N. C. **A comunidade de pequenos mamíferos em áreas de savana metalófila e floresta ombrófila densa na Floresta Nacional de Carajás, PA**: Estrutura, estratificação e impacto da mineração. 86p., Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. ***Ecologia: De Indivíduos a Ecossistemas***. 4a Edição.

Porto Alegre: 752 p. 2007.

BENNETT, E. L. **Is there a link between wild meat and food security?** *Conservation Biology*, v.

16, n. 3, p. 590-592. 2002.

BERNARD, E.; M.B. FENTON. **Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera in forest fragments, primary forests, and savannas in central Amazonia, Brazil.** *Canadian Journal of Zoology*, 80:1124-1140. 2002.

BODMER, R.E. **Managing Amazonian wildlife: biological correlates of game choice by detribalized hunters.** *Ecological Applications*, p. 872-877, 1995.

BODMER, R.E.; ROBINSON, J.G. **Evaluating the sustainability of hunting in the *Neotropics***. 2004.

BONVICINO, C.; OLIVEIRA, J. A. D.; D'ANDREA, P. S. ***Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseados em caracteres externos.*** Rio de Janeiro: Organização Pan- Americana da Saúde, 120p. ISBN 0101-6970. 2008.

BORGES, L. H., CALOURO, A., BOTELHO, A. L., SILVEIRA, M. **Diversity and habitat preference of medium and large-sized mammals in an urban forest fragment of southwestern Amazon**. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 104, n. 2, p. 168-174. 2014.

BROSSET, A.P.; CHARLES-DOMINIQUE, P. **The bats from French Guiana: a taxonomic, faunistic and ecological approach.** *Mammalia* 54: 509-560. 1990.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. **Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation.**

Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 345, n. 1311, p. 101-

118. 1994.

DeMATTEO, K.; MICHALSKI, F.; LEITE-PITMAN, M.R.P.; Speothos venaticus. **The IUCN Red List of Threatened Species 2011**: e.T20468A9203243. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011- 2.RLTS.T20468A9203243.en

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. ***Mammals of the neotropics. 3. The central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil***. Chicago, Illinois.: Chicago University Press., 609p. 1999.

EMMONS, L. H.; FEER, F. ***Neotropical rainforest mammals: a field guide.*** University of Chicago Press Chicago, ISBN 0226207218. 1997.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. **Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico**. *Biological Conservation* 103: 237-

245. 2002.

FENTON, M. B.; ACHARYA, L.; AUDET, D.; HICKEY, M. B. C.; MERRIMAN, C.; OBRIST, M. K.; SYME,

D. M.; ADKINS, B. **Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruptionin the neotropics.** *Biotropica* 24 (3):440-446. 1992.

FLEMING, T. H. ***The short-tailed fruit bat***. University of Chicago Press, Chicago. 1988.

GOMES, L. A. C. Morcegos Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) em um remanescente de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil: composição de espécies, sazonalidade efrugivoria. 78p. (Dissertação de Mestrado). Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ), Seropédica, RJ. 2013.

HUMPHREY, S. R.; BONACCORSO, F. J. **Population and Community Ecology**. p.409-441. In Baker,

R. J.; Jones Jr., J. K.; Carter, D. C. (Eds.). *Biology of the Bats of the New World family Phyllostomatidae*, part III. Special Publications Museum, Texas Tech University. 1979.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. 2024. **Conservation Measures Partnership - CMP 3.2.** International Union for Conservation of Nature. Disponível em: https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/jan_2024_guidance_threats_classification_scheme.pdf.

KAKU-OLIVEIRA, N. Y. ***Estrutura da comunidade, reprodução e dinâmica populacional de morcegos (Mammalia, Chiroptera) na Reserva Natural do Salta Morato, Guaraqueçaba, Paraná***. 109p., Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2010.

KOOPMAN, K.F. Order Chiroptera. **In *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*** (D.E. Wilson & D.M. Reeder, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, p. 137-242. 1993.

KREBS, C. **Species diversity measures**. *Ecological Methodology***,** v. 2, p. 410-454. 1989.

LAURANCE, W.F.; CAMARGO, J.L.C.; LUIZÃO, R.C.C.; LAURANCE, S.G.; PIMM, S.L.; BRUNA, E.M.; STOUFFER, P.C.; WILLIAMSON, G.B.; BENÍTEZ-MALVIDO, J.; VASCONCELOS, H.L.; VAN HOUTAN, K.S.; ZARTMAN, C.E.; BOYLE, S.A.; DIDHAM, R.K.; ANDRADE, A.; LOVEJOY, T.H. **The**

fate of Amazonian Forest fragments: a 32-year investigation. *Conservation Biology*

144(1):56-67. 2011.

LAMBERT, T. D.; MALCOLM, J. R.; ZIMMERMAN, B. L. **Amazonian small mammal abundances in relation to habitat structure and resource abundance.** *Journal of Mammalogy***,** v. 87, n. 4,

p. 766-776. 2006.

LIMA, I. P. D.; REIS, N. R. D. **The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera, Phyllostomidae, Carolliinae) in Parque Municipal Arthur Thomas, Londrina, Paraná, Brazil**. *Revista Brasileira de Zoologia***,** v. 21, n. 2, p. 371-377. 2004.

MARINHOFILHO, J. S. **The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil.** *Journal of Tropical Ecology***,** v. 7, n. 01, p. 59-67. 1991.

MELLO, M. A. R. **Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae)**. *Acta Oecologica***,** v. 35, n. 2, p. 280-286. 2009.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2022. **Portaria MMA Nº 148, de 2022.** [Online] 2022. https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao-ARQUIVO/00- saiba-mais/04_- _PORTARIA_MMA_N%C2%BA_148_DE_2022.pdf

MULLER, M.F.; REIS, N.R. **Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae).** *Revista Brasileira de Zoologia* 9(3/4): 345-355. 1992.

OLIVEIRA, A. C. M.; FERRARI, S. F. **Seed dispersal by black-handed tamarins, *Saguinus midas niger* (Callitrichinae, Primates): implications for the regeneration of degraded forest habitats in eastern Amazonia**. *Journal of Tropical Ecology***,** v. 16, n. 05, p. 709-716. 2000.

OLIVEIRA, J.; BONVICINO, C.; REIS, R.; PERACCHI, A.; PEDRO, W.; LIMA, I. **Ordem rodentia**. In:

REIS, R.; PERACCHI, A.*, et al* (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Paraná: Universidade Estadual de Londrina, v.1, cap. 12, p.347-400. 2006.

PÁGLIA, A. P.; DA FONSECA, G. A.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M.; CHIARELLO,

A. G.; LEITE, Y. L.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M. ***Lista Anotada dos***

Mamíferos do Brasil. 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. Occasional Papers in conservation biology**,** v. 6. 2012.

PEDRO, W.A.; PASSOS, F.C. & LIM, B.K. **Morcegos (Chiroptera; Mammalia) da Estação Ecológica de Caetetus, Estado de São Paulo**. *Chiroptera Neotropical* 7(1-2):136-140. 2001.

PEREIRA, M. J. R.; MARQUES, J. T.; PALMEIRIM, J. M. **Ecological responses of frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in Amazonian forests**. *Biotropica***,** v. 42, n. 6, p. 680-687. 2010.

PERES, C.A. **Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian forests**. *Conservation Biology*, v. 14, n. 1, p. 240-253. 2000.

PERES, C.A. **Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian Forest vertebrates**. *Conservation Biology 15*(6):1490-1504. 2001.

PIELOU, E. ***Ecology diversity***. New York, USA. 1975.

REIS, N. R.; PERACCHI, A.; PEDRO, W.; LIMA, I. P. ***Mamíferos do Brasil.*** Londrina, Paraná: Universidade Estadual de Londrina, 437 p. 2006.

ROSAS, G. K. C.; DRUMOND, P. M. ***Caracterização da caça de subsistência em dois seringais localizados no Estado do Acre (Amazônia, Brasil).*** 2007.

ROSSI, R.; BIANCONI, G.; PEDRO, W.; REIS, N.; PERACCHI, A.; LIMA, I. **Ordem Didelphimorphia**.

In: PEDRO, W.; REIS, N.*, et al* (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Paraná: Universidade Estadual de Londrina, v.1, p.27-66. 2006.

SEMA. ***Lisa de Espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará***. Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero. Belém/PA: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. 2008.

VIEIRA, M. V. **Locomoção, morfologia e uso do hábitat em marsupiais neotropicais: uma abordagem ecomorfológica.** In: MONTEIRO-FILHO, N. C. (Ed.). *Os Marsupiais do Brasil: Biologia, ecologia e evolução*. Campo Grande, MS: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, v.1, cap. 11, p.145-158. 2006.

ZANON, C.M.V.; REIS, N.R. **Bats (Mammalia, Chiroptera) in the Ponta Grossa region, Campos Gerais, Paraná, Brazil**. *Revista Brasileira de Zoologia* 24:327-332. 2007.

Herpetofauna

ALEIXO, A. 2002. **Molecular systematics and the role of the ‘‘Várzea’’– ‘‘Terra Firme’’ Ecotone in the diversification of *Xiphorhynchus* woodcreepers (Aves: Dendrocoplatidae).** *Auk,* v. 119, p. 621–640.

ALMEIDA, A.S.D., & VIEIRA, I.C.G. 2010. **Centro de Endemismo Belém; status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica.** *Revista de Estudos Universitários,* v. 36, n. 3.

AVILA-PIRES, T. C. 1995. **Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata**). *Zoologische verhandelingen,* 299(1), 1-706.

AVILA-PIRES, T. C. S., HOOGMOED, M. S., VITT, L. J., NASCIMENTO, L. B. & OLIVEIRA, M. E. 2007.

Herpetofauna da Amazônia. *Herpetologia no Brasil II* (LB Nascimento & ME Oliveira, eds.). Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte, 13-43.

BLAUSTEIN, A. R., WAKE, D. B. & SOUSA, W. P. 1994. **Amphibian declines: Judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions**. *Conservation Biology,* v. 8, p. 60-71.

BÉRNILS, R. S. & COSTA, H. C. 2010. **Brazilian reptiles–List of species**. Disponível em < http://www. sbherpetologia. org. br/checklist/repteis.

BRCKO, I. C., HOOGMOED, M. S., & NECKEL-OLIVEIRA, S. 2013. **Taxonomy and distribution of the salamander genus *Bolitoglossa* Duméril, Bibron & Duméril, 1854 (Amphibia, Caudata, Plethodontidae) in Brazilian Amazonia**. Zootaxa, 3686(4), 401-431.

CRACRAFT, J. 1985. **Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism**. *Ornithological Monographs*, v. 36, p. 49–84.

DUELLMAN, W. E. 1987. **Lizards in an Amazonian rain forest community: resource utilization and abundance**. *National Geographic Society Research*, v. 3, p. 489–500.

DUELLMAN, W. E. 1999**. Distribution patterns of amphibians in South America**. In: W. E. DUELLMAN (Ed.): *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective:* p. 255–328. John Hopkins University Press, Baltimore.

DUELLMAN, W. E. & TRUEB L. 1994. ***Biology of Amphibians***. The John Hopkins University Press.

Baltimore, USA, 670 p.

GIBBONS, J., SCOTT D. E., RYAN T.J., BUHLMANN K.A., TUBERVILLE T.D. & METTS B.S. 2000. ***The***

global decline of reptiles, déjà vu amphibians. BioScience*,* 50: 653-666.

HAFFER, J. 1978. ***Distribution of Amazon birds. Bonner***. Zoologischen Beiträge, v. 29, p. 38-78. HAFFER, J. 1985. ***Avian zoogeography of the Neotropical lowlands***. Neotropical Ornithology, v. 36, p. 113-146.

HAFFER, J. & PRANCE, T. 2001. ***Climatic Forcing of Evolution in Amazonia during the Cenozoic: on the Refuge Theory of Biotic Differentiation***. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Disponível em http://www.iea.usp.br/english/articles . Acesso em: 20 de Abril de 2011.

LEITE, J.C.M., BÉRNILS, V., & MORATO, S.A. A. 1993. ***Método para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais***. Maia, 3985. 2ª edição, p.1-5.

MARSH, D. M. & TRENHAM, P. C. 2001. **Metapopulation dynamics and amphibian conservation**.

Conservation Biology*,* 15:40−49.

MENIN, M. 2007. ***Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproduction anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns***. Journal of Tropical Ecology, v. 23, p. 539−547.

NOGUEIRA, C., P. VALDUJO, & F. G. R. FRANÇA. 2005**. *Habitat variation and lizard diversity in a Cerrado area of Central Brazil.*** Studies on Neotropical Fauna and Environment 40(2): 105- 112.

PINTO, M.G.M. 2006. ***Diversidade Beta, métodos de amostragem e influência de fatores ambientais sobre uma comunidade de lagartos na Amazônia Central***. Tese de Doutorado em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 90 p.

POELMAN, E.H., R.P.A. WIJNGAARDEN, and C.E. RAAIJMAKERS. 2013. ***Amazon poison frogs***

(Ranitomeya amazonica) use different phytotelm characteristics to determine their suitability for egg and tadpole deposition. Evolutionary Ecology 27: 661–674.

RIBAS, C.C., R. GABAN-LIMA, C.Y. MIYAKI & J. CRACRAFT. 2005. **Historical biogeography and diversification within the Neotropical parrot genus *Pionopsitta* (Aves: Psittacidae)**. Journal of Biogeography 32: 1409-1427.

RIBEIRO-JÚNIOR, M. A.; GARDNER, T. A.; AVILA-PIRES, T. C. S. 2008. ***Evaluating the Effectiveness***

of Herpetofaunal Sampling Techniques across a Gradient of Habitat Change in a Tropical Forest Landscape. Journal of Herpetology, v. 42 (4), p. 733–749.

ROCHA, C.F.D. 1999. ***Home Range of the tropidurid lizard Liolaemus lutzae: sexual and body size differences***. Revista Brasileira de Biologia, 59:125-130.

SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente. 2007. **Lista de Espécies Ameaçadas do Estado do Pará**. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/>. Acesso em: 01/11/2015.

SINSCH, U. 1990. **Migration and orientation in anuran amphibians**. Ethology, Ecology and Evolution, v. 2, p. 65-79

SILVA, J.R., & J.W. SITES J.R. 1995. ***Patterns of diversity of Neotropical Squamate reptile species with emphasis on the Brazilian Amazon and the conservation potential of indigenous reserves.*** Conservation Biology, v. 9, p. 873-901.

SILVA, J.M.C. & J.M. BATES. 2002. ***Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot***. BioScience, v. 52, p. 225-233.

SILVA, J.M.C.; RYLANDS, A.B & FONSECA, G.A.B. 2005. ***O destino das áreas de endemismo da Amazônia***. Megadiversidade, v. 1, p. 124-131.

SILVANO, D.L. & SEGALLA, M.V. 2005. ***Conservação de anfíbios no Brasil***. Megadiversidade, v. 1,

p. 79-86.

VAN SLUYS, M. 1997. **Home range of the saxicolous lizard *Tropidurus itambere* in Southeastern Brazil**. Copeia, 623-628.

ZUG, G. R., VITT, L. J. & CALDWELL, J. P. 2001. **Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Second Edition**. Academic Press, San Diego, 630 p.

Entomofauna

AMORIM, D. S. & PIRES, M. R. S. 1996. **Neotropical biodiversity and a method for maximum biodiversity estimation. In: Bicudo, C. E. M. & Menezes, N. A. (Eds), Biodiversity in Brazil – A First Approach (Proceedings of the Workshop Methods for the Assessment of Biodiversity in Plants and Animals)**. Instituto de Botânica/CNPq, São Paulo, pp. 183–219.

DIAS, S.C. **Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, Maringá, v. 26, no. 4, p. 373 -379, 2004.

GRIMALDI, D. & ENGEL, M.S. **Evolution of the Insects**. 1st. ed. New York: Cambridge UniversityPress, 2005. 755 p.

MAGURRAN, A.E. **Medindo a Diversidade Biológica**. 1ª. ed. Curitiba: Editora UFPR, 2013. 261 p.

MORRONE, J.J. **Biogeographical regionalisation of the Neotropical region**. Zootaxa, v. 3872, nº 1, p. 1-110, 2014.

RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A. & CONSTANTINO, R. (eds.). **Insetos**

do Brasil – Diversidade e Taxonomia. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. 810 p.

THOMAZINI, M.J. & THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Embrapa Acre Documentos nº 57. Rio Branco, Embrapa Acre, 2000. 21 p.

Fitoplâncton

COSTA, S. D. 2008. **Variação espaço-temporal do microfitoplâncton na região da foz do rio Guamá (estuário Amazônico), Belém PA.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Belém -Pará, 62p.

DESCY, J. P. 1993. ***Ecology of the phytoplankton of the river Moselle: effects of disturbances on community structure and diversity***. Hydrobiologia, 249:11-116.

KRUK, C; HUSZAR, V.L.M.; PEETERS, E.T.H.M.; BONILLA, S.; COSTA, L.; LÜRLING, M.; REYNOLDS,

C.S. & SCHEFFER, M. 2009. ***A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton.*** Freshwater Biology. 1-14p.

LUND, J.W.G., KIPLINGNG, C. & LE CREN, E.D. 1958. **The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimating by counting**. Hydrobiologia 11: 143-170.

MARGALEF, R. 1983. **Limnología**. Ediciones Omega, Barcelona. 1010p.

MONTEIRO, M.D.R., MELO, N.F.A.C, ALVES, M.A.M.S. & PAIVA, R.S. 2009. ***Composição e***

distribuição do microfitoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 4, n. 3, p. 341-351.

PADISÁK, J., SORÓCZKI-PINTÉR, E. & REZNER, Z. 2003. ***Sinking properties of some phytoplankton shapes and the relation of form resistance to morphological diversity of plankton: an experimental study***. Hydrobiologia 500: 243–257.

PADISÁK, J. 1997. ***Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba *Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology***. Archives of Hydrobiology, 107(Suppl.): 563-593

PANOSSO, R; COSTA A. S. I.; SOUZA R. N.; ATTAYDE, J. L.; S. CUNHA R. S. & Gomes F. C. F. 2007.

***Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela Tilápia do Nilo* (Oreochromis niloticus)**. Oecol. Bras., 11 (3): 433-449.

PASCOALOTO, D., SOARES, C.C, SILVA, M.S.R. & GOMES, N.A. 2013. **Hidroquímica e fitoplâncton em igarapés da BR-307, São Gabriel Da Cachoeira/AM**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 1-9p.

PIELOU, E. C.1966. **Species diversity and pattern- diversity in the study of ecological succession**.

Journal of Theoretical Biology, v. 10: 370- 383.

REYNOLDS C.S. 1984. **The Ecology of Freshwater Phytoplankton.** Cambridge University Press, Cambridge.

REYNOLDS, C. S.; DESCY, J.P. & PADISÁK, J. 1994. **Are phytoplankton dynamic in rivers so different from those in shallow lakes**. Hydrobiologia, 285:1-7.

REYNOLDS, C.S. 2006. **The ecology of phytoplankton.** Cambridge, Cambridge Univ. Press. 535 p.

SENA, A. B. 2012. **Composição do microfitoplâncton do rio Arenga (Barcarena – Pará)**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Belém -Pará, 49p.

SHANNON C.E. & WEAVER, W. 1963. **The mathematical theory of communication**. University of Illinois Press, Urbana, Chicago, IL, 173p.

SOMMER, U. 1988. **Growth and survival strategies of planktonic diatoms**. In Sandgren, C.D. (Ed.), Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton, Cambridge University Press. pp: 227-260.

UHELINGER, V. 1964. **Étude statistique des méthodes de dénobrement planctonique**. Arch. Sci.

17: 121-123.

UTERMÖHL, H. 1958. **Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton - methodik**. Mitt. int. ver. Limnol. 9: 1-38.

VANNOTE, RL. MINSHALL, GW. CUMMINS, Kwsedell, JR. & CUSHING, CE. 1980. **The River**

continuum concept. Can. J. Fisc. Aquat. Sci. 37:130-137.

VIDAL, T.F, GOMES, V.U., CASTRO, M.P.S, BARROS, J.C & CHAVES, K.O. 2014. **Efeitos da chuva**

no estado trófico de um reservatório do semiárido. Xii Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 1-9p.

VIDOTTI, E. C. & ROLLEMBERG, M. C. E. 2004**. Algae: from aquatic environment economy to bioremediation and analytical chemistry**. Quím. Nova. vol. 27, no. 1, pp. 139-145.

Zooplâncton

ARAÚJO, H.M.P., 1996. ***Zooplâncton do Estuário dos Rios Piauí e Fundo (Sergipe, Brasil): flutuações espaciais, sazonais e tidais***. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. BARRAL, A.A., 2004. ***Composição, distribuição e densidade zooplanctônica da foz do rio Guamá (Belém-PA)***. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) -

Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, Belém. 51 pp.

BASTOS, S.; SAMPAIO, D.S.; LIANG, T., 2002. **Abundância de *Acartia lilljeborgi* em uma estação fixa no estuário do Rio Caeté. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 24, 2002, Itajaí- SC**. Livro de Resumos, Itajaí: Sociedade Brasileira de Zoologia, p. 87.

BJÖRNBERG, T.K.S. & CAMPANER, A.F., 1990. **On the genus *Gaussia* and the species *G. symmetrica* (Copepoda, Calanoida)**. *Crustaceana, 1*(58): 106-113.

BRITO, S.A. da C., 2008. ***Variação espaço-temporal do zooplâncton em diferentes ambientes do médio rio Xingu-Pará***. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará.

CALEF, G.W. & GRICE, G.D., 1967. **Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the western tropical Atlantic. II. Zooplankton abundance, copepod distribution, with remarks on the fauna of low**. *Journal of Marine Research*, *25*: 84-94.

CIPOLLI, M.N. & CARVALHO, M.A., 1973. **Levantamento de Calanoida e Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) das águas da região do Guamá, Capim e Tocantins com nota sobre a fauna acompanhante**. *Papéis Avulsos Zool. S. Paulo*, *8*(27): 95-110.

COSTA, R.M. DA; ATIQUE, P.; COSTA, K.G. DA & PEREIRA, L.C.C., 2011. **Seasonal and spatial**

variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. *In*: FURMANCZYK, K., GIZA, A. & TEREFENKO, P. (Eds.). *Proceedings, Journal of Coastal Research*, Special Issue, *64*: 1477–1481.

DAHL, F., 1894. **Copepoden fauna des unter en Amazonas**. *Berichte der Naturforschenden Gesellschaftzu Freiburgi.Br, 8*:10-23.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 1997**.** ***Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil****.*

Brasília: Universa, 156 pp.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 2007. **Phytophilous cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paraná River Valley, Goiás, Brazil**. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(2): 344-352.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A., 2015. ***Cladóceros do Brasil: Famílias Chydoridae e Eurycercidae****.*

Disponível em https://cladocera.wordpress.com/. Acesso em: 10 de novembro de 2015.

FARIAS, H. de F.L. & BATISTA, D.D. do N., 1999. ***Levantamento preliminar dos principais grupos da comunidade zooplanctônica estuarina durante o período chuvoso no Furo do Chato, manguezal de Ajuruteua, município de Bragança, Pará, Brasil****.* Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, Belém, 48 pp.

GÜNTZEL, A.M.; PANARELLI, E.A.; SILVA, W.M. DA & ROCHE, K.F., 2010. **Influence of connectivity**

on Cladocera diversity in oxbow lakes in the Taquari River floodplain (MS, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, *22*(1): 93-101.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D., 2001. PAST: **Paleontological Statistics software package for education and data analysis**. *Palaeontologia Electronica*, *4*(1): 9 pp.

LI, K.Z.; YIN, J.Q.; HUANG, L.M. & TAN, Y.H., 2006. **Spatial and temporal variations of mesozooplankton in the Pearl River estuary, China**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67(4): 543-552.

LOPES, R.M., 1992. Zooplankton Distribution in the Guaraú River Estuary (Southeastem Brazil).

Estuarine, Costal and Shelf Science, 39: 287-302.

MAGALHÃES, A.L.P., 1998. ***Aspectos ecológicos do Macrozooplâncton no estuário do rio Caeté, Bragança (Pará, Brasil)****.* Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)

- Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, Belém, 45 pp.

MAGALHÃES, A.L.P., 2003. ***Distribuição espaço-temporal, densidade e biomassa das espécies de Pseudodiaptomus (Copepoda, Calanoida) no estuário do rio Caeté, Bragança, Pará****.* Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental – Ecologia de Ambientes Costeiros) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança, Bragança-PA, 55 pp.

MAGALHÃES, A; COSTA R.M. da; PEREIRA L.C.C.; SOARES C.; NOBRE, D.S.B.; GUIMARÃES, D.O. &

SILVA, T.C.R., 2005. **Aspectos ecológicos do Zooplâncton em um estuário Amazônico (Pará, norte do Brasil)**. *II Congresso Brasileiro de Oceanografia*, Espírito Santo.

MAIA-BARBOSA, P. M.; BOZELLI, R. L. **Community structure and temporal dynamics of Cladocerans in an Amazonian lake (Lake Batata, PA, Brazil) impacted by bauxite tailings**. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Botucatu, v. 18, n.1, p. 67-75, 2006.

MARTINS, A.V.; COSTA, R.A.A.M. & PEREIRA, L.C.C., 2005. **Distribuição espaço temporal da comunidade zooplanctônica de uma lagoa costeira artificial na região amazônica (Bragança-Pará-Brasil)**. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, *Pará, 1*, Suplemento: 148- 168.

MELO, N.F.A.C.; PAIVA, R.S. & SILVA, M.M.T. da., 2005. **Variação diurna da densidade planctônica na região intertidal da praia de Ajuruteua (Bragança-Pará)**. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-PA, 01* (02): 153-180.

MELO, N.F.A.C.; SILVA, M. M. T. & PAIVA, R.S., 2006. **Variação diurna da densidade planctônica na região entremarés da praia de Ajuruteua (Bragança-Pará)**. *Boletim MPEG-Pará*.

NEVIS, A.B., 2003. ***Abundância mensal de Lucifer faxoni Bonadile 1915 (Crustacea: Decapoda) em função do ciclo lunar e de maré no estuário do rio Caete, Braganca, Pará, Brasil***. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, 51 pp.

PERES, A.C., 1999. ***A comunidade zooplanctônica em um canal de maré no estuário do rio Caeté, Bragança (Pará, Brasil)***. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, 121 pp.

RAMOS, C. A. R., 2004. ***Composição, Biomassa e Distribuição dos Copepoda (Crustacea) na Plataforma Continental Brasileira***. Trabalho de Conclusão de Curso de Oceanografia. Centro de Geociências – UFPA.

SOUZA, M.B.G. da., 2008. ***Guia das tecamebas – Bacia do Rio Peruaçu – Minas Gerais***. Belo Horizonte: UFMG.

VAN DAMME, K. & DUMONT, H.J., 2010. **Cladocera of the Lençóis Maranhenses (NE-Brazil): faunal composition and areappraisal of Sars' Method.** *Brazilian Journal of Biology*, 70(3): 755-779. [Suppl.]

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TOHA, F.A.; ZIMMERMANN-CALLEGARI, M.C. & BONECKER, C.C. 2000a

On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. I. Family Arcellidae. *Acta Scientarium, Maringá*, *22*(2): 355-363.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TOHA, F.A.; BONECKER, C.C. & ZIMMERMANN-CALLEGARI, M.C., 2000b.

On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. II. Families Centropyxidae, Trigonopyxidae and Plagiopyxidae. *Acta Scientarium, Maringá, 22*(2): 365-374.

VELHO, L.F.M.; LANSAC-TOHA, F.A.; BONECKER, C.C.; ZIMMERMANN-CALLEGARI, M.C. &

AOYAGUI, A.S.M., 2001. **On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Amoebozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. IV. Families Difflugiidae (genera *Curcubitella*, *Lagenodifflugia*, *Pentagonia*, *Pontigulasia*, *Protocurcubitella*, *Suiadifflugia*) and Lesquereusiidae (genera *Lesquereusia*, *Quadrulella*, *Netzelia*)**. *Acta Scientarium, Maringá, 23*(2): 323-332.

WRIGHT, S.A., 1936a. **A revision of South American species of *Pseudodiaptomus***. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, 1*(8): 1-27.

WRIGHT, S.A., 1936b. **Preliminary report on six new species of *Diaptomus* from Brazil**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, 2*(8): 79-85.

Zoobentos

ABURAYA, F. H.; CALLIL, C. T. **Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no Alto Rio Paraguai (Cáceres, Mato Grosso, Brasil).** Revista Brasileira de Zoologia, v. 24, p. 565-572, 2007.

ARMITAGE, D. Adaptive capacity and community-based natural resource management.Environmental Management, v. 35, n. 6, p. 703-715, 2005.

BATTISTONI, D.; FAVASSA, C. A.; TRIQUES, R.; BARP, E. A. & RODRIGUES, G. G. ***Composição***

faunística de macroinvertebrados bentônicos ocorrentes na parte baixa do Rio Jacutinga, Concórdia, SC. Ágora: Revista de Divulgação Científica, v. 17, n. 1, p. 20-31, 2010.

CALLISTO, M.; ESTEVES F. A. **Biomonitoramento da macrofauna bentônica de Chironomidae (Diptera) em dois igarapés amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita, p. 299-309. *In*: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. (Eds.)**. Ecologia de insetos aquáticos. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, Série Oecologia Brasiliensis, I+309p., 1998.

CORBI, J. J.; SAMPAIO, E. V.; DE RIBEIRO, V.R.; DOMINGOS, M.D.; FREIREI, C.F.; FERREIRA, P.S.;

RODRIGUEZ, M.P.; ROJAS, N.T.; STRIXINO, S.T. 2000. ***Levantamento preliminar da entomofauna aquática do centro nacional de pesquisa de peixes tropicais (CEPTA)***. Boletim Técnico do CEPTA, v.13, pp. 71-83.

CUMMINS, K. W.; WILZBACH, M. A.; GATES, D. M.; PERRY, J. B.; TALIAFERRO, W. *B.* ***Shedders and***

riparian vegetation: leaf litter that falls into streams influences communities of stream invertebrates. BioScience, n. 39, p. 24-30, 1989.

DAVANSO, R. C. S.; HENRY, R. ***Composition and abundance of Chironomidae and Ephemeroptera in a lateral lake in the maouth zone of Paranapanema River into Jurumirim Reservoir (State of São Paulo)***. Acta Limnol. Bras., v. 19, n. 2, p. 131-142, 2007.

DEVINE, J. A.; VANNI, M. J. ***Spatial and seasonal variation in nutrient excretion by benthic invertebrates in a eutrophic reservoir***. Freshwater Biology, v. 47, n. 1, p. 1107-1121, 2002.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 1998. 601p. GALLARDO, A.; PRENDA, J. *Influence of some environmental factors on the freshwater macroinvertebrates distribution in two adjacent river basins under Mediterranean climate. I. dipteran larvae (excepting chironomids and simuliids) as ecological indicators*. Arch. Hydrobiol.,n. 131, p. 435-447, 1994.

GOULART, M.; CALLISTO M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

HYNES, H. B. N. ***The Ecology of Running Waters.*** Liverpool: Liverpool University Press, 1970. 555 p.

KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. ***Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil.*** Entomologia y Vectores, v. 12, n. 2, p. 193-231, 2005.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. R. **Biological Oceanography: an Introduction**. Vancouver: Elsevier.

1997. 320 p.

MOREIRA S. S.; ZUANON, J. **Dieta de *Retroculus lapidifer* (Perciformes: Cichlidae), um peixe reofílico do rio Araguaia, estado do Tocantins, Brasil.** Acta Amazônica, v. 32, n. 4, p. 691- 705, 2002.

NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. *Marine Biology:* ***An Ecological Approach***. San Francisco: Pearson, Benjamin Cummings. 2005. 579 p.

RAIO, C. B.; ESPINOZA, A. A.; BENNEMANN, S. T. ***Diversidade e similaridade entre populações de insetos aquáticos em riachos de primeira e segunda ordem, sul do Brasil***. Seminário: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 32, n. 1, p. 69-76, 2011.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. ***Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil***. Rev. Bras. de Zool., v. 22, n. 3, p. 613-618, 2005.

WARD, J.V. ***Aquatic insect ecology***. *1. Biology and habitat*. USA: John Wiley & Sons, Inc., 1992. 438p.

ZAR, J.H. 1999. ***Biosestatistical analysis***. 4 ed. Prentice-Hall Editora, New Jersey, 663p.

Ictiofauna

ALBERT, J. S. & REIS, R. E. 2011. **Introduction to the biogeography of Neotropical freshwaters**. InHistorical biogeography of Neotropical freshwater fishes: 1–20. Albert, J. S. & Reis, R. E. (Eds). Berkeley, CA: University of California Press.

ALLAN, J.D. 2004. **Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems**. Annu. Rev. Ecol. Syst. 35, 257-284.

BUCKUP, P.A. 1999. **Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. In Ecologia de peixes de riachos (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni & P.R. Peres-Neto, ed.)**. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p.91-138. Série Oecologia Brasiliensis, 6.

BUCKUP, P. A., MENEZES, N. A. & GHAZZI, M. S. 2007. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Museu Nacional, Rio de Janeiro.

CARVALHO, R.A, TEJERINA-GARRO, L.F. 2015 **The influence of environmental variables on the functional structure of headwater stream fish assemblages: a study of two tropical basins in Central Brazil**. Neotropical Ichthyology 13(2).

CASTRO, R.M.C. 1999. **Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais**. In Ecologia de Peixes de Riachos: Estado

Atual e Perspectivas (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril, P.R. Peres-Neto, eds.). Oecologia Brasiliensis,v. VI, Rio de Janeiro, p. 139-155.

CORRÊA J. M., GERHARD P., FIGUEIREDO, R. O. 2012. **Ictiofauna de igarapés de pequenas bacias de drenagem em área agrícola do Nordeste Paraense, Amazônia Oriental.** Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: 7(2).

CUNICO, A. M., FERREIRA, E. A., AGOSTINHO, A. A., BEAUMORD, A. C., FERNANDES, R. 2012. **The**

effects of local and regional environmental factors on the structure of fish assemblages in the Pirapó Basin, Southern Brazil. Landscape and Urban Planning, 105(3), 336-344.

ESPÍRITO-SANTO H.M.V. 2007**. Variação temporal da ictiofauna em igarapés de Terra-Firme, reserva Ducke, Manaus, Amazonas**. Dissertação apresentada ao PIPG-BTRN como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia. INPA/ UFAM.

FELD, C. K. 2013. **Response of three lotic assemblages to riparian and catchment-scale land use: implications for designing catchment monitoring programmes.** Freshwater Biology, 58(4), 715-729.

FERREIRA, C.P. & CASATTI, L. 2006. **Influência da estrutura do habitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil**. Rev. Bras. Zool. 23(3):642-651.

LEWINSOHN, T. M. & PRADO, P. I. 2005. **Quantas espécies há no Brasil?** Megadiversidade 1(1):36-42.

LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP, 584p.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and It´s Measurement**. Blackwell Science Ltda, 256 p. 2004.

PIELOU, E. C. 1975 **Ecological diversity**. New York: Wiley InterScience

PUSEY, B. J. & ARTHINGTON, A.H. 2003. **Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review**. Mar. Fresh. Res. 54, 1-16.

ROCHA, F.C., CASATTI, L. & PEREIRA, D.C. 2009. **Structure and feeding of a stream fish assemblage in Southeastern Brazil: evidence of low seasonal influences**. Acta Limnol. Brasil. 21(1):123-134.

SANTANA, A. O., TEJERINA-GARRO, F. L., CARVALHO, R. A. 2014. **Variação da Diversidade α e β**

das Assembleias de Peixes num Gradiente Montante-Jusante em um Rio Tropical, Brasil Central. Fronteiras-Journal of Social, Technological and Environmental Science, 3(1), 106-a.

SANTOS, A. J**. Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen Jr., L. et al. (Org.). Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, cap. 1, p. 19-41. 2003

SHANNON, C. E. & WEAVER, W. 1949. **The mathematical theory of communication**. Urbana, IL, University of Illinois Press.

SIMPSON, E. H. 1949 **Mensurament of diversity**. Nature 163, 688.

SÚAREZ, Y.R. & LIMA Jr., S.E. 2009. **Variação espacial e temporal nas assembléias de peixes de riachos na bacia do rio Guiraí, Alto Rio Paraná**. Biota Neotrop. 9(1).

TORGERSEN, C. E., BAXTER, C. V., LI, H. W., MCINTOSH, B. A. 2006. **Landscape influences on**

longitudinal patterns of river fishes: spatially continuous analysis of fish-habitat relationships. In American Fisheries Society Symposium (Vol. 48, p. 473). American Fisheries Society.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. 1980. **The river**

continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, Toronto, v.37, p.130- 137.

ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical analysis.** 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 663 p.

6.3 MEIO SOCIOECONÔMICO

Este item do Diagnóstico Ambiental (EIA/RIMA) refere-se à análise dos aspectos socioeconômicos envolvidos no projeto de implantação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Metropolitana, no município de Acará, localizado no estado do Pará. Por se tratar de um empreendimento destinado a atender toda a Região Metropolitana de Belém – RMB, além de Acará, foram incorporados os municípios que integram a RMB, considerando assim seus elementos populacionais e demográficos, econômicos, socioambientais, entre outros.

Esta caracterização foi elaborada com base em dados secundários e levantamentos de campo, onde se buscou identificar, também, a presença de equipamentos urbanos, formas de organizações sociais e suas respectivas redes de atuação; produções agrícolas, meios de uso da água e da infraestrutura urbana; além de atividades locais de cultura e lazer.

Para os dados secundários foram utilizados dados dos Censos Demográficos do IBGE de 2000, 2010 e 2022, dados da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Pará, da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará - FAPESPA, do Anuário Estatístico do Estado do Pará, do Censo Agropecuário 2023, do DATASUS, do DATASUAS (Censo SUAS 2018 e Relatórios Mensais de Atividade 2015-2018), do Atlas do Desenvolvimento Humano da PNUD 2025, além de informações levantadas junto a outros órgãos públicos.

Os dados primários foram obtidos em três incursões a campo: o primeiro, no mês de agosto de 2015, e, posteriormente, entre os meses de agosto e setembro de 2019 e o último em abril de 2024. Em todas as visitas, os pesquisadores percorreram a região delimitada pelos limites do distrito de Guajará-Miri, cobrindo toda a extensão territorial entre a Alça Viária (PA-483) e o terreno do Projeto CTR Metropolitana, além dos territórios localizados no lado oposto da rodovia, em direção às margens dos rios Acará e Guamá.

A Área Diretamente Afetada compreende as áreas de intervenção direta, ou seja, aquelas destinadas à implantação da CTR Metropolitana, assumindo toda estrutura e

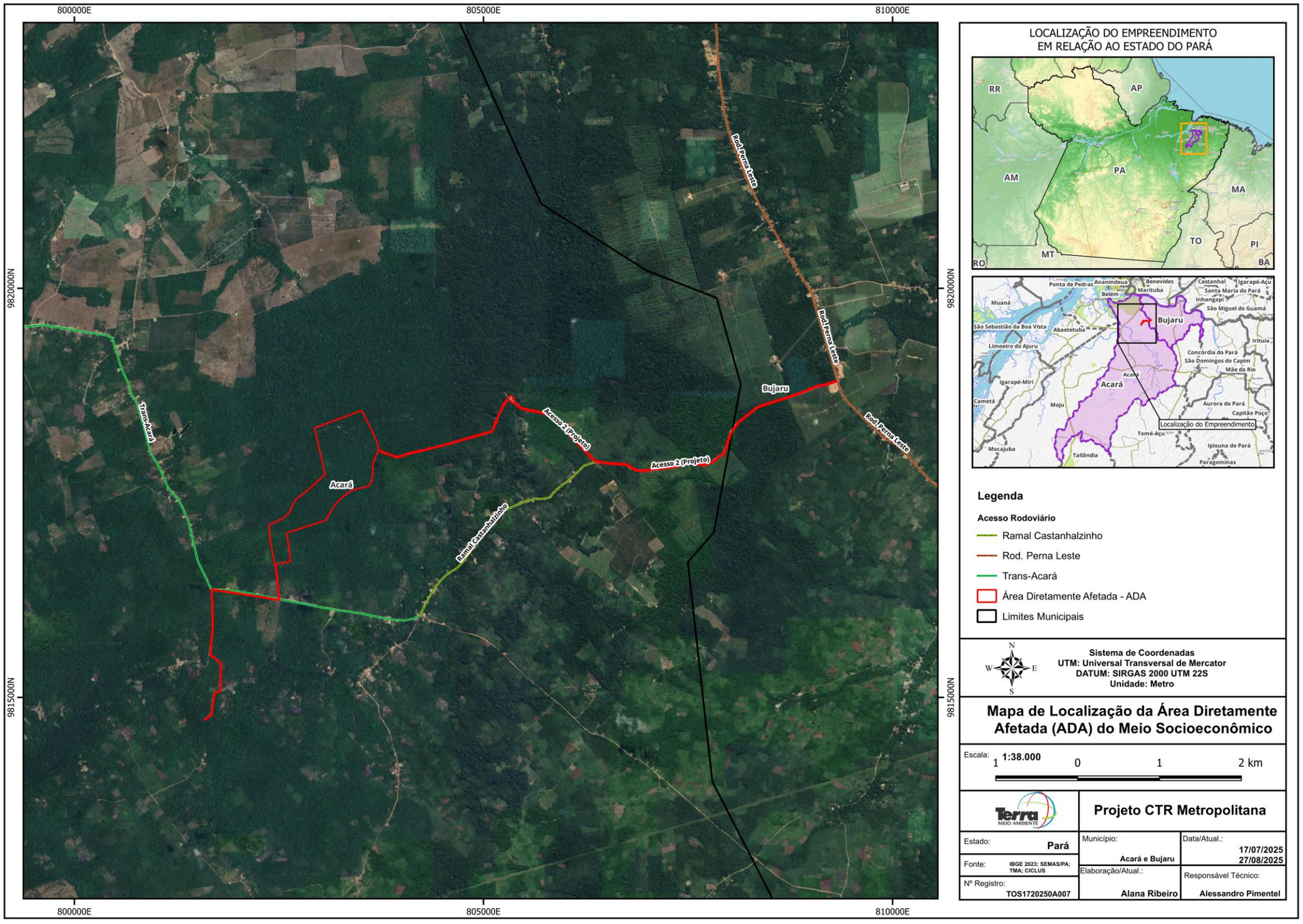
instalações que a compõe. Quanto às áreas de Influência Direta e Indireta, estas seguem descritas correspondentes aos meios Físico, Biótico e Socioeconômico.

Para a definição da Área de Influência Direta (AID) foi considerada a área da efetiva implantação da CTR acrescido de 10 Km de raio a partir do empreendimento, estendendo-se por um buffer de 200 metros de um trecho da rodovia Perna Leste, que se estende do acesso imediato da área do empreendimento à BR-483, e que serve como via de acesso principal ao empreendimento. A abrangência desta extensão de área tem como objetivo assegurar a inclusão de todas as comunidades vizinhas, povoados, e estradas secundárias que poderiam ser afetadas pela implementação do empreendimento.

Para efeito de caracterização dos principais aspectos socioeconômicos da região, considerou-se como Área de Influência Indireta (AII) o município de Acará, e a região metropolitana de Belém (RMB), composta por 8 municípios: Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Isabel do Pará. Essa agregação espacial se justifica devido às relações econômicas e de Resolução CONAMA Nº 001/86. A área de influência de um empreendimento de tratamento final de resíduos abrange todo o espaço suscetível às ações diretas e indiretas nas fases, desde a construção ao fim da vida útil do empreendimento.

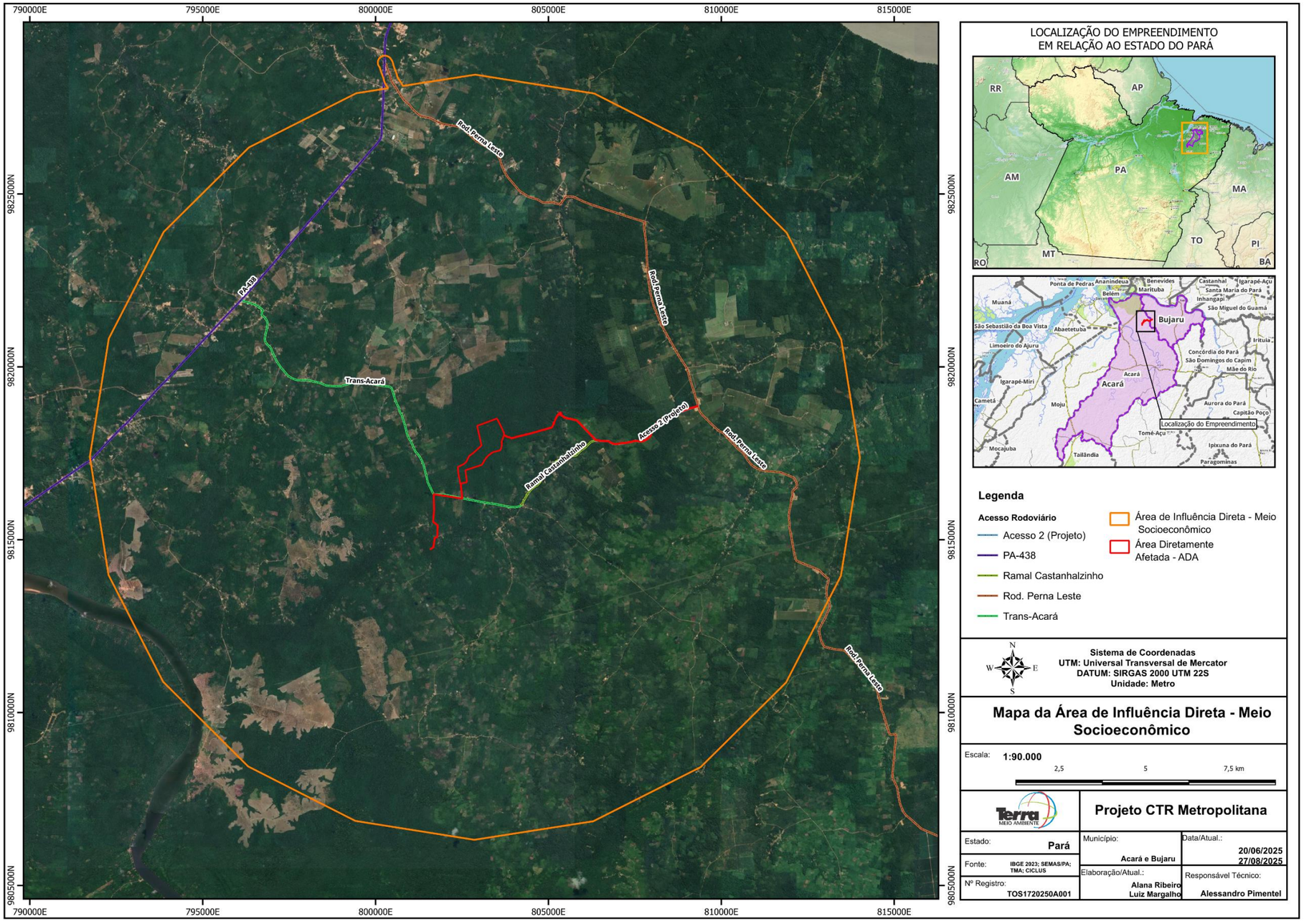
Ressalte-se que os critérios para definição das áreas de influência, reapresentadas neste Estudo, já haviam sido descritos na versão anterior do EIA-RIMA do Projeto, até então denominado CTR Metropolitano (Vereda, 2025[1]), e permanecem nesta versão. Como o layout geral do Projeto passou por pequenas alterações, com vistas ao controle e à mitigação de potenciais impactos sobre os recursos hídricos, houve atualização da área diretamente afetada, conforme apresentado neste estudo.

Figura 6.3- 1: Mapa de localização da Área de Influência Direta (ADA) do projeto CTR Metropolitana.



Fonte: Vereda, 2025/ Elaboração: Terra Meio Ambiente, 2025.

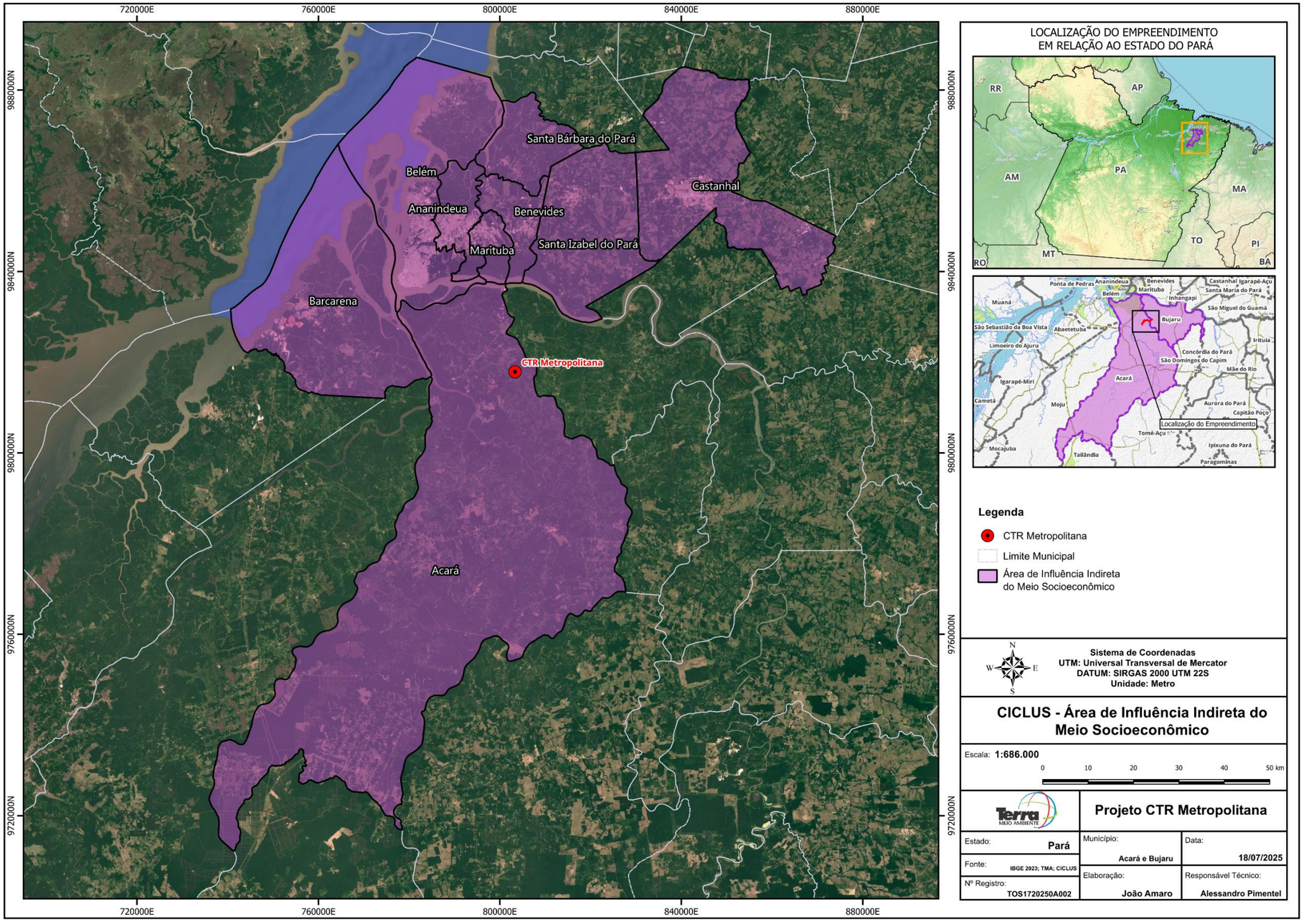
Figura 6.3- 2: Mapa de localização da Área de Influência Direta (AID) do projeto CTR Metropolitana.



g

Fonte: Vereda, 2025/ Elaboração: Terra Meio Ambiente, 2025.

Figura 6.3- 3: Mapa de localização da Área de Influência Indireta (AII) – Projeto CTR Metropolitana



Fonte: Vereda, 2025/ Elaboração: Terra Meio Ambiente, 2025.

6.3.1 POPULAÇÃO E DINÂMICA POPULACIONAL

6.3.1.1 HISTÓRIA E FORMAÇÃO ADMINSTRATIVA DO MUNICÍPIO DO ACARÁ

Foi criado em decorrência da expansão das explorações portuguesas em direção ao interior da Província, sendo que os exploradores, ao utilizarem a “estrada natural” do rio Acará, acabaram por fundar na localidade em que o rio se bifurca um núcleo de colonização. A povoação ali nascente foi elevada, no ano de 1858, ao status de Freguesia de São José, pelo então governador da Província do Grão Pará e Maranhão, Francisco Xavier de Mendonça Furtado. Com a independência do Brasil o nome São José de Acará foi mantido. Facilitados pela navegação fácil e tendo como objetivos financeiros as vastas terras férteis, ótimas para a agricultura, assim como a exploração do grande potencial florestal e em especial a atividade madeireira. Acará é uma expressão indígena cujo significado é “aquele que morde”, uma referência aos peixes popularmente conhecidos como acarás ou carás, que são encontrados nos cursos dos rios de água doce e que habitam o rio Acará. Fator importante tanto na cultura como na economia acaraense é o estabelecimento de uma significativa e próspera colônia de emigrantes japoneses no município, e mais notadamente na “Colônia Paes de Carvalho”, onde se dedicam principalmente à agricultura e nesta, em especial, à plantação de pimenta-do-reino5.

Paróquia criada em 1758, com a denominação de São José de Acará, no município de Moju. Elevada à categoria de vila, com a denominação de Acará, pela Lei Provincial n.º 839, de 19-04-1875, sendo desmembrada de Moju. Constituída do distrito sede. Em divisão administrativa referente ao ano de 1911 o município é constituído do distrito sede. Por Decreto-lei Estadual n.º 6, de 04-11-1930, a vila de Acará foi extinta, sendo seu território anexado ao município de Belém, o que foi confirmado pelo Decreto-lei Estadual n.º 78, de 27-09-1930. Elevado novamente à categoria de município com a denominação de Acará, pela Lei Estadual n.º 579, de 08-01-1932, sendo desmembrado

5 Texto retirado na íntegra (IBGE Cidades, acessado em 17/07/2025. Acessado em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/acara/historico).

de Belém. Sede no antigo distrito Acará. Constituído do distrito sede. Em divisão administrativa referente ao ano de 1933 o município é constituído do distrito sede. Em divisões territoriais datadas de 31-XII-1936 e 31-XII-1937, o município de Acará aparece constituído de 6 distritos: Acará, Baixo Acará, Guajará-Miri, Itapicuru, Miriti Pitanga e Rio Pequeno. Pelos Decretos-lei Estaduais n.º 2.972, de 31-03-1938, e n.º 3.131, de 31-10-1938, foram extintos os distritos de Baixo Acará, Miriti Pitanga e Rio Pequeno, sendo seus territórios anexados ao distrito sede de Acará. No quadro fixado para vigorar no período de 1939 a 1943 o município é constituído de 3 distritos: Acará, Guajará-Miri e Itapicuru. Pelo Decreto-lei Estadual n.º 4.505, de 30-12-1943, o distrito de Itapicuru passou a denominar-se Jupariteua. No quadro fixado para vigorar no período de 1944 a 1948 o município é constituído de 3 distritos: Acará, Guajará-Miri e Jupariteua. Em divisão territorial datada de I-VII-1960 o município é constituído de 3 distritos: Acará, Guajará-Miri e Jupariteua. Pela Lei Estadual n.º 2.460, de 29-12-1961, o distrito de Jupariteua passou a denominar-se Jaguarari. Em divisão territorial datada 31-XII-1963, o município é constituído de 3 distritos: Acará, Guajará-Miri e Jaguarari. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 20146.

Atualmente no município do Acará a presença de comunidades quilombolas, assentamentos rurais e pequenos produtores, garante a permanência e novas interpretações da história, produzindo desdobramentos sobre o modo de vida local, seja em termos culturais, seja na produção de relações de trabalho e na formação de redes de apoio social.

6.3.1.2 DINÂMICA POPULACIONAL DA AII

A Área de Influência Indireta (AII) do CTR Metropolitana é composta pelo município do Acará, e os 08 municípios que compõem a Região Metropolitana de Belém - RMB. A seguir será apresentado a caracterização geral dos municípios pertencentes a AII.

6 Texto retirado na íntegra (IBGE Cidades, acessado em 17/07/2025. Acessado em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/acara/historico).

Tabela 6.3- 1: Características gerais da área de influência indireta ampliada (2010-2022)

Município	Área (km2)	2010		2022	
		População	Densidade demográfica	População	Densidade demográfica
Acará	4.343,81	53.567	12,33	59.023	13,59
Ananindeua	185,00	471.980	2.551,24	478.778	2.512,20
Belém	1.065,00	1.393.399	1.308,35	1.303.403	1.203,25
Benevides	187,86	51.651	274,94	63.567	338,44
Barcarena	1.310,338	99.859	76,20	126.650	96,65
Castanhal	1.029,19	173.149	168,23	192.256	186,78
Marituba	103,27	108.246	1.048,18	111.785	1.083,04
Santa Bárbara do Pará	278,15	17.141	61,62	21.087	75,81
Santa Izabel do Pará	717,62	59.466	82,86	73.019	101,75
All da CTR Metropolitana	7.909,95	2.428.458	307,01	2.429.568	307,15

Fonte: IBGE - Censos Demográficos, 2010/ 2022.

Observando a Tabela acima, Acará possui uma área geográfica superior a todo o conjunto da Região Metropolitana de Belém. Por outro lado, apresentou apenas a sétima população da AII, com 59 mil habitantes, em 2022. A densidade demográfica do município variou entre os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2010 e 2022, saindo de 12,33 habitantes/km2, em 2010, para 13,59km2, em 2022.

Segundo o IBGE (2022), os municípios de Ananindeua (2.512,20 habitantes/km²) e Belém (1.205,25 habitantes/km²) são os que possuem as maiores densidades demográficas da região metropolitana.

O município do Acará, passou por mudanças significativas com a construção do eixo da Alça Viária (PA-483), nos anos 2000, passando a receber maior influência, da região metropolitana de Belém, principalmente no que se refere à infraestrutura urbana e a oferta de serviços. A região do Baixo Acará está a aproximadamente 52km da RMB.

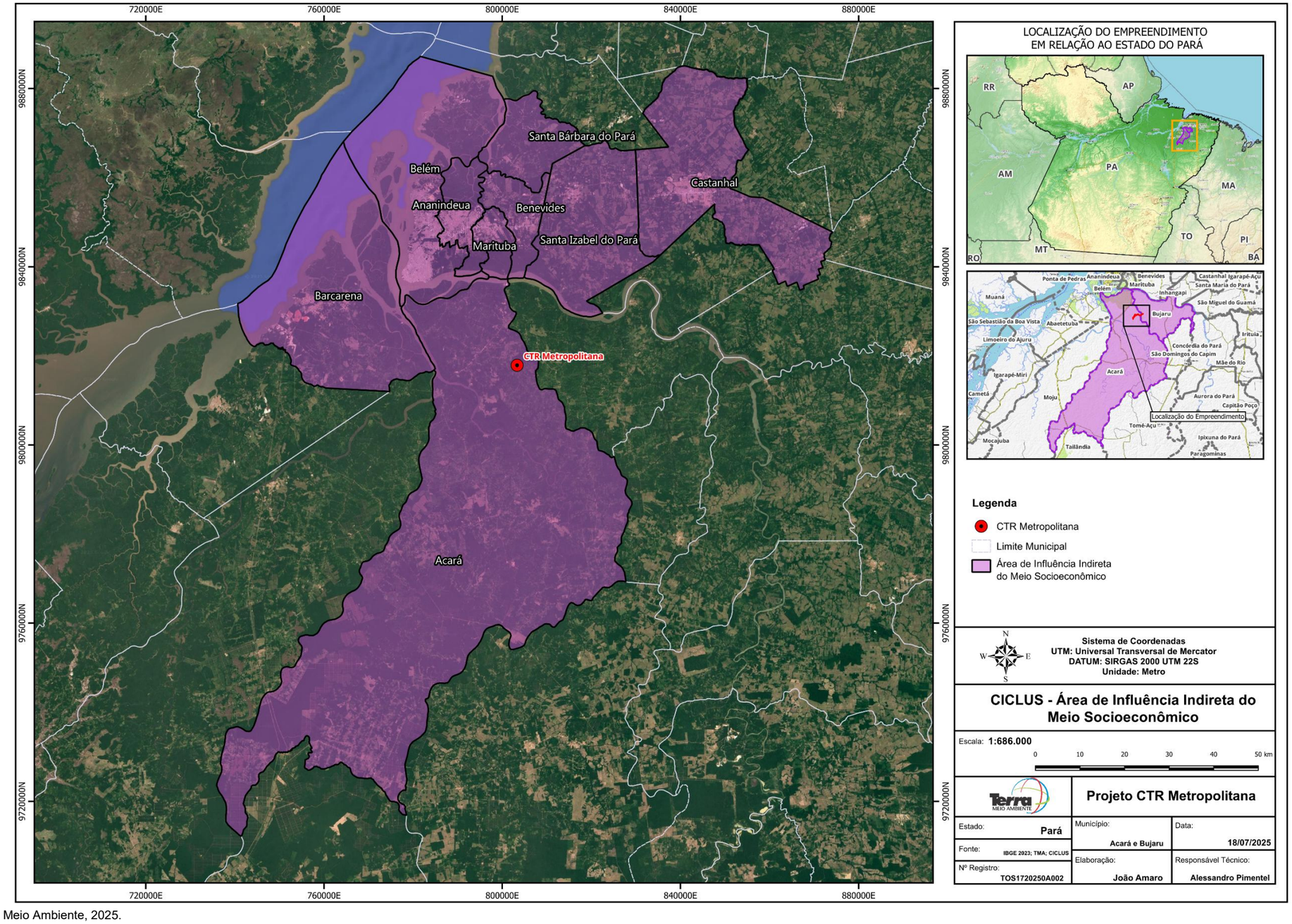
Os impactos da Alça Viária possuem distintas dimensões e alcance, alguns mais imediatos, outros menos acelerados, no entanto, são constantes7 8. Esse fator estrutural é central para a análise dos impactos das atividades da CTR nas AII e AID, pois, o trajeto dos resíduos em direção ao futuro centro de tratamento inicia-se na região metropolitana e segue na direção sul, via PA-438 cruzando o Rio Guamá, em direção ao Rodovia perna leste onde se encontra o acesso principal para área da CTR Metropolitana.

A concepção do projeto da Alça Viária teve como meta “possibilitar o aproveitamento pleno das potencialidades econômicas das sub-regiões do Pará que se encontravam ‘isoladas fisicamente’, e que tinham como única infraestrutura de transportes as balsas.

7LIMA, Aline, WARISS, Samir, FRADE, Amadeu. O desenvolvimento socioambiental decorrente da Implantação da Alça Viária, trecho Guamá – Mojú, no estado do Pará. Geo UERJ, ano 10, n. 18, v. 1, 1º sem., 2008;

8 PENHA et. al. O uso da terra após a construção da Rodovia Alça Viária (Pa-283): O Caso das Comunidades Fortaleza e Níniver no Município de Acará, Nordeste Paraense. V Encontro Nacional da Anppas, Florianópolis, out., 2010.

Figura 6.3- 4: Mapa de localização da AII do projeto CTR Metropolitana.



Fonte: Vereda, 2025/ Terra Meio Ambiente, 2025.

Em termos demográficos, o perfil da AII é bastante heterogêneo quando analisado a escala municipal. A partir dos dados do Censo 2022, é possível definir três grupos de classes populacionais: municípios com população inferior a 50 mil habitantes, a exemplo de Santa Bárbara do Pará; municípios com população entre 50 e 100 mil habitantes, como Acará, Benevides e Santa Isabel do Pará; cidades entre 100 e 200 mil habitantes, entre elas Castanhal, Barcarena e Marituba e; concentrações urbanos com mais de 200 mil moradores, são os casos de Ananindeua e a capital Belém, esta, com mais de um milhão de habitantes.

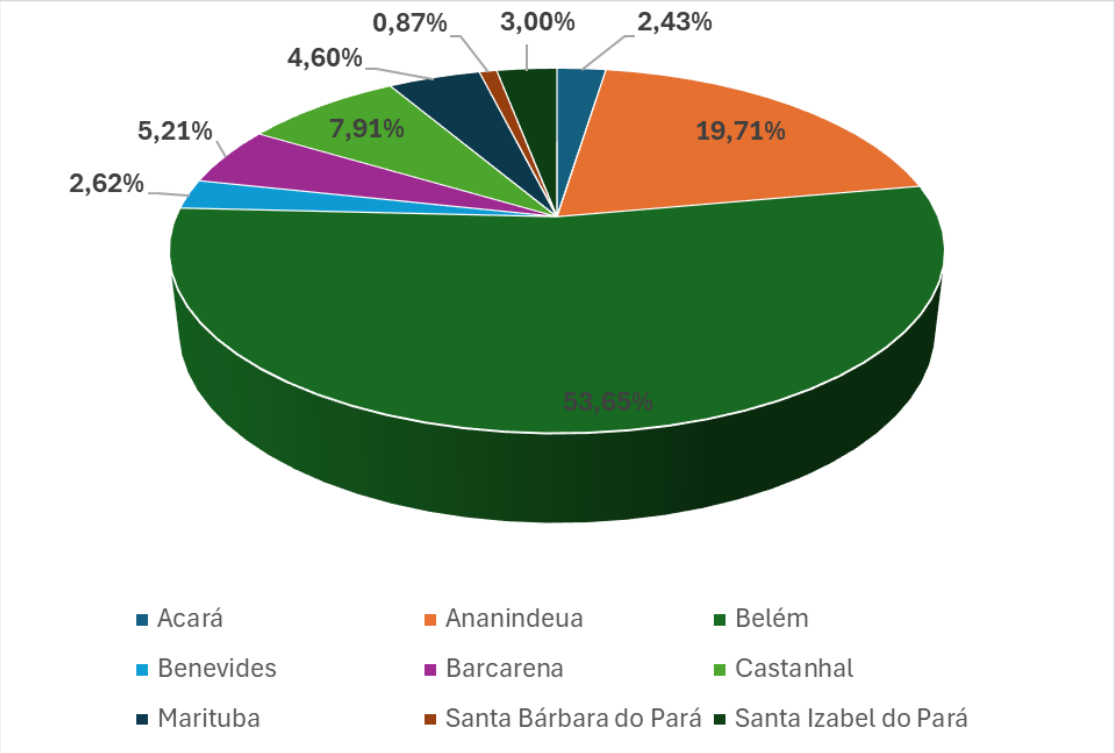
Tabela 6.3- 2: Perfil populacional da AII (2018-2022)

Município	Número total da População				
	2018	2019	2020	2021	2022
Acará	55.513	55.591	55.669	55.744	59.023
Ananindeua	525.566	530.598	535.547	540.410	478.778
Belém	1.485.732	1.492.745	1.499.641	1.506.420	1.303.403
Benevides	61.689	62.737	63.768	64.780	63.567
Barcarena	122.294	124.680	127.027	129.333	126.650
Castanhal	198.294	200.793	203.251	205.667	192.256
Marituba	129.321	131.521	133.685	135.812	111.785
Santa Bárbara do Pará	20.704	21.079	21.449	21.811	21.087
Santa Izabel do Pará	69.749	70.801	71.837	72.856	73.019
AII	2.668.862	2.690.545	2.711.874	2.732.833	2.429.568

Fonte: Anuário Estatístico do Pará, 2023.

Proporcionalmente, os dados do Anuário Estatístico do Pará9 mostram que Belém representa quase 53% do total de habitantes da AII que, ao ser somado a Ananindeua, alcançam praticamente 73% da população. Acará, por sua vez, responde por 2,43%, enquanto os demais municípios totalizados chegam a aproximadamente 24%.

Figura 6.3- 5: População por município da AII – 2022 (%)



Fonte: Anuário estatístico do Pará, 2023.

Em termos percentuais, a maioria dos residentes na AII vive em áreas urbanas (Tabela abaixo). No entanto, o meio rural é representativo pelo menos em 04 entre 09 municípios analisados: Acará, com 77% da população residindo em área rural; Santa Bárbara do Pará (34%), Santa Izabel do Pará (19%) e Barcarena (17%).

No que se refere à distribuição da população por gênero, há uma variação entre os municípios. O estado do Pará, em 2022, possuía 50,1% de homens e 49,9% de mulheres. No munícipio do Acará a população masculina (51,8%) é maior que a feminina

9 http://www.fapespa.pa.gov.br/menu/148

(48,2%), já nos municípios que compõem a região metropolitana de Belém, a maioria tem a população feminina com a maior parte dos residentes, como apresenta a Tabela abaixo.

Tabela 6.3- 3: Dinâmica Populacional da All (2022)

Municípios	População Urbana		População Rural		Homem		Mulher	
	Abs.	(%)	Abs.	(%)	Abs.	(%)	Abs.	(%)
Acará	13.079	22,20	45.944	77,80	30.551	51,80	28.472	48,20
Ananindeua	477.298	99,70	1.480	0,30	227.304	47,50	251.474	52,50
Belém	177.508.417	87,40	25.572.339	12,60	610.777	53,10	692.626	46,90
Benevides	60.298	94,90	3.269	5,10	31.251	49,20	32.316	50,80
Barcarena	104.487	82,50	22.163	17,50	63.394	50,10	63.256	49,90
Castanhal	177.867	92,50	14.389	7,50	92.506	48,10	99.750	51,90
Marituba	111.479	99,70	306	0,30	54.692	48,90	57.093	51,10
Santa Bárbara do Pará	13.764	65,30	7.323	34.70	10.485	49,70	10.602	50,30
Santa Izabel do Pará	58.670	80,30	14.349	19,70	39.642	54,30	33.377	45,70

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2022.

Os municípios da AII da CTR Metropolitana concentram uma população total de 2.429.568 habitantes, nesse sentido, a população adulta que vai de 20 a 59 anos representa 59,06% do total de pessoas na região, seguida por crianças com idade entre 0 e 14 anos (19,77%), e os idosos de 60 anos ou mais são 13,52% da população da AII, e por fim os jovens 15 a 19 anos são o menor quantitativo de moradores na região, sendo apenas 7,65% (Tabela a seguir).

.

Tabela 6.3- 4: População dos Municípios da AII da CTR Metropolitana, por faixa etária (2022)

Faixa etária	Municípios									
	Acará	**Ananindeua**	**Belém**	**Benevides**	**Barcarena**	**Castanhal**	**Marituba**	**Sta. Bárbara do Pará**	**Sta. Izabel do Pará**	**Total Geral**
0 a 04 anos	5.036	28.889	70.625	4.550	10.125	13.300	7.695	1.516	5.029	146.765
05 a 09 anos	5.244	32.493	80.003	5.183	10.679	14.012	8.718	1.672	5.192	163.196
10 a 14 anos	5.809	33.616	84.509	4.997	11.015	14.851	8.648	1.876	5.112	170.433
15 a 19 anos	5.963	36.682	93.564	5.352	11.496	16.069	9.519	1.787	5.549	185.981
20 a 24 anos	5.084	39.527	104.095	5.289	11.262	16.925	9.859	1.648	6.983	200.672
25 a 29 anos	4.662	39.364	100.056	5.199	10.965	16.102	9.711	1.523	7.495	195.077
30 a 34 anos	4.521	38.751	97.088	5.172	10.809	16.117	9.480	1.649	6.933	190.520
35 a 39 anos	4.384	41.560	103.417	5.325	10.789	16.434	9.709	1.649	6.548	199.815
40 a 44 anos	3.956	41.257	107.814	5.156	9.636	15.397	9.181	1.612	5.788	199.797
45 a 49 anos	3.172	34.246	94.224	4.133	7.683	12.507	7.537	1.415	4.447	169.364
50 a 54 anos	2.863	30.238	87.196	3.571	6.154	10.855	6.450	1.275	3.766	152.368
55 a 59 anos	2.317	24.230	75.408	2.819	4.981	8.671	4.857	1.005	2.940	127.228
60 a 64 anos	1.830	20.308	65.517	2.281	3.971	6.989	3.723	772	2.380	107.771
65 a 69 anos	1.381	15.336	50.417	1.830	2.810	5.345	2.732	617	1.783	82.251
70 a 74 anos	1.062	10.161	36.700	1.131	1.834	3.680	1.799	457	1.312	58.136

75 a 79 anos	789	6.048	24.225	739	1.115	2.363	1.010	292	823	37.404
80 a 84 anos	515	3.348	14.989	452	727	1.483	666	193	521	22.894
85 a 89 anos	278	1.749	8.444	239	351	723	296	76	282	12.438
90 a 94 anos	97	693	3.686	94	141	305	138	34	86	5.274
95 a 99 anos	46	202	1.119	36	68	99	38	11	33	1.652
100 anos ou mais	14	80	307	19	39	29	19	08	17	532

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2022.

No caso do Município onde será instalado a CTR Metropolitana sua população em 2022 (IBGE), chegou a 59.023 habitantes. Dessa forma, a faixa etária que concentra a maior parte da população do Acará é de adultos representando 52,45%, e as crianças são 27,26% do número de moradores, os idosos e jovens são 10,19% e 10,10% respectivamente (Tabela a seguir).

Tabela 6.3- 5: População do Município do Acará, por faixa etária e sexo (2022)

Faixa etária	Município	SEXO	
	Acará	Homem	Mulher
0 a 04 anos	5.036	2.563	2.473
05 a 09 anos	5.244	2.653	2.591
10 a 14 anos	5.809	3.002	2.807
15 a 19 anos	5.963	3.112	2.851
20 a 24 anos	5.084	2.608	2.476
25 a 29 anos	4.662	2.399	2.263
30 a 34 anos	4.521	2.243	2.278
35 a 39 anos	4.384	2.248	2.136
40 a 44 anos	3.956	2.069	1.887
45 a 49 anos	3.172	1.676	1.496
50 a 54 anos	2.863	1.570	1.293
55 a 59 anos	2.317	1.266	1.051
60 a 64 anos	1.830	955	875
65 a 69 anos	1.381	764	617
70 a 74 anos	1.062	585	477
75 a 79 anos	789	378	411
80 a 84 anos	515	257	258
85 a 89 anos	278	139	139
90 a 94 anos	97	40	57
95 a 99 anos	46	20	26
100 anos ou mais	14	04	10

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2022.

6.3.1.3 POPULAÇÃO E RESÍDUOS SÓLIDOS

Todos esses elementos constituintes da dimensão demográfica de uma região devem ser considerados nos planos e políticas de gestão de resíduos urbanos. Pois, estão relacionados não apenas ao tamanho populacional, mas às projeções futuras e pressões sobre os sistemas de saneamento.

No caso dos resíduos sólidos da população residente na AID do projeto CTR Metropolitana, não há coleta por serviço público e nem privado. Os próprios moradores dão o destino aos resíduos sólidos. O processo de queima na própria propriedade é comum.

Vale ressaltar, contudo, que após a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos/PNRS, Lei Nº 12.305/2010, os estados passaram a dispor de um conjunto de parâmetros técnicos e legais para a formulação dos seus planos de gestão de resíduos sólidos de forma a atender as transformações urbanas e o aumento da produção de resíduos. Alguns dos princípios dessa lei envolvem o gerenciamento compartilhado dos resíduos e a formação de consórcios municipais e regionais. Além disso, não se trata mais em garantir o destino e o tratamento, mas a produção de novas relações com o meio ambiente, a reutilização de compostos para a produção de energia e novas formas de geração de renda.

O Plano Diretor de Acará, na sua política industrial, alerta que qualquer empreendimento deve estar alinhado com as diretrizes de ordenamento e zoneamento territorial do município, de forma a respeitar as particularidades locais e que seja pautada em estudos de impacto e de vizinhança. O artigo 12 da lei, no parágrafo único, proíbe qualquer atividade industrial com caráter poluente ou que represente perigoso às comunidades adjacentes. Nesse sentido, o art. 46, do capítulo destinado ao macrozoneamento de Acará define como áreas de proteção integral os territórios quilombolas e demais povos tradicionais.

O Governo do Estado do Pará, por sua vez, lançou em 2014 o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PEGIRS que prevê a gestão regionalizada dos serviços em volta da coleta, destino e tratamento de resíduos urbanos. O instrumento vem acompanhado de um diagnóstico da situação atual dos municípios e Regiões Integradas

do Pará. De acordo com as estimativas do plano a Região Metropolitana de Belém produzia um total de 1.935,8 (t/dia) de resíduos.

Tabela 6.3- 6: Estimativa da quantidade de RS gerados pela população urbana e população rural

Região de Integração	Produção Urbana		Produção Rural		Total
	(t/dia)	*%*	*(t/dia)*	*%*	*(t/dia)*
RI Araguaia	254,9	74,0	89,7	26,0	344,6
RI Baixo Amazonas	376,7	72,9	140,3	27,1	517,0
RI Rio Caetés	270,4	67,4	130,7	32,6	401,1
RI Tapajós	122,8	71,3	49,3	28,7	172,1
RI Carajás	460,0	86,6	71,0	13,4	531,0
RI Guamá	369,2	75,4	120,3	24,6	489,5
RI Lago Tucuruí	196,6	75,4	64,1	24,6	260,7
RI Marajó	190,9	51,3	181	48,7	371,8
RI Metropolitana	1902	98,3	33,8	1,7	1935,8
RI Tocantins	319	55,2	259,1	44,8	578,1
RI Xingu	212,6	70,0	91,1	30,0	303,7
RI Rio Capim	276,5	64,0	155,4	36,0	431,9
TOTAL Estado do Pará	4958,5	78,2	1378,8	21,8	6337,3

Fonte: Plano de Gestão Integrada de RSU do estado do Pará – PEGIRS, 2014/ Elaboração: Vereda

Em junho de 2019, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) elaborou e apresentou a prefeitura do município de Acará um estudo técnico para o novo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Uma resposta às diretrizes e às exigências tanto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), como da própria lei municipal (nº193/2013) que instituiu o plano municipal de resíduos sólidos e prevê a revisão do mesmo a cada quatro anos.

De acordo com o novo PMGIRS, há dez anos Acará destina seus resíduos urbanos num lixão da cidade, localizado a 300 m da PA-252, km 03, numa área de 91.000 m². Pelo documento, são despejados aproximadamente 11,5 ton/dia de resíduos no local, considerando apenas aqueles produzidos na sede urbana da cidade.

Como alternativa, o PMGIRS - versão junho/2019 – sugere como soluções técnicas e institucionais a criação de uma CTR; a importância de a gestão dos resíduos sólidos ser realizada em formato de consórcio intermunicipal; e que esse trabalho seja executado por meio de parcerias público-privada (PREFEITURA MUNICIPAL DE ACARÁ, 2019, p.105).

No projeto da CTR Metropolitana, a instalação de um centro de tratamento de resíduos vem justamente para substituir os lixões existentes no município de Acará, com uma previsão de demanda para gerenciar até 1.700 ton/dia de resíduos sólidos oriundos da RMB.

6.3.2 NÚCLEOS POPULACIONAIS

6.3.2.1 NÚCLEOS POPULACIONAIS NA AII

Em termos de organização política-institucional o governo do Pará possui 144 municípios e é regionalizado em 12 Regiões de Integração10 (RIs), que servem de referência espacial para o planejamento público e investimentos econômicos.

Os municípios que compõe a AII do projeto CTR Metropolitana estão presentes em três regiões de integração: Metropolitana, Tocantins e Guamá (Quadro 6.3-1). Nesse sentido, é importante apresentar o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal11 (IDHM), das regiões onde estão presentes cada município da AII do projeto CTR Metropolitana, pois é o parâmetro para planejamento e gestão pública, avaliação de eficácia de políticas públicas, transparência e controle social.

Portanto, a Região de Integração de maior IDHM é a Metropolitana com 0,745, seguida pela do Tocantins 0,676 e do Guamá 0,603. No entanto, quando a análise se direciona para o município do Acará o valor é menor, com um IDHM de 0,506, representando assim o um indicador menor de desenvolvimento humano entre as cidades que compõem AII do projeto.

Quadro 6.3- 1: Regiões de integração

Região de Integração	Municípios
Metropolitana	Ananindeua
	Belém
	Benevides

10 Ao todo são 12 Regiões de Integração do Pará: Metropolitana, Guamá, Rio Caetés, Araguaia, Carajás, Tocantins, Baixo Amazonas, Lago de Tucuruí, Rio Capim, Xingu, Marajó e Tapajós.

11 O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano do município.

	Marituba
	Santa Bárbara do Pará
	Santa Izabel do Pará
Tocantins	Abaetetuba
	Acará
	Baião
	Barcarena
	Cametá
	Igarapé-Miri
	Limoeiro do Ajuru
	Mocajuba
	Oeiras do Pará
	Tailândia
Guamá	Castanhal
	Colares
	Curuçá
	Igarapé-Açu
	Inhangapi
	Magalhães Barata
	Maracanã
	Marapanim
	Santo Antônio do Tauá
	Santa Maria do Pará
	São Caetano de Odivelas
	São Domingos do Capim
	São Francisco do Pará
	São João da Ponta
	São Miguel do Guamá
	Terra Alta
	Vigia

Fonte: Seplad, 2025.

A Tabela acima apresenta algumas características dos núcleos populacionais que compõe AII, como: acesso a esgotamento sanitário, abastecimento a rede geral de água do município e coleta de resíduos sólidos. Nesse sentido, o município com a maior número de domicílios conectados à rede de esgoto é Belém, tendo 59% das residências atendidas. Segundo o IBGE (2022) Santa Barbará do Pará tem o maior número de moradias abastecidas pela rede geral de água, chegando em mais de 80% das localidades, já sobre a coleta de resíduos sólidos Ananindeua atendente 98% das

residências com o serviço. Entretanto, o município do Acará em comparação aos municípios que pertencem AII do projeto, é o que tem a menor atendimento em saneamento básico.

Tabela 6.3- 7: Características dos núcleos populacionais da área de influência do projeto CTR Metropolitana, segundo o acesso a abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos – (2022)

Município/Estado	Conectados à rede de Esgoto (%)		Abastecimento pela rede geral de água (%)		Têm Coleta de resíduos sólidos (%)	
	Não possui	Possui	Não possui	Possui	Não possui	Possui
Pará	80,01	19,99	51,10	48,90	21,92	78,08
Acará	97,80	2,20	75,44	24,56	73,26	26,74
Ananindeua	68,52	31,48	62,67	37,33	1,83	98,17
Belém	40,09	59,91	32,87	67,13	2,72	97,28
Benevides	92,83	7,17	29,35	70,65	8,05	91,95
Barcarena	84,85	15,15	68,93	31,07	14,45	85,55
Castanhal	82,81	17,19	56,78	43,22	5,28	94,72
Marituba	77,80	22,20	48,93	51,07	2,34	97,66
Santa Bárbara do Pará	97,07	2,93	19,72	80,28	20,91	79,09
Santa Izabel do Pará	91,91	8,09	26,03	73,97	11,75	88,25

Fonte: Censo demográfico, 2022

6.3.2.2 NÚCLEOS POPULACIONAIS NA AID

De acordo com o IBGE (2022), o município do Acará possuía, em 2022, 75% da população vivendo sem água encanada e 97% sem esgotamento adequado, considerado aquele atendido por rede geral, e 73% não são atendidos pela coleta de resíduos sólidos.

Tabela 6.3- 8: Características dos núcleos populacionais da Área de Influência Direta (AID) do projeto CTR Metropolitana, segundo o acesso a abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos – (2022)

Município/Estado	Conectados à rede de Esgoto (%)		Abastecimento pela rede geral de água (%)		Têm Coleta de resíduos sólidos (%)	
	Não possui	Possui	Não possui	Possui	Não possui	Possui
Pará	80,01	19,99	51,10	48,90	21,92	78,08
Acará	97,80	2,20	75,44	24,56	73,26	26,74

Fonte: Censo demográfico, 2022/ Elaboração: Vereda

Diante disso, na AID do projeto CTR Metropolitana não existi conexão à rede de esgoto, no entanto. Na visita de 2015, a forte presença de casas de madeira espalhadas ao longo do território, com sistemas próprios de esgotamento sanitário, por meio de fossas, aparentemente trazia baixo impacto ao ambiente da AID. Contudo, com o movimento de urbanização recente no Baixo Acará verificado no trabalho de campo de 2019, por meio de ocupação baseada em casas de alvenaria, é fundamental monitorar as formas como serão tratados o esgoto e o lançamento de resíduos urbanos.

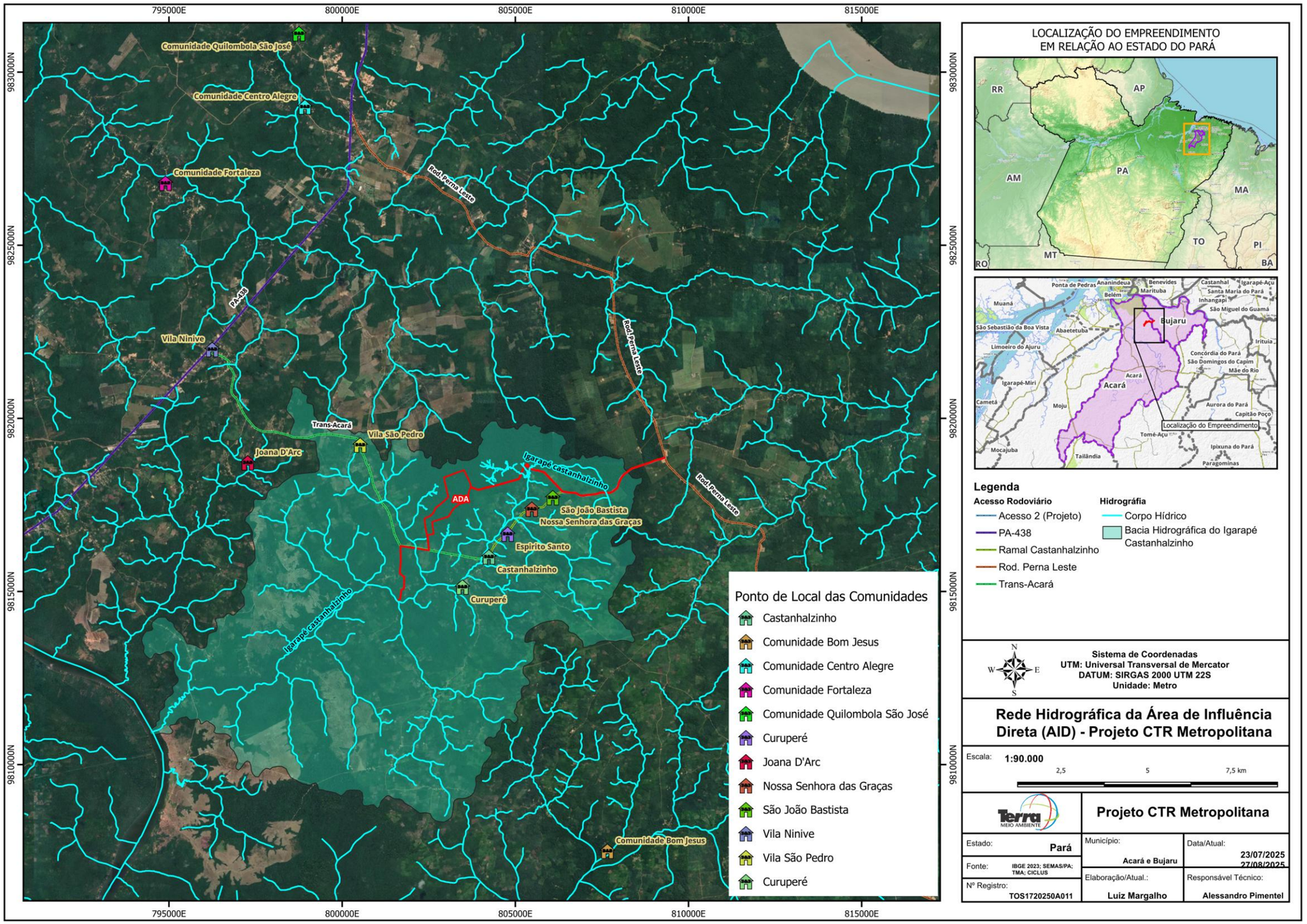
Da mesma forma, como se sabe, a renda é somente um dos indicadores que podem ser utilizados para medir o grau de pobreza de uma população, sendo importante considerar outras dimensões da vida. Assim, para pensar o desenvolvimento de determinadas regiões torna-se fundamental considerar outros fatores de medição socioeconômico que retratam o tipo de relação entre o urbano e o rural, dentro de um sistema de produção e sua cadeia de consumo e descarte de resíduos.

No caso da AID, a divisão territorial considera a distribuição entre distritos e, consequentemente, vem acompanhada de dados produzidos nessas escalas, diferindo-as dos indicadores agrupados por municípios ou ris. O município do Acará possui 03 unidades distritais: Guajará-Miri, Acará e Jaguarari. No caso do distrito Guajará-Miri, ele é reconhecido localmente como a região do Baixo Acará. Esse recorte territorial é

utilizado como referência tanto para moradores e comunidades quanto para os equipamentos públicos e os profissionais que atuam nas áreas da saúde (SUS), da assistência social, por meio dos CRAS, e da educação. Outro fator de integração regional do Baixo Acará é a sua rede hídrica. Historicamente, além dos rios Acará e Guamá, a presença de inúmeros Igarapés promoveram a interlocução entre os povoados da região de estudo com os principais núcleos urbanos, entre eles os municípios de Belém e Ananindeua. A atividade comercial e produtiva do Baixo Acará é dependente dessa rede. Sua importância está relacionada a um universo complexo que vai desde a necessidade da água para consumo familiar e domiciliar, passando pelas vias de deslocamento utilizadas pela população local.

O local que irá abrigar o projeto CTR Metropolitana está localizado entre dois Igarapés na região do Acará, conforme demonstrado na figura abaixo, são eles: Castanhalzinho e Genipaúba. Esses Igarapés percorrem quase toda a extensão do Baixo Acará, partindo da cabeceira até a foz do Rio Acará.

Figura 6.3- 6: Mapa de localização da AID - *Projeto CTR Metropolitana*

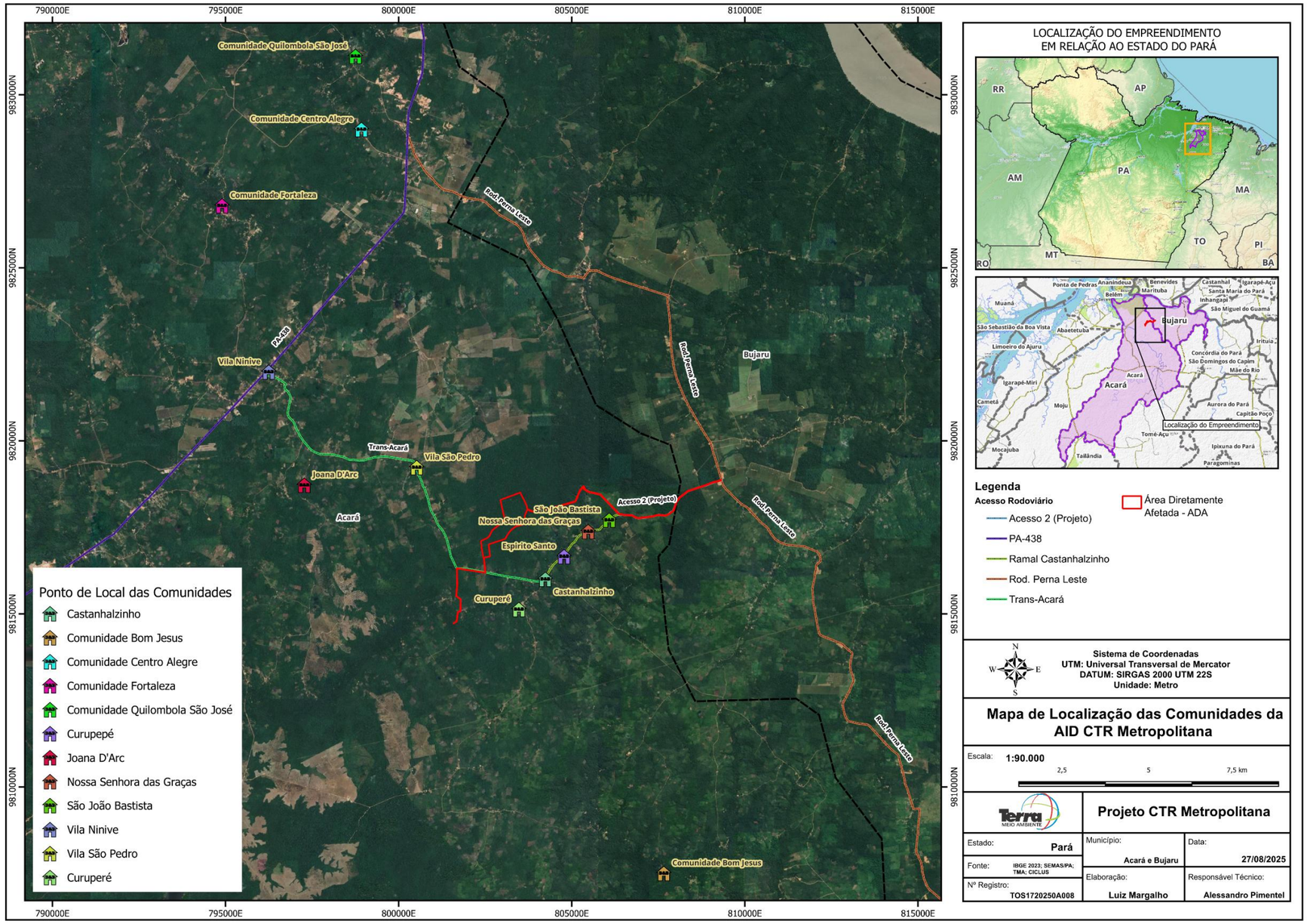


Fonte: Vereda, 2022/ Elaboração: Terra Meio Ambiente, 2025

No entorno da CTR há cerca de 09 comunidades localizadas nas margens desses pequenos rios, no seu rumo foi possível identificar outros povoados, entre eles as comunidades quilombolas do distrito de Guajará-Miri, situadas na ala oposta da Alça Viária

Além dos igarapés, a AID possui inúmeros ramais que integram os diversos núcleos populacionais e vilas. Assim, a figura a seguir, apresenta os ramais que fazem a integração espacial entre os núcleos urbanos, vilas e comunidades quilombolas visitadas durante os três períodos de trabalho de campo.

Figura 6.3- 7: Mapa de localização das Comunidades na AID - *Projeto CTR Metropolitana*



Fonte: Vereda, 2025/ Elaboração: Terra Meio Ambiente, 2025

No trabalho de campo de 2015, foram mapeadas 09 comunidades ao longo do ramal Transacará, são elas: Vila Nínive, São Pedro, Vila Castanhalzinho, Nossa Senhora das Graças, São João Batista, Joana D'Arc, Espírito Santo, Centro Alegre e Assentamento Araxiteua (ou Bom Jesus). A maior delas é a Vila de Nínive, posicionada às margens da Alça Viária, também na altura do km 32 e por onde, hoje, encontra-se o único acesso ao empreendimento. Ao percorrer a Transacará, é possível acessar outros pequenos ramais, entre eles o que alcança o assentamento Araxiteua/Bom Jesus, titulado em 2006 pelo INCRA, e com um total de 83 famílias.

No trabalho de campo em agosto de 2019, além de nova visita às nove comunidades do Ramal Transacará, foram reconhecidas as comunidades que ficam no Ramal Fortaleza, acesso em frente à entrada da Vila de Nínive, e do Ramal Boa Vista, no km 24 da Alça Viária. Assim foi possível identificar mais 06 comunidade e/ou vilas, todas autorreferenciadas e reconhecidas na região – inclusive pelos equipamentos públicos e suas políticas setoriais de saúde e assistência social – como quilombolas. São elas: Itacoã-Miri; Guajará-Miri; Santa Quitéria; Fortaleza; Monte Alegre; São Sebastião.

Na tabela a seguir é apresentado as vilas, núcleos urbanos e comunidades quilombolas do Baixo Acará, de acordo com sua distância e acesso até o aterro:

Tabela 6.3- 9: Relação entre as comunidades locais da AID e a distância em relação a CTR

Item	Localidades	Distância do CTR	Acesso
01	Vila de Nínive	8km / Raio 10km	Ramal Transacará (km32 Alça Viária)
02	São Pedro	3km / Raio 5km	Transacará
03	Castanhalzinho	1,8km / Raio 2km	Transacará
04	Nossa Senhora das Graças	1,92km / Raio 2km	Ramal Curuperé (via Transacará)
05	São João Batista	2,7km / Raio 5km	Ramal Curuperé
06	Centro Alegre	9,7km / Raio 10 km	km 37 Alça Viária
07	Joana D'Arc	6,5km / Raio 10km	Transacará
08	Espírito Santo II	1,82km / Raio 2km	Ramal Curuperé
09	Curuperé	2,4km / Raio 5km	Ramal Curuperé
10	Araxiteua/Bom Jesus	5,2km / Raio 10 km	Ramal Curuperé
11	Quilombo Itancoã-Miri	19,3km / Raio 20km	Boa Vista (km24 Alça Viária)
12	Quilombo Guajará-Miri	19,4km / Raio 20km	Boa Vista/Areial (km24 Alça Viária)
13	Quilombo São José	11,85km / Raio 15km	Boa Vista/Areial (km24 Alça Viária)
14	Quilombo Fortaleza	11,75km / Raio 15km	Ramal Fortaleza
15	Quilombo Monte Alegre	11,77km / Raio 15km	Ramal do Ester (via Ramal Fortaleza)
16	Quilombo São Sebastião	14,55km / Raio 15km	Ramal do Ester

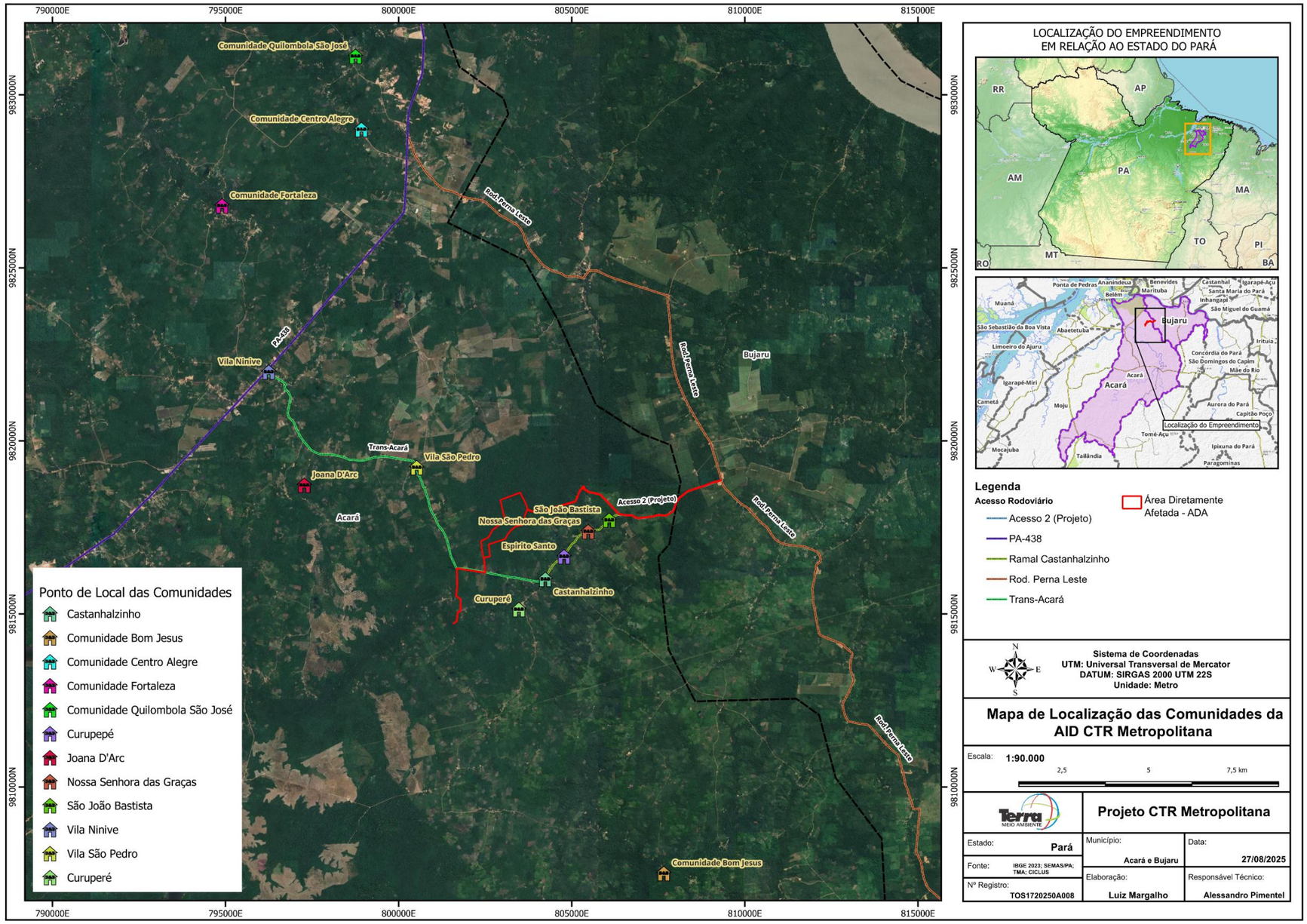
Fonte: Vereda

Por ser uma zona rural de baixa densidade demográfica, tanto a população como os equipamentos públicos estão situados muitas vezes em terras espaçadas entre si. Das margens da Alça Viária até os limites do terreno da CTR, há muitas casas dispostas, nem sempre próximas entre si, o que confere aos olhos externos uma configuração espacial fragmentada. No entanto, o trabalho in loco demonstrou a existência de um cotidiano rico em relações familiares, de solidariedade comunitária, trocas econômicas e organização política entre moradores e comunidades.

No que se refere a equipamentos sociais foram identificadas na AID do projeto CTR Metropolitana: escolas, postos de saúde, Centro de Referência da Assistência Social (CRAS), igrejas evangélicas e católicas, balneários turísticos, campos de futebol, bares,

mercearias, quadra poliesportiva, associações de moradores, entre outros atributos que compõem o cenário da região.

Figura 6.3- 8: Mapa de Localização das comunidades da AID CTR Metropolitana



Fonte: Vereda, 2025/ Elaboração: Terra Meio Ambiente, 2025

Ao passar pelas comunidades, pôde-se registrar uma intensa relação comunitária entre os moradores locais, evidenciando uma intensa capacidade de sociabilidade entre eles. Algumas comunidades são formadas basicamente pela mesma família e situam-se nesses territórios há décadas. Comunidades como Joana D'Arc e Castanhalzinho existem há mais de 50 anos, segundo informações dos representantes das associação de moradores local.

Dentre as características mais gerais, todas as comunidades apresentaram forte dependência econômica e cultural na produção agrícola – principalmente do açaí, do dendê e da mandioca –, do pequeno comércio local e no uso sistemático dos igarapés (tanto para escoamento da produção, quanto para a irrigação, banho, lavagem, lazer etc.). Com relação a esses últimos, estes são pequenos rios de suma importância para a reprodução da vida na floresta. São responsáveis pela manutenção de uma cadeia ecológica rica baseada em fauna e flora diversas. Essa relação de dependência mútua sustenta todo um ecossistema capaz de consolidar um tipo de existência de vida nessa região do País (MATOS et al., 2011).

Figura 6.3- 9: Igarapé – Comunidades Monte Alegre e Espírito Santo / Fonte: Elaboração equipe



Fonte: Vereda, 2025

Na Vila de Nínive, há cerca de 150 casas no núcleo urbano, além daquelas espalhadas pelos ramais. No primeiro trabalho realizado em 2015, tanto em Nínive como nas demais localidades vilas, identificou-se que grande parte das casas era feita de madeira extraída da própria região. Contudo, na pesquisa para o complemento em 2019 foi possível identificar um número maior de casas de alvenaria, não apenas às margens da Alça Viária, mas ao longo dos diversos ramais. Com destaque para a entrada de Centro Alegre, no km 37 da rodovia, com cerca de trinta (50) casas construídas com tijolos.

Figura 6.3- 10: ***Casas de Madeira e Alvenaria na AID – 2019***



Fonte: Vereda, 2025

Em relação aos ramais, alguns trechos possuem uma largura de via que permite a utilização de duas mãos contrárias de fluxo, enquanto em outros trechos só é possível a passagem de um veículo por vez. As condições de pavimentação dos ramais são diversificadas, com partes até certo ponto bem aterradas ao lado de partes com inúmeras imperfeições. O transporte por essas vias é basicamente realizado por motos (mototáxis) e ônibus privados/fretados. Existem linhas de ônibus que realizam o trajeto pelas vias que cortam a Transacará, porém, segundo os usuários do serviço, passam em horários irregulares.

Figura 6.3- 11: ***Acesso Vila de Nínive 2015/2019.***



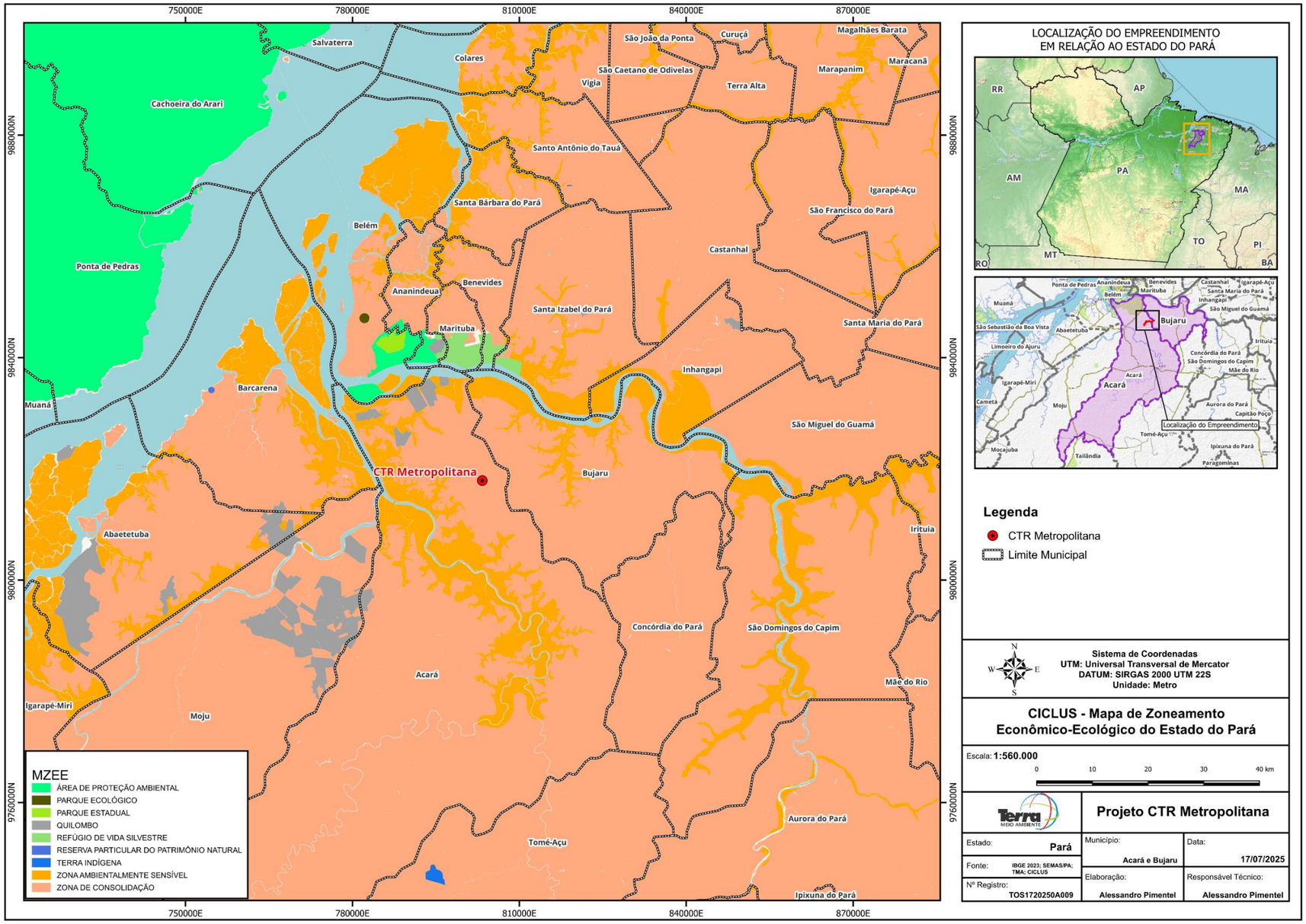
Fonte: Vereda, 2025

6.3.3 USO E OCUPAÇÃO ATUAL DO SOLO

6.3.3.1 REGIÃO DO ACARÁ

A cidade Acará compõe a microrregião de Tomé Açu, que também circunscreve mais cinco municípios: Concórdia do Pará, Tomé Açu, Bujaru, Tailândia e Moju, no nordeste paraense. Em 2005, por intermédio da lei Nº 6.745/2005, o Governo do estado do Pará instituiu o Zoneamento Econômico-Ecológico – ZEE, tendo como objetivo orientar as ações do Estado com um conjunto de subsídios técnicos e informações a respeito do espaço geográfico, a biodiversidade, o meio físico, o meio socioeconômico e cultural das regiões paraenses para fins de elaboração de políticas integradas de desenvolvimento e sustentabilidade. No caso particular desse diagnóstico, a AII localiza-se na zona destinada à “consolidação e expansão de atividades produtivas”, conforme Figura a seguir, que prevê até 35% de áreas para este fim.

Figura 6.3- 12: Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Pará



Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025

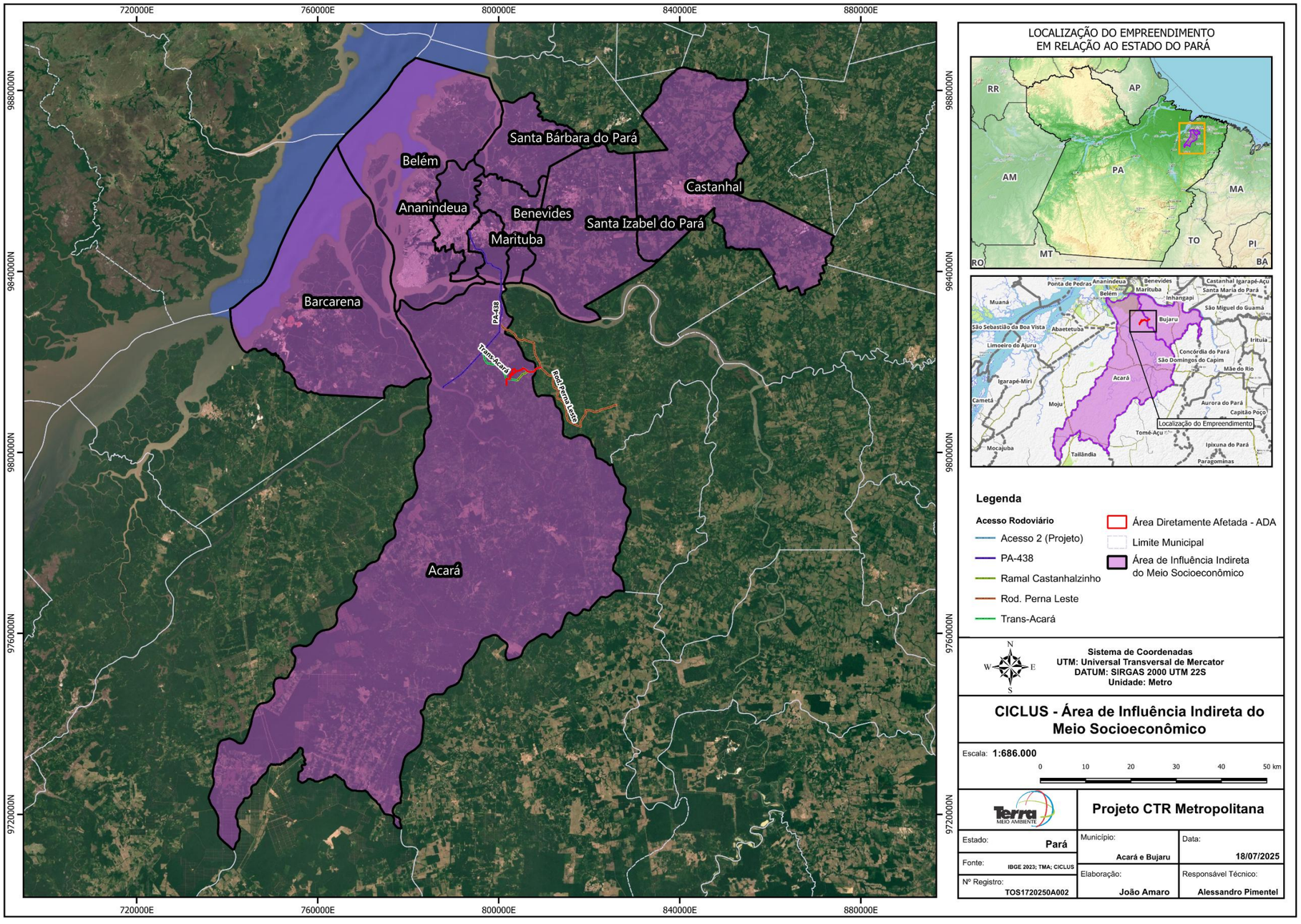
O ZEE sofreu ainda dois detalhamentos: a Lei nº 7.243/2009, que dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de Influência das Rodovias BR-163 e BR-230 – Zona Oeste; e a Lei Estadual nº 7.398/2010, que dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará, está de interesse maior a este trabalho. Os municípios que integram a AII fazem parte da Área Consolidada ou a Consolidar.

A RMB encontra-se na zona de consolidação I, destinada ao fortalecimento do potencial socioeconômico já existente, ao adensamento das cadeias produtivas e ao desenvolvimento tecnológico competitivo. No caso de Acará, o município localiza-se na zona de consolidação II, que apresentam áreas naturais com certa estabilidade, mas que ainda apresentam baixa potencialidade socioeconômica “em função de deficiências de natureza técnica, social, produtiva, de infraestrutura e institucional”. Em Acará busca-se agregar investimentos em infraestrutura e serviços públicos essenciais de forma a gerar cadeias produtivas compatíveis com suas características naturais.

Em relação aos dados do IBGE referente ao uso do solo, o município, com exceção de seu núcleo urbano, é considerado rural em sua totalidade. Tal característica foi confirmada tanto pelos dados já apresentados na caracterização da AII como no trabalho de campo realizado na AID. Na Figura abaixo, é possível perceber o contraste interno da área de influência indireta. Espaço radicalmente heterogêneo, há uma dualidade entre suas zonas rurais e os centros urbanos da Região Metropolitana de Belém.

Criada por Lei Complementar de 1973, a RMB passou por três alterações – em 1995, 2010 e 2011 -, tendo seu formato final com a entrada de Castanhal, após Lei Complementar estadual de 2011. Sua distribuição espacial tem como estrutura o eixo formado pela BR-316, que segue de Belém em direção ao leste paraense, permitindo assim a formação e o adensamento da malha urbana da metrópole, inclusive com processo claro de conurbação no conjunto dos municípios Belém/Ananindeua/Marituba. Os municípios de Benevides, Santa Isabel e Castanhal também fazem parte do mesmo eixo de desenvolvimento. A exceção é Santa Bárbara do Pará, com seu núcleo urbano mais distante e posicionado ao norte da RMB. No caso de Barcarena ela foi integrada a região metropolitana no ano de 2023, através da Lei Complementar 027/1995.

Figura 6.3- 13: Mapa de localização da All do Projeto CTR Metropolitana



Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025.

Em relação à transição rural e urbano das franjas metropolitanas, os rios Acará e Guamá foram importantes bloqueios da expansão da mancha urbana da RMB na direção do Acará. No entanto, após a construção da Alça Viária, em 2002, iniciou-se um processo de incorporação do município ao principal centro urbano do Pará. Nesse caso, mesmo que os dados populacionais ainda não contabilizem grandes mudanças no perfil demográfico do município, na AID é possível notar importantes mudanças no padrão de ocupação e uso da terra na região.

Já é possível registrar não apenas o aumento de população nos principais núcleos urbanos do Baixo Acará, mas a presença de um maior número de construções de alvenaria, seja moradias ou estabelecimentos comerciais. Não somente ao longo da Alça Viária, mas é visível nos ramais principais da região, como o ramal Fortaleza (km32), Transacará e Boa Vista (km24). As comunidades quilombolas do Fortaleza, Itancoã-Miri, São Sebastião, Monte Alegre e os assentamentos de Nínive e Castanhalzinho são os principais exemplos dessa transição no uso do solo e no padrão de construção.

Figura 6.3- 14: Núcleos Urbanos no Baixo Acará – AID do Projeto CTR Metropolitana.



Fonte: Vereda, 2025

De acordo com relatos de alguns moradores, parte do crescimento de casas de alvenaria tem relação com a expansão nos últimos anos do programa Minha Casa Minha Vida no município de Acará, especialmente no Baixo Acará. De fato, de acordo com os dados públicos pela Caixa Econômica, somente em 2013 foram assinados 100 projetos de financiamento, especificamente nas comunidades quilombolas do Guajará-Miri e no Monte Alegre. Em 2014, há registros de mais 50 unidades assinadas.

Desde 2014, o cultivo do dendê no Acará vem se expandindo, em 2022 (IBGE) o município produziu cerca de 198 mil toneladas de óleo. Além de ser baseada na monocultura e na produção em larga escala, na aquisição de terras dos pequenos produtores locais, também está inserindo novas relações de trabalho no meio rural, seja por meio da contratação de agricultores pelo regime formal, seja pelo arrendamento das terras e da produção da agricultura familiar.

O estado do Pará está entre os maiores produtores de dendê do país12. A partir do dendê é possível extrair o óleo de palma (azeite de dendê), além de ser utilizado para a produção de ração animal. A expansão das áreas cultivadas de dendê vem gerando conflitos13 em alguns pontos do município, principalmente em territórios quilombolas, por ter a monocultura como característica e precedida por processos de desmatamento.

De qualquer forma, o Baixo Acará, hoje, vem sofrendo os impactos por ser uma fronteira de expansão metropolitana, seja pelo processo de urbanização de suas terras, seja pela articulação de novos capitais em rede, atraídos pela infraestrutura e serviços logísticos da RMB. Para alguns autores essas zonas se tornam expostas a riscos e à vulnerabilidade socioambiental14, por isso é necessário que qualquer estudo ou política pública destinada a esses territórios devam estar atentos as transformações que as atividades urbanas possam vir a gerar em termos tanto de oportunidades quanto de problemas e desorganização do modo de vida local e rural.

12 Censo Agropecuário 2017 do IBGE;

13 www.conflitoambiental.icict.fiocruz.br Acesso em 01/10/2019.

14 MARTINS, José de Souza. Fronteira: a degradação do Outro nos confins do humano. São Paulo: Contexto, 2009

6.3.3.2 ATIVIDADES PRODUTIVAS E USOS DA TERRA

O uso da terra na AID, apresenta uma predominância de vegetação no entorno da Área Diretamente Afetada – ADA, com característica de apenas 10% da área ocupada por estabelecimentos agropecuários. A fragmentação territorial - que mescla áreas de mata, pastagem e pequenos núcleos urbanos - fica mais evidente nas margens da Alça Viária, especificamente na entrada da via Transacará (km 32 da Alça Viária) que dá acesso à CTR.

É importante destacar, também, as diferentes formas de regularização e de uso da terra que se sobrepõem no Baixo Acará. Há assentamentos do INCRA, do Instituto de Terra do Pará - ITERPA e Comunidades quilombolas com titulação e outras em processo de reconhecimento pela Fundação Palmares. Além disso há inúmeras pequenas e médias propriedades privadas, além de sítios, fazendas e chácaras.

No caso dos quilombolas, a titulação é coletiva e há uma série de restrições legais para sua comercialização e alteração fundiária, tais como a proibição do parcelamento de lotes para aluguel ou revenda. Nesses casos há também uma forte relação de ancestralidade e parentesco nas comunidades. Enquanto no caso dos assentamentos rurais a posse da terra pode ter sido gerada por meio da organização social entre pequenos produtores familiares.

Na localidade de Castanhalzinho, há produtores assentados pelo ITERPA. De acordo com a associação local, algumas famílias receberam lotes de até 250 ha. Já o assentamento Araxiteua/Bom Jesus é reconhecido pelo INCRA. Em ambos os casos foi identificado como cultivo recorrente e mais organizado coletivamente, ou seja, que envolve toda a comunidade, as plantações de mandioca, cultivo de açaí (a principal matéria a ser cultiva e comercializada por eles), e até mesmo plantações de banana, arroz, Cupuaçu.

Nem todas as comunidades do Baixo Acará possuem cooperativas de agricultores. Nesse caso, cada família vende diretamente seu produto nos mercados da RMB, principalmente no Jurunas, em Belém, e em Ananindeua. Devido a Alça Viária, há uma maior presença de atravessadores que pagam o produto diretamente ao produtor das localidades de Castanhalzinho, Nossa Sra. Das Graças, Bom Retiro.

Inúmeros pequenos agricultores possuem plantações de açaí e mandioca em suas terras, o que permite uma alimentação básica às famílias, bem como a venda do excedente. No caso dos trabalhadores que não conseguem garantir a produção desse excedente, esses são obrigados a vender sua força de trabalho para as fazendas de maior porte ou buscar por serviços temporários na Região Metropolitana de Belém.

Figura 6.3- 15: Mudas de açaí distribuídas pela EMATER/PA.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 16: ***Açaí cultivado e colhido.***



Fonte: Vereda, 2025

No caso da mandioca, além da plantação e do cultivo, algumas famílias possuem um sistema de produção da farinha em seus espaços domésticos, como no caso da D. Maria do Carmo e seu filho Reginaldo da comunidade do Castanhalzinho. Conforme relataram, todo o processo depende da "estrutura natural" de onde vivem: utilizam desde os igarapés para "amolecimento" da mandioca até a madeira para construção das "máquinas" que compõem o sistema artesanal de produção de farinha de mandioca.

Figura 6.3- 17: Sistema de produção artesanal da farinha de mandioca.



Fonte: Vereda, 2025

Como afirmam, porém, a produção industrial de farinha de mandioca no Pará e de outros estados vem gerando uma competição desigual entre os produtores no Baixo Acará. As empresas que atuam na região, principalmente, estão forçando a queda dos preços, inviabilizando a atividade para a agricultura familiar local. Com isso, muitos estabelecimentos e agricultores familiares estão abandonando a atividade de produção da farinha e migrando para o cultivo do açaí, considerado menos custoso e mais valorizado.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, Acará está entre os principais produtores agrícolas do Pará. O Açaí, por exemplo, saltou de 8.269 ton., em 2006, para 15.194 ton., em 2017. No caso do dendê, também ocorreu incremento produtivo na última década, passando de 1.394 ton., em 2006, para 5.127 ton., em 2017. A mandioca continua sendo o principal produto do município, porém em movimento acentuado de queda já que no censo 2006 foram registradas 120.069 toneladas produzidas somente no Acará, caindo para 45.787 ton., em 2017.

Como impacto desse processo, houve um crescimento no número de estabelecimentos que produzem açaí entre os censos. Em 2006, eram 1.559 estabelecimentos15 produtores de açaí no município, passando para 2.683, em 2017 (Tabela a abaixo). Desses, cerca de 50% possuem entre 10 e 50 ha de área produtiva. Assim, o açaí também possuí um mercado interno entre as comunidades e a vizinhança. É possível observar diversos pontos de venda da pasta do açaí para consumo imediato e no varejo.

Figura 6.3- 18: Pontos de venda e processamento do açaí no Baixo Acará.



Fonte: Vereda, 2025

15 Estabelecimentos com mais de 50 pés de açaí

Tabela 6.3- 10: Características dos estabelecimentos agropecuários

Município de Acará		
Estabelecimento	**2006**	**2017**
	Quantidade	
Nº de Estabelecimentos	4.645	6.342
Área dos Estabelecimentos	151.202	154.795
Área/Nº de Estabelecimentos	32,55	24,41
Tamanho da área	**Hectares (h)**	
Sem área	6,48	0,47
Até 1 ha	4,54	7,50
De 1 a 5 ha	22,00	18,44
De 5 a menos de 10 ha	11,63	12,13
De 10 a 50 ha	41,5	49,7
De 50 a 100 ha	10,03	9,30
De 100 a 500 ha	2,73	2,26
Mais de 500 ha	0,58	0,20
Quantidade Produzida	**Toneladas**	
Estabelecimentos Açaí	1.559	2.683
Quantidade Produzida (ton.) Açaí	8.269	15.194
Estabelecimentos Dendê	39	118
Quantidade Produzida (ton.) Dendê	1.394	5.127
Estabelecimentos Mandioca	2.001	4.592
Quantidade Produzida (ton.) Mandioca	120.069	45.787

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE 2006 e 2017.

A construção da Alça Viária permitiu a entrada de empresas do setor agrícola no Baixo Acará, gerando uma estrutura produtiva que prejudica os pequenos agricultores. Mesmo após o “encurtamento” da distância em relação aos mercados da RMB (trajeto antes feito via rede hídrica), o que se tem visto é o aumento dos custos de produção, atuação de atravessadores e a consequente perda de espaço nos mercados urbanos da RMB.

6.3.4 NÍVEL DE VIDA

6.3.4.1 ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII

Considerando a população com idade igual ou maior a 15 anos, o município de Acará possui o maior percentual de analfabetos em toda a AII, 15,90%, seguida por Santa Bárbara do Pará (8,16%) e Santa Izabel do Pará (7,09%) todas com as maiores porcentagens de não alfabetizados na AII. Em contrapartida Ananindeua e Belém apresentam taxas maiores que 97% da população alfabetizado, segundo o censo demográfico realizado em 2022.

Tabela 6.3- 11: Taxa de alfabetização na área de influência indireta - AII

Estado / Municípios	Ano 2022	
	Alfabetizados (%)	Não Alfabetizados (%)
Pará	91,24	8,76
Acará	84,10	15,90
Ananindeua	97,20	2,80
Barcarena	93,80	6,20
Belém	97,05	2,95
Benevides	94,44	5,56
Castanhal	94,12	5,88
Marituba	95,61	4,39
Santa Bárbara do Pará	91,84	8,16
Santa Izabel do Pará	92,91	7,09

Fonte: Censos Demográficos do IBGE, 2022

Neste caso, uma relação positiva entre economia e desenvolvimento social pode ter como fator de limitação a condição de escolaridade da população, que por sua vez impactará diretamente na renda das famílias e nas possibilidades de mobilidade social. Além das taxas de analfabetismo, é possível diagnosticar a atual situação socioeconômica dos municípios da AII a partir do conjunto de indicadores educacionais, porém, vinculados à população economicamente ativa necessária, muito importante para a promoção do crescimento das atividades produtivas na região de estudo.

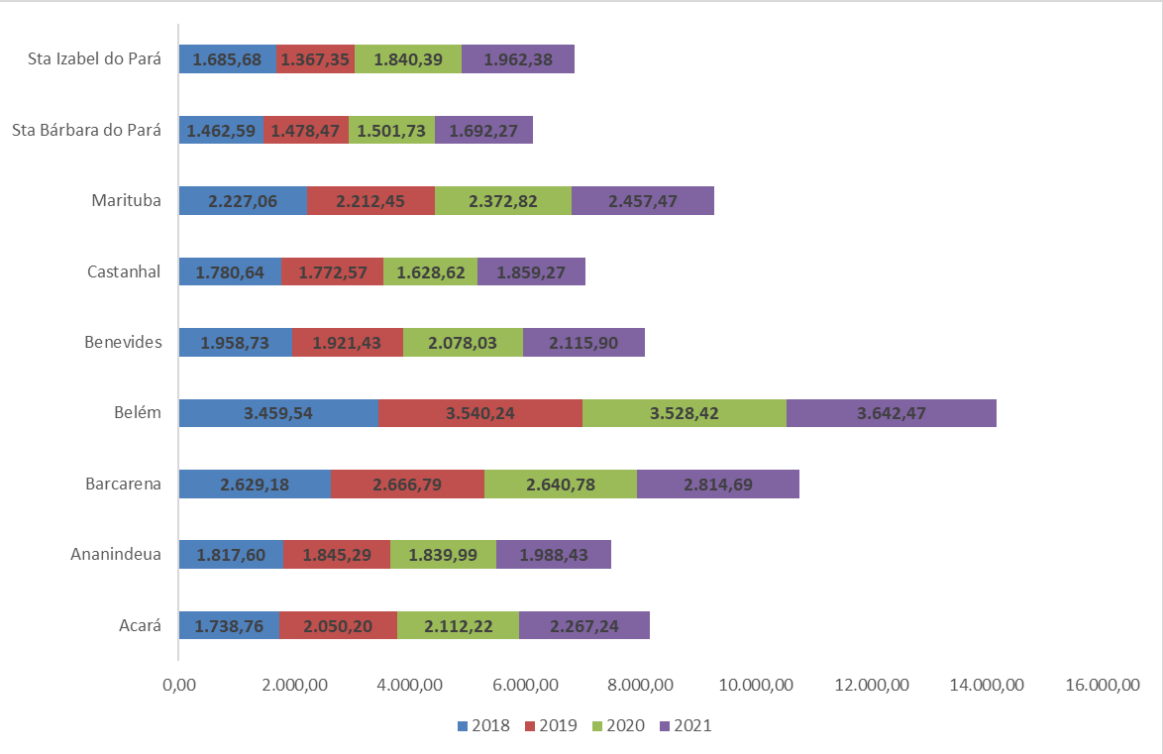
No que se refere a variável renda um dado importante apresentado na tabela e figura a abaixo, e a remuneração média do trabalhador formal nos municípios que compõe a AII do CTR Metropolitana, sendo Belém, Barcarena e Marituba as cidades que têm a maior remuneração média em 2021.

Tabela 6.3- 12: Remuneração Média (R$) do trabalhador formal da área de influência indireta – All - CTR Metropolitana.

Municípios	Remuneração Média (R$)			
	2018	2019	2020	2021
Acará	1.738,76	2.050,20	2.112,22	2.267,24
Ananindeua	1.817,60	1.845,29	1.839,99	1.988,43
Barcarena	2.629,18	2.666,79	2.640,78	2.814,69
Belém	3.459,54	3.540,24	3.528,42	3.642,47
Benevides	1.958,73	1.921,43	2.078,03	2.115,90
Castanhal	1.780,64	1.772,57	1.628,62	1.859,27
Marituba	2.227,06	2.212,45	2.372,82	2.457,47
Sta Bárbara do Pará	1.462,59	1.478,47	1.501,73	1.692,27
Sta Izabel do Pará	1.685,68	1.367,35	1.840,39	1.962,38

Fonte: Anuário Estatístico do Pará, 2023.

Figura 6.3- 19: Remuneração Média (R$) do trabalhador formal – CTR Metropolitana



Fonte: Anuário Estatístico do Pará, 2023.

A condição domiciliar também sofre influência da média de habitantes por domicílio. Nesse caso, o indicador utilizado como referência é a proporção de domicílios com 02 ou mais pessoas residentes. Essa informação contribui para a percepção das condições de habitação, conforme mostrou acima. É possível perceber que há uma relação inversa entre a população em domicílios com condições tidas como adequadas em termos de

saneamento e a média de moradores por domicílio: quanto maior o número de moradores, menor o número de domicílios com rede de água e esgoto. Acará possui a maior percentual de dois ou mais habitantes por moradia entre os municípios da AII, com 63,8%, valor acima dos 43% de Belém.

Em relação ao acesso à luz elétrica, houve importante mudança nos últimos anos no município de Acará. Diferentemente da RMB – cujos valores de cobertura pela rede elétrica se mantiveram parecidos entre 2000 e 2010 –, em 2000, Acará tinha apenas 26% da sua população com energia elétrica. Esse percentual obteve um claro incremento, chegando a 73,7% de atendimento em 2010. Esse crescimento da cobertura se deve à expansão da infraestrutura no setor elétrico realizada pelo governo federal nos últimos anos, principalmente por meio de programas como o *Luz para Todos e o Eletrificação Rural,* figura abaixo.

Figura 6.3- 20: ***Investimento federal na AII***

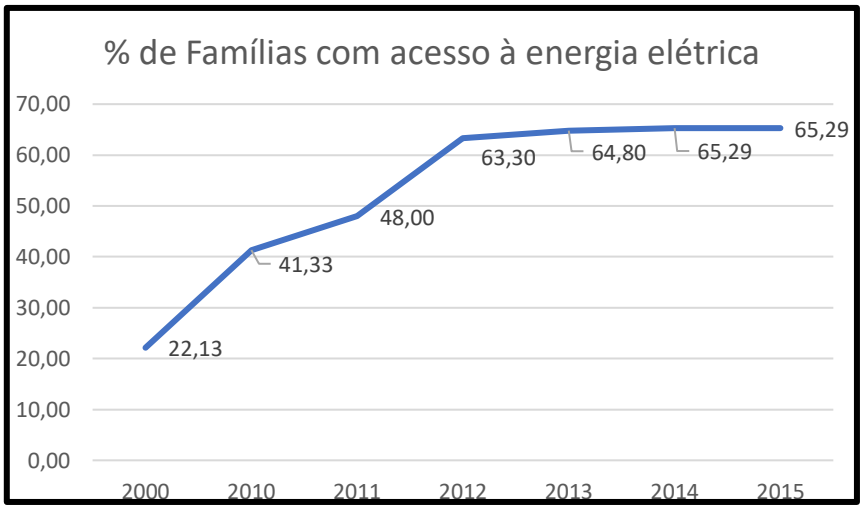


Fonte: Vereda, 2025

O Datasus disponibilizou dados mais recentes em termos de acesso à energia elétrica por parte das famílias cadastradas no Programa Saúde da Família (PSF). De acordo com a Figura a seguir confirma-se a melhora dos serviços, chegando a 65% de cobertura, em 2015, valor bem acima dos 41% de 2010. E de fato, o trabalho de campo em 2015 e 2019 constatou essa melhora nas vilas e nos ramais do Baixo Acará.

Porém, há uma clara divergência entre os dados do Censo, baseado em amostras, e os dados do PSF, extraídos do cadastro das famílias atendidas. Vale lembrar também, que esses percentuais incluem as zonas urbanas, onde a presença de serviços de infraestrutura é mais efetiva.

Figura 6.3- 21: Dados de Acesso à energia elétrica.



Fonte: Fonte: DATASUS / Elaboração: Vereda, 2025

Mesmo com uma aparente melhora em alguns indicadores ao longo dos últimos anos, o município de Acará apresenta o mais baixo nível em termos de esperança de vida, 70 anos de idade, e as maiores taxas de mortalidade infantil até 05 anos de idade, 27,5 mortes por 1.000 nascidos vivos. Quando observados os dados de mortalidade geral da população, as principais causas de mortes referem-se a problemas ocasionados no aparelho circulatório, respiratório e a neoplasias, que somaram 98 óbitos, em 2013, enquanto as mortes por doenças infecciosas e parasitárias somaram apenas 11 óbitos, em 2013. Já as mortes por causas externas, especificamente agressões e trânsito, foram registradas 44 notificações no mesmo ano.

Tabela 6.3- 13: Impactos na vida da população a partir dos indicadores socioeconômicos.

Município	Esperança de vida 2000	Esperança de vida 2010	Mortalidade até 05 anos 2000*	Mortalidade até 05 anos 2010*
Acará	67,84	70,44	37,33	27,51
Ananindeua	72,19	74,24	23,39	18,46
Belém	70,5	74,33	28,58	17,25
Benevides	66,46	72,9	42,47	20,39
Castanhal	70,24	72,97	29,22	18,59
Marituba	65,72	72,6	45,38	21,21
Santa Barbara do Pará	65,13	72,06	47,73	22,7
Santa Isabel do Pará	68,94	72,87	33,48	20,47

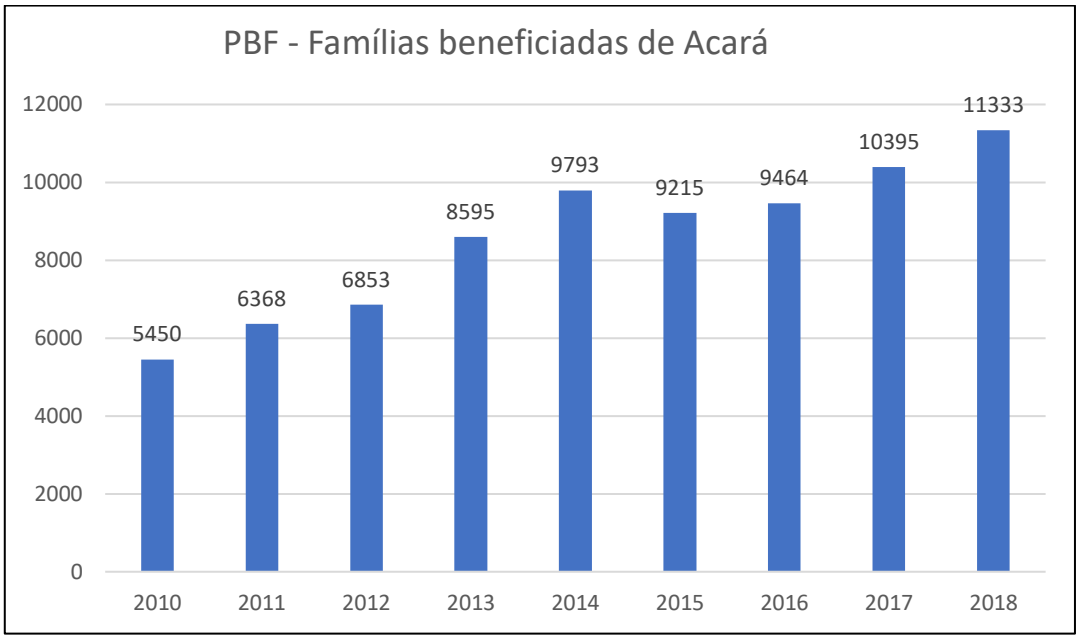
Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano, IPEA. * por mil nascidos vivos/ Elaboração: Vereda, 2025

Por fim, de acordo com as informações do Cadastro dos Estabelecimentos de Saúde – CNES o município possui 18 unidades de saúde sendo 07 Unidades Básicas de Saúde, 01 Hospital Geral, 09 Postos de Saúde e 01 unidade de vigilância em saúde.

6.3.4.2 ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID

A Área de Influência Direta possui, ainda, um Centro de Referência da Assistência Social - CRAS chamado de “CRAS Quilombolas”, localizado no km32 da Alça Viária, no lado oposto ao acesso da CTR. De acordo com os profissionais que trabalham no equipamento, há 3700 famílias cadastradas na região do Baixo Acará e a equipe conta ao todo com 20 pessoas. O CRAS é responsável em cobrir toda a extensão da AID. No entanto, alguns serviços e o registro final da família no Cadastro Único - instrumento federal que viabilizada a prestação de assistência por meio de programas como o *Bolsa Família* - só podem ser realizados no CRAS da sede de Acará, distante 75 km da área de influência.

Figura 6.3- 22: Famílias beneficiadas com o Bolsa Família.



Fonte: Cadúnico, Ministério da Cidadania/ Elaboração Vereda, 2025

No município, em 2018, havia um total de 13.814 famílias no Cadúnico, sendo 11 mil (80%) de extremamente pobres e 1.173 de pobres (8,5%). Em termos de Bolsa Família, em 2010, 5.450 famílias receberam o benefício. Porém, em 2018, esse número saltou para 11.333, demonstrando a rápida ampliação do programa no município. Atualmente, os valores mensais são de R$194,00 em média pago por família. Em 2010, o repasse médio era de R$111.

Em termos de acesso à educação, praticamente todos os povoados possuem ao menos uma escola de ensino fundamental. A AID possui um total de oito escolas (8) de ensino fundamental, sendo uma (1) na comunidade quilombola de Itacoã-Miri, uma (1) na comunidade do Fortaleza, uma (1) de uso compartilhado com o ensino médio (E.M. Geraldo José de Lima), em Nínive, uma (1) desativada (Escola Mun. De Ens. Fund. Bom Pastor, na comunidade Espírito Santo II) e uma (1) organizada e gerida pela própria comunidade (Escola Joana D'Arc). Contudo, há muitos equipamentos que se encontram isolados, o que obriga a população encontrar meios próprios para viabilizar as atividades escolares e o transporte dos alunos. A presença de vans e ônibus particulares que fazem o transporte escolar foi algo comum percebido nas visitas de campo, tanto em 2015 como nesse ano de 2019 no trabalho de complemento.

Figura 6.3- 23: ***Escolas de ensino fundamental na AID.***



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 24: ***Transporte alternativo.***



Fonte: Vereda, 2025

Durante todo o período de pesquisa, a equipe constatou que as escolas permaneceram fechadas, sem qualquer responsável direto que pudesse auxiliar com informações sobre o sistema de ensino da região. Na visita de 2015, em conversas informais com os moradores das comunidades, a equipe foi informada que a Secretaria Municipal de Educação não havia retornado do recesso escolar devido a uma crise no sistema de pagamento dos professores e dos profissionais da área. Da mesma forma, durante as atividades de campo em 2019, a principal escola da região, localizada na Vila de Nínive estava sofrendo com paralisações e reivindicações por parte de pais e alunos, justamente por conta da falta de transporte escolar nos ramais periféricos, o que inviabilizada a ida dos estudantes ao colégio.

Figura 6.3- 25: Escola Municipal de Ensino Fundamental.



Fonte: Vereda, 2025

Cabe neste item fazer uma observação importante: diz respeito ao funcionamento da escola na comunidade Joana D'Arc (Figura 6.3-27). Esta escola, segundo informações de uma moradora, funciona sem qualquer apoio da secretaria municipal ou de qualquer outro órgão público. A compra de todo o material utilizado, bem como a manutenção da estrutura física da escola estão sob responsabilidade dos próprios moradores. Visualmente a escola apresenta sérios problemas de estrutura, com a necessidade de reformas no piso e nas colunas da edificação.

Figura 6.3- 26: Escola de Ensino Fundamental – Comunidade Joana D'Arc.



Fonte: Vereda, 2025

Logo na entrada de Nínive, a equipe registrou um ginásio poliesportivo construído na via principal de acesso à Transacará. A gestão desse espaço é realizada pela escola municipal Geraldo José da Lima. No entanto, em todas as comunidades visitadas, exceto Espírito Santo II, há campos de futebol e a presença de crianças e adolescentes brincando na rua é constante.

Figura 6.3- 27: Crianças no campo de futebol – Comunidade Joana D'Arc.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 28: ***Ginásio poliesportivo – Vila Nínive.***



Fonte: Vereda, 2025

Pelas ruas a equipe também identificou diversas faixas com chamadas para festas, bailes e encontros comunitários. Estes eventos são organizados por grupos locais e acontecem em galpões e bares da região.

Figura 6.3- 29: Festas, bailes e encontros comunitários – Baixo Acará.



Fonte: Vereda, 2025

Cabe registrar que, segundo informações do funcionário da Ciclus Amazônia, alguns proprietários de terras estão construindo espaços de banho e lazer em locais em que

passam igarapés denominando-os como “balneários”. Em períodos de alta temporada (férias escolares) esses locais têm sido muito procurados por turistas de outras regiões consolidando nesses locais um espaço de geração de renda e turismo.

Figura 6.3- 30: ***Balneários – Baixo Acará.***



Fonte: Vereda, 2025

6.3.5 SAÚDE PÚBLICA E SANEAMENTO

Na região do Baixo Acará há quatro unidades da Estratégia Saúde da Famílias: São José (quilombola), Genipaúba (ramal Fortaleza), Boa vista (km 24) e Baiaquara (km 37). Há ainda postos de saúde, porém com funcionamentos em dias alternados e com escalas de médicos, são eles: o PSF de Itacoã-Miri, o PSF de Livramento (Monte Alegre), o PSF São João e o PSF Fortaleza. Na AID, somente o ESF Baiaquara atua cobrindo toda extensão territorial entre o km32 ao km37 da Alça Viária.

Figura 6.3- 31: Unidade da ESF Baiaquara / ESF Genipaúba (Comunidade Fortaleza).



Fonte: Vereda, 2025

No caso da Estratégia de Saúde da Família (ESF) de Baiaguara, além dos 13 Agentes Comunitários de Saúde (ACS), em 2015, havia um médico cubano – por intermédio do "Programa Mais Médicos" do Governo Federal –, um dentista e um auxiliar de odontologia, além da enfermeira e a coordenadora do equipamento. Atualmente, com o fim do programa e a retirada dos médicos cubanos, a população tem sido atendida por médicos brasileiros, mas vem sofrendo com a alta rotatividade desses profissionais. Alguns moradores reclamaram da "inexperiência" de jovens médicos e da falta de insumos básicos como anti-inflamatórios, gazes, ataduras, esparadrapos etc.

Em média são realizados 30 atendimentos por dia, durante três dias na semana, ou 360 por mês, principalmente nas quartas e quintas feiras (atendimentos especializados). Já para o atendimento nas residências – função do PSF locais, cada ACS é responsável pelo acompanhamento em média 80 a 85 famílias, o que gera um conjunto de 1050 famílias atendidas.

Figura 6.3- 32: Entrevista com Andrea – ESF de Baiaquara (2015).



Fonte: Vereda, 2025

Os casos atendidos com maior frequência referem-se ao controle da Hipertensão, diabetes e problemas respiratórios. No caso das doenças infectocontagiosas apenas foi relatado um caso recente de hanseníase e outro de tuberculose. Além do atendimento médico, o PSF realiza acompanhamento da saúde bocal, pré-natal e prevenção à saúde. Há ainda a realização de palestras com a população local sobre higiene, campanha de vacina, DST e outros. De acordo com os técnicos, a diarreia infantil é um dos principais problemas de saúde identificados pelo programa, já que boa parte dos domicílios possui o banheiro posicionado fora da casa, fazendo com que os resíduos sejam despejados em fossas abertas e muitas vezes vazando por valas e tubulações improvisadas no próprio terreno, expondo às crianças a uma condição de risco ambiental.

No ESF Guanapaúba, local em que a equipe esteve no trabalho para o complemento, a estrutura do equipamento e as condições materiais e psicológicas dos profissionais da saúde são semelhantes. No total há seis (6) agentes comunitários de saúde (ACSs), uma (1) técnica de enfermagem, um (1) auxiliar de odontologia e três (3) profissionais distribuídos entre os afazeres da cantina e os serviços gerais do ESF e um (01). O número referenciado no cálculo e planejamento do equipamento é de 2.500 pessoas para toda região de São Sebastião.

De acordo com os profissionais com quem a equipe conversou, faltam materiais básicos, bem como outros profissionais capazes de atender emergências e casos mais graves.

Mesmo com limitações, a técnica de enfermagem Sra. Myara (enfermeira e coordenadora do equipamento) informou que há um acompanhamento sistemático dos casos mais delicados, como situações de estupro e outras violências domésticas – comuns na região. Ela informou que há muitos casos envolvendo acidentes de trabalho, principalmente no uso de instrumentos de corte nas plantações, como facões. Há dificuldades no atendimento da população masculina devido ao alto número de pessoas em situação de alcoolismo. Estes, recusam-se a seguir os procedimentos médicos, e possuem dificuldade nos tratamentos para parar de ingerir bebidas alcóolicas.

A profissional também informou que as maiores incidências de doenças são os casos de hipertensão, diabetes, hanseníase, saúde mental, diarreia infantil e mordida de vetores voadores (morcegos). Cabe destacar os casos, cada vez mais comuns, de depressão entre as pessoas idosas. A técnica reforçou que há uma procura permanente por parte dessas populações pelo que ela denominou como “receita azul”, ou seja, receitas médicas que autorizam o consumo de antidepressivos.

Figura 6.3- 33: Entrevista com a enfermeira Myara Melo – ESF de Genipaúba (2019).



Fonte: Vereda, 2025

Dentro da análise da infraestrutura urbana, a desagregação da informação permite-nos uma melhor compreensão da realidade socioambiental de cada cidade envolvida na proposta de construção da CTR Metropolitana. Em relação aos tipos de abastecimento de água e acesso ao sistema de esgoto, a Tabela abaixo nos mostra as diferentes realidades do saneamento na AII Ampliada.

No entorno do empreendimento a maioria dos domicílios se utilizam de sistemas locais de abastecimento de água por meio de poços artesianos. A presença de igarapés e rios na região exige cuidado dos próprios moradores no tratamento do esgoto doméstico, pois muitos desses recursos hídricos são utilizados para a lavagem de roupas, pesca e para o próprio consumo humano. Em algumas comunidades como Castanhalzinho a maior parte das casas possui banheiros externos.

Figura 6.3- 34: ***Banheiro externo – Comunidade Castanhalzinho.***

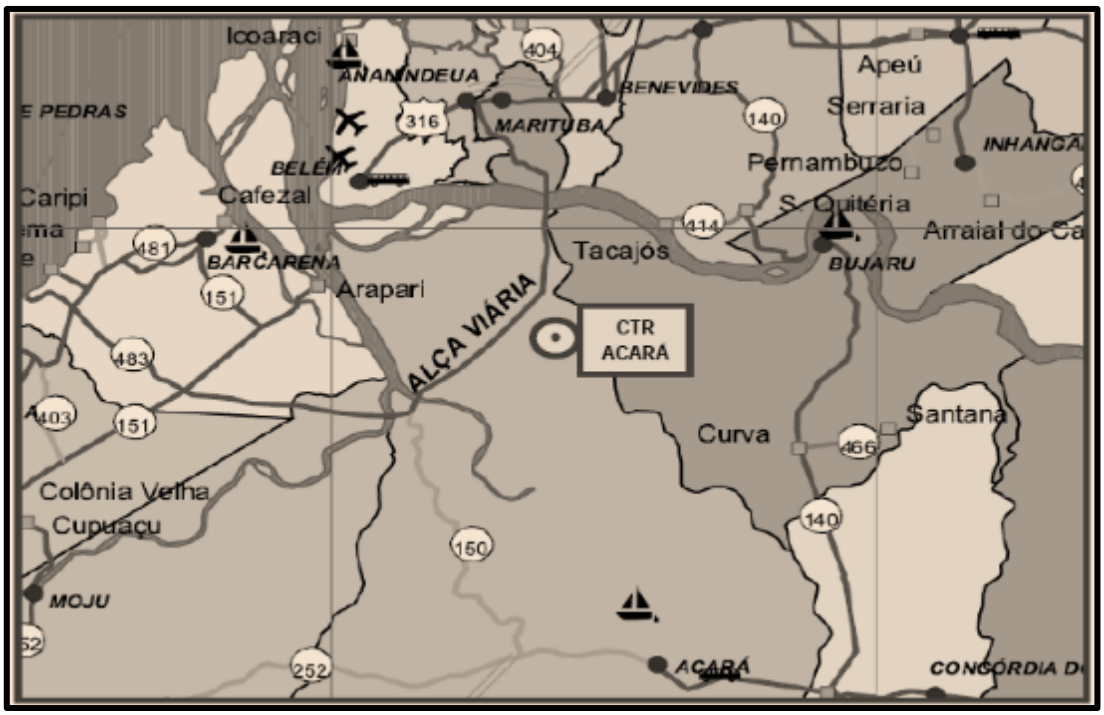


Fonte: Vereda, 2025

6.3.6 INFRAESTRUTURA REGIONAL/VIAS TRÁFEGO

A Central de Tratamento de Resíduos - CTR de Acará será um empreendimento apto a fazer a recepção, tratamento e destinação final de resíduos sólidos urbano, de serviços de saúde (hospitais, clínicas, postos de saúde, consultórios, ambulatórios e veterinárias) e de entulho provenientes da construção civil. Localizada no Município de Acará, no Sítio Casinha, situando-se próximo à rodovia PA-483, atenderá aos Municípios de Belém, Acará, Ananindeua, Barcarena, Benevides e Marituba, na Região Metropolitana de Belém, no Estado do Pará.

Figura 6.3- 35: ***Localização da CTR Metropolitana***



Fonte: Vereda, 2025

O acesso à CTR Metropolitana será pela PA-483 e todos diversos municípios que vierem a ser atendidos também utilizarão essa rodovia. A PA-483 é uma importante rodovia estadual, oficialmente chamada de Alça Viária do Pará e caracteriza-se como um complexo de pontes e estradas que totalizam mais de 74 km de rodovias e 4,5 km de pontes, construídas para integrar a Região Metropolitana de Belém ao interior do estado.

6.3.6.1 PREVISÃO DO TRÁFEGO GERADO PELA CTR METROPOLITANA

A CTR Metropolitana é classificada com um Polo Gerador de Tráfego – PGT, segundo as diretrizes do DETRAN. Um dos principais fatores que influenciam a análise dos impactos no sistema viário pela implantação de um PGT é o tráfego gerado, no caso da CTR Metropolitana, de veículos de carga.

A CTR Metropolitana terá capacidade de recebimento de 1.700 t/dia de Resíduos Sólidos Urbano (RSU) e resíduos de “classe 2” (não inerte) por um período de 31 anos. Para apuração do tráfego que será gerado pela Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana, de Acará, serão apresentadas as estimativas de seus volumes, características dos veículos envolvidos e sua distribuição espacial, para posterior alocação nos diferentes cenários e configurações. Durante as obras para a implantação da CTR Metropolitana, o tráfego diário será inferior àquele esperado durante a sua operação, não justificando uma análise em separado.

Mesmo atendendo aos municípios de Acará, Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides e Marituba, em função do desenho do sistema de coleta de resíduos sólidos com Centros Intermediários, será pouco provável que caminhões coletores, equipados ou não com compactadores e utilizados nas operações de limpeza pública nos citados municípios dirijam-se à CTR Metropolitana. Outro importante ponto a ser considerado também é a longa distância entre os citados municípios e a CTR Metropolitana, o que tornaria a operação com tais veículos antieconômica. O Quadro abaixo apresenta os volumes estimados de viagens por categoria de veículos.

Quadro 6.3- 2: Número de Viagens Geradas.

Tipo de Veículos	Capacidade (m^3)	Natureza do resíduo	Viagens Diárias	Distribuição
Carreta Semirreboque	28	Geral	57	100%
TOTAL			57	100%

Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 36: Exemplo de caminhão semirreboque basculante a ser utilizado na operação da CTR Metropolitana no transporte de resíduos domiciliares.



Fonte: Vereda, 2025

A Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana terá operação contínua de 24 horas, em todos os dias, sendo horários de pico os compreendidos entre 11h e 14h, entre 18h e 21h e na madrugada, de 2h até 5h, com mais da metade desse total de resíduos sendo provenientes da cidade de Belém.

Os horários de pico acima informados são provenientes da operação de todos os caminhões coletores, da limpeza pública nos citados municípios, onde a rotina impõe o caminhão vazio no início de cada jornada de trabalho.

Com base nos horários de operação e nas viagens estimadas no Quadro acima é esperado que em nenhum dos horários de pico indicados concentre mais do que 30% das viagens, o que corresponde a um volume de 70 viagens. Dada a distribuição heterogênea ao longo dos picos espera-se que a hora de pico concentre 50% dessas viagens. Face o exposto é esperado para a hora de pico um total de 35 viagens, sendo 95% de veículos pesados.

6.3.6.2 ANÁLISE DO IMPACTO DO TRÁFEGO GERADO PELA CTR METROPOLITANA

O acesso à CTR Metropolitana dar-se-á pela rodovia BR-316 e depois acessando a Alça Viária do Pará (PA-483) no Km 9 + 400, sentido Belém – Benevides. No km 32 + 300m da PA-483 está o ponto de entrada para a estrada de acesso à CTR, sendo percorridos 9 km para a portaria de entrada.

A BR-316 é uma via com características de tráfego e uso do solo típico de vias urbanas. Apesar disto, apresenta seção transversal com pista dupla, separada por canteiro central, chegando a ter até quatro faixas por sentido. Possui acostamento, muitas vezes utilizado como ponto de parada de ônibus e por vezes transformado em faixa de tráfego e não possui meios-fios alinhados. O tráfego possui características urbanas, apresentando grandes congestionamentos nos horários de pico.

A rodovia PA-483 é pavimentada e possui pista simples com duas faixas de tráfego, uma por sentido e com acostamento. Segundo levantamento realizado em 2013 e fornecido pelo empreendedor, a PA-483 apresenta, no km 7, um VMD de 2.718 veículos no sentido Belém – Barcarena e 2.785 veículos no sentido oposto. No horário de pico (manhã) o fluxo está situado em 250 e 300 veículos por hora variando nesta faixa em função da sazonalidade.

O Quadro abaixo apresenta um resumo da situação atual e futura do tráfego na PA-483. Não serão abordados os impactos na BR-316 dada a baixa relevância do volume de tráfego quando comparado com o fluxo atualmente demandante da rodovia e suas características geométricas. Em que pese os horários de pico da CTR não serem perfeitamente coincidentes com os horários de pico da rodovia de acesso, optou-se por alocar todo o tráfego gerado nesses horários para a construção de um “cenário de estresse”.

Quadro 6.3- 3: Tráfego PA-483 – Quadro Resumo.

Sentido	VMD	Horário de Pico	Volume (veículo)	Tráfego Gerado (Pico)	Tráfego Futuro (Pico)	Variação
Belém	2785	7h	283	70	353	24,73%
Barcarena	2718	16 às 18h	280	70	350	25,00%

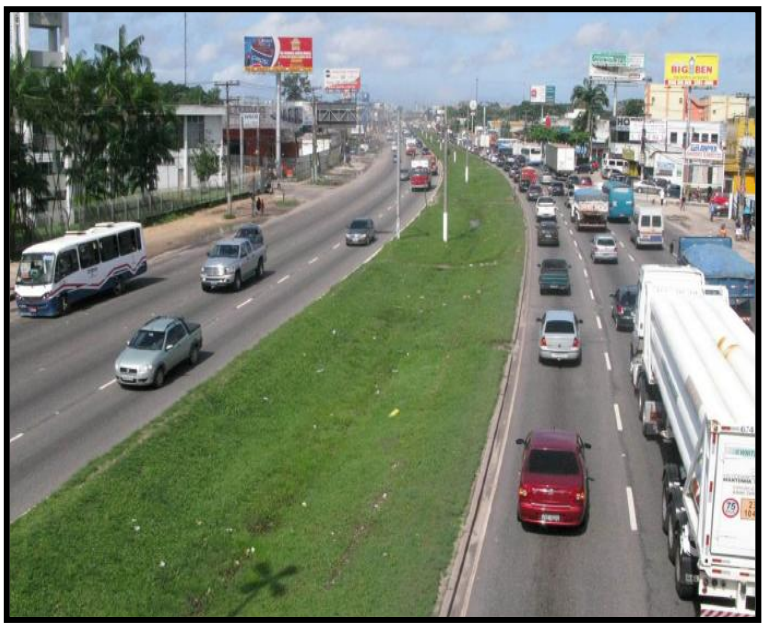
Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 37: Interseção *BR-316 x PA-483, em Marituba (imagem Google).*



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 38: Trecho da BR-316, em Ananindeua (imagem Google).



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 39: Local da contagem de tráfego na PA-483, em Marituba (imagem Google).



Fonte: Vereda, 2025

Segundo o *Highway Capacity Manual* - HCM, a Rodovia PA-483 é classificada como uma *Two Lane Highway.* Apesar da existência de diversos manuais de capacidade foi adotado como referência para o presente estudo o modelo HCM, tendo em vista sua popularidade no Brasil.

A capacidade de uma rodovia é definida pelo HCM como a quantidade máxima esperada de veículos que cruzam uma determinada seção da rodovia durante um período em que as condições predominantes de tráfego, de controle e as características geométricas da via não se alteram significativamente.

Para identificar qual o volume de tráfego que pode transitar pela rodovia de forma que certo nível de qualidade da operação seja mantido, o HCM utiliza o conceito de nível de serviço, uma medida da qualidade das condições operacionais na rodovia, que procura refletir a percepção dos usuários em função de diversos fatores, tais como velocidade e tempo de viagem, liberdade de manobras, interrupções do tráfego, segurança, conforto e conveniência. Para rodovias analisadas pelo conceito *Two Lane* a medida do nível de serviço é dada por oportunidades de ultrapassagem. A figura a seguir apresenta os critérios estabelecidos pelo HCM.

Figura 6.3- 40: ***Nível de Serviço - HCM 2000 - Capítulo 20.***

EXHIBIT 20-4. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS II

LOS	Percent Time-Spent-Following
A	≤ 40
B	> 40–55
C	> 55–70
D	> 70–85
E	> 85

Note:
LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment capacity.

Fonte: Vereda, 2025

Segundo o HCM, o nível de serviço em uma rodovia varia de A até F, sendo que o nível A representa as melhores condições de tráfego e o nível F representa situações de congestionamento. O limite entre os níveis “E” e “F” representa a situação correspondente à capacidade física da via.

Como apresentado no Quadro anterior, o acréscimo de tráfego será da ordem de 25% nos horários de pico. A distribuição direcional atualmente se situa na ordem de 66%/34% e a presença de veículos pesados está em torno de 57% na situação atual. Tanto o pico da manhã como o pico da tarde apresentam valores semelhantes invertendo somente o sentido da ocorrência.

A implantação da CTR não será capaz de alterar tais características do tráfego de forma significativa com a distribuição direcional se situando em torno de 70%/30% e o percentual de veículos pesados indo para cerca de 64%. O a seguir resume as condições de análise das situações atual e futura.

Quadro 6.3- 4: Resumo das Condições de Análise de Capacidade.

Análise de Capacidade		
Situação	Atual	Futura
Distribuição Direcional	66%/34%	70%/30%
% de Veículos Pesados	57%	64%
Nível de Serviço	C	C

Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 41: Congestionamento na BR-316, sentido Belém no pico da manhã



Fonte: Vereda, 2025

Com relação ao período das obras para implantação do empreendimento, conforme já mencionado, o volume de tráfego gerado será muito baixo, incapaz de alterar as condições de operação das rodovias. Ressalta-se, porém, que apesar da irrelevância do tráfego futuro em relação ao tráfego atual na BR-316, cumpre informar que tal via já se apresenta operando com níveis de serviço inferiores a D em muitos horários.

Por ser a ligação entre diversos municípios da Grande Belém, poderão ocorrer congestionamentos na rodovia em datas especiais, como o tradicional Círio de Nossa Senhora de Nazaré, Natal, passagem de ano, carnaval e semana santa. Como são eventos tradicionais e que acarretam a movimentação de grande público, nessas ocasiões, a operação dos caminhões de resíduos com destino à CTR Metropolitana deverá obedecer a um planejamento especial.

6.3.7 ATIVIDADES ECONÔMICAS

Um indicador importante para o balizamento da capacidade econômica e social de cada município pode ser visto por meio da evolução do PIB per capita nos últimos anos. Em toda a AII ocorreu variação positiva nos últimos anos, entre 2016 e 2020. Acará apresentou um PIB per capita de R$15.841, em 2020, superando o indicador de 2016, que foi de R$14.595. Os municípios de Benevides e Barcarena foram os que apresentaram os maiores indicadores no último ano da série, com R$26.268 e R$58.550 respectivamente.

Tabela 6.3- 14: Produto Interno Bruto da área de influência indireta – AI – (2016-2020*)*

Estado/Municípios	PIBPer 2016	PIBPer 2017	PIBPer 2018	PIBPer 2019	PIB Per2020
Pará	16.090	18.554	18.952	20.735	24.847
Acará	14.595	17.232	16.464	13.583	15.841
Ananindeua	13.153	13.527	14.314	15.386	15.201
Barcarena	42.300	39.761	38.738	43.029	58.550
Belém	20.378	20.826	21.188	21.687	20.562
Benevides	21.577	22.857	25.771	24.843	26.268
Castanhal	18.724	19.248	19.726	20.091	21.123
Marituba	13.811	13.985	14.704	14.762	15.577
Santa Bárbara do Pará	7.309	8.090	8.323	8.581	10.197
Santa Izabel do Pará	9.315	10.441	10.865	11.230	11.242

Fonte: IBGE; Anuário Estatístico do Pará 2023.

Analisando os dados relativos aos valores adicionados por setor da economia, percebe-se a diferença de capacidade produtiva de cada município, inclusive a desigualdade na escala macroeconômica entre eles. Os dados da Tabela abaixo, evidenciam o peso do setor da agropecuária do Acará, que sozinho adicionou mais de 429 mil no produto interno bruto do município em 2020, sendo o triplo do setor de serviços.

Tabela 6.3- 15: Valor do Pib, adicionado por setores: administração, serviços, indústria e agropecuária - (Mil Reais) – 2020

Estado / Municípios	ADM 2020	SERV 2020	IND 2020	AGRO 2020	IMP2020
Pará	37.614.038	56.395.092	84.173.852	19.730.657	18.021.964
Acará	291.487	105.337	32.175	429.719	23.108
Ananindeua	1.860.001	4.013.326	1.086.424	11.303	1.170.041
Barcarena	650.930	1.278.631	3.665.600	167.676	1.674.643
Belém	5.430.462	16.481.347	3.798.540	91.379	5.034.036
Benevides	250.588	603.586	437.080	4.382	379.412
Castanhal	895.502	1.943.835	606.534	130.546	716.763
Marituba	575.997	954.278	221.409	2.027	328.688
Sta Bárbara do Pará	86.473	36.841	67.459	8.342	19.592
Sta Izabel do Pará	278.438	271.467	63.444	102.111	92.159

Fonte: IBGE; Anuário Estatístico do Pará 2023

O município com maior percentual no setor industrial é Benevides, seguido por Ananindeua e Santa Bárbara do Pará. Respeitado as devidas proporções, Belém tem

apenas a 4° maior percentual, sendo o setor de serviços o mais representativo do PIB, cerca de 66,5%, em 2016. Outro ponto que chama a atenção para o município de Acará é o tamanho da administração pública na economia, uma característica presente em muitos municípios rurais e de pequeno porte econômico. Neste caso, o VAB da administração responde por 30% do total produzido.

Com relação ao número de estabelecimentos empresariais, Acará possui um número pequeno quando comparado com outros municípios da AII. Os dados do Cadastro Central de Empresas, organizados na Tabela abaixo, indicam que em 2013 apenas 15 empresas foram identificadas na cidade, o menor número de toda a área de influência indireta ampliada. Pode-se destacar a empresa Biopalma, que pertence a Vale S.A e atua no setor de produção de óleos e biocombustível extraídos da palma e do dendê; a Cerâmica Pará, localizada no km 40 da Alça Viária; e a Ciclus Amazônia S.A, que já atua no setor de gestão de resíduos sólidos na capital Belém, porém possui uma usina de asfalto no km 37 da Alça, responsável pelo emprego e o alojamento de dezenas de trabalhadores que moram na região metropolitana e nas imediações. Por fim, estabelecimentos comerciais podem ser identificados entre os Km 32 e Km 34 da Alça Viária, desde restaurantes e mercearias a espaços de lazer diversos.

Tabela 6.3- 16: Empresas por setor produtivo da área de influência indireta - AII

Município	Atividades Econômicas	Ano	
		2010	2013
Acará	Agropecuária e pesca	3	7
	Indústrias extrativistas	1	3
	Indústrias de transformação	5	5
Ananindeua	Agropecuária e pesca	17	15
	Indústrias extrativistas	4	4
	Indústrias de transformação	348	351
Belém	Agropecuária e pesca	127	101
	Indústrias extrativistas	14	8
	Indústrias de transformação	947	959
Benevides	Agropecuária e pesca	13	13
	Indústrias extrativistas	1	1
	Indústrias de transformação	77	89
Castanhal	Agropecuária e pesca	22	23
	Indústrias extrativistas	0	1

Município	Atividades Econômicas	Ano	
		2010	2013
	Indústrias de transformação	243	249
Marituba	Agropecuária e pesca	3	6
	Indústrias extrativistas	1	0
	Indústrias de transformação	62	78
Santa Bárbara do Pará	Agropecuária e pesca	2	4
	Indústrias extrativistas	1	1
	Indústrias de transformação	19	19
Santa Isabel do Pará	Agropecuária e pesca	14	11
	Indústrias extrativistas	0	0
	Indústrias de transformação	44	49
Total		1.968	1.997

Fonte: IBGE - Cadastro Central de Empresas. / Elaboração Vereda

Em termos quantitativos, destacam-se no setor de indústria da transformação os municípios de Ananindeua (351 empresas em 2013) e Castanhal (249 estabelecimentos). Uma análise macro da região, entre 2010 e 2013, indica o baixo crescimento do número de empresas nos últimos anos, mesmo num contexto de crescimento do PIB regional.

Diferentemente dos valores gerais apresentados pelo PIB, o papel da agricultura familiar tem importante peso na economia do município de Acará, cujo impacto assume dimensão regional. De acordo com o Censo Agrário do IBGE, publicado ainda em 2006, Acará possuía 4.237 estabelecimentos de agricultura familiar, número inferior apenas em relação ao município de Castanhal, que contava com 5.414 estabelecimentos. Contudo, em termos de dimensão geográfica, Acará é a cidade da AII que possuía a maior área de terra destinada à pequena propriedade rural, com 85.030ha, em 2006, superando inclusive a soma de terras referentes às grandes propriedades, caso único na região de estudo, conforme demonstra a Tabela a seguir.

Tabela 6.3- 17: Estabelecimento e área da agricultura familiar na área de influência indireta - AII

Estado/Municípios	Agricultura familiar		Não familiar	
	Estabelecimento	Área (ha)	Estabelecimento	Área (ha)
Pará	196.150	6.909.156	25.878	15.556.870
Acará	4.237	85.030	408	57.652
Ananindeua	181	1.030	37	3.743
Belém	1.723	17.988	483	53.565
Benevides	41	153	38	2.867
Castanhal	5.414	78.339	701	84.914
Marituba	116	219	26	5.279
Santa Bárbara do Pará	25	110	15	848
Santa Isabel do Pará	1.193	10.485	262	25.706

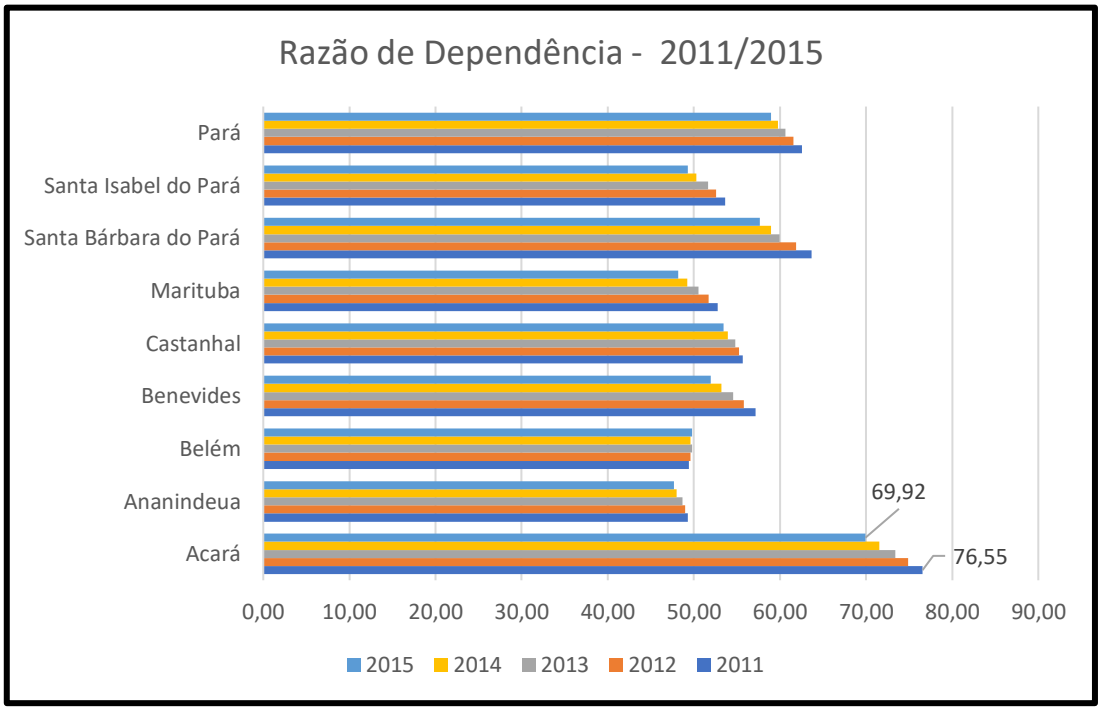
Fonte: Censo Agropecuário do IBGE, 2006. / Elaboração: Vereda, 2025

É possível identificar na Área de Influência Direta essa característica rural organizada em pequenas propriedades, com assentamentos titulados e associações de produtores locais. Além disso, foi comum ouvir relatos de moradores referindo-se à importância da agricultura baseada na produção de excedentes por parte das famílias em suas propriedades, que além do papel de subsistência garante renda adicional quando comercializados nos mercados locais ou na RMB. Essa realidade econômica e cultural do município de Acará deve ser alvo de atenção em qualquer processo de licenciamento de empreendimentos industriais ou, no caso proposto, para a instalação de CTRs.

A economia local parece se apoiar em círculos reduzidos de produção, trocas e pequenos comércios, no entanto, carece de logística de distribuição e abastecimento, sem a presença de pontos de venda e escoamento da produção. Qualquer alteração das estruturas econômicas do município precisa ter como contrapartida o apoio ao aprimoramento técnico do trabalho dos pequenos agricultores, investir em infraestrutura tecnológica, auxiliar no escoamento e na distribuição da produção do município.

Por fim, a questão relativa à economia local e regional está diretamente ligada com a disponibilidade de população economicamente ativa e à razão de dependência[16] de cada município.

Figura 6.3- 42: ***Razão de dependência de cada município***



Fonte: Anuário do Estado do Pará 2019/ Elaboração: Vereda, 2025

Como já mencionado nesse capítulo, o município de Acará possui a maior Razão de Dependência da AII, razão esta calculada a partir da relação entre a população "economicamente dependente" (RIPSA) – aquela formada pela soma entre menores de 15 anos e os de 60 e mais anos de idade -) e o segmento populacional considerado produtivo (pessoas entre 15 e 59 anos de idade). Além disso o percentual de população dependente vem aumento nos últimos anos. Esse processo indica o avanço, principalmente, do envelhecimento populacional. No censo 2010, esse quadro já era evidenciado, com Acará possuindo 69,23% de razão de dependência contra, por exemplo Belém, com apenas 42%.

16 A razão de dependência é medida pela razão entre o número de pessoas com 14 anos ou menos e de 65 anos ou mais de idade, considerada população dependente, e o número de pessoas com idade de 15 a 64 anos multiplicado por 100.

Tabela 6.3- 18: Dinâmica etária da área de influência indireta - AII

Municípios	Distribuição percentual, por grupos de idade (%)						Razão Dependência
	0 a 5	6 a 14	15 a 24	25 a 39	40 a 59	60	
Acará	14,11	22,04	21,1	21,38	14,48	6,89	69,23
Ananindeua	9,57	16,44	19,6	27,39	20,52	6,47	43,01
Belém	8,61	14,69	18,76	26,68	21,92	9,32	42,06
Benevides	10,79	18,8	20,18	26,01	17,66	6,57	51,61
Castanhal	10,6	17,64	20,82	25,87	18,03	7,04	49,38
Marituba	10,83	17,93	19,75	28,71	17,45	5,33	47,52
Santa Bárbara do Pará	11,17	20,07	19,91	23,94	17,32	7,6	56,94
Santa Isabel do Pará	10,01	17,66	21,27	26,92	17,1	7,04	48,00

Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010. / Elaboração: Vereda, 2025

O percentual de pessoas jovens adultas do município, especialmente nas faixas 25-39 anos e 40-59 anos, são os menores quando comparados às demais cidades da AII. Em termos econômicos, esse fator, somado à razão de dependência, pode se tornar um elemento limitador para o desenvolvimento das atividades produtivas e para o crescimento do mercado de trabalho local.

Da mesma forma se exige uma maior aplicação de recursos previdenciários e de assistência social por parte das prefeituras e do estado. Essa realidade de Acará é uma evidência que marca a maioria das áreas rurais, com o esvaziamento permanente da população considerada em idade produtiva.

Em relação aos dados do Censo 2010 referentes à renda do responsável por domicílio, o percentual de chefes de família alfabetizados e a taxa de dependência é possível distribuí-los pelos setores censitários da AID. O elevado número de população jovem somada aos idosos gerou uma razão de dependência de aproximadamente 40% da população da área de influência, como apresentado na Tabela 6.3-20. Além disso, apenas 55% do total de chefes de famílias foi alfabetizado.

Tabela 6.3- 19: Indicadores socioeconômicos da área de influência direta - AID

% Alfabetizados	%Dependência	% Renda até 1SM	% Renda 1 a 3SM	% Renda acima de 3SM
55,00%	39,49	61,82	15,98	19,36

Fonte: Censo Demográfico IBGE, 2010/ Elaboração: Vereda, 2025

O grupo de responsáveis cuja renda chega a 01 salário-mínimo (SM) representa 62% do total. A proporção dos que recebem entre 01 e 03 SM, faixa de renda foco de importantes programas sociais, alcança apenas 16% dos responsáveis, ficando abaixo inclusive daqueles que ganham valores superiores a 03 SM, com 19,4%.

Cabe ressaltar que na AID não foi identificado qualquer tipo de organização ou associação de catadores de materiais reaproveitáveis, o que pode vir a ocorrer, caso o empreendimento seja implementado.

6.3.8 ORGANIZAÇÃO SOCIAL

Da mesma forma que foram identificadas comunidades ao longo do eixo da Transacará, registrou-se a presença e o funcionamento de organizações comunitárias atuantes na região. Dentre as mapeadas, estão as associações de moradores e as congregações religiosas (católicas e evangélicas).

Em cada comunidade há a definição de sua orientação religiosa, o que não significa que todos os seus membros seguem tal orientação. Há católicos em comunidades evangélicas e vice-versa. Contudo, em conversas com alguns líderes comunitários, ficou evidente que há uma forte influência da representação religiosa nas formas de distinção e organização entre as comunidades. No caso das comunidades católicas, o calendário religioso é seguido “à risca”, tendo a associação a responsabilidade de levantar os recursos necessários e promover o espaço onde acontecerá o evento. No total foram contabilizadas nove (9) igrejas evangélicas e cinco (5) igrejas católicas.

Figura 6.3- 43: ***Igreja Protestante Neopentecostal.***



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 44: Igreja católica – Comunidade Espírito Santo II.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 45: ***Comunidade Católica no km 35 da Alça Viária.***



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 46: ***Igreja Católica no ramal.***



Fonte: Vereda, 2025

Sobre as associações, três foram contabilizadas, sendo as duas primeiras as mais atuantes na região: Associação de Moradores e Agricultores do Igarapé Castanhalzinho (AMAIC), a Associação dos Assentados de Araxiteua (ou Pearesteu) e a Associação de Moradores da Comunidade Espírito Santo. A primeira é composta por 214 associados e presidida pelo sr. Daniel, mais conhecido como “Galo”. Uma das lideranças da associação, o Sr. Reginaldo, ressaltou no início de sua conversa com a equipe a importância de se estabelecer contatos “para fora” do povoado em busca de projetos para atender as necessidades da população local. Para ele, cada vez mais se torna fundamental uma ação da AMAIC nessa direção.

Ao longo da conversa acrescentou que políticos não costumam aparecer pela região, exceto o vereador local Raimundo. Atualmente, Reginaldo desempenha a função de secretário da associação. Percorrendo o local, Reginaldo nos mostrou o “barracão” utilizado para receber os 214 associados em dias de reunião, além das mudas de açaizeiro que recebeu da EMBRAPA (cerca de mil unidades) e a parte de trás do seu terreno onde se localizam a casa de sua mãe e o igarapé Castanhal. Pai de dois meninos e uma menina, ao chegarmos à margem do igarapé, Reginaldo nos contou que havia morado e trabalhado por 15 anos na periferia da Região Metropolitana de Belém, mas que havia decidido voltar para Castanhalzinho – seu lugar de nascença há 40 anos. Sentia que em Belém teria “problemas com os meninos” sendo aquele espaço seu porto seguro para a vida e criação de seus filhos. Ao final, indicou o caminho para que a equipe conversasse com o presidente da segunda associação.

Figura 6.3- 47: Espaço de reunião da AMAIC – Comunidade Castanhalzinho.



Fonte: Vereda, 2025

A segunda, a Associação dos Assentados de Araxiteua, está situada na comunidade Bom Jesus e tem como principal liderança o sr. Inaldo, conhecido na região como “Escuro”, presidente da associação há três (3) anos. Diferente das demais vilas pesquisadas, Bom Jesus/Araxiteua está na direção de outro ramal, em sentido contrário à TransAcará. O caminho até este local cruza as torres da rede de transmissão de alta tensão (conhecido como “linhão”) e segue no sentido da bacia do Igarapé de Araxiteua. A opção por esta comunidade / associação ocorreu pelo fato de ser um território de

assentamentos promovidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), além da própria representação (muito reconhecida) do “Escuro” na região.

Em uma longa conversa, Sr. Inaldo nos informou que a associação se chama oficialmente “Associação dos Assentados do Pearesteu”, que existe há 10 anos e conta com a associação das oitenta e três (83) famílias assentadas em antigas terras da União, das quais setenta e três (73) estão registradas no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF para usufruírem do suporte técnico de empresas de consultoria contratadas pelos órgãos federais. No entanto, questionou o papel do órgão, afirmando que os assentados não contam com apoio técnico adequado para as atividades produtivas, pois falta logística para o escoamento da produção, infraestrutura para a comunidade, além de melhores condições de saneamento local. De acordo com a liderança, essas dificuldades retratam a falta de representatividade política em relação à população de Araxiteua.

Em Araxiteua, “Escuro” afirmou que todas as famílias trabalham na agricultura, porém alguns atuam em propriedades de terceiros devido à falta de recursos para plantar em terra própria. O ônibus deste garante minimamente que a produção de açaí, mandioca e coco seja levada até as cidades da região metropolitana de Belém, onde podem ser comercializados nos mercados locais.

Figura 6.3- 48: Encontro com Sr. Inaldo “Escuro” – Comunidade de Araxiteua



Fonte: Vereda, 2025

Por fim, diferentemente das demais comunidades identificadas até aquele momento, Inaldo afirmou não havia uma distinção no assentamento entre católicos e evangélicos. Para ele todos estavam em condição de “assentados”, independente da religião que se segue ou devota. Era essa condição que estabelecia o sentimento comunitário e de compromisso mútuos entre as famílias.

Finalizando, a terceira Associação foi identificada a partir da indicação dos moradores da comunidade Joana D’Arc. A orientação dos moradores foi para a equipe retornar à TransAcará em direção a comunidade católica “Espírito Santo II”. Chegando, foi mapeada a primeira vila formada por 05 famílias (5 casas). Em seguida, identificou-se mais 08 famílias que vivem na comunidade, porém na margem oposta do igarapé Castanhal, que divide o povoado em duas partes. Como representantes mais antigos e liderança local apresentaram-se o Sr. Francisco Barral de Nazaré (conhecido como “Seu Polico”) e sua esposa, a Sra. Terezinha de Jesus Lobo de Nazaré.

Figura 6.3- 49: Residência de “Seu Polico” – Espírito Santo II.



Fonte: Vereda, 2025

De imediato, “Seu Polico” chamou a atenção para a importância dos igarapés na região. De acordo com a fala deste morador, o rio é uma importante fonte de subsistência para toda a comunidade. Em períodos de “maior necessidade econômica, o rio e a roça são os responsáveis pela garantia mínima do sustento” das famílias do Espírito Santo II.

Informou que a associação de moradores do Espírito Santo encontra-se “parada, sem atividade”. Existe uma associação na comunidade, na qual são associados, mas que ele e sua família não participam diretamente nela. As questões da comunidade Espírito Santo são levadas em algumas reuniões para a associação do Castanhalzinho. Nesse momento, indicou que a equipe procurasse seu filho para conversar sobre o assunto, pois, mesmo não exercendo nenhuma função formal nessa associação, o filho atuava como uma liderança comunitária e assim podia nos ajudar com informações sobre a região.

Ao chegar ao encontro de Jorge Jonas (filho de Seu Polico, conhecido como Jair), houve certa resistência por parte do mesmo em conversar com a equipe. Imediatamente perguntou sobre o empreendimento da Ciclus Amazônia já afirmando o risco que qualquer ação externa naquela região poderia causar “sérios e irreversíveis” prejuízos aos moradores, suas plantações de mandioca e dendê, bem como a todos recursos naturais do Baixo Acará. Para que a equipe estabelecesse um primeiro diálogo naquele momento mais tenso, foi explicado que o trabalho de pesquisa para levantamento de dados socioeconômicos servia exatamente para apontar toda a complexidade da vida na região e que as informações passadas por eles seriam de extrema importância para resguardar os interesses das comunidades dentro de qualquer tipo de projeto a ser proposto. Com a explicação, as relações se consolidaram de maneira mais amistosa.

Figura 6.3- 50: ***Entrevista com Sr. Jair – Espírito Santo II.***



Fonte: Vereda, 2025

Jair nos demonstrou grande insatisfação com a forma como empresas e políticos agem com eles. Afirmou que os mesmos não os procuram, a não ser em período eleitoral. Disse ainda que os políticos deveriam considerá-los com mais atenção, pois somente naquela zona eleitoral existiam cerca de 2000 eleitores. Em seguida, confirmou as informações sobre a produção local e a importância do igarapé para eles.

6.3.8.1 ASSISTÊNCIA SOCIAL

O Centro de Referência da Assistência Social – CRAS Quilombola está localizado em frente ao acesso à Vila de Nínive, na Alça Viária. A decisão de procurar o CRAS se baseou no reconhecimento da importância do equipamento de assistência social na capitação e consolidação de dados sobre o perfil social da população local. O CRAS tem entre suas funções acompanhar as famílias que se encontram em situação de vulnerabilidade social, cadastrando-as para o recebimento de benefícios de prestação assistencial continuada como o Programa Bolsa Família do Governo Federal. Da mesma forma, os técnicos alocados neste equipamento estabelecem diálogo com moradores e famílias que estão mais afastados das principais vias de acesso e trânsito da região, tornando-se assim uma referência para o trabalho de diagnóstico socioeconômico da AID e da AII do empreendimento.

No CRAS, a equipe técnica foi atendida pela Psicóloga, pela assistente social e o pedagogo da Central. Além dessa equipe, há ainda mais um psicólogo e outra assistente social, ambos responsáveis pelas visitas às famílias por meio do atendimento volante do Programa de Assistência Integral da Família – CAD PAIF. Atualmente o CRAS realiza 462 atendimentos em média por mês. Em 2015, a média mensal girava em torno 35 atendimentos. No total de cada ano, o CRAS saiu de 445 atendimentos, em 2015, para 3.841 atendimentos, em 2018. Somente em 2018 entraram 204 novas famílias no Cadastro Único (Cadúnico) do Governo Federal. Essa dinâmica indica um claro aumento de cobertura por parte dos serviços e do acesso da população a programas sociais na AID.

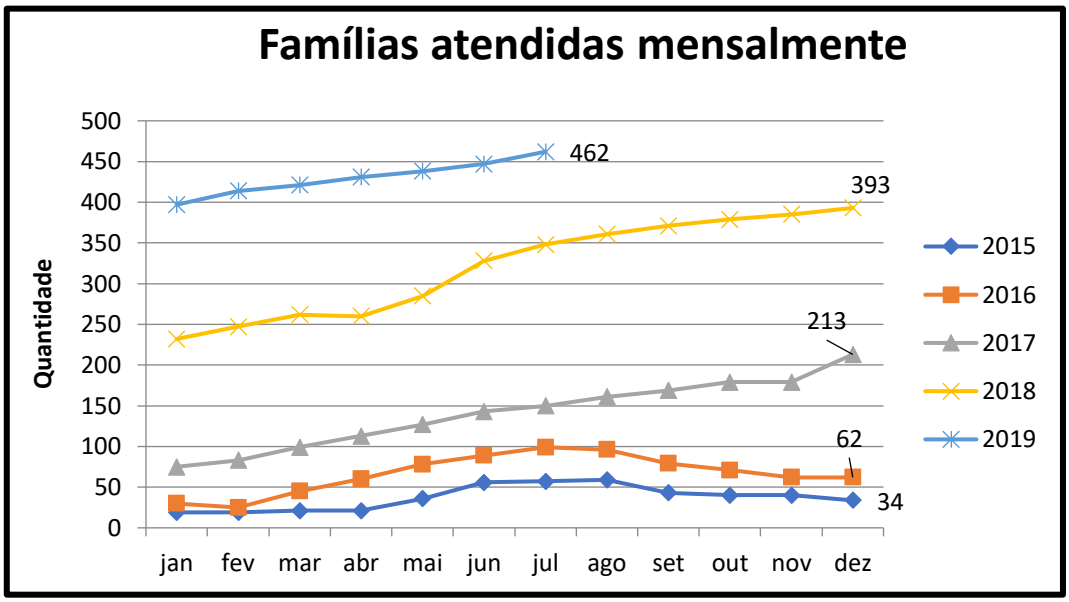
Figura 6.3- 51: CRAS Quilombola – Alça Viária, altura km 32.



Fonte: Vereda, 2025

As principais demandas identificadas se referem à busca da família por cadastramento no Cadúnico e a concessão de benefícios sociais, como o Bolsa Família (PBF) e o Benefício de Prestação Continuada – BPC que é destinado a pessoas de renda abaixo de ¼ de salário-mínimo e que não possuem condições físicas e mentais para a atividade profissional (deficientes, idosos etc.).

Figura 6.3- 52: Atendimentos realizados pelo CRAS Quilombola em média por mês



Fonte: Cadúnico - Ministério da Cidadania/ Elaboração: Vereda, 2025

O atendimento do CRAS abarca toda a região do Baixo Acará, que tem como limites físicos o Km 18 da Alça Viária, na divisa com o município de Marituba, e segue até o Km 40, nas margens do Rio Acará. A maior dificuldade para o funcionamento pleno do equipamento, segundo os técnicos, é causada pela pequena estrutura disponibilizada pela prefeitura em termos de logística (veículos, equipamentos e material de consumo) e material humano (técnicos da assistência social). As equipes também realizam atendimento volante, em alguns casos percorrendo diariamente uma vasta área geográfica, com muitos núcleos urbanos e vilas posicionados no território de forma fragmentada. Esta configuração espacial de “isolamento” de algumas localidades dificulta o trabalho dos profissionais e, consequentemente, o atendimento às demandas locais.

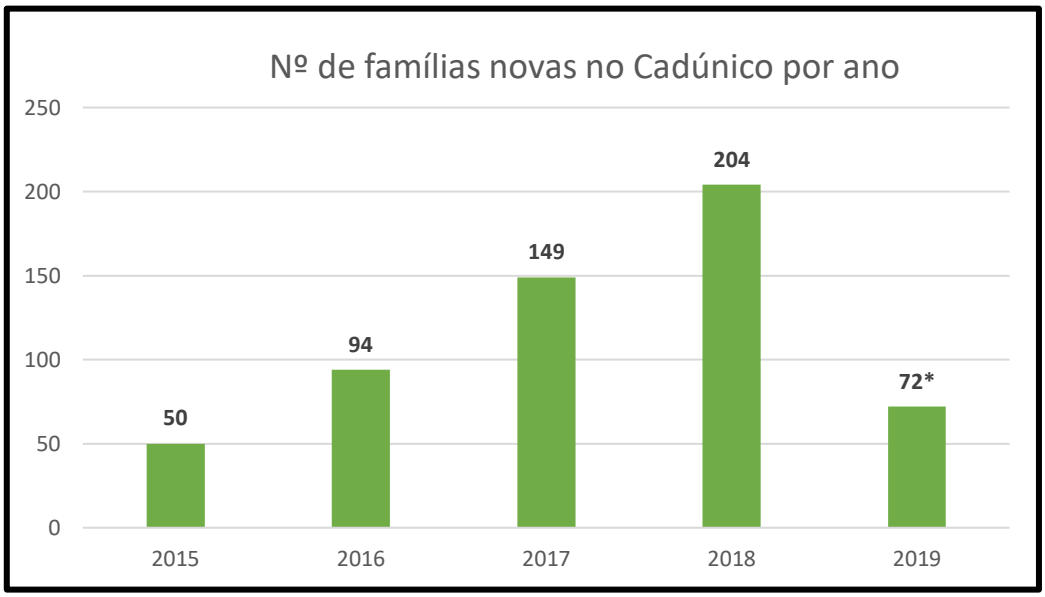
Figura 6.3- 53: ***Reunião com equipe do CRAS Quilombola.***



Fonte: Vereda, 2025

Em relação às informações coletadas pelo CRAS, não há um controle exato sobre os dados cadastrais das famílias. Eles encaminham os formulários e cadastros familiares em meio físico para a Secretaria Municipal de Assistência Social, na sede do município, a 54km de distância. Da mesma forma, qualquer encaminhamento, seja por conta de consultas agendadas ou solicitação de benefícios, são feitos diretamente no centro de Acará.

Figura 6.3- 54: ***Reunião com equipe do CRAS Quilombola***



Fonte: Cadúnico/Ministério da Cidadania. (* os dados contabilizados para 2019 estão disponíveis apenas até o mês de julho) / Elaboração: Vereda, 2025

Em termos socioeconômicos, como já havia sido constatado, o CRAS informou que grande parte das famílias ainda vive da plantação de açaí e mandioca para a produção e comercialização da farinha. Porém, o custo atual da produção de farinha vem reduzindo a atividade econômica na região e impactando na subsistência familiar. Como fonte de renda alternativa, os homens jovens adultos buscam trabalho em outras atividades e setores produtivos, como no transporte alternativo (ônibus, vans e moto táxi), em pequenos negócios locais, na propriedade rural de terceiros e no setor de serviços e construção civil da RMB, mais especificamente nos municípios de Ananindeua, Marituba e Belém.

De acordo com os profissionais do CRAS, após a construção da Alça Viária, o município obteve benefícios e, ao mesmo tempo, passou a enfrentar alguns problemas. O principal ponto positivo foi a redução do tempo de viagem entre as vilas e comunidades de Acará até os centros urbanos, permitindo à população acesso a serviços básicos da cidade e mais oportunidades de trabalho. Além disso, os agricultores locais passaram a contar com uma melhor infraestrutura viária para o escoamento de sua produção, antes feito somente por barcos, em viagens que chegavam a durar três dias.

Em termos negativos, pela percepção do CRAS, houve um aumento dos casos de violência, principalmente na Alça Viária, onde são registrados assaltos a veículos e a

transeuntes. O tema da segurança pública se tornou presente nas falas, aumento do consumo de drogas também foi destacado como um problema que se intensificou após a construção da rodovia, mas não há um registro sistematizado desses casos. Diferentemente dos dados do Censo 2010, que aponta para um baixo crescimento demográfico do município, a equipe do CRAS acredita no aumento do número de famílias e de casas na região do Baixo Acará, principalmente nas margens da rodovia. Para eles, os novos moradores buscam por moradia no Baixo Acará devido à maior facilidade de deslocamento para a RMB e ao baixo custo da terra.

6.3.9 PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL

6.3.9.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

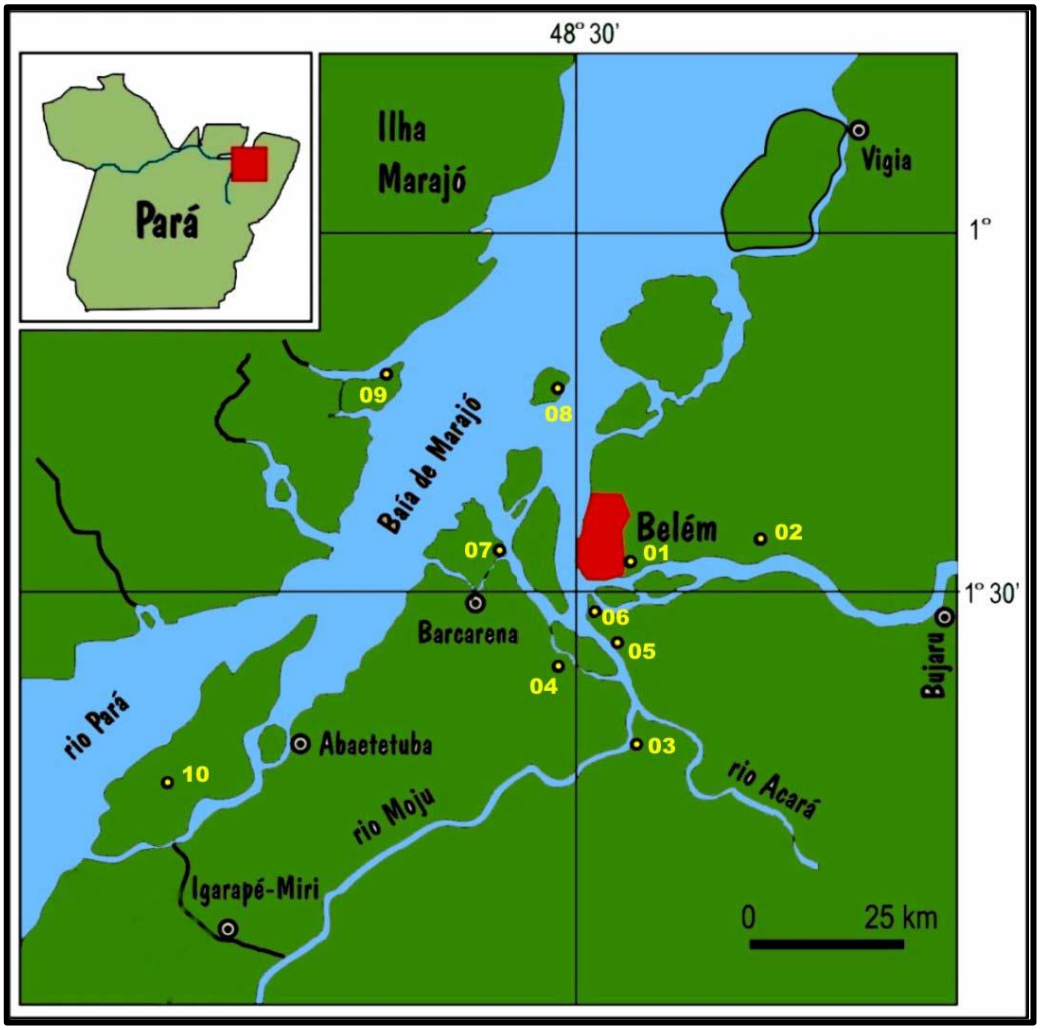
Atualmente, encontram-se cadastrados no site CNSA-IPHAN apenas dois (2) registros de sítios arqueológicos no município de Acará, os sítios PA-BB-11: Tapera e PA-BB-12: Cacoal (IPHAN, 2016). Trata-se de sítios pré-coloniais a céu aberto situados no igarapé Jacarequara, na bacia do rio Guamá, que foram identificados no âmbito dos trabalhos de prospecção arqueológica da Alça Viária (Magalhães, 2000).

Muitos estudos de Arqueologia Preventiva foram desenvolvidos na região do entorno em municípios como Barcarena, Abaetetuba e Igarapé-Miri em decorrência de obras de infraestrutura como linhas de transmissão de energia elétrica, minerodutos, estradas, entre outros. A maior parte destes trabalhos foi desenvolvida pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Scientia Consultoria. Até o momento, boa parte desses dados foi gerada por levantamentos arqueológicos e não por pesquisas sistemáticas, o que contribui para o quadro de pouco conhecimento arqueológico da área, apesar da grande quantidade de sítios conhecidos e elevado potencial arqueológico da região.

No que diz respeito aos estudos arqueológicos realizados nos municípios do entorno do Acará, destacam-se os estudos de engenhos movidos à maré da região estuarina de Belém realizados pelo pesquisador do MPEG Fernando Marques, que resultaram na identificação de quase 40 sítios deste tipo na região (Anderson & Marques, 1992) (Marques, 2004, p. 15). Nestes locais foram identificadas edificações coloniais, fragmentos de utensílios domésticos (cerâmica cabocla, faianças, porcelanas, garrafas,

metal, entre outros), além de, em alguns casos, sofisticadas obras de engenharia hidráulica (barragens, calhas, galerias, aterros etc.).

Figura 6.3- 55: Engenhos movidos a maré identificados na região estuarina de Belém.



Fonte: Marques, 2004: 29/ Elaboração: Vereda, 2025

Há notícias sobre a existência da propriedade de Nossa Senhora da Conceição no rio Acará pertencente ao Sargento Mor da Ordenança do Pará e o engenho denominado Ibirajuba, localizado na margem direita do rio Acará. Este possuía engenho de açúcar e aguardente, canaviais, cacoal, cafezal, roça, casa de farinha, além de outras benfeitorias.

Além dos sítios históricos, houve a identificação também de sítios pré-coloniais na região, tal como Jacarequara e Prainha, ambos sambaquis situados na Ilha de

Trambioca, município de Barcarena. Nestes locais foi identificada cerâmica associada à grande quantidade de conchas, além de material histórico oriundo de reocupação por povoados coloniais. Estes sítios também foram referidos no levantamento realizado por Silveira & Marques (2004, pp. 11-12) e no artigo publicado por Silveira & Schaan (Silveira & Schaan, 2005, p. 73), que apontam a incidência de cerâmica temperada com conchas, cariapé e carvão, e decorada com pintura vermelha, escovado e entalhado. Outro sítio pré-colonial foi identificado em 1998 no âmbito dos estudos de Arqueologia Preventiva da LT Tucuruí - Vila do Conde II (PA) também executados por pesquisadores do MPEG. Nessa ocasião foi identificado o sítio São Cristóvão na margem do rio Moju, onde foram encontrados TPA, material lítico (polido e lascado) e cerâmica (Guapindaia, Schaan, & Lopes, 1998) (Silveira & Marques, 2004, p. 6).

Em trabalho publicado em 2004, realizado em decorrência de medidas mitigadoras referentes ao derramamento de óleo no rio Pará por uma empresa de distribuição de combustíveis, os pesquisadores do MPEG Maura Imazio da Silveira e Fernando Marques apontaram a existência de oitenta (80) locais com evidências arqueológicas nos municípios de Barcarena e Abaetetuba (Silveira & Marques, 2004). Estes sítios estão situados preferencialmente nas margens de pequenos e grandes cursos d'água. A quantidade de sítios evidencia o grande potencial arqueológico da região estuarina de Belém, que foi densamente ocupada antes e durante o processo de ocupação luso-brasileira tanto por populações de origem indígena, quanto africana e europeia.

Nos últimos anos, diversos estudos de Arqueologia Preventiva foram desenvolvidos nas áreas de influência de empreendimentos da região e ampliaram significativamente o número de sítios arqueológicos identificados e ocorrências conhecidos. O Programa de Arqueologia Preventiva na Área de Influência do Projeto Bauxita Paragominas/PA foi desenvolvido a partir de 2003 e coordenado pelo pesquisador do MPEG Paulo do Canto Lopes. Este estudo compreendeu a pesquisa arqueológica na área da mina de bauxita situada no Platô Miltônia 3, em Paragominas, área do mineroduto do empreendimento e área industrial da Alunorte, em Barcarena. O mineroduto atravessa os municípios de Ipixuna do Pará, Tomé-Açú, Acará, Moju e Abaetetuba, sendo um empreendimento da Vale (Lopes, 2008).

A pesquisa resultou na identificação de seis (6) ocorrências e três (3) sítios arqueológicos na área do empreendimento, a saber, Bittencourt (PA-BA-83), Alunorte (PA-BA-84) e Jambuaçu (PA-BA-85), que estão situados nos municípios de Abaetetuba, Barcarena e Moju, respectivamente. Os sítios foram escavados no âmbito do projeto e correspondem a antigas habitações indígenas pré-coloniais, onde foram identificados TPA, cerâmica indígena e material lítico. Posteriormente, estes mesmos espaços foram habitados por povoados coloniais e até a atualidade foram utilizados pelas comunidades situadas em seu entorno, sendo grande o grau de perturbação do contexto arqueológico (Lopes & Canto, 2009).

Pesquisas desenvolvidas pela empresa Scientia Consultoria também resultaram na identificação de novos sítios na região. Em 2004, foram registrados quatro (4) sítios arqueológicos pré-coloniais cerâmicos e um (1) multicomponencial no município de Barcarena, na área de influência da LT Vila do Conde – Santa Maria, que foram denominados Barcarena 1, 2, 3, 4 e 5, todos situados em igarapés e rios menores do interflúvio entre os rios Pará e Moju. Trata-se de sítios de grande extensão, com grande quantidade de material lito-cerâmico associado, mas bastante impactados. Apenas o sítio Barcarena 5 apresentou também material histórico (garrafa de grés). A cerâmica pré-colonial é utilitária, de manufatura acordelada, queima incompleta, alisada, com antiplástico de areia, cariapé, carvão, concha e caco moído, havendo os tipos decorativos engobo branco ou vermelho, pintura preta, digitado e ponteado. Há datações obtidas para os sítios Barcarena 1 e 2. O primeiro apresenta datações entre 980 e 1210 AP, e 1050 e 1100 AP; enquanto o segundo entre 6940 e 6690 AP, e 7010 a 6760 AP (SCIENTIA, 2004, p. 20 e 172).

Outro diagnóstico realizado na área da refinaria ABC resultou na identificação de outros cinco (5) sítios arqueológicos pré-coloniais cerâmicos denominados São João, São Raimundo, Comunidade São Sebastião, Comunidade Cabeceira Grande e Buscapé, além de outro multicomponencial chamado Passagem João Carlos. Não obtivemos acesso ao relatório técnico deste empreendimento, mas estes sítios são citados no diagnóstico realizado pela Scientia na área de influência da LT Tucuruí – Vila do Conde III (SCIENTIA, 2005, p. 32). Posteriormente, na fase de prospecção deste último empreendimento, foi identificado o sítio pré-colonial cerâmico Barcarena 6, no rio

Arienga, bacia do rio Moju. Trata-se de sítio extenso e com material cerâmico pré-colonial, onde foram identificados os tipos decorativos engobo vermelho e branco, pintura vermelha, digitado, ponteado, inciso e entalhado.

Outro estudo resultante do programa de Prospecção Arqueológica da Área de Implantação da Usina Termoelétrica de Barcarena, também executado pela Scientia, apontou a existência de outros quatro (4) sítios arqueológicos denominados Barcarena 7, 8, 9 e 10, que estão situados no igarapé do Dendê e rio Pará. O primeiro e o último são multicomponenciais, enquanto os demais são pré-coloniais cerâmicos. Os dados obtidos a respeito destes sítios são oriundos das fichas disponibilizadas no site do CNSA-IPHAN. Também há um levantamento apresentado referente à LT 230 kV Vila do Conde, Barcarena, Tomé-Açú, Abaetetuba, Moju e Acará (PA) de um empreendimento da SPE BR Transmissora Paraense de Energia Ltda., que foi coordenado por Fausto Sarmento. São arrolados no município de Barcarena outros oito (8) sítios ainda não cadastrados no site do CNSA-IPHAN.

O patrimônio arqueológico da região estuarina do Guajará, apesar de ainda pouco conhecido, é numeroso e diversificado, sendo conhecidos sítios pré-coloniais a céu aberto dos tipos cerâmico, lito-cerâmico e sambaqui, havendo evidência de ocupações sedentárias em grandes aldeias, cuja cultura material pode ser associada à tradição arqueológica Tupiguarani e aos grupos Tupi identificados em relatos etno-históricos. Também são numerosos os sítios multicomponenciais e históricos resultantes das ocupações coloniais realizadas por missionários, colonos, indígenas, escravos e forros de origem africana e seus descendentes, que são representados por vestígios de antigas olarias, fazendas, engenhos, capelas, igrejas, povoados, entre outros.

De fato, a importância da preservação destes locais está ligada ao conhecimento do próprio processo histórico de ocupação humana da região do entorno de Belém, do qual foi resultante. Tanto em seu aspecto pré-colonial quanto histórico, a área é privilegiada por conter aspectos da interação cultural entre povos de cultura material distintas e origens diversas, que podem ser evidenciados nos espaços onde se formaram os sítios arqueológicos ali existentes. Por outro lado, de acordo com o levantamento acima apresentado, é significativa a quantidade de sítios já destruídos ou bastante impactados na atualidade.

6.3.9.2 LEVANTAMENTO ARQUEOLÓGICO

Por se tratar de um estudo de licenciamento ambiental, o presente trabalho apresenta correspondência com enfoque, denominado na literatura anglo-americana, de Cultural Resource Management (CRM), que atua com base na abordagem amostral para identificação e recuperação de dados e informações arqueológicas.

Segundo White e King (2007), o levantamento arqueológico prospectivo permite:

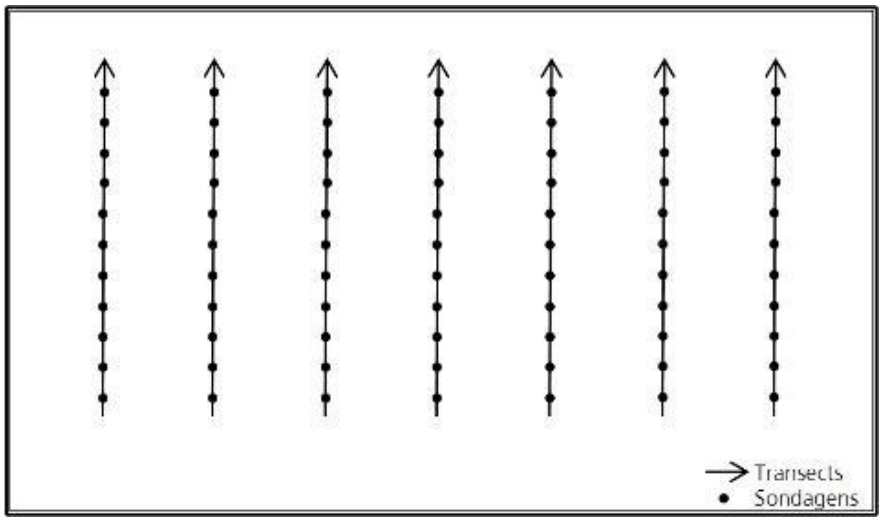
- Inventariar os fenômenos arqueológicos de uma determinada área;
- Complementar o conhecimento arqueológico já existente sobre a mesma;
- Reafirmar algumas das expectativas sobre os padrões de assentamento pretéritos que nela se formaram e desenvolveram;
- Identificar bens arqueológicos em locais insuspeitados, trazendo importantes contribuições para a Arqueologia regional.

Para a abordagem de detecção de vestígios, tanto para o levantamento arqueológico em superfície quanto em subsuperfície, a metodologia utilizada é específica de estudos para diagnóstico regional de recursos culturais (adaptado de Redman, 1973; Schiffer *et al*., 1978; Lightfoot, 1986; Santos, 2000; Brochier, 2004). Nesse sentido, entende-se sítio arqueológico como uma unidade espacial física disposta sobre a superfície ou subsuperfície de solos/sedimentos que contenham vestígios materiais ou informações potenciais de relevante interesse arqueológico, apresentando relações contextuais passíveis de serem delimitadas, protegidas, estudadas e manejadas em favor de interesses conservacionistas, científicos e públicos. Ocorrências arqueológicas são caracterizadas como achados pontuais de vestígios num determinado local, que não se encontram inseridos num contexto arqueológico mais significativo (Juliani, 1996).

Para o estudo em questão, foi utilizada uma abordagem prospectiva sistemática constituída pela combinação de vistoria superfície e subsuperfície de solo e sedimentos nas áreas que serão diretamente afetadas pelo empreendimento. Para tanto, o terreno da CTR Metropolitana foi mapeado de acordo com *transects* no sentido norte-sul, paralelos e equidistantes 50 m um do outro, ao longo dos quais foram dispostos pontos também equidistantes 50 m entre si. Tal mapeamento resultou na disposição de uma

malha de pontos que foi utilizada como base para a realização de intervenções em subsuperfície (tradagens) e vistoria de modo sistemático no terreno ao longo dos *transects*.

Figura 6.3- 56: Esquema para a definição dos transectos e malha de pontos utilizados nas tradagens



Fonte: Vereda, 2025

A distribuição dos espaços de atividades humanas não é aleatória, portanto, o conhecimento prévio de fatores que constituem os padrões de constituição desses espaços nos possibilita prever a ocorrência de um determinado fenômeno sistemático. Esse é o princípio das unidades de prospecção, que são alocadas nas áreas definidas como de maior potencial arqueológico, considerando a ocorrência de critérios para uso e ocupação de determinados locais partindo da análise da feição dos relevos, tipos de solo, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas recorrentes nos sítios arqueológicos registrados na região.

No caso específico dessa área de estudo, ainda que o terreno do empreendimento esteja inserido em um compartimento ambiental homogêneo, as áreas privilegiadas para a realização de intervenções sistemáticas no subsolo foram aquelas situadas em cotas altimétricas entre 45 e 60 m. Áreas mais baixas foram contempladas pelas intervenções de forma amostral de modo a contemplar todos os compartimentos ambientais do terreno em estudo. Áreas mais altas, planas, não inundáveis e próximas a cursos d'água foram utilizadas preferencialmente por populações indígenas pretéritas para a implantação de aldeias, o que caracteriza tais compartimentos ambientais como

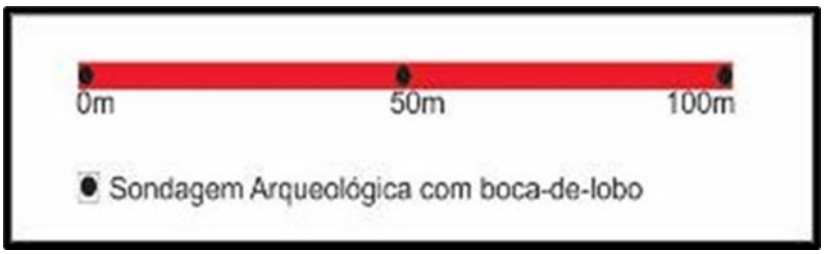
de maior potencial arqueológico e justificam a concentração das intervenções de subsuperfície nestes locais.

Estas intervenções em subsuperfície (tradagens) foram realizadas com uso de cavadeiras articuladas (boca de lobo). A retirada do solo foi controlada por níveis artificiais de 10 cm, sendo a profundidade mínima alcançada de 50 cm para aquelas que atingiram a camada estéril sem que vestígios arqueológicos fossem identificados. O objetivo destas intervenções foi a verificação de vestígios em subsuperfície, visto que a vegetação densa ou mesmo áreas de pasto cobertas por capim dificultam a identificação dos sítios apenas pela verificação superficial.

Os transects (sentido norte-sul) foram denominados Linhas (L) e numerados de forma crescente de acordo com sua disposição no sentido leste-oeste. Contudo, algumas amostragens foram realizadas por meio de linhas perpendiculares aos transects que aqui denominamos de Transversais (T), que foram numerados de maneira crescente de acordo com sua disposição norte-sul. Há uma pequena porção situada ao norte do terreno, cujos pontos foram agrupados num conjunto denominado Norte.

Nas estradas de acesso projetadas para o empreendimento, que atualmente correspondem a duas alternativas em estudo, foram realizados caminhamentos ao longo de seus traçados. As vias abertas foram apenas vistoriadas, já naquelas não edificadas foram realizadas tradagens de modo sistemático em pontos equidistantes 50 m entre si ao longo de seu trajeto com o objetivo de verificar a ocorrência de vestígios.

Figura 6.3- 57: Esquematização das tradagens realizadas ao longo das vias de acesso a serem edificadas.



Fonte: Vereda, 2025

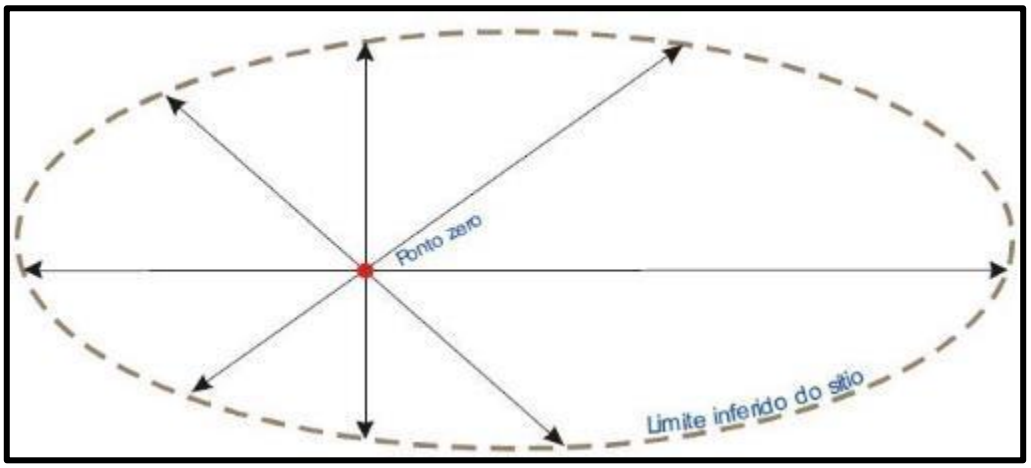
Os levantamentos de superfície (prospecção não intrusiva) foram pautados na observação de feições da paisagem e vistoria de terrenos a partir da existência de elementos de acessibilidade e visibilidade arqueológica, tais como terrenos revolvidos,

trilhas, barrancos de estradas e acessos, locais com feições erosivas planares e lineares, margens de rios e drenagens, setores de valas ou de retiradas de terra, prospectadas por meio da visualização de superfícies de exposição do solo, bem como a realização de sondagens comprobatórias visando a análise do grau de preservação das camadas de solo em subsuperfície. Tais vistorias foram realizadas tanto na ADA de maneira sistemática ao longo dos *transects*, quando na AID, AII e acessos projetados de maneira amostral. Estas atividades foram registradas por meio de fotos, sendo os locais trabalhados georreferenciados.

O levantamento oportunístico consiste na realização de entrevistas informais com a população local e tem por objetivo a obtenção de informações sobre a existência de vestígios arqueológicos em espaços que foram ou ainda são utilizados para moradia e trabalho. As informações dos moradores foram fundamentais para a pesquisa, tratando-se, de fato, do método mais eficaz para a localização de sítios arqueológicos na área do entorno do empreendimento. As informações obtidas por meio das entrevistas foram registradas em cadernos de campo, sendo os locais indicados como possíveis sítios arqueológicos vistoriados, georreferenciados e realizado o registro.

Nas áreas onde forem identificados vestígios arqueológicos, foi delimitada sua extensão, utilizando o método de delimitação proposto por Chartkoff (1978), no uso de transects (radiais ou paralelos), traçados a partir de um ponto zero correspondente ao local onde foi encontrado. Os caminhamentos a pé foram acompanhados de tradagens equidistantes 10 m entre si, que prosseguiram até a comprovação do limite máximo do sítio. A partir deste método, foram elaborados croquis de modo a demostrar os resultados obtidos para cada sítio.

Figura 6.3- 58: Modelo esquemático de investigação adotado em campo para delimitação de sítio arqueológico.



Fonte: Vereda, 2025

Os dados obtidos por meio das tradagens foram registrados em fichas elaboradas para este fim (conferir anexo), sendo realizada a descrição do solo (textura, coloração e granulometria), indicadores ambientais propícios ao assentamento humano, espessura do contexto arqueológico e tipo de material cultural associado (cerâmica, lítico, osso etc.). O material arqueológico encontrado foi acondicionado em sacos plásticos devidamente etiquetados com sua procedência e encaminhado para o laboratório.

As ocorrências e sítios arqueológicos foram georreferenciados com aparelho de GPS (Datum utilizado: Sirgas 2000). Independente da presença de vestígios arqueológicos foram georreferenciados vários pontos nas áreas vistoriadas. Igualmente, realizou-se o registro fotográfico, descrição das variáveis ambientais, tipo de material arqueológico identificado, características de localização e implantação das ocorrências ou sítios arqueológicos na paisagem, acesso e estado de conservação. Todos esses dados foram utilizados para a inclusão dos sítios arqueológicos no CNSA do IPHAN.

Figura 6.3- 59: Etapas da metodologia aplicada à Prospecção Intrusiva (anotação de dados, realização de tradagem, observação de características do solo e utilização da cartela Munsell).



Fonte: Vereda, 2025

6.3.9.3 RESULTADOS

O terreno onde será edificado a CTRM da Ciclus Amazônia apresenta-se coberto em grande parte por mata ombrófila, que, segundo informantes locais, foi utilizada para a extração de madeira de árvores de grande porte. Essa atividade promoveu a abertura de ramais internos para a retirada das árvores, alguns dos quais correspondem aos atuais acessos existentes no terreno. Atualmente, ainda é possível observar árvores de grande porte no terreno, mas de forma esparsa. Trata-se de mata hoje constituída por árvores de médio e pequeno porte. Há um trecho de mata na porção sudeste do terreno (UTM 22M 803199, 9817500) que foi recentemente derrubado pela ação de um vendaval, segundo os mesmos informantes, o que originou uma área com raízes, galhos e vegetação seca revolvidos onde cresceu uma capoeira alta, e que apresenta difícil acesso.

No limite oeste do terreno, junto a uma pequena grota, há uma antiga área de roça e vestígios de casa de farinha (UTM 22M 802287, 9817617). Essa antiga roça hoje é coberta por capoeira alta e nas proximidades da antiga casa de farinha foi identificada uma ocorrência de cerâmica arqueológica denominada Ocorrência CTRM Ciclus Amazônia (UTM 22M 802303, 9817547). Outra área anteriormente utilizada para atividades agrícolas se localiza na porção sudoeste do terreno, que é coberta por capoeira baixa e alta (UTM 22M 802373, 9817035). As áreas de mata são atualmente utilizadas para a caça pela comunidade local, havendo inúmeras trilhas no terreno que servem para tal propósito.

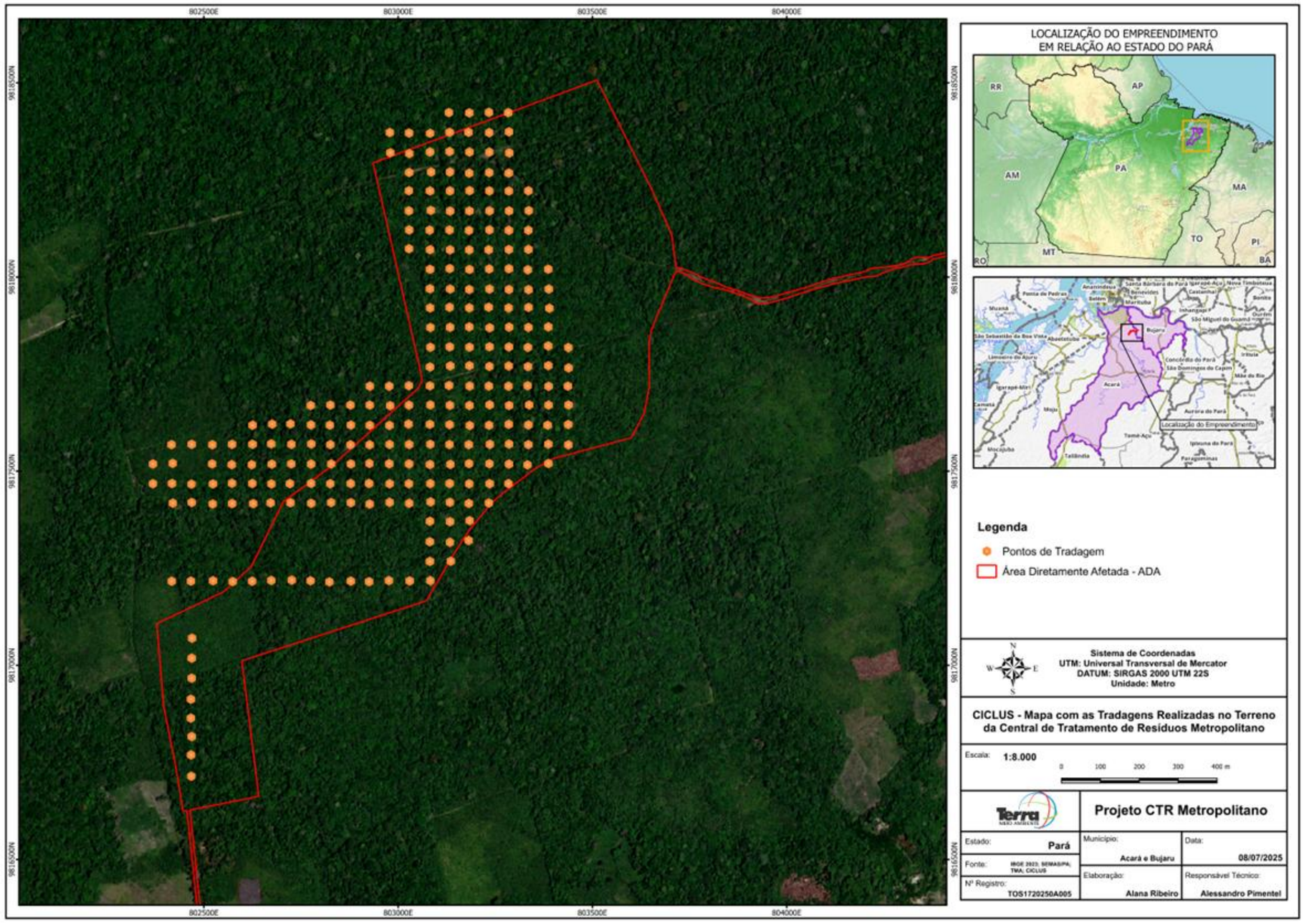
O relevo é relativamente plano com moderadas ondulações, havendo um declive pouco mais acentuado em sua porção sudoeste entre o acesso norte e central do terreno. As porções com cotas altimétricas maiores (situadas entre 50 e 60 m) estão situadas ao norte, grosso modo, entre o acesso norte e central. Há declive também na porção oeste do terreno nas proximidades da grota onde foi identificada a ocorrência arqueológica.

À exceção do material cerâmico que foi identificado na ocorrência acima citada, não foram identificados vestígios arqueológicos nas intervenções sistemáticas realizadas na área da CTR Metropolitana.

É oportuno mencionar que os *transects* projetados para abarcar o terreno da CTRM Ciclus Amazônia foram ordenados em linhas (sentido norte-sul) e transversais (oeste-leste), selecionadas de modo a contemplar a área mais plana e alta do terreno (norte e centro da área pesquisada), que apresenta o maior potencial arqueológico. Cabe ressaltar a existência de pontos inseridos no grupo denominado “Norte”, que abarcam um pequeno trecho nessa porção do terreno e não integram nenhuma linha ou transversal.

No total, foram realizadas 270 tradagens (Figura 6.3-65) das 339 intervenções projetadas na malha do terreno, o que corresponde a 79,64% de pontos prospectados. O detalhamento das intervenções em subsuperfície, amostragens nas estradas de acesso, levantamentos de superfície e oportunístico seguem detalhadas no relatório de Prospecção e Educação Patrimonial, elaborado pela Inside Consultoria Científica, disponível na íntegra no Anexo III.

Figura 6.3- 60: Mapa com as tradagens realizadas no terreno da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana.



Fonte: Vereda, 2025/ Elaboração: Terra Meio Ambiente, 2025.

6.3.10 POPULAÇÕES INDÍGENAS E TRADICIONAIS

6.3.10.1 POPULAÇÕES TRADICIONAIS NA ADA E AID

Para a caracterização e identificação dos Povos e Comunidades Tradicionais foram utilizados conceitos dos órgãos públicos oficiais de implementação de políticas públicas para os segmentos a seguir:

Populações tradicionais: o Ministério de Meio Ambiente, institui, através do Decreto 6.040, de fevereiro de 2007, a Política nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT). De acordo com o artigo 3º deste decreto, “Povos e Comunidades Tradicionais são grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição.

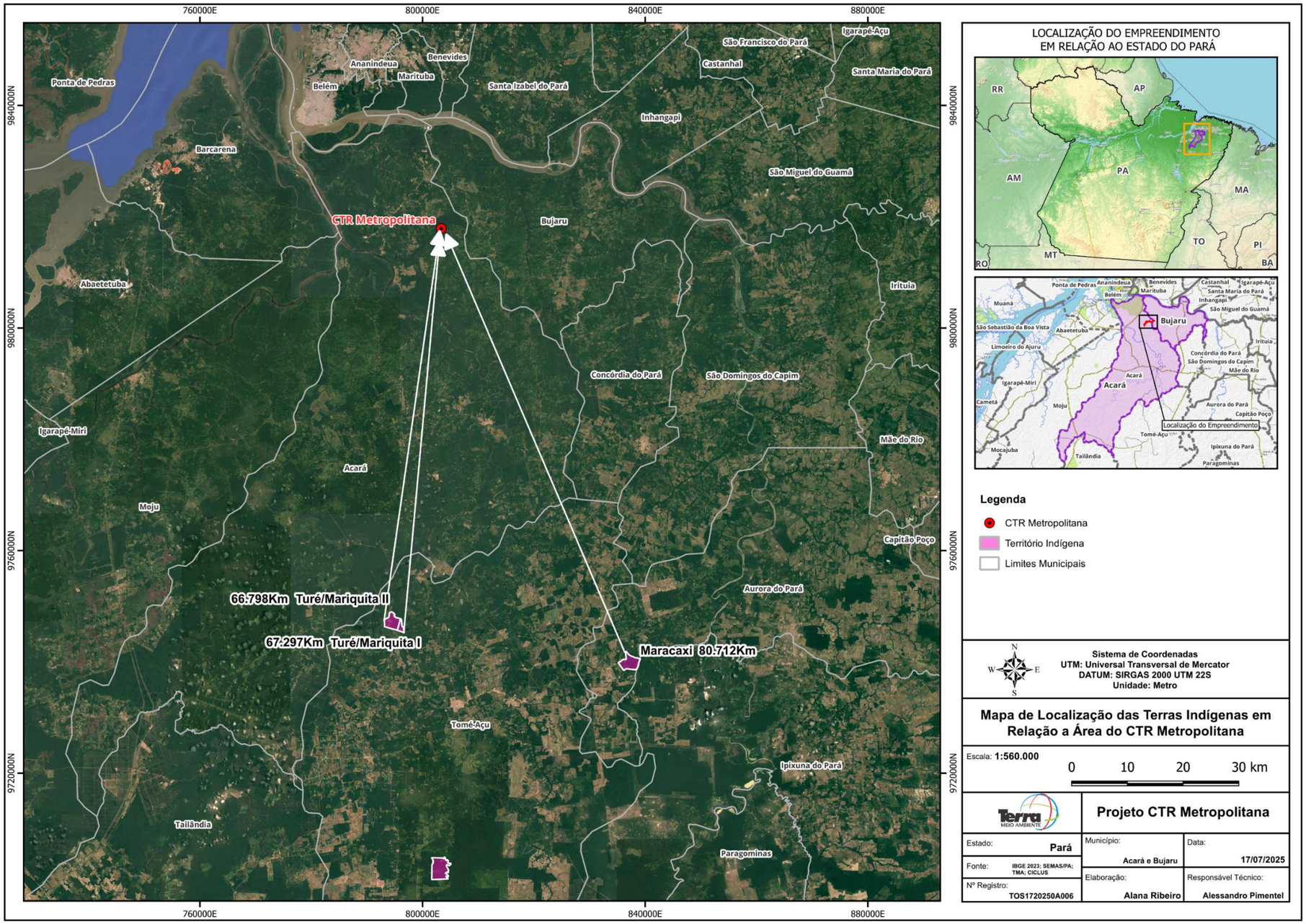
Terras Indígenas: a FUNAI, através da Lei nº. 6001 de 1973, que trata das Terras Indígenas, bem como, de suas condições de tutela junto ao Estado Brasileiro (Estatuto do Índio). A Constituição de 1988 consagrou o modelo das áreas ou terras indígenas, conforme parágrafo 1º do art.231 da Constituição Federal, cujo conceito de terras tradicionalmente ocupadas pelos índios é definido como sendo aquelas “por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias à sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições”.

Territórios Quilombolas: Comunidades Remanescentes de Quilombolas: a Fundação Palmares, Ministério da Cultura, através do Decreto 4887, artigo 2º, define que as comunidades são os “grupos étnico-raciais, segundo critérios de auto atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra, relacionada com resistência à opressão histórica sofrida”.

Assim, ao definir a Área de Influência do referido projeto, prosseguiu-se a verificação da existência de Terras Indígenas e Territórios Quilombolas. No que diz respeito a esses

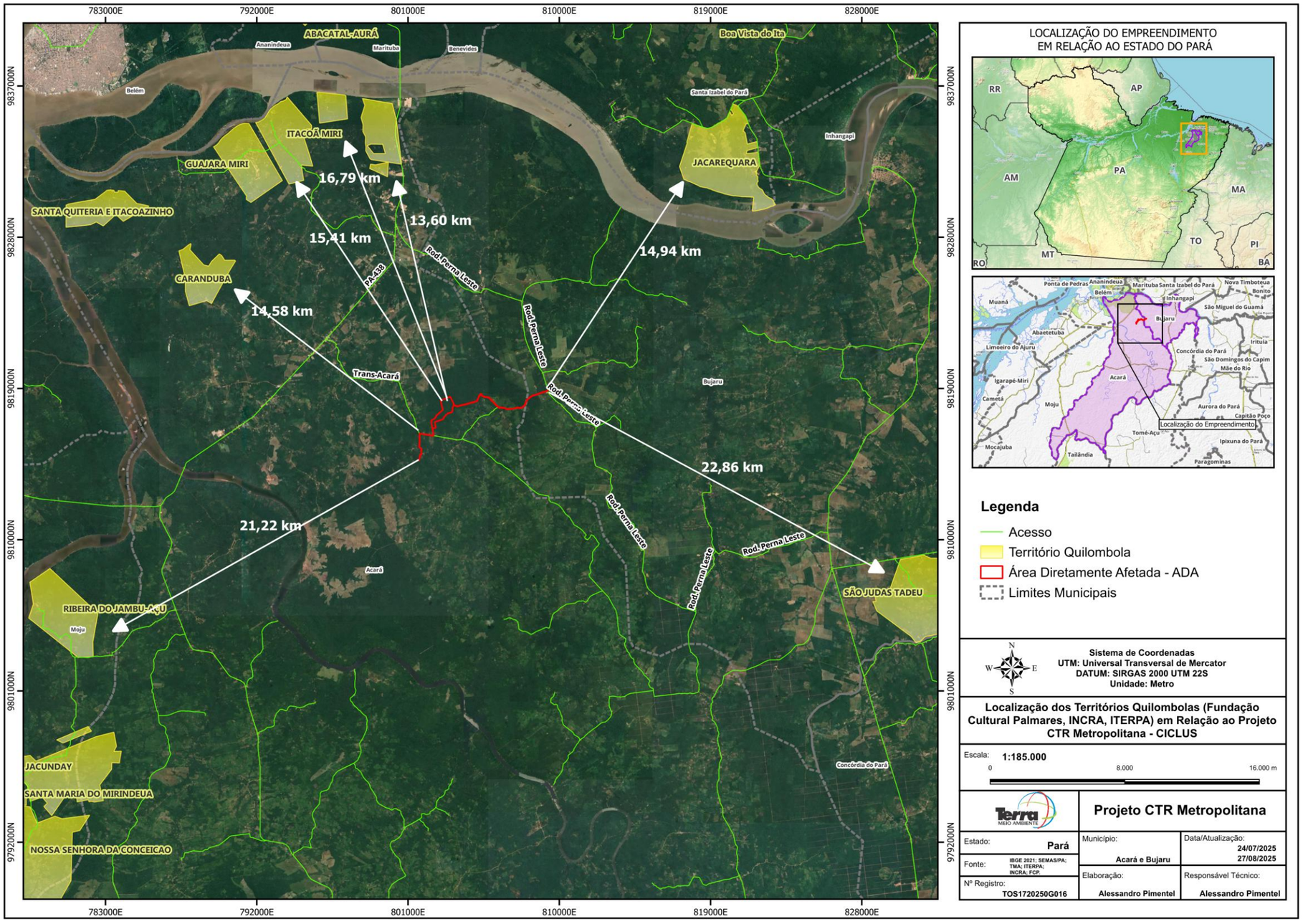
grupos, não foram encontrados na área de influência direta – AID ou ADA do projeto CTR Metropolitana, conforme pode ser visualizado nas figuras abaixo. É importante ressaltar que não foram encontrados territórios quilombolas demarcados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) ou reconhecidos pela Fundação Cultural Palmares.

Figura 6.3- 61: Mapa de localização das Terras Indígenas em relação a área do Projeto CTR Metropolitana



Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025

Figura 6.3- 62: Mapa de localização dos Territórios Quilombolas em Relação ao Projeto CTR Metropolitana



Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025

6.3.10.2 CONTEXTUALIZAÇÃO ETNO-HISTÓRICA

Etno-história refere-se ao estudo de populações indígenas a partir do levantamento e análise da documentação disponível relativa a uma determinada área ou grupo específico. A reconstituição de tal panorama etnográfico deve ser realizada dentro do marco fornecido pelo próprio processo de inserção da região e de suas populações indígenas no âmbito da ocupação não-indígena ao longo dos séculos, pois a documentação constitui-se, em geral, de notícias deixadas sobre os índios por informantes “brancos”, o que implica na utilização de metodologias que trabalhem com os possíveis filtros deixados pelas culturas ocidentais nestes relatos (Cavalcante, 2011).

No levantamento de dados secundários (bibliográficos e documentais), foi considerada uma abrangência macrorregional de modo a compor a contextualização histórica, etno-histórica e arqueológica do território que corresponde ao município de Acará na atualidade. Esta abordagem abarca as bacias do rio Acará e a região estuarina do rio Pará, cujos rios principais serviram de vias de penetração, integração e recuo para diferentes processos de ocupação humana nos períodos pré-colonial e colonial da região.

6.3.10.3 OCUPAÇÃO TUPINAMBÁ E AVANÇO DA FRENTE DE EXPANSÃO LUSO-BRASILEIRA NO SÉCULO XVII

Os primeiros relatos etno-históricos a respeito do litoral setentrional brasileiro, que incluem a costa maranhense e a região estuarina do rio Pará, foram produzidos por informantes franceses sediados em São Luís e luso-brasileiros, que procederam à conquista da região nas primeiras décadas do século XVII. De um modo geral, segundo tais fontes, a área compreendida entre a ilha do Maranhão e a foz do rio Tocantins, o que inclui a bacia do rio Acará, era ocupada nessa época por grupos indígenas da etnia *Tupinambá* (Nimuendajú, 1981).

Apesar da aliança anterior estabelecida com os franceses, tanto na capitania do Maranhão quanto na do Pará, o contato inicial entre luso-brasileiros e *Tupinambás* foi amistoso, a julgar pelos testemunhos coevos (Amaral, 2004). Contudo, esta aliança revelar-se-ia efêmera ainda nos primeiros anos da ocupação lusitana e, devido aos

excessos e maus-tratos infligidos pelos capitães-mores do Maranhão e Pará, estes índios iniciaram em 1617 uma revolta destinada a expulsá-los da região.

A revolta Tupinambá consistiu na mais séria ameaça à continuidade da ocupação luso-brasileira nesses primeiros anos. Tanto no Maranhão quanto no Pará, o número de soldados e povoadores era diminuto, o que tornava a superioridade numérica indígena incontestável. Entretanto, entre 1619 e 1621 houve a reação violenta por parte das forças lusitanas comandadas por Bento Maciel Parente, que moveu guerra contra as aldeias amotinadas nas duas capitanias. O resultado foi o massacre de grande parte dessa população e a completa desarticulação social de seus remanescentes (Hemming, 2007).

Poucos dados sobre os *Tupinambá* do Pará, que poderíamos definir como etnográficos, foram deixados pela documentação da época. Trata-se de informações dispersas por fontes manuscritas de cunho administrativo que testemunharam o conflito entre índios e portugueses. Além da referência aos sítios destruídos, os documentos não oferecem maiores informações acerca do modo de vida destas populações para além de identificá-las como pertencentes à etnia *Tupinambá*. Tais relatos apontam as aldeias como extensas e populosas no entorno de Belém, o que inclui as margens do rio Pará. É bem provável que seus costumes, organização social, política, religiosa e ritualística fossem semelhantes àqueles observados entre os índios do Maranhão documentados pelos franceses.

6.3.10.4 ATUAÇÃO MISSIONÁRIA, CONFIGURAÇÃO ÉTNICA E CONTEXTO ECONÔMICO NOS SÉCULOS XVII E XVIII

Ao longo do século XVII e início do XVIII, Belém ganhou cada vez mais importância econômica e política em relação a São Luís, a capital do Estado do Maranhão.

De acordo com o mapa etno-histórico elaborado por Curt Nimuendajú (1981), as notícias históricas a respeito do povoamento indígena do rio Acará nos dão conta de uma ocupação *Tupinambá*. De fato, esta área é quase sempre referida nas fontes como pertencente à grande região do Guamá ou Moju, visto ser o Acará um tributário do último, que juntos deságuam na baía de Guajará. De fato, são escassas as fontes sobre

o Acará em função deste rio não ser ponto de passagem para as viagens fluviais efetuadas por religiosos, expedicionários e naturalistas.

No final do século XVII, Bettendorff (1990, pp. 23-24), ao arrolar as aldeias missionárias em que atuavam os padres da Companhia de Jesus no Pará, não cita nenhuma aldeia específica no rio Acará, ainda que se refira ao rio, afirmando que as aldeias do Guamá eram todas de visita por não conseguirem sustentar missionário devido ao fato de que os índios andavam sempre repartidos por várias localidades de acordo com os interesses dos moradores locais. Refere-se igualmente a uma epidemia de bexigas em 1695 que teria vitimado grande parte dessa população.

Chambouleyron (2010, p. 101) refere-se à doação de terras por meio da concessão de sesmarias como uma das principais formas encontradas pela Coroa portuguesa para promover a ocupação e aproveitamento econômico especialmente das capitanias reais, como era o caso do Pará, a qual o rio Acará era integrado. Da segunda metade do século XVII e início do século XVIII foi o aproveitamento agrícola que marcou a lógica de ocupação da região dos rios Guamá, Moju, Capim e Acará, sendo referida pelo autor a existência da distribuição de datas e confirmação de cinco sesmarias no Acará entre 1675 e 1706 (Chambouleyron, 2010, p. 110). Boa parte desta documentação, pertencente ao acervo do Arquivo Público do Estado Pará (ARQPEP), foi recentemente publicada na coleção “Sesmarias” do Instituto de Terras do Pará (ITERPA) (2010).

6.3.10.5 COMUNIDADES QUILOMBOLAS

As comunidades quilombolas representam um universo de vivências e práticas cotidianas que devem ser observadas com mais atenção dentro desse levantamento de informações territoriais para o complemento do EIA destinado ao licenciamento da CTR Metropolitana, em Acará. Como afirma Oliveira (2012) as Comunidades Remanescentes de Quilombo, ou seja, aqueles que direta ou indiretamente descendes dos movimentos de resistência do povo negro aos desígnios da escravidão no Brasil, conformam-se como “um grupo social que tem sua identidade arraigada em um território, na sua história, de seus descendentes, cultura e sentimento de pertencimento e interdependência” (Idem, p. 3). Diversos estudiosos que nos últimos anos têm-se dedicado aos estudos sobre tais comunidades afirmam a importância de se olhar e

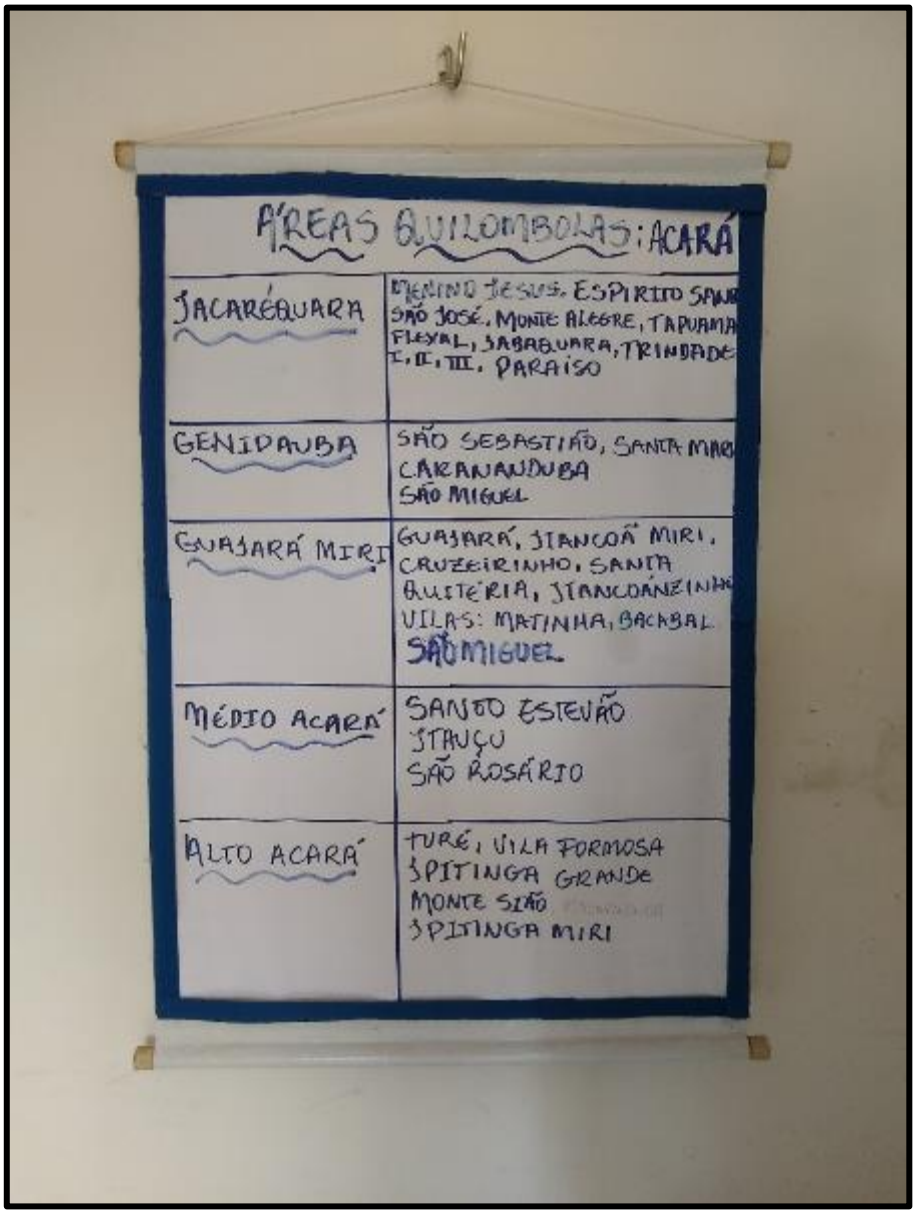
entender as comunidades quilombolas a partir de seus pontos de vista, suas práticas históricas, bem como seus costumes, seus ritmos e modos de vida nas sociedades contemporâneas (SALLES, 203; 2005; TRECCANI, 2006; MARINHO, 2007).

Partindo dessas premissas, ao longo da pesquisa de reconhecimento territorial, a equipe percorreu a região do Baixo Acará, onde estão situadas diversas comunidades quilombolas. Entre as localidades visitas, podemos destacar: Itacoã-Miri; Guajará-Miri; Santa Quitéria; Fortaleza; Monte Alegre (Livramento); São Sebastião. O trabalho de pesquisa de campo teve como princípio ético-metodológico a etnografia como prática de interlocução entre os agentes pesquisadores e os "nativos" oriundos de seus territórios históricos, proporcionando o registro de elementos compartilhados pelos próprios moradores sobre seus cotidianos e formas de organização social, cultural, econômica e política.

Segundo informações coletadas no CRAS-Quilombola, confirmados pelos moradores com os quais a equipe conversou, em todo o município são contabilizados 39 quilombolas, sendo doze (12) deles localizado no Alto-Acará e vinte e sete (27) localizadas no Baixo Acará – área de abrangência desse trabalho complementar. No entanto, na relação que as técnicas do CRAS trabalham estão listadas somente vinte (20) comunidades / vilas dentro de três (3) "territórios-mãe" do Baixo Acará – Jacarequara, Genipauba e Guajará-Miri -, conforme descrito na tabela abaixo. De todo modo, cabe destacar que o Pará é o estado que mais reconhece o direito de titularidades comunidades quilombolas no país, o que em grande medida evidencia a força cultural e política desses grupos diante das instituições públicas na região do norte brasileiro17.

17https://www.seplan.pa.gov.br/com-53-%C3%A1reas-tituladas-par%C3%A1-%C3%A9-o-estado-que-mais-reconhece-comunidades-quilombolas - Acesso em 18/10/2019

Figura 6.3- 63: CRAS-Quilombola – Relação dos quilombolas do Baixo, Médio e Alto Acará.



Fonte: Vereda, 2025

Tabela 6.3- 20: Relação dos quilombolas do Baixo-Acará.

COMUNIDADES QUILOMBOLAS DO BAIXO ACARÁ (CRAS)	
JACARÉQUARA	Menino Jesus Espírito Santos São José Monte Alegre Tapuama Jabaquara Trindade I, II e III Paraíso
GENIPAUBA	São Sebastião Santa Maria Carananduba São Miguel
GUAJARÁ-MIRI	Guajará Itacoã-Miri Cruzeirinho Santa Quitéria Itancoanzinho São Miguel

Fonte: Vereda, 2025

6.3.10.5.1 Genipaúba – São Sebastião E Monte Alegre/Livramento

A primeira comunidade quilombola visitada pela equipe foi São Sebastião, localizada dentro do território-mãe de Genipaúba. Ao longo do caminho, a equipe observou uma região com muitas residências de alvenaria em fase de construção, uma característica marcante, não só desse trajeto, como de outros ramais transitados nos dias do trabalho de campo. O acesso se dá, inicialmente, pelo ramal Fortaleza, no km32 da Alça Viária. Após uns quilômetros por estrada de terra, os pesquisadores utilizaram um segundo ramal, conhecido localmente pelo ramal do Ester.

Ao chegar a equipe foi recebida pela Sra. Ilza (“Maroca”), seu marido, seus filhos e neta. Após a apresentação da proposta do trabalho– um complemento do trabalho realizado em 2015 -, Maroca, moradora do Baixo Acará há 50 anos, iniciou sua explanação afirmando: “Nossa sobrevivência é no roçado. Não existe possibilidade de mais um lixão em Acará” – fazendo referência ao aterro sanitário atual de Marituba. Ela completou informando que as lideranças das comunidades quilombolas haviam participado de uma reunião com a prefeita da cidade, Sra. Amanda Oliveira e Silva, onde a mesma havia se comprometido, segundo Maroca, a “não deixar o lixão chegar no Acará”. Ao longo da

conversa, a quilombola informou que a comunidade São Sebastião possuía um histórico de formação causado por deslocamentos de negros desde o período da escravidão.

Tratando do modo de vida local, a liderança comunitária destacou que, para cerca de 100 famílias cadastradas na Associação de Moradores como residentes do território, o uso dos Igarapés é de extrema importância, pois por meio deles que a vida social e econômica se organiza na região. Disse enfaticamente Maroca:

“Esse igarapé que passa aqui tem suas fontes lá no terreno da Ciclus Amazônia. Lá tem duas fontes que formam [os igarapés] Castanhalzinho e Genipaúba. Eu sou totalmente contra porque vai poluir o igarapé e nós precisamos dessa água para sobreviver! Quer dizer que nós do Acará vai ficar no meio do lixo? Nós não tem valor?”.

Maroca disse que “80% do Acará é quilombola”. A comunidade de São Sebastião ainda não possui a titularidade coletiva da terra, pois ainda existem propriedades privadas na localidade, o que dificulta o processo de regularização e titulação quilombola. Seu marido informou que a comunidade Itancoã-Miri foi a primeira a receber a titularidade como território quilombola18 na região.

Como observado mais tarde em todas as localidades visitadas – tanto em áreas quilombolas, quanto nas áreas de loteamento –, São Sebastião tem como principal meio de subsistência a agricultura familiar. Além da utilização para consumo próprio e diário, o açaí, a mandioca dos tipos branca e amarela, Patcholi e cupuaçu são os principais produtos comercializados nos mercados da região metropolitana (Ananindeua e Belém).

Retomando o tema da CTR, Maroca afirmou que para ela “não há área direta ou indireta impactada pelo ‘lixão’” – termo muitas vezes repetido por ela. Com a possível instalação da CTR, “todos serão afetados, porque a água é uma só. A Alça viária separa o que não está separado. Não existe divisão”. Sobre uma possível geração de renda proporcionada pelo empreendimento (CTR), Maroca foi categórica: “se lixão fosse

18 Essa informação pode ser consultada no site http://www.iterpa.pa.gov.br/quilombolas ou no site https://malungupara.files.wordpress.com/2013/06/fcp-e-tc3adtulos.pdf

emprego eu queria um na porta da minha casa". Confirmando o que a equipe já havia observado, disse que muitas pessoas estão construindo casas de alvenaria devido ao financiamento do Programa Minha Casa, Minha Vida.

Ao final, o Sr. Naldo Cunha, também morador de São Sebastião, nos indicou que a equipe procurasse mais informações sobre as comunidades quilombolas de Acará em uma organização não-governamental chamada "Malungu" definida por ele como "a ONG que atua como organizadora e defensora dos interesses das comunidades quilombolas do Acará", o que a equipe fez no último dia de pesquisa – o que será relatado mais a frente nesse texto. O próprio Naldo acompanhou a equipe que se dirigiu ao Itancoã-Miri, mas, antes, passando pela comunidade Livramento/Monte Alegre.

Figura 6.3- 64: Família de "Dona Maroca" (D. Ilza) em São Sebastião.



Fonte: Vereda, 2025

Ao chegarmos em Livramento e Monte Alegre, duas comunidades localizados no território quilombola de Itacoã-Miri, a equipe observou de imediato uma área com boa infraestrutura voltada para o turismo ecológico, e algumas práticas locais de pesca artesanal e lazer no igarapé Genipauba, que corta o terreno de uma ponta a outra. Ao

entrar a equipe foi recebida pela senhora Maria que apresentou o local como um “paraíso”. Contou que havia cerca de 50 famílias cadastradas e que, como em São Sebastião, dependiam daquele igarapé para viver. Em tempos anteriores a Alça Viária, contou Maria: “as pessoas andavam dias por dentro da mata, pelos igarapés... o tempo era diferente. Com os caminhos, os ramais, tudo mudou. Tudo ficou mais acelerado”. Como na comunidade de São Sebastião, reproduziram a fala negativa em relação a CTR na região. Manifestaram o receio da contaminação do solo e das águas dos igarapés com a instalação do empreendimento. Reforçaram a necessidade de se manter o local da maneira que se encontra atualmente, pois seria uma “desgraça um lixão em Acará”.

No pequeno vilarejo há um deck na margem do igarapé Genipauba para desembarque de pessoas que buscam o lugar para o lazer fim de semana. A filha de Maria, que trabalha com a mãe no estabelecimento comercial da família, contou que nos fins de semana o lugar recebe muitas pessoas que buscam se entreter e descansar. Há um espaço utilizado como salão de festas, bem ao lado do armazém da família. Dona Maria atende aos visitantes nos fins de semana e fornece aos moradores locais mantimentos de primeira ordem doméstica (arroz, feijão, farinha etc.) e produtos para o consumo imediato (biscoitos, doces e bebidas). A economia de Livramento e Monte Alegre, além de se desenvolver em torno do cultivo do Açaí, da mandioca e do patchouli, também está baseada em um turismo comunitário, o que mantém, segundo a moradora, o local organizado e economicamente ativo. Essas localidades fazem parte da Associação Quilombola São Sebastião do Genipaúba, presidida pelo Sr. Sabará.

Figura 6.3- 65: ***Igarapés do Livramento.***








Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 66: Estabelecimento comercial e "salão de festas".





Fonte: Vereda, 2025

Ao final dessa rápida passagem, a equipe se dirigiu a comunidade de Itancoã-Miri para encontrar-se com o líder e fundador da comunidade, Sr. Zeca. Aqui cabe ressaltar a importância do Sr. Naldo, que acompanhou e conduziu a equipe no trânsito pelos remais, por dentro da mata e no acesso as comunidades do Baixo Acará.

6.3.10.5.2 Guajará-Miri – Itancoã-Miri

Ao longo do trajeto até Itancoã-Miri muitas plantações foram observadas na beira dos ramais: mandioca amarela, mandioca branca, banana, açaí. Algumas áreas de vegetação nativa encontravam-se queimadas como parte de um processo de preparação do solo para receber mais plantações, principalmente de mandioca, raiz muito cultivada na região, tanto para consumo interno e familiar, quanto para o comércio em Belém. Cabe ressaltar que essas queimadas são controladas e delimitadas em pequenas áreas pelos moradores em suas culturas de subsistência. Ao mencionar a

importância desses cultivos para as famílias, Sr. Naldo informou que os igarapés ainda representam importante via de acesso e de escoamento da agricultura local. Disse que ao longo das margens de todo igarapé Genipauba vivam mais de 500 famílias.

Ao se aproximar da comunidade de Itancoã-Miri, a equipe percebeu um forte fluxo de motos de baixa cilindrada (125cc) conduzidas por pessoas de diferentes faixas etárias e gênero, mas majoritariamente por jovens negros. Esse meio de transporte tornou-se nos últimos anos, principalmente com a construção da Alça viária e a abertura de ramais internos, o principal meio de locomoção dos moradores da região. Nos últimos quatro anos, segundo informações do Sr. Naldo, o número de motocicletas aumentou de forma substancial. Na mesma direção e com a mesma intensidade, relatou que o número de acidentes na Alça tem surpreendido a cada ano. “Toda semana tem um acidente na estrada”, contou com pesar. Muitas vezes a equipe observou três, quatro pessoas em uma mesma moto, inclusive com crianças entre os tripulantes.

Ao chegar em Itancoã-Miri a equipe foi recebida pelo fundador da comunidade, “Seu Zeca”. Sentado em um tronco de árvore, se mostrando muito receptivo ao diálogo com a equipe que acabara de conhecer, informou que havia naquela área cerca de 200 famílias residentes. Seu Zeca, que também exerce o papel de presidente da Associação de Agricultores Quilombolas de Santa Maria, conformou a informação de D. Maroca de que Itancoã-Miri foi a primeira comunidade a ser reconhecida formal e legalmente como comunidade quilombola: “80% do Acará é quilombola!”, disse ressaltando a importância daquela comunidade no processo de reconhecimento da cultura quilombola no município. Para ele, “a instalação de uma CTR no meio da floresta era algo inviável”. Esse empreendimento, segundo o líder da comunidade, resultaria no fim dos igarapés e da vida de todas aquelas famílias que utilizavam os recursos naturais da floresta como elemento de subsistência. E completou: “É inaceitável! As comunidades não vão deixar... elas vão se juntar vai ter muito problema”.

Analisando a situação econômica e dos grupos que atuam na localidade informou que dos problemas mais sérios e difíceis de serem solucionados é o processo de grilagem e loteamento de terras da região. Tal fenômeno resultaria em um enfraquecimento da “luta por um campo mais justo”. Explicou que toda aquela área que a equipe observava era coletiva, ou seja, não havia a ideia de propriedade privada, o que, segundo seu

Zeca, dificulta o processo de mercantilização da terra por meio dos fracionamentos em lotes. Ao mesmo tempo afirmou que muitas vezes as empresas entram e fazem ofertas “tentadoras” aos moradores, induzindo a fragmentação entre as lideranças quilombolas. No entanto, para ele, o fato de a terra ter a titularidade coletiva impede que o poder econômico das empresas desestruture a comunidade e sua organização interna. Itancoã-Miri possui atualmente cerca de 194 casas (entre 180 e 200 famílias) em uma área de 968 ha.

Um ponto que Seu Zeca chamou a atenção foi para o crescimento da sensação de insegurança. O fato de estarem mais próximos da região metropolitana (utilizam-se em grande medida do tráfego fluvial para ir a Belém), faz com que os problemas da cidade também sejam sentidos na comunidade. Seu Zeca reiterou, como D. Maroca, o problema do aterro de Marituba, próxima a divisa com Acará. Contou que em diversas ocasiões o forte odor de lixo deste aterro chegou a Itancoã-Miri.

Entre os serviços públicos ofertados na comunidade estão as ações desenvolvidas pelo CRAS – Quilombola, a escola de ensino fundamental e o posto de saúde (PSF Itancoã-Miri), este muito criticado pelos moradores pelas péssimas condições de conservação física do espaço, pela falta de profissionais e por abrir somente três vezes na semana. Não há informações de qualquer outra política local de fomento e desenvolvimento local.

Sobre a produção e economia local, Seu Zeca informou que Itancoã-Miri tinha sido “100% de roça”. Atualmente muitas pessoas trabalham na região metropolitana, mas a comunidade ainda possui como seu principal meio de produção e sustento a agricultura familiar. Mandioca, banana e açaí são os principais produtos cultivados, consumidos internamente e comercializados nas principais feiras da região metropolitana e no Ver-o-peso. A pesca artesanal nos igarapés para consumo local também é muito comum na comunidade Itacoã-Miri.

As filhas de Seu Zeca, Sra. Élida e Sra. Erika, em um determinado momento também participaram da conversa e contribuíram para a análise da situação atual da comunidade. De maneira direta e crítica colocaram suas percepções negativas quanto a possível instalação da CTR na região do Baixo Acará. Disseram que historicamente “as empresas que chegam na região não respeitam as comunidades locais e seus

modos de vida". Para elas, "não existe impacto indireto" com a instalação de um equipamento coma CTR. Toda a cadeia produtiva local e o ecossistema estariam em "grande risco" caso o empreendimento venha a se concretizar. Nas palavras da sra. Erika "o lixão impacta diretamente todo o Acará, todas as comunidades quilombolas. Vai ser um retrocesso muito grande na nossa organização econômica e social".

Figura 6.3- 67: "Seu" Zeca e sua família na comunidade Itacoã-Miri.



Fonte: Vereda, 2025

Ao final do encontro, a equipe foi orientada a dirigir-se à residência de Sr. Francisco, presidente da Associação da Comunidade Quilombola de Itancoã-Miri, o que foi feito logo em seguida.

O encontro com o Sr. Francisco foi marcado por uma tensão no diálogo do início ao fim. Muito crítico ao projeto de instalação da CTR em Acará, disse estar "muito preocupado com os impactos negativos" que esse tipo de empreendimento pode causar a vida dos quilombolas na região. Como os outros interlocutores, informou "sofrer" com o forte odor do lixo do aterro de Marituba em dias de calor e vento forte. Apontou para um histórico de empreendimentos que chegam na localidade onde a população local "nunca é ouvida em suas demandas". Citou o caso da empresa "Equatorial" que ao instalar as linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão não realizou nenhuma ação de compensação para as comunidades. No caso da instalação da CTR, ressaltou que um possível acidente poderia contaminar todo o ecossistema da região, além de impossibilitar, inclusive, o consumo de água potável, tendo em vista que setenta por cento (70%) do consumo vinha de poço artesiano.

Outro ponto que destacou foi o problema da insegurança na comunidade. Desde a construção da Alça Viária a circulação de pessoas de fora da comunidade tem aumentado o que para ele tem resultado no aumento dos casos de roubo, tráfico e consumo de drogas e violência na região. Cabe ressaltar que essa foi uma questão que surgiu em todas as conversas que a equipe realizou no campo.

Por fim, Sr. Francisco indicou que está aberto ao diálogo, desde que o empreendimento seja, de fato, benéfico para a população de Itancoã-Miri.

6.3.11 EXPECTATIVAS FAVORÁVEIS E ADVERSAS AO MEIO SOCIOECONÔMICO

Como mencionado nesse capítulo, há dois processos históricos que devem ser incorporados às análises referentes às expectativas favoráveis e adversas relacionadas aos efeitos que a CTR pode ocasionar na região do Baixo Acará: (1) a construção da Alça Viária e , como consequência, a “aproximação” espacial de Acará ao aglomerado urbano da RMB e suas redes de serviços e de capitais diversos; e (2) a dinâmica demográfica, que impõe novas formas de construção de moradias e alteram o perfil socioeconômico dos habitantes do município. Inclusive, a própria concepção do projeto da CTR Metropolitana só é possível devido a esses dois fatores históricos.

A avaliação dos impactos do empreendimento deve reconhecer e saber distinguir quais processos mais abrangentes funcionam como forças motrizes complexas sobre o Baixo Acará, ou seja, independente da implementação ou não do aterro sanitário, esses vetores promovem mudanças estruturais tanto sobre as populações como sobre os diferentes territórios da AID. Nesse sentido é preciso distinguir bem esses vetores de transformação socioespacial, principalmente se houver interesse no acompanhamento dessas mudanças para fim de monitoramento de impacto socioambiental.

Como exemplo de força motriz, pode-se citar o próprio crescimento urbano e populacional do Baixo Acará como algo independente da instalação da CTR. Trata-se do reflexo ligado ao movimento histórico e contínuo de espraiamento da região metropolitana, comum no país, e intensificado pela construção da Alça Viária e, provavelmente, pelo alto preço da terra da RMB, que faz de Acará alternativa para moradia barata.

Além das forças motrizes, há também vetores geradores de pressão sobre ambientes e grupos sociais de forma “direta”, que podem surgir com a instalação da CTR no Baixo Acará ou alguma consequência indireta da operação do empreendimento. O tráfego de caminhões, a abertura de canteiro de obras, a circulação de trabalhadores, a retirada de vegetação para abertura de novos acessos e os efeitos da própria operação exercem pressão com capacidade de gerar impactos socioambientais na região.

Essas pressões devem ser acompanhadas por meio de um plano de monitoramento e avaliadas para fins decisórios, seja para o licenciamento, seja para ações de caráter mitigatório. A partir dessas considerações, é possível, então, pontuar algumas expectativas positivas e negativas identificadas em torno da implementação da CTR Metropolitana no Baixo Acará.

6.3.11.1 O PROBLEMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA RMB

A RMB, de fato, carece de uma solução para o problema de resíduos sólidos na região. O aterro de Marituba, que há anos enfrenta críticas, produz conflitos sociais e problemas de ordem judicial, tem prazo para ser encerrado ou transferido. Sendo assim, urge a necessidade de encontrar uma alternativa para a instalação de um centro de tratamento de resíduos urbanos metropolitana. O fato do Baixo Acará se localizar a poucos quilômetros da RMB, conectado espacialmente via Alça Viária, pode surgir como uma opção adequada.

6.3.11.2 ECONOMIA E ATIVIDADE PRODUTIVA LOCAL

De acordo com os resultados produzidos nesse estudo socioeconômico é possível afirmar que a economia local do Baixo Acará é baseada na agricultura familiar. No entanto, repetindo um fenômeno muito comum ocasionado nos municípios rurais marginais aos grandes aglomerados urbanos do Brasil, a estrutura produtiva da agricultura enfrenta a perda de vitalidade e ao mesmo tempo vê o setor de serviços dos grandes centros absorver grande parte da mão de obra local, principalmente da população adulto jovem.

A mão de obra do Baixo Acará é formada por uma mistura entre jovens, em que a maioria busca oportunidades na RMB, e trabalhadores do campo que tentam sobreviver diante de um quadro de precarização do trabalho rural. Os relatos apresentados nessa

pesquisa apontam para esforços comunitários em torno da agricultura de subsistência. As dificuldades para a comercialização dos produtos agrícolas, principalmente a farinha de mandioca, fazem com que as famílias muitas vezes passem a plantar praticamente para o próprio consumo.

A saída dos filhos em direção a RMB e seu retorno anos depois - experiência bastante citada no trabalho de campo -, vem gerando perda de expectativas no mercado de trabalho da região. Nesse quadro, a chegada de novos empreendimentos nem sempre é vista com maus olhos, a exemplo da presença contraditória da Biovale no município de Acará. Foram registradas críticas e defesas em relação a atuação desta empresa. Alguns entrevistados alegam que muitos trabalhadores encontraram oportunidades de emprego na produção de dendê, inclusive com carteira assinada. Por outro lado, produtores locais afirmam que a Biovale adquiriu terras no município, enfraquecendo a agricultura familiar e forçando os pequenos proprietários a venderem suas terras à empresa.

No caso da CTR, há dúvidas em torno da capacidade do aterro gerar de fato empregos no Baixo Acará, conforme falas de algumas lideranças quilombolas. O empreendimento, caso venha ser licenciado, precisa encontrar meios para trazer novas oportunidade de geração de renda à comunidade local. Além disso, existe um receio a respeito dos riscos que a CTR pode levar ao equilíbrio ambiental na AID, principalmente no que se refere aos igarapés. De acordo com os dados de saneamento apresentados nessa pesquisa, a rede hidrográfica ainda é bastante utilizada como meio de consumo de água, para pesca e uso como economia e espaço de lazer.

6.3.11.3 DINÂMICA POPULACIONAL, SANEAMENTO E O TRÁFEGO DE CAMINHÕES

Como já registrado no presente EIA, as características demográficas do Baixo Acará indicam uma região com um povoamento espaçado entre si, mas que passa por diferentes intensidades e formas de adensamento de seus núcleos urbanos, especialmente aqueles mais próximos a Alça Viária, como a Vila de Nínive. Estima-se que aproximadamente 14 mil pessoas vivem na AID. Contudo, não é possível indicar quantos habitantes residem em cada comunidade mapeada, mesmo naquelas em que já há titulação de terras por famílias.

Da mesma forma, há um processo de transição na forma de uso e ocupação do solo. Antes, as comunidades eram formadas apenas por trabalhadores rurais, com casas pequenas no interior de lotes e propriedades com a presença de lavouras. Atualmente, ao longo dos ramais percorridos, é possível visualizar a presença de loteamentos com dimensões menores, ou seja, com um número maior de parcelamentos de terra, com casas alugadas ou adquiridas dentro da lógica imobiliária.

Há novos moradores. Muitos são trabalhadores do setor de serviços da RMB que vivem em casas de alvenaria. O sistema de saneamento foge ao padrão tradicional do Baixo Acará, antes baseado em casas de madeira, com banheiros externos e fossa rudimentar ou séptica. Agora, as novas construções possuem rede de coleta de esgoto domiciliar, porém com lançamento dos dejetos diretos nos rios e igarapés já que não existem estações de tratamento local.

Nesse sentido, há algumas preocupações. As políticas de saneamento básico devem ser revistas no município. O padrão no uso de fossa parece se esgotar aos poucos com o aumento da presença de novas construções. Do mesmo jeito, os igarapés, diante dessa mudança, correm o risco de não aguentar a pressão ocasionada pelo lançamento de esgoto doméstico. Inclusive, devido a redução do seu uso para fins de navegação, a mata ciliar vem se adensamento e cada vez mais ocupando a superfície dos rios. Esse processo citado por lideranças e moradores vem contribuindo para retenção de lixos flutuantes nas águas dos igarapés.

Diante desse quadro, há um receito que a CTR possa intensificar o problema do saneamento local. Há um medo entre os moradores da região de possíveis vazamentos de matéria orgânica nos rios e lençóis freáticos. Da mesma forma, em relação ao tráfego de caminhões, os moradores questionam o fluxo de veículos nos ramais e a possibilidade de queda de resíduos e chorume durante o transporte. Como não há coleta de lixo público no Baixo Acará, parece que a criação de novas opções de acesso é algo inevitável para a efetivação do licenciamento da CTR Metropolitana.

Por sua vez, ao passo que novas vias sejam abertas, em paralelo, há o risco do surgimento de novos parcelamentos de terra e novo impulso no mercado imobiliário local, elevando assim ainda mais a população residente na AID e ADA. Os efeitos dessa

ocupação exigiriam a adoção de medidas de controle e de planejamento de uso do solo, provavelmente forçando a implementação de políticas habitacionais e a revisão dos planos diretores municipais e de gestão de resíduos sólidos.

6.3.12 ESTUDO HIDROLÓGICO DA REGIÃO DO BAIXO ACARÁ

Em termos da estrutura hidrológica do Baixo Acará, além de ser uma região altamente irrigada, o capítulo socioeconômico demonstrou que a cultura e a produção local estão diretamente atreladas e organizadas em torno dos rios e igarapés do município de Acará e da RMB. Há uma economia e um modo vida local altamente dependente da rede hídrica disponível nesses mais diversos territórios mapeados.

Conforme relatado no presente estudo, o trabalho de campo permitiu cobrir uma vasta área de terra que segue desde a divisa de Acará com a RMB, cujos limites se dão justamente pelas margens dos rios Acará e Guamá. Os trajetos e os ramais percorridos seguiram paralelos aos dois principais igarapés do Baixo Acará, Castanhalzinho e Genipaúba. Da mesma forma, as comunidades identificadas estão organizadas ao longo dessa malha, fazendo da água seu principal meio de reprodução social.

Os pequenos produtores irrigam suas plantações com a água dos igarapés. Até mesmo nas pequenas oficinas familiares de produção de farinha de mandioca, os rios se fazem presente, seja para lavar os alimentos, seja para umedecer a casca da mandioca. Há um uso sistêmico da rede hídrica: escoamento da produção, irrigação, banho, lazer etc. Trata-se de um recurso de suma importância para a reprodução da vida na floresta.

A hidrologia local e regional é a responsável em manter uma cadeia ecológica rica baseada em fauna e flora diversas, numa relação de reciprocidade que sustenta todo um ecossistema. Por conta dessa importância, há um forte receio entre os moradores e comunidades em torno da construção da CTR e os possíveis impactos sobre os rios e igarapés do Baixo Acará.

Da mesma forma, como registrado neste capítulo, o saneamento básico na região é precário e vem sofrendo forte demanda por conta da urbanização crescente nos ramais e nas vilas do Baixo Acará. Se antes o uso de fossas e dos rios para lançamentos de dejetos apresentavam baixo impacto, hoje, esse processo deve ser alvo de detalhado monitoramento. Assim, a presença de igarapés e rios na região gera cuidados dos

próprios moradores no tratamento do esgoto doméstico, já que muitos desses recursos hídricos são utilizados para a lavagem de roupas, pesca e para o próprio consumo humano, como foi registrado no trabalho de campo. A Figura a seguir evidencia os igarapés que percorrem a região do Baixo Acará.

Como foi enfatizado, há um processo de transição na forma de uso e ocupação do solo. Antes, as comunidades eram formadas apenas por trabalhadores rurais, com casas pequenas no interior de lotes e propriedades com a presença de lavouras. Atualmente, ao longo dos ramais e igarapés é possível visualizar a presença de inúmeros loteamentos. É preciso assim incentivar uma nova política de saneamento básico para o Baixo Acará, de maneira a proteger os igarapés da região

6.3.12.1 INTERCONEXÃO SOCIAL COM A ÁGUA

Durante o levantamento de campo para caracterização hidrológica da região do projeto, realizado pela equipe da empresa Terra, foi identificado Igarapé Castanhalzinho (figuras a seguir) como principal corpo hídrico utilizado pelas comunidades da Área de Influência Indireta (AID) do projeto CTR Metropolitana. A partir disso, também foram levantadas as principais formas de uso:

- Serviços domésticos;
- Recreação;
- Pesca
- Trafegabilidade

Figura 6.3-1 – Igarapé Castanhalzinho

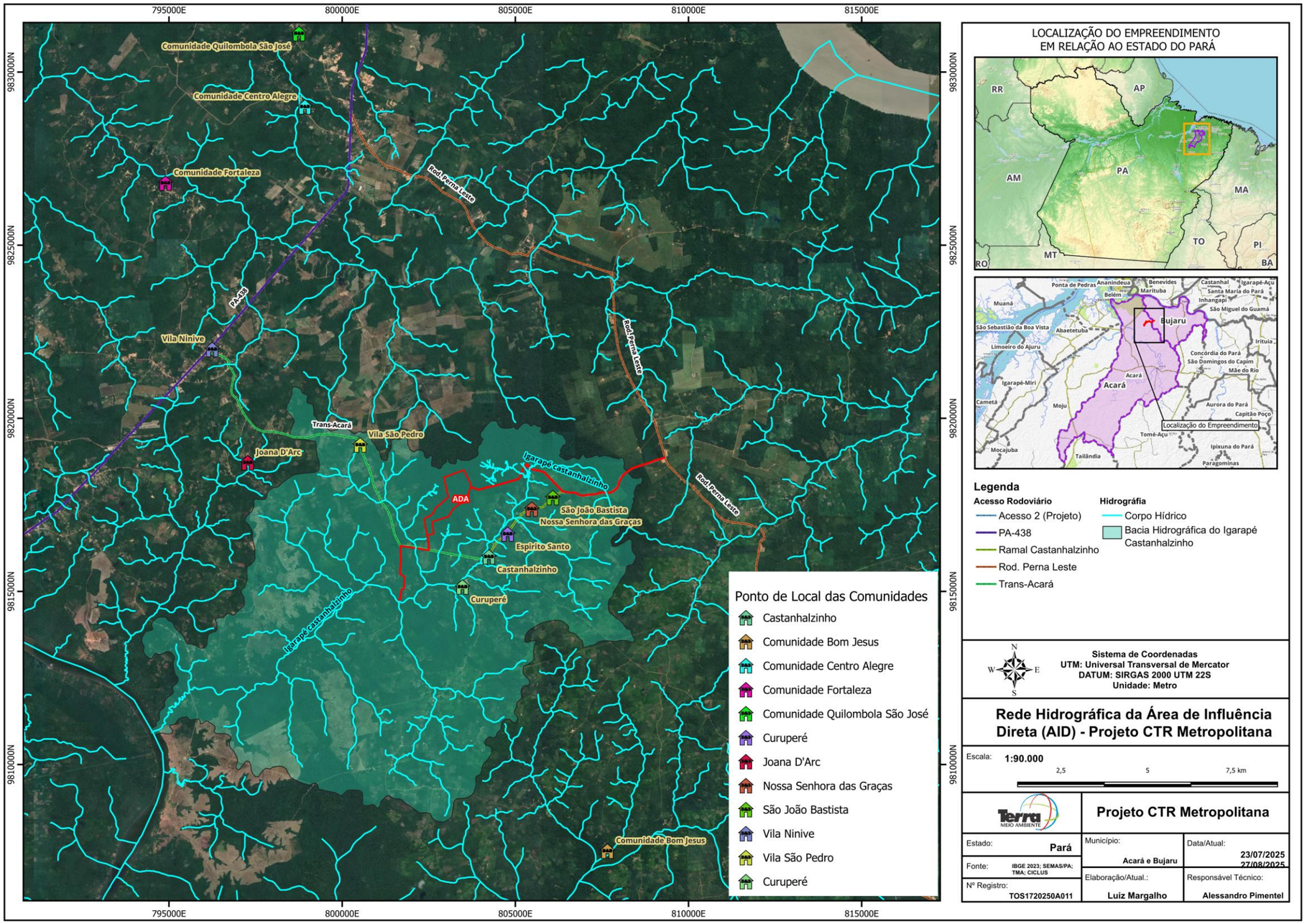






Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025

Figura 6.3-2: Rede Hidrográfica da AID da Área de Influência Direta (AID).



Fonte: Vereda, 2025/Elaboração: Terra Meio Ambiente.

6.3.13 CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES NO ACESSO – PERNA LESTE

6.3.13.1 INTRODUÇÃO

Significativa densidade demográfica com a existência de diferentes agrupamentos de moradias (comunidades tradicionais) na região que é chamada de “Castanhalzinho”.

Nesse momento, a região demonstra um cenário social e político diferente dos outros dois momentos em que a equipe responsável pela dimensão socioeconômica do estudo de viabilidades para a CTR Metropolitana esteve presente com a ampliação do acesso às informações sobre o projeto, por meio dos estudos, da organização das comunidades quilombolas e tradicionais do município do Acará e sua atuação junto aos órgãos municipais e estaduais, como o Núcleo das Defensorias Públicas Agrárias (NDPA), setor especializado.

Esse relatório tem como objetivo apresentar os dados coletados entre os dias 20 e 23 de abril de 2024 no trabalho de caracterização socioeconômica e espacial do acesso à área projetada para a instalação do Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) pela chamada “Perna Leste”, altura do km 24 da Alça Viária, que faz a ligação entre a região metropolitana de Belém e o município de Acará, interior ao sul do estado do Pará. Esse trabalho busca ampliar as possibilidades de acesso ao terreno (com a aprovação da CTR), considerando que os trajetos identificados anteriormente nos estudos de 2015 (EIA/RIMA, 2015) e 2019 (complemento EIA/RIMA, 2019) – na altura do km 32 da mesma Alça Viária, seriam custosos tanto em sua operacionalidade quanto nos possíveis impactos negativos gerados à população local.

Metodologicamente, a equipe procurou registrar por meio de fotos e mapas a caracterização físico-espacial da localidade, priorizando primeiro o traçado que se inicia na entrada da “Perna Leste” até a entrada da propriedade da Ciclus Amazônia, local escolhido para a instalação da CTR. Depois, as áreas do entorno do terreno que evidenciam uma da Defensoria Pública do Pará, os moradores das diferentes comunidades têm se colocado de maneira radicalmente contrária a instalação da CTR.

Os relatos registrados no campo são de profunda preocupação com a instalação da CTR no que diz respeito aos impactos negativos possíveis no meio ambiente. A

experiência da população local é altamente negativa devido ao passivo ambiental gerado pelos “lixões” de Aurá e do município de Marituba. Para a população o que está sendo proposto pela Ciclus Amazônia é um novo “lixão”, pois não acreditam que uma CTR ou qualquer proposta de aterro sanitário possa gerar benefícios para as comunidades. Pelo contrário, pode vir a construir estigmas sobre suas populações e suas produções agrárias gerando prejuízos econômicos para todos devido à natureza do negócio (a cadeia de gerenciamento de resíduos), além de ser para os moradores um empreendimento com grande potencial poluidor do meio ambiente.

Diante de alguns relatos na região de que o clima estava “tenso” e “nervoso”, a equipe procurou tomar algumas medidas de precaução no campo com relação a preservação das identidades dos entrevistados. Aqui nesse relatório, por uma questão de cuidado com os interlocutores, utilizaremos nomes fictícios, trabalhando somente com dados que caracterizem seus perfis sociais e suas narrativas sobre suas percepções, o que de fato nos interessa nesse trabalho.

Dessa forma, inicialmente, apresentaremos dados que demonstram as macros transformações de caráter quantitativo da região, baseado numa perspectiva comparativa entre os períodos de 2010 e 2022, datas que marcam as pesquisas censitárias do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por meio das unidades espaciais representadas pelos setores censitários é possível estimar o número de domicílios e de pessoas residentes no entorno da CTR Metropolitana e ao longo de suas vias de acesso.

Cabe ressaltar, também, que foram identificadas ao menos seis comunidades em toda a área que abrange o início da Perna Leste e o raio que abrange Área de Impacto Direto (AID) – uma na própria Perna Leste e outras cinco na área definida pelos moradores como “Ramal Curuperé”.

Em seguida, será apresentada a caracterização socioespacial dessas comunidades baseada em imagens registradas no campo e em algumas narrativas que constroem os usos e permanência do/no território. As falas também mobilizam as interpretações sobre o empreendimento e apontam para movimentações crescentes das organizações sociais (quilombolas, associações de moradores e representantes de igrejas

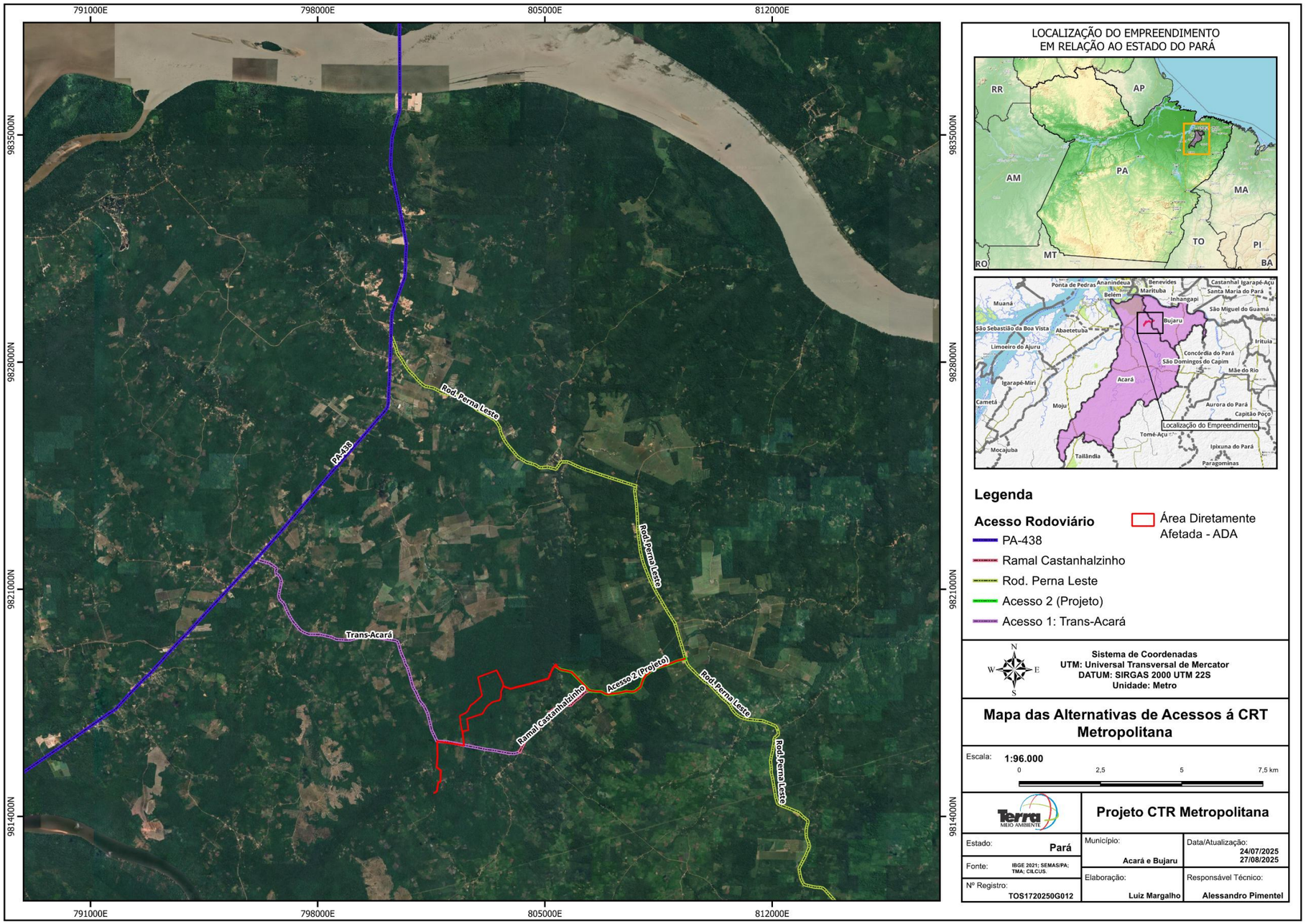
protestantes), juntamente com órgãos públicos (Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Acará, Defensoria Pública do estado), lideranças institucionais (como um senador, uma deputada e o próprio prefeito de Acará) e lideranças locais (quilombolas) em relação à CTR Metropolitana no Acará.

6.3.13.2 DINÂMICA POPULACIONAL: CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO TECIDO SOCIAL

Por meio dos dados do censo 2022, é possível estimar a população residente na região do Baixo Acará, área de influência direta da CTR. Ao todo foram mapeados 43 setores censitários, números bem acima dos 14 setores de 2010. Esse aumento em termos de unidades espaciais indica uma clara mudança na dinâmica populacional e construtiva da região, que passou a atrair um número maior de moradores ao longo dos últimos 10 anos.

A partir de uma área formada pela conexão entre a Alça Viária, a Perna Leste (estudo 2024) e o Ramal Transacará (acesso previsto no estudo 2019) é possível visualizar as localidades que foram mapeadas no estudo socioeconômico realizado em 2019 (círculos vermelhos), como a comunidade Vila São Raimundo (indicada em azul), localizada por meio do trabalho de campo de abril de 2024.

Figura 6.3-3 - Acessos aos CTR e localidades mapeadas em 2019 e 2024.



Fonte: Vereda, 2025/ Terra Meio Ambiente 2025

Em termos de mensuração do número de habitantes ao longo dos acessos à CTR, o censo 2022 (IBGE, 2022) apontou que 583 pessoas vivem no entorno imediato do terreno da Ciclus Amazônia, outras 705 residem no “Ramal Curuperé”, extensão do Ramal Transacará. Já na localidade Vila São Raimundo, localizada no novo trajeto da Perna Leste, foram identificados 224 moradores. Em termos totais, 5.335 pessoas moram na região do Baixo Acará (Vereda, 2025)

No caso dos domicílios, foram localizadas 185 casas no entorno da CTR, além de 255 unidades nas comunidades ao longo do Ramal Curuperé e 115 na comunidade Vila São Raimundo na Perna Leste. Há ainda, um conjunto de residência no trecho entre esta última comunidade e o própria CTR não contabilizadas. No total, há 2.139 no Baixo Acará.

Na comparação entre 2010 e 2022, nota-se um claro acréscimo populacional na região, com variação positiva de 18,45% entre os Censos. Contudo, chama a atenção o crescimento no número de domicílios, cuja dinâmica construtiva ficou bem acima do incremento demográfico, com uma variação positiva de 110% no período.

Tabela 6.3- 21: Variação de população e domicílios na região do Baixo Acará.

Dados Censo	2010	2022	Variação
População Aproximada	4.504	5.335	18,45
Quantidade de Domicílios	1.016	2.139	110,53
Média Moradores por domicílio	4,43	2,49	-43,74
Domicílios Desocupados	S/D	552	-

Fonte: Censos Demográficos do IBGE, 2010 e 2022.

Interessante verificar, ainda, que o Censo 2022 permite calcular o número de domicílios desocupados. No caso em análise, foram identificados cerca de 552 domicílios nesta situação no Baixo Acará. Tal fato contribuiu para a diminuição na relação média entre nº de habitantes por domicílio, com uma redução de 4,43 hab./dom., em 2010, para 2,49 hab./dom., em 2024.

6.3.13.3 CARACTERIZAÇÃO DO ACESSO AO CTR METROPOLITANA

Como indicam os dados do censo, em toda a região do Baixo Acará, há um processo de crescimento em curso que pode ser observado quando se percorre o novo trecho desenhado para acesso ao terreno da Ciclus Amazônia. Desde a entrada da chamada Perna Leste, na

altura do KM 25 da Alça Viária, os traços de urbanização e povoamento da região se anunciam a olhos vistos. São casas e pequenos estabelecimentos comerciais ao longo da via, mas situados de maneira mais espaçada.

Figura 6.3- 68: Entrada à esquerda Perna Leste – Km 24 Alça Viária



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 69: Entrada Perna Leste – Km 24 Alça Viária



Fonte: Vereda, 2025

Na altura do km 15 da Perna Leste inicia-se um pequeno aglomerado urbano denominado Vila São Raimundo. Nessa vila há um conjunto de casas (cerca de 115 como indicado acima), equipamentos públicos (como escola e ginásio poliesportivo), igrejas e pequenos estabelecimentos comerciais (bares/biroscas, oficinas mecânicas, lava-jato, padaria/mercadinho). Importante apontar que muitos desses estabelecimentos comerciais estão conjugados com as residências das pessoas, ou seja, qualquer impacto gerado em uma

dimensão da vida afeta diretamente a outra. Moradia e geração de renda estão mutuamente relacionadas.

Figura 6.3- 70: Perna Leste – Vila São Raimundo.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 71: Residências da Vila São Raimundo.



Fonte: Vereda, 2025

No momento do trabalho de campo, que ocorreu entre os dias 20 e 23 de abril – de sábado à terça – não se observou um trânsito mais intenso de pessoas nas margens da estrada, mas a permanência de diferentes grupos nesses estabelecimentos comerciais – principalmente nos bares e nas oficinas. Cabe ressaltar a importância de se considerar o trânsito de crianças na estrada em horário escolar, pois a escola E.M.E.F. São Raimundo encontra-se bem nas margens da Perna Leste.

Figura 6.3- 72: Escola Municipal Ensino Fundamental – Vila São Raimundo.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 73: *Ginásio de Esporte da E.M.E.F. São Raimundo*



Fonte: Vereda, 2025

Em um desses estabelecimentos, a equipe fez os primeiros contatos e abordagens com a população local. Ao se identificar, o pesquisador buscou levantar algumas informações sobre o grau de conhecimento das pessoas sobre o aterro sanitário. Alguns dos presentes indicaram saber do assunto, mas não se colocaram com mais profundidade. No entanto, pôde-se perceber de imediato que a leitura construída sobre o empreendimento na região é negativa, mesmo considerando ser importante tratar dos resíduos de uma maneira diferente aos lixões. Nas palavras dos presente “vai ser mais um lixão no Acará”

Figura 6.3- 74: Estabelecimento comercial conjugado com residência na Vila São Raimundo.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 75:Usina de asfalto na entrada do "ramal Ciclus Amazônia".



Fonte: Vereda, 2025

Após a passagem da Vila São Raimundo há um longo trecho sem adensamento populacional, somente alguns sítios e chácaras. Na entrada do ramal que leva ao terreno da Ciclus Amazônia, bem como do lado oposto na estrada, observa-se uma usina de asfalto.

Nos primeiros metros do ramal – que apresenta condições ruins (muitos buracos) para a passagem de caminhões e carros de passeio – não há qualquer construção. Mas, logo em seguida, na altura do que poderia ser considerado o km 1 do ramal, observa-se algumas residências e veículos escolares, indicando a presença estabelecida de moradia e algum grau de circulação de pessoas no local. Muitas motos também foram observadas transitando no ramal. Igrejas evangélicas também foram observadas no ramal.

Figura 6.3- 76: ***Início do "ramal Ciclus Amazônia".***



Fonte: Vereda

Figura 6.3- 77: Primeiros sinais de moradia do "ramal Ciclus Amazônia".



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 78*: Igreja Batista do "ramal Ciclus Amazônia".*



Fonte: Vereda, 2025

Após essas primeiras casas, o acesso é desprovido de qualquer construção até a chegada ao terreno da Ciclus Amazônia.

Figura 6- 79: Entrada na propriedade e futuro acesso ao aterro sanitário.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6- 80: ***Entrada do terreno da Ciclus Amazônia.***



Fonte: Vereda, 2025

No entanto, como se observa na Figura 6.3-88, a via do terreno da Ciclus Amazônia está à direita, sendo a estrada central a via que leva às comunidades situadas no entorno da área definida para a implantação do aterro sanitário. A partir desse ponto a equipe identificou uma série de casas, lado a lado, configurando um adensamento populacional maior no ramal chamado Curuperé. Toda essa área é reconhecida como comunidade do Castanhalzinho.

Figura 6.3- 81: ***Comunidade Castanhalzinho.***



Fonte: Vereda, 2025

Como já apontado nos mapas, dentro da região do Castanhalzinho existem outras pequenas comunidades denominadas pelos seus moradores como Guaram, Santa Maria III e Manerota. Ao longo de todo o ramal do Curuperé a equipe constatou um fluxo de pessoas e veículos intenso. Observa-se uma “rede de comunidades” na região, ou seja, pequenos agrupamentos

formados por casas e estabelecimentos comerciais que se conectam por meio de suas relações de parentesco e vizinhança. A equipe constatou a circulação de ônibus escolares, carros de passeio, caminhonetes com cargas para abastecimento de marcadinhos (como água mineral e outros produtos manufaturados) e muitas motos, o que caracteriza uma rotina de vidas bem estruturadas na localidade. Um exemplo é a existência de alguns campos de futebol e áreas de lazer, demonstrando um alto grau de sociabilidade mais ampla, para além dos núcleos familiares. A presença de uma escola de ensino fundamental reforça essa percepção.

Figura 6.3- 82: Campo de futebol.



Fonte: Vereda, 2025

Figura 6.3- 83: *Escola Municipal Santa Maria III.*



Fonte: Vereda, 2025

6.3.13.4 PERCEPÇÕES LOCAIS SOBRE A PROPOSTA DE INSTALAÇÃO DA CTR METROPOLITANA

Um dos itens propostos para o estudo foi entrevista abertas para captar a percepção dos moradores sobre a instalação do Projeto CTR Metropolitana, neste tópico está presente duas entrevistas realizadas com o Sr. Cássio e a Sra. Judith, moradores do entorno do projeto.

- Entrevista 01 Sr. Cássio

Na comunidade de Santa Maria III a equipe conversou19 com o Sr. Cássio20. Morador da região há mais de 80 anos e dono de uma pequena mercearia, mostrou-se preocupado com a possível instalação da CTR na região. Sr. Cássio tem 83 anos, casado há 58 anos e é pai de 6 filhos. Logo no início da conversa, contou que era agricultor e que durante toda a sua vida cultivou mandioca e açaí. Com o passar do tempo e a idade mais avançada, precisou abrir mão dessa atividade. Abriu seu "mercadinho" que é abastecido com produtos que ele mesmo compra em Acará. Disse que "ninguém vai mais a Belém fazer compras. Acará tá grande. Agora é tudo por aqui mesmo.". A imagem abaixo exemplifica o que o Sr. Cássio relata na conversa.

19 Dentro de uma abordagem etnográfica, do olhar e da escuta sobre a cultura do outro, a conversa pode ser entendida como um meio para "pensar(-se) com o outro, indo na contramão de algo enraizado, pré-estruturado. [Pois] o ato de conversar é comum, faz parte da vida das pessoas; não é algo rígido, mas fluido e aberto ao acaso (...) as conversas/conversações mantêm uma ligação bem íntima e profunda com a vida cotidiana, insurgindo nas redes de relações estabelecidas nos múltiplos espaços-tempos de encontros do/no dia a dia" (COSTA et al., 2021. P. 222)

20 Considerando contextos parecidos como o que se constatou em Acará – conflitos e disputas políticas intensas – a equipe considerou importante utilizar nomes fictícios para todos os que se dispuseram a conversar. Essa medida busca preservar a integridade dos entrevistados, pois a revelação da identidade do morador em um documento elaborado para a empresa Ciclus Amazônia pode gerar impactos negativos para o mesmo na sua sociabilidade comunitária.

Figura 6.3- 84: Estabelecimento comercial – altura do Km 32 da Alça Viária



Fonte: Vereda, 2025

Sr. Cássio possui, além da sua casa e o seu mercadinho, outras 4 construções em seu terreno. Contou que construiu nos últimos anos para seus filhos, mas que somente um deles continua morando no local. Dois deles estão na Espanha e os outros três estão morando em outros lugares do Brasil. Esse relato evidencia o crescimento de construções na localidade, mesmo sem haver crescimento populacional proporcional, conforme indicaram os dados da tabela Variação de população e domicílios na região do Baixo Acará.

Esse crescimento da região apontado pelo Sr. Cássio, além dos benefícios da proximidade dos locais para compras de mercadorias, também tem gerado certa apreensão por parte dos moradores. O desenvolvimento econômico e populacional da região tem trazido “pessoas de fora” que ele chama de “desocupados”, pessoas para o Sr. Cássio que têm “o mal hábito de mexer nas coisas dos outros”. Esse é um dado que reforça o que já foi apontado como desdobramento do processo de urbanização da região após a construção da Alça Viária (Cap. 6.3 Meio Socioeconômico – EIA/RIMA CTR Metropolitana).

Sobre a possível instalação da CTR Metropolitana, Sr. Cássio mostrou-se preocupado e temeroso com os impactos que esse empreendimento geraria para as pessoas, e principalmente, no meio ambiente. Acredita que o aterro vai contaminar toda a rede de igarapés da região, o que ele considera “muito grave”, pois “as pessoas sempre viveram dos igarapés. Elas dependem dos igarapés para fazer tudo na vida”. Quando foi perguntado sobre os benefícios que a CTR poderia gerar como emprego e renda para a população local, respondeu que os “malefícios serão muito maiores que os benefícios”. Para ele “ninguém

mais vai querer comprar o açaí ou a mandioca que vem do lixão". Essa percepção aponta para um processo de estigmatização que a população poderá sofrer com a instalação da CTR na região, segundo o Sr. Cássio.

Ao final da conversa, Sr. Cássio agradeceu a possibilidade de poder falar sobre o que ele considera "muito importante para todos". Reforçou que "ninguém quer um novo lixão ali" e que é "preciso fazer alguma coisa para impedir essa desgraça para eles".

- Entrevista 02 Sra. Judith

Mais à frente, a equipe conheceu a Sra. Judith. Em um primeiro momento mostrou-se extremamente desconfiada e insegura para conversar conosco. À medida em que o coordenador se mostrava disposto a escutá-la e ressaltava a importância daquela conversa para elaboração de um estudo sobre os impactos da CTR Metropolitana na região, a moradora desarmava-se em uma perspectiva mais colaborativa. No momento do encontro ela estava na companhia de uma outra moradora vizinha que não quis se identificar e logo deixou o local.

Como muitas pessoas que vivem naquela região, a Sra. Judith divide seu espaço de moradia com um empreendimento de roupas/costura. Ela possui uma *boutique* na parte da frente de sua casa onde gera renda para sua família. Mãe solo de um adolescente, a Sra. Judith mostrou-se radicalmente contra a instalação da CTR Metropolitana em Acará. Comentou o acontecimento da reunião entre lideranças e representações do poder público que ocorria naquele momento da conversa. Disse que não tinha ido devido às dificuldades de locomoção, mas que apoiava integralmente aquele movimento.

Contou que havia atuado em uma associação de moradores do Castanhalzinho (AMAIC) e que há cinco anos está associação não existia mais. A Sra. Judith afirmou que sempre se mobilizou em torno das questões das comunidades e que nos últimos tempos as organizações locais, como os quilombolas, haviam se fortalecido na luta contra o que ela chamou de "novo lixão".

Como o Sr. Cássio, também acredita que os impactos negativos serão muito maiores que os possíveis benefícios trazidos pela CTR. É presente em sua memória os impactos negativos gerados pelos "lixões" de Marituba na vida de sua família. Disse que a água da região, onde

sua irmã ainda mora, “não dá nem para tomar banho de tão fedorenta que é”. Relatou que a água tem cheiro de podre e que é “insuportável” a vida na localidade.

Naquele momento, ressaltou a importância da população local se mobilizar e aproveitar que “todo o poder público de Acará está contra o novo lixão”. Disse que o prefeito de Acará é contra e que esse ano dificilmente haveria algum tipo de apoio para a CTR, tendo em vista que 2024 é ano eleitoral. Citou também alguns políticos da região que são contrários a instalação do aterro como a deputada federal Dilvanda Faro (PT-PA) e o senador Beto Fato (PT-PA). O coordenador da equipe reforçou a diferença técnica entre um lixão e um aterro. Mas, para a Sra. Judith “não tem diferença”, pois “no final das contas fica tudo cheio de lixo e urubu”.

Ao final, a equipe se colocou à disposição para eventuais esclarecimentos. Sra. Judith agradeceu a possibilidade de expor sua opinião e disse estar esperançosa quando a não instalação do aterro na região. Para ela, caso a CTR se concretize, seria um “desastre para todos”.

6.3.14 REFERÊNCIAS

ABNT. Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Nota Técnica NBR 13896, 1997; ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL CTR METROPOLITANO CAPÍTULO 11 AIA Pág. 30 de 35

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. Disponivel em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/.

IBGE. Cidades. Acessado em 23 de jun. de 2025 Disponivel em: www.cidades.ibge.gov.br.

IBGE, Instituto brasileiro de geografia e estatística. Panorama Censo 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/. Acesso em: 23 jul. 2025.

CHIAVENATO, JÚLIO JOSÉ. Cabanagem, o povo no poder. São Paulo: Brasiliense, 1984

COSTA, ROGÉRIO HASBAERT. O mito da desterritorializaçao: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

COSTA, S., OLIVEIRA, W., FARIAS, I. Conversa como metodologia de pesquisa: por que não? Resenha “Conversation as a research methodology: why not?”. Teoria e Prática da Educação, v. 24, n. 3, p. 221-225, Setembro/Dezembro 2021. Doi: https://doi.org/10.4025/tpe.v24i3.59742.

FAPESPA. Informe Técnico Mercado de Trabalho. Jul-2015; www.fapespa.pa.gov.br

Acessado em 15/09/2015.

FAPESPA, Fundação Amazônia de Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. Estatística Municipal: Almeirim. Publicações: Estatística Municipal: Região de Integração Baixo Amazonas, Belém, p. 70, 2023. Disponível em: https://www.fapespa.pa.gov.br/estatistica-municipal/. Acesso em: 20 set. 2024.

FOLDER DO PROGRAMA RAÍZES. Belém: Programa Raízes, 2003.

KRELING, MÔNICA TAGLIARI. Aterro Sanitário da Extrema e resíduos sólidos urbanos domiciliares: percepção dos moradores – Porto Alegre – RS. / Mônica Tagliari Kreling. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

MARIN, ROSA ELIZABETH ACEVEDO. Itacoã no Baixo Acará – Pará: as terras dos descendentes além da Casa Grande. In: Mapeamento de Comunidades Negras Rurais do Pará: ocupação do território e uso de recursos, descendência e modo de vida. Belém: NAEA/UFPA/SECTAM, 1999.

MARINHO, CARLA FIGUEREDO. Programa Raízes: Ações e práticas de “Políticas Étnicas no Pará”. Mon.pós. Grã. Belém: NAEA, 2007.

MARTINS, JOSÉ DE SOUZA. Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano. São Paulo: Hucitec, 1997.

MOTA, Dalva Maria da. Trabalho e sociabilidade em espaços rurais. (Tese de doutorado). Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005.

OLIVEIRA, JUCILENE BELO DE. Comunidades Remanescentes De Quilombo Da Amazônia: O Uso ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL CTR METROPOLITANO CAPÍTULO 11 AIA Pág. 31 de 35

Vereda Estudos e Execução de Projetos Ltda. www.veredaprojetos.com.br Revisão 03 Outubro/2024

Do Território. VI Encontro Nacional da Anppas 18 a 21 de setembro de 2012 Belém - PA – Brasil

PARÁ. Lei Estadual Nº 7398 de 16 de abril de 2010. Dispõe sobre o ZEE da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará. Diário Oficial, nº31650, 22/04/2010.

PARÁ. Relatório Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Pará - PEGIRS, v.1, v.2, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ACARÁ. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS. Acará/PA: UFRA, jun., 2019”

RELATÓRIO DO PROGRAMA RAÍZES. Belém: Programa Raízes, 2006.

SALLES, Vicente. O negro no Pará: sob o regime de escravidão. 3 ed. Belém: IAP/ Programa Raízes, 2005.

_____. Vocabulário crioulo: contribuição do negro ao falar regional amazônico. Belém: Programa Raízes, 2003.

TRECCANI, GIRÓLOMO DOMÊNICO. Terras de quilombo: entraves do processo de titulação. Belém: Programa Raízes, 2006.

VALLADARES, LICIA. Os dez mandamentos da observação participante. Rev. bras. Ci. Soc. [online]. 2007, vol.22, n.63, pp. 153-155. ISSN 1806-9053.

7 ANÁLISE INTEGRADA E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

7.1 ANÁLISE INTEGRADA

7.1.1 INTRODUÇÃO

A análise integrada aborda a relação entre os elementos e processos físico-químicos, biológicos e socioeconômicos, sua interação, interdependência e expressão na paisagem observada nas áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana, com foco nas respectivas Áreas de Influência Direta (AID) delimitadas para os Meios Físico e Biótico. Essa análise foi desenvolvida com base no diagnóstico ambiental executado dentro dos limites das áreas de influência, definidas a partir das características do empreendimento e seus possíveis impactos para o meio ambiente. O enfoque na AID objetivou gerar uma base que alicerce, primeiramente, a análise ambiental propriamente dita e, posteriormente o Plano de Controle Ambiental com o detalhamento dos programas de controle relacionados às etapas de planejamento, implantação, operação e desativação do empreendimento, haja vista que os potenciais impactos serão mais notórios nessa área.

A análise integrada envolve todas as etapas do empreendimento (figura abaixo) e fornece conhecimentos técnicos científicos capazes de embasar a identificação e a avaliação dos potenciais impactos, além de fundamentar uma avaliação da qualidade ambiental futura das áreas de influência do projeto, conforme apresentado no capítulo subsequente.

Figura 7.1-1 - Elementos de análise da dinâmica ambiental associados ao Projeto CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

Para elaboração da Análise Integrada, foi considerada a caracterização das Áreas de Influência do empreendimento, cabendo eventual incorporação de terrenos e atributos ambientais situados ao entorno dessa Área, quando pertinente para a explicação do contexto ambiental em análise. A análise foi desenvolvida por compartimentos, a partir do cruzamento de características homogêneas quanto aos atributos vinculados aos meios físico, biótico e socioeconômico, tendo como referência os indicadores mostrados no quadro abaixo.

Quadro 7.1-1 - Elementos ambientais e principais indicadores para análise integrada.

ELEMENTO AMBIENTAL	INDICADOR	INTERFERÊNCIA
Solo/Terreno	Grau de suscetibilidade a processos erosivos e movimentos de massa	A ADA do Projeto intercepta terrenos com solos tipo Latossolo Amarelo Distrófico e Solos Concrecionários Lateríticos Indiscriminados Distróficos. Terrenos de topos planares, entre áreas de interseção de colúvios e alúvios.
Atmosfera	Alteração na qualidade do ar;	Geração de particulado e gases, emissão de ruído e vibração, especialmente pelo tráfego de

ELEMENTO AMBIENTAL	INDICADOR	INTERFERÊNCIA
	Alteração dos níveis de ruído e vibração	caminhões e operação de equipamentos.
Água/Sistemas Aquáticos/Biota Aquática	Alteração da Qualidade das Águas Superficiais, Subterrâneas e Nascentes; Alteração da calha do corpo hídrico	Sistema de drenagem pluvial e efluentes gerados durante a implantação e a operação
Vegetação	Alteração da Cobertura Vegetal	Intervenção em ambientes da ADA com vegetação secundária em diversos estágios de regeneração
Fauna Terrestre	Perda de espécimes por atropelamento e afugentamento	Movimentação de máquinas e veículos nas vias de acesso
Componente Antrópico - Rural	Aumento da circulação de veículos e pessoas no espaço compartilhado com vilas e propriedades rurais	A implantação, a operação e a desativação do empreendimento resultarão no uso intensificado de ramal e via que já são utilizados pela população das vilas e propriedades rurais.

Fonte: Terra, 2025.

Portanto, considerando o quadro acima, para a análise integrada dos elementos ambientais, as respectivas Áreas de Influência Direta do Projeto foram divididas em quatro compartimentos ambientais, conforme são apresentados no quadro a seguir.

A compartimentação da área de influência baseou-se, principalmente, na homogeneidade das formas de relevo e unidades litoestruturais, relacionadas às condições climáticas, à presença de recursos hídricos superficiais e subsuperficiais, aos solos, considerando aptidões, uso e ocupação, e ao recobrimento vegetal; buscando-se, sempre, uma abordagem que permite o entendimento da dinâmica superficial da área, de modo a subsidiar a avaliação da inter-relação e das interferências entre o Projeto e o ambiente.

Quadro 7.1-2 - Características dos compartimentos ambientais.

COMPARTIMENTO	CARACTERÍSTICA	ÁREA DE ABRANGÊNCIA
C1	Ambiente com vegetação secundária em diversos estágios de regeneração	Corresponde à área de floresta ombrófila densa de terras baixas e vegetação secundária com graus de regeneração (capoeiras e capoeirinhas) identificadas na área de interesse e ao longo do ramal.
C2	Ambiente com baixo grau de alteração antrópica	Envolve tanto as áreas de solo exposto, pastagens e lavouras, os quais são identificadas na ADA e AID dos Meios Físico e Biótico.

COMPARTIMENTO	CARACTERÍSTICA	ÁREA DE ABRANGÊNCIA
C3	Ambiente de Ecossistemas Aquáticos	Envolve interferência em drenagens através de atividades relacionadas ao Projeto CTR Metropolitana.
C4	Ambiente de movimentação, com circulação preferencial das comunidades rurais	Consideraram-se as áreas de comunidades rurais na AID do Meio Físico e Biótico, próximas a propriedade do empreendedor

Fonte: Terra, 2025.

Nos itens subsequentes é feita uma análise dos principais elementos ambientais diagnosticados nos diferentes Meios (físico, biótico e antrópico), enfatizando-os dentro dos limites estabelecidos nas áreas de influência do Projeto.

7.1.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O PROJETO

O empreendimento está localizado no município de Acará, no estado do Pará, entre as coordenadas geográficas 1°38’41,47” S e 48°16’15,55” W, inserido na sub-bacia do Igarapé Castanhalzinho e possui Área Diretamente Afetada (ADA) com, aproximadamente, 103,50 hectares. O acesso é feito a partir da cidade de Marituba, pela Rodovia PA-483 (Alça Viária), seguindo pela Perna Leste, posteriormente acessando um ramal no Km 24 até chegar à ADA do Projeto.

O Projeto da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana (CTR Metropolitana) será gerido pela empresa Ciclus Amazônia S.A, visando o atendimento aos municípios de Belém, Acará, Ananindeua, Benevides, Castanhal, Santa Bárbara do Pará, Santa Izabel do Pará e Marituba.

Considerando as tecnologias referentes à gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e, de acordo com a legislação nacional, a alternativa técnica a ser adotada é de aterro sanitário para onde serão destinados os resíduos que não podem mais ser reciclados ou reutilizados, denominados de rejeitos.

O Projeto possui vida útil de 31 anos. A área escolhida como a adequada para a instalação da CTR Metropolitana é de propriedade do empreendedor, que possui 440 hectares, inserida na área rural do município de Acará.

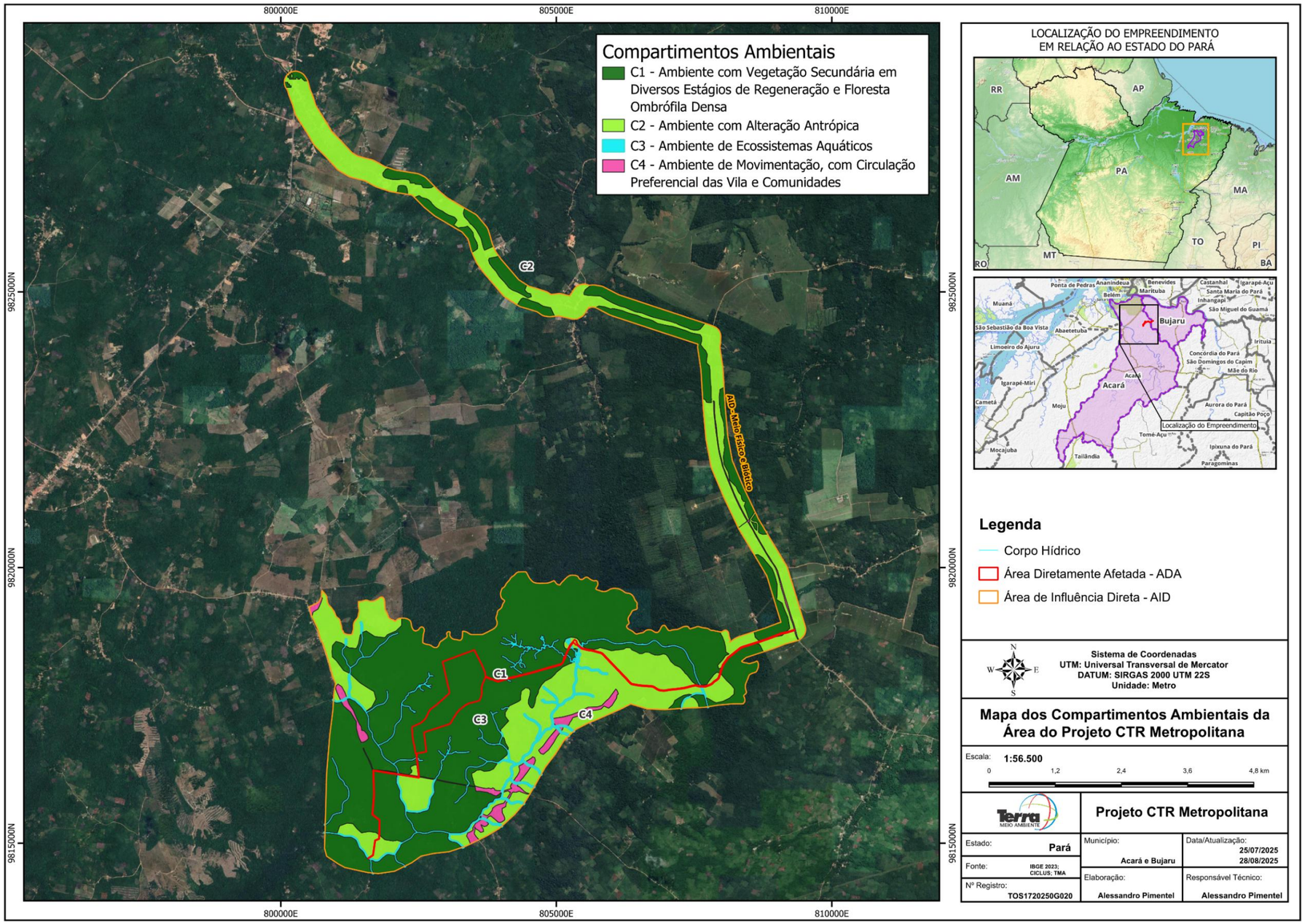
O projeto prevê a instalação em três fases de um maciço de resíduos sólidos, que contará ainda com um Centro Administrativo, uma Unidade de Captação e Queima de Biogás (UCQB), Lagoas de equalização de lixiviado bruto e Estação de Tratamento de Lixiviado (ETL), além dos acessos, que juntos compõem a Área Diretamente Afetada, medindo 103,50 ha.

Nos itens de análise compartimentada, conforme mencionado anteriormente, se considerou a divisão por homogeneidade das formas de relevo, recursos hídricos superficiais e subsuperficiais, recobrimento vegetal e ao uso e ocupação exercidos sobre eles.

7.1.3 ANÁLSE DOS COMPARTIMENTOS/SISTEMAS AMBIENTAIS

As áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana interceptam ambientes antropizados, áreas de vegetação secundária em diversos estágios de regeneração, bem como acessos utilizados pelas comunidades. Todos os sistemas identificados na compartimentação podem ser observados na figura a seguir. Os compartimentos C1, C2 e C3 estão vinculados à AID dos Meios Físico e Biótico, enquanto o compartimento C4 está relacionado ao Meio Socioeconômico.

Figura 7.1-2 - Compartimentos Ambientais da área da CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

7.1.3.1 COMPARTIMENTO 1

O Compartimento Ambiental 1 (C1) representa 59% da área compartimentalizada e corresponde aos locais com cobertura vegetal, incluindo vegetação secundária com diversos estágios de regeneração, identificadas na ADA e AID dos meios físico e biótico, abarcando ainda Áreas de Preservação Permanente (APPs) e áreas de Reserva Legal.

Dentro da ADA, o C1 é representado por áreas com vegetação secundária em estágio de recuperação. No mais, este compartimento é dominado pela fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Vegetação Secundária – Capoeira e Capoeirinha. Há também indivíduos vegetais característicos de vegetação de floresta de várzea e terra firme. Os ambientes do Compartimento C1 correspondem a uma formação de áreas de depósitos holocênicos, com predomínio de coberturas lateríticas.

A amostragem da flora identificou 356 espécies distribuídos em 77 famílias botânicas e 211 gêneros na área onde será o maciço de resíduos sólidos, 216 indivíduos distribuídos em 27 famílias na área do Acesso 02 e, por fim, 43 espécies e 23 famílias na área do ponto de sondagem SP-25, considerando todos os estratos (herbáceo, arbustivo e arbóreo). Ressalta-se que neste compartimento também se identificaram espécies ameaçadas de extinção, como o Acapu, Maçaranduba e a Castanheira, estando situadas na ADA.

Esse Compartimento representa ambientes característicos de habitats para a fauna, onde nas áreas de influência foram identificados representantes dos Grupos Mastofauna (mamíferos), Herpetofauna (répteis e anfíbios) e Avifauna (aves). Ao todos, foram catalogadas 116 espécies pertencentes a fauna, sendo 43 espécies de mamíferos, 255 espécies de Herpetofauna, 38 espécies de Avifauna e 54 espécies de Ictiofauna. Foram encontradas espécies ameaçadas de extinção, como: onça-parda (*Puma concolor*) da classe de mamíferos, gavião-real (*Harpia harpyja*) e bico-chato-da-copa (*Tolmomyias assimilis*) da classe de aves.

O impacto da implantação do Projeto no C1 implica na retirada da cobertura vegetal na ADA, em que o solo ficará inteiramente exposto, deixando-o suscetível aos eventos climáticos, especialmente as chuvas durante a etapa de implantação. Assim, a remoção de vegetação e a movimentação de veículos e equipamentos são as atividades com potencial de causar

aumento de processos erosivos na ADA. Na figura a seguir apresenta-se um registro do compartimento C1.

Figura 7.1-3 - Ambiente do Compartimento 1.



Fonte: Fonte: Terra, 2025.

7.1.3.2 COMPARTIMENTO 2

O Compartimento Ambiental 2 (C2) corresponde a ambientes com graus de alteração antrópica, seja por áreas de pastagem, plantio, agricultura familiar, solo exposto ou depósito irregular de resíduos sólidos. Essas alterações são identificadas em 32% das áreas compartimentalizadas (ADA e AID dos Meios Físico e Biótico).

Nos ambientes de C2 presentes na ADA, em função do baixo grau de antropização e da existência de fragmentos florestados consideráveis, os indicadores de alteração da cobertura vegetal e impactos na fauna por atropelamento são de alta magnitude por se constituir, de modo geral, um habitat atrativo para a fauna silvestre. Estes ambientes sofrerão movimentação de máquinas e veículos na ADA, os indicadores de alteração da qualidade do ar, a emissão de ruído e de vibração constituem os elementos de maior impacto.

Nas demais áreas do ambiente C2 observam-se diferentes usos do solo, sendo a pastagem o mais predominante. A pecuária, praticada por agricultores locais, implica em desmatamento e remoção das espécies nativas da região, provocando interferências ambientais negativas na fauna, na flora, no solo e na água. Avalia-se que, aproximadamente, metade das áreas de pastagens utilizadas na Amazônia já esteja desgastada ou em processo de degradação (DIAS - FILHO, 2006). A expansão da atividade de pecuária elevaria o índice de desmatamento nas áreas de influência do Projeto, resultando em mudança na paisagem devido à conversão de florestas ombrófilas em áreas de pastagem.

No C2 encontra-se áreas de plantio de açaí (na AID), característica da região amazônica encontradas em solos de igapó e terra firme, porém com maior frequência e densidade em solos de várzea.

No C2, ainda na AID, encontram-se áreas de solo exposto, que já estão suscetíveis a processos erosivos por ação pluvial. Apesar de grande parte destas áreas serem margeadas por vegetação secundária em diferentes estágios de regeneração, que induzem a regeneração natural do solo por meio de propágulos, as condições de saturação do solo dificultam este processo, denotando um comprometimento na capacidade de regeneração natural neste solo.

Na figura a seguir pode ser observado o ambiente de pastagem, predominante do compartimento C2.

Figura 7.1-4 - Ambiente do Compartimento 2 – acesso.



Fonte: Vereda, 2019.

7.1.3.3 COMPARTIMENTO 3

O Compartimento 3 é formado pelos ambientes aquáticos e cursos d'água existentes, e representa 2% da AID dos Meios Físico e Biótico. A principal microbacia existente neste ambiente é a Microbacia do Igarapé Castanhalzinho, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Acará, portanto, na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia. Na ADA não foi encontrado nenhum corpo hídrico.

Essa região é subdividida no âmbito da elaboração do Plano de Recursos Hídricos em 17 Unidades de Planejamento (UPs), estando a área de estudo localizada na UP Acará-Guamá, possuindo uma área de abrangência de 90.928 Km², tendo como principais rios o Acará, o Guamá e o Moju. Especificamente, a área de implantação da CTR Metropolitana se encontra inserida na sub-bacia hidrográfica do Acará.

Nos ambientes de C3, também são observadas zonas de recarga da microbacia relacionada anteriormente, que se constituem de afloramentos classificados como perenes.

Quanto à qualidade das águas superficiais, conforme diagnóstico ambiental do Meio Físico, constatou-se que não apresentaram níveis de metais relevantes, como: cromo, alumínio

dissolvido, cádmio e criseno. Além disso, não foram verificadas concentrações relevantes de nitrogênio e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Já o ferro dissolvido apresentou concentração um pouco acima do estipulado pela legislação, no Igarapé Castanhalzinho e seu afluente, ambos localizados no contexto da AID. Esse tipo de variação é característico do local, tendo em vista que a região amazônica apresenta depósitos de ferro relevantes e, por consequência, altos teores deste parâmetro na água superficial.

Cabe acrescentar que não foi identificada nascente nos limites da ADA, no entanto foram mapeadas 14 (catorze) nascentes localizadas na AID do empreendimento, estando todas a mais de 200 metros do maciço de resíduos sólidos, como orienta a ABNT NBR 13896/1997.

Os resultados da qualidade da água das nascentes apresentaram principalmente valores abaixo de pH 5,0 (levemente ácido, mas normal para a região), onde todas as nascentes apresentaram tal comportamento.

Os valores de Oxigênio Dissolvido baixo na maior parte das nascentes. Acredita-se que os baixos valores de OD podem estar associados à vegetação ao redor do ponto, que impede a dissolução de OD na massa líquida, além da presença de galhos e folhas em seu interior.

Baseado nas atividades relacionadas ao empreendimento, há o risco de impacto por contaminação dos recursos hídricos e o risco por assoreamento nos ambientes C3, caso não se apliquem medidas eficazes de controle. Esse cenário impactaria também nas comunidades aquáticas com a perda de espécies e diversidade biológica.

Na figura abaixo é apresentado registro fotográfico ilustrando o C3 localizado na AID do empreendimento.

Figura 7.1-5 - Ambiente do Compartimento 3 – Igarapé Castanhalzinho.



Fonte: Terra, 2025.

7.1.3.4 COMPARTIMENTO 4

O Compartimento Ambiental 4 (C4) representa 4% das áreas e corresponde a ambientes de movimentação de comunidades rurais na ADA e na AID do Meio Socioeconômico. O C4 é o compartimento com característica de movimentação nos ramais, vias de acesso a propriedades rurais e nas comunidades da AID, com circulação preferencial das comunidades rurais, onde a operação do empreendimento resulta no uso destes ramais e vias.

Destaque-se que na ADA a circulação de pessoas ocorre principalmente no ramal, caracterizado nesse estudo como Acesso 02, que será utilizado como corredor de passagens para o Projeto, impactando as comunidades próximas, como a São Pedro, Castanhalzinho e a Vila de Nínive, além das propriedades rurais próximas.

Além das localidades já citadas, também há as localidades Nossa Senhora das Graças e São João Batista, que também serão afetadas pelo Projeto devido a sua proximidade. Equipamentos sociais como escolas e igrejas foram encontradas nas localidades citadas. Apenas a Vila Nínive contém um posto de saúde.

A dinâmica econômica das vilas e comunidades mais próximas do empreendimento baseiam-se em prestação de serviços, comércio e agropecuária.

Os elementos ambientais de maior fragilidade são: alteração da qualidade do ar; e alteração da emissão de ruído e vibração devido ao tráfego de veículos e aumento da circulação de pessoas.

Quanto ao padrão de construção das propriedades de C4, vê-se que as residências são edificadas em alvenaria e madeira, com cobertura de telhas de barro ou fibrocimento. As ruas não possuem pavimentação asfáltica, gerando poeira no período do verão amazônico e lama durante o inverno amazônico, algo que dificulta o tráfego de veículos na área. Exceto no núcleo populacional da Vila de Nínive, onde há asfaltamento.

As comunidades, quase que em sua totalidade, utilizam sistemas locais de abastecimento de água por meio de poços artesianos para consumo. No entanto, continuam utilizando os corpos hídricos próximos as suas residências para afazeres domésticos, lazer e pesca. Em relação aos resíduos sólidos as localidades dão destinação final aos seus próprios resíduos, principalmente através da queima

Não há transporte público coletivo regulamentado atendendo as comunidades, onde os principais meios de transporte utilizados são moto, carro e bicicleta particulares. Apesar disso, as comunidades contam com transporte escolar que atende as crianças da região.

Quanto aos demais aspectos socioeconômicos, as comunidades locais apresentam escassez de infraestrutura básica. O cenário da falta de tratamento adequado dos esgotos domésticos (presença de fossa rudimentar em grande parte das casas) e a disposição irregular de resíduos sólidos urbanos agrega riscos à população local. Na figura a seguir apresenta-se um registro fotográfico que ilustra o C4.

Figura 7.1-6 - Ambiente do Compartimento 4 – Ramal Santa Rita.



Fonte: Vereda, 2019.

7.1.4 TENDÊNCIA EVOLUTIVA

As tendências evolutivas para os compartimentos analisados consideram suas características e sensibilidade às potenciais mudanças associadas a perdas e ganhos ambientais ao longo da região de inserção do empreendimento. Além de considerar as alterações previstas com a operação do empreendimento, foi considerada também o cenário de não implantação do empreendimento.

7.1.4.1 SEM INSERÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A não aprovação da instalação do Projeto CTR Metropolitana implica, em termos gerais, na manutenção de um cenário que possui uma conservação florestal considerável e com baixa movimentação de veículos. Este cenário mostra uma área localmente antropizada, onde as características originais passaram por alterações do solo, do relevo e da vegetação, entre outros elementos. No âmbito social, é uma área onde ainda não existem grandes empreendimentos capazes de gerar emprego e renda.

Com relação ao Compartimento 1, sem a implantação do empreendimento a ADA e AID não serão impactadas com o aumento da circulação de veículos e nem com a liberação de

poluentes atmosféricos, ou seja, não haverá contribuição de outras fontes de alteração dos níveis da qualidade do ar. A fauna local e a população residente no entorno do empreendimento também não serão afetadas pela alteração dos níveis de ruído e nem pelas vibrações oriundas do trânsito de veículos pesados e da operação da CTR Metropolitana.

De forma geral, a qualidade do ar se manteria com boa qualidade, haja vista que se observou o nível de Partículas Totais em Suspensão (PTS), na média geral, abaixo do limite máximo permitido pela legislação vigente. Para partículas inaláveis e gases, não se observou valores acima do permitido pela resolução vigente.

Em se tratando do Compartimento 1, o cenário que se descortina é a manutenção das áreas vegetadas que ainda permaneceriam nos limites da ADA. Saliente-se que tais áreas vegetadas são classificadas como floresta ombrófila densa de terras baixas, constituídas por vegetação secundária. O maior grau de antropização pode ser observado no acesso existente.

Com relação ao ecossistema aquático, os organismos poderão passar por impactos causados pelo empreendimento. Entretanto, com a implantação do projeto poderá ocorrer o aumento na quantidade de insetos vetores de doenças, o que poderia ampliar a vulnerabilidade da região para doenças infecciosas e parasitárias.

Conforme citado nos parágrafos anteriores, deve ser ressaltado que mesmo sem a implantação do Projeto, a área em questão não ficará imune a impactos ambientais, mas apenas que a natureza desses impactos poderá ser diferente.

Em relação ao Compartimento 4, os moradores do entorno do empreendimento deverão manter a normalidade de suas atividades, com a permanência de suas rendas e poder aquisitivo. A infraestrutura básica e a oferta de serviços continuariam apresentando melhoria lenta e gradual, não suprindo, em curto e médio prazo, as demandas da população local.

7.1.4.2 CONSIDERANDO A INSERÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Mediante a instalação do Projeto CTR Metropolitana, admite-se que a situação socioambiental da área de influência do empreendimento passará por importantes mudanças, o que poderá trazer benefícios e melhorias à população local.

A instalação de um empreendimento grande porte, como este, em uma área de sensibilidade econômica e carente de investimentos, possibilitará o aumento da circulação de pessoas, tanto para residir ou trabalhar na região. Consequentemente, há o interesse público na melhoria da infraestrutura viária, incluindo todo o conjunto de serviços básicos indispensáveis ao bem-estar e à qualidade de vida da população local. Com o avanço da instalação do Projeto serão gerados empregos e muitos moradores da região serão absorvidos como mão de obra, trazendo incremento na renda e aumento do poder aquisitivo da população local. Essa geração de empregos atrairá muitas pessoas e, consequentemente, fomentará o comércio da região criando oportunidades de negócios, aumentando a quantidade de fornecedores de insumos e serviços, movimentando a economia local.

Mediante a instalação do empreendimento, admite-se que a situação socioambiental da área de influência do projeto poderá sofrer melhorias, a partir dos seguintes aspectos:

- O ramal (Acesso 02) que compõe o Compartimento 4 receberá melhorias. Esta condição não somente favorecerá a manutenção da circulação local, mas toda a comunidade do entorno, que terão melhores condições de trafegabilidade.
- Os ambientes C3 terão monitoramento da qualidade da água superficial, subterrânea e nascentes, identificados ao longo das sobreposições de cursos d'água. Consequentemente, as ocupações existentes nesse espaço serão diretamente beneficiadas com a aplicação de programas ambientais.
- Com a implementação do empreendimento, as famílias residentes nas comunidades que terão algum membro absorvidos como mão-de-obra pelo empreendimento, terão um incremento de renda, passando a consumir mais e, consequentemente, incrementando o comércio local.

Com a implantação e operação do empreendimento, os Compartimentos 1 e 2 presentes dentro da ADA do projeto perderá algumas condições ambientais, que a área passará por uma supressão vegetal. Além disso, o compartimento 3 poderá sofrer melhorias, pois o lixiviado gerado no maciço de aterros será tratado, não havendo risco elevado de contaminar os principais cursos d'água na região.

Destaca-se também que a fase de desativação do Projeto CTR Metropolitana será contemplada pela recuperação ambiental da área, trazendo melhoras longevas para a região.

7.2 AVALIAÇÕES DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

7.2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No Brasil, ainda se observa elevado nível de disposição final ambientalmente inadequada de resíduos sólidos urbanos, com significativa variação entre as regiões do país (Brasil, 2019). Esta prática tem sido, nas últimas décadas, um dos principais causadores de impactos socioambientais nas cidades brasileiras, que, por sua vez, crescem acelerada e desordenadamente, contribuindo com a larga escala no consumo de produtos industrializados e descartáveis, culminando em um aumento expressivo na quantidade de resíduos sólidos urbanos (Brasil, 2022).

O gerenciamento de resíduos sólidos é, portanto, uma das grandes preocupações da gestão ambiental urbana nos municípios brasileiros na atualidade. O maior desafio consiste em sua complexidade, pois é uma atividade fundamental no contexto do saneamento básico e da sustentabilidade, sendo um assunto transversal a diversas outras áreas, como os processos de produção e consumo e os comportamentos e hábitos da sociedade.

O ponto de partida para a gestão e gerenciamento adequados dos resíduos sólidos foi estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei Federal Nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022 –, com destaque para o art. 9º, no qual está expressa a ordem de prioridade de ações a ser observada (não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos), admitindo a possibilidade de adoção de tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, sob a condição de se comprovar sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases aprovado pelo órgão ambiental competente.

Para a instalação de um empreendimento potencialmente poluidor, como os aterros sanitários, se faz necessário realizar uma avaliação ambiental prévia dos seus efeitos. Desta forma, a identificação dos impactos constitui-se de grande importância nos estudos ambientais, uma vez que, auxilia e direciona as medidas a serem adotadas para a prevenção, correção e/ou potencialização dos impactos.

Segundo a resolução do CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986, Impacto Ambiental é definido como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam”:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

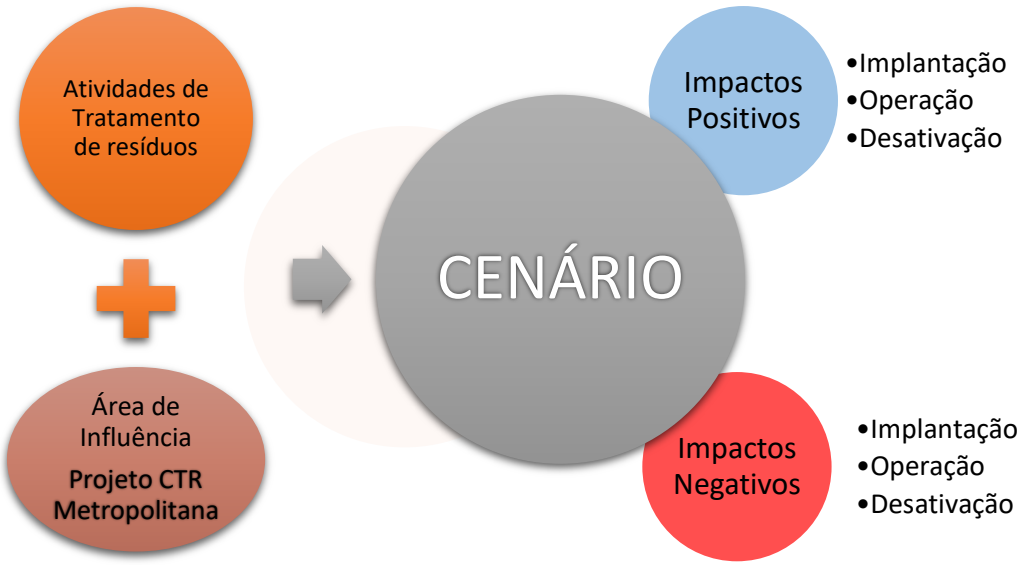
IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos naturais.

Para a avaliação dos impactos ambientais do empreendimento, foram considerados os elementos constituintes da atividade de tratamento de resíduos sólidos no Projeto CTR Metropolitana, as informações apresentadas no diagnóstico ambiental sobre os componentes ambientais, e o prognóstico ambiental acerca dos impactos nas diferentes etapas do empreendimento.

Neste prognóstico ambiental, se delinearão os quadros prospectivos da qualidade ambiental futura, considerando-se com o empreendimento, constituído por um conjunto de cenários futuros (implantação, operação e desativação).

Figura 7.2-1 - Elementos de análises para a avaliação dos impactos ambientais associados ao Projeto Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

Posteriormente, foi feita a análise e a avaliação integrada desses impactos, considerando-se as suas sinergias, de forma a subsidiar as ações de controle ambiental do empreendimento, a mitigação dos impactos ambientais adversos, a compensação dos impactos não mitigáveis e a maximização dos impactos ambientais positivos.

Para a avaliação dos impactos ambientais, adotaram-se os seguintes conceitos:

- Meio ambiente: circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo o ar, água, solo, recursos naturais, fauna, seres humanos e suas interações (ISO 14001);

- Atividades ou ação de operação e desativação: ações humanas orientadas segundo técnicas específicas que introduzem, interagem e condicionam matéria e energia no meio ambiental com o objetivo de operar ou desativar um empreendimento;

- Componentes ambientais: são os constituintes ambientais fundamentais que formam os meios: Socioeconômico (saúde população e economia, etc.), biótico (fauna e flora) e físico (água, solo, ar e rocha);

- Elementos ambientais: partes do componente ambiental que servem para caracterizá-lo;

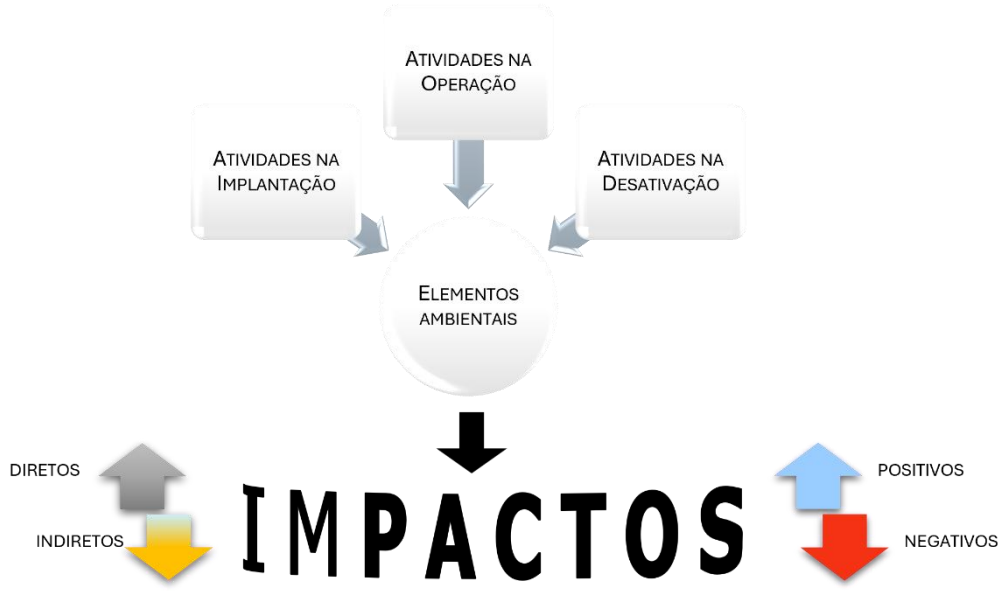
- Atributo: critério utilizado para quantificar uma interação: atividade X elemento ambiental.

7.2.2 METODOLOGIA

A metodologia aqui apresentada foi desenvolvida buscando a melhor forma de identificação e avaliação de impactos ambientais decorrentes do empreendimento, nas etapas de implantação, operação e desativação, considerando sempre a relação causa/efeito.

Foi estabelecido um método baseado nos estudos de Conesa (1997), que derivam da Matriz de Leopold (1971) e do Método Batelle-Columbus (1974). Ambos consideram a discussão interdisciplinar das ações do empreendimento e do diagnóstico ambiental das áreas de influência, e procuram identificar e classificar os impactos, utilizando como instrumento básico uma matriz de interação. Nesta matriz, são usualmente listadas as ações do empreendimento por etapa de ocorrência (atividades de implantação, operação e desativação; todavia, para o presente estudo, em virtude de o empreendimento encontrar-se em execução, considerou-se somente as atividades de operação e desativação), que poderão impactar os diversos elementos ambientais.

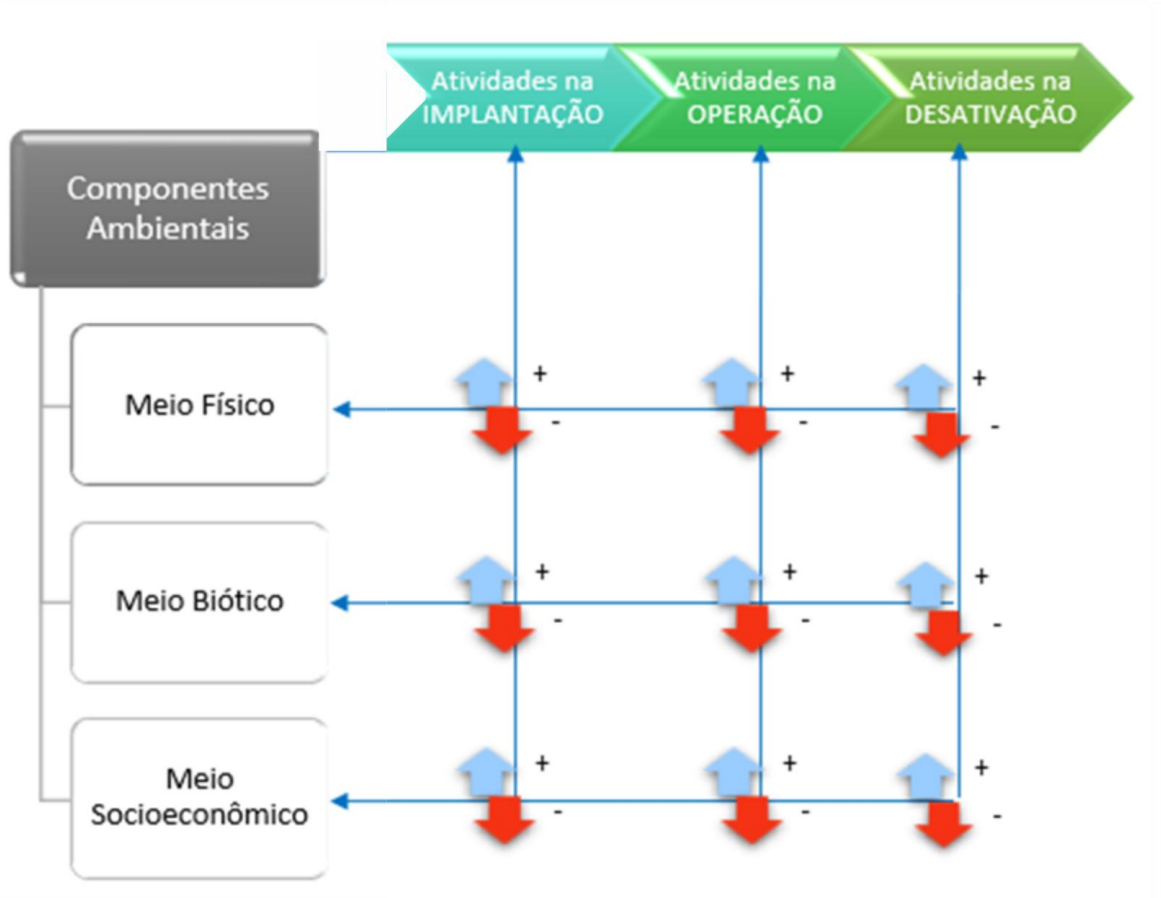
Figura 7.2-2 - Elementos utilizados na avaliação de impactos ambientais.



Assim, primeiramente relacionaram-se as atividades referentes às distintas etapas do empreendimento: planejamento, implantação, operação e desativação, com os diferentes elementos ambientais, que para melhor visualização foram agrupados segundo os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico, elaborando-se assim, a matriz de interação, a qual permitiu avaliar qualitativamente as interações (atividades X elementos ambientais), que serviram de base para se determinar a magnitude e a importância de cada impacto ambiental.

A partir das Matrizes, se mensurou a magnitude e a importância dos impactos, relacionando-se as atividades de planejamento, implantação, operação e desativação, respectivamente, aos atributos avaliados, atribuindo-se a cada interação (atributos versus elemento ambiental) os pesos: 1, 2 ou 4. A proposição de uma pequena faixa de valores tem como objetivo não superestimar um impacto ou subestimar outro, além de permitir minimizar a subjetividade do método.

Figura 7.2-3 - Interação dos elementos: atividades versus componentes ambientais; nas diversas etapas da Atividade de Tratamento de Resíduos Sólidos.



Cada uma dessas interações foi avaliada considerando os impactos resultantes, quanto aos seguintes atributos: intensidade, efeito, abrangência, temporalidade, duração, reversibilidade e natureza. A magnitude e a importância são dadas pela interação desses atributos, descritos no quadro abaixo.

Quadro 7.2-1 - Interação dos atributos para avaliação de impacto para a atividade do Projeto CTR Metropolitana.

ATRIBUTO	VALORAÇÃO	DEFINIÇÃO
Intensidade	**I**	**Refere-se ao grau de incidência da ação sobre o elemento ambiental.**
Baixa	1	Quando a alteração do elemento ambiental for inexpressiva
Média	2	Quando a alteração é verificável, sem descaracterizar o elemento ambiental considerado.
Alta	4	Quando a alteração for verificável, havendo uma descaracterização do elemento ambiental considerado, caracterizando perdas e/ou ganhos na qualidade ambiental.
Efeito	**E**	**Forma de manifestação de uma atividade de planejamento implantação e operação, de um empreendimento (ação) sobre um elemento ambiental**
Indireto	1	A repercussão de uma ação não é consequência direta desta.
Direto	4	A repercussão de uma ação é consequência direta desta.
Abrangência	**A**	**Refere-se à área de influência que o impacto atinge**
Pontual	1	Quando os efeitos se fazem sentir apenas no próprio local onde se deu a ação e suas imediações (ADA).
Local	2	Quando os efeitos se propagam por uma área além das imediações do local onde se deu a ação (AID).
Regional	4	Quando os efeitos extrapolam a AII do empreendimento, não tendo limites geográficos para seus efeitos.
Temporalidade	**T**	**É o tempo decorrido entre a ação e sua manifestação sobre o meio considerado.**
Longo prazo	1	Quando à relação ação/impacto acontece de maneira gradativa e requer longo período para se configurar (prazo de manifestação > 5 anos).
Médio prazo	2	Quando decorre certo período para ação gerar efeitos (>1 e <5 anos).
Imediato	4	Quando à ação surte efeito no instante em que ocorre ou a sua manifestação é inferior a um ano.
Duração	**D**	**Refere-se ao tempo que, supostamente, o efeito permanecerá.**
Temporário curto	1	Quando imediatamente depois de terminada a ação, há neutralização do impacto por ela gerado.
Temporário longo	2	Quando os efeitos permanecem por longo período de tempo após a conclusão da ação que os gerou.
Permanente	4	Quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar em um horizonte temporal conhecido.
Reversibilidade	**R**	**Quando é possível reverter a tendência, levando-se em conta a aplicação de medidas para reparação do mesmo, ou a suspensão da atividade geradora.**
Reversível	1	Quando, cessada a origem ou controlado o impacto, o meio impactado pode voltar a sua condição original.
Irreversível	4	Quando, cessada a origem ou controlado o impacto, o meio impactado não mais retorna à sua condição original.
Natureza	**N**	**Quanto ao tipo de benefício para um determinado fator ambiental**
Positiva	+1	Quando o impacto é benéfico, ou seja, quando uma ação resulta numa melhoria da qualidade ambiental.
Negativa	-1	Quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.

A importância do impacto é dada pela somatória de todos os critérios relacionados, atribuindo-se pesos aqueles considerados mais significantes, assim a importância é dada pela equação:

$$I = (3I+E+2A+T+2D+R) * N$$

A importância foi expressa como alta, média ou baixa de acordo com as faixas de valores encontrados:

CLASSIFICAÇÃO DA IMPORTÂNCIA	INTERVALO
Baixa	≤ ±18
Média	≥ ±19 a ±24
Alta	≥ ± 25 a ±40

A magnitude foi dada pela somatória da intensidade, abrangência e da reversibilidade e multiplicada pela natureza, podendo ser classificada como: baixa, média ou alta, segundo os intervalos:

$$M= (I+ A+R) * N$$

CLASSIFICAÇÃO DA MAGNITUDE	INTERVALO
Baixa	± 3 a ±5
Média	± 6 a ±8
Alta	± 9 a ± 12

Assim, com base nas Matrizes de Avaliação de Impactos Ambientais para cada uma das etapas da atividade prevista para a CTR Metropolitana foi avaliada a viabilidade ambiental, sendo a avaliação de impacto utilizada também para definição das medidas de controle ambiental, os quais são apresentados nesse EIA/RIMA na forma de diretrizes gerais.

Os impactos foram identificados e descritos, segundo o grau de detalhamento e abrangência, necessários para o tratamento adequado da área temática em foco, em conformidade com o estabelecido nos documentos técnicos de referência, com as notas técnicas do Órgão Ambiental e com as necessidades do estudo. Durante toda essa avaliação, buscou-se relacionar as condições atuais de uso do solo na ADA e seu entorno em relação ao Projeto nas fases de implantação, operação e desativação.

7.2.3 RESULTADOS DAS ANÁLISES

7.2.3.1 INTERAÇÃO E VALORAÇÃO GERAL DOS ELEMENTOS DE ANÁLISE

Os impactos foram resumidos na Matriz de Interação de Impactos (Anexo IV), a qual propiciou a visualização das relações entre as principais ações impactantes associadas às diversas etapas do empreendimento e os impactos previstos nos diversos parâmetros ambientais constituintes dos meios físico, biótico e socioeconômico.

As valorações dos atributos para a avaliação dos impactos associados ao empreendimento são apresentadas na Matriz de Avaliação dos impactos Ambientais (Anexo IV), considerando: etapa de implantação; etapa de operação e etapa de desativação; cujas análises são apresentadas nos subitens: Meio Físico, Meio Biótico e Meio Socioeconômico deste capítulo.

7.2.3.2 ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO

7.2.3.2.1 Considerações Gerais

As atividades gerenciamento de resíduos sólidos interagem com o meio ambiente nas diversas etapas do empreendimento: implantação, operação e desativação, as quais podem causar impactos ambientais. A observação do comportamento destes processos, frente às atividades operacionais do Projeto CTR Metropolitana leva a alterações potenciais no meio físico, sejam eles no Ar, na Água e no Solo.

7.2.3.2.2 Fase de Implantação

Durante a fase de implantação foram identificados sete diferentes impactos sobre o meio físico e tais impactos podem interferir nas diferentes matrizes ambientais: água, ar e solo. Os impactos no ar estão relacionados a emissão de poluentes atmosféricos. Nos recursos hídricos, os impactos poderão ocorrer tanto nos aspectos quanti-qualitativos como na interferência de fases do ciclo hidrológico e hidrogeológico. No solo os impactos podem ser observados em alterações nas propriedades do solo, na topografia local, nos processos erosivos e vibração.

As atividades inerentes durante as etapas do projeto interagem com o meio físico produzindo alterações no ambiente, as quais podem ser denominadas de impactos ambientais. A observação do comportamento desses processos frente às diversas etapas da obra, levam principalmente as seguintes alterações potenciais no meio físico:

- Alteração da qualidade do ar;
- Alteração dos níveis de ruídos e vibração;
- Alteração da disponibilidade hídrica;
- Alteração da qualidade das águas superficiais e nascentes;
- Alteração da qualidade das águas subterrâneas;
- Alteração das propriedades do solo;
- Alteração de processos erosivos.

Cada uma destas alterações tem potencial de ocorrência no curto, médio e longo prazo. Desse modo, será feita uma abordagem das principais alterações ambientais relacionadas a instalação da CTR Metropolitana a partir dos Componentes Ambientais de cada meio, conforme as Matrizes de Identificação e de Interação dos Impactos Ambientais e de Avaliação dos Impactos Ambientais.

7.2.3.2.2.1 Alteração da Qualidade do Ar

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de implantação, os seguintes aspectos ou atividades, a citar:

- Supressão e/ou limpeza de área;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Melhorias de acessos;
- Terraplenagem, escavação e etc;
- Remoção de resíduos dispersos na ADA e sua transporte para célula de confinamento;

A retirada da cobertura vegetal e a movimentação de terras pode promover a suspensão de partículas de solo, cuja intensidade vai ser função das características do solo e das condições climáticas e meteorológicas.

A utilização de veículos e equipamentos, assim como o uso dos geradores (temporário), será responsável pela emissão dos gases CO_2, CO, NO_x e SO_x resultante da queima de combustível fóssil. Durante a movimentação de veículos e maquinários na fase de

implantação, o impacto mais relevante que ocorrerá será a geração de material particulado.

A alteração da qualidade do ar foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, abrangência local, temporalidade imediata, duração temporário longo, reversível e de natureza negativa, sendo de magnitude média e de importância alta.

Quadro 7.2-2 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: qualidade do ar; na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	Durante a implantação haverá atividades intensas de supressão vegetal, movimentação de solo, tráfego de veículos pesados e operação de máquinas que emitem material particulado e gases (CO, NOx, SOx), o que pode comprometer a qualidade do ar local de forma significativa.
Efeito	Direto	4	Trata-se de um impacto direto pois a emissão de materiais particulados ocorre diretamente das atividades que serão desenvolvidas na área.
Abrangência	Local	2	A dispersão dos poluentes deve se propagar além da ADA, alcançando a AID.
Temporalidade	Imediato	4	O impacto é imediato na medida em que está diretamente vinculado à ação geradora. A dispersão desses poluentes está relacionada as condições climáticas locais.
Duração	Temporário longo	2	Os efeitos sobre a qualidade do ar persistem enquanto durarem as atividades de implantação, que podem se estender por um período longo
Reversibilidade	Reversível	1	O impacto é reversível já que ao final da fase de implantação, com a paralisação das fontes geradoras, as condições naturais voltarão a um

Caracterização do Impacto			
			equilíbrio próximo ao início antes da obra. Desta forma, o ar possivelmente apresentará níveis de poluentes próximos aos anteriores à implantação do empreendimento.
Natureza	Negativa	-1	O impacto é negativo, uma vez que, afeta a qualidade de vida e a saúde da fauna e da população.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-29)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a qualidade do ar, durante a etapa de implantação, será implantado o Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Controle e Monitoramento de Odores.

7.2.3.2.2.2 Alteração dos Níveis de Ruídos e Vibração

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de implantação, as seguintes atividades, a citar:

- Supressão e/ou limpeza de área;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Instalação elétrica (provisória – grupo gerador);
- Obras civis gerais;
- Melhorias de acessos;
- Terraplenagem, escavação e etc;

Os ruídos gerados pelo empreendimento provêm tanto de fontes móveis (veículos e máquinas) quanto de fontes fixas (implantação das estruturas administrativas),

destacando-se nesse cenário a movimentação de equipamentos de terraplenagem, compactação e etc.

A intensidade dos impactos causados por ruídos de um empreendimento dependerá não somente dos níveis de pressão sonora e liberação de energia, gerados nas fontes, mas também da distância entre os pontos de geração e recepção e das condições de atenuação existentes no percurso.

Quanto a alteração do nível de ruído foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, de abrangência local, de temporalidade imediata, duração temporário curto, reversível e de natureza negativa, resultando em um impacto de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-3 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre os elementos: ruído e vibração; na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	O uso de máquinas pesadas, veículos e equipamentos de supressão vegetal e movimentação de terra gera ruídos contínuos que alteram sensivelmente as condições sonoras da área.
Efeito	Direto	4	Trata-se de um impacto direto pois a emissão de ruídos ocorrerá devido as atividades desenvolvidas na área.
Abrangência	Local	2	Os ruídos gerados na área do projeto devem se propagar na AID. Sendo assim deve-se monitorar os ruídos para quantificar a energia liberada, principalmente durante o processo de movimentação de máquinas.
Temporalidade	Imediata	4	O impacto é imediato na medida em que está diretamente vinculado à utilização de maquinários e aumento do fluxo de veículos.

Caracterização do Impacto			
Duração	Temporário Curto	1	O impacto é qualificado como temporário curto, pois assim que as atividades de implantação cessarem, as emissões de ruído cessarão.
Reversibilidade	Reversível	1	O impacto é reversível já que ao final da fase de implantação do projeto, com a paralisação das fontes geradoras, as condições naturais voltarão a um equilíbrio próximo ao pré-existente quanto aos ruídos e vibração.
Natureza	Negativa	-1	O impacto é negativo uma vez que afeta a qualidade de vida e a saúde da fauna e da população.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a ruído e a vibração, durante a etapa de implantação, serão implantados o Programa de Controle e Monitoramento de Ruídos e Plano Ambiental de Construção.

7.2.3.2.2.3 Alteração da Disponibilidade Hídrica

A análise sobre o impacto potencial associado a este elemento ambiental considera, durante a etapa de implantação, as seguintes atividades, a citar:

- Supressão e/ou limpeza de área;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Implantação de Sistema de drenagem pluvial (provisório).

A alteração da disponibilidade hídrica identificada como impacto potencial da atividade está intimamente ligada a alteração da dinâmica hídrica, uma vez que, a supressão

vegetal e/ou limpeza de área na fase de implantação, tais como a infiltração e o escoamento superficial.

A retirada da vegetação e/ou limpeza de área acelera o escoamento superficial e reduz a infiltração da água do solo e como consequência terá menor taxa de recarga de aquífero, contribuindo assim para a redução gradativa de água subterrânea nos aquíferos locais. Por outro lado, a aceleração do escoamento superficial em detrimento da infiltração provoca um aumento de disponibilidade de água superficial ainda que pontual.

Todavia, a implantação do sistema de drenagem pluvial provisório constitui uma medida positiva no contexto da fase de implantação do Projeto CTR Metropolitana, uma vez que contribui para o manejo adequado das águas pluviais na área de intervenção. Essa estrutura tem como função controlar o escoamento superficial gerado durante as atividades de supressão vegetal e movimentação de solo, reduzindo riscos de alagamentos, erosão e carreamento de sedimentos para corpos hídricos adjacentes.

Quanto a alteração da disponibilidade hídrica foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, de abrangência local, temporalidade imediato, duração temporário longo, reversível e de natureza negativa, resultando em um impacto de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-4 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento disponibilidade hídrica na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	A supressão vegetal e a compactação do solo reduzem a infiltração de água, podendo alterar o balanço hídrico local e reduzir a recarga de aquíferos.
Efeito	Direto	4	A alteração decorre diretamente das atividades físicas do projeto, como terraplenagem, impermeabilização e drenagem.
Abrangência	Local	2	A alteração na disponibilidade hídrica deve se manifestar até a AID (Área de Interferência Direta).
Temporalidade	Imediato	4	As alterações na disponibilidade hídrica decorrentes das atividades de implantação devem ocorrer de imediato, levando-se em conta a mudança nas taxas de infiltração no solo e escoamento superficial com a retirada da vegetação.
Duração	Temporário Longo	2	Os efeitos podem perdurar durante toda a fase de implantação, com potencial para impactos prolongados.
Reversibilidade	Reversível	1	Com a recuperação da vegetação e uso de técnicas de manejo hídrico, é possível restabelecer parcialmente o balanço hídrico.
Natureza	Negativa	-1	O impacto é negativo uma vez que altera a infiltração e o escoamento superficial.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-7)

Caracterização do Impacto	
Importância	Alta (-29)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre os recursos hídricos em relação a disponibilidade hídrica, durante a etapa de implantação, será implantado o Plano de Gestão de Recursos Hídricos; Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes e Plano Ambiental de Construção.

7.2.3.2.2.4 Alteração da Qualidade das Águas Superficiais e Nascentes

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de implantação, as seguintes atividades, a citar:

- Supressão de vegetação, limpeza e preparo do terreno;
- Terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo;

A supressão da vegetação, juntamente com as atividades de limpeza e preparo do terreno, tende a impactar negativamente a qualidade das águas superficiais e nascentes localizadas na área de influência direta do empreendimento. A retirada da cobertura vegetal reduz a proteção natural do solo contra a ação das chuvas, favorecendo o aumento do escoamento superficial e o transporte de partículas sólidas para os corpos hídricos próximos. Esse processo pode resultar em aumento da turbidez da água, assoreamento de cursos d'água e degradação da qualidade ambiental de nascentes situadas a jusante da área de intervenção. Embora não envolva uso direto de substâncias químicas, essa etapa representa um fator de risco ambiental relevante, especialmente em terrenos com declividade acentuada.

As atividades de terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo ampliam significativamente esse potencial de impacto, devido à exposição intensiva de superfícies desnudas e à alteração das condições naturais de drenagem. A movimentação de grandes volumes de terra pode obstruir canais naturais de escoamento e provocar a formação de voçorocas e ravinas, aumentando o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos superficiais. Além disso, a compactação

excessiva do solo pode dificultar a infiltração da água e concentrar o fluxo superficial em determinados pontos, elevando os riscos de erosão e a carga de sólidos em suspensão nos cursos d'água. Sem a devida adoção de práticas de controle, como bacias de contenção e barreiras físicas provisórias, há potencial de degradação temporária da qualidade das águas e prejuízo à integridade ecológica de nascentes sensíveis presentes na área.

Em relação aos impactos positivos da fase de instalação, deve-se levar em consideração que a instalação dos sistemas de drenagem e impermeabilização no fundo e nos taludes laterais no maciço de resíduos, protegendo, assim, a qualidade dos corpos hídricos

Na qual a alteração na qualidade das águas superficiais foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, abrangência local, temporalidade imediato, duração temporário curto, reversível e de natureza negativa, sendo, pois de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-5 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: água superficial e nascentes; na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	O impacto é de intensidade alta e está relacionado as atividades que gerem movimentação de solo e resíduos. A movimentação de solo e a retirada da vegetação podem aumentar a carga de sedimentos e a turbidez das águas superficiais.
Efeito	Direto	4	O efeito é direto, pois as atividades que gerem movimentação de solo e de resíduos estão diretamente ligadas as atividades necessárias para instalação do empreendimento.
Abrangência	Local	2	A abrangência é local, pois a alteração da água superficial e nascente pode se estender ao longo da AID.
Temporalidade	Imediato	4	A temporalidade é imediata, pois assim que os sedimentos forem carreados aos corpos hídricos poderá ocorrer a alteração da qualidade desses de imediato, ou em tempo inferior a um ano, devido sua proximidade
Duração	Temporário Curto	1	A duração do impacto após o encerramento das atividades poderá ser temporária curta, dependendo das características hidráulicas do corpo hídrico, assim como da intensidade da modificação que eventualmente ocorrerá na qualidade das águas.
Reversibilidade	Reversível	1	O impacto é considerado reversível, pois após cessada as alterações o corpo hídrico tem potencial para reestabelecer o equilíbrio pré-

Caracterização do Impacto			
			existente, retornando as condições próximas ao original.
Natureza	Negativa	-1	A natureza é negativa, pois afeta a biota aquática, a qualidade da água e consequentemente os usuários deste bem.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a qualidade das águas superficiais, durante a etapa de implantação, serão implantados o Plano de Gestão de Recursos Hídricos; Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes; Plano Ambiental de Construção; Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Lixiviado; Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e o Programa de Monitoramento de Fauna Silvestre e Biota Aquática.

7.2.3.2.2.5 Alteração da Qualidade das Águas Subterrâneas

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de implantação, as seguintes atividades, a citar:

- Supressão de vegetação, limpeza e preparo do terreno;
- Terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo;
- Instalação elétrica (provisória – grupo gerador);
- Instalação de sistema de drenagem e impermeabilização no fundo e nos taludes laterais no maciço de resíduos.

As atividades iniciais de supressão da vegetação, limpeza e preparo do terreno para implantação do CTR podem representar um risco potencial à qualidade das águas subterrâneas. A remoção da cobertura vegetal deixa o solo mais exposto ao

intemperismo, podendo facilitar o carreamento de compostos orgânicos ou inorgânicos para os horizontes inferiores do solo, especialmente em áreas com lençol freático mais superficial. Embora essa etapa não envolva diretamente o uso de substâncias contaminantes, o distúrbio físico do solo pode aumentar sua vulnerabilidade à percolação de poluentes, caso ocorra derramamento acidental de combustíveis ou óleos durante a execução das atividades.

Durante a execução de serviços de terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo, há maior risco de contaminação difusa das águas subterrâneas, sobretudo em virtude do uso de máquinas pesadas que operam com combustíveis e lubrificantes. Caso não sejam adotadas medidas adequadas de contenção e manutenção preventiva dos equipamentos, pode haver infiltração de derivados de petróleo por derrames acidentais, afetando negativamente a qualidade do aquífero. Além disso, essas atividades podem alterar as características físico-químicas do solo, reduzindo sua capacidade natural de filtração e proteção dos recursos subterrâneos.

Por outro lado, a instalação do sistema de drenagem e da camada de impermeabilização no fundo e nos taludes laterais do maciço de resíduos representa uma medida essencial de controle ambiental, com efeito positivo sobre a qualidade das águas subterrâneas. Essas estruturas têm como finalidade evitar a infiltração de águas pluviais e impedir o percolamento de líquidos contaminados, como eventuais efluentes lixiviados, para o subsolo. A impermeabilização com materiais geossintéticos e o direcionamento das águas por meio de drenos estruturados aumentam significativamente a segurança hidrogeológica do empreendimento, atuando preventivamente contra a contaminação do aquífero local e contribuindo para a conservação da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos da região.

Na qual a alteração na qualidade das águas superficiais foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, abrangência local, temporalidade imediato, duração temporário longo, reversível e de natureza negativa, sendo, pois de magnitude média e importância alta

Quadro 7.2-6 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: água subterrânea; na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	O impacto é de intensidade alta e está relacionado as atividades no solo durante a instalação e construção das estruturas e bases de apoio, pois podem interferir na qualidade da água subterrânea
Efeito	Direto	4	O efeito é direto, pois as atividades que gerem movimentação de solo estão diretamente ligadas as atividades necessárias para instalação do empreendimento.
Abrangência	Local	2	A abrangência é local, pois a alteração da água subterrânea pode se estender ao longo da AID.
Temporalidade	Imediato	4	O impacto pode ocorrer desde o início das intervenções, especialmente em caso de vazamentos ou infiltração de águas contaminadas.
Duração	Temporário Longo	2	A duração do impacto após o encerramento das atividades poderá ser temporária longo, dependendo das características hidráulicas do aquífero, assim como da intensidade da modificação que eventualmente ocorrerá na qualidade das águas.
Reversibilidade	Reversível	1	Com a suspensão da atividade a qualidade das águas subterrâneas poderão voltar as condições próximas do original.
Natureza	Negativa	-1	A natureza é negativa, pois afeta a qualidade da água e consequentemente os usuários deste bem.
Avaliação do Impacto			

Caracterização do Impacto	
Magnitude	Média (-7)
Importância	Alta (-29)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a qualidade das águas subterrâneas, durante a etapa de implantação, serão implantados o Plano de Gestão de Recursos Hídricos; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes; Plano Ambiental de Construção; Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Lixiviado e Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

7.2.3.2.2.6 Alteração das Propriedades do Solo

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de implantação, as seguintes atividades, a seguir:

- Supressão e/ou limpeza de área;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Instalação elétrica (provisória – grupo gerador);
- Obras civis gerais;
- Terraplenagem, escavação e etc;

Durante a fase de implantação da planta e toda a sua infraestrutura de apoio, as atividades listadas acima podem impactar negativamente o solo no que diz respeito a sua qualidade (propriedades físicas, químicas e biológicas).

A implantação de canteiro de obras e a construção de infraestrutura geral deverão causar impacto sobre o solo devido essas atividades serem executadas diretamente na superfície. São atividades como a supressão vegetal e/ou limpeza de área e a terraplanagem que têm a capacidade de interferir nas propriedades do solo, pois pode ocorrer a redução ou a remoção do material biológico e elementos químicos do solo, além das alterações nas propriedades físicas, tal como a condutividade hidráulica.

A alteração das condições e propriedades do solo foram classificadas como de intensidade alta, efeito direto, de abrangência pontual, médio prazo, de duração temporário longo, reversível e negativo, considerado assim de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-7 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: solo; na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	O impacto é de intensidade alta, pois a retirada da vegetação e/ou limpeza de área, o melhoramento dos acessos, podem acelerar a alteração das condições e propriedades do solo.
Efeito	Direto	4	O efeito está diretamente relacionado as atividades de implantação do projeto CTR Metropolitana.
Abrangência	Pontual	1	O impacto referente aos processos erosivos atinge apenas a área diretamente afetada (ADA).
Temporalidade	Médio Prazo	2	As alterações se consolidam ao longo da execução das obras. A manifestação pode ocorrer em médio prazo.
Duração	Temporário longo	2	Os efeitos persistem durante a fase de implantação e até a possível recuperação ou recondicionamento do solo.
Reversibilidade	Reversível	1	É reversível, pois passadas as medidas corretivas, o processo pode voltar.
Natureza	Negativa	-1	Pode causar feições erosivas e assoreamento de corpos hídricos.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-6)

Caracterização do Impacto	
Importância	Alta (-25)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a propriedades do solo, durante a etapa de implantação, serão implantados o Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Monitoramento Geotécnico; Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Plano Ambiental de Construção e Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes.

7.2.3.2.2.7 Alteração dos Processos Erosivos

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de implantação, as seguintes atividades, a citar:

- Supressão e/ou limpeza de área;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Melhorias de acessos;

Durante a implantação, a alteração de processos erosivos pode ser observada, especialmente, com a retirada da vegetação em que o solo fica exposto, deixando-o suscetíveis as ações de chuvas. Assim, a supressão da vegetação e a movimentação de veículos e equipamentos são as atividades com potencial de causar processos erosivos.

Dessa forma, a intensidade desse impacto é considerada alta, efeito direto, de abrangência pontual, imediato, de duração temporário curto, reversível e negativo, considerado assim de média magnitude e alta importância.

Quadro 7.2-8 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: processos erosivos; na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	A exposição do solo, remoção da vegetação e movimentação de terra aumentam

Caracterização do Impacto			
			significativamente o risco de erosão laminar e em sulcos, podendo gerar processos acelerados.
Efeito	Direto	4	O efeito está diretamente relacionado as atividades de implantação do Projeto CTR Metropolitana.
Abrangência	Pontual	1	O impacto referente aos processos erosivos atinge apenas a Área Diretamente Afetada (ADA).
Temporalidade	Imediato	4	Ocorre rapidamente após chuvas, especialmente quando o solo se encontra exposto e desprotegido.
Duração	Temporário Curto	1	O impacto pode ser controlado com medidas imediatas como revegetação, bacias de contenção e contenção superficial.
Reversibilidade	Reversível	1	Com o controle de drenagem, estabilização do solo e replantio, os processos erosivos podem ser interrompidos e revertidos.
Natureza	Negativa	-1	A intensificação da erosão compromete a estabilidade do solo e pode afetar corpos hídricos, sendo um impacto ambiental negativo.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-4)
Importância			Alta (-25)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre os processos erosivos, durante a etapa de implantação, serão implantados o Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Monitoramento Geotécnico; Plano

Ambiental de Construção; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes e o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

7.2.3.2.3 Fase de Operação

Na fase de operação do Projeto CTR Metropolitana, os impactos observados são similares à etapa de implantação.

7.2.3.2.3.1 Alteração da Qualidade do Ar

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de operação, as seguintes atividades, a citar:

- Transporte de Equipamentos, Insumos e Pessoal;
- Circulação dos caminhões e carretas transportadoras de resíduos;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Sistema de gerenciamento de Biogás;

A qualidade do ar na área de influência do empreendimento será afetada pelo aumento da carga de poluentes introduzidos ou que terão sua concentração aumentada em decorrência da operação do empreendimento, considerando-se as atividades a serem desenvolvidas, que inclui principalmente transporte e movimentação de veículos e maquinários.

Durante a operação, haverá fluxo de veículos associados às atividades de transporte de resíduos sólidos, materiais, produtos e insumos, e de circulação de veículos particulares. Consequentemente, ocorrerá a emissão de poluentes atmosféricos, provenientes da queima de combustíveis fósseis pelos veículos.

Os principais mecanismos de emissão estão relacionados à ressuspensão de materiais particulados depositados sobre superfícies expostas, ocasionada pelo trânsito de veículos em vias não pavimentadas ou pela ação dos ventos, assim como pela queima de combustíveis fósseis em fontes móveis. Essa propagação deve receber maiores cuidados no período de menor precipitação pluviométrica.

Contudo, a instalação do sistema de gerenciamento de biogás será benéfica para a qualidade do ar, pois não haverá o lançamento direto desses gases na atmosfera. Esse

sistema atua na captação e no controle das emissões de gases gerados pela decomposição orgânica no interior do maciço, especialmente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), contribuindo diretamente para a redução de odores desagradáveis e da liberação de gases de efeito estufa na atmosfera. Além de promover melhorias na qualidade do ar local, a queima ou aproveitamento energético do biogás captado pode gerar benefícios ambientais adicionais, reforçando o compromisso do empreendimento com práticas sustentáveis e com o atendimento às exigências ambientais aplicáveis.

A alteração da qualidade do ar foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, abrangência local, temporalidade imediata, duração temporário longo, reversível e de natureza negativa, sendo, pois de magnitude média e de importância alta.

Quadro 7.2-9 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: qualidade do ar; na etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	Sua intensidade é alta e está relacionada a emissão de gases e materiais particulados principalmente nos períodos de menor precipitação pluviométrica e pela intensa movimentação de veículos.
Efeito	Direto	4	Trata-se de um impacto direto pois a emissão de materiais particulados ocorre diretamente das atividades que serão desenvolvidas na área durante a operação.
Abrangência	Local	2	A dispersão dos poluentes deve se propagar até a AID.
Temporalidade	Imediato	4	Os efeitos são percebidos assim que se iniciam as operações regulares do CTR.
Duração	Temporário longo	2	A alteração persiste durante toda a fase operacional, cessando ao fim das atividades.

Caracterização do Impacto			
Reversibilidade	Reversível	1	Com controle de emissões, cobertura do maciço e monitoramento, é possível mitigar os efeitos e restaurar parcialmente a qualidade do ar.
Natureza	Negativa	-1	O impacto é negativo, uma vez que, afeta a qualidade de vida e a saúde da fauna e da população.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-29)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a qualidade do ar, durante a etapa de operação, será implantado o Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Controle e Monitoramento de Odores.

7.2.3.2.3.2 Alteração dos Níveis de Ruídos e Vibração

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de operação, as seguintes atividades, a citar:

- Transporte de Equipamentos, Insumos e Pessoal;
- Circulação dos caminhões e carretas transportadoras de resíduos;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Recepção e descarregamento de resíduos na frente de serviço.

Na fase de operação haverá fluxos veiculares alterando níveis de pressão sonora. No entanto, o projeto prevê a adoção de medidas que visem a qualidade ambiental, evitando velocidades altas, como também o uso de buzinas e placas de sinalização de trânsito.

As atividades possibilitarão a alteração dos níveis de pressão sonora e vibração, que estão associadas à operação de máquinas, veículos e equipamentos. O incremento nos níveis de ocorrerá de maneira dispersa, na área do empreendimento, por meio de fontes fixas.

Quanto a alteração do nível de ruído e vibração foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, de abrangência local, de temporalidade imediata, duração temporário curto, reversível e de natureza negativa, resultando em um impacto de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-10 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre os elementos: ruído e vibração; na etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	A operação contínua de equipamentos e circulação de caminhões para descarga de resíduos podem gerar níveis sonoros elevados.
Efeito	Direto	4	Trata-se de um impacto direto pois a emissão de ruídos e vibração ocorrerá devido as atividades desenvolvidas na área.
Abrangência	Local	2	Os ruídos e vibrações gerados na área do projeto devem se propagar na AID. Sendo assim deve-se monitorar os ruídos para quantificar a energia liberada, principalmente durante o processo de movimentação de veículos e/ou maquinários.
Temporalidade	Imediata	4	O impacto é imediato na medida em que está diretamente vinculado à utilização de máquinas na operação da CTR Metropolitana.
Duração	Temporário Curto	1	O impacto é qualificado como temporário curto pois assim que as atividades de operação encerrarem, as emissões de ruído e vibração cessarão.
Reversibilidade	Reversível	1	O impacto é reversível, já que ao final da fase de operação da CTR Metropolitana, com a paralisação das fontes geradoras, as condições naturais voltarão a um equilíbrio próximo ao pré-existente quanto aos ruídos.
Natureza	Negativa	-1	O impacto é negativo uma vez que afeta a qualidade de vida e a saúde da fauna e dos homens.
Avaliação do Impacto			

Caracterização do Impacto	
Magnitude	Média (-7)
Importância	Alta (-27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a ruído e a vibração, durante a etapa de operação, serão implantados o Programa de Controle e Monitoramento de Ruídos.

7.2.3.2.3.3 Alteração da Disponibilidade Hídrica

A análise sobre o impacto potencial associado a este elemento ambiental considera, durante a etapa de operação, as seguintes atividades, a citar:

- Espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura de resíduos;
- Umectação de vias (efluentes tratados - ETL);
- Sistema de drenagem pluvial.

Na fase de operação do Projeto CTR Metropolitana, a alteração da disponibilidade hídrica pode ocorrer em função de diferentes atividades, com destaque para os serviços rotineiros de espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura dos resíduos dispostos no maciço. A compactação em especial pode afetar a recarga dos aquíferos subterrâneos. Ao promover o adensamento do material depositado, a compactação contribui para a redução da permeabilidade superficial e sub-superficial da área ocupada, o que diminui a infiltração da água da chuva no solo e, consequentemente, limita a recarga natural dos aquíferos.

Por outro lado, a implantação e operação do sistema de drenagem pluvial configuram-se como um aspecto positivo no contexto da gestão hídrica do empreendimento. Esse sistema é projetado para coletar, conduzir e destinar adequadamente as águas pluviais, evitando sua infiltração no maciço de resíduos e o consequente aumento na geração de lixiviado. Além disso, o correto manejo das águas de chuva contribui para a manutenção do balanço hídrico da área e minimiza os riscos de alagamentos, erosões e contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Com isso, o sistema de drenagem

pluvial atua como um mecanismo de proteção tanto da estrutura física do aterro quanto dos recursos hídricos locais.

Quanto a alteração da disponibilidade hídrica foi avaliada como um impacto de intensidade média, efeito direto, de abrangência local, temporalidade médio prazo, duração temporário longo, reversível e de natureza negativa, resultando em um impacto de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-11 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento disponibilidade hídrica na etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	O aterro pode alterar o balanço hídrico local por meio da impermeabilização do solo e da canalização da drenagem superficial.
Efeito	Direto	4	A alteração é resultado direto da ocupação do solo e das estruturas de drenagem e impermeabilização.
Abrangência	Local	2	A alteração na disponibilidade hídrica deve se manifestar até a AID (Área de Interferência Direta).
Temporalidade	Médio prazo	2	Os efeitos se consolidam progressivamente ao longo da operação.
Duração	Temporário Longo	2	O impacto perdura enquanto houver operação e impermeabilização ativa.
Reversibilidade	Reversível	1	Com o uso de técnicas de manejo hídrico, é possível restabelecer parcialmente o balanço hídrico.
Natureza	Negativa	-1	O impacto é negativo uma vez que altera a infiltração e o escoamento superficial.
Avaliação do Impacto			

Caracterização do Impacto	
Magnitude	Baixa (-5)
Importância	Média (-21)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre os recursos hídricos em relação a disponibilidade hídrica, durante a etapa de operação, será implantado o Plano de Gestão de Recursos Hídricos; Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes.

7.2.3.2.3.4 Alteração da Qualidade das Águas Superficiais e Nascentes

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de operação, as seguintes atividades, a citar:

- Recepção e descarregamento de resíduos na frente de serviço;
- Cobertura temporária;
- Espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura de resíduos;
- Sistema de gerenciamento de efluentes líquidos.

Durante a etapa de operação do aterro sanitário, diversas atividades podem interferir na qualidade das águas superficiais e nascentes situadas nas imediações da área do empreendimento. A recepção e o descarregamento de resíduos na frente de serviço, aliados ao espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura, representam etapas críticas, pode favorecer a geração de lixiviado, o qual, se não adequadamente contido e tratado, pode alcançar corpos hídricos superficiais, alterando seus parâmetros físico-químicos e biológicos.

No entanto, a cobertura temporária dos resíduos realizada durante a fase de operação do aterro sanitário configura-se como uma medida positiva para a proteção dos corpos hídricos superficiais. Ao limitar o contato direto da água da chuva com os resíduos recém-dispostos, essa prática reduz significativamente a geração de lixiviado, um dos principais vetores de contaminação de cursos d’água.

Na qual a alteração na qualidade das águas superficiais foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, abrangência local, temporalidade imediato, duração temporário curto, reversível e de natureza negativa, sendo, pois de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-12 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: água superficial e nascentes; na etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	A operação do aterro implica risco de contaminação hídrica por escoamento superficial e eventuais falhas no sistema de drenagem e contenção de lixiviado.
Efeito	Direto	4	A alteração na qualidade da água decorre diretamente do funcionamento do sistema de disposição dos resíduos.
Abrangência	Local	2	A abrangência é local, pois a alteração da água superficial e nascente pode se estender ao longo da ADA e AID.
Temporalidade	Imediato	4	Os efeitos podem ocorrer desde o início da operação, especialmente em períodos chuvosos.
Duração	Temporário curto	1	O impacto pode ser controlado por meio de bacias de contenção, drenagem adequada e impermeabilização.
Reversibilidade	Reversível	1	Com ações de contenção e monitoramento contínuo, os efeitos podem ser mitigados e revertidos.
Natureza	Negativa	-1	Trata-se de impacto adverso sobre a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a qualidade das águas superficiais, durante a etapa de operação, serão implantados o Plano de Gestão de Recursos

Hídricos; Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes; Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Lixiviado e Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

7.2.3.2.3.5 Alteração da Qualidade das Águas Subterrâneas

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de operação, as seguintes atividades:

- Recepção e descarregamento de resíduos na frente de serviço;
- Espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura de resíduos;
- Sistema de gerenciamento de efluentes líquidos.

Na fase de operação do aterro sanitário, o risco de alteração da qualidade das águas subterrâneas está relacionado principalmente às atividades de recepção, descarregamento, espalhamento e compactação dos resíduos sólidos urbanos. Essas ações, quando realizadas de forma contínua, intensificam o potencial de geração de lixiviado que, se não for adequadamente coletado e tratado, pode migrar para o subsolo e atingir os aquíferos, alterando a qualidade das águas subterrâneas da região.

Entretanto, o empreendimento conta com um sistema de gerenciamento de efluentes líquidos, que inclui infraestrutura de coleta, impermeabilização da base e dos taludes do maciço de resíduos e tratamento do lixiviado gerado. Esse sistema funciona como uma medida de controle ambiental essencial e atua de forma positiva, reduzindo drasticamente o risco de percolação de contaminantes para o solo e, consequentemente, para os lençóis freáticos. A existência de barreiras físicas (como mantas geossintéticas e camadas de argila compactada), aliadas ao monitoramento periódico da qualidade da água subterrânea por meio de poços de observação, reforça essa proteção.

Na qual a alteração na qualidade das águas superficiais foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, abrangência local, temporalidade médio prazo, duração temporário longo, reversível e de natureza negativa, sendo, pois de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-13 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: água subterrânea; na etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	A infiltração de lixiviado em caso de falhas no sistema de impermeabilização pode comprometer a qualidade do aquífero subterrâneo.
Efeito	Direto	4	A interferência na qualidade da água subterrânea está diretamente ligada as ações do empreendimento.
Abrangência	Local	2	A abrangência é local, pois a alteração da água subterrânea pode se estender ao longo da AID.
Temporalidade	Médio Prazo	2	Os efeitos se manifestam progressivamente, à medida que ocorrem infiltrações.
Duração	Temporário Longo	2	Os efeitos podem persistir durante toda a operação e após sua finalização, até a recuperação natural ou induzida do aquífero.
Reversibilidade	Reversível	1	Com sistema de impermeabilização adequado, drenagem de lixiviado e poços de monitoramento, o impacto pode ser controlado e mitigado.
Natureza	Negativa	-1	Trata-se de um impacto ambiental negativo, com risco ao meio ambiente.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a qualidade das águas superficiais, durante a etapa de operação, serão implantados o Plano de Gestão de Recursos

Hídricos; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes; Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Lixiviado e Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

7.2.3.2.3.6 Alteração da Propriedades do Solo

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de operação, as seguintes atividades, a citar:

- Transporte de Equipamentos, Insumos e Pessoal;
- Circulação dos caminhões e carretas transportadoras de resíduos;
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Recepção e descarregamento de resíduos na frente de serviço.

Durante a fase de operação, várias atividades poderão provocar impactos ao solo, como por exemplo do transporte de equipamentos, insumos e pessoal, podem de alguma forma contribuir para a alteração das propriedades do solo em caso de acidente ambiental.

Contudo, a instalação dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos e de efluentes será benéfico para a preservação das propriedades do solo.

Desse modo, a alteração das condições e propriedades do solo foram classificadas como de intensidade alta, efeito direto, de abrangência pontual, imediato, de duração temporário longo, reversível e negativo, considerado assim de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-14 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: solo; na etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	O acúmulo de resíduos, movimentações e compactações alteram as propriedades físicas e químicas do solo, reduzindo sua função ecológica.
Efeito	Direto	4	O efeito está diretamente relacionado as atividades de operação do projeto.
Abrangência	Pontual	1	O impacto referente a propriedades do solo atinge apenas a área diretamente afetada (ADA).
Temporalidade	Imediato	4	As alterações podem ocorrer desde o início da operação do aterro.
Duração	Temporário Longo	2	Os efeitos permanecem enquanto durar a operação e podem persistir até a remediação.
Reversibilidade	Reversível	1	É reversível, pois passadas as medidas corretivas, o processo pode voltar.
Natureza	Negativa	-1	Trata-se de impacto negativo sobre a qualidade e função do solo.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-6)
Importância			Alta (-27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a propriedades do solo, durante a etapa de operação, serão implantados o Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Monitoramento Geotécnico; Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; e Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes.

7.2.3.2.3.7 Alteração dos Processos Erosivos

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de operação, as seguintes atividades, a citar:

- Transporte de Equipamentos, Insumos e Pessoal;
- Circulação dos caminhões e carretas transportadoras de resíduos;
- Movimentação de veículos e equipamentos.

Durante a operação, a movimentação de veículos pode favorecer o surgimento de feições erosivas, assim como as limpezas de áreas. No entanto, é previsto a correção das vias internas de acesso sempre que preciso.

Tendo isto em vista, esse impacto teve intensidade classificada como média, gerado por efeito direto, com abrangência pontual, temporalidade imediato, duração temporária curta, reversível e de natureza negativa. Sendo assim a magnitude para a alteração dos processes erosivos foi considerada baixa de importância média.

Quadro 7.2-15 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: processos erosivos; na etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	O risco de erosão se mantém em taludes e áreas descobertas, embora controlado por estruturas de contenção e cobertura vegetal.
Efeito	Direto	4	O efeito é considerado direto em função das atividades em destaque serem diretamente relacionadas a operação da CTR Metropolitana.
Abrangência	Pontual	1	O impacto se restringe a áreas específicas do CTR, como taludes e vias internas.
Temporalidade	Imediato	4	O risco é presente desde o início da operação, especialmente em períodos de chuva.
Duração	Temporário Curto	1	Em caso de medidas preventivas, os efeitos cessarão em um tempo curto.

Caracterização do Impacto			
Reversibilidade	Reversível	1	O processo erosivo pode ser contido com técnicas apropriadas e revegetação.
Natureza	Negativa	-1	Pode causar feições erosivas e assoreamento de corpos hídricos.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Baixa (-4)
Importância			Média (-19)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre os processos erosivos, durante a etapa de operação, serão implantados o Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Monitoramento Geotécnico; e Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes.

7.2.3.2.4 Fase de Desativação

A etapa da desativação é fase do projeto em que os impactos avaliados são em geral de natureza positiva para o meio físico.

7.2.3.2.4.1 Alteração da Qualidade do Ar

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de desativação, as seguintes atividades:

- Demolição;
- Reconformação do maciço;
- Sistema de drenagem de gases;
- Recuperação.

Na fase de desativação é previsto a demolição das estruturas de apoio e reconformação do maciço, o que pode causar impacto negativo. No entanto, também é previsto nessa fase a recuperação ambiental da área. Dessa forma, a qualidade do ar será afetada positivamente.

No quadro abaixo é apresentada a caracterização do impacto na qualidade do ar na fase de desativação: o impacto é caracterizado como intensidade média, efeito direto, abrangência local, médio prazo, temporário curto, reversível e positivo, sendo avaliado, quanto a média importância e magnitude baixa.

Quadro 7.2-16 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: qualidade do ar; na etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	A intensidade caracterizou-se como média, pois haverá alteração pouco expressiva no ambiente, uma vez que para a fase de desativação as atividades que comprometem a qualidade do ar não são intensas, e após a desativação não haverá mais poluição para a qualidade do ar.
Efeito	Direto	4	Trata-se de um impacto direto pois poderá ocorrer a emissão de particulados e poluentes atmosféricos durante as atividades de desativação.
Abrangência	Local	2	A abrangência é local, pois o melhoramento da qualidade do ar ultrapassa as fronteiras da ADA e AID.
Temporalidade	Médio Prazo	2	A reconstituição vegetal levará um tempo de até cinco anos
Duração	Temporário Curto	1	Uma vez que parou a emissão de poluentes de diversas fontes, os efeitos cessam em até um ano.
Reversibilidade	Reversível	1	É reversível, pois outras atividades poderão alterar a qualidade do ar naquele local.
Natureza	Positiva	1	É considerada positiva, pois a revegetação terá efeito positivo sobre a qualidade ambiental do ar.

Avaliação do Impacto	
Magnitude	Baixa (5)
Importância	Média (19)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle e monitoramento dos impactos causados sobre a qualidade do ar, durante a etapa de desativação, será implantado o Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Controle e Monitoramento de Odores.

7.2.3.2.4.2 Alteração dos Níveis de Ruído e Vibração

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de desativação, as seguintes atividades:

- Descomissionamento;
- Demolição;
- Desmontagem e transferência;
- Reconformação do maciço;
- Recuperação.

Na fase de desativação o impacto associado a alteração dos níveis de ruídos e vibração está relacionado a desmobilização das estruturas e equipamentos de operação da área do Projeto CTR Metropolitana. Dessa forma, os níveis de ruído e vibração voltarão a qualidades próximas do ambiente natural.

Quanto ao impacto sobre as condições de ruído e vibração em termos das características do impacto eles são classificados em intensidade média, efeito direto, abrangência local, imediato, duração temporária curta, reversível e natureza positiva. Com isso resultaram em classificar o impacto ambiental de baixa magnitude e importância média.

Quadro 7.2-17 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre os elementos: ruído e vibração; na etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	A intensidade caracterizou-se como média, pois haverá alteração pouco expressiva no ambiente, uma vez que para a fase de desativação as atividades que interferem no ruído e vibração serão encerradas.
Efeito	Direto	4	Trata-se de um impacto direto pois haverá emissão de ruído e vibração durante o descomissionamento do empreendimento e desmobilização total.
Abrangência	Local	2	Os níveis de ruídos e vibrações serão reduzidos, afetando positivamente tanto a ADA quanto a AID do empreendimento.
Temporalidade	Imediato	4	A emissão de ruídos e vibrações cessará com a desmobilização dos equipamentos.
Duração	Temporário Curto	1	Uma vez cessada a atividade, ocorrerá a redução do impacto.
Reversibilidade	Reversível	1	O impacto é reversível, pois à medida que as atividades cessarem o meio ambiente tenderá a retornar a um estado de equilíbrio, próximo às condições originais.
Natureza	Positiva	1	O impacto é considerado positivo, pois os níveis de ruído e vibração estarão dentro dos limites de comodidade
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Baixa (5)
Importância			Média (21)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle e monitoramento dos impactos causados sobre os ruídos e vibração, durante a etapa de desativação, será implantado o Programa de Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora.

7.2.3.2.4.3 Alteração da Disponibilidade Hídrica

A análise sobre o impacto potencial associado a este elemento ambiental considera, durante a etapa de desativação, as seguintes atividades, a citar:

- Sistemas de drenagem;
- Recuperação.

Durante a etapa de desativação do empreendimento, as atividades relacionadas à implantação de sistemas de drenagem e às ações de recuperação ambiental contribuem positivamente para a disponibilidade hídrica na área do entorno. A instalação adequada de dispositivos de drenagem superficial e subsuperficial favorece a condução controlada das águas pluviais, evitando processos de retenção ou dispersão inadequada que poderiam comprometer a recarga hídrica local.

Além disso, as ações de recuperação, como a recomposição da vegetação e a estabilização de taludes e superfícies expostas, promovem o aumento da infiltração da água no solo e reduzem os processos erosivos, contribuindo para a recarga dos aquíferos e a manutenção do balanço hídrico. Tais medidas resultam em um cenário ambientalmente mais estável e funcional, com benefícios diretos à disponibilidade de recursos hídricos subterrâneos e superficiais na área de influência do projeto.

Quanto a alteração da disponibilidade hídrica foi avaliada como um impacto de intensidade alta, efeito direto, de abrangência local, temporalidade imediato, duração temporário longo, reversível e de natureza negativa, resultando em um impacto de magnitude média e importância alta.

Quadro 7.2-18 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento disponibilidade hídrica na etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	As ações de drenagem e recuperação favorecem a infiltração e estabilização do regime hídrico, com efeitos relevantes, porém de magnitude moderada.
Efeito	Direto	4	O impacto decorre diretamente das intervenções de engenharia e recuperação ambiental.
Abrangência	Local	2	A alteração na disponibilidade hídrica deve se manifestar até a AID (Área de Interferência Direta).
Temporalidade	Médio prazo	2	Os benefícios à disponibilidade hídrica começam a se manifestar após a conclusão das obras e estabilização do solo e vegetação.
Duração	Temporário Longo	2	Os efeitos podem perdurar durante toda a fase de desativação, com potencial para impactos prolongados.
Reversibilidade	Reversível	1	Com a recuperação da vegetação e uso de técnicas de manejo hídrico, é possível restabelecer parcialmente o balanço hídrico.
Natureza	Positiva	1	As intervenções resultam em melhoria da infiltração e potencial recarga hídrica, favorecendo o meio ambiente.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Baixa (5)
Importância			Média (21)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre os recursos hídricos em relação a disponibilidade hídrica, durante a etapa de implantação, será implantado o Plano de

Gestão de Recursos Hídricos; Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes e Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes.

7.2.3.2.4.4 Alteração da Qualidade das Águas Superficiais e Nascentes

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de desativação, principalmente as seguintes atividades:

- Sistema de drenagem, acumulação e tratamento de lixiviado;
- Sistema de drenagem de águas pluviais.

O sistema de drenagem, acumulação e tratamento dos lixiviados tem um papel importante na eficácia da descontaminação e contenção da área, porque impede que o mesmo seja drenado para o exterior da projeção da área do maciço.

Desta forma, a continuidade e manutenção do sistema de drenagem, acumulação e tratamento de lixiviado, após o encerramento das atividades será uma atividade favorável para qualidade de água superficial e nascentes ao entorno do empreendimento.

A caracterização desse impacto pode ser observada no quadro abaixo. O impacto é de intensidade alta, direto, local, de médio prazo, temporário longo, reversível e positiva. Em relação a avaliação o impacto é classificado como de alta importância e de magnitude alta.

Quadro 7.2-19 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: água superficial e nascentes; na etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	O impacto é de intensidade média e está relacionada as atividades de gerenciamento de efluentes e controle ambiental que podem inferir na qualidade da água superficial e nascentes.
Efeito	Direto	4	O efeito é direto, pois as atividades de gerenciamento de efluentes e de drenagem

Caracterização do Impacto			
			pluvial estão diretamente ligadas as atividades do empreendimento.
Abrangência	Local	2	A abrangência é local, pois a alteração da água superficial e nascentes pode se estender ao longo da ADA e AID.
Temporalidade	Médio Prazo	2	A temporalidade é médio prazo, pois está sendo considerado um tempo de autodepuração dos corpos hídricos, a partir do adequado gerenciamento efluente e drenagem pluvial.
Duração	Temporário Longo	2	A duração longa, pois será necessário um tempo até os efeitos cessarem.
Reversibilidade	Reversível	1	Uma vez, que as atividades que alteravam a qualidade da água cessarem, a qualidade da água pode voltar a sua condição próxima a original.
Natureza	Positiva	1	A natureza é positiva, pois recupera a biota aquática, a qualidade da água e consequentemente os usuários deste bem.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (7)
Importância			Alta (27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle e monitoramento dos impactos causados sobre a água superficial e nascentes, durante a etapa de desativação, será implantado o Plano de Gestão dos Recursos Hídricos (PGRH), Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos, Programa de Controle e Monitoramento dos Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes (Monitoramento Geotécnico) e o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

7.2.3.2.4.5 Alteração da Qualidade das Águas Subterrâneas

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de desativação, principalmente somente a Sistema de drenagem, acumulação e tratamento de lixiviado.

Considera-se o mesmo contexto da alteração da qualidade das águas superficial e nascentes. Desta forma, a continuidade das medidas de controle ambiental, pós paralisados do recebimento dos materiais, tais como sistema de drenagem, acumulação e tratamento de lixiviado, em conjunto com o monitoramento obrigatório do poço são fatores benéficos para as águas subterrânea. Caso haja alguma a infiltração será identificada nas atividades operacionais do centro, divergente das alterações atuais no local.

A caracterização desse impacto pode ser observada no quadro abaixo. O impacto é de intensidade alta, direto, local, de médio prazo, temporário longo, reversível e positiva. Em relação a avaliação o impacto é classificado como de alta importância e de magnitude média.

Quadro 7.2-20 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: água subterrânea; na etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Alta	4	A intensidade é alta, pois a melhoria da qualidade da água subterrânea pode interferir positivamente para aquíferos.
Efeito	Direto	4	A interferência na qualidade da água subterrânea está diretamente ligada as ações de controle pós encerramento do empreendimento.
Abrangência	Local	2	A abrangência é local, pois a alteração da água subterrânea pode se estender ao longo da AID.
Temporalidade	Médio Prazo	2	A temporalidade é médio prazo, pois está sendo considerada o monitoramento por poços, em que faz parte das ações de controle pós encerramento do empreendimento.
Duração	Temporário Longo	2	Uma vez cessada a operação, o impacto pode ser neutralizado em um período de tempo.
Reversibilidade	Reversível	1	Assim que as atividades que alteravam a qualidade da água cessarem, a qualidade da água pode voltar a sua condição próxima a original.
Natureza	Positiva	1	A qualidade da água será melhorada para a população local e usuários.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (7)
Importância			Alta (27)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle e monitoramento dos impactos causados sobre a água subterrânea, durante a etapa de desativação, será implantado o Plano de Gestão de Recursos

Hídricos; Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes; Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Lixiviado e Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

7.2.3.2.4.6 Alteração da Propriedades do Solo

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de desativação, as seguintes atividades, a citar:

- Sistema de drenagem, acumulação e tratamento;
- Recuperação ambiental;
- Desmobilização;

A reconstituição vegetal interfere positivamente em vários impactos detectados na fase de desativação do empreendimento. No que concerne a alteração das condições e propriedades do solo, a revegetação melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo à medida que melhora as características de infiltração e escoamento, incorpora matéria orgânica e nutrientes do solo e consequentemente material biológico no solo.

A desmobilização das estruturas (equipamentos e estruturas fixas e móveis) irão interferir na melhoria das propriedades físicas do solo. Nas áreas de interferência com estruturas fixas e móveis que serão retirados na etapa de desativação, o solo será novamente permeabilizado contribuindo para a percolação de água no solo e aumentando a sua umidade.

A alteração das condições e propriedades do solo na etapa de desativação foi classificada como impacto de intensidade média, efeito direto, de abrangência pontual, médio prazo, de duração temporária longa, reversível e de natureza positiva, sendo avaliado como impacto de importância alta e magnitude baixa.

Quadro 7.2-21 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: solo; na etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	A intensidade caracterizou-se como média, pois haverá alteração gradativa no ambiente em relação ao elemento ambiental solo.
Efeito	Direto	4	O efeito da melhoria das propriedades do solo está diretamente ligado a desativação da atividade mineral.
Abrangência	Pontual	1	O impacto referente a propriedades do solo atinge apenas a área diretamente afetada (ADA).
Temporalidade	Médio Prazo	2	Uma vez cessada as atividades, a neutralização dos efeitos nas alterações das propriedades do solo pode ser imediata.
Duração	Temporário Longo	2	O impacto é qualificado como temporário longo, pois as modificações nas propriedades do solo poderão ser revestidas após o fechamento da CTR Metropolitana.
Reversibilidade	Reversível	1	Assim que as atividades que alteravam a propriedades do solo encerrarem, o elemento pode voltar a sua condição próxima a original.
Natureza	Positiva	1	As ações de recuperação de solos degradados são efeitos positivos para o meio físico das áreas afetadas.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Baixa (4)
Importância			Média (19)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a propriedades do solo, durante a etapa de desativação, serão implantados o Programa de Monitoramento da Qualidade do

Solo, Plano de Gestão de Resíduos Sólidos e o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

7.2.3.2.4.7 Alteração de Processos Erosivos

A análise sobre os impactos potenciais associados a este elemento ambiental considera, durante a etapa de desativação, as seguintes atividades, a citar:

- Sistema de drenagem;
- Recuperação ambiental.

A reconstituição vegetal interfere positivamente em vários impactos detectados na fase de desativação do empreendimento. No que concerne a alteração de processos erosivos, a revegetação melhora as condições físicas, à medida que melhora as características de infiltração e reduz o escoamento de base, o que reduz significativamente a possibilidade de ocorrer erosões e assoreamento.

A alteração de processos erosivos na etapa de desativação foi classificada como impacto de intensidade média, efeito direto, de abrangência pontual, de médio prazo, de duração temporária longa, reversível e de natureza positiva, sendo avaliado como impacto de importância média e magnitude baixa.

Quadro 7.2-22 - Caracterização e Avaliação do impacto sobre o elemento: processos erosivos; na etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	A intensidade é média, tendo em vista que essas ações durante a desativação deverão auxiliar a restauração gradativa da paisagem nas áreas afetadas e minimizando os impactos anteriores.
Efeito	Direto	4	O efeito é considerado direto em função das atividades em destaque serem diretamente relacionadas ao empreendimento.
Abrangência	Pontual	1	O impacto referente aos processos erosivos atinge apenas a área diretamente afetada (ADA).

Caracterização do Impacto			
Temporalidade	Médio Prazo	2	O impacto é de médio prazo.
Duração	Temporário Longo	2	Os processos erosivos podem se instalar e evoluir por um período após as ações de intervenção, caso as medidas preventivas ou corretivas não sejam implantadas de forma adequada.
Reversibilidade	Reversível	1	A aplicação de medidas preventivas ou corretivas elimina os processos erosivos.
Natureza	Positiva	1	Em função da redução dos riscos de movimentos de massa, erosão e transporte de sedimentos e solos e as consequentes alterações na qualidade da água.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Baixa (4)
Importância			Média (19)

Fonte: Terra, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre os processos erosivos, durante a etapa de desativação, serão implantados o Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes; Programa de Monitoramento Geotécnico; e Programa de Conservação e Monitoramento e Nascentes.

7.2.3.3 ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO

7.2.3.3.1 Considerações Gerais

A avaliação de impactos ambientais sobre o meio biótico foi realizada considerando-se as características do empreendimento em suas diferentes etapas. Os principais impactos sobre o meio biótico deverão ser decorrentes das atividades de supressão de vegetação, limpeza e preparo do terreno; terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo; melhoria de acessos na ADA e operacionalização do aterro, com a recepção e descarregamento de resíduos na frente de serviço e o espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura de resíduos no maciço. Além disso, foram considerados os riscos recorrentes dessas atividades em termos de uma potencial poluição dos corpos hídricos.

Esses fatores possivelmente provocarão impactos locais, como a atração de fauna sinantrópica e oportunista, o afugentamento da fauna e a remoção da cobertura vegetal, sendo este último prejudicial também à diversidade florística e faunística.

Portanto, durante as fases de implantação, operação e desativação do empreendimento estão previstas atividades que, potencialmente, causarão alterações sobre a biota, resultando em impactos de diferentes magnitudes e importâncias.

Figura 7.2-4 - Análise dos elementos ambientais do meio biótico, referentes ao Projeto CTR Metropolotana.



Fonte: Terra, 2025.

Os impactos ambientais foram avaliados em função das atividades, considerando os tipos de ações e impactos potenciais, conforme são apresentados nas matrizes de interação e avaliação de impactos ambientais (Anexo IV).

A seguir, são apresentados os elementos ambientais passíveis de impacto no meio biótico, considerados significativos durante as fases do empreendimento.

7.2.3.3.2 Etapa de Implantação

7.2.3.3.2.1 Alteração da Cobertura Vegetal e da Diversidade Botânica

As atividades de implantação da CTR Metropolitana na área alvo englobam ações que são geradoras de impactos, tais como: instalações do canteiro de obras e mobilização de pessoal; limpeza do terreno e supressão de vegetação; abertura e melhoria de acessos, fluxo de veículos, escavação e terraplanagem e execução de obras civis. Dentre essas ações, avaliou-se que os maiores potenciais de geração de impactos foram as atividades ligadas à preparação da área escavações e terraplanagens; e limpeza do terreno e supressão vegetal conforme proposto por González et al. (2013), pois esses procedimentos são essenciais na fase de implantação do empreendimento

e geram impactos agravantes. A vegetação local apresenta uma vasta diversidade florística caracterizando a área de floresta alterada.

De modo mais específico, as ações de retirada da vegetação identificadas na área florestada são necessárias para as seguintes atividades:

- Preparação da área (Supressão/Limpeza de área);
- Fluxo de veículos e equipamentos;
- Implantação das infraestruturas do empreendimento; e
- Abertura e Melhoria de acesso e vias existentes.

Portanto, na fase de implantação do empreendimento, a remoção da vegetação na ADA invariavelmente causará impacto negativo sobre as populações vegetais presentes nas áreas. Esses procedimentos impactam com alta importância e magnitude.

Quadro 7.2-23 - Caracterização e Avaliação do impacto de Alteração da Cobertura Vegetal e Diversidade botânica durante a etapa de implantação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Alta	4	A supressão da vegetação implicará na descaracterização da fisionomia original da área, promovendo alterações significativas na cobertura do solo e resultando na perda de espécimes botânicos. Os impactos associados a essa intervenção são classificados como de alta intensidade, uma vez que comprometem diretamente as populações vegetais presentes na Área Diretamente Afetada (ADA), em decorrência da remoção da cobertura vegetal nativa.
Efeito	Direto	4	A atividade específica de supressão vegetal prevista para a implantação do empreendimento resultará na perda direta nas populações vegetais inseridas na poligonal alvo. Trata-se de um impacto direto e de alto efeito, que afetará as comunidades vegetais presentes nas Áreas Diretamente Afetadas (ADA), alterando a estrutura da vegetação e reduzindo a diversidade florística local.
Abrangência	Pontual	1	Os efeitos da remoção da vegetação serão pontuais, manifestando-se especificamente sobre as populações vegetais localizadas na Área Diretamente Afetada (ADA). Dessa forma, o impacto incidirá de forma localizada, restringindo-se ao perímetro de implantação do empreendimento, sem, contudo, descartar possíveis efeitos indiretos sobre a dinâmica ecológica da região.
Temporalidade	Imediato	4	O impacto decorrente da supressão da vegetação nativa é classificado como imediato, uma vez que seus efeitos se manifestam assim que as atividades de remoção forem iniciadas.
Duração	Permanente	4	Os impactos sobre a vegetação são classificados como permanentes, uma vez que as populações vegetais suprimidas na área alvo não apresentarão capacidade de regeneração natural suficiente para restabelecer condições ecológicas similares às do estado original.
Reversibilidade	Irreversível	4	As populações vegetais afetadas na área de intervenção não apresentarão potencial de retorno às condições ecológicas similares às originais ao término das atividades, caracterizando, portanto, um impacto de natureza permanente sobre a cobertura vegetal local.
Natureza	Negativa	-1	A redução das populações vegetais é um dano ambiental às populações e ao sistema biológico como um todo;
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Importância			**Alta (-34)**
Magnitude			**Alta (-9)**

Para a mitigação deste impacto serão implantados o Programa de Supressão Vegetal, Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre, Programa de Salvamento de Germoplasma e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Programa de Proteção Arbórea, Programa de Monitoramento de APP.

7.2.3.3.2.2 Alteração da Diversidade da Fauna Terrestre

A análise sobre os impactos potenciais associados à fauna considerou o impacto de alteração da diversidade terrestre durante a etapa de implantação, tendo em vista as seguintes atividades:

- Supressão de vegetação, limpeza e preparo do terreno;
- Terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo;
- Melhoria de acessos na ADA;
- Movimentação de veículos e equipamentos; e
- Implantação de cortina vegetal arbórea.

A atividade de supressão vegetal, limpeza de área e preparo do terreno, juntamente com a terraplenagem, escavação, a movimentação de veículos e equipamentos são as ações com maior potencial de afetar as comunidades de fauna terrestre, seja pela redução de hábitats, pelo possível adensamento populacional nos remanescentes florestais. Nas atividades de transporte, recebimento, descarregamento e estocagem de equipamentos, insumo e pessoal, que envolvam tráfego e manobras de veículos, poderão ocorrer atropelamentos de espécimes em vias de acessos se estendendo à AID em função da movimentação dos veículos, dos ruídos e vibração causados pela atividade, o que poderá alterar o senso de direção e localização das espécies, ocasionando a fuga em direção a veículos e equipamentos, o que poderá resultar em óbitos de exemplares.

Espécies faunísticas que habitam áreas de vegetação na ADA e AID tenderão a se dispersar para outras áreas ou ocorrer o adensamento faunístico nos remanescentes florestais. Os animais de baixa mobilidade ou capacidade de dispersão terão maiores riscos de perdas de exemplares por atropelamentos. Espécies de hábitos mais especializados tendem a sofrer maiores pressões pela competição de nicho ecológico, por recursos alimentares e abrigos. Ainda, a implantação do empreendimento, diminui os recursos alimentares, aumentando a competição intra e interespecífica, a alteração e simplificação dos ambientes, com criação e intensificação do efeito de borda, implica em alterações das condições microclimáticas, de altera as taxas de luminosidade,

umidade relativa do ar, a disponibilidade de micro habitats, inclusive alteração na estrutura da vegetação, que consequentemente traz interferências sobre a fauna.

Nesse sentido, algumas espécies, principalmente aquelas mais tolerantes a alterações ambientais, tendem a se beneficiar, aumentando o seu quantitativo populacional, enquanto outras mais sensíveis a perturbações de habitats tendem a migar para áreas mais preservadas ou terem suas populações reduzidas. A exemplo das espécies ameaçadas de extinção, identificadas no diagnóstico ambiental, as quais sofrem pressões relacionadas a perda e redução de habitat em função do elevado nível de desmatamento e degradação ambiental no centro de endemismo Belém, uma das áreas mais desmatadas da Amazônia.

Espécies de hábito alimentar generalista, como é o caso de muitas identificadas no diagnóstico, normalmente possuem alta capacidade de aclimatação, visto que são organismos mais resistentes a perturbações de pequena escala e com maiores possibilidades de utilização dos recursos.

Ainda existe o risco de atração e a consequente proliferação de proliferação de vetores de endemias e espécies sinantrópicas, sendo necessário o gerenciamento adequado de resíduos sólidos, de possíveis sítios de reprodução de espécies de insetos vetores, podendo ocasionar desequilíbrio nas populações nativas.

Dessa forma, o impacto de alteração da diversidade faunística terrestre durante a etapa de implantação foi classificado como de média magnitude e importância alta.

Quadro 7.2-24 - Caracterização do impacto de Alteração da Diversidade da Fauna Terrestre durante a etapa de implantação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Alta	4	Populações de fauna da ADA e AID poderão ter perdas pelas atividades geradoras de ruídos e remoção de vegetação. A perda e redução de hábitats, o efeito de borda tem potencial para afetar de maneira significativa as comunidades faunísticas presentes na ADA e AID da CTR Metropolitana.
Efeito	Direto	4	A desestruturação das comunidades da fauna, a perda de espécimes por atropelamento, competição, perda e redução da qualidade dos hábitats tem potencial de ocorrência em função da supressão vegetal e alteração da qualidade ambiental na área, do tráfego de veículos e das obras de terraplenagem, podendo ocorrer concomitantemente ao início das atividades de implantação da CTR Metropolitana,
Abrangência	Local	2	Os efeitos não serão restritos aos indivíduos da fauna presentes ou transeuntes na ADA, estendendo-se até a AID. Embora um quantitativo expressivo da vegetação da propriedade do empreendimento, seja mantido como área de reserva legal e Área de Preservação Permanente.
Temporalidade	Imediato	4	A perda de indivíduos (fator de alteração da diversidade) eventualmente acidentados durante a execução de algumas atividades na fase de implantação do projeto ocorrerá de modo imediato, bem como alteração nos padrões de partição de recursos e competição por hábitats remanescentes.
Duração	Temporário Longo	2	As atividades geradoras do impacto de perdas de indivíduos da fauna terrestre, assim que finalizadas, cessarão sua interferência nas populações, porém seus efeitos perduram até a reestruturação demográfica da população faunística atingida.
Reversibilidade	Reversível	1	Finalizadas as atividades geradoras do impacto de alteração da diversidade da fauna terrestre, as populações terão condições de se recompor quantitativamente, retornando a condições semelhantes às encontradas antes da instalação do empreendimento.
Natureza	Negativa	-1	A alteração das comunidades faunísticas, tem potencial para ocasionar desequilíbrios ecológicos e alterações das redes de interações ente os diferentes componentes da diversidade, portanto, é dano ambiental ao sistema biológico das áreas de influência interferidas.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-29)

Para prevenção e mitigação dos efeitos negativos da implantação da CTR Metropolitana sobre a fauna terrestre, é proposto a execução do Programa de Monitoramento de Fauna Silvestre e Biota Aquática e Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre, como forma de controlar as ações negativas e favorecer aquelas minimizem a interferência sobre a fauna residente na área. Ações de educação ambiental junto aos colaboradores, no âmbito do Programa de Educação Ambiental (conscientização dos colaboradores e terceirizados, com foco especial para condutores e operadores), são essenciais para o êxito na mitigação dos efeitos negativos sobre a fauna.

7.2.3.3.2.3 Afugentamento de Fauna

A realização de atividades antrópicas tem o potencial de ocasionar incômodos à fauna, quando se trata da instalação de empreendimentos que demandam do uso de máquinas e equipamentos, do transporte de passageiros e sobretudo a realização de supressão da vegetação, invariavelmente provoca o deslocamento da fauna, a fuga muitas vezes de forma desorientada em função da interferência de ruídos e vibração, da perda de micro habitats, da remoção de tocas ocasionados pela atividade de supressão da vegetação. Entre as atividades com potencial de causar transtornos na fauna durante a implantação e da CTR Metropolitana que poderão ocasionar perturbação da fauna presente nos ambientes da área de influência direta - AID e Área Diretamente Afetada - ADA, consistem na:

- Remoção da vegetação (supressão e/ou limpeza de área);
- Movimentação de veículos e equipamentos;
- Instalação de infraestruturas de apoio;
- Melhoria e requalificação das vias de acessos na ADA;
- Terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo;
- Construção de unidades de apoio operacional

Considerando principalmente que na área de implantação da CTR Metropolitana há o predomínio de florestas secundárias em estágio avançado de sucessão ecológica, com dossel emergente, com estrutura densa e árvores de grande porte, com capacidade de abrigar parcela considerável da fauna conhecida para a região.

A perturbação na fauna ocasionada pela redução da cobertura vegetal, pela emissão de ruído e vibração, comuns nas obras civis, invariavelmente provocará afugentamento da fauna para outras áreas, o que pode expor os espécimes a atropelamentos e óbito. Dessa forma, este impacto é considerado como negativo, porém localizado, uma vez que se restringe majoritariamente à ADA e AID, e considerado como reversível, à medida em que encerradas as atividades geradoras do impacto, as comunidades faunísticas tendem a se reestruturar. O impacto desse tipo de atividade sobre os representantes da fauna depende da proximidade entre a fonte emissora de ruídos e vibração e os remanescentes de vegetação nativa e corpos hídricos, da ecologia e da capacidade de dispersão e fuga das espécies, sendo que grupos de menor mobilidade, como anfíbios e algumas espécies de répteis e pequenos mamíferos, filhotes e ninhegos. Bem como espécies de hábitos crípticos, fossoriais e aquelas que costumam entocar-se, são mais suscetíveis e atropelamento e óbito durante a supressão de vegetação.

Dessa forma, no quadro abaixo foi sintetizada a avaliação das ações da implantação do empreendimento, sobre as espécies, sobretudo, considerando o afugentamento da fauna.

Quadro 7.2-25 - Caracterização do impacto de Afugentamento de Fauna durante a etapa de implantação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Alta	4	O afugentamento deverá ocorrer pelas atividades regulares do empreendimento relacionadas à movimentação de máquinas, pessoas e insumos, bem como à remoção da vegetação que ocasionará a redução de hábitats e a consequente migração para áreas adjacentes, com potencial de afetação de uma grande variedade de espécies.
Efeito	Direto	4	As fontes geradoras da perturbação da fauna, nesta etapa, serão frequentes e os indivíduos eventualmente presentes próximos a estas atividades poderão sentirem-se acuados, apresentando principalmente comportamento de fuga. É provável que os a fauna de maior capacidade de fuga lagartos, aves e mamíferos terrestres sejam os grupos, mas afugentados, enquanto aqueles de menor mobilidade como anfíbios, espécies que vivem em tocas ou fossoriais tendem a apresentar maior quantitativo de óbitos, bem como filhotes e ninhegos.
Abrangência	Local	2	A geração do impacto correrá na ADA e AID do empreendimento, isto é, as áreas que sofrerão intervenção para execução das atividades e seu entorno imediato. Contudo, o adensamento em virtude da fuga e procura por novas áreas de sobrevivência, pode ocasionar mesmo em menor proporção a migração para área além dos remanescentes florestais imediatamente contíguos à área de intervenção do empreendimento.
Temporalidade	Imediato	4	A fauna que, porventura, for perturbada reagirá imediatamente à ação motivadora.
Duração	Temporário Longo	2	Os efeitos permanecerão enquanto as atividades estiverem sendo realizadas.
Reversibilidade	Reversível	1	Diante do caráter de ocorrência temporária e local do impacto, seus efeitos são atenuados ao passar do tempo, até as comunidades se reequilibrarem quali-quantitativamente. Embora o prazo para a recuperação das áreas alteradas pelo empreendimento possa ocorrer num horizonte longo, o retorno da fauna para a área, pode iniciar assim que cessada a fonte do impacto.
Natureza	Negativa	-1	A perturbação da fauna é um considerável dano ambiental ao sistema biológico das áreas de influência interferidas.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Média (-7)
Importância			Alta (-29)

Fonte: TERRA, 2025.

Para a mitigação deste impacto propõe-se o Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna, Programa de Monitoramento de Fauna Silvestre e Biota Aquática e aplicação de ações de Educação Ambiental (Programa de Educação Ambiental), especialmente junto a operadores de veículos, máquinas e equipamentos envolvidos no transporte de materiais, pessoas e na atividade de supressão vegetal e terraplenagem.

7.2.3.3.2.4 Alteração nas comunidades aquáticas

Atividades que envolvam a remoção da cobertura vegetal, como a supressão da vegetação e a exposição do solo a intempéries, se não controladas de maneira adequada, podem afetar a qualidade das águas superficiais e por conseguinte afetar as comunidades aquáticas, sejam os organismos fitoplanctônicos, o zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos, as macrófitas, bem como a ictiofauna. A movimentação de solo, terraplenagem (entre outras atividades), que poderão ser desencadeados processos erosivos, nos quais parte dos sedimentos poderão ser carreados para os cursos de drenagens impactando negativamente as comunidades aquáticas.

Durante etapa de implantação, os processos com potencial de interferir nas comunidades aquáticas são:

- Supressão de vegetação, limpeza e preparo do terreno;
- Terraplenagem, escavação, compactação e movimentação de solo;
- Abastecimento de combustível por caminhão comboio;
- Melhoria de acessos na ADA;
- Implantação de Sistema de drenagem pluvial (provisório);
- Instalação de sistema de drenagem e impermeabilização no fundo e nos taludes laterais no maciço de resíduos; e
- Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais.

Na ADA do empreendimento não há a ocorrência de nascentes ou corpos hídricos permanentes. Embora na AID tenha sido observada a ocorrência de nascentes, a implantação de redes de drenagem, a impermeabilização do fundo do maciço e dos taludes laterais, implementados de forma correta, serão capazes de evitar processos de erosivos e carreamento de sedimentos e lixiviados para os corpos hídricos e nascentes. A própria vegetação constituinte das áreas de preservação permanente funciona como filtros e como dissipadores de energia, contribuindo para o controle de processos erosivos na área. Assim, é apresentada a avaliação do impacto da alteração nas comunidades aquáticas, considerando os aspectos ambientais mencionados, com magnitude baixa e importância média.

Quadro 7.2-26 - Caracterização do impacto sobre o elemento: alteração nas comunidades aquáticas na etapa de implantação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	Considerando que não há a ocorrência de nascentes ou corpos hídricos permanentes na ADA, e ainda, a adoção de rede de drenagem, com dissipadores de energia, a presença de vegetação entre a ADA e os corpos hídricos, o maciço de resíduos e taludes, visando a prevenção e controle de processos erosivos, objetivando impedir o carreamento de sedimentos e contaminantes para os corpos hídricos, considera-se média probabilidade de ocorrência do impacto na área, considerando a implementação de medidas preventivas.
Efeito	direto	4	Sem o controle ambiental devido, as atividades do empreendimento afetarão de modo direto as comunidades aquáticas, seja pelo carreamento de sedimentos em consequência da exposição do solo, seja pelos pontos de emissão de efluentes.
Abrangência	Local	2	Os efeitos das atividades de instalação podem afetar as condições das comunidades aquáticas da bacia à jusante e seus efeitos poderão extrapolar a AID.
Temporalidade	Imediato	4	Sem a aplicação dos sistemas de controle, a alteração prevista sobre as comunidades aquáticas poderá imediatamente após a ocorrência do impacto, considerando principalmente as comunidades planctônicas, do fito e zooplânctons.
Duração	Temporário Longo	2	Em caso de afetação das comunidades aquáticas, ainda que sejam tomadas medidas de mitigação e controle, as comunidades podem demorar para se reestabelecer e após alterações em seus padrões ecológicos.
Reversibilidade	Reversível	1	As comunidades aquáticas poderão voltar às condições ecológicas iniciais após as ações de recuperação da qualidade das águas superficiais.
Natureza	Negativa	-1	A alteração das comunidades aquáticas é dano ambiental aos sistemas biológicos aquáticos, por isso, sua natureza é negativa.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (-5)
Importância			Média (-23)

Fonte: TERRA, 2025.

Para mitigação e monitoramento deste impacto, propõe-se a implantação do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre e Biota Aquática, além de planos e programas executados pelo meio físico: Plano de Gestão de Recursos Hídricos, Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes, Programa de Conservação e Monitoramento de Nascentes, os quais poderão juntos mitigar e/ou controlar tais impactos, de modo complementar.

7.2.3.3.3 Etapa de Operação

7.2.3.3.3.1 Alteração da Cobertura Vegetal e da Diversidade Botânica

A análise sobre os impactos potenciais associados a Alteração de Cobertura Vegetal e Diversidade botânica considera, durante a etapa de operação, os seguintes impactos:

- Movimentação de veículos e equipamentos
- Transporte de Equipamentos, Insumos e Pessoal

Durante a fase de operação da CTR Metropolitana, as intervenções na vegetação serão significativamente menores em comparação à fase de implantação, restringindo-se principalmente à manutenção das áreas já ocupadas e à limpeza periódica dos acessos e instalações. A intensidade dos impactos nessa etapa é considerada média, uma vez que a maior parte da supressão vegetal terá sido realizada previamente.

Embora a área já esteja suprimida e limpa, a intensificação do fluxo de veículos e equipamentos para a melhoria dos acessos existentes poderá dificultar o desenvolvimento e crescimento da vegetação local e adjacente, devido ao depósito de material particulado sobre as folhas, comprometendo a saúde e a regeneração das espécies vegetais. No entanto, a vegetação adjacente da área alvo, situada ao longo dos limites da área operacional, poderá ser afetada por atividades associadas à manutenção e circulação de veículos, além de eventuais ações de controle de espécies invasoras. Assim, medidas de monitoramento e manejo da vegetação são fundamentais para minimizar a degradação e preservar a diversidade botânica remanescente.

Dessa forma, as avaliações das ações do empreendimento na fase de operação foram de importância média e baixa magnitude.

Quadro 7.2-27 - Caracterização e Avaliação do impacto de Alteração da Cobertura Vegetal e Diversidade botânica durante a etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	A limpeza de áreas prevista na fase de operação da CTR terá intensidade média, pois a maior parte foi realizada na fase de implantação. Esse impacto ocorrerá principalmente na vegetação de borda, exigindo manejo e monitoramento para minimizar efeitos negativos.
Efeito	Direto	4	A abertura de acessos e o fluxo de veículos durante a fase de operação causarão efeito direto sobre a cobertura vegetal, podendo reduzir a produtividade primária local.
Abrangência	Pontual	1	Os efeitos se darão principalmente no âmbito da ADA.
Temporalidade	Médio Prazo	2	Os efeitos do impacto se manifestarão de forma progressiva, tornando-se evidentes ao longo da continuidade das ações causadoras, sendo classificados como impactos de médio prazo.
Duração	Permanente	4	Os impactos serão permanentes, pois, uma vez realizadas as ações de revegetação nas áreas impactadas, o ambiente tenderá a se reestruturar, aproximando-se das condições ecológicas iniciais.
Reversibilidade	Reversível	1	As populações vegetais interferidas tendem a voltar as condições similares às iniciais após a aplicação do programa de revegetação.
Natureza	Negativa	-1	A redução das populações vegetais e a descaracterização da área configuram um dano ambiental significativo às populações e ao equilíbrio do sistema biológico nas áreas de influência afetadas
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (-4)
Importância			Média (-23)

Fonte: TERRA, 2025.

Para a mitigação deste impacto, propõe-se a manutenção do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas- PRAD, Programa de Monitoramento de APP e Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Monitoramento da Qualidade do Ar.

7.2.3.3.3.2 Alteração da Diversidade da Fauna Terrestre

A análise sobre os impactos potenciais associados à Fauna considerou o impacto de perda de diversidade faunística durante a etapa de operação, tendo em vista as seguintes atividades:

- Transporte de Equipamentos, Insumos e Pessoal;

- Circulação dos caminhões e carretas transportadoras de resíduos;
- Movimentação de veículos e equipamentos

Destaque-se que após as obras de implantação, os maiores riscos de perda de diversidade faunística estão relacionados a ocorrência de atropelamentos nas vias de acesso e nos locais de movimentação de máquinas e equipamentos, considerando que na etapa de operação não há a previsão de supressão vegetal, cujas ações de mitigação e controle foram descritas para a fase de implantação. A implantação dos canais de drenagem, a presença de taludes dificulta o acesso da fauna ao maciço de resíduos. Dessa foram, as principais interações com a fauna silvestre se restringirão a ocorrência de atropelamentos na ADA e AID do empreendimento. Contudo o cercamento do limite da propriedade e da área administrativa poderá ocasionar a isolamento de espécimes, interferindo no fluxo gênico e no processo de migração e recolonização das áreas. Embora essa interferência possa ocorrer principalmente em espécies de médio e grande portes, como paca, cutia, tamanduás, capivaras, onça entre outros. Por outro lado, o cercamento do maciço de deposição de resíduos é fundamental para dificultar o acesso da fauna às áreas de deposição de resíduos.

Assim, é apresentada a avaliação do impacto da alteração da diversidade da fauna terrestre durante a etapa de operação foi classificado como de baixa magnitude e importância média.

Quadro 7.2-28 - Caracterização do impacto de Alteração da Diversidade da Fauna Terrestre durante a etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	Os riscos de perda nesta fase do empreendimento, está diretamente relacionada com os atropelamentos pelo tráfego de veículos. Considerando a execução de medidas preventivas, de mitigação e controle ambientais, considera-se um impacto de baixa intensidade.
Efeito	Direto	4	Acidentes envolvendo a fauna nos acessos à CTR Metropolitana presentes na DA e AID, poderão afetar as populações faunísticas.
Abrangência	Local	2	Na ADA, em tese, não haverá habitat disponível para a fauna silvestre nesta fase do empreendimento, portanto os efeitos serão ocasionalmente percebidos no âmbito da AID.
Temporalidade	Imediato	4	A perda de indivíduos (fator de alteração da diversidade) durante a execução de algumas atividades na fase de operação do projeto é de modo imediato.
Duração	Temporário Longo	2	As atividades geradoras do impacto de perdas de indivíduos da fauna terrestre, assim que finalizadas, cessarão sua interferência nas populações, porém seus efeitos perduram até a reestruturação demográfica da população faunística atingida.
Reversibilidade	Reversível	1	Finalizadas as atividades geradoras do impacto de perdas de indivíduos da fauna terrestre, as populações terão condições de se recompor quantitativamente.
Natureza	Negativa	-1	A perda de Indivíduos da Fauna é dano ambiental ao sistema biológico das áreas de influência interferidas.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (-5)
Importância			Média (-23)

Fonte: TERRA, 2025.

Para prevenção e mitigação dessas perdas, são fundamentais as práticas do Programa de Educação Ambiental (conscientização dos colaboradores e terceirizados, com foco especial para condutores e operadores) e a continuidade do Programa de Monitoramento de Fauna Silvestre e Biota Aquática. Bem como ações de sinalização de travessia de fauna e controle de velocidade, dentro do Programa de Segurança de via, em relação ao tráfego no ramal Transacará.

7.2.3.3.3.3 Afugentamento de Fauna

Na etapa de operação da CTR Metropolitana que poderão ocasionar perturbação da fauna por afugentamento são:

- Transporte de Equipamentos, Insumos e Pessoal;
- Circulação dos caminhões de coleta de resíduos;
- Movimentação de veículos e equipamentos; e
- Cercamento na área da propriedade e área administrativa.

Nessa etapa, a perturbação na fauna ocorrerá principalmente pela emissão de ruído e vibração, sendo um impacto negativo, porém pouco preocupante dentro da ADA, uma vez que está previsto o seu cercamento. Por se localizar em uma área com vegetação circundante, é importante a manutenção de uma equipe contínua do setor de meio ambiente para atuar no afugentamento direcionado de espécimes que adentrem nas ADA ou ainda que sejam encontradas junto ao cercamento que necessitem de resgate e soltura para a área florestada.

Dessa forma, as avaliações das ações do empreendimento considerando o afugentamento da fauna durante a etapa de operação, permitiram classificar o impacto ambiental como de magnitude baixa e importância média.

Quadro 7.2-29 - Caracterização do impacto afugentamento de fauna durante a etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	Populações de fauna da ADA já terão sido localmente afugentadas durante a implantação. Nessa etapa, as atividades regulares do empreendimento relacionadas à movimentação de máquinas, pessoas e insumos podem afetar a fauna nas áreas adjacentes. Contudo, em função do cercamento da propriedade e de áreas administrativas, a necessidade de afugentamento direcionado, bem como o resgate e soltura de fauna deverá ser necessário de maneira contínua.
Efeito	Indireto	1	Não haverá alteração diretamente sobre os habitats da fauna. As fontes geradoras da eventual perturbação serão as emissoras de ruído e vibração e entrada nas áreas administrativas da ADA.
Abrangência	Local	2	A geração do impacto não é restrita à ADA do empreendimento, haja vista a circulação de caminhões de coleta prevista no acesso à CTR Metropolitana, bem como nas áreas do cercamento.
Temporalidade	Imediato	4	A fauna que, porventura, for perturbada reagirá imediatamente à ação motivadora.
Duração	Temporário Longo	2	Os efeitos permanecerão enquanto as atividades estiverem sendo realizadas.
Reversibilidade	Reversível	1	Diante do caráter de ocorrência temporária e local do impacto, seus efeitos serão atenuados ao passar do tempo, com a adaptação das comunidades faunísticas.
Natureza	Negativa	-1	A perturbação da fauna é um considerável dano ambiental ao sistema biológico das áreas de influência interferidas.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (-5)
Importância			Baixa (-20)

Fonte: TERRA, 2025.

Para a mitigação deste impacto propõe-se medidas no Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre e no Programa de Educação Ambiental. Sugere-se também a implantação de portinholas no cercamento ao entorno do terreno, para permitir a passagem de fauna para as áreas adjacentes e evitar o isolamento de populações faunísticas.

7.2.3.3.3.4 Atração de Fauna Sinantrópica e Oportunista

Durante a fase de operação é previsto que haja uma melhora nas condições ambientais da área da CTR Metropolitana, uma vez que, o descarte irregular de resíduos sólidos que existe na área pare de ocorrer e comece a ser depositado os resíduos de maneira controlada e todo o processo de separação dos resíduos comece a ocorrer.

As atividades de gestão dos resíduos como, espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura de refugos/rejeitos, assim como, a separação dos resíduos orgânicos e ida deles para a compostagem serão de grande importância para o meio ambiente, mas também para se evitar a proliferação de fauna sinantrópica. Entretanto, algumas atividades como de transporte dos resíduos dos cinco municípios participantes da CTR Metropolitana até a ADA, a recepção e descarregamento de resíduos no fosso e o funcionamento das atividades administrativas podem propiciar o reaparecimento ou manutenção de algumas espécies na área.

Durante a etapa de implantação, os processos associados a impactos em relação às proliferações e propagação da fauna sinantrópica são:

- Circulação dos caminhões e carretas transportadoras de resíduos;
- Recepção e descarregamento de resíduos na frente de serviço;
- Espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura de resíduos;
- Unidades prediais (Almoxarifado, escritório, centro de visitantes, refeitório etc.); e
- Sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

Considerando que a atividade de transporte, recepção e descarregamento, espalhamento e demais atividades relacionadas ao processo de transporte e manuseio de resíduos gerará odores, bem como representa fonte de alimento e abrigo para espécies sinantrópicas e oportunistas, em caso de falhas no processo de gerenciamento de resíduos sólidos, principalmente, poderá haver atração e consequentemente a proliferação de espécies com potencial de ameaça à saúde de colaboradores, interferência com a fauna silvestre local, em virtude de aumento populacional de espécies oportunistas e invasoras, a transmissão de doenças, tais como as provocadas por mosquitos vetores, que proliferam ambientes que favoreçam seu desenvolvimento larval, como áreas com acúmulo de água; o aumento populacional de roedores sinantrópicos, urubus, gambás entre outros. Que poderão ocasionar desequilíbrios ecológicos na fauna silvestre, bem como a disseminação de endemias ou surtos epizoóticos.

Nesse sentido, a avaliação do impacto da Atração de fauna Sinantrópica e Oportunista, bem como seu aumento populacional descontrolado, foi avaliado e classificado como de média magnitude e importância alta. Considerando sobretudo, o potencial de afetação das comunidades da fauna silvestre, bem como a proliferação de doenças as populações humanas locais e colaboradores do empreendimento.

Quadro 7.2-30 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Atração de Fauna Sinantrópica e Oportunista, na etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Alta	4	A alta intensidade desse impacto está relacionada à própria natureza da atividade, que independente do gerenciamento dos resíduos sólidos, provocará a atração de espécies sinantrópicas e oportunistas. Embora a gestão de resíduos sólidos de maneira adequada será fundamental para não ocorra boom populacional destas espécies, evitando a disponibilidade de abrigo, abrigos, alimentos e água e sítios reprodutivos para os animais sinantrópicos.
Efeito	Direto	4	O efeito é considerado como direto pois é decorrente do manejo dos resíduos sólidos.
Abrangência	Pontual	1	A proliferação da fauna sinantrópica deve se manifestar na ADA (Área Diretamente Afetada).
Temporalidade	Imediato	4	Decorrerá um tempo para que haja a proliferação e propagação da fauna sinantrópica decorrentes das atividades de operação do empreendimento.
Duração	Temporário Longo	2	O impacto é qualificado como temporário longo, visto que após terminada as atividades de manejo dos resíduos, não haverá atrativo para eles.
Reversibilidade	Reversível	1	O impacto é considerado reversível, uma vez que há maneiras de controlar a proliferação e propagação da fauna sinantrópica.
Natureza	Negativa	-1	Mesmo o impacto sendo de média intensidade, sua natureza é negativa.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Média (-6)
Importância			Alta (-27)

Fonte: TERRA, 2025.

Para o controle dos impactos causados sobre a Atração de Fauna Sinantrópica e Oportunista, é proposto a execução do Programa de Controle da Fauna Sinantrópica, Vetores e Pragas, conjuntamente como Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS; Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Lixiviado, bem como ações dentro do Programa de Educação Ambiental.

7.2.3.3.3.5 Alteração nas Comunidades Aquáticas

Durante etapa de operação, as seguintes atividades têm potencial de impactar as comunidades aquáticas:

- Circulação dos caminhões e carretas transportadoras de resíduos;
- Recepção e descarregamento de resíduos na frente de serviço;
- Espalhamento, compactação, reperfilamento e cobertura de resíduos;

- Sistema de gerenciamento de efluentes líquidos;
- Umectação de vias (efluentes tratados - ETL);
- Oficina; e
- Sistema de drenagem pluvial;

Embora não haja a ocorrência de nascentes na ADA do empreendimento, o transporte de resíduos nas vias de acesso, bem como todo o processo de recepção e descarregamento, compactação, movimentação de solo de cobertura, os sistemas de tratamento de efluentes, produtos com potencial de contaminação das águas superficiais podem acarretar a alteração das comunidades aquáticas, a partir do carreamento de partículas e produtos contaminantes para os corpos hídricos. Contudo, a eficiência dos sistemas de controle serão fundamentais para evitar danos ambientais a esses componentes biológicos, bem como a implementação de medidas de mitigação, em caso de ocorrência de incidentes

Vale ressaltar que as atividades que potencialmente geram efeitos nocivos à biota aquática são alvos de diversos sistemas de controle e monitoramento ambiental no âmbito do empreendimento.

O impacto de Alteração das Comunidades Aquáticas foi classificado como de importância e magnitude baixas.

Quadro 7.2-31 - Caracterização do impacto sobre o elemento: alteração das comunidades aquáticas na etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	A média intensidade refere-se às características da atividade que inevitavelmente contará com um intensa redes de drenagens, movimentação de solo, com potencial de alterar a qualidade das águas superficiais e bem como a presença de efluentes líquidos com potencial de contaminação.
Efeito	Direto	1	Sem o controle ambiental devido, as atividades do empreendimento afetarão de modo indireto as comunidades aquáticas, seja pelo carreamento de sedimentos em consequência da exposição do solo, seja pelos pontos de emissão de efluentes.
Abrangência	Local	2	Os efeitos das atividades de operação podem afetar as condições das comunidades aquáticas da bacia à jusante e seus efeitos poderão extrapolar a AID.
Temporalidade	Médio Prazo	2	Sem a aplicação dos sistemas de controle, a alteração prevista sobre as comunidades aquáticas poderá ocorrer em um médio prazo, visto que a intensidade das atividades é média.
Duração	Temporário Longo	2	Mesmo após o fim das atividades, os ambientes aquáticos demoram um pouco para se reestabelecer, consequentemente as comunidades aquáticas também demoram.
Reversibilidade	Reversível	1	As comunidades aquáticas poderão voltar às condições ecológicas iniciais após as ações de recuperação da qualidade das águas superficiais.
Natureza	Negativa	-1	A alteração das comunidades aquáticas é dano ambiental aos sistemas biológicos aquáticos, por isso, sua natureza é negativa.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (-5)
Importância			Baixa (-18)

Fonte: TERRA, 2025.

Para a mitigação deste impacto é necessário que haja um perfeito funcionamento do sistema de drenagem do empreendimento e propõe-se o monitoramento dos corpos hídricos mais próximos ao empreendimento para averiguar a mitigação dos impactos. Desse modo, é necessário que haja a manutenção dos Programa de Monitoramento da Fauna Silvestre e Biota aquática, Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais, Plano de Gestão de Recursos Hídricos; Programa de Gestão da Qualidade dos Efluentes Líquidos e Lixiviado.

7.2.3.3.4 Etapa de Desativação

7.2.3.3.4.1 Alteração da Cobertura Vegetal e da Diversidade Botânica

Na fase de desativação, está prevista a recuperação ambiental das áreas suprimidas durante as etapas de implantação e operação do projeto. A revegetação representa uma

ação ambiental positiva, beneficiando as populações florísticas, a biodiversidade e o sistema biológico das áreas impactadas. A recuperação de áreas degradadas por meio da revegetação consiste na cobertura do solo com vegetação adequada, visando reduzir os efeitos erosivos causados pela chuva e pelo vento. Essa cobertura previne processos de lixiviação e erosão que facilitam o carreamento de partículas e a degradação ambiental. A revegetação poderá envolver o uso diversificado de espécies, incluindo gramíneas, leguminosas, arbustos e árvores, que estabelecem simbiose com fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, melhorando a fertilidade do solo e a resiliência do ecossistema. Dessa forma, o processo estimula a regeneração indutiva e natural, iniciando-se pelo estabelecimento de espécies pioneiras e evoluindo para a sucessão de espécies secundárias, o que promove a restauração gradual e sustentável do ecossistema.

Para potencializar a restauração ambiental, será mantida desde a implantação até a desativação, a proteção arbórea existente ao entorno da ADA, constituída por espécies florestais nativas. Essa proteção funcionará como uma barreira, contribuindo para a mitigação da dispersão de material particulado. Adicionalmente, proporcionará condições microclimáticas favoráveis, como sombreamento e umidade relativa adequadas, promovendo fluxo entre as comunidades florísticas e faunísticas, além da estabilidade ecológica da vegetação remanescente e em recuperação.

A recuperação das áreas degradadas possui elevada importância ambiental e magnitude média, visto que, após a implementação das ações de revegetação e manutenção da cortina arbórea, o ambiente tenderá a se reestruturar em nível ecossistêmico, alcançando condições superiores às observadas antes da implantação do empreendimento.

Quadro 7.2-32 - Caracterização e Avaliação do impacto de Alteração da Cobertura Vegetal e Diversidade botânica, durante a etapa de desativação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Alta	4	Na fase de desativação, será realizada a revegetação das áreas afetadas e alteradas, promovendo ganhos significativos na qualidade ambiental e contribuindo para a recuperação da cobertura vegetal e da funcionalidade ecológica local.
Efeito	Direto	4	As ações de recuperação terão efeito direto nas áreas afetadas pelo empreendimento.
Abrangência	Pontual	1	Os efeitos se darão especificamente na ADA
Temporalidade	Imediato	4	Mesmo com a implementação das ações de revegetação, os efeitos positivos serão imediatos em sua aplicação, porém perceptíveis de forma gradativa ao longo do tempo, à medida que a vegetação se restabelece.
Duração	Temporário Longo	2	Uma vez realizadas as ações de revegetação na área, o ambiente tenderá a se reestruturar, podendo atingir condições ecológicas mais equilibradas e resilientes do que as existentes anteriormente.
Reversibilidade	Reversível	1	Com o repovoamento vegetal, o ambiente demonstra reversibilidade, evidenciando seu potencial de regeneração e recuperação das funções ecológicas, desde que não haja novas interferências antrópicas significativas.
Natureza	Positiva	1	A revegetação constitui uma ação ambiental positiva, promovendo a recuperação da área e beneficiando as populações vegetais e o sistema biológico das áreas de influência impactadas.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Média (6)
Importância			Alta (27)

A ação de recuperar a área alvo se dará por meio da execução do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Programa de Monitoramento de APP e Programa de Proteção Arbórea que potencializará de forma positiva esse impacto ambiental.

7.2.3.3.4.2 Alteração da Diversidade da Fauna Terrestre

Durante a etapa de desativação, os seguintes processos influenciarão na Alteração da Diversidade Fauna terrestre na área do empreendimento:

- Reconformação geométrica do maciço e proposição de cobertura final;
- Recuperação ambiental das áreas.

A remoção das estruturas da ADA e a revegetação, como um dos processos de recuperação ambiental, são vistas como ações positivas para a fauna local, uma vez

que auxiliarão na formação de novos habitats, dando condições favoráveis para os espécimes repovoarem nas áreas. Adicionalmente, a diminuição do tráfego de veículos, maquinários, insumos e pessoal contribuirão para diminuir os riscos de acidentes e atropelamentos dos espécimes da fauna. Dessa forma, a avaliação das ações do empreendimento com impacto potencial de alteração da diversidade faunística durante a etapa de desativação, classificou o impacto como de magnitude baixa e importância média.

Quadro 7.2-33 - Caracterização do impacto de Alteração da Diversidade da Fauna Terrestre, durante a etapa de desativação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	As ações durante a desativação irão promover recolonização por populações faunísticas dos ambientes na ADA, com a revegetação aplicada na recuperação das áreas.
Efeito	Direto	2	As ações terão efeitos diretos sobre a flora e surgimento de novos habitats, promovendo crescimento e propagação de populações faunísticas da AID, caso o ambiente vegetado ao entorno se mantenha.
Abrangência	Local	2	As atividades se darão especificamente na ADA, mas os efeitos serão percebidos em uma escala mais ampla.
Temporalidade	Médio Prazo	2	É necessário um certo tempo para que surjam efeitos significativos nas populações de fauna.
Duração	Permanente	4	Apesar de um tempo relativamente extenso para se perceberem os efeitos, a tendência é que ele seja permanente, caso o ambiente vegetado ao entorno se mantenha.
Reversibilidade	Reversível	1	Se outras atividades potencialmente poluidoras forem realizadas na área, as comunidades faunísticas podem novamente ser prejudicadas.
Natureza	Positivo	1	A diminuição da perda dos espécimes é positiva ao sistema biológico das áreas de influência interferidas, dando condições para a fauna voltar a habitar a área afetadas.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (5)
Importância			Média (23)

Fonte: TERRA, 2025.

Como indicador da qualidade ambiental da área a ser recuperada e da revegetação que for aplicada (Programa de Recuperação de Áreas Degradadas), recomenda-se a continuidade do Programa de Monitoramento de Fauna Terrestre e Biota Aquática até que se obtenha um banco de dados robusto, pelo qual se perceba a estabilização dos indicadores ecológicos das comunidades faunísticas, isto é, baixa variabilidade entre as campanhas do mesmo período sazonal.

7.2.3.3.4.3 Alteração nas Comunidades Aquáticas

Na etapa de desativação, com relação às comunidades aquáticas, se prevê um benefício quanto à conservação de ambientes aquáticos, considerando-se a desativação dos sistemas de drenagem, uma vez que essas ações não mais perturbarão a biota aquática (especialmente as macrófitas, os plânctons, a macrofauna bentônica e os peixes). A recomposição da área e estabelecimento da cobertura vegetal serão fundamentais para a diminuição de entrada de sedimentos e da interferência do sistema de drenagem do empreendimento com os corpos hídricos e nascentes.

As avaliações das ações do empreendimento sobre as comunidades aquáticas durante a etapa de desativação classificaram o impacto como de magnitude baixa e importância alta. Este impacto será positivo, considerando-se as ações previstas nos Programas de recuperação de áreas degradadas, de monitoramento da biota aquática, de monitoramento de efluentes líquidos e de gestão de recursos hídricos.

Quadro 7.2-34 - Caracterização do impacto sobre o elemento: alteração das comunidades aquáticas na etapa de desativação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	Os ganhos ambientais serão expressivos, haja vista que as ações que geravam riscos de impactos negativos serão cessadas, mas foi classificada como média devido os corpos hídricos ficarem apenas nas AID e não na ADA.
Efeito	Direto	4	Os efeitos da recuperação de áreas e remoção das estruturas terão consequências importantes e diretas sobre os ambientes de abrigo, reprodução e forrageamento dos organismos aquáticos.
Abrangência	Local	2	Os impactos positivos irão se estender para além da ADA.
Temporalidade	Médio Prazo	2	É necessário um tempo considerável para que as comunidades apresentem efeitos de restauração significativos.
Duração	Permanente	4	Uma vez restabelecido o equilíbrio ecológico, as comunidades aquáticas tenderão a se manterem estabilizadas por tempo indeterminado, caso não ocorra interferência por atividades antrópicas.
Reversibilidade	Reversível	1	Sabemos que, se não for mantida a vegetação ciliar e se houver lançamento desordenado de efluentes nos corpos hídricos, as comunidades aquáticas voltam a ficar susceptíveis.
Natureza	Positiva	1	A reconstituição das comunidades aquáticas é positiva ao sistema biológico das áreas de influência interferidas, dando condições para a fauna voltar a habitar a área novamente sem perturbações antrópicas.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (5)

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO	
Importância	Alta (25)

7.2.3.4 ANÁLISE DOS IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO

7.2.3.4.1 Considerações Gerais

Os impactos sobre o meio socioeconômico resultantes da implantação, operação e desativação da CTR Metropolitana apresentam diferentes magnitudes e importâncias sobre as áreas de influência do empreendimento.

7.2.3.4.2 Etapa de Implantação

7.2.3.4.2.1 Expectativas da comunidade Local

As expectativas da população frente ao empreendimento são decorrentes de um conjunto de fatores, entre eles as ações iniciais referentes ao empreendimento como os estudos técnicos e as primeiras notícias sobre ele na região. Tais expectativas geram apreensões junto aos diferentes segmentos sociais da região tanto de natureza positiva – mais empregos - quanto negativa – mudanças na vida cotidiana - frente à nova situação que está sendo colocada para a população da região.

Na maioria dos casos o poder público e a sociedade local demonstram esperança de que a implantação do empreendimento vá trazer progresso e melhorias a qualidade de vida da população, sobretudo em função do esperado aumento da oferta de empregos.

Esse impacto é local e reversível, de duração temporário curto, em função da geração de expectativas ocorrerem em um período de tempo curto da etapa de implantação até a operação, que é de 06 meses. Este impacto também é pouco relevante, sendo avaliado de baixa magnitude, e de média importância.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do impacto da implantação da CTR Metropolitana em relação as expectativas da população frente ao empreendimento.

Quadro 7.2-35 - Caracterização do impacto sobre o elemento: expectativas da população frente ao empreendimento; durante a etapa de implantação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	**2**	A geração de expectativas é comum em razão de ser um elemento novo no cotidiano da população residente no local de inserção do empreendimento.
Efeito	Direto	**4**	O impacto é considerado direto, desde o momento das primeiras movimentações no local de inserção do empreendimento.
Abrangência	Local	**2**	É um impacto de abrangência local, pois a expectativa primeira é em saber de fato qual o tipo de empreendimento que irá se instalar., após a informação, dependendo do empreendimento se transforma em apreensão.
Temporalidade	Imediato	**4**	A ocorrência do impacto é imediata, pois é desencadeada a partir dos primeiros levantamentos realizados na área.
Duração	Temporário curto	**1**	A expectativa será atendida a partir do momento em que se tiver informações sobre o tipo de empreendimento, deixa de ser especulação.
Reversibilidade	Reversível	**1**	O impacto é considerado reversível na medida em que as expectativas, tanto positivas quanto negativas, se confirmem frente a avaliação de todo o processo de implantação e da minimização dos efeitos negativos previstos.
Natureza	Negativa	**-1**	As expectativas da população frente ao empreendimento, são consideradas negativas em função da experiência negativa de outro empreendimento com a mesma atividade.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			**Baixa (5)**
Importância			**Média (21)**

Fonte: Terra Meio Ambiente-, 2025. Elaboração própria.

Propõe-se o Programa de Comunicação Social para procurar minimizar as consequências negativas e garantir a reversibilidade do referido impacto.

7.2.3.4.2.2 Incremento de Fornecedores de Insumos e Serviços

Identificou-se que os elementos do Incremento de Fornecedores de Insumos e Serviços estão associados na etapa de planejamento do Projeto da CTR Metropolitana relaciona-se a aquisição de:

- Equipamentos e maquinários; e
- Insumos e serviços necessários as atividades do empreendimento.

Para realização das atividades do empreendimento são necessárias aquisições de insumos, materiais e serviços, tais como: material de escritório e de limpeza, mantimentos e serviços de alimentação, peças e equipamentos diversos para uso e

reposição; bem como a contratação de serviços específicos: transporte de pessoal e de cargas, limpeza industrial, manutenção, monitoramentos ambientais, segurança patrimonial e de pessoal, dentre outros.

Essas aquisições, têm o potencial de gerar alterações positivas a dinâmica econômica local, aumentando o faturamento das empresas e expansão do mercado.

Neste sentido, este impacto apresenta intensidade média, com efeito direto e abrangência regional. O impacto é considerado temporário curto e contribuirá com a dinâmica econômica dada sua natureza positiva. Sendo avaliado como de temporalidade imediata e reversível. Assim sendo, é um impacto relevante e de magnitude média e importância alta.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do impacto relativo ao incremento de fornecedores de insumos e serviços.

Quadro 7.2-36 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Incremento de fornecedores de insumos e serviços; durante a etapa de implantação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Média	2	O incremento dos fornecedores de insumos e serviços se dará pelo aumento das aquisições decorrentes da implantação do empreendimento.
Efeito	Direto	4	O incremento dos fornecedores de insumos e serviços é diretamente causado pelas demandas resultantes do CTR.
Abrangência	Regional	4	As aquisições no mercado de bens e serviços serão sentidas nos municípios próximos que compõem a AII.
Temporalidade	Imediata	4	O incremento dos fornecedores avança ao passo que as atividades do CTR sejam realizadas.
Duração	Temporário curto	1	Com o término das demandas do empreendimento, cessarão as aquisições provenientes das atividades do mesmo.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Reversibilidade	Reversível	1	A atividade que demanda esse incremento tem uma duração de 6 meses.
Natureza	Positiva	+1	Em virtude do aumento de faturamento das empresas e da provável expansão do mercado.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (7)
Importância			Alta (25)

Fonte: Terra Meio Ambiente-, 2025. Elaboração própria.

Como forma de potencializar este impacto propõe-se a divulgação do mesmo por meio do Programa Comunicação Social; bem como a realização do Programa de Regionalização da Compra de Insumos e Serviços.

7.2.3.4.2.3 Incremento na Geração de Empregos Diretos e Indiretos

Com base nas informações elencadas na matriz de impacto identifica-se que o impacto relativo à Geração de empregos direto e indiretos, decorrentes da implantação da CTR Metropolitana, está associada a:

- Contratação de mão de obra direta e indireta;

Neste sentido, a implantação da CTR Metropolitana irá alavancar toda a cadeia produtiva do município, bem como das comunidades do entorno, por consequência, irá gerar empregos indiretos e por efeito renda. Estes últimos serão relativos às atividades terceirizadas para empresas prestadoras de serviço, gerando um aumento da oferta de empregos na região.

Trata-se de um impacto de abrangência local e temporalidade imediata, dado o tempo de implantação do empreendimento, previsto para acontecer em 06 meses, aumentando a renda das famílias e o poder aquisitivo desta população. Assim, os efeitos sentidos/ vivenciados pela população, terão duração temporário curto e de cunho reversível. Sendo assim, este impacto é considerado relevante, sendo avaliado de média magnitude, e de importância alta.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do referido impacto a implantação da CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-37 - Caracterização do impacto sobre o elemento: geração de empregos diretos e indiretos; durante a etapa de implantação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Alta	**4**	Considerando que mesmo que o tempo de implantação seja de 06 meses, a oferta de vagas diretas e indiretas para a região é muito importante, a renda oriunda dos salários irá movimentar os pequenos comerciantes que estão instalados no entorno imediato do empreendimento.
Efeito	Direto	**4**	A geração de empregos, sejam eles direto ou indireto, relaciona-se diretamente com as etapas de implantação do empreendimento
Abrangência	Local	**2**	O benefício se dará notadamente de forma local
Temporalidade	Imediato	**4**	Os postos de trabalho, disponíveis deverão ser ocupados logo após a divulgação das vagas.
Duração	Temporário curto	**1**	Os empregos gerados, terão duração de 06 meses, tempo previsto para a implantação do CTR
Reversibilidade	Reversível	**1**	O quantitativo de empregos voltará aos níveis anteriores com o encerramento da implantação
Natureza	Positiva	**1**	O aumento de postos de trabalho na região é benéfico a população local
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Média (7)
Importância			Alta (27)

Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025. Elaboração própria.

Como forma de potencializar esse impacto propõe-se a divulgação do mesmo por meio do Programa de Comunicação Social; bem como a realização do Programa de Contratação de Mão de Obra Local.

7.2.3.4.2.4 Aumento do Tráfego Rodoviário

Com base nas informações elencadas na matriz de impactos identifica-se que o impacto relativo ao Aumento do Tráfego Rodoviário, decorrentes da implantação da CTR Metropolitana, está associada a:

- Requalificação do ramal Transacará.

De forma geral, com a implantação do empreendimento haverá um aumento do número de veículos, que poderá gerar incômodo e aumento no risco de acidentes para os moradores locais, visto que o referido ramal precisará ser requalificado para atender o fluxo de veículos na fase de operação da CTR. O acesso à CTR Metropolitana dar-se-á pela rodovia BR-316 e posteriormente acessando a PA-483 no km24, sentido Belém – Barcarena, até o ponto de entrada para a rodovia Perna Leste até o acesso à CTR, sendo percorridos 15 km de boa estrada pavimentada com um pequeno percurso em acesso não pavimentado até a entrada na propriedade.

A ocorrência deste impacto que se manifestará como de natureza negativa, efeito direto, abrangência local, temporalidade imediata, duração temporária longa, caráter reversível, e importância média, intensidade média e magnitude baixa.

O quadro a seguir apresenta a avaliação do referido impacto na implantação da CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-38 - Caracterização do impacto sobre o elemento: aumento do tráfego rodoviário, durante a etapa de implantação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	**2**	Após a requalificação do ramal Transacará haverá um tráfego maior de veículos, mas não atrapalhará o translado de moradores.
Efeito	Direto	**4**	Após a requalificação da via, haverá um aumento de caminhões de pequeno e grande porte.
Abrangência	Local	**2**	O ramal Transacará, localizado na AID do Projeto CTR Metropolitana receberá um aumento no volume de veículos.
Temporalidade	Imediato	**4**	Durante a implantação do CTR, haverá um aumento do tráfego na AID.
Duração	Temporário longo	**2**	Após a implantação e com o início da operação do CTR, o tráfego de veículos permanecerá intenso
Reversibilidade	Reversível	**1**	Com o fim das atividades do CTR o ramal Transacará, terá uma diminuição de veículos na via.
Natureza	Negativa	**-1**	O aumento de veículos na via, causa um incômodo na população local.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Baixa (-5)
Importância			Média (23)

Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025. Elaboração própria.

Como forma de potencializar esse impacto propõe-se a divulgação do mesmo por meio do Programa de Comunicação Social; bem como a realização do Programa de Segurança da via.

7.2.3.4.3 Etapa de Operação

7.2.3.4.3.1 Incremento de Fornecedores de Insumos e Serviços

Com base no abaixo, identifica-se que os elementos do impacto de Incremento de Fornecedores de Insumos e Serviços, associados a operação da CTR Metropolitana, baseiam-se em:

- Aquisição de insumos e serviços associados/ necessários a realização das atividades do empreendimento;

Na etapa de operação da CTR Metropolitana, embora aconteça, em certa medida, a manutenção do incremento a fornecedores; a natureza dos insumos e serviços demandados difere da etapa de implantação. De todo modo, identifica-se a contribuição do empreendimento aos níveis de faturamento de empresas locais e regionais.

Nesse sentido, trata-se de um impacto de natureza positiva, com intensidade baixa, efeito direto, abrangência regional, com temporalidade imediata, duração temporário longo e de caráter reversível. Sendo, portanto, um impacto de média importância e de média magnitude.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do impacto de Incremento de Fornecedores de Insumos e Serviços em relação a operação da CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-39 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Incremento de fornecedores de insumos e serviços; durante a etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Baixa	1	Nesta etapa da projeto o incremento de fornecedores de insumos e serviços será pouco perceptível.
Efeito	Direto	4	O fortalecimento dos fornecedores de insumos e serviços é diretamente causado pela demanda da fase de operação.
Abrangência	Regional	4	A crescimento do mercado de bens e serviços será sentida nos municípios próximos que tenham prestadores de serviços ligados ao empreendimento.
Temporalidade	Imediata	4	A intensificação do mercado de bens e serviços avançam ao passo que as atividades são realizadas.
Duração	Temporário longo	2	A manutenção dos fornecedores de insumos e serviços, terá duração de 31 anos, tempo previsto para realização das atividades de operação do CTR.
Reversibilidade	Reversível	1	Com o encerramento dos contratos, para esta fase do empreendimento, poderá haver o retorno a situação inicial.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Natureza	Positiva	+1	Decorre da própria dinamização da economia.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (6)
Importância			Média (24)

Fonte: Consórcio TERRA-MRT, 2023. Elaboração própria.

Como forma de potencializar este impacto propõe-se a divulgação do mesmo por meio do Programa Comunicação Social; bem como a realização do Programa de Regionalização da Compra de Insumos e serviços.

7.2.3.4.3.2 Incremento na geração de Empregos Diretos e Indiretos

Com base a seguir, identificam-se os aspectos vinculados ao impacto de Geração de Empregos associados, a etapa de operação da CTR Metropolitana, onde:

- Recrutamento e contratação de mão de obra permanente;

Na etapa de operação, encontra-se prevista a contratação de 200 profissionais de forma permanente, com preferência para a população residente na AID, mas podendo ser estendida até os municípios que compõe a AII. Gerando, com isso, aumento do número de postos de trabalho na região.

Nesse sentido, trata-se de um impacto de natureza positiva, com intensidade baixa, efeito direto, abrangência regional, com temporalidade imediata, duração temporário longo e de caráter reversível. Sendo, portanto, um impacto de importância e magnitude médias.

No quadro a abaixo é apresentada a valoração do impacto a Geração de Empregos Diretos e Indiretos da operação do CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-40 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Geração de empregos diretos e indiretos; durante a etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Baixa	**1**	A intensidade é baixa em função da pequena quantidade de postos de trabalho na região.
Efeito	Direto	**4**	O impacto é direto, pois decorre da atividade de contratação de mão-de-obra.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Abrangência	Regional	**4**	O impacto deverá manifestar-se com maior intensidade na AID e AII, mas em função da capacitação necessária deverá se estender também para a região.
Temporalidade	Imediato	**4**	A multiplicação de empregos se dá conforme avançam as obras de operação do empreendimento.
Duração	Temporário longo	**2**	O impacto terá longa duração, cessando quando terminada a etapa de operação, prevista para acontecer em 31 anos.
Reversibilidade	Reversível	**1**	É considerado um impacto reversível, pois após cessada a ação geradora que é a mobilização e contratação de mão de obra a oferta de trabalho passa a ter um decaimento.
Natureza	Positiva	**+1**	A oferta de trabalho irá afetar positivamente a população local.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Média (6)
Importância			Média (24)

Fonte: Consórcio TERRA-MRT, 2023. Elaboração própria.

Como forma de potencializar esse impacto, propõem o Programa de Comunicação Social, para divulgação de informações, e o Programa de Contratação de Mão de Obra Local, para favorecer a absorção de trabalhadores local e regionalmente.

7.2.3.4.3.3 Aumento do Tráfego Rodoviário

Quanto à fase de operação haverá incremento no trânsito de veículos pesados principalmente de caminhões de transporte de resíduos, igualmente será o incremento no trânsito de veículos leves. No trecho do ramal Transacará apesar de ser um trecho relativamente pequeno e sem moradias, o aumento da circulação de veículos poderá acarretar perigos à população local quanto a acidentes de trânsito.

A ocorrência deste impacto que se manifestará como de natureza negativa, incidência direta, abrangência local, temporalidade imediata, duração temporária, caráter reversível, e importância média, intensidade média e magnitude média.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do referido impacto ao planejamento do CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-41 - Caracterização do impacto sobre o elemento: aumento do tráfego rodoviário, durante a etapa de operação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Alta	**2**	Considerando que na fase de operação o fluxo será intensificado assim como o tipo de veículo que irá circular na via muito mais pesado.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Efeito	Direto	**4**	O fluxo de veículos será intensificado tão logo o empreendimento comece a operar.
Abrangência	Local	**2**	O impacto será percebido de forma local
Temporalidade	Imediato	**4**	Tão logo o empreendimento comece a operar, o aumento do tráfego na via será observado.
Duração	Temporário longo	**2**	O impacto será durante a vida útil do empreendimento.
Reversibilidade	Reversível	**1**	Com o encerramento da atividade, os veículos pesados deixarão de circular na via, diminuindo de forma considerável o tráfego na via.
Natureza	Negativa	**-1**	A natureza é negativa em função da possibilidade de acidentes na via.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Baixa (-5)
Importância			Média (-23)

Fonte: TERRA- 2025. Elaboração própria.

Como forma de potencializar esse impacto propõe-se a divulgação do mesmo por meio do Programa de Comunicação Social; bem como a realização do Programa de Segurança da via.

7.2.3.4.3.4 Incremento nas arrecadações Tributárias

As informações no quadro a seguir evidenciam os aspectos associados ao impacto de Alteração das Receitas Tributárias e Tranferências na etapa de operação do CTR Metropolitana, onde:

- Aquisição de Insumos e serviços; e
- Contratação de mão de obra.

Para etapa de operação, a CTR Metropolitana demandará a aquisição de insumos e serviços de fornecedores locais e regionais; além da contratação de quadro efetivo permanente para execução das atividades do empreendimento; contribuindo positivamente no aumento de receita, no tocante a tributação.

Além disso, é importante mencionar as possíveis transformações que a operação da Central de Tratamento de Resíduos – CTR Metropolitana pode oferecer à região, às comunidades do entorno, favorecendo a formação de novos negócios associados a atividade da CTR.

Assim, este impacto apresenta natureza positiva, com intensidade baixa, efeito direto, abrangência regional, com temporalidade imediata, duração temporário longo e de caráter reversível. Sendo, um impacto avaliado como de média importância e de média magnitude.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do referido impacto a operação do CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-42 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Alteração das Receitas Tributárias e Transferências; durante a etapa de operação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Baixa	1	Nesta etapa do empreendimento a arrecadação e repasses são pequenos, portanto, contribuindo de maneira modesta na economia.
Efeito	Direto	4	A arrecadação decorre dos repasses gerado pela dinamização da economia
Abrangência	Regional	4	O aumento de arrecadação se dá, basicamente, na AII
Temporalidade	Imediato	4	O aumento de arrecadação e repasses aumenta gradualmente conforme avança a operação do empreendimento.
Duração	Temporário longo	2	Os repasses e a arrecadação ocorrerão, para esta fase, imediatamente com a operação do empreendimento e continuarão durante todo o período de operação da CTR Metropolitana
Reversibilidade	Reversível	1	Com a conclusão da etapa de operação decairão os repasses e a arrecadação.
Natureza	Positiva	+1	O aumento da arrecadação deverá trazer benefícios à população local, através do aumento da capacidade de investimentos em serviços públicos.

Caracterização do Impacto	
Avaliação do Impacto	
Magnitude	Média (6)
Importância	Média (24)

Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025. Elaboração própria.

Para potencializar esse impacto, de natureza positiva, propõe-se a divulgação com o Programa de Comunicação Social.

7.2.3.4.4 Etapa de Desativação

7.2.3.4.4.1 Encolhimento de Fornecedores de Insumos e Serviços

Com base no abaixo, identifica-se que os impactos no incremento de fornecedores de insumos e serviços estão associados a desativação do CTR Metropolitana:

- Desmobilização de equipamentos;
- Dispensas das empresas de insumos e serviços.

Na etapa de desativação, haverá a descontinuação/ desmobilização das empresas fornecedoras de insumos locais ou regionais; assim como de serviços, seja de transporte de pessoal e de cargas. Considerando esses elementos, as empresas envolvidas nas atividades do empreendimento terão seus níveis de faturamento afetados negativamente com o encerramento do funcionamento da CTR Metropolitana.

Nesse sentido, a natureza desse impacto é negativa, com intensidade baixa, efeito direto, abrangência regional, com temporalidade imediata, duração temporário curto e de caráter reversível. Sendo, portanto, um impacto de média importância e de média magnitude.

O quadro abaixo apresenta a avaliação desse impacto em relação a desativação da CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-43 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Encolhimento de fornecedores de insumos e serviços; durante a etapa de desativação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Baixa	1	A redução do mercado por conta do findar da operação do empreendimento resultará em enfraquecimento dos fornecedores de insumos e serviços que terão de buscar outros negócios para a sua sobrevivência, porém a sua intensidade é baixa.
Efeito	Direto	4	A redução do mercado de bens e serviços será verificada diretamente com o encerramento das atividades.
Abrangência	Regional	4	Os efeitos desse impacto se darão, notadamente, em escala regional
Temporalidade	Imediata	4	A redução do mercado de bens e serviços será sentida assim que se encerrar o empreendimento.
Duração	Temporário curto	1	Com a desativação do projeto, a renda oriunda dos postos de trabalho diminui na cidade.
Reversibilidade	Reversível	1	A redução do mercado de bens e serviços por conta da desativação do empreendimento será reversível.
Natureza	Negativa	-1	A redução da renda é negativa a população local.

Avaliação do Impacto	
Magnitude	Média (-6)
Importância	Média (-22)

Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025. Elaboração própria.

Para este impacto propõe-se a realização do Programa Comunicação Social e Programa de Regionalização da Compra de Insumos e Serviços.

7.2.3.4.4.2 Diminuição/Decréscimo de empregos diretos e indiretos

Com base no quadro abaixo, identifica-se que a Diminuição/ Decréscimo de Empregos Diretos e Indiretos, da etapa de desativação da CTR Metropolitana, encontra-se associado a:

- Dispensa da Mão de Obra;

Com o encerramento das atividades do CTR Metropolitana, haverá a desmobilização da mão-de-obra. Com isso, haverá a redução do número de postos de trabalho na região, e consequentemente diminuição da renda familiar e alteração da qualidade de vida da população envolvida.

Notadamente, esse impacto apresenta natureza negativa, com intensidade baixa, efeito direto, abrangência regional, com temporalidade imediata, duração temporário curto e de caráter reversível. Sendo, portanto, um impacto de importância e magnitude médias.

O quadro abaixo apresenta a avaliação desse impacto em relação a desativação do CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-44 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Diminuição/ Decréscimo de empregos diretos e indiretos; durante a etapa de desativação.

CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO			
Intensidade	Baixa	**1**	A diminuição da oferta de trabalho ocorrerá durante a fase de desativação, com o fim das etapas previstas no projeto, pois na desmobilização das estruturas novas contratações irão acontecer.
Efeito	Direto	**4**	A diminuição da oferta de trabalho se dará pela desativação do projeto.
Abrangência	Regional	**4**	Os efeitos desse impacto se darão, notadamente, em escala regional
Temporalidade	Imediato	**4**	A diminuição da oferta de trabalho se dará logo após a desativação do empreendimento.
Duração	Temporário Curto	**1**	A diminuição da oferta de trabalho pela desativação do empreendimento será de duração curto, prevista para um ano.
Reversibilidade	Reversível	**1**	A diminuição da oferta de trabalho pela desativação do empreendimento será reversível, considerando que a renda da população poderá voltar a sua condição original.
Natureza	Negativa	**-1**	A diminuição da oferta de trabalho irá afetar de forma negativa a população local.
AVALIAÇÃO DO IMPACTO			
Magnitude			Média (-6)
Importância			Média (-22)

Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025. Elaboração própria.

Para este impacto propõem-se o Programa de Comunicação Social e o Programa de Contratação de Mão de Obra Local.

7.2.3.4.4.3 Alteração das Receitas Tributárias e Transferências

As informações do quadro a seguir evidenciam elementos associados a Alteração das Receitas Tributárias e Tranferências relacionadas a etapa de desativação do CTR Metropolitana, vinculando-se:

- Dispensa de mão de obra; e
- Encerramento de contrato de fornecedores;

Com a finalização das atividades do CTR Metropolitana, haverá, consequentemente, o encerramento dos contratos com fornecedores locais ou regionais; bem como, a dispensa de mão-de-obra, afetando as arrecadações provenientes de impostos, taxas e contribuições geradas das atividades econômicas ligadas ao CTR. Por estes motivos, no tocante a tributação, a receita gerada com as atividades do empreendimento, será reduzida; ocasionando a retração da arrecadação tributária no munícipio do Acará.

Notadamente, esse impacto apresenta natureza negativa, com intensidade baixa, efeito direto, abrangência regional, com temporalidade imediata, duração temporário curto e de caráter reversível. Sendo, portanto, um impacto de média importância e de média magnitude.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do referido impacto a desativação do CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-45 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Alteração das Receitas Tributárias e Transferências; durante a etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Baixa	1	A redução da arrecadação e repasses se dá por conta do encerramento das atividades do empreendimento.
Efeito	Direto	4	A redução da arrecadação decorre diretamente das atividades do empreendimento.
Abrangência	Regional	4	O aumento de arrecadação se dá, basicamente, na AII
Temporalidade	Imediato	4	Conforme são encerradas as atividades do empreendimento, serão sentidos os efeitos do impacto.
Duração	Temporário longo	2	Os repasses e a arrecadação ocorrerão, para esta fase, imediatamente com a operação do empreendimento.
Reversibilidade	Reversível	1	Com a etapa de desativação decairão os repasses e a arrecadação.
Natureza	Negativo	-1	A redução da arrecadação afetará negativamente à população local, diminuindo a capacidade de investimentos em serviços públicos.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Média (-6)
Importância			Média (-24)

Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025. Elaboração própria.

Para este impacto propõe-se a execução do Programa de Comunicação Social.

7.2.3.4.4.4 Interferência no Cotidiano da População

Com base nos dados da avaliação de impacto, identificam-se os aspectos relacionados ao impacto da Interferência no Cotidiano da População com a desativação da CTR Metropolitana, onde:

- Redução da circulação de veículos de pequeno e grande porte;
- Reconfiguração dos elementos externos a realidade local.

Com a desativação da CTR Metropolitana as interferências causadas ao cotidiano das populações situadas no entorno do empreendimento, serão sentidas em menor proporção nessa fase, pois, as atividades decorrentes do funcionamento da CTR Metropolitana já fazem parte da realidade local, e com seu fim, terá um pequeno estranhamento, mas que logo será normalizado pela população.

Neste sentido, esse impacto apresenta natureza positiva, com intensidade média, efeito direto, abrangência local, com temporalidade imediata, duração temporário longo e de caráter reversível. Sendo, portanto, um impacto de média importância e de baixa magnitude.

O quadro abaixo apresenta a avaliação do referido impacto a desativação da CTR Metropolitana.

Quadro 7.2-46 - Caracterização do impacto sobre o elemento: Interferência no Cotidiano da População; durante a etapa de desativação.

Caracterização do Impacto			
Intensidade	Média	2	O encerramento das atividades do empreendimento possibilitará o reestabelecimento das relações sociais da população local.
Efeito	Direto	4	As alterações se dão diretamente com o encerramento das ações relacionadas ao empreendimento
Abrangência	Local	2	Os efeitos da desativação extrapolarão a área diretamente afetada do empreendimento,

Caracterização do Impacto			
			envolvendo as Vilas situadas na Área de Influência Direta.
Temporalidade	Imediato	4	As alterações no cotidiano são sentidas pela população local.
Duração	Temporário longo	2	As alterações no cotidiano demandam um tempo para serem atenuadas.
Reversibilidade	Reversível	1	As alterações no cotidiano deverão ser atenuadas com o término das atividades do empreendimento.
Natureza	Positiva	+1	O encerramento das atividades, da perspectiva da interferência das relações sociais, será positiva à população local.
Avaliação do Impacto			
Magnitude			Baixa (5)
Importância			Média (23)

Fonte: Terra Meio Ambiente, 2025. Elaboração própria.

Para esse impacto, de natureza positiva, deve-se utilizar os seguintes programas: Programa de Comunicação Social, Programa de Educação Ambiental, Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruídos, Subprograma de Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Monitoramento e Controle de Fauna Sinantrópica, Pragas e Vetores.

8 PLANOS E PROGRAMAS DE CONTROLE E/OU MONITORAMENTO

8.1 MEIO FÍSICO

8.1.1 PROGRAMA DE CONTROLE DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

8.1.1.1 JUSTIFICATIVA

Considerando as características e a natureza das atividades da CTR Metropolitana durante as fases de instalação, operação e encerramento, faz-se necessário um acompanhamento da qualidade do ar a partir de avaliações das emissões atmosféricas de material particulado (poeira) com acompanhamento das condições meteorológicas, bem como dos gases produzidos durante as fases do empreendimento.

O programa deve orientar as ações de controle a serem desenvolvidas para minimizar as emissões de poluentes com maior foco na emissão de material particulado e poeiras.

8.1.1.2 OBJETIVOS

São objetivos deste programa:

- Implementar medidas para o controle das emissões provenientes das atividades associadas ao empreendimento, por meio de redução dessas emissões;
- Promover o controle dos aspectos ambientais relacionados com a emissão de material particulado, durante a etapa de instalação, operação e encerramento do empreendimento, através de procedimentos operacionais e ações específicas;
- Monitorar a qualidade ambiental do ar das áreas de influência direta do empreendimento, de forma a avaliar a eficácia das medidas de controle da poluição adotadas e manter os parâmetros indicadores dentro dos limites legais e normativos vigentes (Resolução CONAMA nº 506/2024).

8.1.1.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

Avaliação através de indicadores ambientais, buscando-se a melhoria contínua na eficiência dos sistemas de controle das emissões atmosféricas e dos processos de implantação, operação e desativação do aterro, com reflexos diretos na melhoria da qualidade do ar; manutenção adequada dos equipamentos; avaliação da eficiência do tratamento dos resíduos e sistemas de redução das emissões, mantendo os resultados

dentro dos valores estabelecidos nas resoluções CONAMA nº 506/2024 e CONAMA 418/2009.

8.1.1.4 ASPECTOS LEGAIS

8.1.1.4.1 Emissões atmosféricas

O programa considera a Resolução CONAMA nº 418 de 25 de novembro de 2009, que dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Implantação de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de implantação de veículos em uso.

Além disso, atende as diretrizes estabelecidas nas seguintes Normas ABNT NBR 6601/2012 (Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escapamento) e ABNT NBR 13037/2001 (Veículos rodoviários automotores - Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre - Determinação da opacidade).

8.1.1.4.2 Qualidade do ar

Para o monitoramento da Qualidade do Ar, será adotada a Resolução CONAMA nº 506/2024, que estabelece os padrões nacionais de qualidade do ar e orienta sua aplicação. No programa de monitoramento, serão utilizados os valores estabelecidos no Padrão Intermediário 2, conforme disposto no Anexo I da referida resolução, para os poluentes dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), material particulado fino ($MP_{2,5}$) e material particulado total (MP_{10}). Já para os parâmetros partículas totais em suspensão (PTS) e monóxido de carbono (CO), será adotado o Padrão Final da norma. A escolha do Padrão Intermediário 2 foi determinada na atualização da Resolução CONAMA, considerando a transição progressiva para padrões mais restritivos de qualidade do ar. No Quadro abaixo é apresentado os padrões de qualidade do ar determinados pela norma.

Quadro 8.1-1 - Padrões nacionais de qualidade do ar de acordo com a Resolução CONAMA 506/2024.

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO DE QUALIDADE DO AR			
		PADRÃO INTERMEDIÁRIO 1	PADRÃO INTERMEDIÁ-RIO 2	PADRÃO INTERMEDIÁRIO 3	PADRÃO FINAL
Partículas totais em suspensão	24 horas Anual[2]	-	-	-	240 µg/m³ 80 µg/m³
Dióxido de Enxofre – SO_2	24 horas Anual[1]	125 µg/m³ 40 µg/m³	50 µg/m³ 30 µg/m³	30 µg/m³ 20 µg/m³	20 µg/m³ -
Dióxido de Nitrogênio – NO_2	1 hora Anual[1]	260 µg/m³ 60 µg/m³	240 µg/m³ 50 µg/m³	220 µg/m³ 45 µg/m³	200 µg/m³ 40 µg/m³
Monóxido de Carbono – CO	8 horas	-	-	-	9 ppm
Ozônio – O3	8 horas	140 µg/m³	130 µg/m³	120 µg/m³	100 µg/m³
Partículas Inaláveis – $MP_{2,5}$	24 horas Anual	60 µg/m³ 20 µg/m³	50 µg/m³ 17 µg/m³	37 µg/m³ 15 µg/m³	25 µg/m³ 10 µg/m³
Partículas Inaláveis – MP_{10}	24 horas Anual[2]	120 µg/m³ 40 µg/m³	100 µg/m³ 35 µg/m³	75 µg/m³ 30 µg/m³	50 µg/m³ 20 µg/m³

1 – Média Aritmética Anual; 2 – Média Geométrica Anual; 3 – Máxima Média Móvel obtida no dia; 4 - Máxima média móvel obtida no dia

8.1.1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

8.1.1.5.1 Monitoramento da Qualidade do Ar

Para realização do monitoramento dos poluentes ozônio (O3), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO2), dióxido de enxofre (SO2) e material particulado em suspensão, como o PM2,5 e PM10 e PTS poderão ser utilizados equipamentos certificados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) ou equipamento que apresentem desempenho e precisão equivalente aos instrumentos de referência certificado.

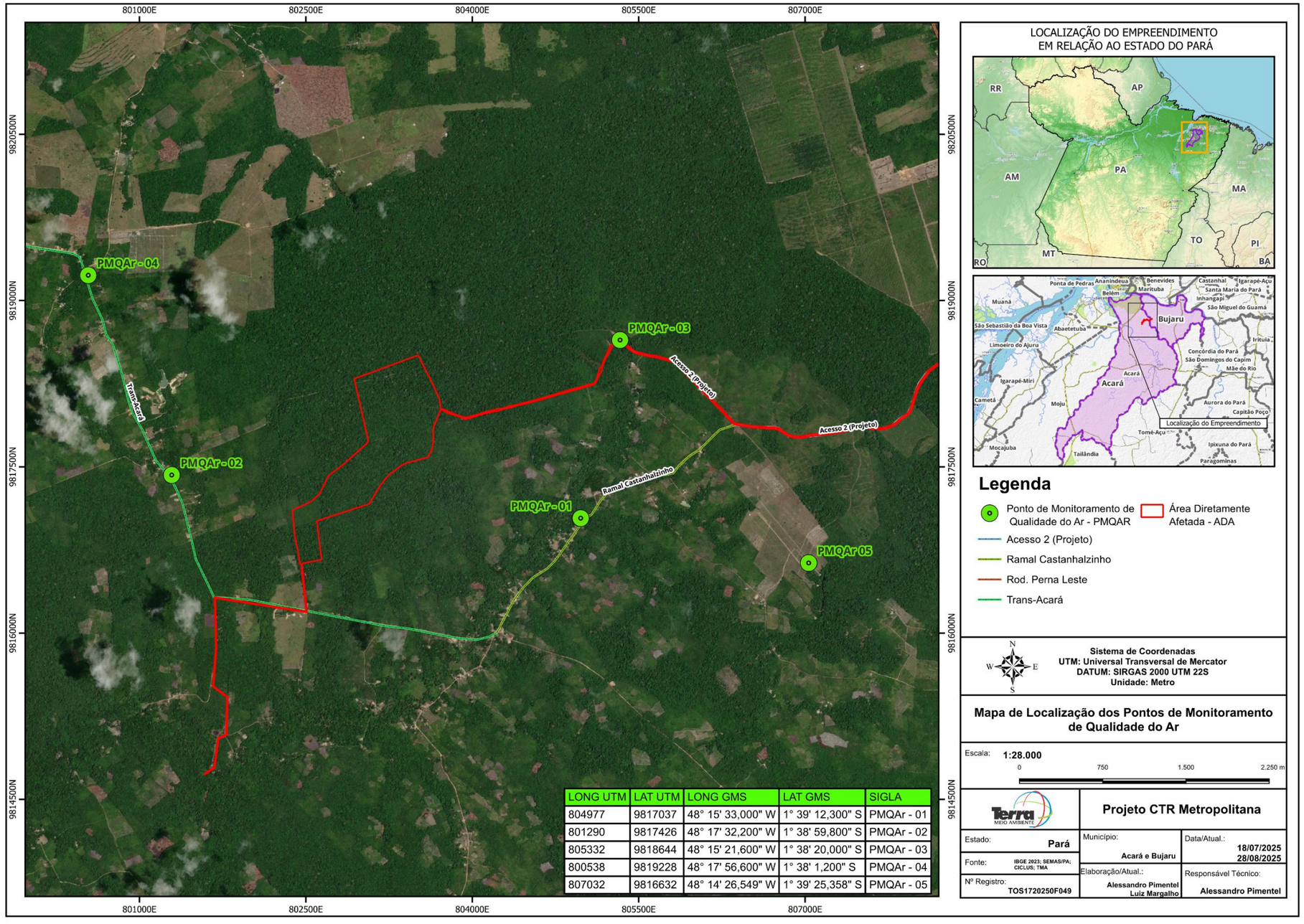
Os pontos de monitoramento foram escolhidos de acordo com a direção predominante dos ventos, os receptores críticos, bem como fornecimento de energia e segurança dos equipamentos, sendo localizados nas áreas de influência do empreendimento. No quadro e mapa abaixo podem ser conferidos a disposição dos pontos, com as respectivas coordenadas. Todavia, se durante o monitoramento for verificada a

necessidade de adicionar, remover ou realocar um ponto, os pontos poderão ser alterados, com base em justificativa técnica.

Quadro 8.1-2 - Pontos de monitoramento da qualidade do ar.

PONTOS	LONGITUDE	LATITUDE	LONGITUDE(UTM)	LATITUDE(UTM)
PMQAr 01	48° 15′ 33,000″ W	1° 39′ 12,300″ S	804977	9817037
PMQAr 02	48° 17′ 32,200″ W	1° 38′ 59,800″ S	801290	9817426
PMQAr 03	48° 15′ 21,600″ W	1° 38′ 20,000″ S	805332	9818644
PMQAr 04	48° 17′ 56,600″ W	1° 38′ 1,200″ S	800538	9819228
PMQAr 05	48° 14′ 26,549″ W	1° 39′ 25,358″ S	807032	9816632

Figura 8.1-1 - Rede amostral de monitoramento da qualidade do ar.



8.1.1.5.2 Monitoramento de Emissões Atmosféricas

A correta implantação do bom estado de funcionamento dos motores propicia a redução dos níveis de emissão de gases e partículas (fumaça preta) pelos motores de combustão interna dos veículos e máquinas móveis. Dessa forma, deverá ser implementado uma inspeção da emissão de fumaça preta pelos veículos e máquinas movidas a diesel que atuarão nas atividades durante as obras, seguindo as diretrizes estabelecidas nas seguintes NBRs:

- ABNT NBR 6601/2012 – Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escapamento;
- ABNT NBR 13037/2001 – Veículos rodoviários automotores – Gás de escapamento emitido por motor diesel em aceleração livre – Determinação da opacidade.

Para a emissão de fumaças e emissões gasosas, especialmente de descargas de veículos e máquinas a diesel, as concentrações destas emissões deverão ser analisadas por meio dos parâmetros estabelecidos no Anexo I da Resolução CONAMA nº 418/2009. Nesta, são especificados os limites máximos de emissão para CO, HC, opacidade e ruídos em veículos com motor ciclo Otto, motor do ciclo Otto de 4 tempos e veículos do ciclo diesel em uso.

Os veículos e equipamentos a diesel, quando mobilizados para o Projeto CTR Metropolitana, deverão apresentar laudo de inspeção da opacidade no veículo ou equipamento, emitido por profissional habilitado, dentro daquele ano de mobilização com validade de 1 (um) ano. Somente poderão ser liberados para as atividades, aqueles que atenderem aos limites da referida Resolução.

8.1.1.5.3 Demais medidas a serem implementadas

Durante as fases de implantação e operação do empreendimento, serão adotadas e intensificadas medidas de controle da emissão de material particulado nas áreas de trabalho e nas áreas próximas as comunidades adjacentes ao empreendimento por meio de:

- Umectação das vias e praças de trabalho, utilizando-se sistema móvel de aspersão para minimização da geração de poeiras;
- Controle da emissão de partículas dos caminhões e outros motores por meio de manutenção preventiva e periódica da frota;

- Controle de velocidade nas vias de acesso, com estabelecimento de um limite de velocidade de 40km/h nas vias de tráfego não pavimentadas;
- A aspersão poderá ser intensificada nos períodos de seca, sendo a frequência de execução deste procedimento a critério da avaliação visual do nível de poeira e dependente da intensidade do tráfego local;

Cabe salientar que nas áreas de maior concentração humana, como residências e escolas, tais medidas serão intensificadas a fim de minimizar os efeitos das atividades do empreendimento.

Por fim, o monitoramento da qualidade do ar deverá ocorrer nas comunidades próximas, desde que habitadas, por um período de 24 (vinte e quatro) meses ou de acordo com o período das fases de instalação, operação e encerramento do empreendimento.

As coletas e análises serão realizadas segundo as melhores práticas reconhecidas em literatura e aplicadas em estudos desta natureza. Após este período a frequência e parâmetros deverão ser reavaliados em função dos resultados obtidos.

8.1.1.6 PÚBLICO ALVO

O público-alvo será constituído pelo empreendedor, as empresas contratadas e a população que mora no entorno.

8.1.1.7 ABRAGÊNCIA

Este programa abrangerá as comunidades localizadas nas proximidades do Projeto CTR Metropolitana, além dos funcionários responsáveis que estarão envolvidos nas atividades.

8.1.1.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Esse programa terá inter-relação direta com o Programa de Monitoramento Geotécnico, Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidades de Taludes, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Comunicação Social e Programa de Educação Ambiental.

8.1.1.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa será de responsabilidade do empreendedor, que deverá contratar empresa consultora para constituir a equipe responsável para execução das campanhas de amostragem e monitoramento, a partir da fase de implantação.

8.1.1.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e o Monitoramento da Qualidade do Ar deverá ser executados em todas as fases do empreendimento, incluindo a etapa de fechamento.

Durante a fase de implantação, recomenda-se que o monitoramento da qualidade do ar seja realizado com frequência trimestral. O ponto PMQAr 01, especificamento, deverá ser monitorado apenas durante as atividades de reconformação do Acesso 2, também com periodicidade trimestral.

Na fase de operação e desativação, a frequência do monitoramento da qualidade do ar deverá ser semestral. No entanto, considerando que a implantação ocorrerá em três fases consecutivas, cada uma com duração estimada de seis meses, e que a operação terá início já ao final da Fase 1, haverá um período em que implantação e operação ocorrerão simultaneamente. Neste período - fase 2 e 3 da implantação e operação simultâneas - o monitoramento da qualidade do ar deverá ser realizado com frequência trimestral, de forma a assegurar o acompanhamento da qualidade do ar durante os ajustes operacionais iniciais

Durante as etapas do projeto, serão elaborados relatórios parciais e anuais consolidados, contendo as avaliações, devendo este ser encaminhado à SEMAS/PA.

Quadro 8.1-3 - Cronograma de controle das emissões atmosféricas e monitoramento da qualidade do ar.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Mobilização de equipes e equipamentos	■	■		■		■		■		■		■		■		■		■
Campanhas de monitoramento de PTS, MP_{10}, $MP_{2,5}$, CO, O_3, NO_2, SO_2	■	■	■	■	■	■		■		■		■		■		■		■
Umectação de vias e verificação de limites de velocidade	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Opacidade dos veículos (verificação anual dos certificados dos veículos)		■				■				■				■				■
Elaboração dos relatórios parciais	■	■	■	■	■	■		■		■		■		■		■		■
Elaboração de relatórios anuais consolidados		■				■				■				■				■

8.1.2 PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE ODORES

8.1.2.1 JUSTIFICATIVA

Este programa visa apresentação de medidas para controle da dispersão de odores para as comunidades do entorno do empreendimento.

8.1.2.2 OBJETIVOS

São objetivos do programa:

- Executar as medidas de controle de odores provenientes da atividade de deposição de resíduos, assim como das unidades de apoio, tais como lagoa de estabilização, dentre outras;
- Monitorar a eficiência das medidas de controle de odores adotadas durante a fase de operação do aterro sanitário, através da medição de odores nas fontes e nos receptores;
- Revisar os procedimentos com o intuito de obter sempre as melhores práticas para o controle de odores provenientes das atividades realizadas no empreendimento.

8.1.2.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

São metas deste programa:

- Redução da percepção de odores fora dos limites do empreendimento, com base em medições olfatométricas realizadas em receptores sensíveis, com base em valores de background;
- Minimizar e garantir que a dispersão dos odores cause o menor impacto possível na área de influência direta do empreendimento.

8.1.2.4 ASPECTOS LEGAIS

Merecem destaque, quanto à sua aplicabilidade no presente programa, a Resolução CONAMA 05/89 que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR.

Cabe ressaltar que no Brasil não contempla requisitos legais específicos sobre a normatização da emissão de odor. Logo o padrão de referência será os valores de *background*.

8.1.2.5 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Os odores só serão produzidos a partir da operação do empreendimento e os procedimentos de controle passam por instalação de todos os equipamentos e o cumprimento das boas práticas operacionais.

Os resíduos sólidos recebidos devem ser bem compactados e posteriormente cobertos com uma camada intermediária de solo ou material inerte e camada de recobrimento de taludes definitivos de solo compactado.

Este procedimento irá promover um processo de biodigestão, com geração de gás e lixiviado. O gás será capturado nos drenos e levados para um flare central para queima. Posteriormente, à medida que o aterro avançar, o gás passa a ser direcionado para a Unidade de Biogás para tratamento e geração de energia. Esse procedimento de queima central contribui também para o controle do odor gerado pelo biogás produzido no aterro.

As medidas previstas para o controle atmosférico e de odores estarão divididas em ações diversas que se complementarão. Para o controle de emissões de particulado e odores serão adotadas medidas no processo operacional, implantadas barreiras físicas constituindo instrumento de atenuação de impactos, como a retenção complementar de poeiras, ruídos e odores.

Em relação às emissões de odores do aterro, serão instaladas mantas sobre os taludes encerrados além dos sistemas de drenagem de gás centralizados em um queimador - flare central, concentrando para queima as principais fontes de geração de odor, além da queima de gás para redução das emissões de metano. Estas medidas promoverão uma redução significativa dos odores e das emissões com a queima do metano gerado na decomposição de resíduo.

Avaliar tecnicamente a viabilidade de implementação de sistemas de tratamento de emissões gasosas, tais como biofiltros e lavadores de gases, como medidas complementares de controle de odores nas unidades emissoras, considerando sua eficiência, aplicabilidade operacional e custo-benefício.

Além disso, medidas como a cobertura diária do resíduo também auxiliam no controle e na minimização das emissões atmosféricas.

Por fim, serão monitorados os parâmetros H2S, NH3, VOCs e CH4, utilizando-se de equipamentos de medição contínua em pontos com a presença de receptores críticos.

8.1.2.6 PÚBLICO-ALVO

Este Plano terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente ao empreendimento, e principalmente as comunidades localizadas no entorno do empreendimento.

8.1.2.7 ABRANGÊNCIA

Este programa abrangerá as residências e comunidades no entorno do empreendimento, além dos funcionários que estarão envolvidos no Projeto CTR Metropolitana.

8.1.2.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Esse programa terá inter-relação direta com o, Programa de Monitoramento Geotécnico, Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, Programa de Comunicação Social e Programa de Educação Ambiental.

8.1.2.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa será de responsabilidade do empreendedor, que deverá contratar empresa consultora para auxiliar nas ações descritas neste programa.

8.1.2.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O programa ocorrerá na frequência descrita no quadro abaixo. Inicialmente, o monitoramento dos parâmetros H2S, NH3, VOCs e CH4 ocorrerá em campanhas semestrais durante a operação do empreendimento, podendo sofrer alteração a depender dos resultados obtidos. Durante as etapas do projeto, serão elaborados relatórios parciais e anuais consolidados, contendo as avaliações, devendo este ser encaminhado à SEMAS/PA.

Quadro 8.1-4 - Cronograma do programa de controle e monitoramento de odores.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Monitoramento de H_2S, NH_3, VOCs e CH_4																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.3 PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE RUÍDOS

8.1.3.1 JUSTIFICATIVA

As atividades que serão desenvolvidas pelo Projeto CTR Metropolitana apresentam potencial de alteração do nível de ruído nas áreas do entorno do empreendimento. Alterações nos níveis de pressão sonora podem gerar interferências ambientais, sendo importante efetuar o monitoramento dos níveis de pressão sonora, devendo-se respeitar seus limites máximos permissíveis, conforme exige a legislação.

O monitoramento dos níveis de pressão sonora deverá considerar as fontes de emissão durante a implantação e operação do empreendimento, e as fontes receptoras. Esse monitoramento precisará ser periódico, de modo a permitir o acompanhamento das mudanças que ocorrem ao longo do tempo, tais como a movimentação de maquinários pesados e modificações de rotinas de atividades.

8.1.3.2 OBJETIVOS

Este programa tem por objetivo observar as variações nos níveis de ruídos gerados pelo empreendimento, realizando periodicamente, segundo os requisitos da norma ABNT NBR 10151/2019, medições dos níveis de pressão sonora, em pontos estrategicamente localizados no entorno das atividades em que se situam as populações locais.

8.1.3.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

São metas deste programa:

- Identificar as zonas de alteração dos níveis de ruído resultantes das atividades da CTR Metropolitana;
- Minimizar e garantir que as emissões de ruídos causem o menor impacto possível na área de influência direta do empreendimento;
- Estabelecer medidas eficazes de atenuação sonora sempre que verificada a sua necessidade;
- Atender os limites máximos de ruído, conforme a NBR 10.151/2019.

8.1.3.4 ASPECTOS LEGAIS

No Estado do Pará, a Lei nº 5.887/1995 – Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, a qual dedica sua Seção IV ao controle da poluição sonora. Os Artigos 26 e 27 estabelecem apenas diretrizes gerais e remetem à Legislação Federal.

A Legislação Federal aplicável consiste na Resolução CONAMA nº 01/1990, que estabelece limite e critérios para emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades (industriais, comerciais, sociais, recreativas). Segundo esta Resolução, os níveis de pressão sonora deverão ser medidos de acordo com a norma ABNT NBR 10151/2019 (Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas), que fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade dos níveis de pressão sonora.

8.1.3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando que o monitoramento se faz necessário devido à presença de habitações e o empreendimento está localizado no interior do município do Acará, o padrão adotado será para áreas de residências rurais, atentando-se para os limites diurno (40 dB) e noturno (35 dB), conforme a norma ABNT NBR 10151/2019.

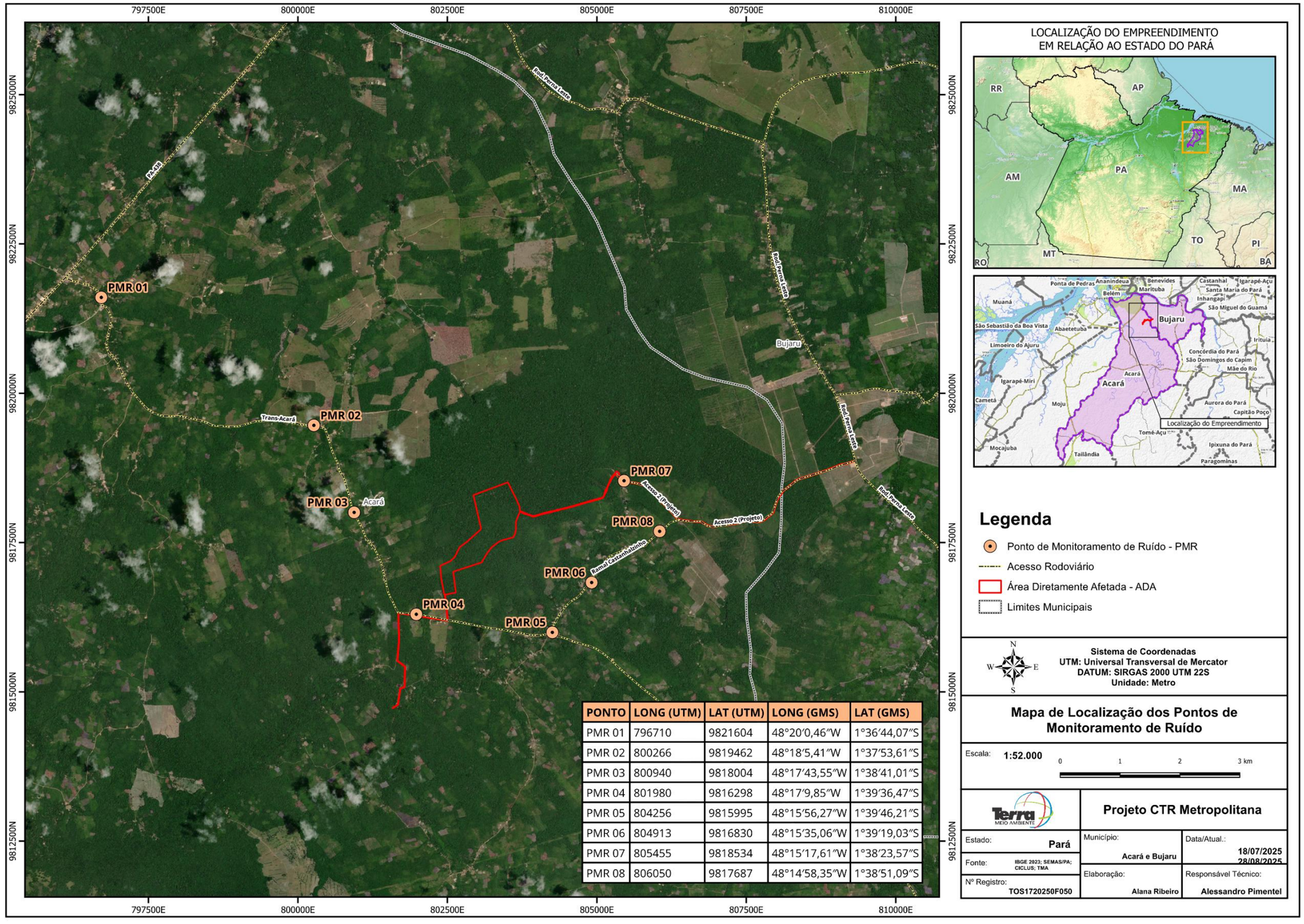
Os 08 pontos de monitoramento foram escolhidos de acordo com a região onde o empreendimento será implantado, posicionados de forma estratégica para que se obtenha uma malha de cobertura eficiente (no mapa abaixo). Contudo, os referidos pontos poderão ser deslocados, excluídos ou adicionados mais pontos, conforme justificativa técnica.

Para a execução do monitoramento, serão consideradas medições trimestrais durante a fase de implantação e operação do empreendimento.

Quadro 8.1-5 - Pontos de monitoramento de ruído.

PONTOS	DESCRIÇÃO	LONGITUDE (UTM)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (GMS)	LATITUDE (GMS)
PMR 01	Vila do Nínive: residências, comércio local e igreja.	796710	9821604	48°20'0,46"W	1°36'44,07"S
PMR 02	Comunidade São Pedro: Ponto na estrada de terra em frente à mercearia Mercantil Benício (Açougue e Mercantil Popular). Pequeno comércio local, residências e escola rural no entorno.	800266	9819462	48°18'5,41"W	1°37'53,61"S
PMR 03	Terreno na estrada de terra de acesso à fazenda (Residência do Sr. José Jeronimo Batista)	800940	9818004	48°17'43,55"W	1°38'41,01"S
PMR 04	Ponto na estrada de terra próximo as indicações da localização do Sítio (Sol Nasce Para Todos)	801980	9816298	48°17'9,85"W	1°39'36,47"S
PMR 05	Residência e igreja na estrada de terra na Vila Castanhalzinho.	804256	9815995	48°15'56,27"W	1°39'46,21"S
PMR 06	Comunidade Nossa Senhora das Graças: Área de residência e próximo a Escola Municipal de Ensino Infantil e Ensino Fundamental	804913	9816830	48°15'35,06"W	1°39'19,03"S
PMR 07	Entrada da Fazenda Sítio Casinha	805455	9818534	48°15'17,61"W	1°38'23,57"S
PMR 08	Área de residência e igreja (Igreja Batista) próximo a área ao ramal externo que liga a portaria à Perna Leste (Acesso 2)	806050	9817687	48°14'58,35"W	1°38'51,09"S

Figura 8.1-2 - Rede amostral de monitoramento de ruído.



PONTO	LONG (UTM)	LAT (UTM)	LONG (GMS)	LAT (GMS)
PMR 01	796710	9821604	48°20′0,46″W	1°36′44,07″S
PMR 02	800266	9819462	48°18′5,41″W	1°37′53,61″S
PMR 03	800940	9818004	48°17′43,55″W	1°38′41,01″S
PMR 04	801980	9816298	48°17′9,85″W	1°39′36,47″S
PMR 05	804256	9815995	48°15′56,27″W	1°39′46,21″S
PMR 06	804913	9816830	48°15′35,06″W	1°39′19,03″S
PMR 07	805455	9818534	48°15′17,61″W	1°38′23,57″S
PMR 08	806050	9817687	48°14′58,35″W	1°38′51,09″S

As medições e registro deverão ser feitos a partir da utilização de medidor de nível sonoro, designado para medições acústicas em geral, que esteja em conformidade com a norma ISO/IEC 17025 e a IEC 60672:2013 Classe II e ANSI S1.4 Classe II, com respectivo certificado da calibração em laboratório credenciado pelo INMETRO ou pela Rede Brasileira de Calibração (RBC).

Os registros de níveis de pressão sonora deverão ser realizados conforme procedimento descrito na NBR 10.151 (ABNT, 2019), sendo que o tempo de amostragem deverá ser o suficiente para, em cada ponto, avaliar o ruído ambiente (diurno e noturno) por um período de 15 minutos.

Os resultados das medições de pressão sonora deverão ser analisados considerando os valores de background, uma vez que estes dados evidenciarão os valores de pressão sonora residual, e comparados com a ABNT NBR 10.151/2019. Sendo assim, será possível determinar os níveis de pressão sonora do som específico emitidos pelas atividades do Projeto CTR Metropolitana.

8.1.3.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo serão as empresas contratadas, funcionários diretos e a população residente no entorno.

8.1.3.7 ABRANGÊNCIA

Este programa abrangerá as residências e comunidades no entorno do empreendimento, além dos funcionários que estarão envolvidos no projeto CTR Metropolitana.

8.1.3.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

O programa apresenta interação com o Programa de Educação Ambiental e Programa de Comunicação Social.

8.1.3.9 RESPONSABILIDADE PELO PRAGRAMA

O programa será de responsabilidade do empreendedor, que deverá contratar empresa consultora para auxiliar nas ações descritas neste programa.

8.1.3.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O programa ocorrerá em campanhas de monitoramento trimestrais durante toda a etapa do empreendimento (quadro abaixo), sendo elaborados relatórios parciais e anuais consolidados, contendo os dados amostrados e as avaliações dos resultados, que serão encaminhados à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS/PA).

Quadro 8.1-6 - Cronograma do programa de controle e monitoramento de ruídos.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Mobilização de equipes e equipamentos																		
Campanhas trimestrais de monitoramento dos níveis de ruído																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.4 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS E ESTABILIDADE DE TALUDES

8.1.4.1 JUSTIFICATIVAS

A aplicação do Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes será necessária durante a ocorrência das obras de implantação do Projeto CTR Metropolitana, assim como durante a operação e desativação do empreendimento do empreendimento; devido as atividades que serão realizadas, como escavações, movimentação de terra, movimentação de veículos e máquinas pesadas nas vias de acesso da ADA e AID.

A presença de áreas expostas, somada a intensidade elevada das precipitações pluviométricas locais, pode provocar o desenvolvimento ou a intensificação de processos erosivos laminares e concentrados, assim como eventos de movimentação de massa.

Este programa estabelecerá os procedimentos que deverão ser adotados, de forma a evitar o comprometimento da área com a ocorrência de processos erosivos concentrados na ADA e AID, e consequentemente, o assoreamento dos cursos d'água próximos. Da mesma forma, a ocorrência de processos erosivos poderá comprometer os acessos utilizados pelos maquinários e veículos de apoio à área do projeto.

8.1.4.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste programa serão:

- Realizar monitoramento das condições de estabilidade e de suscetibilidade a erosão em pontos críticos;
- Propor medidas preventivas a serem aplicadas na contenção de encostas e na proteção contra o desencadeamento de processos erosivos intensos; e
- Estabelecer ações corretivas com base no programa de monitoramento.

8.1.4.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

A partir dos objetivos definidos no presente programa, as seguintes metas foram estabelecidas:

- Mapear 100% dos pontos críticos com medição das dimensões e registro fotográfico, considerando a AID e acessos internos, antes do início das obras de implantação;
- Medir e registrar fotograficamente todas as encostas da ADA e AID;
- Reduzir em 90% os pontos críticos de erosão até o final do primeiro trimestre;
- Manter a cobertura vegetal em 100% das encostas mapeadas.

8.1.4.4 ASPECTOS LEGAIS

Para a elaboração e execução do presente programa, fora consultada a legislação em vigor no âmbito federal e estadual (quadro abaixo), que possui instrumentos voltados à estabilização da dinâmica superficial frente aos processos erosivos e de assoreamento.

Quadro 8.1-7 - Resumo da legislação adotada.

Legislação	Definição
Legislações	
Lei Federal n° 6.225/75	Dispõe sobre a discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de Planos de Proteção ao Solo e de Combate a Erosão (Regulamentada pelo Decreto n° 77.775/76)
Lei Federal n° 6.938/81 e suas alterações (Leis n° 7.804/89 e n° 8.028/90)	Dispões sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.
Lei Federal n° 7.347/85	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, histórico, turístico e paisagístico.
Artigo 225 – Capítulo VI "Do Meio Ambiente" – da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.	Assegura a todos o direito ao meio ambiente e define as obrigações do Poder Público para assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente.
Lei Estadual n° 5.887/95	Define a Política Estadual do Meio Ambiente.
Lei Federal n° 9.605/98 – Lei de Crimes Ambientais	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.
Lei n° 11.428/06	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Define nos incisos IV e VIII do art. 3°, respectivamente, a importância do controle da erosão com uso de práticas

Legislação	Definição
	preservacionistas, e por ser imprescindível à integridade da vegetação ativa
Decretos	
Decreto Federal n° 97.632 de 10 de abril de 1989.	Dispõe sobre Plano de Recuperação de Área Degradada pela mineração
Decreto Federal n° 99.274 de 6 de junho de 1990.	Regulamenta a Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981.
Resoluções	
Resolução CONAMA n° 303/02.	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APP).

8.1.4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O monitoramento nas áreas do Projeto CTR Metropolitana deverá ser realizado por meio de inspeção visual, registros fotográficos e descritivo das áreas afetadas, visando o levantamento de feições erosivas (erosão laminar, sulcos, ravinas ou voçorocas) e/ou movimentações de massa.

As inspeções deverão ser realizadas com periodicidade mínima mensal, sendo recomendável também após ocorrência de grande precipitação.

O cadastramento dos locais será realizado em planilhas conforme o modelo apresentado no quadro abaixo.

Destaca-se que as vistorias de campo serão realizadas com o intuito de atuar preventivamente na ocorrência de processos erosivos.

Quadro 8.1-8 - Modelo de planilha para o cadastramento e monitoramento de controle de processos erosivos e movimentação de massa.

ITEM	LOCAL	APP	CRITICIDADE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (UTM)		DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	EVIDÊNCIA DO PROBLEMA	EVIDÊNCIA DA SOLUÇÃO	AÇÃO SUGERIDA OU JÁ INICIADA	DATA DA IDENTIFICAÇÃO	PRAZO PARA EXECUÇÃO	DATA DA SOLUÇÃO	STATUS
	1	2	3	E	N	4	5	6	7	8	9	10	11

Legenda:

1: Descrição do local contendo a referência do km, ou área de operação no contexto do projeto;

2: Campo destinado as informações sim ou não com intuito de verificar se a área levantada está dentro ou fora de Área de Preservação Permanente (APP);

3: Campo destinado a classificação em baixa, média e alta para definir a criticidade, ou seja, o potencial impacto caso nenhuma ação seja tomada. Para esta classificação o critério é à proximidade de recursos hídricos, área de contribuição do escoamento superficial e declividade;

4: Campo destinado a breve descrição do problema;

5 e 6: Campos destinados a adição de registros fotográficos do problema e da solução;

7: Campo destinado a recomendações para as ações a serem implementadas;

8, 9 e 10: Campos destinados ao monitoramento das ações;

11: Campo descrevendo o status do item cadastrado considerando as informações dos campos 8, 9 e 10, classificando em atendida, em atendimento ou não atendida.

Abaixo observam-se as indicações que deverão ser seguidas tanto na fase de implantação do Projeto CTR Metropolitana, quanto na fase de operação:

- Implantar dispositivos provisórios de contenção e direcionamento ordenado de águas pluviais para o controle de processos erosivos superficiais;
- Dispor materiais resultantes da movimentação de terra, longe das cabeceiras de cursos d'água, de forma a evitar carreamento de quantidades significativas de sólidos em suspensão;
- Execução de monitoramento visual em investigações de campo com apresentação de registro fotográfico, descritivos e coordenadas geográficas dos pontos de atenção;
- Execução de melhorias no acesso, considerando tubulações de travessia já presentes e a pista, cujas condições de trafegabilidade podem ser prejudicadas pela intensidade das precipitações pluviométricas na região, bem como devido a maior movimentação de veículos e maquinários no acesso durante a implantação.
- Sinalização do acesso, com redutores de velocidade, vislumbrando gerar a menor movimentação de solo possível devido ao porte dos veículos que trafegarão durante o período da obra.
- Caso necessário executar revestimento vegetal de taludes, utilizando-se da aplicação de hidrossemeadura ou plantio de grama em placas;

Na fase de desativação do projeto, mesmo com o reduzido número de veículos e maquinários que serão empregados, e considerando os processos de recuperação da área, sugere-se o prosseguimento deste programa de monitoramento, seguindo as mesmas indicações citadas acima.

Durante as inspeções visuais deverão ser observadas as condições de estabilidade e aspectos relacionados à instalação de processos erosivos, principalmente após períodos de chuvas intensas e, periodicamente, a cada mês. Essas inspeções deverão

ocorrer tanto nos acessos da área da poligonal da AID, quanto nos acessos internos da ADA, prezando pela identificação e caracterização/evolução dos seguintes elementos:

- Voçorocas, ravinamentos e sulcos de erosão;
- Erosão laminar e carreamento de sedimentos em direção a cursos d'água;
- Assoreamento de cursos d'água;
- Rupturas, incluindo cicatrizes novas e pré-existentes;
- Trincas;
- Deslizamentos e tombamentos;
- Surgências d'água;
- Desempenho e estado de conservação dos sistemas de drenagem; e
- Tipos de solos afetados e características dos deslizamentos.

No caso de formação de voçorocas, erosões e ravinamentos deverão ser feitos reaterros, retaludamentos, correção de drenagens superficiais, reordenamento de saídas de águas pluviais e implantação e manutenção de dispositivos de dissipação.

No que se refere à estabilidade de taludes, poderá haver instalação de revestimento vegetal nos trechos mais suscetíveis à erosão.

Deverá ainda, ser executado um estudo sobre a drenagem na área do empreendimento e sua influência a fim de assegurar o bom escoamento das águas superficiais.

Deverão ser realizadas visitas periódicas ao longo das áreas de maiores declividades visando detectar a instalação de focos de erosão. A observação dos fenômenos de instabilidade poderá, quando necessária, ser auxiliada com o emprego de instrumentação para avaliar o grau de risco, podendo aplicar sistemas de estabilização compatíveis com o local.

Os taludes serão monitorados através de marcos superficiais, dispositivos previstos para serem instalados junto aos taludes externos do aterro a fim de registrar as deformações verticais e deslocamentos horizontais do maciço de resíduos. Os dados coletados por esses dispositivos permitirão avaliar o comportamento do aterro, visando antever potenciais tendências anômalas, que possam comprometer a segurança global, bem como indicar eventuais instabilidades localizadas. Deste modo, poder-se-á tomar medidas preventivas de correção de eventuais problemas que poderiam vir a ocorrer.

Para o monitoramento dos efluentes líquidos e gasosos serão utilizados piezômetros, instrumentos que apresentam dupla função. A primeira é determinar e registrar os níveis piezométricos dos percolados no maciço do aterro, oriundos de bolsões isolados de percolado e/ou devido a potenciais deficiências de drenagem provocadas por colmatação e/ou seccionamento de drenos, estes últimos provocados por deformações excessivas do aterro. A segunda função será avaliar a existência de potenciais pressões de gás no corpo do maciço, também oriundas de eventuais bolsões isolados.

De posse desses dados, juntamente com as leituras dos marcos superficiais, será possível avaliar as condições de estabilidade global do corpo do aterro, bem como definir as eventuais intervenções necessárias, visando aumentar a eficiência dos sistemas de drenagem de percolado e gás.

Mesmo após o encerramento das atividades, o líquido percolado continuará a ser enviado para tratamento no Sistema de Tratamento de Percolado e o gás será captado para ser queimado e/ou utilizado como fonte energética e créditos de carbono.

8.1.4.6 PÚBLICO-ALVO

Este programa terá como público-alvo os empregados da CTR Metropolitana, empresas especializadas contratadas, sociedade em geral e órgãos governamentais e ambientais licenciadores.

8.1.4.7 ABRAGÊNCIA

Este programa abrangerá os acessos e taludes inseridos na ADA do projeto CTR Metropolitana, durante as três fases do empreendimento (Implantação, operação e desativação).

8.1.4.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Esse programa terá inter-relação com o Programa de Comunicação Social, Programa de Monitoramento Geotécnico e o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.1.4.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

Este programa estará sob a responsabilidade do empreendedor.

8.1.4.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O programa deverá ser aplicado e executado durante as fases de implantação, operação e desativação do Projeto CTR Metropolitana.

Durante essas etapas o monitoramento deverá ser mensal. A partir dos resultados, pode surgir a necessidade de ações corretivas, as quais serão de responsabilidade do projeto.

Os resultados das medições realizadas serão encaminhados anualmente ao órgão ambiental (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS). Segue um cronograma geral no quadro abaixo.

Vale lembrar que o cronograma, assim como o monitoramento do programa, poderá sofrer alterações de acordo com o andamento de cada fase do projeto.

Quadro 8.1-9 - Cronograma do programa de monitoramento de processos erosivos e estabilidade de taludes.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Mobilização das equipes e equipamento (Ocorrerá mensalmente)																		
Inspeção das vias de acesso e taludes, e execução de ações corretivas (Ocorrerá mensalmente)																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.5 PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

8.1.5.1 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL

8.1.5.1.1 Justificativa

O subprograma visa reduzir os impactos das atividades de execução das obras sobre os recursos hídricos, visando atender às exigências ambientais existentes, bem como de se antecipar às restrições futuras impostas pela legislação.

Neste sentido o presente programa servirá para detectar eventuais alterações que possam advir da instalação e operação do empreendimento, assim como na fase de desativação, permitindo a tomada de ações estratégicas preventivas e corretivas no decorrer das atividades.

8.1.5.1.2 Objetivos

Objetiva-se, o monitorar a qualidade da água nos corpos hídricos superficiais que estão presentes na ADA e AID do projeto, de modo a verificar se haverá alteração das características do meio aquático em função da atividade do empreendimento nas suas três etapas (Implantação, operação e desativação). Além disso, visa o monitoramento de eventuais alterações que possam decorrer das atividades desenvolvidas, e avaliar as medidas de controle e gestão ambiental.

8.1.5.1.3 Metas e Desempenho Esperado

São definidas como metas:

- Orientar as equipes envolvidas nas atividades, quanto aos aspectos de controle ambiental;
- Assegurar as condições de qualidade da água nas áreas de influência ADA e AID;
- Identificar as principais alterações na qualidade da água superficial decorrentes da execução das atividades;
- Tomar medidas de correção imediatas no caso de inconformidade;
- Avaliar ao final de cada etapa do empreendimento as alterações decorrentes do projeto CTR Metropolitana e definir as ações corretivas necessárias.

8.1.5.1.4 Aspectos Legais

O Programa foi desenvolvido com base no que estabelece a Lei Federal nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH), a Lei Federal nº 9.984/2000, as

resoluções do CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), a Lei Estadual nº 6.381/2001 que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos, a Resolução n° 009/2009 do CERH (Conselho Estadual de Recursos Hídricos) e a Resolução n° 004/2008 (Regiões Hidrográficas Estaduais).

Entre as resoluções do CONAMA merece destacar: CNRH 15/2001 – a qual estabelece que na implementação dos instrumentos da PNRH sejam incorporadas medidas que assegurem a promoção da gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e meteórica; a CNRH 22/2002 – que prevê o monitoramento para a formulação dos Planos Diretores das Bacias Hidrográficas; a CONAMA 357/2005 - que estabelecem os limites máximos ou mínimos permitidos para águas superficiais e efluentes.

8.1.5.1.5 Procedimentos metodológicos

Por intermédio de campanhas de monitoramento, será possível acompanhar as variações da qualidade das águas superficiais das drenagens e nascentes mapeadas na AID, que deverão ser programadas, levando-se em consideração o ciclo hidrológico local. Serão amostradas as principais drenagens influenciadas pelas atividades do projeto, assim como as nascentes localizadas próximas a ADA do empreendimento.

O monitoramento da qualidade da água superficial será realizado nas principais drenagens, que poderão ser afetadas nas fases de implantação, operação e desativação do empreendimento (quadro e mapa abaixo).

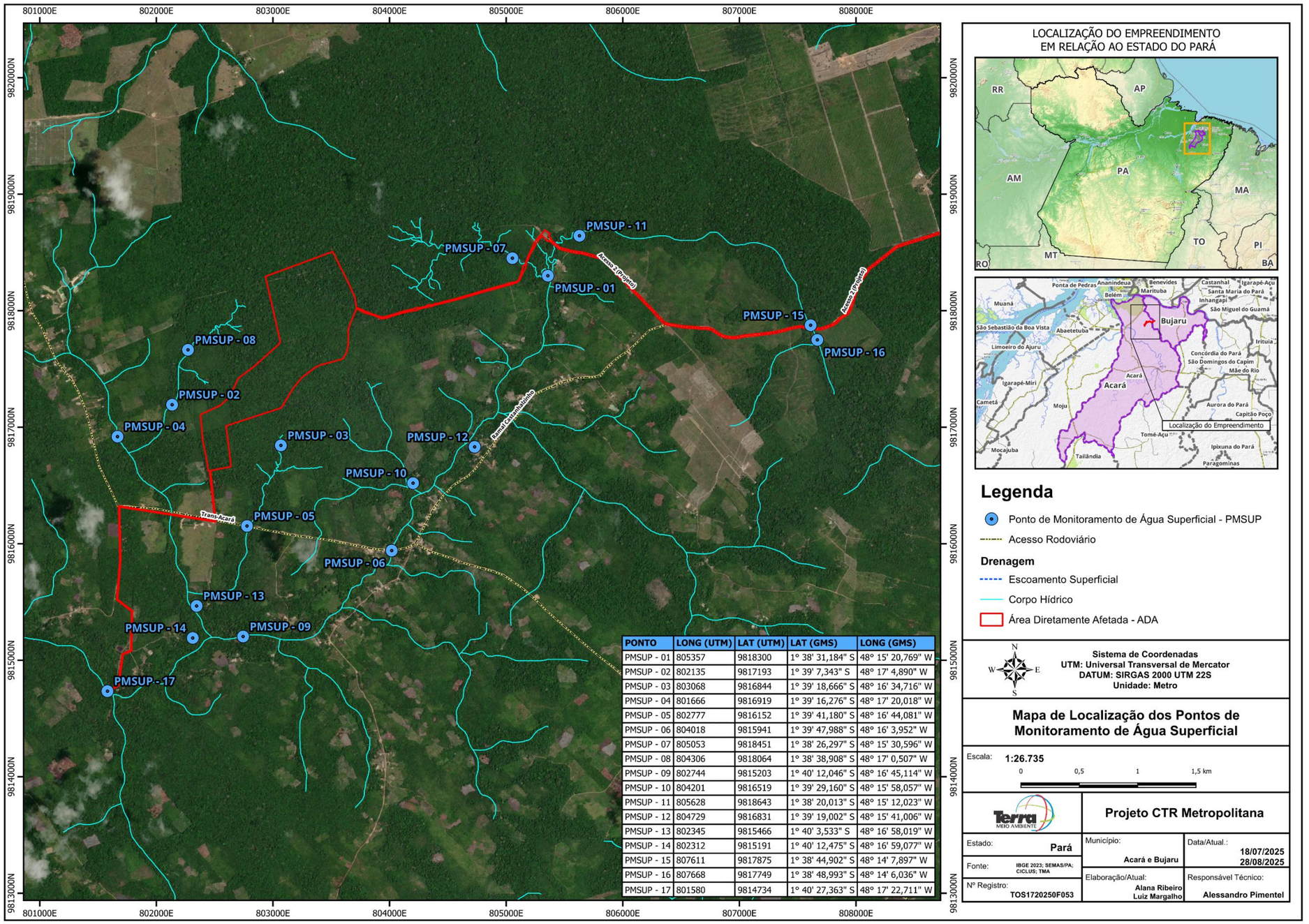
Quadro 8.1-10 - Pontos de monitoramento de Água Superficial.

PONTOS	LONGITUDE (UTM)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (GSM)	LATITUDE (GMS)
PMSUP - 01	805357	9818300	48° 15' 20,769" W	1° 38' 31,184" S
PMSUP - 02	802135	9817193	48° 17' 4,890" W	1° 39' 7,343" S
PMSUP - 03	803068	9816844	48° 16' 34,716" W	1° 39' 18,666" S
PMSUP - 04	801666	9816919	48° 17' 20,018" W	1° 39' 16,276" S
PMSUP - 05	802777	9816152	48° 16' 44,081" W	1° 39' 41,180" S
PMSUP - 06	804018	9815941	48° 16' 3,952" W	1° 39' 47,988" S
PMSUP - 07	805053	9818451	48° 15' 30,596" W	1° 38' 26,297" S
PMSUP - 08	804306	9818064	48° 17' 0,507" W	1° 38' 38,908" S
PMSUP - 09	802744	9815203	48° 16' 45,114" W	1° 40' 12,046" S
PMSUP - 10	804201	9816519	48° 15' 58,057" W	1° 39' 29,160" S
PMSUP - 11	805628	9818643	48° 15' 12,023" W	1° 38' 20,013" S
PMSUP - 12	804729	9816831	48° 15' 41,006" W	1° 39' 19,002" S

PONTOS	LONGITUDE (UTM)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (GSM)	LATITUDE (GMS)
PMSUP - 13	802345	9815466	48° 16' 58,019" W	1° 40' 3,533" S
PMSUP - 14	802312	9815191	48° 16' 59,077" W	1° 40' 12,475" S
PMSUP - 15	807611	9817875	48° 14' 7,897" W	1° 38' 44,902" S
PMSUP - 16	807668	9817749	48° 14' 6,036" W	1° 38' 48,993" S
PMSUP - 17	801580	9814734	48° 17' 22,711" W	1° 40' 27,363" S

Fonte: Terra, 2025.

Figura 8.1-3 - Rede amostral de monitoramento de água superficial.



PONTO	LONG (UTM)	LAT (UTM)	LAT (GMS)	LONG (GMS)
PMSUP - 01	805357	9818300	1° 38' 31,184" S	48° 15' 20,769" W
PMSUP - 02	802135	9817193	1° 39' 7,343" S	48° 17' 4,890" W
PMSUP - 03	803068	9816844	1° 39' 18,666" S	48° 16' 34,716" W
PMSUP - 04	801666	9816919	1° 39' 16,276" S	48° 17' 20,018" W
PMSUP - 05	802777	9816152	1° 39' 41,180" S	48° 16' 44,081" W
PMSUP - 06	804018	9815941	1° 39' 47,988" S	48° 16' 3,952" W
PMSUP - 07	805053	9818451	1° 38' 26,297" S	48° 15' 30,596" W
PMSUP - 08	804306	9818064	1° 38' 38,908" S	48° 17' 0,507" W
PMSUP - 09	802744	9815203	1° 40' 12,046" S	48° 16' 45,114" W
PMSUP - 10	804201	9816519	1° 39' 29,160" S	48° 15' 58,057" W
PMSUP - 11	805628	9818643	1° 38' 20,013" S	48° 15' 12,023" W
PMSUP - 12	804729	9816831	1° 39' 19,002" S	48° 15' 41,006" W
PMSUP - 13	802345	9815466	1° 40' 3,533" S	48° 16' 58,019" W
PMSUP - 14	802312	9815191	1° 40' 12,475" S	48° 16' 59,077" W
PMSUP - 15	807611	9817875	1° 38' 44,902" S	48° 14' 7,897" W
PMSUP - 16	807668	9817749	1° 38' 48,993" S	48° 14' 6,036" W
PMSUP - 17	801580	9814734	1° 40' 27,363" S	48° 17' 22,711" W

Fonte: Terra, 2025.

Para avaliação da qualidade de águas das nascentes, deverá ser realizada observação direta (visual), além da medição in loco dos seguintes parâmetros: pH, Temperatura, Condutividade, STD, Salinidade e Oxigênio Dissolvido, com auxílio de equipamentos devidamente calibrados.

Em relação a qualidade da água superficial, os parâmetros selecionados para o monitoramento foram escolhidos levando em consideração as atividades desenvolvidas no empreendimento nas três fases (Implantação, operação e desativação), assim como para possibilitar o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA).

Ao todo, 31 parâmetros serão monitorados. Todavia, se durante o monitoramento for verificada a necessidade de adicionar ou remover algum parâmetro, poderão ser ajustados, com base em justificativa técnica.

A amostragem será do tipo simples, ou seja, uma amostra em determinado instante de tempo. No quadro abaixo seguem os parâmetros qualitativos.

Quadro 8.1-11 - Parâmetros Qualitativos.

Parâmetros		
Monitoramento	**IQA**	**Frequência**
Alumínio, Bário, Cádmio, Cobre, Coliformes totais, Cloretos, Condutividade, Salinidade, Chumbo, Cromo total, Demanda Química de Oxigênio, Dureza, Ferro total, Manganês, Mercúrio, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Nitratos, Níquel, Zinco.	DBO, Oxigênio Dissolvido, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Temperatura, Coliformes Fecais, Turbidez, Cor Aparente e Sólidos totais.	TRIMESTRAL

As amostras deverão ser recolhidas em frascos específicos, e deverão ser mantidas sob refrigeração e nestas condições encaminhadas ao laboratório devidamente acreditado pelo INMETRO (conforme ISO 17.025), para a preservação final e início dos trabalhos analíticos, conforme determinado na norma ABNT: NBR 9898 e no Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, em sua última edição. Da mesma forma, deverá ser utilizado para as análises físicas, químicas e bacteriológicas os métodos analíticos aceitos internacionalmente.

8.1.5.1.6 Público-alvo

O público-alvo deste subprograma consiste no empreendedor, com especial direcionamento aos funcionários envolvidos nas atividades de inerentes a implantação do projeto CTR Metropolitana assim como nas fases de operação e desativação; e as comunidades locais inseridas no contexto do projeto.

8.1.5.1.7 Abrangência

Este programa abrangerá a dinâmica dos sistemas aquíferos locais e localizados na ADA e AID do empreendimento.

8.1.5.1.8 Interação com os demais Programas

O Plano de Gestão de Recursos Hídricos, apresenta interação com os seguintes programas: Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Programa de Educação Ambiental e Programa de Comunicação Social.

8.1.5.1.9 Responsabilidade pelo Subprograma

O subprograma de Monitoramento de Águas Superficiais será de responsabilidade do empreendedor.

8.1.5.1.10 Cronograma e duração

O subprograma de monitoramento águas superficiais, ocorrerá em campanhas de monitoramento trimestrais durante as etapas de implantação, operação e desativação do empreendimento (quadro abaixo), sendo elaborados relatórios parciais e anuais consolidados, contendo os dados amostrados e as avaliações dos resultados, que serão encaminhados à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS/PA).

Quadro 8.1-12 - Cronograma do subprograma do monitoramento de águas superficiais.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Campanhas trimestrais de monitoramento (Ocorrerá 4 vezes ao ano)																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.5.2 SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

8.1.5.2.1 Justificativa

As atividades relacionadas ao empreendimento poderão causar alterações no processo de infiltração e escoamento superficial das águas pluviais, afetando a qualidade hídrica dos mananciais subterrâneos. São atividades como: supressão da cobertura vegetal, movimentação do solo e impermeabilização do terreno.

Desta forma, faz-se necessário um acompanhamento sazonal e com medidas periódicas, como ferramenta essencial para a compreensão da dinâmica dos sistemas aquíferos, para o monitoramento físico-químico das águas subterrâneas.

8.1.5.2.2 Objetivos

Objetiva-se com esse subprograma a prevenção de ocorrência de impactos gerados pela implantação e operação do empreendimento, no aquífero, assim como o monitoramento físico-químico da qualidade da água subterrânea, para que se tenha recursos de propor medidas corretivas, caso ocorra ações que resultem em alteração ambiental do lençol freático.

8.1.5.2.3 Metas e Desempenho Esperado

Garantir que as atividades desenvolvidas pelo empreendimento durante as fases de implantação, operação e desativação, não promovam alterações que comprometam a qualidade das águas subterrâneas do aquífero situado na área de influência.

Espera-se que o Subprograma de Monitoramento da Água Subterrânea apresenta eficiência quanto ao monitoramento do aquífero, visando garantir a qualidade da água subterrânea, com dados confiáveis, estando dentro dos limites estabelecidos pelas normas e legislações ambientais vigentes.

8.1.5.2.4 Aspectos Legais

O Programa foi desenvolvido com base no que estabelece a Lei Federal nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH), a Lei Federal nº 9.984/2000, as resoluções do CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), a Lei Estadual nº 6.381/2001 que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos, a Resolução n° 009/2009 do CERH (Conselho Estadual de Recursos Hídricos) e a Resolução n° 004/2008 (Regiões Hidrográficas Estaduais).

Entre as resoluções do CONAMA merece destacar: CNRH 15/2001 – a qual estabelece que na implementação dos instrumentos da PNRH sejam incorporadas medidas que assegurem a promoção da gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e meteórica; a CNRH 22/2002 – que prevê o monitoramento para a formulação dos Planos Diretores das Bacias Hidrográficas; a CONAMA 396/2008 - que estabelecem os limites máximos ou mínimos permitidos para águas subterrâneas.

8.1.5.2.5 Procedimentos metodológicos

A implantação de medidas para atenuação de eventuais impactos sobre o aquífero e o programa de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas são necessárias, tendo em vista não só as exigências e requisitos legais, como também o compromisso do empreendedor em manter as condições naturais das áreas de influência do projeto CTR Metropolitana dentro dos padrões ambientais.

As ações envolvidas no plano de monitoramento de águas subterrâneas, visam o monitoramento nos pontos que foram alocadas na campanha de diagnóstico.

Estas medidas irão constatar a evolução da qualidade da água subterrânea dos principais aquíferos da ADA e AID inseridas no contexto da implantação do projeto CTR Metropolitana, através de coletas e análise de amostras de água coletadas em poços que já se encontram instalados.

Além disso, busca-se detectar eventuais alterações na qualidade das águas subterrâneas resultantes das atividades do empreendimento e com isto propor implantação de medidas mitigadores ou corretivas a serem aplicadas.

O monitoramento da água subterrânea será realizado nos pontos localizados no quadro e no mapa abaixo.

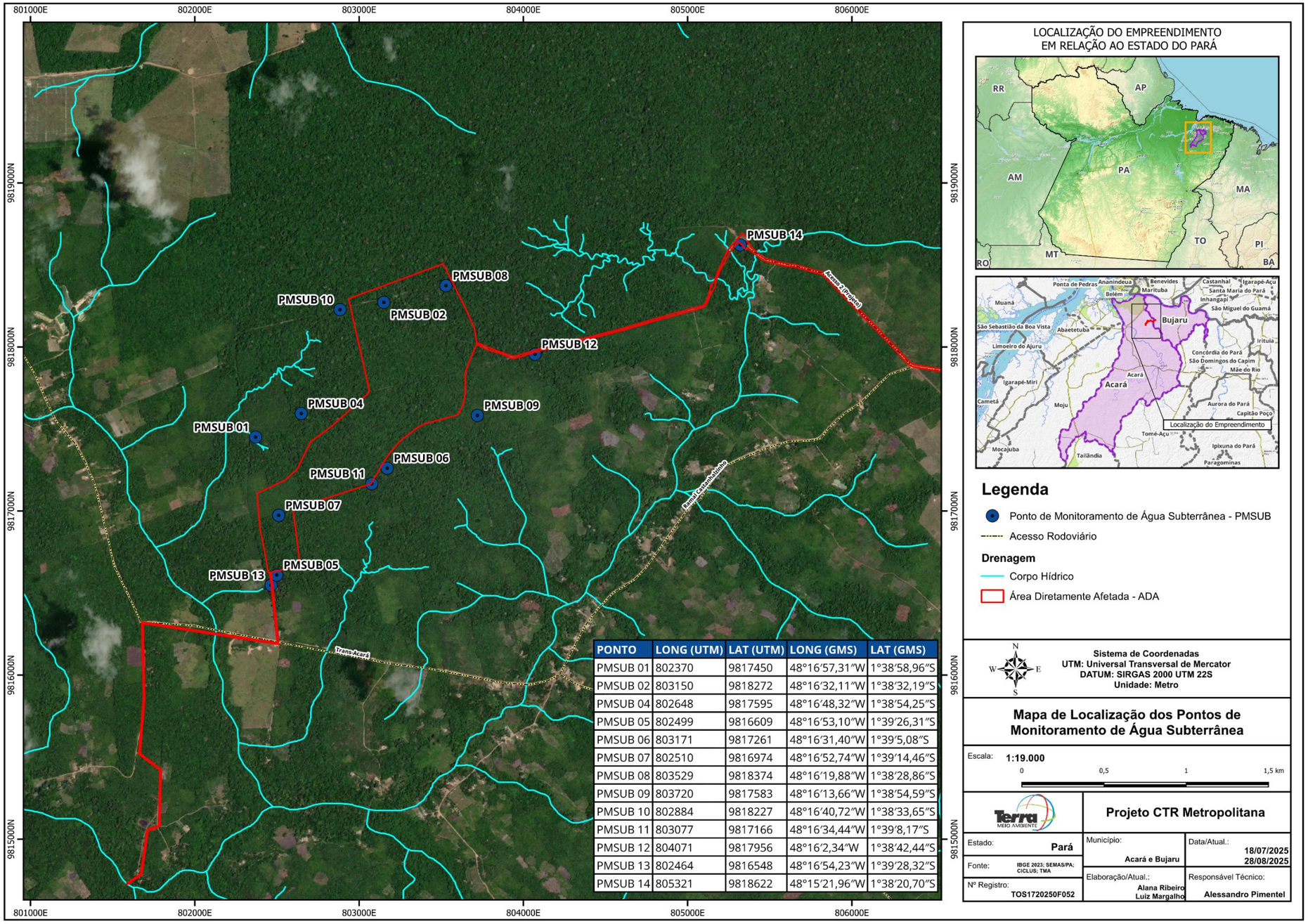
Quadro 8.1-13 - Pontos de monitoramento de Água Subterrânea.

PONTOS	LONGITUDE (UTM)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (GSM)	LATITUDE (GMS)
PMSUB-01	802370	9817450	48°16′57,31″W	1°38′58,96″S
PMSUB-02	803150	9818272	48°16′32,11″W	1°38′32,19″S
PMSUB-04	802648	9817595	48°16′48,32″W	1°38′54,25″S
PMSUB-05	802499	9816609	48°16′53,10″W	1°39′26,31″S
PMSUB-06	803171	9817261	48°16′31,40″W	1°39′5,08″S
PMSUB-07	802510	9816974	48°16′52,74″W	1°39′14,46″S

PONTOS	LONGITUDE (UTM)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (GSM)	LATITUDE (GMS)
PMSUB-08	803529	9818374	48°16′19,88″W	1°38′28,86″S
PMSUB-09	803720	9817583	48°16′13,66″W	1°38′54,59″S
PMSUB-10	802884	9818227	48°16′40,72″W	1°38′33,65″S
PMSUB-11	803077	9817166	48°16′34,44″W	1°39′8,17″S
PMSUB-12	804071	9817956	48°16′2,34″W	1°38′42,44″S
PMSUB-13	802464	9816548	48°16′54,23″W	1°39′28,32″S
PMSUB-14	805321	9818622	48°15′21,96″W	1°38′20,70″S

Fonte: Terra, 2025.

Figura 8.1-4 - Rede amostral de monitoramento de água subterrânea.



PONTO	LONG (UTM)	LAT (UTM)	LONG (GMS)	LAT (GMS)
PMSUB 01	802370	9817450	48°16′57,31″W	1°38′58,96″S
PMSUB 02	803150	9818272	48°16′32,11″W	1°38′32,19″S
PMSUB 04	802648	9817595	48°16′48,32″W	1°38′54,25″S
PMSUB 05	802499	9816609	48°16′53,10″W	1°39′26,31″S
PMSUB 06	803171	9817261	48°16′31,40″W	1°39′5,08″S
PMSUB 07	802510	9816974	48°16′52,74″W	1°39′14,46″S
PMSUB 08	803529	9818374	48°16′19,88″W	1°38′28,86″S
PMSUB 09	803720	9817583	48°16′13,66″W	1°38′54,59″S
PMSUB 10	802884	9818227	48°16′40,72″W	1°38′33,65″S
PMSUB 11	803077	9817166	48°16′34,44″W	1°39′8,17″S
PMSUB 12	804071	9817956	48°16′2,34″W	1°38′42,44″S
PMSUB 13	802464	9816548	48°16′54,23″W	1°39′28,32″S
PMSUB 14	805321	9818622	48°15′21,96″W	1°38′20,70″S

Fonte: Terra, 2025.

Os parâmetros selecionados para o monitoramento da qualidade da água subterrânea foram escolhidos levando em consideração as etapas de implantação, operação e desativação do empreendimento.

A amostragem será do tipo simples, ou seja, uma amostra em determinado instante de tempo, cujo parâmetros analisados podem ser observados no quadro abaixo.

Quadro 8.1-14 - Parâmetros Qualitativos.

Parâmetros	
Monitoramento	**Frequência**
DBO, Turbidez, pH, Fosfatos, Sólidos Totais Fixos 550 ºC, Cádmio, Coliformes Fecais, Cromo Total, Sólidos Totais a 105 ºC, Alumínio, Cobre, Manganês, Chumbo, Cloretos, Coliformes Totais, Ferro Total, Níquel, Condutividade, Dureza, Zinco, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Nitratos, Mercúrio, DQO, Alcalinidade Total, Bário, Contagem de Bactéria, Bactéria Heterotróficas, Temperatura, OD, pH, Salinidade, e Sólidos Dissolvidos.	TRIMESTRAL

As amostras deverão ser coletadas seguindo as recomendações da American Public Health Association – Standard Methods 24ª ed (APHA, 2022). e deverão ser mantidas sob refrigeração e nestas condições encaminhadas ao laboratório devidamente acreditado pelo INMETRO.

Os resultados obtidos deverão ser confortados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008 (Para consumo humano), e com os resultados obtidos na campanha de background, desta forma possibilitando a avaliação das características físico-químicas da água.

8.1.5.2.6 Público-alvo

O público-alvo será constituído pelo empreendedor, as empresas contratadas e a população que mora no entorno.

8.1.5.2.7 Abrangência

Este programa abrangerá a dinâmica dos sistemas aquíferos locais e localizados na ADA e AID do empreendimento.

8.1.5.2.8 Interação com os demais Programas

O Plano de Gestão de Recursos Hídricos, apresenta interação com os seguintes programas: Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, Programa de Recuperação de Áreas

Degradadas (PRAD), Programa de Educação Ambiental e Programa de Comunicação Social.

8.1.5.2.9 Responsabilidade pelo Subprograma

O subprograma de Monitoramento de Águas Subterrâneas será de responsabilidade do empreendedor.

8.1.5.2.10 Cronograma e duração

O subprograma deverá ser executado trimestralmente durante as três fases, implantação, operação e desativação do projeto, evidenciadas no cronograma abaixo, sendo elaborados relatórios parciais e anuais consolidados, contendo os dados amostrados e as avaliações dos resultados, que serão encaminhados à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS/PA).

Quadro 8.1-15 - Cronograma do subprograma do monitoramento de águas subterrâneas.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 MESES		ANO 1				ANO N				ANO 31				ANO N			
	1º TRI	2º TRI	1º TRI	2º TRI	3º TRI	4º TRI	1º TRI	2º TRI	3º TRI	4º TRI	1º TRI	2º TRI	3º TRI	4º TRI	1º TRI	2º TRI	3º TRI	4º TRI
Execução de campanhas trimestrais de monitoramento e amostragem da qualidade de água subterrânea (Ocorrerá 4 vezes ao ano)																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.5.3 SUBPROGRAMA DE GESTÃO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES LÍQUIDOS E LIXIVIADO

8.1.5.3.1 Justificativa

O subprograma deve considerar o acompanhamento do tratamento e destinação dos efluentes sanitários e industriais (Resíduos oleosos) gerados nas fases de instalação e operação do projeto do CGIRS, assim como o lixiviado gerado durante as fases de operação e desativação do empreendimento; apresentando evidências da correta destinação e controle quantitativo dos volumes coletados.

A utilização de unidades industriais de geração de efluentes provoca impactos ambientais que podem ser minimizados através da escolha de alternativas tecnológicas conforme o tipo de efluente gerado.

O presente plano servirá para detectar potenciais alterações que possam advir dos efluentes gerados nas instalações e estruturas sanitárias, e de limpeza utilizadas pelos profissionais e direcionadas aos maquinários e veículos envolvidos no desenvolvimento das atividades inerentes ao projeto CTR Metropolitana, assim como o lixiviado gerado pelo processo fim do empreendimento.

8.1.5.3.2 Objetivos

O subprograma tem como principais objetivos:

- Implementar medidas e diretrizes que visem o acompanhamento e gestão dos efluentes líquidos gerados nas 3 fases do Projeto CTR Metropolitana;
- Tomar medidas de correção imediatas no caso de inconformidade;
- Apontar a necessidade de tomada de medidas preventivas e corretivas visando à conservação dos recursos hídricos e solo.

8.1.5.3.3 Metas e Desempenho Esperado

São metas estabelecidas:

- Realizar medições e verificações dos parâmetros de qualidade, atendendo às recomendações estabelecidas nas legislações ou normas técnicas brasileiras;
- Avaliar os resultados das análises laboratoriais de amostras dos efluentes, os quais servirão para: caracterizar o efluente bruto e tratado; quantificar a carga poluidora e verificar a sua variabilidade; monitorar os sistemas de tratamento; e verificar a sua eficácia e eficiência.

8.1.5.3.4 Aspectos Legais

Para avaliação dos resultados das análises dos efluentes líquidos serão consideradas as diretrizes das Resoluções CONAMA Nº 430/11, e ABNT 13895/97, 15545/97 e 15847/10.

A coleta e o processamento das amostras para análise das variáveis físico-químicas deverão ser realizados por laboratório específico e capacitado para estas funções e acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO – ou por organismo que mantém reconhecimento mútuo com ele, ou ainda por laboratório homologado por rede metrológica e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência com base nos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17.025.

A orientação básica para planejamento e execução das amostragens é apresentada a partir das diretrizes recomendadas pela ABNT, previstas nas seguintes normas: NBR 9.897 (Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores – Procedimento) e NBR 9.898 (Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores – Procedimento).

8.1.5.3.5 Procedimentos metodológicos

8.1.5.3.5.1 Programa de Monitoramento de Efluentes Sanitários e Lixiviados

A geração de efluentes líquidos estará presente durante as 3 fases do Projeto CTR Metropolitana. Na fase de implantação, durante as obras de construção e adequação das estruturas e área do empreendimento, a empresa executora utilizará banheiros químicos e banheiro coletivo tipo container como solução para os efluentes sanitários gerados. O procedimento de dimensionamento dos banheiros químicos deve considerar os itens da Norma Regulamentadora – NR 18 do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, bem como o histograma de mão de obra da etapa para cada fase de implantação do projeto.

No que diz respeito ao procedimento operacional de abastecimento, implantação e inspeção dos banheiros químicos, também deverá seguir as orientações estabelecidas na NR-18. A implantação deverá ser realizada por empresa devidamente licenciada no Órgão Ambiental competente e a frequência deverá ocorrer de acordo com a relação

das especificações do banheiro químico e o volume gerado de acordo com o histograma de movimentação de trabalhadores durante o período de obras.

Na figura abaixo pode ser observado um modelo tipo de banheiro químico utilizado nesses casos, juntamente com modelo de banheiro coletivo tipo container.

Figura 8.1-5 - Modelos de banheiros químicos.



(a) Banheiro químico individual.



(b) Banheiro químico coletivo tipo container.

Fonte: http://www.minaslimp.com.br

Na fase de operação do projeto, na qual o empreendimento já estará desenvolvendo suas atividades fins, a geração de efluente terá como fonte as instalações administrativas que irão gerar o efluente sanitário, as oficinas onde haverá a geração de efluente industrial (Ver item abaixo) devido ao manuseio de produtos líquidos perigosos a base de hidrocarbonetos; como graxa, e óleo lubrificante; e a própria área de disposição dos rejeitos, onde haverá a geração de lixiviado.

O controle e monitoramento do efluente deverá contemplar amostragem obrigatoriamente em um ponto na saída da linha de tratamento (efluente tratado), sendo sugerido que um ponto de amostragem seja alocado na entrada da linha de tratamento (efluente bruto), a fim de se atestar sua eficiência.

No que se refere ao efluente doméstico, na hipótese do mesmo ser destinado também à estação de tratamento do lixiviado, sugere-se as mesmas diretrizes, quanto aos pontos de coleta, e parâmetros alinhados a destinação final adotada.

Os parâmetros mínimos a serem analisados no efluente bruto e tratado estão apresentados no quadro abaixo, podendo haver acréscimo de parâmetros em caso de necessidade. A periodicidade das campanhas de monitoramento recomendada é

trimestral, contudo, de acordo com a evolução da operação do projeto, o intervalo de monitoramento poderá ser alterado.

Quadro 8.1-16 - Parâmetros Qualitativos para monitoramento de efluentes.

Parâmetros
pH; Dureza; Fósforo Total; Nitrogênio Total de Kjeldahl; Sulfetos; Alumínio; Bário; Ferro Total; Manganês, Cádmio; Chumbo; Cianetos; Cobre; Cromo Total; Mercúrio; Níquel; Zinco; Surfactantes; Demanda Química de Oxigênio; Demanda Bioquímica de Oxigênio – 5 Dias; Sólidos Suspensos Totais; Fenóis; Nitratos; Coliformes Totais

8.1.5.3.5.2 Programa de Monitoramento de Efluentes Industriais

Durante a fase de implantação do empreendimento serão utilizados maquinários, veículos e equipamentos de apoio inerentes a obras de construção civil, os quais fazem uso de líquidos a base de hidrocarbonetos. Observa-se a geração de efluente caracterizado como industrial, nas oficinas e áreas de reparo em geral, no canteiro de obras. Estas áreas de manutenção deverão ser dotadas de sistema separador de água e óleo. O resíduo oleoso deverá ser encaminhado para armazenamento temporário onde posteriormente será coletado por empresa devidamente autorizada pelo órgão ambiental gestor.

Durante esta fase, sugere-se que os caminhões devam passar pelo processo de lavagem em área devidamente apropriada com sistema de tratamento, que permitirá a decantação de sólidos (separação líquido e sólido) e retenção de escuma, reuso do efluente tratado em um novo ciclo de lavagem dos veículos, além de proporcionar a secagem ao sol do lodo.

Com o intuito de se otimizar as atividades no canteiro de obras, recomenda-se que a empresa responsável pelo fornecimento das matérias primas, dando ênfase para a fornecedora de concreto; tenha área própria para o processo de lavagem, assim como a licença ambiental se aplicável. Após a total secagem do efluente o mesmo será destinado como resíduo sólido de acordo com o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Portanto, não será aplicável o monitoramento de efluentes, pois não haverá lançamento em corpo receptor.

Nas fases de operação e desativação do empreendimento, o efluente industrial será gerado apenas nas áreas de manutenção e oficina do projeto, sendo composto por

resíduos líquidos oleosos. A área deverá ser dotada de sistema de canaletas e interligada a um sistema separador de água e óleo, onde o efluente oleoso será destinado à coleta por empresa devidamente licenciada pelo órgão ambiental.

8.1.5.3.6 Público-alvo

O público-alvo visa os empregados vinculados diretamente ao empreendimento, empresas especializadas contratadas, responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental que gerarão os efluentes líquidos, os órgãos ambientais licenciadores e a comunidade em geral.

8.1.5.3.7 Abrangência

Este subprograma abrangerá a ADA e AID, onde ocorrerá a implantação do projeto CTR Metropolitana, mais especificamente no canteiro de obras e nas frentes de serviço.

8.1.5.3.8 Interação com os demais programas

Esse subprograma terá inter-relação direta com o Plano de Gestão de Recursos Hídricos, Programa de Comunicação e Programa de Educação Ambiental.

8.1.5.3.9 Responsabilidade pelo Programa

A implantação do subprograma será de responsabilidade do empreendedor.

8.1.5.3.10 Cronograma e duração

O Monitoramento de Efluentes Líquidos ocorrerá em campanhas de monitoramento mensais durante as etapas de operação e desativação do empreendimento (quadro abaixo), visto que na fase de instalação os efluentes gerados serão dispostos em sistemas fechados com reuso ou coleta de efluente por empresa terceirizada devidamente autorizada pelo órgão ambiental.

As campanhas sugeridas, serão direcionadas a estação de tratamento de lixiviado. Como parte do monitoramento, serão elaborados relatórios parciais e anuais consolidados e encaminhamento à SEMAS/PA.

Quadro 8.1-17 - Cronograma do subprograma de gestão da qualidade dos efluentes líquidos.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Implantação de sistema separador de água e sólidos, ou contratação de empresa com sistema próprio de tratamento do efluente da lavagem de caminhões																		
Deslocamento e disposição de estruturas de apoio (Banheiros químicos, coleta e destinação final de efluentes sanitários durante a fase de implantação)																		
Mobilização da equipe/empresa legal responsável pela gestão e monitoramento ambiental do efluente																		

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Operação do tratamento de lixiviados e esgoto sanitário																		
Execução da coleta (Ocorrerá mensamente)																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.5.4 SUBPROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E MONITORAMENTO DE NASCENTES

8.1.5.4.1 Justificativa

A implantação de medidas para atenuação de eventuais impactos sobre as nascentes na área de influência para implantação e operação do Projeto CTR Metropolitana é também o compromisso do empreendedor em manter as condições naturais desses locais dentro dos padrões ambientais inerentes à região Amazônica.

Neste sentido o presente subprograma servirá para detectar eventuais alterações que possam advir da instalação e operação do empreendimento, assim como na fase de desativação; permitindo a tomada de ações estratégicas preventivas e corretivas no decorrer das atividades.

8.1.5.4.2 Objetivos

Este subprograma tem como objetivos principais:

- O monitoramento o estado de conservação das nascentes;
- Propor a implantação de medidas mitigadoras ou corretivas a serem aplicadas pelo empreendedor em caso de identificação de alteração; e
- Implementar ações de conservação para garantir a estabilidade ecológica das nascentes e a preservação da qualidade e quantidade da água.

8.1.5.4.3 Metas e Desempenho Esperado

As metas estabelecidas são:

- Realizar o monitoramento do estado de conservação nas nascentes de forma a garantir sua preservação;
- Executar práticas de conservação e recuperação das nascentes caso sejam verificadas alterações.

8.1.5.4.4 Aspectos Legais

O Programa foi desenvolvido com base no que estabelece a Lei Federal nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH), a Lei Federal nº 9.984/2000, as resoluções do CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), a Lei Estadual nº 6.381/2001 que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos, a Resolução n° 009/2009 do CERH (Conselho Estadual de Recursos Hídricos) e a Resolução n° 004/2008 (Regiões Hidrográficas Estaduais). Entre as resoluções do CONAMA merece destacar-se a CONAMA 396/2008.

8.1.5.4.5 Procedimentos Metodológicos

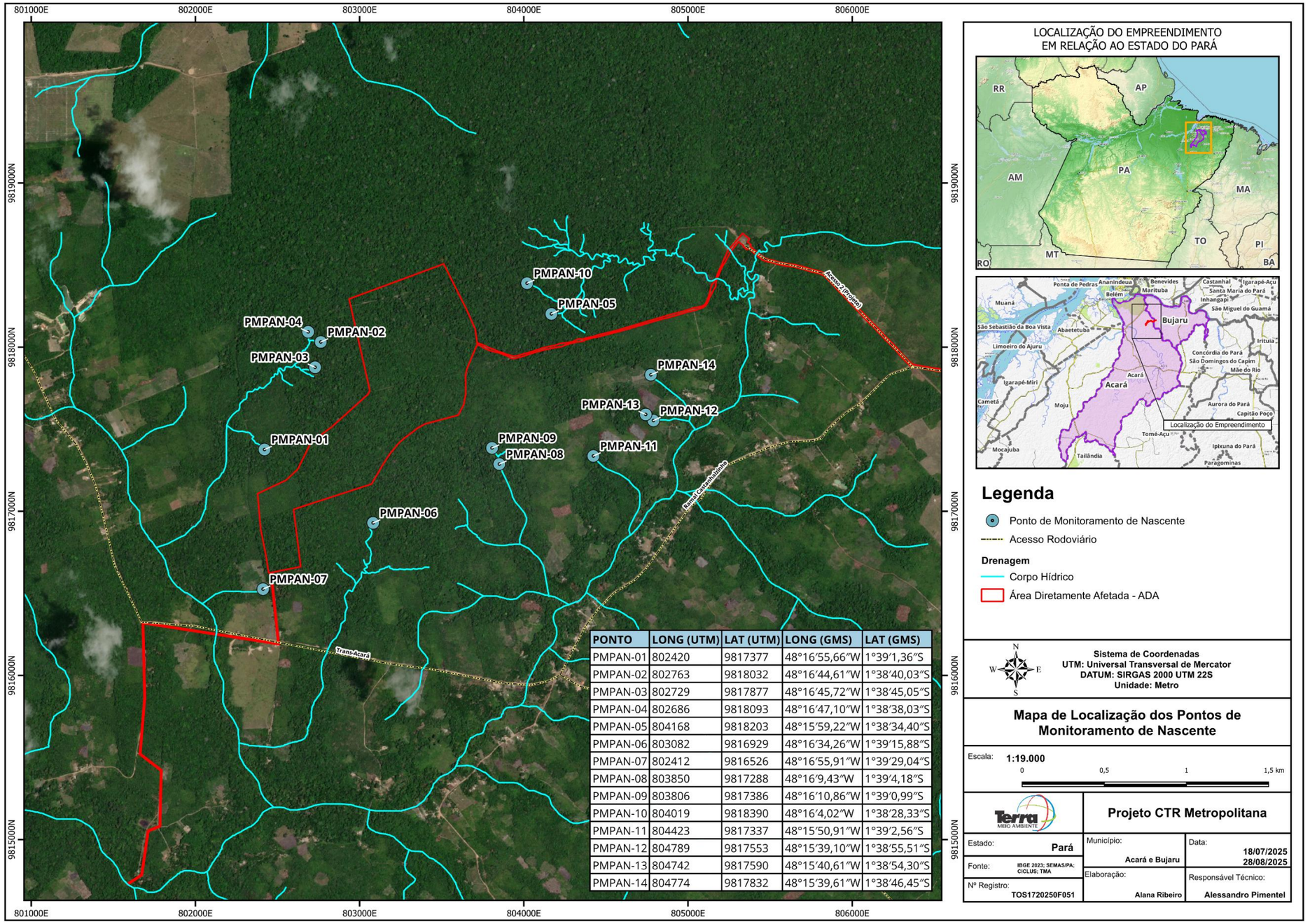
Os trabalhos consistirão na verificação do estado de conservação das nascentes, adotando os seguintes critérios: I - Qualidade da água; II - Estimativa de vazão e III- Cobertura vegetal. Ao todo, monitoradas em 14 nascentes (quadro e mapa abaixo). Todavia, se durante o monitoramento for verificada a necessidade de adicionar ou remover algum parâmetro ou ponto de monitoramento, poderá haver ajustes, com base em justificativa técnica.

Quadro 8.1-18 - Coordenadas das nascentes a serem monitoradas.

PONTOS	LONGITUDE (UTM)	LATITUDE (UTM)	LONGITUDE (GMS)	LATITUDE (GMS)
PMPAN-01	802420	9817377	48°16′55,66″W	1°39′1,36″S
PMPAN-02	802763	9818032	48°16′44,61″W	1°38′40,03″S
PMPAN-03	802729	9817877	48°16′45,72″W	1°38′45,05″S
PMPAN-04	802686	9818093	48°16′47,10″W	1°38′38,03″S
PMPAN-05	804168	9818203	48°15′59,22″W	1°38′34,40″S
PMPAN-06	803082	9816929	48°16′34,26″W	1°39′15,88″S
PMPAN-07	802412	9816526	48°16′55,91″W	1°39′29,04″S
PMPAN-08	803850	9817288	48°16′9,43″W	1°39′4,18″S
PMPAN-09	803806	9817386	48°16′10,86″W	1°39′0,99″S
PMPAN-10	804019	9818390	48°16′4,02″W	1°38′28,33″S
PMPAN-11	804423	9817337	48°15′50,91″W	1°39′2,56″S
PMPAN-12	804789	9817553	48°15′39,10″W	1°38′55,51″S
PMPAN-13	804742	9817590	48°15′40,61″W	1°38′54,30″S
PMPAN-14	804774	9817832	48°15′39,61″W	1°38′46,45″S

Fonte: Terra, 2025.

Figura 8.1-6 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento de nascentes.



Fonte: Terra, 2025.

8.1.5.4.5.1 Qualidade da água

A análise da qualidade da água será realizada por meio de coleta e análise de parâmetros in loco dos parâmetros descritos no quadro abaixo. O procedimento de coleta seguirá os moldes descrito no Plano de Gestão de Recursos Hídricos. Por fim, será utilizada a Resolução CONAMA nº 357/2005 para fins comparativos. A primeira e última campanha deverão contemplar bateria completa do CONAMA nº 357/2005, enquanto as campanhas intercalares deverão contemplar os parâmetros abaixo

Quadro 8.1-19 - Parâmetros de Qualidade da Água a serem monitorados.

PARÂMETROS				
Alumínio	Antimônio	Arsênio	Bário	Cádmio
Cálcio	Chumbo	Cianeto	Cloreto	Cobalto
Condutividade Elétrica	Cobre Total	Cromo	Ferro Total	Magnésio
Manganês	Mercúrio	Molibdênio	Níquel	Oxigênio Dissolvido
pH	Potássio	Prata	Salinidade	Selênio
Sódio	Sólidos Totais Dissolvidos	Sólidos Totais Voláteis	Temperatura	Vanádio
Zinco	Coliformes termotolerantes	Coliformes totais	Escherichia coli	Turbidez
Nitrogênio Total	Fósforo Total	Nitrato	-	-

8.1.5.4.5.2 Estimativa de vazão

A estimativa de vazão nas nascentes será realizada com base na metodologia de Pinto et al. (2004), onde, por meio do método da medição direta em tubulação de extravasamento, com base na coleta do fluxo de água, será realizado um cálculo da vazão, sendo volume da água (L), dividido pelo tempo (s), dividido pelo número de medições (adotado 4 medições). Para isso será necessário um cronômetro digital, calculadora e balde milimetrado.

$$Q = \frac{\left[\sum\left(\frac{v}{t}\right)\right]}{n}$$

Em que:

Q é a vazão média observada (L/s);

v é o volume de água (em litros);

t é o tempo (em segundos); e

n é o número de medições.

8.1.5.4.5.3 Cobertura vegetal

Para caracterizar a cobertura vegetal localizada no entorno das nascentes, será necessário evidenciar os tipos de formações vegetais existentes, com destaque para o estado de conservação das espécies nativas, no entorno das áreas de influência. Para auxiliar nesse processo de classificação, fez-se necessário a divisão em 3 categorias, relativas ao estado de conservação da cobertura vegetal, estabelecido por Pinto et al. (2004) vistos a seguir:

Nascentes preservadas: foram classificadas aquelas que apresentam pelo menos 50 metros de vegetação natural ao seu redor e não apresentam sinais de perturbação ou degradação;

Nascentes perturbadas: aquelas que não possuem 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas exibem bom estado de conservação;

Nascentes degradadas: aquelas que se encontram com alto grau de perturbação, muito pouco vegetadas, solo compactado, e com erosões.

8.1.5.4.5.4 Plano de ação

Caso sejam verificadas alterações no decorrer do monitoramento deverão ser executados planos de ação com as seguintes medidas, caso aplicáveis:

Controle da erosão e do assoreamento: implementação de práticas de conservação do solo, como plantio em curvas de nível e terraceamento; uso de barreiras vegetais; e recuperação de áreas degradadas com vegetação nativa para minimizar a sedimentação das nascentes.

Proteção física das nascentes: cercamento das áreas de nascente para evitar pisoteio de animais e degradação causada por atividades humanas; controle do uso do solo na área de recarga hídrica; e restrição de acesso a áreas sensíveis por meio de sinalização e barreiras naturais.

Controle da poluição e qualidade da água: identificação e eliminação de fontes de poluição difusa, como resíduos químicos, e introdução de barreiras naturais ou artificiais para retenção de poluentes, caso necessário.

Acompanhamento e medidas corretivas: reavaliação periódica dos impactos das ações implementadas; ajustes nas estratégias de conservação conforme os resultados do monitoramento; e desenvolvimento de um plano de resposta rápida para mitigar impactos emergenciais.

8.1.5.4.6 Público-alvo

O público-alvo será constituído pelo empreendedor, as empresas contratadas e a população que mora no entorno.

8.1.5.4.7 Abrangência

Este subprograma abrangerá as nascentes identificadas na AID do empreendimento.

8.1.5.4.8 Interação com os demais Programas

Apresenta interação com os seguintes programas: Plano de Gestão de Recursos Hídricos, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Programa de Educação Ambiental e Programa de Comunicação Social.

8.1.5.4.9 Responsabilidade pelo Programa

O subprograma de Conservação e Monitoramento de Nascentes será de responsabilidade do empreendedor, que deverá contratar empresa consultora para constituir a equipe responsável para execução das campanhas de amostragem e monitoramento, a partir da fase de implantação.

8.1.5.4.10 Cronograma e duração

O presente subprograma deverá ser executado trimestralmente, durante a implantação e operação do Projeto CTR Metropolitana. Além disso, haverá a elaboração de relatórios, com as evidências das medidas prevista neste escopo e os resultados

obtidos. Por fim, anualmente serão apresentados relatórios consolidados ao órgão ambiental. O cronograma pode ser observado no quadro abaixo.

Quadro 8.1-20 - Cronograma do subprograma de conservação e monitoramento de nascentes.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Execução da campanha de monitoramento																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

8.1.6.1 JUSTIFICATIVA

Este programa se faz necessário uma vez que é necessário acompanhar a estabilidade dos maciços e taludes afim de evitar os riscos de ocorrência de eventuais deslizamentos com consequentes fenômenos ambientais negativos.

8.1.6.2 OBJETIVOS

Acompanhar, através da leitura de dispositivos específicos, a dinâmica dos maciços formados nas pilhas de resíduos e garantir a integridade do empreendimento, minimizando os riscos de acidentes com escorregamento.

8.1.6.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

Este programa possui as seguintes metas:

- Analisar o comportamento deformacional dos morros e pilhas de resíduos e identificar feições de degradação, de instabilidade e de situações de risco quanto à perda ou redução da sua estabilidade global;
- Garantir o desenvolvimento das atividades da CTR Metropolitana considerando os aspectos hidrogeológicos e geotécnicos, bem como as drenagens de águas pluviais e lixiviado;

8.1.6.4 ASPECTOS LEGAIS

Dentro dos dispositivos legais em vigor, em nível federal, estadual e municipal, são eles referentes à utilização, proteção e conservação dos recursos ambientais, ao uso e ocupação do solo, licenciamento e mitigação de impactos ambientais, onde se destacam: as resoluções do CONAMA nos 008/91, 237/97, 258/99, 307/02, 316/02, 357/05 e 397/08, 420/09, entre outras; as Leis n.º 9605/1998, 4.771/65, e suas alterações posteriores; o Decreto Federal 4340/2002. Principalmente a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política nacional de Resíduos Sólidos, e altera a Lei N. 9605/98. Seguir estritamente as normas seguintes: ABNT Resíduos Sólidos série - NBR 10004, 10005, 10006, 10007 e NBRs 6497 (Levantamento geotécnico), 8044: (Projeto geotécnico), 9288 (Emprego de terrenos reforçados), 9286 (Terra armada), 6501 (Rochas e solos), 9604 (Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com

retirada de amostras deformadas e indeformadas), 6484 (Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos) e 11682 (Estabilidade de Encostas).

8.1.6.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os maciços serão monitorados através de marcos superficiais, instrumentos usados para avaliação e acompanhamento dos deslocamentos horizontais e verticais dos aterros - estabilidade geotécnica, que estarão localizados em pontos estratégicos. Deverão ser rotineiramente verificados em termos de integridade, pois em decorrência da amplitude dos deslocamentos, poderá ser indicador de superfícies potenciais de rupturas. Nos locais onde possa ter havido danos, tais instrumentos serão prontamente restituídos, devendo ser levantados todos os dados cadastrais para recomposição da análise pontual do comportamento do maciço.

Durante o desenvolvimento de alteamentos subsequentes, será necessária a efetivação do remanejamento dos instrumentos instalados, nas proximidades do aterro ou em local a ser avaliado pelo plano de monitoramento, de maneira a preservar a análise do histórico do comportamento do maciço.

A manutenção do Sistema de Monitoramento Geotécnico contempla ainda a garantia das análises técnicas consequentes, como o controle de pressões de gás e de lixiviado, feita com o auxílio de piezômetros de bulbo para a medida do nível de lixiviado e a pressão dos gases. Com o registro desses valores, será feita a avaliação da estabilidade dos corpos dos aterros já concluídos comparando as leituras com as premissas de projeto para saturação do maciço, indicando assim a integridade e eficiência dos sistemas de drenagem interna projetados. Caso se verifique a não conformidade com os parâmetros de projeto, serão definidas durante a operação dos aterros as complementações necessárias para esses sistemas de drenagem de lixiviado e de gases.

De forma complementar a leitura desses dispositivos, será feita a verificação da manutenção da integridade das canaletas e da cobertura vegetal, detecção de pontos de empoçamento de água, eventuais inversões localizadas em declividade longitudinal e transversal das canaletas de bermas e de conformações anômalas dos taludes do aterro. Os processos descritos acima serão realizados pela equipe de monitoramento para a implementação das medidas corretivas necessárias.

No caso das canaletas e valetas, quando constatada a eventual deficiência ou inversão de algum trecho, providenciar-se-á a sua reconstituição, concomitantemente com o acerto da berma. Sendo as canaletas constituídas com material granular, estas atividades serão de fácil execução, consistindo: [1] retirada mecânica do trecho afetado; [2] raspagem e reconstituição de camada superficial do solo e [3] reimplantação manual da canaleta.

A correção de conformação visa garantir a funcionalidade do sistema de captação e a condução das drenagens pluviais, minimizando os riscos de erosões e assoreamentos ou danos no sistema de drenagem.

As atividades de manutenção deverão considerar serviços periódicos de nova conformação transversal e longitudinal de bermas e taludes, através de serviços de terraplenagem.

Na nova conformação transversal e longitudinal das bermas, deverá se efetuar a raspagem e escarificação inicial e a execução de camadas compactadas com solo.

Na nova conformação dos taludes, deverá se proceder à raspagem e escarificação da superfície com tratores de esteira, com o posterior lançamento de solos e espalhamento e compactação com o próprio trator. A superfície dos taludes em nova conformação deverá ser novamente protegida com o plantio de grama.

8.1.6.6 PÚBLICO-ALVO

Este programa terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente a CTR Metropolitana, profissionais de empresas terceirizadas, os responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental, órgãos governamentais e ambientais fiscalizadores.

8.1.6.7 ABRANGÊNCIA

Este programa abrangerá os acessos e taludes inseridos na ADA do projeto CTR Metropolitana, durante as três fases do empreendimento (Implantação, operação e desativação).

8.1.6.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

O programa apresenta interação com os seguintes programas: Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.1.6.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

Este programa estará sob a responsabilidade do empreendedor e poderá ser implantado a partir da instalação do maciço.

8.1.6.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O programa deverá ser aplicado e executado durante as fases de operação e desativação do Projeto CTR Metropolitana.

Durante esse período, as ações propostas neste programa deverão ser aplicadas mensalmente. Os resultados das medições realizadas serão encaminhados anualmente ao órgão ambiental (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS). Segue um cronograma geral no quadro abaixo.

Vale lembrar que o cronograma, assim como o monitoramento do programa, poderá sofrer alterações de acordo com o andamento de cada fase do projeto.

Quadro 8.1-21 - Cronograma do Programa de Monitoramento Geotécnico.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Medidas previstas no escopo do programa																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.7 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PGRS

8.1.7.1 SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

8.1.7.1.1 Justificativa

As atividades executadas durante as obras de implantação e operação, irão causar a geração de resíduos sólidos, no qual deverão ser geridos de acordo com diretrizes e procedimentos que garantam a adequada destinação final.

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos visa orientar o manejo dos resíduos gerados, desde a coleta até a destinação final, por meio de um conjunto ações que estão em conformidade com a legislação vigente, Norma NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e Lei nº 12.305/2010.

8.1.7.1.2 Objetivos

Direcionar o manuseio do resíduo gerado, sendo realizado por meio de etapas, segregação, coleta, armazenamento e destinação adequada para cada tipo, cumprindo a legislação vigente. Objetivando implantação de práticas eficazes e otimização de processos. Além disso, deve ser estabelecido parcerias com cooperativas locais, caso disponíveis, para que recebam os resíduos a serem reutilizados e reciclados, assim como também para destinação dos resíduos vegetais oriundos da supressão da vegetação

8.1.7.1.3 Metas e Desempenho Esperado

São metas estabelecidas:

- Garantir destinação final adequada para 100% dos resíduos gerados;
- Alcançar taxa de reciclagem de pelo menos 50% dos resíduos sólidos;
- Realizar treinamentos de conscientização e boas práticas para gestão e redução de resíduos para 100% dos colaboradores;
- Destinar 100% dos resíduos vegetais oriundos da supressão para cooperativas de reciclagem orgânica e uso nas áreas em recuperação;
- Garantir que 50% dos resíduos recicláveis sejam encaminhados às cooperativas;
- Identificar e mapear 100% das cooperativas locais disponíveis até o primeiro semestre da etapa de implantação;

8.1.7.1.4 Aspectos Legais

Os requisitos legais para o programa encontram-se no quadro abaixo.

Quadro 8.1-22 - Requisitos legais do PGRS.

NORMA	ASSUNTO
NBR 10.004/2004	Resíduos sólidos – Classificação
NBR 11.174/1990	Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes - Procedimento
NBR 12.807/2013	Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
RESOLUÇÃO	**ASSUNTO**
Resolução CONAMA 275/01	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Resolução CONAMA 307/02	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.
Resolução CONAMA 313/02	Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais.
Resolução CONAMA 358/05	Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA 469/15	Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências

8.1.7.1.5 Procedimentos metodológicos

O programa propõe diretrizes e métodos em concordância à Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal n° 12.305/2010, atendendo ao conteúdo mínimo estabelecido pela referida Lei no seu Art. 21º ilustrado no esquema abaixo:

Figura 8.1-7 - Esquema ilustrativo baseado no art. 21º da Lei Federal n° 12.305/2010.



Fonte: Terra, 2024.

No caso deste empreendimento devem ser implantados os seguintes métodos nas atividades:

Instalação de central de resíduos para coleta seletiva e recipientes de armazenamento temporário no canteiro de obras, de acordo com a Resolução CONAMA 275/2001. Pois, durante a produção para implantação do projeto irá ocorrer a geração de resíduos, por isso a disposição dessa central deverá ser de fácil acesso facilitando o descarte correto;

Deve ser realizada a segregação dos resíduos sólidos na fonte de geração, ou seja, identificação e classificação, evitando a mistura de resíduos incompatíveis e facilitando no processo de reciclagem;

Os resíduos deverão ser armazenados adequadamente conforme a classificação de cada um, de acordo com legislação ABNT NBR 10.004:2004, que relata a classificação dos resíduos segundo suas propriedades. De forma mais específica, a Resolução CONAMA 357/2002 trata sobre resíduos da construção civil, já a Resolução CONAMA

362/2005 para resíduos oleosos, no caso da presença deles. Enquanto a Resolução CONAMA 358/2005 expõe a respeito dos resíduos de serviços de saúde, devido ao ambulatório que estará presente durante a estrutura de implantação;

O transporte interno deve ser feito de forma segura para não comprometer a segregação e o acondicionamento dos resíduos. Já o transporte externo, durante a implantação deverá ser realizado por empresas autorizadas para este fim, nesse caso para construção civil e resíduos de saúde, e que possuam equipamentos adequados para encaminhar os resíduos a destinação final adequada. É importante salientar, que o transporte externo de todos os resíduos somente deve ser realizado acompanhado do Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR), documento exigido por lei para geradores de resíduos para o controle do transporte e da disposição final.

Todos os resíduos sólidos devem ser encaminhados para destinação final adequada à sua classificação. Porém, antes do envio, primeiro deve-se verificar se todas as alternativas de reutilização, reaproveitamento e reciclagem foram utilizadas.

8.1.7.1.6 Público-alvo

Este subprograma terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente a CTR Metropolitana, empregados das empresas contratadas, responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental e órgãos ambientais fiscalizadores.

8.1.7.1.7 Abrangência

Este programa abrangerá todo o projeto, onde ocorrerá a implantação, operação e desativação, mais especificamente no canteiro de obras e nas frentes de serviço.

8.1.7.1.8 Interação com os demais programas

Este programa terá inter-relação direta com o Programa de Comunicação Social e Programa de Educação Ambiental.

8.1.7.1.9 Responsabilidade pelo Programa

A implantação do Programa de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos será de responsabilidade do empreendedor.

8.1.7.1.10 Cronograma e Duração

As medidas apresentadas no plano deverão ser implementadas desde o início da mobilização de equipamentos e canteiro de obras durante as obras de implantação do empreendimento (quadro abaixo) e, posteriormente, o plano será executado durante a operação e desativação.

Mensalmente, deverão ser compilados os dados de inventário de resíduos, e das evidências da segregação, dos locais, da coleta, do controle e do transporte adequados. Atividades essa de reporte, de responsabilidade da empresa executora, sob a supervisão do empreendedor. Deverá ser elaborado relatórios parciais e anuais consolidados de obra, contendo as informações, o qual será enviado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMAS.

Vale lembrar que o cronograma, assim como o monitoramento do plano, poderá sofrer alterações de acordo com o andamento das obras, onde poderá ser estendido, caso as obras sofram atrasos, ou encerrado antes do previsto, se as atividades finalizarem antes do prazo apresentado.

O plano também terá a sua continuidade durante todo o tempo de operação do Projeto CTR Metropolitana.

Quadro 8.1-23 - Cronograma do subprograma de gerenciamento de resíduos sólidos.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados — Inventário de Resíduos (seis vezes por semestre)																		
Segregação, Coleta, Controle, Transporte de Resíduos																		
Palestra de Educação Ambiental sobre resíduos																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.7.2 SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

8.1.7.2.1 Justificativa

O Projeto CTR Metropolitana demanda a adoção de práticas sistemáticas para o gerenciamento dos resíduos da construção civil gerados durante a sua fase de implantação. A gestão adequada desses resíduos é fundamental para assegurar a conformidade com a legislação ambiental vigente, em especial a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) e a Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas atualizações, que estabelecem diretrizes para a não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequadas dos resíduos da construção civil. Além de atender aos requisitos legais, este subprograma justifica-se pela necessidade de prevenir impactos ambientais, tais como a degradação do solo, bem como de promover a sustentabilidade da implantação do CTR. Dessa forma, a implementação deste subprograma representa não apenas uma obrigação legal, mas também uma estratégia de gestão ambiental preventiva.

8.1.7.2.2 Objetivos

O Subprograma de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil tem como objetivo geral garantir que todos os resíduos dessa tipologia, gerados ou recebidos durante a fase de operação do CTR Metropolitana, sejam devidamente caracterizados, segregados, quantificados e destinados conforme as melhores práticas ambientais e a legislação aplicável. Como objetivos específicos, destacam-se: promover a correta segregação dos resíduos na origem, assegurando sua classificação de acordo com as normas técnicas; reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados a aterros, priorizando a reciclagem e a reutilização de materiais; assegurar que os resíduos perigosos sejam tratados e destinados apenas em instalações licenciadas, prevenindo riscos à saúde pública e ao meio ambiente; estimular a integração com cooperativas e associações de catadores, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico local; e manter atualizado o sistema de rastreabilidade dos resíduos por meio da emissão de Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR) e Certificados de Destinação Final (CDF), garantindo a transparência e a confiabilidade das informações reportadas aos órgãos ambientais competentes.

8.1.7.2.3 Metas de Desempenho Esperado

O Subprograma de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil tem como meta principal:

- Assegurar que os resíduos gerados na fase de implantação do CTR Metropolitana sejam destinados a empresas licenciadas para tratamento adequado;
- Garantir que todos os resíduos perigosos sejam encaminhados de forma segura para tratamento ou disposição em empresas devidamente licenciadas, prevenindo riscos à saúde humana e ao meio ambiente;
- Manutenção da rastreabilidade e da transparência no processo de gerenciamento, com a emissão e controle de Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR) e Certificados de Destinação Final (CDF).

8.1.7.2.4 Aspectos Legais

Os requisitos legais para o programa encontram-se no quadro abaixo.

Quadro 8.1-24 - Requisitos legais do subprograma de gerenciamento de resíduos da construção civil.

NORMATIVA	ASSUNTO
Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências
Resolução CONAMA 275/2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Resolução CONAMA 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.
Resolução CONAMA 469/2015	Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Portaria MMA nº 280/2020	Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019.
NBR 10.004/2024	Resíduos sólidos – Classificação

8.1.7.2.5 Procedimentos Metodológicos

A execução do Subprograma de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil durante a fase de implantação do CTR Metropolitana será conduzida a partir de um conjunto de diretrizes que abrangem desde a caracterização até a destinação final dos resíduos. Inicialmente, todos os resíduos gerados nas atividades de implantação do

empreendimento; na mobilização e na desmobilização do canteiro deverão ser devidamente caracterizados e classificados segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, suas alterações posteriores e a NBR 10.004/2004, contemplando as categorias A, B, C e D. Essa etapa de caracterização permitirá não apenas a correta destinação, mas também a identificação de potenciais para reaproveitamento ou reciclagem.

Uma vez caracterizados, os resíduos deverão ser quantificados por meio de pesagem em balanças apropriadas ou estimativas volumétricas em caçambas de volume conhecido, complementadas por registros sistematizados em planilhas padronizadas. O memorial de cálculo utilizado deverá estar disponível para auditoria e fiscalização, garantindo a rastreabilidade das informações.

Na etapa seguinte, os resíduos deverão ser segregados na origem, de modo a evitar a contaminação cruzada entre materiais recicláveis e rejeitos. Essa segregação será realizada mediante acondicionamento diferenciado em caçambas, bags, lixeiras específicas ou bombonas, de acordo com a natureza e periculosidade do material, sempre observando critérios de segurança e sinalização padronizada. O armazenamento temporário deverá respeitar as exigências de infraestrutura, como áreas cobertas e pavimentadas para resíduos recicláveis e perigosos, bem como espaços adequados para resíduos inertes.

Após a segregação e armazenamento, será realizada a coleta e o transporte por empresas devidamente licenciadas e cadastradas no SINIR, assegurando-se a emissão dos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR). Da mesma forma, a destinação final será conduzida apenas por empresas autorizadas, que deverão emitir os Certificados de Destinação Final (CDF), documentos que garantirão a conformidade do processo com a legislação ambiental.

Complementarmente, o programa prevê a capacitação periódica das equipes envolvidas, com treinamentos voltados ao correto manejo dos resíduos, ao uso adequado dos equipamentos e ao cumprimento das normas ambientais e de segurança.

Por fim, a caracterização e quantificação dos resíduos da construção civil será consolidada na tabela a seguir, que organiza os resíduos por classe, material, acondicionamento, armazenamento e destinação final.

Quadro 8.1-25 - Modelo de quadro para caracterização e quantificação dos resíduos.

MODELO DE FICHA PARA CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL							
CLASSE CONAMA	NBR 10.004	MATERIAL	QUANTIDADE TOTAL		ACONDICIONAMENTO	ARMAZENAMENTO	DESTINAÇÃO
			T	m³			
	Total						

Cabe ressaltar que todas as empresas responsáveis pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos deverão ser previamente cadastradas e apresentar documentação comprobatória de regularidade ambiental, incluindo licenças de operação vigentes expedidas pelo órgão ambiental competente. Esse cadastro deverá ser atualizado periodicamente e mantido disponível para fins de auditoria e fiscalização, de forma a garantir que o encaminhamento dos resíduos ocorra exclusivamente para instalações devidamente licenciadas, evitando riscos ambientais e passivos legais.

Para efeito de acompanhamento, deverá ser elaborado um Relatório de Monitoramento do Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, contendo no mínimo: a identificação do empreendimento e da empresa responsável; a descrição dos tipos e quantidades de resíduos gerados no período; a forma de acondicionamento, armazenamento e transporte utilizados; a relação das empresas licenciadas que realizaram a coleta e a destinação final, com as respectivas licenças ambientais; a quantificação dos resíduos; os MTRs e CDFs correspondentes; registros fotográficos das áreas de armazenamento e das etapas de segregação; além de eventuais ocorrências e medidas corretivas adotadas.

8.1.7.2.6 Público-alvo

Este subprograma terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente a CTR Metropolitana, empregados das empresas contratadas, responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental e órgãos ambientais fiscalizadores.

8.1.7.2.7 Abrangência

Este programa abrangerá a área diretamente afetada do projeto, onde ocorrerá a implantação, mais especificamente no canteiro de obras e nas frentes de serviço.

8.1.7.2.8 Interação com os demais Programas

Este programa terá inter-relação direta com o Programa de Comunicação Social e Programa de Educação Ambiental.

8.1.7.2.9 Responsabilidade pelo Programa

A implantação do Subprograma de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será de responsabilidade do empreendedor.

8.1.7.2.10 Cronograma e duração

As medidas apresentadas no plano deverão ser implementadas desde o início da mobilização de equipamentos e canteiro de obras e se estenderá durante toda a implantação do empreendimento (quadro abaixo). Cabe ressaltar que a implantação ocorrerá em três fases consecutivas, cada uma com duração estimada de seis meses, e que a operação terá início já ao final da Fase 1. No período da fase 2 e 3 a implantação e operação correrão simultaneamente.

Mensalmente, deverão ser compilados os dados de inventário de resíduos, e das evidências da segregação, dos locais, da coleta, do controle e do transporte adequados. Atividades essa de reporte, de responsabilidade da empresa executora, sob a supervisão do empreendedor. Deverá ser elaborado relatórios parciais e anuais consolidados de obra, contendo as informações, o qual será enviado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMAS.

Vale lembrar que o cronograma, assim como o monitoramento do plano, poderá sofrer alterações de acordo com o andamento das obras, onde poderá ser estendido, caso as obras sofram atrasos, ou encerrado antes do previsto, se as atividades finalizarem antes do prazo apresentado.

Quadro 8.1-26 - Cronograma do subprograma de gerenciamento da construção civil.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados — Inventário de Resíduos de construção civil (seis vezes por semestre)																		
Segregação, Coleta, Controle, Transporte de Resíduos de Construção Civil																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.7.3 SUBPROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

8.1.7.3.1 Justificativa

A implantação do CTR Metropolitana prevê a instalação de um ambulatório interno destinado ao atendimento médico ocupacional de trabalhadores, bem como frentes de serviço voltadas ao resgate, manejo e atendimento à fauna silvestre eventualmente impactada pelas atividades do empreendimento. Essas estruturas, por suas características, são geradoras de resíduos de serviços de saúde (RSS), incluindo materiais perfurocortantes, resíduos infectantes, produtos químicos e resíduos comuns. O manejo inadequado desses resíduos representa riscos potenciais à saúde dos colaboradores, dos profissionais envolvidos no manejo da fauna e da comunidade do entorno, além de poder ocasionar impactos negativos ao meio ambiente. Assim, justifica-se a implantação deste subprograma com o objetivo de assegurar que todos os resíduos provenientes do ambulatório e das frentes de resgate da fauna sejam manejados, transportados e destinados de forma segura e ambientalmente adequada, em conformidade com a legislação aplicável.

8.1.7.3.2 Objetivos

O objetivo geral é garantir o manejo seguro e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos provenientes do ambulatório e das atividades de resgate de fauna do CTR Metropolitana, assegurando proteção à saúde humana e animal, bem como ao meio ambiente. Como objetivos específicos, destacam-se: realizar a correta classificação dos resíduos de acordo com a RDC ANVISA nº 222/2018; promover a segregação e o acondicionamento adequado na origem, evitando a contaminação cruzada; assegurar que os resíduos infectantes e perfurocortantes sejam submetidos a tratamento específico antes da destinação final; manter registro documental de todas as etapas do gerenciamento; e garantir a capacitação dos profissionais envolvidos, minimizando riscos ocupacionais e ambientais.

8.1.7.3.3 Metas de Desempenho Esperado

As metas estabelecidas para este subprograma buscam:

- Assegurar que os resíduos de serviços de saúde gerados pelo ambulatório e pelo manejo da fauna sejam destinados conforme as exigências legais;

- Garantir a rastreabilidade de todo o processo por meio da emissão de Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR) e Certificados de Destinação Final (CDF), assegurando transparência e conformidade legal.

8.1.7.3.4 Aspectos Legais

Os requisitos legais para o programa encontram-se no quadro abaixo.

Quadro 8.1-27 - Requisitos legais do subprograma de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde.

NORMATIVA	ASSUNTO
Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências
RDC ANVISA nº 222/2018	Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências
Portaria MMA nº 280/2020	Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019.
ABNT NBR 12.808/1993 e NBR 7.500/2018	Acondicionamento e simbologia

8.1.7.3.5 Procedimentos Metodológicos

O gerenciamento dos RSS no CTR Metropolitana seguirá as diretrizes legais e técnicas aplicáveis. Inicialmente, os resíduos gerados no ambulatório e nas frentes de resgate de fauna deverão ser classificados conforme os grupos definidos pela RDC ANVISA nº 222/2018: Grupo A (infectantes), Grupo B (químicos), Grupo D (comuns) e Grupo E (perfurocortantes).

Após a classificação, proceder-se-á à segregação imediata na fonte, com o acondicionamento em recipientes específicos, resistentes, estanques e devidamente identificados por cores e símbolos padronizados. Resíduos perfurocortantes, por exemplo, deverão ser armazenados em caixas rígidas, resistentes à punctura e descartáveis. Resíduos infectantes oriundos de curativos, materiais de contenção de secreções ou manejo de fauna deverão ser acondicionados em sacos brancos leitosos, conforme estabelecido pela legislação.

O armazenamento temporário ocorrerá em áreas sinalizadas e de acesso restrito, garantindo que os resíduos fiquem protegidos até sua coleta. O transporte externo será realizado exclusivamente por empresas licenciadas, com veículos adaptados e devidamente cadastrados, obedecendo às normas de segurança.

Todos os prestadores de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final deverão estar devidamente cadastrados e apresentar licenças de operação válidas, de modo a garantir a rastreabilidade do processo e a conformidade com a legislação ambiental. Esse cadastro deverá ser atualizado e mantido disponível para auditorias.

Será elaborado um Relatório de Monitoramento periódico, contendo: a identificação do empreendimento; descrição dos tipos e quantidades de resíduos gerados; acondicionamento, armazenamento e transporte empregados; empresas responsáveis pela coleta e destinação, com as respectivas licenças; quantitativo; registros de MTRs e CDFs; registros fotográficos dos locais de acondicionamento e armazenamento; além de eventuais ocorrências e medidas corretivas implementadas.

A caracterização e quantificação dos resíduos de serviços de saúde será organizada em tabela modelo, permitindo o registro sistemático dos dados necessários à avaliação do desempenho do programa.

Quadro 8.1-28 - Modelo de quadro para caracterização e quantificação dos resíduos.

MODELO DE FICHA PARA CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL					
GRUPO (RDC 222/2018)	TIPO DE RESÍDUOS	QUANTIDADE TOTAL (KG/MÊS)	ACONDICIONAMENTO	ARMAZENAMENTO	DESTINAÇÃO

8.1.7.3.6 Público-alvo

Este subprograma terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente a CTR Metropolitana, empregados das empresas contratadas, responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental e órgãos ambientais fiscalizadores.

8.1.7.3.7 Abrangência

Este programa abrangerá a área diretamente afetada do projeto, onde ocorrerá a implantação, operação e desativação, mais especificamente no ambulatório e nas frentes de serviço de resgate de fauna silvestre.

8.1.7.3.8 Interação com os demais Programas

Este programa terá inter-relação direta com o Programa de Comunicação Social; Programa de Educação Ambiental e Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre.

8.1.7.3.9 Responsabilidade pelo Programa

A implantação do Subprograma de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde será de responsabilidade do empreendedor.

8.1.7.3.10 Cronograma e duração

As medidas apresentadas no plano deverão ser implementadas desde o início da mobilização de equipamentos e canteiro de obras e se estenderá durante toda a implantação do empreendimento (quadro abaixo).

Mensalmente, deverão ser compilados os dados de inventário de resíduos, e das evidências da segregação, dos locais, da coleta, do controle e do transporte adequados. Atividades essa de reporte, de responsabilidade da empresa executora, sob a supervisão do empreendedor. Deverá ser elaborado relatórios parciais e anuais consolidados de obra, contendo as informações, o qual será enviado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMAS.

Quadro 8.1-29 - Cronograma do subprograma de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados — Inventário de Resíduos de Serviço de Saúde (seis vezes por semestre)																		
Segregação, Coleta, Controle, Transporte de Resíduos de Serviço de Saúde																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.8 PLANO AMBIENTAL DE CONSTRUÇÃO

8.1.8.1 JUSTIIFICATIVA

Em termos físicos, a fase de implantação do empreendimento envolve uma série de ações que vão desde a mobilização de equipamentos e insumos, supressão e terraplenagem. Em termos sociais, a referida fase, envolve também a mobilização de um contingente populacional. Essas ações pressupõem impactos em diferentes fatores ambientais e com diferentes escalas de abrangência. Os impactos decorrentes dessas ações devem ser devidamente equacionados, sobretudo considerando sua interface com a sociedade local e as condições ambientais pré-existentes no local das obras.

Alguns dos impactos a serem causados pela execução das obras de instalação são contemplados em programas específicos. Entretanto, um programa que contemple, de forma integrada, as medidas diretamente relacionadas à fase de instalação, pode propiciar resultados ambientais mais adequados, tendo em vista que medidas, diretrizes e técnicas recomendadas, quando adotadas preventivamente, podem minimizar e mesmo neutralizar os possíveis impactos ambientais das obras.

8.1.8.2 OBJETIVOS

A implantação de um programa voltado ao controle do sítio das obras é um instrumento gerencial fundamental para o monitoramento de todas as atividades relacionadas às obras na fase de instalação, com diretrizes e recomendações a serem detalhadas no Plano de Controle Ambiental - PCA. Estas diretrizes deverão ser empregadas desde o início da mobilização das obras até seu término, incluindo as ações de restauro dos locais degradados (áreas de empréstimo, entre outros).

O objetivo do programa é, portanto, o de incorporar, nas atividades construtivas, o fator ambiental, minimizando os impactos detectados nos estudos ambientais, orientando a adoção de medidas cabíveis se surgirem situações de novos impactos não previstos. O programa visa, portanto:

- Atender as demandas ambientais decorrentes da execução das obras, durante a fase de instalação do empreendimento;
- Fornecer elementos técnicos e legais para viabilizar as obras com o menor dano ambiental possível; e

- Fornecer às empreiteiras os critérios ambientais a serem respeitados durante a construção e, de modo geral, aos trabalhadores envolvidos nos trabalhos, normas para uma conduta ambiental correta.

8.1.8.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

Para que os objetivos sejam atendidos, deve-se ter como meta a execução em 100% dos serviços construtivos nas frentes de serviço, canteiros e demais áreas de apoio, de acordo com procedimentos de controle ambiental estabelecidos no EIA e nas especificações técnicas, diretrizes e procedimentos obrigatórios adotados para execução das obras.

8.1.8.4 ASPECTOS LEGAIS

Não existem requisitos legais especificamente associados a este programa.

8.1.8.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos a serem aplicados se refletem de forma diferenciada nas ações das obras, onde se destaca: a implantação do canteiro de serviços e alojamento temporários de operários e sua operação; a supressão, a realização de escavação e movimentação de terra com diferentes escalas de abrangência.

8.1.8.5.1 Mobilização e serviços preliminares

Inicialmente haverá a mobilização para a execução dos trabalhos preliminares que darão suporte ao desenvolvimento dos serviços principais. Essas tarefas consistirão na preparação da logística, na instalação da área do canteiro de obra, na contratação de mão de obra e nas demais providências necessárias.

8.1.8.5.2 Canteiro de obras e alojamentos temporários

Nos documentos de licitação para a elaboração das obras, o empreendedor deverá definir os locais, justificando-os caso sejam diferentes dos indicados no projeto atual, e incluir os projetos básicos das instalações.

As instalações sanitárias deverão obedecer aos requisitos mínimos de conforto e de recursos para todos os fins de higiene, devendo ser dimensionadas de acordo com a previsão de trabalhadores na obra.

Devem ser condições básicas para instalação do alojamento e canteiro, além da conservação e limpeza:

- Disponibilidade de água potável em quantidade adequada;
- Disposição de esgotos sanitários em fossas sépticas ou outro sistema de tratamento, que devem estar à distância segura de poços de abastecimento d'água e de talvegues naturais;
- Localização das instalações afastadas de áreas insalubres naturais, onde proliferam mosquitos e outros vetores, ou com adequações implantadas (telas nos alojamentos, entre outros) em caso de não haver alternativas;
- Limpeza das áreas utilizadas, com retirada de solo vegetal;
- Estocagem do material oriundo desta limpeza, em áreas não sujeitas à erosão, devendo ser reincorporado à área após a desmobilização, visando à recuperação do local e da vegetação eliminada quando da instalação do canteiro, tudo de acordo com as especificações ambientais;
- Drenagem adequada das áreas utilizadas, evitando-se a formação de alagadiços, bem como de processos erosivos;
- Instalação de filtro de pó e/ou de outros dispositivos de absorção de ruídos em britadores e outros equipamentos, para proteção aos trabalhadores e/ou a terceiros. Água deverá ser aspergida, com frequência, nas imediações dos britadores, acessos e habitações limítrofes ao local das obras, como medida de higiene e de proteção contra o pó;
- Além da correta implantação dos equipamentos, o programa deve contemplar ações de educação ambiental, normas de higiene e de segurança para todos os trabalhadores envolvidos nas obras; e
- A desmobilização do canteiro de obras será executada pela empreiteira.

8.1.8.5.3 Serviços gerais do canteiro de obras

Os efluentes ali gerados oriundos das lavagens e lubrificação de equipamentos e veículos (águas oleosas) devem ser controlados através de dispositivos de filtragem e contenção, como caixas separadoras de água-óleo. A empreiteira deverá manter seu canteiro em boas condições de limpeza durante o desenvolvimento da obra e quando de sua conclusão.

Os resíduos gerados nas frentes de obras deverão ter uma triagem, estocagem, transporte e destinação final adequada. Caso necessário poderá ser implantado uma central de compostagem para separação e aproveitamento do lixo orgânico produzido nos refeitórios.

Será realizada a separação do lixo hospitalar e dos resíduos perigosos, classificados conforme a NBR 10.004/2004, visando à sua estocagem, transporte e destinação final adequadas, sem riscos de contaminação, conforme as legislações vigentes.

As áreas utilizadas para estoque de agregados ou usinas devem ser totalmente limpas, inclusive do material derramado durante as operações. Tambores e outros materiais tornados inservíveis devem ser recolhidos e dispostos em locais pré-selecionados e preparados para esta finalidade.

8.1.8.5.4 Supressão, destocamento e limpeza

Material proveniente da supressão e limpeza (ver programa específico) deverá ser removido ou estocado, obedecendo aos critérios estabelecidos no projeto ou a critérios da fiscalização (monitoramento), não devendo ser permitida a permanência de resíduos nas adjacências dos locais da obra, que possam provocar a obstrução de sistemas de drenagem natural, ou possibilitar outros problemas ambientais.

A supressão deve-se limitar ao estritamente necessário para o desenvolvimento das atividades previstas em cada frente de obra.

8.1.8.5.5 Terraplenagem, áreas de empréstimo e depósitos de materiais

As obras de terraplenagem e corte necessárias à preparação do local de implantação do projeto e estruturas auxiliares serão objeto de projetos específicos, obedecendo a critérios geotécnicos rigorosos, cujo monitoramento é contemplado no gerenciamento das obras.

As terraplenagens realizadas deverão também seguir normas geotécnicas adequadas, com reconhecimento das condições da área, condução adequada da drenagem e sucessiva proteção superficial, visando a prevenção de processos erosivos.

Todos os empréstimos e depósitos de materiais deverão ser executados de acordo com as indicações do projeto. Após sua desmobilização, é indispensável a implantação imediata da cobertura vegetal e recomposição das condições de drenagem para evitar surgimento de processos erosivos e o assoreamento de cursos d’água.

8.1.8.5.6 Sistema de transporte e vias de serviço

Para as vias de serviço a serem abertas por necessidades operacionais das obras, além de contarem com as recomendações de limpeza do terreno, quanto a supressão, a

realização de movimentos de terra e implantação de dispositivos de drenagem, deverão ser observados critérios de controle e segurança do tráfego.

Após a conclusão das obras, a área ocupada pelos caminhos de serviço deverá ser recuperada, a menos que sua implantação melhore as condições de acessibilidade local e possa ser utilizada pela população após as obras.

As ações de caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia serão incluídos nos Relatórios anuais a serem apresentados para considerações e avaliação da equipe do órgão ambiental do estado-SEMAS/PA.

8.1.8.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo deste plano são as empresas contratadas e seus respectivos trabalhadores.

8.1.8.7 ABRANGÊNCIA

Este programa abrangerá a ADA do empreendimento.

8.1.8.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Este Plano possui relação direta com o Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos, Plano de Gestão dos Recursos Hídricos, Programa de Comunicação Social, Programa de Educação Ambiental e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.1.8.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

Este Programa é de responsabilidade do empreendedor. Cabe ressaltar que as empresas contratadas para executar a obra serão obrigadas a seguir o que está estabelecido no EIA e nas especificações técnicas, diretrizes e procedimentos obrigatórios para execução das obras, com a supervisão do empreendedor.

8.1.8.10 CRONOGRMAA E DURAÇÃO

As ações propostas nesse programa serão realizadas na etapa de implantação do Projeto CT Metropolitana. Cabe ressaltar que a implantação ocorrerá em três fases consecutivas, cada uma com duração estimada de seis meses, e que a operação terá início já ao final da Fase 1. Assim, haverá um período em que implantação e operação ocorrerão simultaneamente. Por fim, haverá a elaboração de relatórios, com as

evidências das medidas prevista neste escopo e os resultados obtidos e, anualmente, serão apresentados ao órgão ambiental.

Quadro 8.1-30 - Cronograma do Plano Ambiental de Construção.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Levantamento de especificações técnicas, diretrizes e procedimentos construtivos, características das obras, planejamento das ações de monitoramento ambiental																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.1.9 PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL

8.1.9.1 JUSTIFICATIVA

Considerando os artigos 6º e 9º da Resolução CONAMA 01/1986, que apregoam que o Estudo de Impacto Ambiental desenvolverá programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos, o presente Programa abordará a necessidade do gerenciamento ambiental, de forma a permitir ao empreendedor, órgãos setoriais, instituições científicas e à sociedade em geral, o acompanhamento e supervisão da instalação e operação do empreendimento, baseado em requisitos da Norma ISO 14001.

8.1.9.2 OBJETIVOS

A proposição de um sistema de gerenciamento ambiental, por parte e sob responsabilidade do empreendedor, visa:

- Acompanhar e supervisionar a implantação do empreendimento e dos programas ambientais propostos no presente estudo, no que concerne à elaboração e cumprimento do plano de ação, cronograma de implantação das diferentes ações, organização do corpo técnico de acompanhamento;
- Acompanhar e analisar os dados e resultados parciais dos programas, principalmente quanto aos impactos detectados e a seus desdobramentos; e
- Verificar as alterações e as modificações locais decorrentes do processo de implantação do Projeto CTR Metropolitana e de sua operação.

8.1.9.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

Para que os objetivos sejam atendidos, deve-se ter como meta a execução dos serviços de acordo com procedimentos de controle ambiental estabelecidos no EIA e nas especificações técnicas, diretrizes e procedimentos:

- Manter 100% dos Programas Socioambientais em dia com seus cronogramas;
- Avaliar os indicadores de resultado de 100% dos Programas Ambientais;
- Realizar inspeções ambientais nas atividades de obra em 100% os dias úteis de obra;
- Realizar duas vezes ao mês, durante a implantação do empreendimento, reuniões e treinamentos com as equipes de obra para divulgação dos critérios ambientais;
- Tratar satisfatoriamente 100% das não conformidades socioambientais identificadas em vistorias;

- Ter 100% dos fornecedores regularizados diante dos órgãos ambientais.

8.1.9.4 ASPECTOS LEGAIS

O Programa de Gestão Ambiental deverá atender as condições e normas do licenciamento ambiental do projeto, estabelecidas principalmente nas Licenças a serem emitidas pela SEMAS, além da legislação ambiental, normas ABNT e NRs aplicáveis ao empreendimento.

8.1.9.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As premissas determinadas no presente programa detalham os requisitos que possibilitarão a atuação relacionadas a Gestão dos Programas Socioambientais. Estas premissas e diretrizes podem ter seu escopo ampliado, considerando especificidades de determinadas subcontratadas e/ou consultorias, desde que os padrões mínimos aqui indicados sejam atendidos.

O programa terá abrangência cumulativa sobre todas as atividades dos programas ambientais na área de implantação do empreendimento e em todas as atividades quando da etapa de operação, bem como sobre o relacionamento do empreendimento com a comunidade do entorno, levando-se em consideração a apresentação periódica de relatórios da evolução do Programa e elaboração de notas técnicas, quando necessário, contendo a avaliação dos impactos e a eficácia dos respectivos programas ambientais.

A gestão ambiental será executada de forma integrada e para isso é fundamental que as empresas executoras e colaboradores, bem como fornecedores e outros prestadores de serviço tenham, de alguma forma, vínculos com a gestão do programa, para que isso aconteça , se faz necessário, treinamentos e/ou informações sobre as diretrizes do referido Programa, conhecendo a política ambiental do empreendedor, assim como os objetivos, as metas e os programas ambientais, para poderem assegurar o êxito dos programas.

E por fim, caberá aos responsáveis pela implantação do Programa de Gestão Ambiental treinar e conscientizar os envolvidos pelas obras e operações do Projeto CTR Metropolitana, quanto a política ambiental, objetivos e metas do Programa, bem como

os aspectos ambientais das atividades que desempenham, incluindo os requisitos legais pertinentes, e as consequências ambientais das possíveis falhas.

8.1.9.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo do Programa de Gestão Ambiental compreende o conjunto de empresas contratadas para a implantação do empreendimento, os trabalhadores envolvidos nas obras e as populações do entorno do empreendimento, assim como as instituições e órgãos municipais e estaduais.

8.1.9.7 ABRANGÊNCIA

Este programa abrangerá as áreas de influência do empreendimento.

8.1.9.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

O programa apresenta interação com todos os Programas Socioambientais propostos para as etapas de implantação e operação do empreendimento, tendo em vista que suas ações contemplam o gerenciamento do andamento e dos resultados.

8.1.9.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

A responsabilidade pela implantação do Programa de Gestão Ambiental é do empreendedor, incluindo sua concepção, detalhamento, montagem e manutenção da equipe técnica. Poderá haver parcerias com instituições públicas ou privadas e com organizações não governamentais.

8.1.9.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

As ações propostas nesse programa serão realizadas nas etapas de implantação, operação e desativação do Projeto CT Metropolitana. Além disso, haverá a elaboração de relatórios, com as evidências das medidas prevista neste escopo e os resultados obtidos e, anualmente, serão apresentados ao órgão ambiental.

Quadro 8.1-31 - Cronograma do Programa de Gestão Ambiental.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Acompanhamento da implantação dos programas ambientais e demais ações																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.2 MEIO BIÓTICO

8.2.1 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – PRAD

8.2.1.1 JSUTIFICATIVA

A elaboração e execução do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) é uma exigência legal prevista na legislação ambiental, especialmente nas Resoluções CONAMA nº 001/86 e nº 429/11, além das diretrizes da SEMAS e do IBAMA. O PRAD tem como objetivo a recuperação de áreas já degradadas ou que sofrerão intervenções, como movimentações de terra, retirada de vegetação, exploração de jazidas e processos erosivos, que alteram a dinâmica natural do ambiente e comprometem sua estabilidade física e ecológica.

A recuperação ambiental parte do diagnóstico detalhado das condições da área afetada, com base em dados primários e secundários, o que permite identificar os impactos e planejar ações de mitigação e restauração. A revegetação é um dos principais mecanismos para reverter a degradação, sendo fundamental a escolha criteriosa das espécies vegetais, com base em sua adaptabilidade e papel ecológico. Essa vegetação atua na proteção do solo, estabilização de taludes e na recomposição da paisagem natural.

Dada a magnitude dos impactos associados à disposição de resíduos sólidos, o PRAD também visa prevenir problemas como erosões, assoreamento de cursos d'água e instabilidades geotécnicas. Dessa forma, o programa estabelece diretrizes técnicas e operacionais para a reabilitação das áreas impactadas, promovendo a recuperação da estabilidade física, biológica e ecológica do meio. Sua implementação assegura a conformidade ambiental do empreendimento e favorece a reintegração sustentável da área ao ambiente natural.

8.2.1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do PRAD é promover a recuperação ambiental das áreas impactadas pelo empreendimento, assegurando a estabilização física dos terrenos, a recomposição da cobertura vegetal e a melhoria do aspecto paisagístico, por meio da aplicação

integrada de técnicas biológicas e mecânicas, visando o restabelecimento das funções ecológicas do ecossistema local.

8.2.1.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

O PRAD tem como metas:

- Recuperar e recompor a vegetação de áreas degradadas com a implantação do empreendimento;
- Conter processos erosivos e carreamento de sedimentos, principalmente nas estações chuvosas;
- Mitigar efeitos sobre a paisagem natural em decorrência da implantação e operação do empreendimento;
- Recuperar as áreas degradadas a fim de garantir conforto ambiental à população vizinha, atenuando odores indesejáveis e melhorando aspectos paisagísticos da região.

8.2.1.4 ASPECTOS LEGAIS

O presente programa possui como dispositivos legais:

- Instrução Normativa N° 01, de 08 de outubro de 2020 da SEMAS/PA, a qual dispõe sobre os procedimentos e critérios para adesão ao Programa de Regularização Ambiental do Pará - PRA/PA, por proprietários e posseiros rurais, com fins à regularização ambiental de áreas alteradas e/ou degradadas.
- Resolução CONAMA nº 001/86 - Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Para determinados tipos de empreendimentos exige-se a realização prévia do EIA e RIMA, onde são realizados diagnósticos, e planejadas ações de minimização de impactos e mitigação de prováveis danos ambientais.
- Instrução Normativa - IN nº 04, de 13 de abril de 2011 do IBAMA, que estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental.
- Lei Federal nº 12.651/2012 – Código Florestal: estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal e outros assuntos.

8.2.1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As áreas alvo de recuperação deverão ser revegetadas com o uso de técnicas de engenharia, que contemplem o plantio de espécies herbáceas e arbustivas adaptadas à região. O intuito das ações de revegetação é o estabelecimento de um ambiente em harmonia com a realidade local, a partir de inserções de espécies nativas da região,

com aplicação de paisagismo e revegetação das áreas degradadas planejando o enriquecimento a curto, médio e longo prazo.

Este programa é pautado em técnicas de restauração recentes, identificando fatores exógenos à área no intuito de refrear o processo erosivo. Desta forma, serão utilizadas técnicas que focarão na estrutura ambiental e em processos que edificam tais estruturas, garantindo a sua continuidade, dando sustentabilidade ao ecossistema em questão, buscando redução significativa dos custos de implantação, manutenção e monitoramento.

8.2.1.5.1 Etapas

8.2.1.5.1.1 Remoção de fatores antrópicos

Para a diminuição na circulação de pessoas, à medida que as atividades de recuperação forem ocorrendo, deverá ser realizado o isolamento da área onde serão implantadas as ações de recuperação, com o cercamento, de forma que impeça o trânsito de pessoas. Assim, as áreas que serão restauradas, deverão ser fechadas com uma cerca simples, que não impeça o livre trânsito da fauna silvestre, sem impedir o acesso da fauna a recursos como água, refúgio e alimento.

8.2.1.5.1.2 Acertos e Reconformação do Terreno

Os acertos e a reconformação do terreno constituem uma etapa fundamental nos processos de recuperação de áreas degradadas, especialmente em locais onde houve movimentação de solo, como em cortes, aterros e áreas de empréstimo. Essa fase visa restabelecer a morfologia original ou adaptada do terreno, promovendo a estabilidade física, o controle da erosão e a preparação adequada para as etapas subsequentes de revegetação.

Após as atividades do empreendimento estiverem concluídas, será efetuada o isolamento de todas as áreas degradadas a serem recuperadas. A primeira etapa desse processo consiste na limpeza das áreas de trabalho e infraestrutura. Proceder-se-á a remoção e destinação de estruturas de instalações temporárias, assim como de todos os resíduos e entulhos de obra, tais como concreto, madeira, tapumes, estivas, cerquites, material plástico, ferramentas e equipamentos, entre outros.

8.2.1.5.1.3 Avaliação Prévia da Fertilidade

Antes da execução de qualquer atividade de revegetação voltada à reabilitação de solos degradados, será realizada uma avaliação da fertilidade do substrato. Para isso, serão coletadas amostras de solo nas superfícies finais previamente à revegetação, as quais serão encaminhadas a laboratório especializado para análise físico-química.

Com base nos resultados laboratoriais, serão emitidas recomendações quanto à adubação inicial, podendo haver reorientações no plano de correção do solo, se necessário. Caso seja constatada deficiência nutricional, a adubação será realizada por meio da distribuição e incorporação de corretivos e fertilizantes ao solo, de forma a suprir as exigências das espécies vegetais selecionadas para a revegetação.

8.2.1.5.1.4 Coveamento e Sulcamento

Após a reconformação do terreno, serão realizadas as atividades de coveamento, etapa fundamental para a implantação da revegetação. A superfície das áreas degradadas será preparada com a abertura de covas, cuja principal função é reter os insumos que serão aplicados na fase seguinte, como corretivos, fertilizantes e mudas. As dimensões das covas serão definidas de acordo com as exigências das espécies vegetais selecionadas, garantindo condições adequadas para o desenvolvimento radicular e o estabelecimento da cobertura vegetal.

8.2.1.5.1.5 Calagem

Essa etapa do preparo do solo é de fundamental importância, especialmente nos solos das regiões tropicais, que geralmente apresentam elevada acidez. Consiste na aplicação de calcário dolomítico na superfície do solo, seguida de sua incorporação, respeitando as dosagens recomendadas com base nas análises de fertilidade. O objetivo principal é a correção da acidez do solo, promovendo melhores condições químicas para o desenvolvimento das espécies vegetais a serem implantadas.

8.2.1.5.1.6 Revegetação

A formação de uma vegetação o mais próxima possível da originalmente existente tem sido o ideal buscado na recuperação de áreas degradadas. Dentro dos modelos de

restauração ecológica, questões como diversidade de espécies, regeneração natural, interação entre plantas e animais, além da representatividade das populações vegetais, são aspectos fundamentais na recuperação de áreas degradadas.

Após a escolha da técnica de recuperação e a realização do preparo do solo, inicia-se a etapa de revegetação, preferencialmente por meio do plantio de mudas de espécies nativas. A seleção dessas espécies será baseada no inventário florístico da Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, buscando-se reproduzir, tanto quanto possível, a proporção de espécies por hectare presente no ecossistema original. Serão excluídas da seleção, com base em critérios técnicos, aquelas espécies cuja fenologia, capacidade germinativa, produção de mudas ou manejo silvicultural ainda não sejam bem conhecidas.

8.2.1.5.1.7 Semeadura manual

A recuperação das áreas se dará, inicialmente, por meio do semeio manual de sementes de espécies nativas de rápido crescimento, com foco na formação da camada herbáceo-arbustiva. Essa etapa é fundamental para o restabelecimento da matéria orgânica e da biota do solo, além de criar condições favoráveis para o desenvolvimento da vegetação arbórea. O mix de espécies a ser utilizado deve ser rigorosamente seguido, considerando as características edáficas, climáticas e ecológicas da região.

Durante a aplicação das sementes, atenção especial deve ser dada à técnica de semeadura, pois é fundamental garantir a uniformidade e homogeneidade da cobertura vegetal. Um dos desafios desse processo é o efeito do vento, que pode dispersar as sementes de forma irregular e para minimizar esse problema, recomenda-se que o aplicador lance as sementes o mais próximo possível do solo, preferencialmente no interior dos sulcos previamente preparados.

Em taludes com declividade suave e solo pouco compactado, será adotada a técnica de semeadura manual. O preparo das áreas consistirá na construção de sulcos com aproximadamente 15 cm de largura e 10 cm de profundidade, seguindo as curvas de nível. Essa orientação tem como objetivo aumentar a estabilidade do terreno e proteger as sementes, reduzindo o risco de erosão.

Após a análise de fertilidade do solo, será realizada a adubação nos sulcos, conforme as recomendações técnicas. Em seguida, as sementes serão distribuídas uniformemente por meio de semeadura a lanço diretamente no interior dos sulcos, utilizando uma mistura de gramíneas e leguminosas, tanto anuais quanto perenes.

Para garantir maior proteção contra a ação de aves e da radiação solar, as sementes serão cobertas com uma camada de solo entre 2 a 3 cm de espessura. As sementes de leguminosas passarão por tratamento prévio para quebra de dormência, com o objetivo de acelerar a germinação. Posteriormente, será realizada a inoculação com bactérias do gênero Rhizobium, promotoras da fixação biológica de nitrogênio, o que contribui para o rápido estabelecimento e cobertura da vegetação na área restaurada.

8.2.1.5.1.8 Manta Vegetal

O uso de mantas vegetais é indicado para a proteção de taludes com elevada inclinação, e de difícil acesso e solos excessivamente compactados, que não apresentam condições adequadas para outras formas de recuperação. A manta é aplicada diretamente sobre a superfície do talude, sendo fixada com grampos ou estacas, desde a parte superior até a base, de modo a garantir sua total cobertura e a proteção contra processos erosivos.

Quando necessário, recomenda-se a aplicação de uma camada de solo vegetal sobre o talude antes da instalação da manta, a fim de favorecer a germinação das sementes e o desenvolvimento das raízes. Após a fixação da manta, será realizada a semeadura a lanço diretamente sobre sua superfície, utilizando uma mistura de gramíneas de porte baixo, com sistema radicular profundo e denso, associadas a leguminosas de rápido crescimento, que contribuirão para a estabilização e cobertura vegetal da área.

8.2.1.5.1.9 Hidrossemeadura

A técnica de hidrossemeadura também é indicada para taludes de difícil acesso, desde que o substrato apresente condições adequadas para sua aplicação. Trata-se de um método que consiste na pulverização de uma mistura homogênea composta por substrato rico em nutrientes, fibras fixadoras, corretivos de solo e polímeros hidrorretentores.

Os polímeros hidrófilos têm a função de aumentar a capacidade de retenção de água no solo, minimizando as deficiências hídricas e reduzindo a necessidade de irrigações frequentes. Associado a essa mistura, é aplicado um mix de sementes de gramíneas e leguminosas, selecionadas por sua capacidade de rápido estabelecimento e desenvolvimento radicular, proporcionando estabilização do terreno e proteção eficaz contra processos erosivos.

8.2.1.5.1.10 Placas de Grama

A proteção vegetal de taludes poderá ser realizada por meio da aplicação de placas de grama previamente desenvolvidas, que serão transportadas e implantadas diretamente na área a ser estabilizada.

Para o adequado enraizamento e desenvolvimento da cobertura vegetal, recomenda-se a aplicação prévia de uma camada de, no mínimo, 10 cm de solo vegetal sobre o talude. Quando necessário, a adubação e a correção do solo deverão ser realizadas com base em resultados de análise química, tanto do solo local quanto do solo vegetal a ser utilizado, a fim de garantir a adequação nutricional ao tipo de gramínea implantada.

Após a distribuição e compactação da camada de solo com o auxílio de soquetes manuais (de madeira ou ferro), as placas de grama deverão ser fixadas ao solo por meio de elementos como ripas de madeira ou bambu, grampos metálicos ou estacas, garantindo a aderência adequada ao substrato.

As placas deverão apresentar dimensões uniformes e podem ser extraídas manualmente ou com o uso de equipamentos específicos. O plantio é preferencialmente realizado com antecedência mínima de dois meses em relação ao início do período chuvoso, devendo ser acompanhado de irrigação complementar para assegurar o pegamento e o início do desenvolvimento radicular.

8.2.1.5.1.11 Plantio de Mudas

Nas áreas já estabilizadas, a introdução do componente arbóreo deve ocorrer apenas após o pleno estabelecimento da camada herbáceo-arbustiva, a qual atuará como facilitadora no processo de sucessão ecológica. O ideal é que o plantio das espécies arbóreas seja planejado para ocorrer em um horizonte de aproximadamente três anos, permitindo que o solo alcance condições mínimas adequadas para seu desenvolvimento.

A implantação das espécies arbóreas será realizada mediante coroamento das áreas previamente ocupadas pela vegetação herbáceo-arbustiva. Serão abertas covas com dimensões de 40x40x40 cm, no espaçamento de 3 x 3 metros, preenchidas com solo superficial enriquecido com matéria orgânica, e em seguida as mudas arbóreas serão plantadas.

Em substratos excessivamente revolvidos ou desestruturados, onde a capacidade de retenção de umidade é limitada, o prévio estabelecimento da camada herbáceo-arbustiva se mostra ainda mais essencial. No entanto, é importante ressaltar que a escolha inadequada das formas de vida ou espécies vegetais pode comprometer o processo de recuperação, gerando efeitos adversos ou impactos indesejáveis.

Dessa forma, a escolha correta de espécies e formas de vida vegetal é uma fase necessária de um processo de restauração, no quadro abaixo são apresentadas as vantagens e desvantagens das formas de vida vegetais mais utilizadas em processos de restauração.

Quadro 8.2-1 - Formas de vida vegetal comumente utilizadas em processo de recuperação de áreas de áreas degradadas.

FORMAS DE VIDA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Gramíneas	Versátil e barata; ampla escala de tolerância; rápido estabelecimento; cobertura superficial com boa densidade	Sistema radicular pouco profundo; necessidade de manutenção regular
Herbáceas	Sistema radicular mais profundo; florada atrativa à fauna	Sementes de caras; algumas vezes são de difícil estabelecimento; muitas espécies fenecem no inverno
Leguminosas	Baixo custo; noduladoras de nitrogênio; podem ser consorciadas com outras formas de vida	Problemas com intolerância
Arbustivas	Robustas e baixo custo de estabelecimento; podem ser semeadas diretamente no solo; cobertura do solo substancial; enraizamento profundo; perenes	Plantios mais caros; po r vezes são de difícil estabelecimento
Arbóreas	Sistema radicular vigoroso; algumas espécies podem ser semeadas diretamente	Estabelecimento a longo prazo; crescimento; baixa diversidade de mudas no mercado

8.2.1.5.1.12 Acompanhamento Posterior

O acompanhamento das áreas em recuperação tem como objetivo assegurar o pleno desenvolvimento da vegetação implantada sobre os trechos degradados. As atividades de monitoramento incluirão, entre outras ações, replantio de mudas, adubação de cobertura, controle de pragas e doenças, e prevenção e combate a incêndios.

Durante o primeiro ano após o plantio, o acompanhamento deverá ocorrer semestralmente. A partir do segundo ano, a frequência passará a ser anual, mantendo-se até o terceiro ano após a implantação.

A periodicidade dessas ações poderá ser revista a cada quatro anos ou sempre que forem identificados resultados abaixo do desempenho esperado, de forma a garantir a efetividade do processo de recuperação vegetal. Seguindo o disposto no Manual Técnico Operativo de Restauração Florestal do Estado do Pará (2014).

Se por alguma razão em um prazo de noventa dias a partir do plantio houver mortalidade de mudas em um número maior que 10% do total da população plantada, deverá ocorrer o replantio com outras mudas da mesma espécie. As causas deverão ser pesquisadas para que se evite outro acontecimento do gênero.

8.2.1.6 PÚBLICO-ALVO

Este Plano terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente a CTR Metropolitana, empregados das empresas contratadas, responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental e órgãos ambientais fiscalizadores e as comunidades locais interessadas.

8.2.1.7 ABRANGÊNCIA

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas do Projeto CTR Metropolitana está relacionado primariamente às atividades de remoção da vegetação para instalação do canteiro de obra e área de retirada de material para cobertura dos resíduos sólidos, ou seja, na Área Diretamente Afetada (ADA). Nesse sentido, o programa tem sua abrangência diretamente relacionada a qualquer atividade que ocasione alterações nas camadas dos solos, e outras atividades que gerem passivos ambientais com possibilidade de recuperação.

8.2.1.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Esse programa terá inter-relação direta com o Programa de Comunicação Social, Programa de Monitoramento das Águas Superficiais, Subterrâneas e Chorume, Programa de Monitoramento de Processos Erosivos e Estabilidade de Taludes e Programa de Monitoramento Geotécnico.

8.2.1.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

A CTR Metropolitana será a responsável pela execução deste programa, podendo contratar empresas especializadas para a execução do monitoramento e para a operação e manutenção dos sistemas de controle, que poderá ter como parceiros instituições de pesquisas interessadas nos estudos acerca da restauração florestal e recuperação de áreas degradadas. Além dos responsáveis técnicos pelas atividades como Engenheiros Florestais, Engenheiros Ambientais, Biólogos e Técnicos Ambientais responsáveis por garantir o treinamento, acompanhamento e coordenação dos profissionais que irão executar em campo as atividades propiciando uma efetiva aplicação do programa.

8.2.1.10 CRONOGRMA E DURAÇÃO

O desenvolvimento do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) poderá ter início após a conclusão das Obras (canteiro de obra) e após o encerramento das atividades, durante as fazes do projeto CTR Metropolitana, atuando nas áreas a serem recuperadas. Após as primeiras ações de recuperação, será efetuada uma avaliação das ações de modo a, eventualmente, haver uma adequação ou ajustes na metodologia aplicada. No Anexo III da Instrução Normativa IBAMA Nº 04/2011 estão definidas as alíneas para elaboração do Relatório de Monitoramento, que, por sua vez, deve ser apresentado três anos após a implantação do Projeto de Recuperação, podendo ser prorrogado conforme os termos legais. Ainda de acordo com a normativa supracitada, o interessado apresentará, no mínimo semestralmente, ao longo da execução do PRAD. Conforme ilustra o quadro abaixo.

Quadro 8.2-2 - Cronograma de execução do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Mobilização de equipes para execução do PRAD	■	■																
Limpeza das áreas	■	■	■	■			■	■							■	■		
Implantação do PRAD			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Coleta e Análise dos dados		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Elaboração dos relatórios periódicos		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Elaboração de relatórios consolidado anual						■				■				■				■
Monitoramento da Recomposição da Área			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

8.2.2 PROGRAMA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO

Este documento apresenta o Programação de Supressão de Vegetação a ser implantado nas áreas degradadas pela implantação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR Metropolitana), localizada no município de Acará, Pará.

A elaboração deste Programa atende à Instrução Normativa (IN) 02, de 06 de julho de 2015, emitida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS-PA).

8.2.2.1 JUSTIFICATIVA

A supressão vegetal é caracterizada pela remoção total ou parcial da vegetação existente em determinada área, com o objetivo de viabilizar seu uso para outras finalidades, como reflorestamento, implantação de pastagens, culturas agrícolas, áreas de recreação, infraestrutura viária, empreendimentos energéticos, entre outros (LEITE et al., 2004). A elaboração de um programa de supressão deve ser conduzida com critérios técnicos e abordagem racional, de forma a garantir que as intervenções ocorram conforme o planejado, minimizando impactos ambientais e evitando danos além dos previamente estimados (LEITE, 1995 citado por LEITE et al., 2004).

Neste programa, serão descritos os procedimentos e metodologias aplicados à remoção da vegetação arbórea e arbustiva, incluindo a supressão de núcleos florestais, o resgate de epífitas, a coleta de germoplasma, e o plantio compensatório de espécies ameaçadas, conforme exigências legais. Adicionalmente, serão estabelecidas diretrizes operacionais que visam mitigar os impactos ambientais e assegurar a segurança dos trabalhadores envolvidos, em conformidade com a legislação vigente. Cabe destacar que grande parte da intervenção envolverá limpeza de áreas com vegetação de menor porte.

Este programa tem caráter orientativo, sobretudo no que se refere às soluções técnicas para o manejo e desbaste da vegetação. Assim, poderá ser ajustado conforme as particularidades observadas durante sua execução ou em razão da adoção de metodologias alternativas por parte das empresas responsáveis pela execução das atividades.

Embora a remoção da vegetação seja uma atividade com potencial impacto ambiental significativo, ela é necessária para a implantação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR Metropolitana). A intervenção ocorrerá na Área Diretamente Afetada (ADA), abrangendo formações vegetais com estrato arbóreo, arbustivo e herbáceo, totalizando aproximadamente 103,50 hectares, especialmente nas áreas destinadas à implantação de taludes de corte e aterro, além do acesso principal do empreendimento.

O presente programa visa estabelecer critérios técnicos e diretrizes para a execução da supressão vegetal, de modo a evitar intervenções desnecessárias e promover a gestão dos impactos associados à alteração da cobertura vegetal, à redução de habitats e à perda de diversidade genética ao longo da ADA. As atividades serão planejadas e executadas em conformidade com o marco legal ambiental, desde a etapa de planejamento até a pós-supressão.

A adequada condução dessas atividades, dentro das normas legais e técnicas, permite minimizar os impactos da remoção da vegetação, da geração de resíduos e dos riscos ocupacionais. Os impactos serão reduzidos à medida que a supressão se limite ao estritamente necessário, conforme o escopo previamente autorizado. Os resíduos gerados deverão ser corretamente armazenados, reaproveitados ou destinados conforme sua natureza, a fim de evitar passivos ambientais. Da mesma forma, os riscos de acidentes serão mitigados pela adoção de um planejamento criterioso e pela execução segura e supervisionada das atividades de campo.

8.2.2.2 OBJETIVOS

Os objetivos desse programa é reduzir os impactos gerados pela perda de habitats decorrentes da remoção da cobertura vegetal na Área Diretamente Afetada (ADA) da CTR Metropolitana, assim como, planejar a retirada da vegetação existente de maneira a reduzi-la ao mínimo necessário. Os objetivos específicos são:

- Realizar todos os procedimentos em consonância com as normativas e diretrizes legais.
- Realizar o corte e limpeza apenas do mínimo necessário à instalação do empreendimento.
- Reduzir os riscos de acidente e de reduzir os riscos de incêndio.
- Utilizar e destinar o todo o resíduo gerado pela supressão.
- Reduzir o impacto sobre a fauna.

- Aproveitar ao máximo a matéria orgânica e o banco de sementes.

Estar em consonância com os Programas de Salvamento de Germoplasma, Resgate e Afugentamento de Fauna e de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

8.2.2.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADOS

As metas do Programa durante a fase de obras (etapa de implantação do empreendimento), são:

- Obedecer a todos os requisitos legais e obter todas as licenças e autorizações necessárias à supressão, armazenamento e transporte do material.
- Executar o cronograma da supressão respeitando os prazos e autorizações necessárias à realização dos Programas relacionados.
- Demarcação da área de supressão e dos indivíduos que sofrerão corte, caso estes estejam isolados.
- Realizar a cubagem da fitomassa, e calcular os volumes de 100% do material lenhoso gerado pela supressão.
- Realizar o correto armazenamento do material gerado na supressão.
- Utilizar para armazenagem somente áreas licenciadas.
- Destinar o produto florestal gerado pela remoção da vegetação, que não aproveitado pelo empreendimento, de acordo com a definição do órgão ambiental.
- Coleta de material para restaurar algumas das características do ambiente original, especialmente quanto à composição florística local.
- Não ocorrência de acidentes e incêndio.

8.2.2.4 ASPECTOS LEGAIS

A Legislação utilizada como base neste Programa:

- Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022, que atualiza a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção;
- Instrução Normativa n° 02, de 06 de julho de 2015, que dispõe sobre a Autorização de Supressão de Vegetação - ASV, no âmbito dos processos de licenciamento ambiental da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará - SEMAS/PA, e dá outras providências;
- Lei 12.651/2012 - Código Florestal Federal;
- Instrução Normativa nº 03/2011 - Política Estadual de Floresta e demais formações de vegetação no Estado do Pará;
- Decreto Estadual nº 1.120, de 8 de julho de 2008, que dispõe sobre os prazos de validade das licenças ambientais e sua renovação;

- Resolução CONAMA 303/2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- Resolução Conama nº 369/2006 – Casos excepcionais de intervenção em APPs;
- Decreto Federal nº 5.975, de 30 de novembro de 2006, sobre a supressão de vegetação no território nacional;
- Lei 9.985, de 18/07/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação;
- Lei dos Crimes Ambientais – Lei Federal 9.605/1998;
- Resolução CONAMA 002/96 - Compensação Ambiental;
- Resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997 - Licenciamento Ambiental;
- Lei 10.588, DE 19/06/2024 - Destinação da matéria prima florestal, proveniente da supressão de vegetação.

8.2.2.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada para a remoção da vegetação segue os moldes básicos regionais para o desbaste da vegetação, com a particularidade da não realização da queima da matéria orgânica. Procurou-se também, sempre que possível, seguir as orientações contidas na literatura sobre técnicas viáveis economicamente, práticas e equipamentos adequados à realidade ambiental. Desse modo, espera-se de maneira racional, diminuir os impactos ambientais causados pela atividade de retirada da cobertura vegetal.

As ações previstas para o Programa de Remoção da Vegetação estão subdivididas conforme a figura abaixo.

Figura 8.2-1 - Etapas das atividades do Subprograma de Controle da Remoção de Vegetação Secundária.



I. Atividades Pré Exploratória

- Treinamento da Equipe

A equipe de campo deverá receber treinamento adequado, através de reuniões e palestras com orientações acerca de procedimentos de segurança do trabalho, proteção da fauna e flora, e informações das condicionantes contidas na autorização de supressão vegetal e limpeza de área, especificações das funções a serem exercidas etc.

- Demarcação Topográfica

Esta atividade consiste em definir, com precisão, o perímetro do polígono da área cuja vegetação deverá ser suprimida, de forma a garantir os limites estabelecidos na Autorização de Supressão (AU). Inicialmente são repassados os vértices do polígono à equipe de topografia, que realizará a demarcação da área usando piquetes, fitas zebradas, cordas etc., tomando o cuidado para que o limite demarcado possa ser visualizado pela equipe de trabalho. Essas ações serão observadas quando da época da ação do desbaste, para garantir o respeito à área delimitada. Precedendo a remoção da vegetação é importante realizar o resgate da fauna existente na área, através de varreduras extensivas, buscando-se a captura, o afugentamento ou realocação das espécies. A captura será realizada levando-se em conta o porte e necessidade da espécie envolvida. Deve ser voltada atenção para insetos como abelhas, vespas, formigas e ofídios, os quais poderão causar graves acidentes. A realocação deverá

ocorrer em áreas previamente identificadas e selecionadas. Neste momento, as espécies deverão ser avaliadas para o caso de realocação imediata.

- Marcação de Árvores de Interesse Madeireiro (Econômico)

A marcação de árvores de interesse madeireiro será realizada por meio da pintura do número correspondente àquele indivíduo, de maneira que facilite a localização destas árvores quando deitadas no solo após o abate. Para a conservação das espécies protegidas será feita a identificação prévia das espécies, mantendo sempre suas integridades.

- Instalação do Pátio de Estocagem de Madeira

A definição do pátio de estocagem será determinada na fase de planejamento da atividade e deverá seguir diretrizes que facilitem a operação, tais como rota de acesso dos maquinários, condições de terraplenagem do pátio e movimentação de máquinas e motosserras para favorecer o empilhamento das toras a fim de evitar injúrias e perdas. O pátio florestal é instalado objetivando a estocagem das toras de madeiras recuperadas da remoção da vegetação e onde serão realizados as mensurações e o romaneio das toras de madeira.

II.Atividades Exploratória

- Broque ou Limpeza de Sub-bosque

Depois de realizar a marcação das árvores de interesse madeireiro, deve-se fazer o corte de toda a vegetação de menor porte, incluindo a regeneração natural, espécies herbáceas, palmeiras e indivíduos arbustivos ou de sub-bosque (indivíduos vegetais com DAP até 30 cm).

Esta atividade poderá ser feita com auxílio de trator de esteira, com a lâmina alta, que facilite a limpeza da área do sub-bosque. A vegetação será deixada no local de corte e retirada posteriormente com tratores de esteira junto com a madeira não aproveitável. Esta operação tem como principais objetivos a promoção da abertura da área vegetada, a liberação dos indivíduos arbóreos de maior porte para abate, a diminuição dos danos aos indivíduos citado e consequentemente, maior aproveitamento da madeira, além de proporcionar maior segurança às operações de abate.

- Derrubada Seletiva

O abate dos indivíduos arbóreos de maior porte ocorrerá após o abate dos indivíduos vegetais de DAP até 30 cm, de maneira que garanta a preservação das espécies vegetais vitalizadas e protegidas pela legislação em vigor ameaçadas de extinção, que poderão ser encontradas na área a ser suprimida. O abate de todos os indivíduos arbóreos deverá ser realizado de forma direcional, influenciando de maneira positiva no rendimento do arraste e na intensidade de danos aos indivíduos vegetais localizados adjacentes aos limites demarcados.

- Procedimentos Específicos

O coordenador da atividade (responsável), deverá seguir os procedimentos específicos apresentados a seguir: é importante sinalizar as áreas de intervenção; isolar as áreas necessárias; adotar medidas de segurança e controle; avaliar a necessidade de corte seletivo com motosserra ou de poda de árvores que estejam fora da área autorizada; observar atentamente se a árvore é oca ou maciça, e se existem galhos quebrados ou podres pendentes na copa das árvores, cipós presos às árvores em pé (ou abatidas) que possam causar riscos de acidentes; conferir se existem animais silvestres presentes nas áreas; analisar a verticalidade da árvore ou se sua inclinação é pequena, média ou muito inclinada.

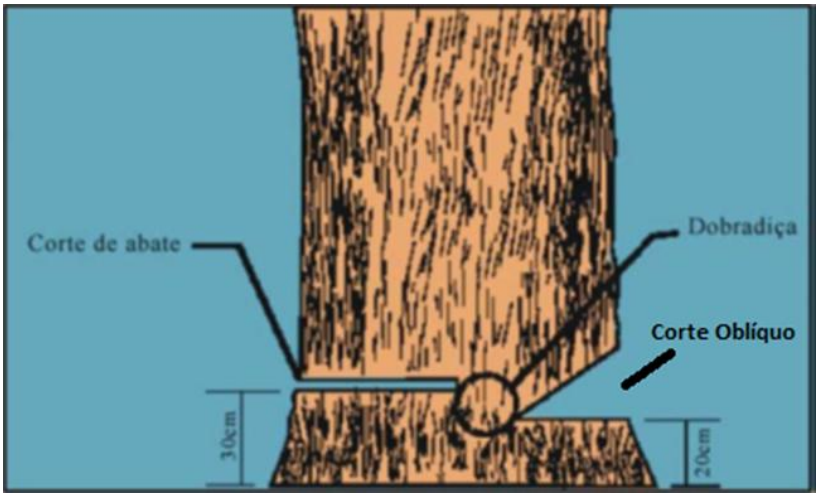
- Para Corte com Motosserras (Operação Semimecanizada)

Checar previamente o terreno junto à base do tronco e planejar rota de fuga; analisar a verticalidade da árvore ou se sua inclinação é pequena, média ou muito acentuada. Realizar dois cortes, um oblíquo (inclinado) e outro horizontal e observar a presença de outros trabalhadores no local e emitir para eles os necessários alertas de perigo. Relatar e registrar toda e qualquer anomalia positiva ou negativa ocorrida durante a execução do desmate, de modo a propiciar correção de desvios e melhoria contínua nos procedimentos operacionais de desbaste. Para garantir o direcionamento da queda, de modo que não ocorram acidentes como obstrução de acessos e queda sobre árvores não cotadas para remoção. Conforme figura ilustrativa abaixo.

Não serão permitidas outras formas para a remoção da vegetação, ficando terminantemente proibido o uso do fogo (conforme Decreto 2.661/1998) e produtos

químicos (herbicidas) para tal finalidade. O ajudante localiza a árvore a ser derrubada, limpa o local e prepara o caminho de fuga e, em seguida, o motosserrista finaliza o corte da árvore.

Figura 8.2-2 - Corte padrão para ser adotado na remoção do indivíduo arbóreo.



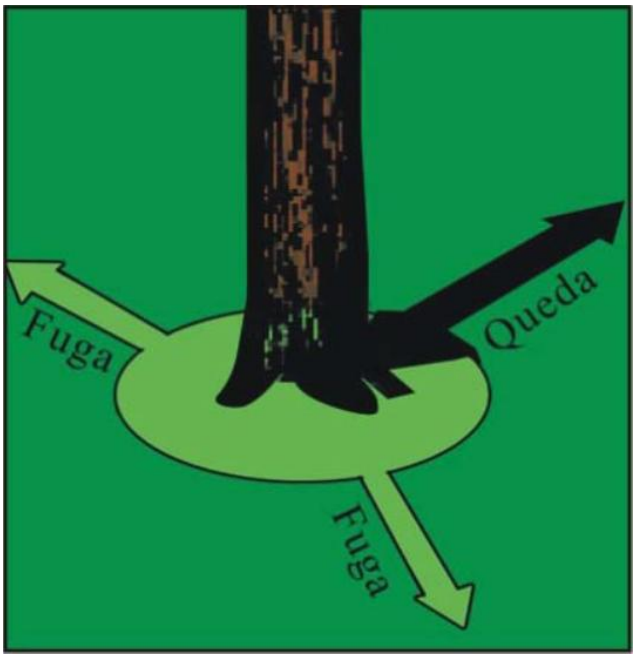
Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

As árvores devem ser preparadas para o corte, observando os seguintes casos:

- Verificar se a direção de queda recomendada é adequada e se existe riscos de acidentes como, por exemplo, a existência de galhos quebrados pendurados na copa;
- Verificar a presença de animais arborícolas e ninhos na árvore a ser abatida. Em casos positivos, direcionar a queda de forma a minimizar os danos ao ninho ou animal;
- Limpar o tronco a ser cortado. Cortar cipós e arvoretas e remover eventuais casas de cupins, galhos quebrados ou outros obstáculos situados próximos à árvore;
- Fazer o teste do oco. Para certificar se a árvore está oca, o operador do motosserra introduz o sabre do motosserra no tronco, na direção vertical. Conforme a resistência de entrada pode-se avaliar a presença e o tamanho do oco; e

Preparar os caminhos de fuga, por onde a equipe deve se afastar no momento da queda da árvore. Os caminhos devem ser construídos no sentido contrário à tendência de queda da árvore. Conforme figura ilustrativa abaixo.

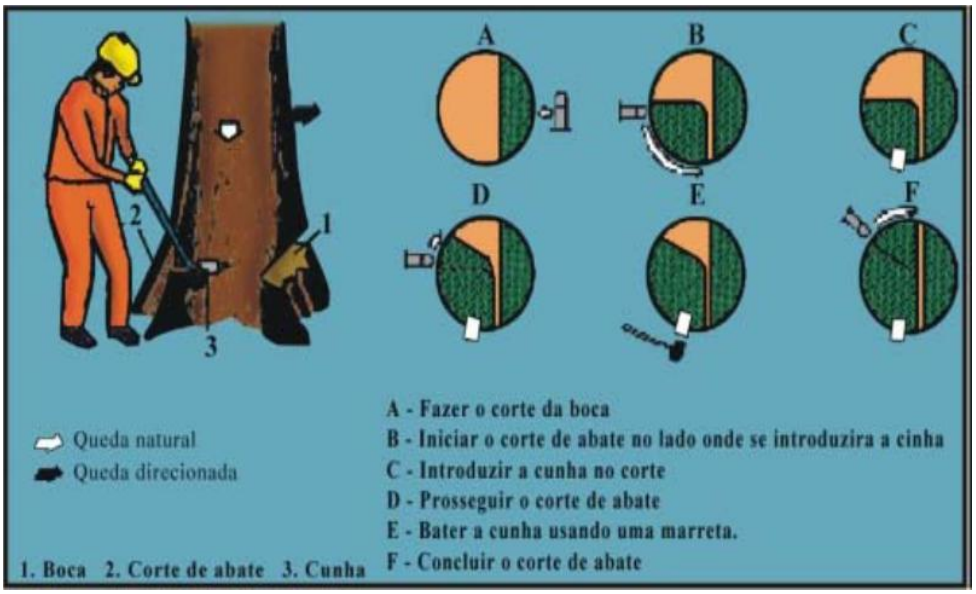
Figura 8.2-3 - Caminhos de fuga.



Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

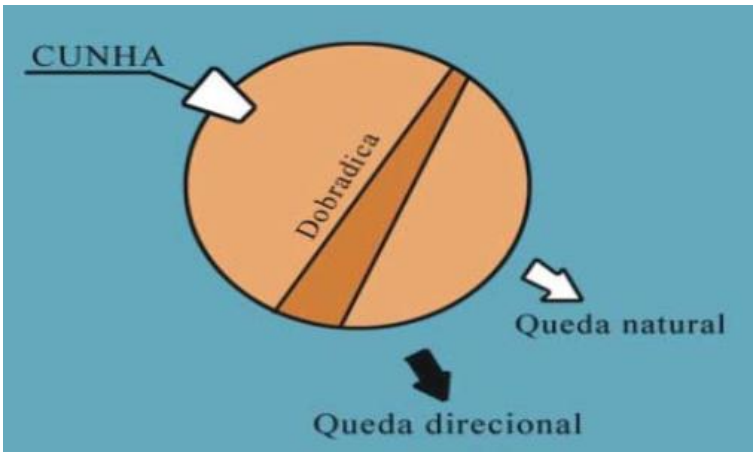
Nas figuras abaixo encontram-se exemplificado os procedimentos padrões de derruba e direcionamento de queda das árvores. É importante salientar também, a largura da dobradiça, possibilitando que haja um estreitamento na lateral, tal ação possibilitará maior controle da direção que se deseja da queda das árvores.

Figura 8.2-4 - Uso da cunha no direcionamento de queda da árvore.



Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

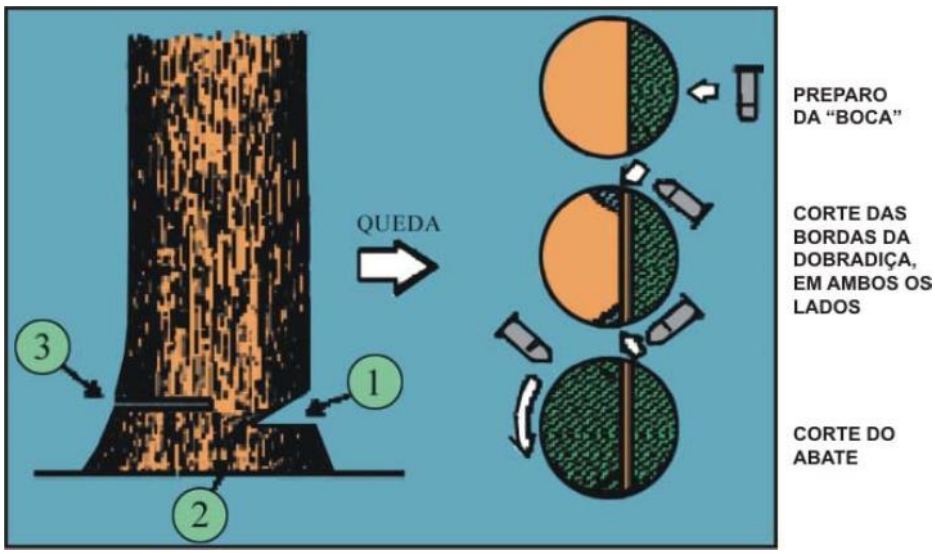
Figura 8.2-5 - Largura da dobradiça.



Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

Algumas espécies possuem tendência à rachadura, sendo necessário o corte das bordas das dobradiças, conforme ilustrado figura abaixo.

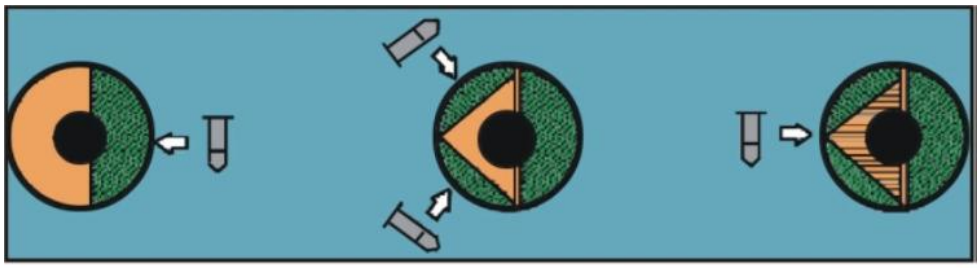
Figura 8.2-6 - Árvores com rachaduras.



Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

Em outros casos, árvores com oco apresentam perigo de queda iminente, devendo ser cortadas. Na determinação da presença de ocos, além do teste de audição, poderá ser inserido no tronco da árvore o sabre do motosserra, para aferir a dimensão da deformidade. Conforme ilustrado figura abaixo.

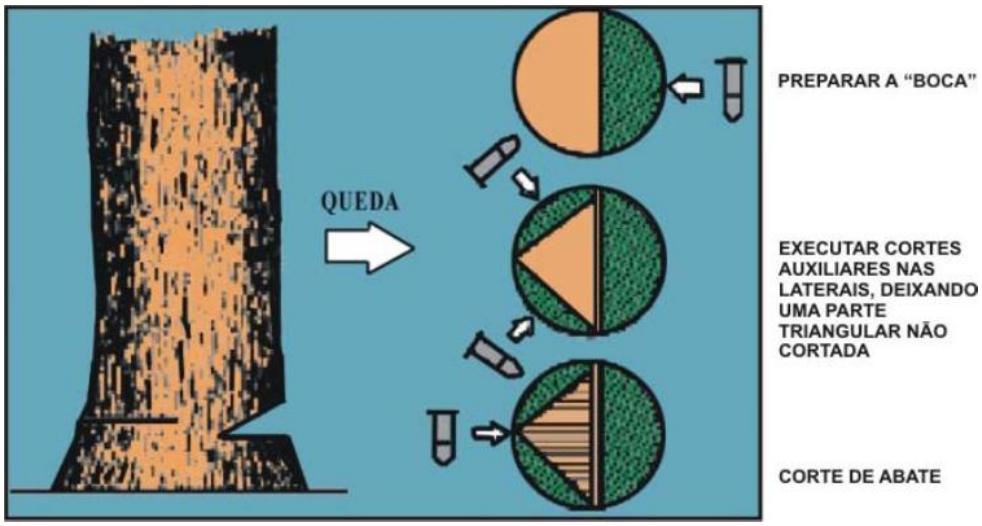
Figura 8.2-7 - Árvore com presença de oco.



Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

Árvores de grande porte necessitam de alguns procedimentos anteriores ao corte, a fim de facilitar o manuseio do motosserra e evitar danos ao sabre, conforme ilustrado figura abaixo.

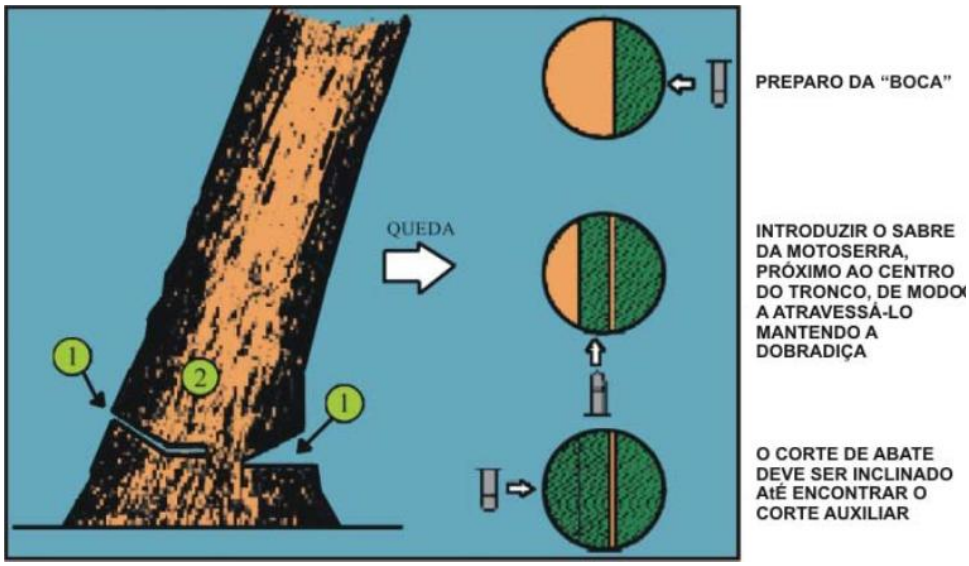
Figura 8.2-8 - Procedimentos de corte para árvores grandes.



Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

Devido a inclinação natural que muitas árvores possuem, podem oferecer maiores riscos de acidentes no momento do corte, dado a rapidez de tombamento. Para minimizar esse risco, os procedimentos mostrados na figura abaixo, devem ser seguidos.

Figura 8.2-9 - Árvore com tronco inclinado.



Fonte: AMARAL *et al*., 1998.

- Derrubada mecanizada e arraste com guincho

Para esse método, deve-se sinalizar previamente as áreas de intervenção com placas grandes e visíveis de medidas operacionais e de segurança, bem como providenciar o adequado isolamento da área. Definir e isolar, se necessário, os acessos e assegurar condições de segurança para as equipes de trabalhos; avaliando previamente a intensidade do tráfego nas vias de acesso entre as áreas a serem desmatadas e adotar medidas de segurança e de controle durante a derrubada das árvores de médio e grande porte.

Após tomados as primeiras medidas descritas acima, inicia-se a etapa de derrubada mecanizada, forçando o tombamento das árvores com auxílio de um trator escavadeira. O operador deve apoiar com a lâmina do trator no centro da árvore e forçar sua queda na direção desejada; ao início do tombamento do vegetal, o operador deve afastar o maquinário com a finalidade de evitar possíveis acidentes; por fim, feito a derrubada da árvore, promove-se o destocamento. Para a retirada de arvoretas, arbustos ou outros espécimes do mesmo porte, ou menor, deve-se utilizar o trator de esteira, onde a lâmina deste não deve alcançar o solo, tomando-se o cuidado para somente realizar o destocamento de restos vegetais e espalhar os resíduos pela área. Lembrando-se que toda a vegetação deve ser derrubada dentro da Área Diretamente Afetada (ADA) e evitando, sempre, que ocorra invasão e tombamentos para as áreas adjacentes. Conforme ilustrado nas figuras abaixo.

Figura 8.2-10 - Derrubada com equipamento mecanizado.



(a) Tombamento da árvore forçado com a lâmina do trator



(b) Afastamento do equipamento no início do tombamento



(c) Destocamento



(d) Uso de trator de esteira em área de vegetação não arbórea

Fonte: TERRA, 2025.

Para garantir a segurança dos operadores de motosserra, resgatadores de fauna, identificadores botânicos e todo o resto da equipe que estiver em campo, recomenda-se que estejam a uma distância de 100 m dos maquinários. Além disso, o chefe da exploração deve usar as árvores marcadas para corte para indicar onde as equipes devem estar posicionadas na floresta. Também é importe avaliar o uso destes maquinários conforme o tipo de solo e declividade do terreno. Em condições desfavoráveis, a atividade deverá ser efetuada de forma manual, com uso de facão, foice, machado, motosserra, etc.

As espécies arbóreas (com diâmetro de corte comercial) deverão ser identificadas previamente, por possuírem aspectos inerentes às suas características, que aumentam a precisão no auxílio à identificação (flores e frutos), a fim de evitar a possibilidade de

equívocos posteriores, colaborando para a atividade de romaneio e emissão de laudo de cubagem. Assim também, a identificação prévia auxilia no reconhecimento de espécies imunes de corte e protegidas por lei.

- Arraste das toras, enleiramento do material de menor porte, transporte primário da madeira e pátios de estocagem

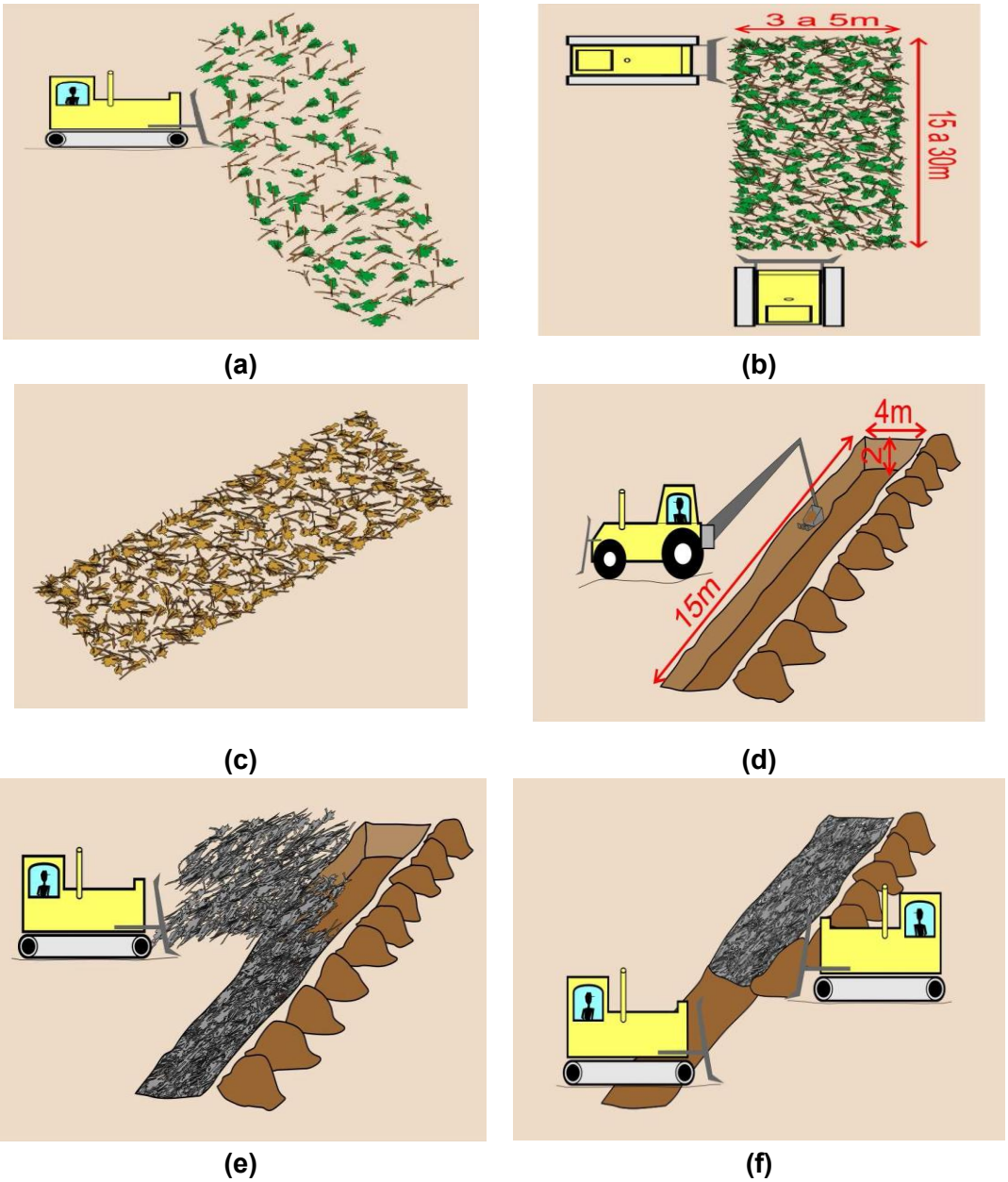
A extração das toras abatidas será realizada por meio de arraste com guincho ou móveis e trator florestal arrastador (“skidder”) de pneu (declividades abaixo de 35°) ou trator de esteira (declividades acima de 35°), assim como tratores agrícolas. À medida que o material lenhoso for sendo acumulado, deve ser realizado o transporte primário através de carregamento por caminhões. Dessa forma, evitam-se danos aos indivíduos vegetais localizados adjacentes aos limites demarcados. Feito o transporte primário, todo o material lenhoso deverá ser estocado em áreas apropriadas ou adjacente áreas de servidão, chamados de pátios de estocagem. Com relação as galhadas e o material vegetal de menor porte (como resíduos florestais) devem ser enleirados em área apropriada e secados, para posteriormente serem enterrados valas/covas, conforme figuras abaixo. A definição dos locais para implantação dos pátios de estocagem será realizada com base nos critérios técnicos e diretrizes estabelecidos pelo órgão ambiental licenciador, considerando aspectos operacionais, ambientais e de segurança.

Figura 8.2-11 - Trator florestal arrastador (Skidder) e transporte primário.



Fonte: TERRA, 2025.

Figura 8.2-12 - (a) e (b) Enleiramento dos resíduos florestais;(c) secagem do material; (d) abertura das covas; (e) enterramento do resíduo; (f) compactação com terra sobre o resíduo.



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Fonte: LACTEC, s/n.

III. Atividades Pós Exploratória

Esta operação consiste no desgalhamento e traçamento das toras em desmembrar os fustes e as copas (incluindo os galhos), assim como dividir o fuste em secções de tamanhos pré-determinados. Deve ser executado de maneira que facilite o arraste. Ao final desta etapa será retirada toda a lenha, que poderá e deverá ser usada com as categorias de uso previstos na IN 152. Se porventura parte do material lenhoso vier a

ser usada para a contenção de processo erosivos, o traçamento da madeira será livre, de acordo com as necessidades. Os galhos entre 10 e 30 cm de diâmetro devem ser traçados, retirados em empilhados como lenha.

Segundo Nogueira et al, 2011, existem três situações em que as toras estão propensas ao traçamento, estas encontram-se descritas abaixo:

- Troncos ou toras apoiadas/ deitados no solo

Quando o tronco se encontra firme no solo, sem tensão e compressão. Visando a realização do traçamento o motosserrista deve levar em consideração alguns fatores como o diâmetro da tora e o comprimento do sabre (comprimento da lâmina do motosserra) para evitar que a tora, durante a operação aprisione o sabre, conforme ilustra figura abaixo.

Figura 8.2-13 - Tronco ou tora apoiada no solo.



- Troncos ou toras apoiadas nas duas extremidades

Esta situação é comum em derrubada de árvores, por apresentar seu ponto de apoio natural pelas extremidades, ocorrendo no centro do tronco uma força para baixo (compressão), de acordo com a figura abaixo.

Figura 8.2-14 - Tronco ou tora apoiada nas duas extremidades.



- Troncos suspensos em uma das extremidades

Esta situação ocorre em áreas com topografia irregular ou quando há um cruzamento de árvore derrubada. Nesse caso, a operação do traçamento deve ser bem executado para evitar acidentes com o operador e desperdício de madeira com rachaduras, além da quebra da motosserra e conjunto de corte, ilustrado na figura abaixo.

Figura 8.2-15 - Tronco suspenso em uma das extremidades.



- Traçamento das toras

Segundo Nogueira et al, 2011, o traçamento deve sempre começar pelo lado de cima da tora. No entanto, tal modalidade de traçamento, leva em consideração o tamanho do sabre do motosserra e o diâmetro do tronco.

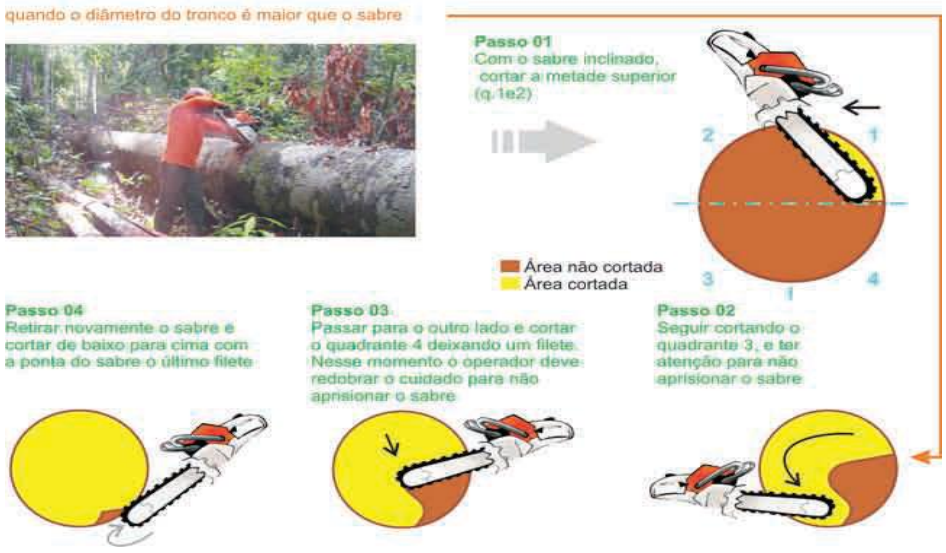
Caso o diâmetro da árvore seja menor ou igual ao comprimento do sabre, o moto serrista deve iniciar o corte em um ângulo de 45 graus ou começar o corte nas extremidades da tora, para não aprisionar o sabre durante o traçamento. É fundamental que o operador esteja atento para o relevo do local, observando qualquer tendência de rolagem da tora durante o traçamento (NOGUEIRA et al, 2011), como demonstra a figura abaixo.

Por sua vez quando o diâmetro do tronco é superior ao comprimento do sabre, a recomendação para o traçamento muda principalmente na posição do operador e cuidados para não aprisionar o sabre, conforme pode ser visto em detalhes na figura abaixo.

Figura 8.2-16 - Passo a passo do traçamento em troncos deitados: (a) quando o diâmetro do tronco é menor ou igual ao comprimento do sabre; (b) quando o diâmetro do tronco é maior que o sabre.



(a)



(b)

Fonte: Manual Técnico 2 – IFT, 2011.

- Traçamento com toras apoiadas nas duas extremidades (Tipo Ponte)

Visando a segurança do operador e melhor aproveitamento da tora, Nogueira et al., 2011, sugere o seguinte:

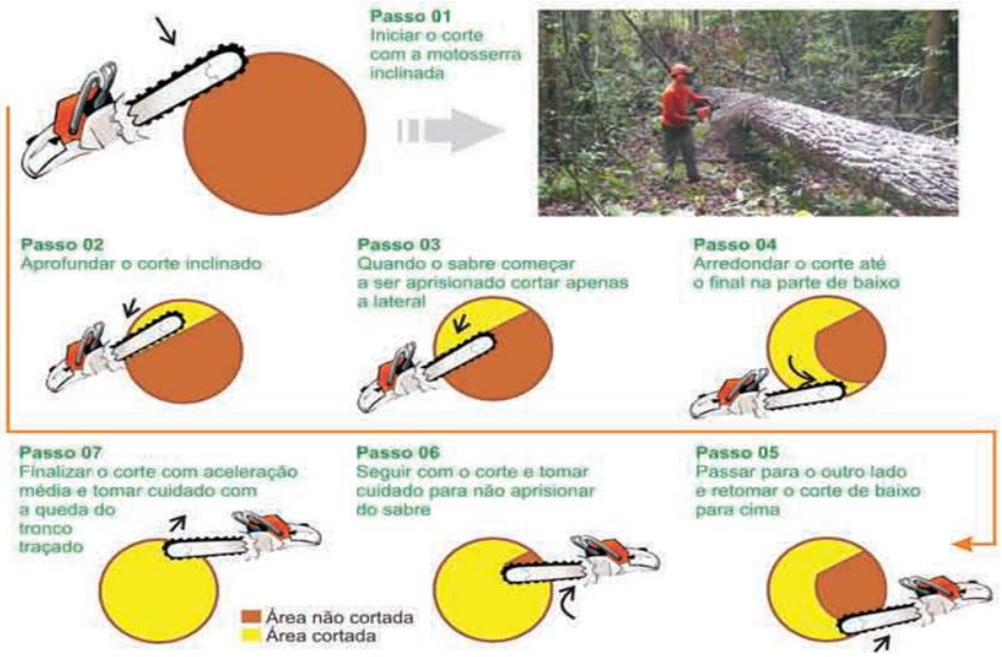
a) O operador deve remover as galhadas e cipós do local do traçamento para facilitar a operação e evitar os riscos durante a finalização do traçamento;

b) O operador deve começar o traçamento de cima para baixo num ângulo de 45 graus, cortando ¼ do diâmetro da tora, evitando que ocorra o rachamento no local do traçamento;

c) Após o corte na parte superior, o operador deve cortar a lateral da tora até sua parte inferior para aliviar a compressão e evitar o rachamento e o aprisionamento do sabre;

Para finalizar, o operador deve passar para o outro lado da tora, e iniciar o corte de baixo para cima introduzindo somente a ponta do sabre para garantir a sua segurança e evitar a quebra do equipamento. Este procedimento pode evitar que o tronco caia sobre o operador, conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 8.2-17 - Passo a passo do traçamento com toras apoiadas nas duas extremidades – Tipo Ponte.



Fonte: Manual Técnico 2 – IFT, 2011.

- Traçamento com a tora apoiada em uma extremidade (tipo suspenso).

Com base em Nogueira et al., 2011, são recomendados os seguintes procedimentos:

a) O operador deve iniciar o corte furando o meio ou abaixo do meio da árvore para tirar sua tensão e evitar o aprisionamento do sabre. Se o sabre for maior que o diâmetro da tora é recomendado atravessar a tora para facilitar a operação;

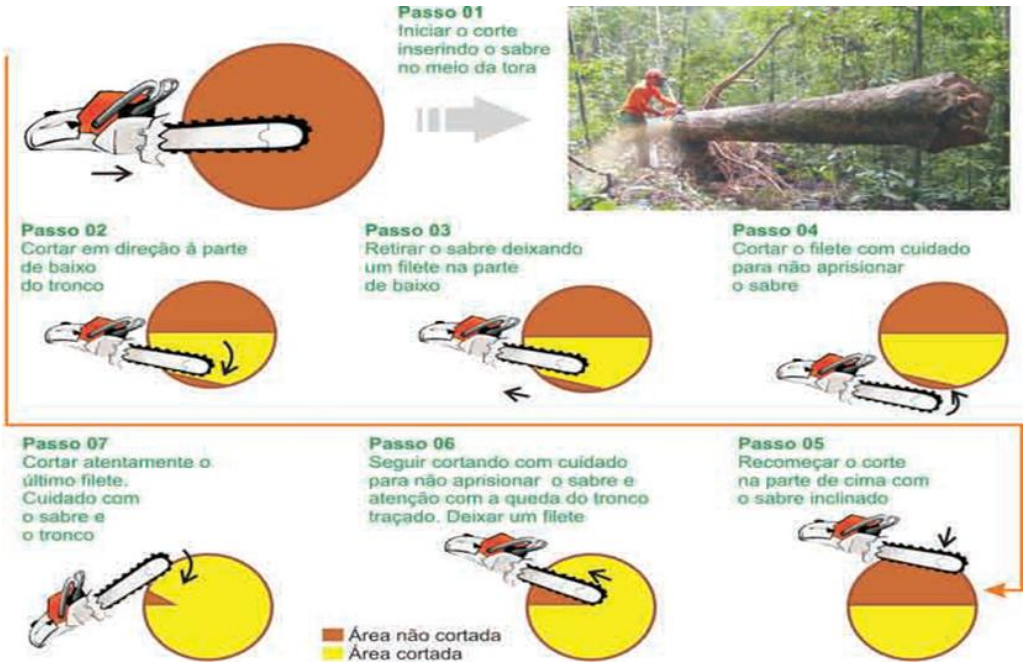
b) Em seguida, o operador deve seguir cortando a tora para baixo deixando um pequeno filete para garantir uma operação segura;

c) O operador então retira a motosserra da tora e finaliza o corte do filete no sentido contrário (i.e., de baixo para cima), utilizando somente a ponta do sabre;

d) O operador deve reiniciar o corte na parte de cima da tora com o sabre inclinado de forma a utilizar todo o comprimento do sabre, deixando também um filete para não aprisionar o sabre;

O corte do filete deve ser feito com a ponta do sabre, e o operador deve se distanciar quando o tronco for separado. Ilustrado na figura abaixo.

Figura 8.2-18 - Passo a passo do traçamento com toras apoiadas nas duas extremidades – Tipo Ponte.



Fonte: Manual Técnico 2 – IFT, 2011.

- Riscos Durante o Traçamento

O supervisor da atividade ou gerenciador do manejo florestal deve instruir a equipe de corte sobre os riscos durante o traçamento, com as seguintes orientações (NOGUEIRA et al., 2011):

a) Não andar por cima da tora com a motosserra funcionando, mesmo que o freio da corrente esteja acionado;

b) Avaliar a área na qual será feito o traçamento para identificar galhadas penduradas e árvores que estão quebrando lentamente;

c) Retirar o excesso de galhadas, cipós e arvoretas do local do traçamento;

d) Analisar a situação da tora a ser traçada para verificar se existem rachaduras ou outros defeitos naturais.

- Romaneio

O romaneio nada mais é que um processo rudimentar de cubagem rigorosa, sendo uma medição dendrométrica efetuada em cada tora obtida de um indivíduo arbóreo com DAP >40 cm com a finalidade de se obter o volume comercial do referido indivíduo. As toras deverão ter suas espécies identificadas.

O romaneio será realizado através da coleta de dados de todos os indivíduos suprimidos, com diâmetro superior a 40 cm numa das extremidades da tora. Serão coletados, com auxílio de fita métrica, as circunferências das duas extremidades da tora e do oco (quando houver), o comprimento e identificação do nome vulgar do indivíduo (realizado por um botânico prático da região).

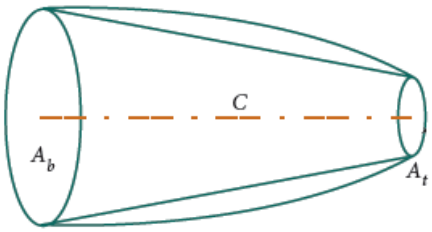
Os volumes dos indivíduos catalogados nas respectivas áreas serão determinados através do método de Smalian, onde o volume Vs por esse método é dado pelo produto do comprimento c da tora e a média aritmética das áreas At e Ab das seções nas suas extremidades, conforme na equação abaixo:

$$V_S = \frac{A_t + A_b}{2} c.$$

Onde A1 e A2 correspondem às áreas das seções transversais das extremidades da tora e C ao comprimento da tora. Ilustrado na figura abaixo.

O empilhamento das toras será realizado no pátio de estocagem localizado em uma área próxima à área de remoção da vegetação. O beneficiamento do material lenhoso deve ocorrer concomitantemente com as atividades de remoção da vegetação e será fraccionado no formato de lenha e organizadas em leiras uniformes para ter sua volumetria registrada. O restante do material (pequenos galhos, arvoretas, folhas) deve ser quebrado e espelhado nas áreas adjacentes, juntamente com o solo orgânico.

Figura 8.2-19 - Método de cubagem adotado pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), indicado para toras que apresentam forma de tronco de paraboloide.



Fonte: OLIVEIRA & GARCIA, s/n.

- Destino Final da Madeira

Sugere-se, prioritariamente, utilização do material lenhoso na própria obra, caso necessário, como em situações de construção de passagens para veículos, aproveitamento para formação de concreto, caixas, placas e postes durante a fase de implantação do projeto.

O material lenhoso com menos de 20 cm de diâmetro, que tiver possibilidade de uso, poder ser empregado como material de construção ou uso ainda mais nobre. Devem ser desgalhadas e mantidas com o maior comprimento possível, devendo ser estocadas com segurança a margem da área suprimida para posteriormente serem destinadas aos usuários finais. O material lenhoso com menos de 10 cm de diâmetro que não tiverem uso mais nobres serão cortados em pedaços de aproximadamente 1,0 m de comprimento e destinadas ao uso como lenha ou para a produção de carvão vegetal. Depois de desgalhadas e cortadas as toras podendo ser picotadas para enriquecimento do solo de acordo com as técnicas definidas para recuperação das áreas degradadas.

As demais toras sujeitas a aproveitamento após serem romaneadas, traçadas e cortadas em pranchas e tábuas poderá ser doada para a comunidade ao entorno da obra, na seguinte ordem de preferência:

- Centros Comunitários;
- Instituições de Caridade;
- Igrejas;
- Escolas;
- Famílias das comunidades enquadradas no perfil de linha de pobreza utilizada pelo Banco Mundial,

Adicionalmente, a destinação do material vegetal oriundo da supressão da CTR Metropolitana deve seguir as diretrizes estabelecidas na legislação estadual (Lei Nº 10.588/2024), a partir da qual fica obrigatório que as madeiras extraídas de áreas licenciadas à exploração mineral dentro do território paraense devem ser destinadas para finalidades sociais aos órgãos da Administração Pública Estadual e Municipal ou às cooperativas e entidades sem fins lucrativos, mediante termo de doação celebrado entre o Estado e os donatários.

Porém, para o transporte, por qualquer meio, da matéria-prima florestal doada ao Estado, o donatário deverá requerer, junto ao órgão ambiental competente, a Guia Florestal 4 (GF4-PA) e se responsabilizar pela logística desde o local de entrega até a sua destinação, conforme previsto no §2º, Art. 6º da Lei nº 10.588, de 19 de junho de 2024. É importante que o beneficiário que receber a madeira proveniente da supressão de vegetação da CTR, deve comprovadamente evidenciar capacidade de recebimento de madeira a ser doada ao estado, restringindo a possibilidade de extravio.

8.2.2.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo do Programa é o órgão licenciador, o empreendedor e as contratadas para a execução das atividades de instalação do empreendimento, além das comunidades existentes no entorno do empreendimento.

8.2.2.7 ABRANGÊNCIA

O presente programa abrangerá toda a ADA nas áreas onde estão previstas a retirada da cobertura vegetal e/ou limpeza de área para a implantação dos canteiros de obras, aberturas de células na área de domínio do empreendimento, assim como as áreas que já apresentam alguma alteração anterior as atividades futuras.

8.2.2.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Os Programa de resgate e afugentamento de fauna e o Programa de Resgate de Germoplasma terá atividades alinhadas com a supressão de vegetação, tendo, estes programas, etapas a serem cumpridas na pré-supressão (fase de planejamento). Já durante a supressão, também haverá a associação das atividades, uma vez que a equipe de resgate de fauna vistoria a área a ser suprimida antes do início da operação

e a equipe de resgate de germoplasma aproveita a supressão para coletar materiais que estavam no dossel.

O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) está correlacionado à supressão na medida que aproveitará a matéria orgânica e o solo e banco retirados da área de supressão.

8.2.2.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa será de responsabilidade do empreendedor e poderá ter como parceiros instituições de pesquisas interessadas nos estudos fenológicos e de crescimento das espécies nativas.

8.2.2.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

Este Programa será executado desde o início da implantação do Central de Tratamento de Resíduos, contemplando inicialmente as áreas destinadas à instalação dos canteiros de obras, estruturas de apoio, célula de confinamento e quando necessário a abertura de novos acessos, e posterior a etapa de operação, na abertura das demais células e estruturas.

Após as primeiras etapas do presente plano, deverá ser efetuada uma avaliação dos resultados acumulados por meio dos relatórios de modo a, eventualmente, haver uma adequação ou ajustes na metodologia aplicada. Conforme ilustra quadro abaixo.

Quadro 8.2-3 - Cronograma de execução do Programa de remoção da vegetação.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO					
	1ª Fase		2ª Fase		3ª Fase	
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri
Mobilização das equipes e equipamentos	■					
Treinamento da equipe	■					
Acompanhamento da atividade de remoção da vegetação	■	■	■	■	■	■
Análise dos dados	■	■	■	■	■	■
Elaboração dos relatórios parciais	■	■	■	■	■	■
Elaboração de relatórios anuais consolidados		■		■		■

8.2.3 PROGRAMA DE SALVAMENTO DE GERMOPLASMA

8.2.3.1 INTRODUÇÃO

A supressão vegetal ocasiona a perda e fragmentação dos habitats naturais, o que pode gerar impactos significativos sobre a biodiversidade local, como a redução do tamanho das populações, intensificação dos efeitos de borda e alteração da conectividade ecológica. Tais efeitos comprometem a distribuição e abundância das espécies, podendo levar à diminuição da variabilidade genética das populações e comunidades vegetais existentes na área afetada.

O Decreto nº 4.339/2002, que institui a Política Nacional da Biodiversidade, estabelece como um de seus objetivos a conservação dos componentes da biodiversidade, ressaltando a importância da conservação in situ e ex situ, incluindo a variabilidade genética de espécies e ecossistemas. Complementarmente, o Decreto Legislativo nº 02/1994 define recurso genético como “todo material de origem vegetal, animal ou microbiana que contenha unidades funcionais de hereditariedade”. Os recursos genéticos, portanto, representam uma fração dos recursos biológicos, os quais, por sua vez, são elementos constituintes da biodiversidade.

O germoplasma é o material genético que constitui a base da hereditariedade das espécies, sendo transmitido por células reprodutivas (IBPGR, 1991). Pode ser representado por sementes, estacas, plântulas, tecidos ou qualquer estrutura reprodutiva passível de conservação e com potencial reprodutivo, tanto in vivo quanto in vitro. O resgate desse material pode ocorrer por meio da coleta de sementes, propágulos ou até mesmo do transplante de indivíduos inteiros, como epífitas e herbáceas.

Nesse contexto, o Programa de Salvamento de Germoplasma (PSG) tem como finalidade o planejamento e execução de ações de resgate do material genético vegetal presente nas áreas onde ocorrerá a supressão de vegetação. Trata-se de um instrumento essencial para compensar parte das perdas da biodiversidade vegetal nativa, promovendo a conservação e possível reutilização do material genético em ações futuras de restauração (WALTER & CAVALCANTI, 2005), como no caso da Central de Tratamento de Resíduos – CTR Metropolitana.

Empreendimentos submetidos ao processo de licenciamento ambiental que envolvam supressão de vegetação e presença de espécies ameaçadas como: Vouacapoua americana (Acapú) e Manilkara elata (Maçaranduba), devem seguir as diretrizes estabelecidas na Instrução Normativa IBAMA nº 06/2009, apresentando, previamente à supressão, um programa específico para o salvamento de germoplasma.

Dessa forma, este documento apresenta o Programa de Resgate de Germoplasma, com o intuito de assegurar a maior representatividade possível do material genético das espécies nativas presentes na área de influência direta do empreendimento. Esse material será utilizado, posteriormente, em ações de plantio compensatório, por meio da implementação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e do Programa de Proteção Arbórea, contribuindo para a conservação da flora local e a mitigação dos impactos decorrentes da implantação da CTR Metropolitana.

8.2.3.2 OBJETIVOS

O objetivo do PSG é fornecer diretrizes para o resgate e realocação do germoplasma vegetal das espécies-alvo encontradas na área diretamente afetada (ADA) pela implantação do empreendimento.

- Mitigar a perda de variabilidade genética da vegetação nas áreas de supressão do empreendimento;
- Proporcionar a conservação das espécies-alvo, plântulas, epífitas e hemiepífitas em remanescentes adjacentes à área de supressão vegetal (*in situ*) ou em locais constantes do Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação;
- Salvaguardar material genético através de doação para instituições de pesquisa e hortos florestais.

8.2.3.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

As metas traçadas para se atingir os objetivos acima propostos são descritas a seguir:

- Coletar 100% das espécies alvo deste Programa (bem como epífitas e hemiepífitas) que estejam com frutos/sementes antes e/ou durante as atividades de supressão nas áreas do projeto;
- Conservar e georreferenciar in situ 100% das espécies alvo, plântulas, epífitas e hemiepífitas registradas/resgatadas nas áreas de supressão do projeto;
- Destinar 100% do material coletado/resgatado às instituições parceiras.

8.2.3.4 ASPECTOS LEGAIS

O Programa de Regate de Germoplasma Vegetal foi desenvolvido de modo a atender aos seguintes requisitos legais:

- Constituição Federal de 1988 – Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
- Lei Federal Nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;
- Lei Federal Nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências: Art. 2 – VII – conservação in situ: conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies domésticas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvidos suas propriedades características;
- Lei Federal Nº 10.711/2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências;
- Lei Federal Nº 12.651/2012, alterada pela Lei nº 12.727/2012, que institui o novo Código Florestal Brasileiro;
- Decreto Regulamentador Nº 5.153/04, que aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA Nº 002/1996, que dispõe sobre a reparação de danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas mediante a implantação de unidade de conservação de domínio público;
- Resolução CONAMA Nº 237/1997, que dispõe sobre o licenciamento ambiental, competência da União, Estado e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento, Estudos Ambientais, Estudos de Impactos Ambientais e Relatório de Impactos Ambiental;
- Resolução CONAMA Nº 303/2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- Resolução CONAMA Nº 369/2006, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente;
- Portaria MMA Nº 443/2014, que reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”;
- Portaria MMA Nº 148/2022, que altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria

nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção;

- Instrução Normativa MMA Nº 6/2008, que lista as espécies vulneráveis da flora brasileira;
- Instrução Normativa IBAMA Nº 06/2009, que trata da Autorização de Supressão de Vegetação – ASV e as respectivas Autorizações de Utilização de Matéria-Prima Florestal – AUMPF;
- Instrução Normativa IBAMA n° 06/2009, que prevê que deve ser objeto do Programa de Resgate de Germoplasma as espécies ameaçadas de extinção e dos anexos da CITES, previamente à supressão vegetal. Garante também que o PSGV deve endereçar o plano de destinação do germoplasma coletado, as espécies selecionadas para coleta e a metodologia com cronograma detalhado.
- Instrução Normativa SEMAS nº 02/2015, que prevê que, na hipótese de supressão vegetal, as espécies arbóreas deverão ser objeto do PSGV, em etapa anterior à supressão. Estabelece também que o PSGV deve conter, pelo menos, o plano de destinação do germoplasma coletado, as espécies selecionadas para coleta, a metodologia e o cronograma detalhado.

8.2.3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os métodos utilizados nos trabalhos de resgate de germoplasma iniciam-se pela escolha das espécies/populações alvos para o resgate, com base na composição florística local, em especial a flora da área diretamente afetada que se encontra com algum grau de ameaça. Em seguida são definidas as áreas de resgate, partindo então para as ações do resgate propriamente ditas, que envolverão as técnicas de coleta, transporte e conservação do germoplasma.

I. ESPÉCIES PRIORITÁRIAS PARA O RESGATE DE GERMOPLASMA (ESPÉCIES-ALVO)

Embora todas as espécies possuam um valor intrínseco, é tarefa impossível empreender o salvamento e a destinação de todo o germoplasma vegetal passível de supressão. Dessa forma, para aperfeiçoar os resultados deste Programa torna-se necessário selecionar as espécies que receberão maior esforço de coleta ao longo das atividades de execução (espécies-alvo). Estas espécies serão identificadas através da lista florística realizada pelo diagnóstico de flora.

Em geral, as espécies alvo são aquelas que possuem maior importância conservacionista em função de seu status de conservação, características biogeográficas (espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção), ou devido a um interesse científico ou socioeconômico. Ainda assim, esse Programa não contempla

apenas estas espécies-alvo, cabendo ao técnico responsável orientar e direcionar o salvamento a qualquer outra espécie que se julgue necessário e que apresente condições de serem resgatadas.

A classificação das espécies, endêmicas ou ameaçadas de extinção foi realizada com base na lista de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente, conforme Portaria MMA Nº 443/2014 alterada pela Portaria MMA N° 148/2022. Além das consultas aos apêndices I, II e III da Convention on International Trade In Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES).

Outro parâmetro de classificação das espécies amostradas são as Legislações Estaduais e Federais, que indicam os táxons considerados como imunes ao corte, sendo empregada no presente trabalho a Lei Estadual Nº 6.895, de 01 de agosto de 2006, que declara imune ao corte no Estado do Pará, a castanheira (Bertholletia excelsa H.&.B).

Portanto, o PSGV terá como espécies-alvo os táxons inseridos na lista oficial de espécies ameaçadas extinção do Brasil, inseridas nos anexos da CITES, protegidas por lei, raras, endêmicas, de interesse socioeconômico e científico. O Quadro abaixo apresenta a lista de espécies-alvo do programa de acordo com a listagem elaborada para o inventário florestal da CTR Metropolitana.

Quadro 8.2-4 – Lista de espécies-alvo do PSGV da CTR Metropolitana.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	FORMA DE VIDA	SUBSTRATO	STATUS
Araceae	*Anthurium eminens* Schott		Erva	Epífita	
	Monstera adansonii var. klotzschiana (Schott) Madison		Erva	Hemiepífita	
	Philodendron distantilobum K.Krause	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Philodendron ecordatum Schott	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Philodendron fragrantissimum (Hook.) G.Don	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Philodendron guianense Croat & Grayum	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Philodendron linnaei Kunth	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Philodendron melinonii Brongn. ex Regel	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Philodendron myrmecophilum Engl.	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Philodendron squamiferum Poepp.	Tracoá	Erva	Hemiepífita	
	Rhodospatha oblongata Poepp.		Erva	Hemiepífita	
Bromeliaceae	*Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker		Erva	Epífita	
	Aechmea rodriguesiana (L.B.Sm.) L.B.Sm.		Erva	Epífita	

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	FORMA DE VIDA	SUBSTRATO	STATUS
	Aechmea tocantina Baker		Erva	Epífita	
	Aechmeae sp.		Erva	Epífita	
	Guzmania lingulata var. minor (Mez) L.B.Sm. & Pittendr.		Erva	Epífita	
	Tillandsia cf. cyanea Linden ex K.Koch		Erva	Epífita	
	Werauhia gigantea (Mart. ex Schult. & Schult.f.) J.R. Grant		Erva	Epífita	
Fabaceae	*Vouacapoua americana* Aubl.	Acapú	Árvore	Terrícola	EN
Myristicaceae	*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb.	Virola	Árvore	Terrícola	VU
Orchidaceae	*Brassavola sp.*		Erva	Epífita	CITES II
	Dimerandra emarginata (G. Mey.) Hoehne		Erva	Epífita	CITES II
	Encyclia sp.		Erva	Epífita	CITES II
	Notylia barkeri Lindl.		Erva	Epífita	CITES II
	Orchidaceae 1		Erva	Epífita	CITES II
	Orchidaceae 2		Erva	Epífita	CITES II
Sapotaceae	*Pradosia granulosa* Pires & T.D. Penn.	Casca doce	Árvore	Terrícola	EN

II. ÁREAS DESTINADAS A COLETA, RESGATE E SALVAMENTO DE GERMOPLASMA

As áreas para resgate e salvamento do germoplasma serão as áreas passíveis de supressão, interceptadas pelas estruturas do empreendimento, isto é, áreas destinadas as instalações e aos acessos. Nessas áreas as equipes de resgate de germoplasma irão verificar a existência de espécies alvo. Esses locais serão descritos e georreferenciados na Ficha das Áreas de Salvamento de Germoplasma (Ficha 1).

III. MOBILIZAÇÃO, TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO DOS TRABALHADORES

Para a execução do presente Programa serão contratados profissionais com formação técnica e experiência nesse tipo de atividade. Os profissionais receberão treinamento inicial com relação às espécies alvo de resgate, características das áreas, objetivos do programa e questões relacionadas à saúde e segurança.

Serão realizados ainda treinamentos de forma a garantir a capacitação da equipe em coleta, manejo de pós-coleta de sementes e outras formas reprodutivas e transporte do germoplasma resgatado.

IV. TRIAGEM E ARMAZENAMENTO DE MATERIAL

As técnicas de coleta de germoplasma no campo devem assegurar:

- Amostras de cada população, com “vouchers” (amostra depositada) de herbário associados, sempre que possível;
- Uma documentação detalhada de cada acesso;
- A manutenção da viabilidade pelo máximo período possível.

Como orientação geral, indica-se que sejam coletados frutos e sementes do maior número de indivíduos de cada população das espécies alvo, devendo-se priorizar a diversidade de matrizes (indivíduos fonte de propágulos) e a quantidade de sementes.

Recomenda-se, sempre que possível, que sejam elaboradas exsicatas do material vegetal do germoplasma coletado, as quais deverão ser encaminhadas para herbários especializados, de preferência localizados na região de inserção do empreendimento

Nos casos em que a atividade ocorrer em áreas alvo, toda a matriz ou indivíduo coletado será georreferenciada para ter o controle de origem do material e auxiliar na busca de um destino correto para seu plantio ou condições de armazenamento *ex situ*.

Antes do início das atividades do Programa deve-se avaliar a necessidade de construção de uma estrutura de acondicionamento temporário (viveiro de mudas simplificado) para o recebimento do material coletado: sementes ou indivíduos vivos (epífitas, propágulos, plântulas), até que seja definido seu destino. No viveiro se dará a triagem, identificação, processamento e beneficiamento do material vegetal.

Além disso, a destinação final dada ao germoplasma coletado deverá estar muito bem definida para que o material não se deteriore devido às más condições de armazenamento ou por falta de definição clara quanto ao aproveitamento do material coletado.

V. COLETA DE SEMENTES

No momento das atividades de supressão, quando possível, será realizado o máximo esforço para coleta de sementes dos indivíduos suprimidos, sendo a localização dessas matrizes georreferenciadas. Será coletado o maior número possível de espécies, sendo prioritárias aquelas listadas como espécies alvo. Todas as atividades de coleta de germoplasma serão realizadas com planejamento feito por intermédio de informações ecológicas das espécies, como fenologia, frutificação, síndrome de dispersão, tipo de solo preferencial, localização, grupo ecológico e hábito.

Os métodos de coleta variam desde os mais simples como coleta de sementes ou frutos no chão, após a supressão da vegetação, aos mais avançados, tais como máquinas para sacudir a árvore e acrodendrologia com material de escalada. A escolha do método adequado para a coleta de sementes de espécies florestais depende das condições do sítio, da prática da equipe e, principalmente, das características da matriz e do fruto.

Os locais de coleta serão fotografados, descritos e georreferenciados. Será elaborada uma Ficha de Salvamento de Germoplasma para cada espécie coletada, contendo informações sobre o material vegetal resgatado: nome científico, nome vulgar, família botânica, DAP, altura total, coordenadas, localidade, tipo de solo, tipologia florística, peso do material coletado e fotografia do indivíduo (Ficha 2).

Junto ao material reprodutivo doado será encaminhada uma carta de aceite, contendo informações pertinentes a cada espécie coletada, como por exemplo, nome científico,

nome popular, família, peso das sementes, coordenadas geográficas da matriz, conforme Termo de Doação de Sementes apresentado na Ficha 3.

VI. COLETA DE EPÍFITAS E HEMIEPÍFITAS

Entende-se por epífitas as espécies que usam galhos ou troncos de uma planta hospedeira como suporte e que não têm ligação com o solo. Já as hemiepífitas podem ser lenhosas ou herbáceas, mas apresentam uma conexão com o solo. Estes grupos de plantas, em geral, apresentam grande potencial econômico como ornamentais e desempenham importante papel nas comunidades florestais, proporcionando recursos alimentares como frutos, flores, néctar e pólen, além de formarem microhabitats especializados para microorganismos (microfauna) e apresentam considerável capacidade de elaborar biomassa suspensa e retenção de água.

As espécies epífitas e hemiepífitas, presentes nas áreas autorizadas para supressão da vegetação, deverão ser coletadas durante o presente Programa. Aconselha-se, sempre que possível, que o trecho do galho onde o indivíduo estiver apoiado seja cortado e realocado sem comprometer o substrato de fixação ou as condições de sanidade do material coletado. Este deve ser realocado para outra “planta apoio”, situada em áreas próximas, fora da ADA, com a mesma tipologia de cobertura vegetal, características de microclima, e que não serão afetadas pelo empreendimento.

Ainda, poderá ser realizada uma poda fitossanitária nas partes menos saudáveis dos exemplares para fixação das epífitas em novos forófitos. A fixação deverá ser realizada com material adequado, como fitilho de poliéster ou linhas de silicone. Para essas espécies, é importante que se busque registrar informações sobre espécie de forófito, altura do solo e habitat. Estas informações são de suma importância para a conservação *ex situ* ou mesmo para a reintrodução da espécie em áreas com características semelhantes e próximas ao local de origem.

VII. COLETA DE PLÂNTULAS

Com objetivo de garantir a viabilidade das espécies realocadas, os indivíduos herbáceos ou plântulas de espécies arbustivas, arbóreas e palmeiras coletados terão 50% de sua área foliar cortada para reduzir a evapotranspiração durante o transporte. Após a retirada do solo, serão armazenados em baldes ou em pano previamente embebido em

água ou embalagens plásticas com água (para evitar que as raízes ressequem), transplantadas em fragmentos adjacentes que, preferencialmente, apresente similaridade ecológica e de mesma tipologia vegetal, ou encaminhados para viveiros parceiros.

Para os indivíduos de plântulas coletados, assim como para os indivíduos de espécies epífitas e hemiepífitas será elaborada uma Ficha de Salvamento para Conservação *in situ* para cada espécie coletada, contendo informações sobre o material vegetal resgatado: nome científico, nome vulgar, família botânica, coordenada da localidade original, coordenada da localidade realocada e fotografia do indivíduo (ficha 4).

8.2.3.6 PÚBLICO-ALVO

O presente Programa tem como público-alvo todos os envolvidos nas operações intrínsecas de supressão da vegetação, o órgão ambiental licenciador do empreendimento, a população residente na Área de Influência, o empreendedor, empresas contratadas responsáveis pelo salvamento do germoplasma e reflorestamento, além de potenciais recebedores do material coletado, respeitando assim as diretrizes e os procedimentos supracitados.

8.2.3.7 ABRANGÊNCIA

O presente programa está relacionado primeiramente às atividades de supressão vegetal, ou qualquer atividade que possa causar alterações e impactos negativos na flora local.

8.2.3.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Este Programa tem uma inter-relação com as diretrizes do Programa de Supressão da Vegetação, com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e Programa de Proteção Arbórea.

8.2.3.9 RESPONSABILDIADE PELO PROGRAMA

A implementação deste Programa é de responsabilidade do empreendedor, havendo a possibilidade de contratação de terceiros ou firmar parcerias/convênios com empresas ou instituições aptas para executá-lo.

8.2.3.10 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O período de realização do PSG deverá ser ajustado de acordo com as atividades de supressão vegetal relacionadas a implementação do empreendimento é apresentado no Quadro abaixo.

Quadro 8.2-5 - Cronograma de atividades a serem aplicadas no acompanhamento do programa de salvamento de germoplasma vegetal.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO					
	1ª Fase		2ª Fase		3ª Fase	
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri
Mobilização das equipes e equipamentos	■					
Planejamento e identificação das áreas-alvos	■					
Coleta de plântulas e indivíduos herbáceos	■	■	■	■	■	■
Realocação de plântulas e indivíduos herbáceos	■	■	■	■	■	■
Acompanhamento da Supressão de Vegetação e execução de demais atividades relacionadas ao Programa de Resgate de Germoplasma	■	■	■	■	■	■
Entrega do material coletado para instituições parceiras	■	■	■	■	■	■
Elaboração dos relatórios parciais	■	■	■	■	■	■
Elaboração de relatórios anuais consolidados		■		■		■

Ficha 1. Ficha das Áreas de Salvamento de Germoplasma

Data: _____ Município: _____

Área: _____ Responsável técnico: _____

Núm. da área	Identificação da área	(Matrizes)		Tipo de solo	Tipologia florística	Descrição/observações/nº da(s) foto(s)
		Coord. UTM X	Coord. UTM Y			

Ficha 2 Ficha de Salvamento de Germoplasma

Data: _____ Responsável técnico: _____

Fitofisionomia: _____ Equipe: _____

Município: _____

Núm. da coleta	Núm. da área	Nome Científico	Nome vulgar	Família	DAP	Altura	Peso/unidade de medida	matrizes		Tipo de solo	Tipologia florística	observações/nº da(s) foto(s)
								Coord. UTM X	Coord. UTM Y			

Ficha 3 Termo de Doação de Sementes

Atesto que o (Órgão Destinatário) _____, CNPJ _____, endereço _____, representados pelo(a) Sr.(a) _____, CPF _____, recebeu em _____/____/_____ do responsável técnico _____, CPF _____, as sementes conforme relação abaixo:

Nome Científico	Nome vulgar	Família	Peso/unidade de medida	matrizes	
				Coord. UTM X	Coord. UTM Y

Ficha 4 Ficha de Salvamento para Conservação *in situ*

Data: _____

Área de resgate: _____

Fitofisionomia: _____

Município: _____

Responsável técnico: _____

Equipe: _____

Núm. da coleta	Nome Científico	Nome vulgar	Família	Original		Replantio		observações/nº da(s) foto(s)
				Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	

8.2.4 PROGRAMA DE CONTROLE DA FAUNA SINANTRÓPICA, VETORES E PRAGAS

8.2.4.1 JUSTIFICATIVAS

A supressão de vegetação gera além da perda da diversidade florística e ecossistemas, a perda de diversidade da fauna silvestre, o que pode provocar a proliferação de vetores e pragas na área de influência direta do empreendimento.

O armazenamento de resíduos sólidos, principalmente orgânico, promove condições favoráveis à proliferação de vetores biológicos como: moscas, mosquitos, ratos, baratas e demais insetos e animais como roedores silvestres, marsupiais, urubus e demais espécies que possam ser atraídas pela presença de resíduos orgânicos, além do fato de propiciar a disseminação de zoonoses entre a fauna silvestre e doméstica, incluindo o ciclo em humanos. Diversas doenças podem advir do armazenamento inapropriado do lixo e podem causar transmissão de doenças, tais como leishmaniose, cólera, dengue entre outras.

8.2.4.2 OBJETIVOS

Este programa tem por objetivos:

- Mapear as áreas passíveis de acúmulo de água para proliferação de mosquitos, especialmente, da dengue e leishmaniose (Aedes aegypti e gênero Lutzomyia), respectivamente;
- Identificar as espécies sinantrópicas nocivas na área de influência direta da CTR Metropolitana;
- Aplicar métodos adequados de controle e prevenção de fauna sinantrópica nociva para cada espécie identificada;
- Identificar o maior número de informações sobre doenças causadas por vetores na área de influência do empreendimento;
- Combater pragas e vetores oriundos da deposição de resíduos.

8.2.4.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

São metas do programa:

- Identificar e caracterizar 100% das áreas passíveis de acúmulo de água na AID;
- Identificar todos os registros de doenças causadas por vetores na área de influência do empreendimento, nos últimos 5 anos;
- Obter redução de 20% das ocorrências de doenças causadas por vetores na AID do empreendimento.

8.2.4.4 ASPECTOS LEGAIS

Será utilizado como referência o preconizado, principalmente, na Instrução Normativa nº 109/06 (Regulamenta o controle da fauna sinantrópica nociva e de seu manejo ambiental), 141/06 (Regulamenta o manejo e controle ambiental da fauna sinantrópica nociva.), Lei Complementar Nº 140/11 (Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981).

8.2.4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O programa prevê o controle e prevenção de vetores e pragas. O método de amostragem para tanto deverá ser feito por meio de Formulários de Monitoramento de Pragas e Amostragem com Iscas.

Deverá ser sinalizadas as ocorrências de pragas através da “Planilha de Controle de Pragas”, indicando quando necessário o local específico onde foi observada a presença.

As amostragens com iscas trarão informações sobre o número de ocorrências de vetores e pragas, métodos aplicados para controle e combate, bem como de locais críticos.

8.2.4.5.1 Descrição das Atividades

O controle e a prevenção de vetores e pragas urbanas envolve um conjunto de ações específicas a serem implementadas para cada espécie, visando impedir que se instalem e reproduzam no ambiente, através da adoção de medidas preventivas e corretivas. Os esforços de captura serão dimensionados de acordo com os organismos em questão.

No caso de focos resistentes ou inesperados, o tratamento deverá ser intensificado. Complementarmente a este controle, a fim de prevenir a ocorrência de vetores e pragas, deverá ser adotado procedimentos de ordem e limpeza, incentivando boas práticas de manuseio como higiene pessoal e manutenção. Estas medidas visam eliminar as três possibilidades para proliferação de vetores e pragas que estão baseados em disponibilidade de abrigo, água e alimento.

8.2.4.6 PÚBLICO-ALVO

Este programa terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente à CTR Metropolitana, profissionais de empresas terceirizadas, os responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental, órgãos ambientais e comunidade em geral.

8.2.4.7 ABRANGÊNCIA

O programa será executado na Área Diretamente Afetada, que inclui o maciço de resíduos, as áreas administrativas e demais estruturas relacionadas a implantação e operação do empreendimento, onde serão implementadas ações de monitoramento e controle de espécies sinantrópicas, com vistas ao controle populacional das espécies alvo.

8.2.4.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Esse programa terá inter-relação direta com o Programa de Comunicação Social, Programa de Supressão de Vegetação, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Salvamento e Resgate da Fauna Terrestre e Programa de Educação Ambiental.

8.2.4.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa é de responsabilidade da CTR Metropolitana que contará com um coordenador de meio ambiente. As atividades desse programa poderão ser realizadas por equipe técnica da CTR Metropolitana ou empresa contratada, sendo que a emissão de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) será necessária.

8.2.4.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

Esse programa será executado durante a fase de instalação e operação do empreendimento e será executado de forma gradual, de acordo com o cronograma de obras e da operação do empreendimento (Quadro abaixo).

Quadro 8.2-6 - Cronograma de execução do Programa de Controle da Fauna Sinantrópica, Vetores e Pragas na área da CTR Metropolitana, em Acará/PA.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Identificação de área-alvo																		
Controle de Fauna Sinantrópica, vetores e pragas																		
Elaboração dos relatórios parciais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.2.5 PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO E RESGATE DE FAUNA SILVESTRE

8.2.5.1 JUSTIFICATIVA

O Programa de Salvamento e Resgate de Fauna é uma prioridade para a Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Metropolitana, pois visa desenvolver ações de manejo da fauna para a mitigação de impactos referentes à supressão vegetal tal como no resgate da fauna atropelada no desenvolvimento das obras de implantação da CTR Metropolitana, através da remoção ou aproveitamento científico de espécies da fauna terrestre. Os grupos pertencentes à fauna terrestre serão manejados utilizando-se técnicas tradicionais de captura, contenção, marcação, transporte e translocação.

8.2.5.2 OBJETIVOS

Tal programa visa esclarecer a metodologia empregada na realização das ações de manejo da herpetofauna, mastofauna e avifauna através de atividades de salvamento, triagem, translocação e/ou aproveitamento científico de animais silvestres, de áreas afetadas pelas obras de implantação da CTR Metropolitana, especialmente no que diz respeito ao direcionamento do desmatamento para remanescentes próximo - visando a indução de migração espontânea.

8.2.5.2.1 Objetivos Específicos

- Afugentar os espécimes da fauna presente na área de supressão da vegetação para as áreas a serem preservadas dentro do empreendimento;
- Resgatar da área diretamente afetada os animais feridos ou que eventualmente não consigam, por seus próprios meios, evadir-se e realocá-los, reabilitados, para as áreas de Reserva Legal e de FMPs ao redor dos igarapés inseridos na área de influência do empreendimento.
- Avaliar eventuais impactos sobre as comunidades da fauna nativa nas AII, AID e ADA do empreendimento, notadamente aquelas consideradas raras, endêmicas ou em algum grau de ameaça de extinção, por meio de campanhas sazonais de monitoramento da fauna;
- Enriquecer as informações disponíveis sobre a ocorrência da fauna nas proximidades das áreas do empreendimento e áreas vizinhas com fragmentos de formações nativas;
- Registrar espécies ameaçadas, caso ocorram, dos grupos estudados nas proximidades da CTR Metropolitana, propondo medidas para sua conservação.

8.2.5.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

São metas deste programa:

- Afugentar espécimes de vertebrados e invertebrados durante a etapa de desmatamento e de implantação das estruturas de apoio às obras, bem como aqueles que se verificarem isolados em fragmentos de vegetação.
- Se necessário, encaminhar ao centro de apoio os animais feridos durante as atividades de desmatamento;
- Desenvolver ações de aproveitamento científico, processando e destinando o material coletado a instituições de pesquisas como museus, universidades e outras, previamente contatadas.

8.2.5.4 ASPECTOS LEGAIS

A Constituição Federal de 1988, no art. 225, caput, § 1º, VII, inclui a proteção à fauna, junto com a flora, como meio de assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente equilibrado.

Da legislação infraconstitucional destaca-se a Lei 5.197/67, que estabeleceu o Código de Caça. Os crimes contra a fauna previstos no Código de Caça foram consolidados na Lei de Crimes Ambientais, Lei 9.605/98. Além disso, o Decreto 3.179/99, revogado pelo Decreto 6514/2008, prevê sanções administrativas a várias condutas lesivas à fauna.

O Ministério do Meio Ambiente, considerando os compromissos assumidos pelo Brasil junto à Convenção sobre Diversidade Biológica e à Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção, considerando o disposto na Lei de Crimes Ambientais, no Código de Caça, no Código Florestal e no Decreto nº 3.179/99; e considerando os princípios e as diretrizes para a implementação da Política Nacional de Biodiversidade, constantes do Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, promulgou a Instrução Normativa MMA nº 03, de 27/05/2003, dispondo sobre as Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção.

Para a implantação do presente programa é de fundamental importância o atendimento à Instrução Normativa IBAMA Nº 146/2007, que estabelece critérios relativos ao manejo da fauna silvestre – levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação, em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impacto à fauna, sujeitos ao licenciamento ambiental. Bem como a Instrução Normativa n° 52/2010, que estabelece normas e procedimentos

para o plano de conservação de fauna silvestre em áreas que necessitem de prévia supressão vegetal em processos de licenciamento ambiental, no âmbito do Estado, e dá outras providências.

8.2.5.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O resgate de fauna será realizado evitando ao máximo o contato direto com os animais para evitar o seu estresse. A soltura dos espécimes eventualmente capturados ocorrerá em uma área destinada para este fim (área de soltura), sendo no começo da manhã para os animais diurnos e no final da tarde para os noturnos. A fauna terrestre será manejada utilizando-se técnicas tradicionais de captura, contenção, marcação, transporte e translocação. Os espécimes coletados serão contidos e acondicionados em sacos de pano, caixas ou recipientes plásticos conforme o grupo taxonômico. Além disso, será realizada: avaliação clínica, coleta de material biológico e biossegurança, triagem e destinação dos animais capturados e preparação do material de utilização científica.

Espécimes que vierem a óbito durante o processo de remoção da cobertura vegetal bem como durante as obras, serão coletados, preparados e encaminhados à instituição científica depositária. Os espécimes destinados a estas coleções terão seus dados biométricos, material parasitológico e para biologia molecular coletados. Quando necessário serão utilizados métodos de eutanásia humanitária e conservação em meio adequado.

8.2.5.5.1 Mobilização

As atividades a serem desenvolvidas nessa fase deverão estar finalizadas antes do início da supressão vegetal, e constarão de:

- Contratação da equipe técnica necessária à execução do Programa;
- Realizar convênios com instituições de pesquisa para recebimento de eventuais materiais biológicos;
- Obter a Autorização de Captura, Coleta e Transporte da Fauna, a fim de cumprir as exigências legais quanto à permissão de licenças de captura e transporte de espécimes;
- Implantação da infraestrutura de apoio, bem como aquisição de equipamentos e materiais.

8.2.5.5.2 Resgate e Salvamento Referente À Supressão Vegetal

Será realizada uma vistoria com antecedência de pelo menos 5 dias do início da supressão, cujos animais de baixa mobilidade (filhotes e idosos), bem como ninhos, serão marcados e relocados para as áreas dos remanescentes mais próximos. No momento da supressão da vegetação, a evasão por fuga natural dos animais será acompanhada pela equipe técnica, que procederá, caso necessário, a captura e remanejamento daqueles que não o fizerem. As espécies selecionadas para salvamento serão previamente removidas, através de capturas direcionadas.

Os procedimentos de captura para cada grupo zoológico estão especificados abaixo.

8.2.5.5.2.1 Herpetofauna

Para a captura dos répteis, serão instalados transectos, em linha ou em Y, de conjuntos de armadilhas de interceptação e queda (pitfall) associadas à cercas-guia em diferentes regiões da área de supressão. Cada transecto será composto por baldes de 30 litros, distantes 10m entre si. Além da captura, todos os microhabitats ao longo dos transectos serão percorridos entre 8 horas da manhã e 13 horas da tarde para a procura visual de répteis.

Para a captura de anfíbios, além das armadilhas de queda, serão realizadas vistorias diurnas nos locais passíveis de ocorrência deste grupo, juntamente com a busca ativa de répteis. De maneira complementar, buscas noturnas serão realizadas à procura de espécimes.

8.2.5.5.2.2 Mastofauna

Para a captura dos pequenos mamíferos não voadores serão utilizados três tipos de armadilhas não-letais: pitfall, sherman e tomahawk. Os pitfalls empregados serão os mesmos da herpetofauna. As armadilhas do tipo sherman e tomahawk, dispostas em transectos e distantes 10m entre si. Cada ponto amostral do transecto será constituído de duas armadilhas. Além disso, buscas ativas por tocas, abrigos naturais, instalação humana e animais abandonados serão realizadas.

Para os mamíferos voadores, serão utilizadas redes de neblina dispostas ao longo da área onde ocorrerá a supressão da vegetação e em locais de ocorrência de arbustos

e/ou árvores. Para a captura de mamíferos de médio e grande porte, será realizada busca ativa em refúgios e durante atividades diárias dos animais. Vale ressaltar que esse é o grupo que mais tende a ser afugentado.

8.2.5.5.2.3 Avifauna

Para a Avifauna, serão realizadas buscas ativas durante o processo de supressão para o reconhecimento das espécies que utilizam a área, assim como do habitat em que vivem. Será também conduzida busca ativa por ninhos e remoção destes juntamente com os ovos, que serão depositados em coleção científica. No caso de captura pelas armadilhas não-letais utilizadas para a mastofauna e herpetofauna, os espécimes serão encaminhados para a área de soltura. Além disso, redes de neblina serão utilizadas para a captura de espécimes.

8.2.5.5.2.3.1 Controle de Atropelamento da Fauna Durante as Obras

Visando a prevenção de acidentes e atropelamentos envolvendo a fauna silvestre, deverá ser realizada palestras, campanhas educativas sobre a importância da preservação da fauna silvestre, que deverá envolver funcionários diretos da CTR Metropolitana, empresas contratadas, especialmente operadores de maquinários e motorista de veículos automotores que realizaram o transporte de equipamentos e pessoas nas vias de acesso ao empreendimento.

Para essa atividade será mantida uma equipe que se deslocará pelas frentes de construção e vias de acesso, a partir do primeiro dia das obras. Será realizada visita diária, durante todo o período de obras, até o mês seguinte de sua conclusão em cada etapa de implantação e da requalificação das vias de acesso.

Ao longo dessas atividades serão afugentados ou resgatados os animais (vertebrados e invertebrados), que estejam em risco de atropelamento ou de outras ações das obras nocivas à fauna. Quando o procedimento de afugentamento não for possível, esses animais deverão ser resgatados e enviados à área de soltura, quando avaliado por biólogo em condições aptas à soltura ou encaminhado à base de apoio, para avaliação, procedimentos de triagem e atendimento médico-veterinário.

Para o atendimento médico veterinário, será instalada um base de apoio móvel para atendimento de emergência, contendo kits de primeiros socorros, mesa de

procedimentos, medicação entre outros, para a avaliação e estabilização da fauna resgatada para posterior encaminhamento à área de soltura previamente selecionada ou encaminhamento à clínica ou hospital veterinário parceiro para animais que necessitem de atendimento de média e alta complexidade, internação e reabilitação. Para estes atendimentos mais especializado deverá ser firmado parceria com instituição privada ou pública localizada na região metropolitana de Belém.

Ainda, a partir do monitoramento da fauna atropelada deverá ser identificado locais de maior incidência de atropelamentos, os hotspots de atropelamento, os quais deverão ser sinalizados com placas de risco de atropelamentos de fauna, redutores de velocidade entre outros. Além das ações de educação ambiental junto aos colaboradores do empreendimento.

8.2.5.6 PÚBLICO-ALVO

Este programa terá como público-alvo os empregados vinculados diretamente à CTR Metropolitana, profissionais de empresas terceirizadas, os responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de controle ambiental, órgãos ambientais e comunidade em geral.

8.2.5.7 ABRANGÊNCIA

Este programa será executado na Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta do empreendimento.

8.2.5.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

É fundamental para o sucesso desse Programa, uma sintonia e integração com os Programas de: Programa de Supressão de Vegetação; Programa de Recuperação de Áreas Degradadas; Programa de Comunicação Social e Programa de Educação Ambiental.

8.2.5.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa é de responsabilidade da CTR Metropolitana que contará com um coordenador de meio ambiente. As atividades desse programa poderão ser realizadas por equipe técnica da CTR Metropolitana ou empresa contratada, sendo que a emissão de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) será necessária. Além do

coordenador será necessária a presença de um profissional da área de biologia, médico veterinário e resgatadores de fauna com experiência comprovada em trabalhos de resgate de fauna ou de monitoramento de fauna atropelada.

8.2.5.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O desenvolvimento do Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre, bem como a ações de prevenção e monitoramento de Atropelamento da Fauna deverá ter início ainda na fase de implantação (Quadro abaixo). Após a fase de implantação, deverá ser efetuada uma avaliação das ações de modo a, eventualmente, haver uma adequação ou ajustes na metodologia aplicada.

O programa deverá ser executado sempre que houver a implantação de uma nova etapa do empreendimento, ou ainda, se identificado um elevado número de casos de atropelamento de fauna nas vias de acesso, sendo executadas principalmente as ações de educação ambiental.

Quadro 8.2-7 - Cronograma de execução do Programa de Afugentamento e Resgate de Fauna Silvestre na área da CTR Metropolitana, em Acará/PA.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO					
	1ª Fase		2ª Fase		3ª Fase	
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri
Mobilização das equipes	■		■		■	
Execução do afugentamento e resgate, monitoramento da fauna atropelada	■					
Análise dos dados	■	■	■	■	■	■
Elaboração dos relatórios trimestrais	■	■	■	■	■	■
Elaboração de relatórios anuais consolidados		■		■		■

8.2.6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FAUNA SILVESTRE E BIOTA AQUÁTICA

8.2.6.1 JUSTIFICATIVA

O programa de monitoramento da fauna silvestre possibilitará o acompanhamento das espécies da fauna terrestre, semiaquática e aquática associadas às áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana, o estudo da densidade e dinâmica dessas populações, mudanças sazonais na estrutura das comunidades e as possíveis inferências sobre causas de tais mudanças. O acompanhamento subsidiará avaliações quanto à presença de táxons bioindicadores e espécies ameaçadas.

A região amazônica é conhecida por ser um bioma que abriga a maior biodiversidade vegetal, hídrica e faunística do planeta. Levando em consideração também as interações físico-químicos que beneficiam a manutenção do ecossistema. O bioma amazônico abriga as maiores riquezas de espécies, representadas pelos diversos grupos da fauna terrestre, os principais representantes são: Ornitofauna, Herpetofauna, Mastofauna terrestre e Mastofauna voadora. Esses grupos possuem particularidades especificas que os tornam ótimos bioindicadores, onde, a sua presença ou ausência sinalizará como ações antrópicas relacionadas a fragmentação florestal poderão influenciar na dinâmica ecológica da região.

Em certas condições, determinadas espécies de macrófitas aquáticas podem se tornar daninhas, prejudicando os usos múltiplos dos ecossistemas aquáticos. Normalmente, o crescimento excessivo desses vegetais é resultante das atividades humanas que aumentam a disponibilidade de nutrientes nos corpos d'água, propiciando condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Na cadeia trófica aquática em ambientes aquáticos amazônicos, os organismos planctônicos geralmente são dinâmicos possuindo espécies que estão bem adaptadas às flutuações periódicas do nível da água. A ictiofauna, além de indicar o estado da qualidade dos corpos hídricos aos quais vivem associados, representam uma importante fonte de recurso alimentar para as populações humanas, sendo fundamentais em programa de monitoramento de impactos ambientais. Portanto, as alterações nos ecossistemas devem ser verificadas, pois tais mudanças são capazes de impactar a produtividade, a ciclagem dos nutrientes e toda a cadeia trófica.

Para cada grupo serão indicados: registros georreferenciados, esforço de captura, a eficiência amostral e os parâmetros populacionais referentes a riqueza, abundância, densidade e diversidade de espécies, bem como a avaliação do status de ameaças de extinção.

8.2.6.2 OBJETIVOS

Este Programa visa realizar o levantamento periódico dos grupos da fauna terrestre e biota aquática nos ecossistemas presentes nas Áreas de Influência da CTR Metropolitana. Especificamente, o Programa busca aprimorar o conhecimento sobre as espécies que habitam a região; contribuir com a conservação das espécies ameaçadas de extinção encontradas na área e reconhecer os principais hábitats explorados pela fauna na área de influência do empreendimento e principalmente avaliar possíveis alterações ocasionadas pela implantação e operação do empreendimento. Ainda, o programa de monitoramento dará atenção especial para espécies ameaçadas de extinção, que em caso de ocorrência na área, considerando tanto o diagnóstico ambiental quanto as execução das campanhas de monitoramento, serão tomadas medidas específicas, visando o monitoramento, acompanhamento da flutuação populacional, uso de hábitats das espécies ameaçadas, com vistas a adição de medidas que visem minimizar os impactos sobres estas espécies, bem como possibilitar a viabilidade das populações locais na área de influência do empreendimento.

8.2.6.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

Foram escolhidas como metas para este Programa:

- A realização de campanhas nas diferentes épocas do ano (sazonalidade) durante a implantação e operação do empreendimento;
- A identificação de alteração nos padrões de distribuição das assembleias faunísticas
- Identificar a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção; e
- Identificar a ocorrência de espécies cinegéticas, alimentícias, medicinais e indicadoras da qualidade ambiental.

8.2.6.4 ASPECTOS LEGAIS

Este Programa é embasado pela Instrução Normativa Nº 52/2010, da SEMA/PA, que trata do plano de conservação do manejo da fauna silvestre, e busca subsídios nas listas oficiais de espécies ameaçadas, sendo a Resolução COEMA/PA Nº 54/2007 a nível estadual e a Portaria MMA Nº 148/2022 a nível nacional e a Lista da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2025). A LEI N° 5.197, de 3 de janeiro de 1967 Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências, LEI Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências e o Decreto Nº 802, de 20 de fevereiro de 2008 que cria o Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção no Estado do Pará.

8.2.6.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os métodos apresentados abrangem os grupos de vertebrados e invertebrados terrestres (herpetofauna, avifauna, mastofauna e entomofauna antropofílica), e a biota aquática (fito e zooplâncton, macrozoobentos, macrófitas aquáticas e ictiofauna).

Considerados pertinentes para este monitoramento, o esforço amostral planejado para cada área de estudo e grupo taxonômico selecionado, considerando os pontos de amostragem do diagnóstico ambiental realizados na área de influência direta e realocação dos pontos inseridos na ADA, na ocasião do diagnóstico ambiental.

Foram sugeridos quatro (04) transectos para monitoramento da fauna terrestre, e cinco (05) pontos para biota aquática - PBA, os quais, de acordo com a necessidade e possibilidade de acesso podem ser deslocados. Os locais de instalação das armadilhas fotográficas e o esforço amostral para detecção dos táxons serão preferencialmente os mesmos do inventário faunístico que subsidiou o diagnóstico ambiental, quando possível.

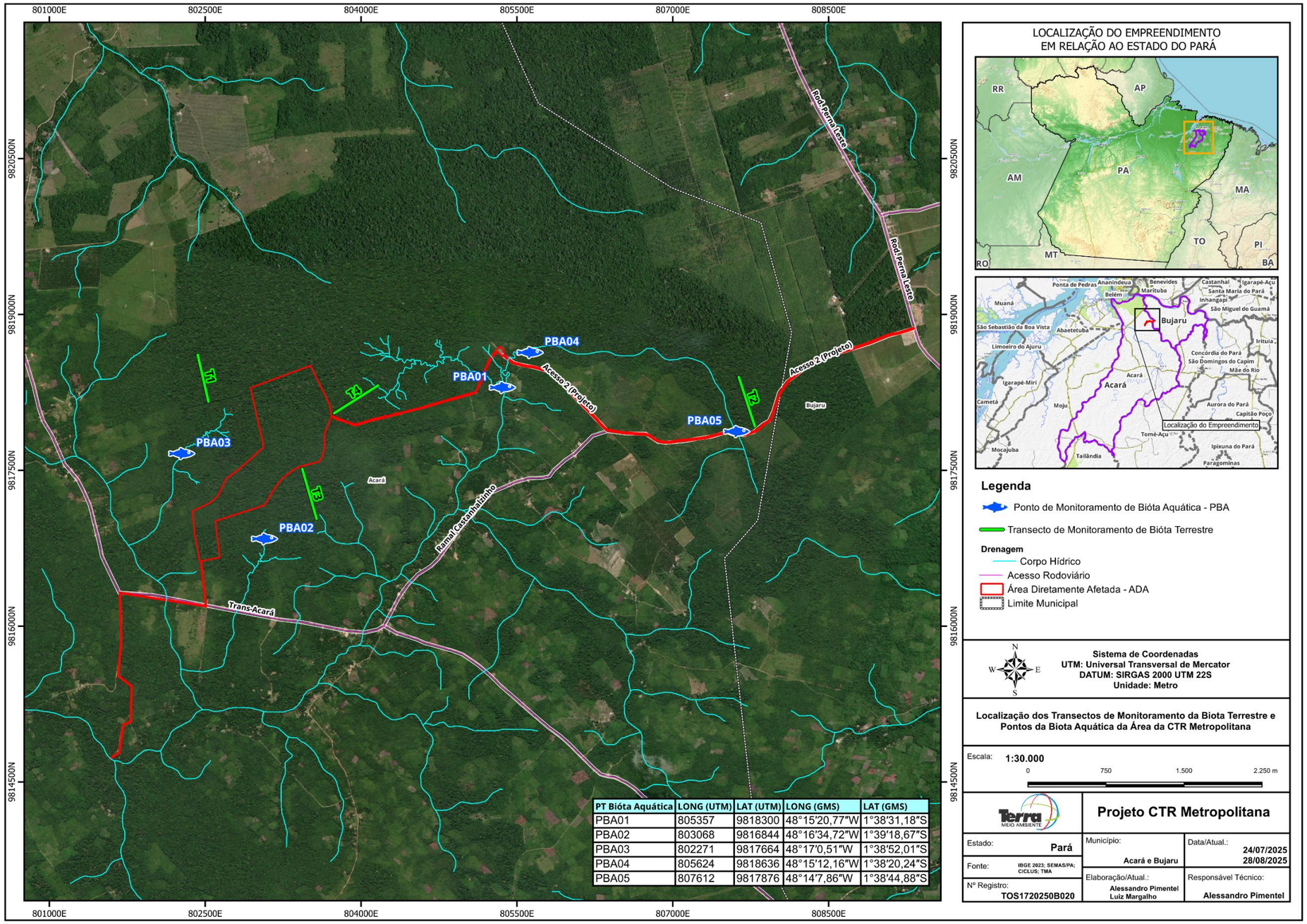
Os pontos de monitoramento da biota aquática – PBA, serão coincidentes com pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais, com vistas a permitir a comparação com os parâmetros da qualidade da água e as comunidades aquáticas monitoradas.

Durante as campanhas, sempre que possível, será realizada a captura, identificação, registro e soltura de espécimes dos grupos taxonômicos selecionados.

É imprescindível a atuação de profissionais capacitados e especialistas nas suas respectivas áreas de atuação, na execução das metodologias.

Na Figura abaixo, estão dispostos os pontos de monitoramento de fauna terrestre e biota aquática.

Figura 8.2-20 - Localização dos Transectos de monitoramento da fauna terrestre e Pontos da Biota Aquática na área da CTR Metropolitana.



Fonte: Terra, 2025.

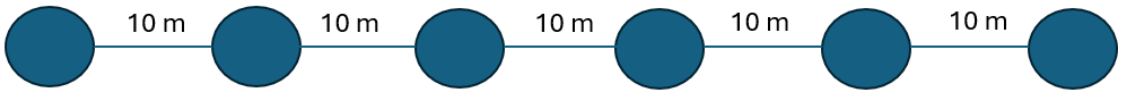
8.2.6.5.1 Herpetofauna

As coletas e observações durante as campanhas têm por objetivo inventariar espécimes de quatro grupos da herpetofauna: anfíbios, lagartos, quelônios e serpentes. A amostragem destes grupos será realizada por meio de procura ativa limitada por tempo (transecções diurnas e noturnas) e de armadilha de interceptação e queda (pitfall-traps), armadas em cada Transecto de fauna durante todo o período de cada campanha. Para compor a lista final, será considerado ainda o encontro ocasional de anfíbios e répteis vivos ou mortos durante outras atividades sem vínculo com a amostragem pelos métodos informados.

A procura ativa limitada por tempo (PALT) visa contemplar os diferentes microambientes presentes no decorrer dos Transectos de fauna, sendo que os potenciais sítios reprodutivos, principalmente de anfíbios (lagos, poças, riachos) serão amostrados de forma mais intensiva. A PALT se realizará nos períodos matutino (7:00h-11:00h) e noturno (18:00h-22:00), ao longo dos Transectos demarcados, com um esforço padronizado de duas horas de amostragem em cada período.

Em cada Transecto de fauna, as armadilhas de interceptação e queda - pitfall-traps - serão distribuídas em estações de maneira a permanecerem pelo menos 200m de distância entre si. As estações de Pitfall ficarão distantes 30m da trilha principal, e em número de 02 (duas) estações por Transecto. Cada estação será composta por um grupo de cinco baldes plásticos de 100L furados no fundo e enterrados ao rés do chão, dispostos em linha, isto é, com um balde central ligado a quatro baldes periféricos por 10m de lona plástica de até 1,00m de altura (Figura abaixo). Essas armadilhas serão acionadas durante cinco dias, com inspeções pela manhã e no fim da tarde.

Figura 8.2-21 - Representação esquemática de uma estação de Pitfall (círculos laterais e um central) em forma de cruz, com baldes conectados por cercas-guia de 1,0m de altura (faixas em preto) sustentadas por estacas.



Todos os animais registrados por meio de captura ou observação visual serão, sempre que possível, fotografados e identificados. Igualmente, a presença de ninhos e/ou girinos (larvas), terrestres ou aquáticos, podem complementar o diagnóstico qualitativo, bem como informar sobre a fertilidade e fecundidade das espécies na área, sendo também um parâmetro de interesse como indicador da situação ambiental.

Para o caso de eventuais dificuldades de identificação para com alguns espécimes, e apenas como último recurso, os mesmos serão coletados, fixados em solução previamente preparada (ex: formalina 10% e etanol 70%) e levados para instituição de pesquisa devidamente reconhecida, para aceitação do material biológico e identificação taxonômica.

8.2.6.5.1.1 Análise dos Dados

Serão analisados os seguintes parâmetros: riqueza (S), abundância (N) e composição de espécies, classes de dieta, hábitat e micro hábitat, destacando-se as possíveis espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Para a análise da diversidade dos dados coletados nos sítios amostrais serão utilizados os índices de Shannon-Wiener (H) e de dominância (D).

Com os métodos quantificáveis de coleta (PALT e pitfall-traps) será realizada uma análise de complementaridade entre os métodos. A análise refere-se ao grau de similitude na composição de espécies entre pares de amostras. A complementaridade corresponde à proporção de todas as espécies obtidas através dos dois métodos de

coleta e que ocorrem em apenas uma ou outra amostra. Nos indicadores mais utilizados, a similaridade varia de 1 (um), quando ambos os métodos são idênticos em composição de espécies, a 0 (zero), quando as espécies de ambos os métodos são totalmente diferentes (COLWELL & CODDINGTON, 1994). Diante da relevância para a avaliação qualitativa, serão eventualmente incluídos nesta comparação os registros de Encontro Ocasional, apenas para contribuir na avaliação geral.

O esforço amostral (ou de captura), representado pelo total de amostras/período, deverá ser calculado multiplicando-se, por exemplo, o número de armadilhas utilizadas pelo número de noites em que elas permaneceram abertas durante o período de trabalho. O sucesso de captura expressa a razão entre o número total de capturas e o esforço amostral, sendo expresso em porcentagem.

8.2.6.5.2 Avifauna

O diagnóstico da avifauna será realizado utilizando-se as metodologias quantitativas de captura com rede de neblina e de ponto fixo para censo audiovisual. Além desses métodos, será realizada uma amostragem qualitativa, durante a qual o observador registrará numa caderneta de campo todos os indivíduos e espécies de aves vistos e/ou ouvidos ao longo dos diferentes ambientes na área de influência do Projeto, anotando o tipo de ambiente onde eles foram registrados, o horário de registro e o comportamento da ave no momento da detecção, quando possível.

8.2.6.5.2.1 Captura com Rede de Neblina

Serão instaladas redes de neblina (14m x 3m, cada) nas trilhas localizadas nos sítios de amostragem, onde permanecerão por 02 dias. Em cada transecto, três pares de redes de neblina serão armados, permanecendo a uma distância mínima de 200m. As redes serão abertas ao nascer do sol (por volta de 6:00h), revisadas a cada 30min e fechadas após 04 horas, para capturas diurnas. No total, cada par de redes contribuirá com um esforço de 08h de amostragem por trilha. Os espécimes capturados serão fotografados, sexados, identificados e soltos no mesmo local.

No caso das aves de pequeno e médio porte, especialmente passeriformes, capturadas em redes de neblina, das quais, porventura, não seja possível realizar a identificação taxonômica in loco, deverá ser conduzida a coleta o procedimento de eutanásia

seguindo Conselho Federal de Biologia (Resolução CFBio 706/2024) e Resolução do Conselho Federal de Medicina Veterinária (RESOLUÇÃO CFMV Nº 1000/2012). Para o transporte, cada espécime sacrificado deverá ser acondicionado separadamente dentro de um saco plástico próprio, impedindo que eventuais ectoparasitas de um indivíduo passem para outro. Caso seja estritamente necessária, será realizada a preservação temporária dos espécimes através de congelamento, que consiste em acondicionar o indivíduo de maneira a deixá-lo em posição o mais natural possível, sem dobrar ou amassar as penas. Neste caso, cada espécime será cuidadosamente acondicionado em cones de papel.

Vale ressaltar que a coleta apenas se dará como último recurso, pois será dada preferência à identificação através de registro fotográfico e biometria dos indivíduos capturados.

8.2.6.5.2.2 Censo Audiovisual com Bioacústica

Além da captura, se procederá com o censo audiovisual com gravação da vocalização/canto das aves, a fim de se inventariar com maior abrangência a fauna local. Nos períodos diurno (entre 6:00h e 10:00h, 2 dias) e noturno (entre 18:00h e 21:00h, 1 noite), em três pontos por transecto, distanciados 250m entre si, se registrarão as aves por inspeção visual (com auxílio de binóculos) e por bioacústica (com auxílio de gravador digital e microfone unidirecional) durante 10 minutos por ponto em cada período. Em suma, para execução deste método, o esforço amostral efetivo será de 01h30min de observação/gravação por trilha.

As aves serão identificadas com auxílio de guias e chaves dicotômicas apropriados para a avifauna da Região Neotropical (SCHAUENSEE, 1982, CAMARGO, 1986, RIDGLEY & TUDOR, 1989, SICK, 1997 e SOUZA, 2002). A classificação taxonômica seguirá a Lista das Aves do Brasil do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO et al, 2021).

Os dados de espécies, sexo, faixa etária, local, substrato e fitofisionomia, bem como número de indivíduos serão registrados em planilha pré-estabelecida. Todas as espécies de aves capturadas deverão ser fotografadas para documentação. Serão

obtidos dados biométricos, condições de muda, sexo e faixa etária. Posteriormente, os espécimes serão imediatamente soltos na área.

8.2.6.5.2.3 Análise dos Dados

A eficiência do esforço amostral será avaliada por meio da curva do coletor seguindo Magurran (1988), a qual calcula o acúmulo de espécies ao longo de um determinado período de coleta. Para estimar a riqueza, serão utilizados os estimadores Jackknife 1, baseados na abundância (raridade) ou número de espécies representadas por 1 (singletons) ou 2 (doubletons) indivíduos através do programa Estimates 9.1 (COLWELL, 2009). Tais estimadores são considerados os mais acurados de acordo com Palmer (2004) e Recorder & Nogueira (2007).

A diversidade de espécies será calculada através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (‘H), baseado na abundância relativa das espécies. Este índice assume a aleatoriedade da coleta de uma grande população, no qual quanto maior o valor do índice, maior probabilidade de novas espécies serem registradas. A diferença na composição de espécies entre os pontos amostrados será determinada pela aplicação de Coeficientes de Similaridade pertinentes para a avaliação. O cálculo destes índices será realizado com o auxílio de programa estatístico apropriado.

8.2.6.5.3 Mastofauna

Em virtude da alta diversidade morfológica e comportamental dentre as classes de mamíferos, os métodos utilizados para o diagnóstico são específicos e adequados para captura ou observação de uma fração da fauna deste grupo (VOSS & EMMONS, 1996). Neste contexto, os grupos selecionados para o diagnóstico foram: os pequenos mamíferos não voadores, os mamíferos de médio e grande porte, e os quirópteros (mamíferos voadores).

8.2.6.5.3.1 Pequenos mamíferos não-voadores (roedores e marsupiais)

Para o diagnóstico de pequenos mamíferos não voadores serão utilizados dois métodos de amostragem: captura com armadilhas tipo live-traps (Sherman e Tomahawk) e armadilhas de interceptação e queda do tipo pitfall-traps. As armadilhas live-traps serão dispostas em uma linha com comprimento de 100 m, onde a cada intervalo de 20 m será

instalada uma estação de captura (06 estações). Cada estação de captura será constituída de duas armadilhas instaladas alternadamente no chão e no sub-bosque (± 2 m). Para a atratividade dos mamíferos, cada armadilha será iscada com iscas a base de frutas e carboidratos (por exemplo: banana, doce de amendoim e fubá de milho), e reabastecida a cada dois dias ou sempre que necessário.

As armadilhas permanecerão ativas durante 96 horas (04 dias) e serão inspecionadas pelo menos uma vez ao dia. O esforço de captura por Transecto será de 12 armadilhas por noite (06 Sherman e 06 Tomahawk).

Para cada espécime capturado e fotografado será registrado: identificação taxonômica (menor nível possível), faixa etária, sexo, condição reprodutiva, morfometria padrão (comprimentos cabeça-corpo, cauda) e massa. Também serão registrados a data, local e características ambientais da área de amostragem.

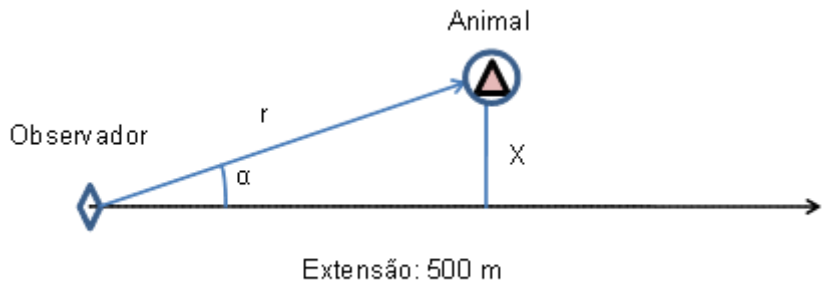
Concomitantemente à amostragem por armadilhas live-traps, serão utilizadas armadilhas de interceptação e queda (pitfalls). Essas armadilhas serão as mesmas utilizadas para o diagnóstico da herpetofauna e permanecerão abertas em campo para coleta de anfíbios, répteis e mamíferos durante o período respectivo de cada campanha.

Aos mamíferos de pequeno porte capturados em armadilhas, que pertencerem especificamente a um grupo de taxonomia dificultosa e não for possível sua identificação por meio de inspeção dos registros fotográficos, será realizado o procedimento de eutanásia conhecido por deslocamento cervical, visando a integridade do material biológico e o mínimo sofrimento do animal. Este procedimento é aceito pelo Conselho Federal de Biologia (Resolução CFBio 706/2024) e Resolução do Conselho Federal de Medicina Veterinária (RESOLUÇÃO CFMV Nº 1000/2012). Aos espécimes eutanasiados será injetado formaldeído a 10% nas pernas e coxas, braços e antebraços, ventre, tórax e cauda, para então serem acondicionados em frascos contendo álcool etílico 70%. O transporte dos frascos ao laboratório será realizado em caixas térmicas.

8.2.6.5.3.2 Mamíferos de médio e grande porte

Para a amostragem das espécies da mastofauna terrestre de médio e grande porte, o método tradicionalmente utilizado em ambiente tropical é o censo visual em transecção linear. O desenho amostral da metodologia é apresentado na Figura abaixo.

Figura 8.2-22 - Ilustração da metodologia adotada para o censo de mamíferos de médio e grande porte. Onde: X, distância perpendicular do animal à linha do transecto (trilha); r, distância de detecção do observador ao animal; α, ângulo de detecção entre o observador e o animal.



Os mamíferos de médio e grande porte serão, portanto, amostrados por meio de censos audiovisuais matutinos (06h00 às 10h00) e vespertino (13h00 às 17h00), e por registro de vestígios (pegadas, fezes, abrigos, vocalizações, ossadas etc.), que podem ser identificados com base na experiência de campo do biólogo especialista e com o auxílio de guias de campo. Cada Transecto de fauna será percorrido a uma velocidade de 01km/h, incluindo trajetos de ida e volta. Esse censo ocorrerá durante 06 dias corridos de amostragem, de maneira que todas as trilhas serão percorridas ao início e fim de cada período. Os registros serão georreferenciados e o ambiente do registro caracterizado, sempre que possível.

Além disso, serão instaladas duas câmeras trap em cada transecto de fauna em áreas propícias ao registro da mastofauna, tais quais, locais de alimentação e dessedentação. Cada câmera permanecerá ativa no período de 96h.

Serão ainda definidos os pontos de observação da mastofauna aquática e semi-aquática, para o diagnóstico desses mamíferos. A seleção dos locais amostrados será baseada principalmente na acessibilidade durante as idas a campo. Também será considerada a representatividade do local com relação à área de influência do empreendimento.

O método a ser utilizado é o de Amostragem à Distância, com o uso de binóculos, a fim de que sejam registradas as ocorrências desses mamíferos nas áreas ou a presença de vestígios em eventuais bancos de areia. As observações serão realizadas no início da manhã (entre 06:00h e 09:00h) e no final da tarde (entre 17:00h e 18:00h). O esforço amostral será de 02h de observação em cada período do dia, durante dois dias. A

presença das espécies também será verificada utilizando-se questionários simples (método indireto) aplicados aos moradores da região.

8.2.6.5.3.3 Mamíferos voadores (quirópteros)

Os quirópteros serão amostrados utilizando-se as mesmas redes de neblina empregadas para coleta de avifauna. As redes serão abertas 30 minutos antes do pôr-do-sol (18:00h) e fechadas após um período de cinco horas (23:00h). Em cada Transecto do diagnóstico serão estendidas 06 redes (três pares) de neblina, perfazendo um total de 168m2/h rede em cada Transecto.

Para cada espécime capturado será registrada, em ficha padronizada, a sua identificação taxonômica, os dados biológicos (sexo, condição reprodutiva) e morfométricos (morfometria padrão). A identificação será feita com auxílio de chave para identificação de Gegorin & Taddei (2002).

8.2.6.5.3.4 Análise dos Dados

A eficiência do esforço amostral será avaliada por meio da curva do coletor, seguindo Margurran (1988), a qual calcula o acúmulo de espécies ao longo dos dias de coleta.

Para estimar a riqueza serão utilizados os estimadores Jackknife 1, baseados na abundância (raridade) ou número de espécies representadas por 1 (singletons) ou 2 (doubletons) amostras através do programa Estimates 9.1 (COLWELL, 2009). Tais estimadores foram escolhidos por serem considerados os mais acurados de acordo com Palmer (1990) e Record & Nogueira (2007).

A diversidade de espécies será calculada através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (‘H), baseado na abundância relativa das espécies. Este índice assume que os indivíduos serão coletados aleatoriamente de uma grande população, no qual quanto maior o valor do índice, maior probabilidade de novas espécies serem registradas. O cálculo desse índice será realizado com o auxílio de programas estatísticos.

A diferença na composição de espécies entre os pontos amostrados será determinada pela aplicação de Coeficientes de Similaridade, como o de Jaccard, com posterior análise de agrupamento (Cluster Analysis), utilizando pacotes estatísticos pertinentes.

8.2.6.5.4 Comunidades Planctônicas

Nos pontos de monitoramento serão realizadas coletas de água para determinação dos fatores bióticos quali-quantitativos do zooplâncton e do fitoplâncton. As amostras biológicas destinadas ao estudo quali-quantitativo do zooplâncton e quantitativo do fitoplâncton, serão coletadas na superfície da água utilizando-se redes de plâncton com malhas de 20 a 44 m de abertura, através de arrastos horizontais na superfície da água.

Para o estudo quantitativo do fitoplâncton as coletas de água serão realizadas na superfície, paralelamente às coletas destinadas à análise dos dados abióticos utilizando uma garrafa de polietileno de 250 ml.

O material destinado ao estudo do zooplâncton será fixado em formol neutralizado a 4%, já o material destinado ao estudo do fitoplâncton será fixado em solução de transeau. Todo material coletado será acondicionado em frascos plásticos de 250 ml, os quais serão identificados com uma etiqueta padronizada contendo informações sobre a estação de coleta. Todo o material será levado para análise em laboratório de instituição credenciado.

8.2.6.5.5 Macrozoobentos

Para cada ponto, serão retiradas quatro amostras de sedimento por meio de um tubo circular (0,0079 m2) enterrado até a profundidade de 20 cm no substrato, sendo que nas drenagens lóticas serão realizadas coletas em áreas rasas, preferencialmente em margem de remanso, e no ambiente lêntico a coleta ocorrerá na zona litorânea. Três amostras serão passadas em malha nylon de 0,3 mm de abertura para a retenção dos organismos. Distância entre o local da retirada de cada amostra será de cerca de 1 m. O material retido nas malhas será acondicionado em sacos plásticos etiquetados e imediatamente fixado com solução de formaldeído a 5% neutralizada com tetraborato de sódio (Bórax) e corada com Rosa de Bengala. A quarta amostra de sedimento será resfriada em campo para posterior análise de conteúdo orgânico e granulometria.

8.2.6.5.6 Ictiofauna

Os peixes serão registrados por meio de procedimentos metodológicos amplamente utilizados em projetos de pesquisa institucionais e em diversos estudos ambientais. As capturas de peixes incluirão diferentes tipos de artefatos de pesca de natureza passiva e ativa como: redes de emalhe (malhadeiras), tarrafa, redes de arrasto e redes de mão

(peneiras), em coletas diurnas e noturnas, a fim de os métodos se complementarem e, dessa forma, garanti a eficiência do monitoramento. Juntamente com os métodos de amostragem, serão coletados dados abióticos e estruturais para analisar os parâmetros e seus efeitos na estruturação da ictiofauna.

Tais procedimentos são fundamentais quando se tem o propósito de inventariar adequadamente uma determinada região, em função da grande variedade de tamanhos, habitats preferenciais e comportamentos das diferentes espécies.

8.2.6.5.7 Macrófitas Aquáticas

A implantação de empreendimentos de grande porte em áreas florestadas gera impactos diretos sobre as florestas aluviais causando efeitos aos ecossistemas aquáticos, como alteração na qualidade da água pelo despejo de efluentes líquidos e sólidos, os quais podem causar impactos sobre a diversidade de macrófitas aquáticas. Entendem-se como macrófitas aquáticas os vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes ativas estão permanentemente ou por diversos meses, ou todos os anos, total ou parcialmente submersas em água doce ou salobra, ou ainda, flutuantes na mesma (IRGANG & GASTAL JR., 1996).

A distribuição e a abundância das macrófitas aquáticas são determinadas, entre outros fatores, pela composição dos sedimentos, turbidez das águas, disponibilidade de nutrientes e ação dos herbívoros. Além desses fatores, ocorrem, ainda, pressões antrópicas que podem induzir o aparecimento de condições adequadas para o desenvolvimento desses vegetais, tais como a construção de reservatórios artificiais e a eutrofização (BIANCHINI, 2003).

As comunidades de macrófitas aquáticas interferem positivamente na manutenção da produtividade e afetam a fauna dos ambientes aquáticos, pois participam ativamente da ciclagem de nutrientes e produção de matéria orgânica (NEIFF, 1978, 1986; THOMAZ & BINI, 2003), juntamente com as algas, formando a base da cadeia alimentar desses ecossistemas. As macrófitas também constituem áreas de refúgio e abrigo para diversos organismos, desempenhando um papel fundamental para a manutenção dos estoques naturais de peixes, pois aumentam a sobrevivência e o recrutamento de juvenis (HOEHNE 1955; LEMOS et al., 1998). Por outro lado, em alguns reservatórios, o crescimento populacional excessivo das macrófitas aquáticas pode ocasionar distúrbio

ambiental, além de prejuízos à geração de energia e navegação, entre outros usos múltiplos (JUNK et al., 1981).

A movimentação da água pode atuar diretamente sobre o vegetal ou indiretamente, interferindo na estabilidade do sedimento. Em rios com elevada velocidade de corrente, as macrófitas aquáticas flutuantes são transportadas devido à grande movimentação da coluna d'água. As espécies enraizadas também não se desenvolvem sob essas condições, pois o sedimento torna-se instável, seja pela ocorrência de áreas de intensa erosão ou pela ocorrência de áreas com intensa sedimentação, o que impede a fixação desses vegetais ao substrato. A velocidade de corrente moderada estimula o desenvolvimento de macrófitas, provavelmente, por dois aspectos principais: (a) pelas condições desfavoráveis ao crescimento de fitoplâncton que podem, por sua vez, estimular o crescimento de espécies submersas; (b) para as flutuantes pelo aumento da renovação de nutrientes devido ao constante transporte de íons em solução e de material particulado que aderem às raízes (CAMARGO et al., 2003).

8.2.6.5.7.1 Procedimentos metodológicos

A vegetação de macrófitas aquáticas será amostrada utilizando os procedimentos de Avaliação Ecológica Rápida (AER), um protocolo qualitativo para inventário florístico baseado em Pontos de Observações (PO's). Os PO's são áreas pontuais com diâmetro de 5X5 m onde são registradas todas as macrófitas aquáticas existentes.

Os PO's serão delimitados com 4 piquetes colocados a 5 m de cada um formando um quadrado. Os pontos serão escolhidos de acordo com o local de maior diversidade de espécies encontradas, contemplando os mesmos pontos de coleta de plâncton, bentos e qualidade da água.

A cada espécie será atribuída uma ocorrência ou densidade relativa e subjetiva, podendo ser: (i) Abundante: espécies cujas populações são muito numerosas e que chegam a formar manchas ou agregados monoespecíficos; (ii) Comum: espécies também numerosas, porém não formando agregados; (iii) Ocasional: espécies cujo padrão de ocorrência se assemelha àquele esperado ao acaso e, (iv) Rara: espécies que ocorrem em baixa densidade, com 1 indivíduo por PO.

As macrófitas aquáticas apresentam diferentes formas de vida, podendo ser classificadas em sete tipos distintos (POTT & POTT, 2000):

1) Anfíbia ou semi-aquática: capaz de viver bem tanto em área alagada como fora da água, geralmente modificando a forma da fase aquática para a terrestre quando baixam as águas.

2) Emergente: enraizada no fundo, parcialmente submersa e parcialmente fora d'água.

3) Flutuante fixa: enraizada no fundo, com caules e/ou ramos e/ou folhas flutuantes.

4) Flutuante livre: não enraizada no fundo, podendo ser levada pela correnteza, pelo vento ou até por animais.

5) Submersa fixa: enraizada no fundo, caule e folhas submersas, geralmente saindo somente a flor para fora d'água.

6) Submersa livre: não enraizada no fundo, totalmente submersa, geralmente só com as flores para fora d'água.

7) Epífita: que se instala sobre outras plantas aquáticas.

Será apresentada a lista das espécies encontradas com registros georreferenciados; o esforço de amostragem; a eficiência amostral; e os parâmetros ecológicos da comunidade referentes à composição, riqueza, abundância, dominância e diversidade de espécies deverão ser comparados entre os pontos. Esses parâmetros serão relacionados às condições abióticas dos locais de amostragem. Será apresentada a distribuição das abundâncias por forma de vida, para se verificar que classe está dominando nos locais de amostragem.

Os registros das espécies serão confrontados aos disponíveis em literatura especializada (publicações acadêmicas e/ou outras fontes de dados secundários), servindo para aprimorar a lista de espécies local e regional.

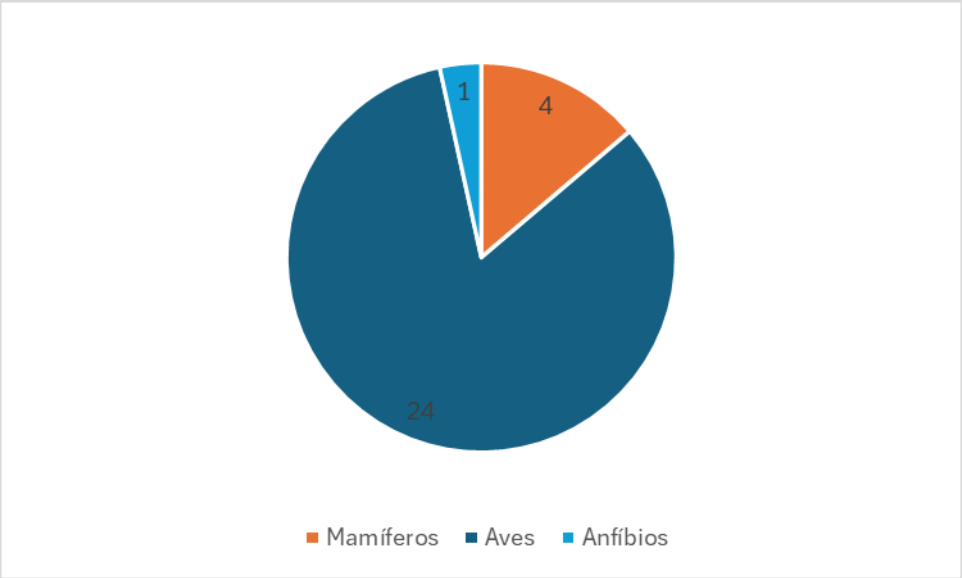
8.2.6.5.8 Espécies Ameaçadas de Extinção

Considerando a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção na área de influência da CTR Metropolitana, durante a execução do Programa de monitoramento, será dada atenção especial às espécies inseridas em categorias de ameaça nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção.

Considerando todos os grupos de vertebrados de fauna amostrados: mastofauna, aves e herpetofauna, dentre as espécies registradas no EIA/RIMA da CTR Metropolitana, 29 estão ameaçadas de extinção, conforme indicado nas quatro listas oficiais consultadas: lista estadual (COEMA, 2007), nacional (Portaria MMA nº 444/2014, alterada pela Portaria MMA nº 148/2022 c/c Portaria MMA nº 354/2023) e mundial (IUCN, 2025), Quadro abaixo.

A Classe Aves foi a que mais apresentou espécies ameaçadas, conforme o esperado, pois o número de espécies desse grupo, geralmente é muito mais elevado que a riqueza obtida para mastofauna e herpetofauna (Figura abaixo). Não foi registrada nenhuma espécie ameaçada para a Classe Reptilia (répteis).

Figura 8.2-23 - Número de espécies ameaçadas de extinção por Classe registradas no EIA/RIMA da CTR Metropolitana, em Acará/PA.



É importante ressaltar que os status “quase ameaçada” (NT) e “deficiente em dados” (DD) não representam efetivamente uma ameaça de extinção. No entanto, são vistos como um alerta, pois em caso de inércia de atitudes relacionadas à conservação das espécies, em um curto tempo, o grau de ameaça que antes era um alerta pode se tornar um status de ameaça efetivo.

Entre as Aves, merecem destaque as Famílias que incluem espécies de maior porte e de hábitos terrestres altamente visadas por caçadores, como a família Cracidae, com destaque para o jacupiranga (Penelope pileata), ameaçado de extinção. Além disso,

dentre as espécies de aves registradas, podem ser alvo de captura e do comércio ilegal de animais, as incluídas na família Psittacidae, sendo especialmente procurados os papagaios e araras, e Ramphastidae (tucanos e araçaris). Tais capturas sem critério e ilícitas podem causar declínios consideráveis nas populações dessas aves, muitas das quais já se encontram ameaçadas pela eliminação e perturbação de seus habitats preferenciais.

Para a mastofauna, Speothos venaticus (cachorro-do-mato-vinagre) é uma espécie de canídeo de comportamento social (agrega-se em grupos familiares de três a dez indivíduos) que possui padrão reprodutivo permanente, influenciado por fatores sociais, sem interferência sazonal. Macho e fêmea são responsáveis pelo cuidado da prole (nesse período o casal se afasta do grupo), que costuma ser de dois a seis filhotes, após gestação que varia entre 60 e 83 dias. O desmame ocorre após 75 dias do nascimento (REIS et al., 2011). Puma concolor (onça-parda) é o felídeo com a distribuição mais ampla nas américas e é a segunda maior espécie de felino do Brasil. A gestação dura cerca de 84 a 98 dias, com o nascimento de um a seis filhotes. Esses nascem com manchas em toda a pelagem, que desaparecem à medida que os filhotes crescem (REIS et al., 2011). Leopardus wiedii (gato-maracajá) é uma espécie de felino que alcança a maturidade sexual por volta de dois a três anos de idade. A gestação tem duração de 81 a 84 dias, e normalmente nasce apenas um filhote. As fêmeas dessa espécie apresentam ovulação espontânea com maior frequência do que fêmeas de outras espécies de pequenos felinos brasileiros (REIS et al., 2011). O sagui-una Saguinus ursula é uma espécie de primata de menor porte que forma grupos entre dois e 13 indivíduos. Nesses grupos, apenas uma fêmea reproduz, uma ou duas vezes ao ano, nascendo até dois filhotes. Os machos auxiliam as fêmeas no cuidado parental. Mecanismos comportamentais e fisiológicos são os responsáveis por manter essa soberania reprodutiva de apenas uma fêmea viável no grupo (REIS et al., 2011) (Quadro abaixo).

Para o anfíbio ameaçado registrado, a salamandra Bolitoglossa paraensis está ameaçada principalmente pelo desmatamento devido ao crescimento urbano na região metropolitana de Belém, que só vem se ampliando (Quadro abaixo). Outros fatores de perda de habitat incluem a expansão agrícola (lavouras, plantações e gado), o aumento

do uso do fogo para criar e manter terras agrícolas, a extração de madeira e a criação de barragens e estradas (MACHADO et al., 2021).

Quadro 8.2-8 - Espécies da fauna registradas durante o EIA/RIMA da CTR Metropolitana ameaçadas de extinção, em Acará/PA. Legenda: NT – quase ameaçada; VU – vulnerável; LC – pouco preocupante; DD – dados insuficientes; NC – não consta.

Espécie	Nome comum	IUCN (2025)	MMA (2022)	COEMA (2007)	CITES (2025)
CLASSE MAMMALIA					
Ordem Carnivora					
Família Canidae					
Speothos venaticus	cachorro-do-mato-vinagre	NT	VU	NC	I
Família Felidae					
Puma concolor	onça-parda	LC	NT	VU	I, II
Leopardus wiedii	gato-maracajá	NT	VU	NC	I
Ordem Primates					
Família Callithrichidae					
Saguinus ursula	sagui-una	VU	VU	NC	
CLASSE AVES					
Ordem Galliformes					
Família Cracidae					
Penelope pileata	jacupiranga	VU	VU	NC	NC
Família Accipitridae					
Morphnus guianensis	uiraçu-falso	NT	VU	NC	II
Harpia harpyja	gavião-real	VU	VU	NC	I
Ordem Gruiformes					
Família Psophiidae					
Psophia obscura	jacamim-de-costas-escuras	CR	CR	EN	NC
Ordem Charadriiformes					
Família Scolopacidae					
Calidris pusilla	maçarico-rasteirinho	NT	EN	NC	NC
Família Sternidae					
Thalasseus maximus	trinta-réis-real	LC	EN	VU	NC

Espécie	Nome comum	IUCN (2025)	MMA (2022)	COEMA (2007)	CITES (2025)
Ordem Cuculiformes					
Família Cuculidae					
Neomorphus geoffroyi	jacu-estalo	VU	VU	NC	NC
Ordem Apodiformes					
Família Trochilidae					
Threnetes leucurus	balança-rabo-de-garganta-preta	LC	LC	EN	II
Lophornis gouldii	topetinho-do-brasil-central	NT	VU	NC	II
Ordem Piciformes					
Família Ramphastidae					
Pteroglossus bitorquatus	araçari-de-pescoço-vermelho	NT	VU	EN	NC
Família Picidae					
Piculus chrysochloros	pica-pau-dourado-escuro	LC	VU	EN	NC
Celeus torquatus	pica-pau-de-coleira	LC	VU	EN	NC
Ordem Psittaciformes					
Família Psittacidae					
Guaruba guarouba	ararajuba	VU	VU	VU	I
Pyrrhura coerulescens	tiriba-pérola	VU	VU	EN	II
Ordem Passeriformes					
Família Thamnophilidae					
Thamnophilus aethiops	choca-lisa	LC	LC	EN	NC

Espécie	Nome comum	IUCN (2025)	MMA (2022)	COEMA (2007)	CITES (2025)
Phlegopsis nigromaculata	mãe-de-taoca	LC	VU	EN	NC
Família Dendrocolaptidae					
Dendrocincla merula	arapaçu-da-taoca	LC	VU	EN	NC
Dendrexetastes rufigula	arapaçu-galinha	LC	VU	EN	NC
Dendrocolaptes medius	arapaçu-barrado-do-leste	NC	VU	EN	NC
Família Furnariidae					
Synallaxis rutilans	joão-teneném-castanho	LC	LC	EN	NC
Família Cotingidae					
Procnias albus	araponga-da-amazônia	LC	VU	NC	NC
Família Pipritidae					
Piprites chloris	papinho-amarelo	LC	LC	EN	NC
Família Rhynchocyclidae					
Tolmomyias assimilis	bico-chato-da-copa	LC	LC	EN	NC
Família Thraupidae					
Tangara velia	saíra-diamante	LC	VU	EN	NC
CLASSE AMPHIBIA					
Ordem Urodela					
Família Plethodontidae					
Bolitoglossa paraensis	salamandra	LC	LC	VU	NC

O monitoramento de espécies ameaçadas de extinção, bem como as ações de mitigações e controle de impactos ambientais sobre as espécies ameaçadas, será executado de acordo com o que estabelece o Plano de Redução de Impactos à

Biodiversidade – PRIM (2018) apresenta ações orientativas para minimizar os impactos potenciais sobre a biodiversidade sensível que balizaram este Programa.

Seguindo essas orientações, parte dessas ações recomendadas neste programa já foram adotadas no EIA, como o processo de escolha e seleção da área de implantação da CTR Metropolitana. O PRIM recomenda que para evitar/minimizar esses impactos, deve ser feita uma análise de escolha locacional dos empreendimentos que minimize perdas líquidas à biodiversidade, conforme apresentado no capítulo 3 – Alternativas Locacionais.

Conforme a primeira etapa da hierarquia de mitigação de impactos (evitar- mitigar - compensar), será evitado e ou bem planejado intervenções na implantação e operação da CTR nas áreas de relevância biológica. Tanto a escolha da área como o planejamento das etapas de implantação e operação levarão em consideração ações que preservem áreas nativas contíguas aquelas a serem impactadas e a recuperação de outras, de forma a manter as suas condições ambientais, permitindo o deslocamento destas espécies para as áreas a serem preservadas, com mínimo de trauma e riscos de perda.

O diagnóstico dessas espécies considerou as áreas diretamente afetadas e das áreas de influência, de forma a garantir que elas ocorram também nessas áreas que não serão afetadas.

Os impactos potenciais que podem interferir sobre as espécies ameaçadas foram identificados e descritos no capítulo 7 – Avaliação de Impactos Ambientais.

8.2.6.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo constitui-se pelo empreendedor, o órgão ambiental, as instituições regionais de pesquisa, bem como a comunidade localizada ao entorno do empreendimento.

8.2.6.7 ABRANGÊNCIA

O Programa de Monitoramento da Fauna Silvestre será focado na área de influência direta do Projeto (AID).

8.2.6.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

O presente programa tem como inter-relação com o Programa de Comunicação Social, Programa de Educação Ambiental, Programa de Afugentamento Resgate e Translocação da Fauna e Programa de Monitoramento e Controle da Fauna Sinantrópica, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.2.6.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa é de responsabilidade da CTR Metropolitana que contará com um coordenador de meio ambiente. As atividades desse programa poderão ser realizadas pela própria da CTR metropolitana ou empresa contratada, sendo que a emissão de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) será necessária. Além do coordenador será necessária a presença de profissionais das ciências biológicas, com experiência comprovada em monitoramentos ou inventários de fauna silvestre.

8.2.6.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O desenvolvimento do Programa de Monitoramento de Fauna Silvestre deverá ter início ainda na fase de implantação (Quadro abaixo). Após a fase de implantação e o primeiro ano de operação, deverá ser efetuada uma avaliação das ações de modo a, eventualmente, haver uma adequação ou ajustes na metodologia aplicada.

Quadro 8.2-9 - Cronograma de execução do Programa de monitoramento da biota terrestre e aquática na área da CTR Metropolitana, em Acará/PA.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Instalação dos transectos e mobilização das equipes																		
Execução da campanha de Monitoramento da biota terrestre e aquática																		
Análise dos dados																		
Elaboração dos relatórios trimestrais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.2.7 PROGRAMA DE PROTEÇÃO ARBÓREA

8.2.7.1 JUSTIFICATIVA

O presente Programa de Proteção Arbórea tem como finalidade a implantação de um cinturão verde no perímetro da propriedade da Central de Tratamento de Resíduos Metropolitana (CTR Metropolitana). A criação dessa faixa vegetada visa atenuar os impactos ambientais e sociais associados ao empreendimento, especialmente no que se refere à dispersão de odores e à poluição visual, além de constituir uma forma eficiente, ambientalmente adequada e menos invasiva de demarcar e proteger os limites da área operacional.

O cinturão vegetado atuará como uma barreira física e visual, restringindo a visibilidade do interior da CTR e promovendo a integração paisagística com o entorno. A seleção de espécies nativas e leguminosas de rápido crescimento permitirá a formação célere de uma cobertura vegetal densa, contribuindo para o incremento da matéria orgânica no solo, a melhoria da fertilidade, a redução da evaporação hídrica e a proteção da estrutura do solo frente à ocorrência de processos erosivos.

8.2.7.2 OBJETIVOS

Este programa tem como objetivo principal a implantação do Cinturão de Proteção Arbórea na área da propriedade da CTR Metropolitana, visando à estabilização ambiental da área e à melhoria do seu aspecto paisagístico. Para isso, será realizado o plantio de espécies nativas e leguminosas de rápido crescimento, com o propósito de restabelecer gradualmente o ecossistema local.

8.2.7.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

O Programa de Proteção Arbórea abrangerá todas as fases do empreendimento, incluindo implantação, operação e encerramento da CTR Metropolitana.

- Mitigar efeitos sobre a paisagem natural em decorrência da implantação, operação e encerramento do projeto;
- Atenuar os odores, ruídos e poeiras para as áreas externas ao projeto;
- Melhorar o aspecto paisagístico da área;
- Reunir amostras de espécies que ocorrem naturalmente na região;
- Manutenção da biodiversidade e a variabilidade genética existente no local;

- Facilitar o fluxo genético entre populações;

8.2.7.4 ASPECTOS LEGAIS

O presente programa possui como dispositivo legal:

- Norma Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR) nº 13896/2017, a qual dispõe sobre Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação (4.2 - Isolamento e sinalização: d) cerca viva arbustiva ou arbórea ao redor da instalação, quando os aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética assim o exigirem.

8.2.7.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

8.2.7.5.1 Área do Projeto

A área abrangida pelo Programa de Proteção Arbórea corresponde à faixa perimetral do empreendimento, localizada dentro dos limites da propriedade da CTR Metropolitana, caracterizando-se como parte da Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto. O perímetro da propriedade tem aproximadamente 7.060 metros de extensão. Considerando a implantação de um cinturão arbóreo com largura média de 30 metros ao longo de todo esse contorno, estima-se uma área total de intervenção de aproximadamente 211.800 m², equivalentes a 21,18 hectares.

É importante destacar que, em determinados trechos do perímetro, o empreendimento faz limite com fragmentos florestais previamente existentes, os quais serão integralmente preservados, os quais já atuam como barreiras naturais, cumprindo a função de delimitação física da área e restrição de acesso. Nessas áreas, a implantação do cinturão arbóreo não será necessária, uma vez que os fragmentos florestais existentes já cumprem a função de barreira natural. No entanto, nas porções do entorno em que a vegetação nativa se apresenta rala ou descontínua, sem eficácia como cortina verde, será necessária a realização de plantios de enriquecimento. Esses plantios terão como objetivo complementar a cobertura vegetal e garantir a formação de uma barreira visual e ecológica efetiva ao longo do perímetro do empreendimento.

Esses fragmentos remanescentes poderão desempenhar um papel estratégico como bancos de sementes e fontes de material genético para a produção de mudas destinadas à implantação de outros programas ambientais, como o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

8.2.7.5.2 Plantio

O projeto do Cinturão de Proteção Arbórea propõe o plantio consorciado. Este tipo de plantio tem sido adotado a fim de reduzir os danos ambientais. As mudas utilizadas para o plantio deverão ter altura igual ou superior a 50 cm, não apresentar patógenos e estar em boas condições fitossanitárias.

O plantio geralmente deve ser iniciado pouco antes das primeiras chuvas, para facilitar a disponibilidade de água para as mudas de espécies arbóreas a serem implantadas, uma vez que a irrigação é extremamente onerosa e praticamente inviável. Portanto, o plantio deve ser realizado durante o final do verão e início do inverno amazônico.

8.2.7.5.3 Seleção de Espécies

As espécies indicadas para este programa foram selecionadas com base no levantamento florístico realizado na Área Diretamente Afetada (ADA) e na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento (Quadro abaixo). A escolha priorizou espécies nativas com ocorrência comprovada na região, incluindo leguminosas de rápido crescimento, de modo a favorecer a adaptação ao ambiente local e promover a restauração ecológica eficiente.

Quadro 8.2-10 - Lista de espécies de espécies selecionadas.

Família	Nome científico	Nome popular
Anacardiaceae	*Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl.	cajuí
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis* Aubl.	tapiririca
Anacardiaceae	*Spondias mombin* L.	taperebá
Annonaceae	*Guatteria megalophylla* Diels	envira
Annonaceae	*Fusaea longifolia* (Aubl.) Saff.	envira
Annonaceae	*Annona paludosa* Aubl.	envira
Annonaceae	*Duguetia flagellaris* Huber	amejú
Annonaceae	*Annona exsucca* DC.	envira
Annonaceae	*Annona densicoma* Mart.	envira preta

Família	Nome científico	Nome popular
Annonaceae	*Guatteria poeppigiana* Mart.	envira preta
Annonaceae	*Xylopia cayennensis* Maas	envira vermelha
Annonaceae	*Xylopia nitida* Dunal	envira branca
Annonaceae	*Xylopia benthamii* R.E.Fr.	envira amarela
Annonaceae	*Xylopia frutescens* Aubl.	envira vermelha
Apocynaceae	*Rauvolfia pentaphylla* (Huber) Ducke	
Apocynaceae	*Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg.	araracanga
Apocynaceae	*Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll.Arg.	araracanga
Apocynaceae	*Ambelania acida* Aubl.	pepino do mato
Apocynaceae	*Aspidosperma excelsum* Benth.	pau de rego
Apocynaceae	*Couma guianensis* Aubl.	sova
Apocynaceae	*Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	sucúuba
Apocynaceae	*Lacmellea aculeata* (Ducke) Monach.	pau de colher
Apocynaceae	*Parahancornia fasciculata* (Poir.) Benoist	amapá
Apocynaceae	*Tabernaemontana heterophylla* Vahl	leiteira
Araliaceae	*Schefflera morototon*i (Aubl.) Maguire et al.	morototó
Bignoniaceae	*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose	pau d'arco
Bignoniaceae	*Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don	pará pará
Boraginaceae	*Cordia nodosa* Lam.	uruasinho
Boraginaceae	*Cordia lomatoloba* I.M. Johnst.	grão de galo
Boraginaceae	*Cordia exaltata* Lam.	grão de galo

Família	Nome científico	Nome popular
Burseraceae	*Protium pilosum* (Cuatrec.) Daly	breu vermelho
Burseraceae	*Protium spruceanum* (Benth.) Engl.	breu branco
Burseraceae	*Protium trifoliolatum* Engl.	breu vermelho
Burseraceae	*Protium crenatum* Sandwith	breu
Burseraceae	*Protium sagotianum* Marchand	breu vermelho
Burseraceae	*Trattinnickia rhoifolia* Willd.	breu suqueria
Calophyllaceae	*Caraipa densifolia* Mart.	tamacoré
Cannabaceae	*Trema micrantha* (L.) Blume	periquiteira
Cardiopteridaceae	*Dendrobangia boliviana* Rusby	caferana
Caryocaraceae	*Caryocar microcarpum* Ducke	piquiarana
Caryocaraceae	*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.	piquiá
Chrysobalanaceae	*Parinari excelsa* Sabine	parinari
Chrysobalanaceae	*Licania membranacea* Sagot ex Laness.	cariperana
Chrysobalanaceae	*Hirtella glandulosa* Spreng.	cariperana
Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco* L.	Abajuru
Chrysobalanaceae	*Licania laxiflora* Fritsch	anerá
Chrysobalanaceae	*Parinari campestris* Aubl.	
Chrysobalanaceae	*Couepia guianensis* subsp. divaricata (Huber) Prance	ripeiro
Chrysobalanaceae	*Hirtella eriandra* Benth.	faieira
Clusiaceae	*Tovomita fructipendula* (Ruiz & Pav.) Cambess.	mangue
Clusiaceae	*Garcinia macrophylla* Mart.	bacuri

Família	Nome científico	Nome popular
Clusiaceae	*Tovomita* cf *secunda* Poepp. ex Planch. & Triana	Mangue
Clusiaceae	*Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi	bacuri
Clusiaceae	*Clusia grandiflora* Splitg.	ceboleira
Clusiaceae	*Garcinia sp*.	bacuri
Clusiaceae	*Tovomita sp*.	mangue
Clusiaceae	*Caraipa grandifolia* Mart.	tamaquaré
Clusiaceae	*Symphonia globulifera* L.f.	nani
Clusiaceae	*Tovomita umbellata* Benth.	manguerana
Clusiaceae	*Tovomita brevistaminea* Engl.	mangue
Combretaceae	*Buchenavia parvifolia* Ducke	cará, cará
Combretaceae	*Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) R.A. Howard	cará cará
Cyatheaceae	*Cyathea cyatheoides* (Desv.) K.U. Kramer	
Dichapetalaceae	*Tapura amazonica* Poepp. & Endl.	amapá
Dichapetalaceae	*Tapura singularis* Ducke	pau de bicho
Elaeocarpaceae	*Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth.	urucurana
Elaeocarpaceae	*Sloanea porphyrocarpa* Ducke	urucurana
Euphorbiaceae	*Aparisthmium cordatum* (A. Juss.) Baill.	marmeleiro
Euphorbiaceae	*Alchornea fluviatilis* Secco	
Euphorbiaceae	*Croton matourensis* Aubl.	muratá
Euphorbiaceae	*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll.Arg.	seringueira
Euphorbiaceae	*Mabea speciosa* Müll. Arg.	taquari

Família	Nome científico	Nome popular
Euphorbiaceae	*Maprounea guianensis* Aubl.	faveira amargosa
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum* (L.) Morong	burra leiteira
Euphorbiaceae	*Sagotia racemosa* Baill.	arataciú
Euphorbiaceae	*Hura crepitans* L.	assacú
Fabaceae	*Swartzia arborescens* (Aubl.) Pittier	Sucupira branca
Fabaceae	*Campsiandra laurifolia* Benth	acapurana
Fabaceae	*Inga disticha* Benth.	Ingá
Fabaceae	*Stryphnodendron rotundifolium* Mart.	paricarana
Fabaceae	*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.	cumaru
Fabaceae	*Hymenolobium excelsum* Ducke	angelim da mata
Fabaceae	*Cassia leiandra* Benth.	marimari
Fabaceae	*Hymenolobium modestum* Ducke	angelim pedra falso
Fabaceae	*Vatairea paraensis* Ducke	angelim amargoso
Fabaceae	*Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith	jutaí mirim
Fabaceae	*Dinizia excelsa* Ducke	angelim vermelho
Fabaceae	*Abarema jupunba* (Willd.) Britton & Killip	pau de bicho
Fabaceae	*Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico	bicheiro
Fabaceae	*Amphiodon effusus* Huber	rim de paca
Fabaceae	*Batesia floribunda* Benth.	acapurana
Fabaceae	*Copaifera duckei* Dwyer	copaíba
Fabaceae	*Crudia bracteata* Benth.	rim de paca
Fabaceae	*Diplotropis purpurea* (Rich.) Amshoff	sucupira
Fabaceae	*Dimorphandra macrostachya* Benth.	asa de pombo
Fabaceae	*Diplotropis brasiliensis* (Tul.) Benth.	sucpira amrela

Família	Nome científico	Nome popular
Fabaceae	*Diplotropis purpurea* var. leptophylla (Kleinh.) Yakovlev	sucupira amarela
Fabaceae	*Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth.	paricá
Fabaceae	*Hymenaea courbaril* L.	jatobá
Fabaceae	*Inga rubiginosa* (Rich.) DC.	inga peludo
Fabaceae	*Inga thibaudiana* DC.	inga xixi
Fabaceae	*Inga alba* (Sw.) Willd.	ingá
Fabaceae	*Inga nobilis* Willd.	inga xixica
Fabaceae	*Macrolobium bifolium* (Aubl.) Pers.	apeoa
Fabaceae	*Ormosia coutinhoi* Ducke	buiuçu
Fabaceae	*Ormosia flava* (Ducke) Rudd	tento
Fabaceae	*Parkia multijuga* Benth.	visgueiro
Fabaceae	*Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.	angelim bolota
Fabaceae	*Parkia nitida* Miq	fava atanã
Fabaceae	*Pterocarpus rohrii* Vahl	mututi
Fabaceae	*Pseudopiptadenia psilostachya* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima	timborana
Fabaceae	*Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	faveirinha
Fabaceae	*Senna bacillaris* (L.f.) H.S. Irwin & Barneby	
Fabaceae	*Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr.	paricá
Fabaceae	*Swartzia brachyrachis* Harms	muirágiboia
Fabaceae	*Tachigali glauca* Tul.	tachi preto

Família	Nome científico	Nome popular
Fabaceae	*Tachigali guianensis* (Benth.) Zarucchi & Herend.	tachi fogo
Fabaceae	*Tachigali paniculata* Aubl.	tachi
Fabaceae	*Vatairea erythrocarpa* (Ducke) Ducke	fava
Fabaceae	*Vouacapoua americana* Aubl.	acapú
Goupiaceae	*Goupia glabra* Aubl.	cupiúba
Humiriaceae	*Duckesia verrucosa* (Ducke) Cuatrec.	uchi coroa
Humiriaceae	*Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec.	Uchi
Humiriaceae	*Richeria grandis* Vahl	orelha de onça
Humiriaceae	*Vantanea guianensis* Aubl.	uxirana
Hypericaceae	*Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.	lacre
Hypericaceae	*Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy	lacre
Icacinaceae	*Poraqueiba guianensis* (Aubl.) Sw.	umari
Icacinaceae	*Emmotum fagifolium* Desv. ex Ham.	marirana
Lacistemaceae	*Lacistema aggregatum* (P.J. Bergius) Rusby	apuizinho
Lacistemaceae	*Lacistema pubescens* Mart.	apuizinho
Lauraceae	*Nectandra cuspidata* Nees	louro tamanco
Lauraceae	*Aniba williamsii* O. C. Schmidt	louro peludo
Lauraceae	*Ocotea acutangula* (Miq.) Mez	louro tamacoré
Lauraceae	*Ocotea guianensis* Aubl.	louro pimenta
Lecythidaceae	*Eschweilera micrantha* (O. Berg) Miers	matamatá
Lecythidaceae	*Lecythis idatimon* Aubl.	jatereua
Lecythidaceae	*Lecythis pisonis* Cambess.	sapucaia
Lecythidaceae	*Bertholletia excelsa* Bonpl.	castanha do Brasil

Família	Nome científico	Nome popular
Lecythidaceae	*Couratari guianensis* Aubl.	tauari
Lecythidaceae	*Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori	matamatá
Lecythidaceae	*Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith	matamatá branco
Lecythidaceae	*Lecythis cf corrugata* Poit.	jarana
Linaceae	*Hebepetalum humiriifolium* (G. Planch.) Benth.	abacatarana
Malpighiaceae	*Byrsonima crispa* A. Juss.	muruci
Malpighiaceae	*Byrsoniama japurensis* A. Juss	murici
Malvaceae	*Cochlospermum orinocense* (Kunth) Steud.	samaúma brava
Malvaceae	*Luehea grandiflora* Mart. & Zucc.	açoita cavalo
Malvaceae	*Pachira aquatica* Aubl. var. aquatica	mamorana
Malvaceae	*Apeiba glabra* Aubl.	embueira
Malvaceae	*Eriotheca globosa* (Aubl.) A. Robyns	samaúma da terra firme
Malvaceae	*Herrania mariae* (Mart.) Decne. ex Goudot	cacau jacaré
Malvaceae	*Sterculia pruriens* (Aubl.) K. Schum.	envira branca
Malvaceae	*Theobroma subincanum* Mart.	cupuí
Malvaceae	*Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng.	cacauí
Melastomataceae	*Miconia alata* (Aubl.) DC.	
Melastomataceae	*Miconia chrysophylla* (Rich.) Urb.	Papa-terra
Melastomataceae	*Bellucia grossularioides* (L.) Triana	papa terra
Melastomataceae	*Bellucia egensis* (DC.) Penneys, Michelangeli, Judd, and Almeda	papa terra
Melastomataceae	*Henriettea ramiflora* (Sw.) DC.	papa terra vermelha

Família	Nome científico	Nome popular
Melastomataceae	*Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC.	tinteiro
Meliaceae	*Cedrela odorata* L.	cedro
Meliaceae	*Trichilia schomburgkii* C.DC.	
Meliaceae	*Carapa guianensis* Aubl.	andiroba
Moraceae	*Maquira guianensis* Aubl.	muiratinga
Moraceae	*Ficus obtusifolia* Kunth	apuí
Moraceae	*Ficus nymphaeifolia* Mill.	apuí
Moraceae	*Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger et al.	
Moraceae	*Bagassa guianensis* Aubl.	tatajuba
Moraceae	*Brosimum guianense* (Aubl.) Huber	caxinduba
Moraceae	*Helicostylis pedunculata* Benoist	muiratinga
Moraceae	*Sorocea amazonica* Miq.	
Myristicaceae	*Virola sebifera* Aubl.	ucuúba
Myristicaceae	*Iryanthera paraensis* Huber	ucuubarana
Myristicaceae	*Compsoneura ulei* Warb.	envirola
Myristicaceae	*Iryanthera sagotiana* (Benth.) Warb.	ucúuba
Myristicaceae	*Iryanthera juruensis* Warb.	ucuubarana
Myristicaceae	*Osteophloeum platyspermum* (Spruce ex A.DC.) Warb.	ucúuba
Myristicaceae	*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb.	virola
Myrtaceae	*Myrcia bracteata* (Rich.) DC.	murta-branca
Myrtaceae	*Eugenia omissa* McVaugh	goiabarana

Família	Nome científico	Nome popular
Myrtaceae	*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg	goiabinha
Myrtaceae	*Eugenia florida* DC	goiabarana
Myrtaceae	*Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg	goiabinha
Myrtaceae	*Calyptranthes* cf densiflora O. Berg	goiabarana
Myrtaceae	*Eugenia cupulata* Amshoff	jambinho da mata
Myrtaceae	*Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC.	murta preta
Nyctaginaceae	*Neea madeirana* Standl.	joão mole
Ochnaceae	*Ouratea paraensis* Huber	pau de cobra
Olacaceae	*Heisteria acuminata* (Humb. & Bonpl.) Engl.	pipo de macaco
Olacaceae	*Ptychopetalum olacoides* Benth.	marapuama
Primulaceae	*Cybianthus guyanensis* (A.DC.) Miq.	
Quiinaceae	*Lacunaria jenmanii* (Oliv.) Ducke	moela de mutum
Quinaceae	*Lacunaria macrostachya* (Tul.) A.C.Sm.	moela de mutum
Rhizophoraceae	*Cassipourea guianensis* Aubl.	capitú
Rubiaceae	*Isertia coccinea* (Aubl.) J.F. Gmel.	coraleira
Rubiaceae	*Palicourea guianensis* Aubl.	café bravo
Rubiaceae	*Palicourea longistipulata* Standl.	
Rubiaceae	*Faramea corymbosa* Aubl.	verdinha
Rubiaceae	*Tocoyena longiflora* Aubl.	cauaçu
Rubiaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.	tamanqueira
Rutaceae	*Zanthoxylum sprucei* Engl.	tamanqueira
Rutaceae	*Neoraputia paraensis* (Ducke) Emmerich ex Kallunki	quina do mato

Família	Nome científico	Nome popular
Rutaceae	*Euxylophora paraensis* Huber	pau amarelo
Salicaceae	*Neoptychocarpus apodanthus* (Kuhlm.) Buchheim	ripeiro
Salicaceae	*Ryania angustifolia* (Turcz.) Monach.	
Salicaceae	*Casearia javitensis* Kunth	quariquara
Salicaceae	*Casearia cf duckeana* Sleumer	
Salicaceae	*Banara guianensis* Aubl.	andorinheira
Salicaceae	*Asearia grandiflora* Cambess.	comida de pombo
Salicaceae	*Laetia procera* (Poepp.) Eichler	rabo de mucura
Sapindaceae	*Matayba arborescens* (Aubl.) Radlk.	espeturana
Sapotaceae	*Pouteria stipulifera* T.D. Penn.	Guajará
Sapotaceae	*Pouteria cuspidata* (A.DC.) Baehni	abíu
Sapotaceae	*Pradosia granulosa* Pires & T.D. Penn.	casca doce
Sapotaceae	*Chrysophyllum prieurii* A.DC.	guajará
Sapotaceae	*Manilkara paraensis* (Huber) Standl.	maçaranduba
Sapotaceae	*Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	guajará popoca
Sapotaceae	*Chrysophyllum argenteum* Jacq.	guajará branco
Sapotaceae	*Ecclinusa ramiflora* Mart.	seringarana
Sapotaceae	*Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev.	maparajuba
Sapotaceae	*Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach.	maçaranduba
Sapotaceae	*Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre subsp. guyanensis	abiu branco
Sapotaceae	*Micropholis acutangula* (Ducke) Eyma	abíu

Família	Nome científico	Nome popular
Sapotaceae	*Pouteria campanulata* Baehni	guajara branco
Sapotaceae	*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.	abiu vermelho
Sapotaceae	*Pouteria decorticans* T.D. Penn.	guajará preto
Sapotaceae	*Pouteria guianensis* Aubl.	guajará tuíra
Sapotaceae	*Pouteria eugeniifolia* (Pierre) Baehni	abíu
Sapotaceae	*Pradosia granulosa* Pires & T.D. Penn.	casca doce
Simaroubaceae	*Simaba cedron* Planch.	marupatinga
Simaroubaceae	*Simarouba amara* Aubl.	marupá
Urticaceae	*Cecropia distachya* Huber	embauba vermelha
Urticaceae	*Cecropia palmata* Willd.	embaúva
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul	embaúba branca
Urticaceae	*Pourouma guianensis* Aubl.	mapatirana
Urticaceae	*Pourouma mollis* Trécul	mapatirana
Violaceae	*Rinorea riana* Kuntze	espeteiro
Violaceae	*Rinorea racemosa* (Mart.) Kuntze	jacamim preto
Violaceae	*Rinorea guianensis* Aubl.	espeteiro
Vochysiaceae	*Erisma uncinatum* Warm.	cabelo de porco
Vochysiaceae	*Qualea paraensis* Ducke	mandioqueira
Vochysiaceae	*Qualea acuminata* Spruce ex Warm.	mandioqueira lisa
Vochysiaceae	*Vochysia inundata* Ducke	quaruba do igapó
Vochysiaceae	*Vochysia sp*.	quaruba cedro

*Estas espécies poderão ser alteradas em função da disponibilidade no mercado.

Os critérios utilizados para escolha final das espécies se basearão:

- crescimento rápido e capacidade de concorrer com gramíneas e outras herbáceas;

- diferenciação estrutural das copas, de modo a obstruir visualmente o empreendimento;
- ocorrência natural na área do empreendimento;
- grupos ecológicos, em função das características e vantagens que cada uma apresenta, sendo fundamentais para o sucesso do projeto.

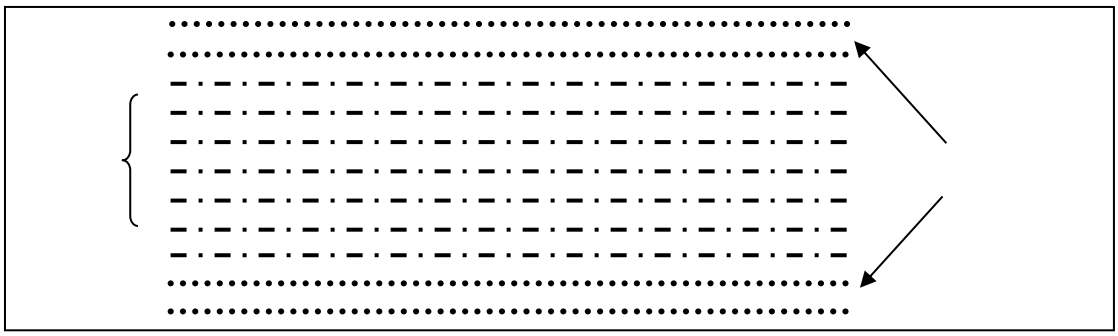
8.2.7.5.4 Espaçamento

A definição prévia do espaçamento é fundamental, tanto para dimensionar a quantidade de mudas a ser adquirida, quanto para nortear as operações de preparo do solo. Normalmente, o espaçamento mais utilizado para este tipo de plantio é o de 2 metros entre as linhas e 2 metros entre as mudas (2 x 2 m).

8.2.7.5.5 Modelo de Distribuição

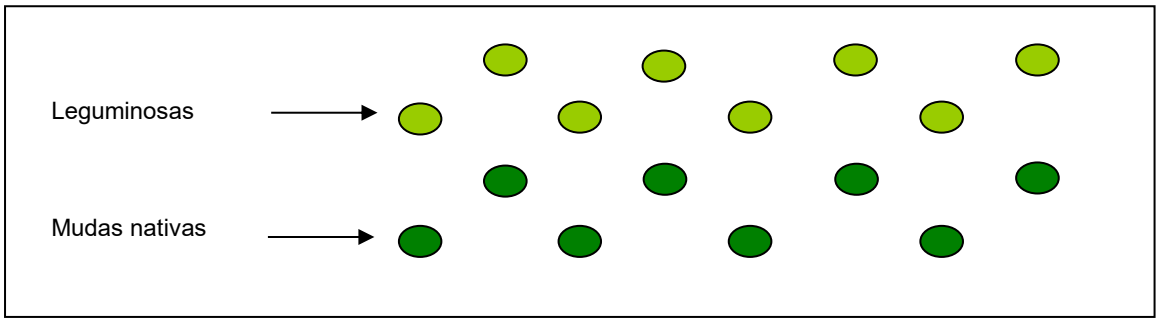
A distribuição das espécies na área de proteção será realizada formando duas faixas distintas: uma faixa representando as duas primeiras e as duas últimas linhas do cinturão, que serão constituídas de espécies de leguminosas, e outra faixa central, de maior largura, constituída de sete ou mais linhas de espécies de mudas nativas, conforme ilustrado na figura abaixo.

Figura 8.2-24 - Distribuição das espécies no cinturão de proteção.



A distribuição das mudas no cinturão seguirá o mosaico, em triângulos, apresentado na figura abaixo.

Figura 8.2-25 - Mosaico formado pela distribuição das mudas no plantio.



O espaçamento e o modelo de distribuição adotados resultarão no plantio estimado de 9.000 mudas de espécies nativas, que ocorrem naturalmente no local. Cabe ressalvar que existem certas áreas que não necessitarão de intervenção, pelo fato de a vegetação existente já funcionar como uma barreira natural, diminuindo assim o número total de mudas plantadas.

8.2.7.5.6 Preparo do Terreno

O preparo do terreno está relacionado com as características da área onde será realizado o plantio. Para o plantio, o terreno deve ser preparado de maneira a propiciar maior disponibilidade de água para a cultura, visto que o regime hídrico do solo é um fator essencial para o crescimento da maioria das espécies vegetais. Este preparo, portanto, torna-se fundamental para o estabelecimento e crescimento das mudas.

As operações a serem realizadas na área durante o plantio são as seguintes: roçada e limpeza; marcação e abertura de covas; adubação do solo e plantio propriamente dito.

8.2.7.5.7 Roçada e Limpeza

Esta atividade consiste basicamente em eliminar a vegetação herbácea invasora (não-autóctone), podendo ser realizada de forma manual, com foice e/ou enxada ou mecanizada, com roçadeiras costais ou lateral.

A operação deve ser realizada o mais rente possível da superfície do solo, de modo a manter a área de plantio livre de vegetação invasora, formando um raio de 80 centímetros ao redor do centro das covas.

Os resíduos vegetais produzidos por essas operações deverão ser reutilizados como cobertura orgânica nas áreas plantadas. Este procedimento visa manter a umidade do solo, diminuindo as perdas por evaporação, além proteger o solo da ocorrência de processos erosivos e aumentar a disponibilidade de matéria orgânica para as mudas.

8.2.7.5.8 Marcação e Abertura de Covas

A marcação de linhas e abertura de covas do plantio deverá ser realizada quando em áreas inclinadas, em curvas de nível. Isto é importante, pois favorece a captação de água proveniente das chuvas, além de minimizar o carreamento de sedimentos, evitando o aparecimento de processos erosivos como erosão laminar e em sulcos.

O plantio seguirá o espaçamento recomendado no projeto (2,00 x 2,00 metros).

As covas terão forma quadrada de 40 centímetros de lado x 40 centímetros de fundo, visando o desenvolvimento apropriado do sistema radicular das mudas.

8.2.7.5.9 Adubação do Solo

O fornecimento de nutrientes no plantio traz bons resultados para o desenvolvimento das mudas. Sempre que possível deve-se fazer a análise do solo e seguir as recomendações de um técnico especializado.

Conforme citado anteriormente, recomenda-se a realização de uma análise da fertilidade do solo na área objeto da recuperação. Com base nos resultados, será definida a correção nutricional a ser feita nas áreas a serem plantadas.

8.2.7.5.10 Manutenção do Cinturão Verde

Após quatro meses da realização do plantio, deverão ser realizadas atividades de manutenção da área plantada. Estas atividades são imprescindíveis para a obtenção dos resultados esperados a médio e longo prazo e, consequentemente, para o sucesso do presente Programa. As ações de manutenção deverão ser executadas por um período mínimo de 3 anos até a total adaptação das mudas no local de plantio.

8.2.7.5.11 Limpeza (coroamento)

Esta atividade pretende manter a muda livre de competição devendo o controle ser manual com uso de enxada**.** A limpeza (coroamento) é uma medida importante para que as mudas possam se estabelecer mais rapidamente através da redução do mato-competição.

8.2.7.5.12 Controle de Animais

A área do plantio deve ser cercada evitando assim a presença e trânsito de animais, já que estes deterioram as mudas plantadas ao caminharem e se alimentarem. Este é um fator determinante para o sucesso do projeto.

8.2.7.5.13 Combate de Formigas

O combate de formigas deve ser realizado antes do plantio e repetido periodicamente. A escolha e a aplicação da dosagem correta do formicida são importantes para o sucesso no combate às formigas que, na maioria dos casos, são as principais pragas a serem controladas.

8.2.7.5.14 Replantio

Após 6 meses do plantio deverá ser realizado o monitoramento do cinturão verde, verificando a taxa de sobrevivência das mudas. Nas áreas onde há menor sobrevivência de mudas será realizada a operação de replantio, substituindo as mudas mortas para cobrir possíveis falhas na faixa vegetada.

8.2.7.5.15 Transporte e recepção das mudas

As mudas devem ser transportadas em veículos fechados para evitar a desidratação e demais injúrias causadas pelo vento. Poderão seguir diretamente para o plantio ou ainda para um viveiro de espera. A função do viveiro de espera é apenas o de regular o fluxo de mudas enviadas para o local de plantio.

8.2.7.5.16 Disposição das mudas antes do plantio

Após a recepção das mudas, as mesmas devem ser mantidas sob pleno sol, pois é nesta condição que serão plantadas. Portanto, não deverão ser colocadas em ambientes sombreados, pois isto prejudica o estabelecimento da muda no campo. O local deve apresentar condições favoráveis, protegido do ataque de formigas e de animais que possam vir a danificar as mudas.

8.2.7.5.17 Tempo de espera

O plantio deve ser realizado o mais breve possível, não sendo aconselhável que o tempo de espera das mudas ultrapasse quinze dias para serem plantadas. Tempos maiores de espera prejudicam sensivelmente o estado nutricional da muda, bem como podem causar danos ao sistema radicular.

8.2.7.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo do Programa de Proteção Arbórea é o órgão licenciador e o empreendedor.

8.2.7.7 ABRANGÊNCIA

O Programa de Proteção Arbórea está diretamente vinculado às atividades de infraestrutura geral durante a fase de implantação do projeto, abrangendo todo o perímetro da propriedade. Sua execução tem como objetivo principal mitigar os impactos visuais do empreendimento, contribuindo para a harmonização paisagística com o entorno.

8.2.7.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

O Programa de Proteção Arbórea estabelece importantes interfaces com outros programas ambientais do empreendimento, contribuindo de forma integrada para a mitigação de impactos e a recuperação ambiental. Está diretamente relacionado ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e ao Programa de Salvamento de Germoplasma, ao prever o fornecimento de parte das mudas necessárias às ações de reflorestamento em áreas em processo de recuperação.

Também se articula com o Programa de Supressão de Vegetação, uma vez que subsidia a caracterização da cobertura vegetal remanescente por meio de dados provenientes de estudos fitossociológicos e de inventário florestal previstos nesse programa.

Além de seu papel na composição paisagística e delimitação física do empreendimento, o Programa de Proteção Arbórea contribui de forma complementar para o controle de impactos ambientais, apresentando sinergia com o Programa de Controle e Monitoramento de Odores, o Programa de Controle e Monitoramento de Ruídos e o Programa de Controle das Emissões Atmosféricas e Monitoramento da Qualidade do

Ar. Juntas, essas ações fortalecem a eficácia das medidas de mitigação adotadas, caracterizando o programa como um componente transversal da gestão ambiental do empreendimento.

8.2.7.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

A responsabilidade pela execução do Programa de Proteção Arbórea será do empreendedor, podendo contar com o apoio de instituições de pesquisa interessadas em desenvolver estudos relacionados à implantação e aos efeitos ecológicos da barreira vegetal. A implementação do programa contará com o envolvimento direto de profissionais habilitados, como Engenheiros Florestais e Técnicos Ambientais, que serão responsáveis pelo treinamento, coordenação e acompanhamento das equipes de campo. Essa estrutura garantirá a adequada execução das atividades propostas, assegurando a efetividade das ações previstas no programa.

8.2.7.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O desenvolvimento do Programa de Proteção Arbórea terá início durante a etapa de implantação do projeto, dentro das obras de infraestrutura geral, na área limítrofe do Projeto CTR Metropolitana. Ao longo das ações de implantação, quando necessário, serão efetuadas avaliações das ações de modo a, eventualmente, haver uma adequação ou ajustes na metodologia aplicada. Apresentado no quadro abaixo.

Quadro 8.2-11 - Cronograma de execução do Programa de Proteção Arbórea - Projeto CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Mobilização de equipes para execução do Programa	■	■																
Identificação das áreas passíveis de intervenção do programa	■	■			■	■			■	■			■	■			■	
Limpeza das áreas	■	■	■	■			■	■			■	■			■	■		
Preparo do solo para o plantio			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Implantação do plantio		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboração dos relatórios periódicos		■		■		■		■		■		■		■		■		■
Elaboração de relatórios consolidado anual						■				■				■				■
Monitoramento da cortina vegetal			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

8.2.8 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE APPS

8.2.8.1 JUSTIFICATIVA

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços territoriais legalmente protegidos, definidos pelo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012), cuja função ambiental é preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, bem como proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A implantação e operação de empreendimentos potencialmente impactantes nas proximidades de APPs demandam o acompanhamento sistemático dessas áreas, a fim de garantir sua integridade ecológica e prevenir processos de degradação ambiental decorrentes de atividades diretas ou indiretas do empreendimento.

O Programa de Monitoramento de APPs refere-se à cobertura e o estado de conservação da vegetação nas APPs do empreendimento. E justifica-se pela necessidade de atender às exigências legais definidas pelos órgãos licenciadores. Para isso, será realizado o monitoramento periódico do estado de conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) localizadas na Área Diretamente Afetada (ADA) e na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

Através da identificação precoce de sinais de degradação, como supressão indevida da vegetação, processos erosivos, assoreamento, contaminação de corpos hídricos ou invasão por espécies exóticas, será possível implementar, de forma ágil, medidas mitigadoras e corretivas adequadas. O acompanhamento contínuo da eficácia das ações de mitigação e restauração, especialmente em APPs em processo de recuperação, subsidiará a tomada de decisão técnica, assegurando a manutenção e o funcionamento dos serviços ecossistêmicos prestados por essas áreas.

Adicionalmente, o programa contribui para a transparência e rastreabilidade ambiental das ações do empreendimento, fortalecendo a gestão socioambiental integrada e a conformidade com os princípios de desenvolvimento sustentável.

8.2.8.2 OBJETIVOS

Este programa visa monitorar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) identificadas no âmbito do empreendimento, com os seguintes objetivos:

- Monitoramento das modificações na cobertura, composição e diversidade vegetal nas APPs;
- Conservar a variabilidade das populações locais, através da manutenção das áreas com florestas preservadas no entorno da área do empreendimento;
- Analisar as informações obtidas no estudo de estrutura de populações das famílias botânicas na ADA e AID.

8.2.8.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

O Programa de Monitoramento de APPs abrangerá todas as fases do empreendimento, incluindo implantação, operação e encerramento da CTR Metropolitana.

- As APPs monitoradas devem apresentar estabilidade ecológica, com manutenção ou recuperação da cobertura vegetal nativa e ausência de processos erosivos ou contaminação hídrica;
- As áreas sob recuperação devem apresentar sinais de regeneração natural ou efetivo estabelecimento das espécies plantadas, com incremento da biodiversidade local;
- As ações corretivas devem ser executadas em tempo hábil, consorciada ao PRAD, garantindo respostas rápidas a impactos detectados;
- O programa deverá promover a redução progressiva das ocorrências de impacto, demonstrando sua eficácia ao longo do tempo.

8.2.8.4 ASPECTOS LEGAIS

O Programa de Monitoramento de APPs foi desenvolvido de modo a atender aos seguintes requisitos legais:

- Lei Federal nº 12.651/2012- estabelece normas gerais sobre a Proteção da Vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as Áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos;
- Resolução CONAMA n° 429, de 28 de fevereiro de 2011 – dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanentes – APPs;
- Resolução CONAMA n° 369, de 28 de março de 2006 – dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente;

- Decreto n° 7.830, de 17 de outubro de 2012 - Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização o Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências;
- Instrução Normativa N° 01, de 08 de outubro de 2020 da SEMAS/PA, a qual dispõe sobre os procedimentos e critérios para adesão ao Programa de Regularização Ambiental do Pará - PRA/PA, no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS e dá outras providências.

8.2.8.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Programa de Monitoramento de APPs, tem por finalidade estabelecer as diretrizes técnicas voltados à execução do Programa de Monitoramento de Áreas de Preservação Permanente (APPs), no âmbito do empreendimento localizado na Área Diretamente Afetada (ADA) e sua Área de Influência Direta (AID), visando à conservação dos ecossistemas naturais protegidos por lei.

O monitoramento do progresso ou evolução das APPs é importante para indicar se as estratégias, espécies e técnicas de plantio e manejo empregadas durante a implantação dos demais Programas Ambientais se estão sendo bem conduzidas, ou ainda se há necessidade de aprimoramentos de um “manejo adaptativo” (Durigan; Ramos, 2013).

De acordo com o Manual Técnico Operativo de Restauração Florestal do Estado do Pará (2014), o acompanhamento das áreas destinadas ao plantio de mudas para enriquecimento ou à condução da regeneração natural pode ser realizado por metodologias similares, considerando que tais áreas, especialmente aquelas com regeneração natural, se enquadram como Áreas de Preservação Permanente (APPs).

O monitoramento periódico das APPs permitirá a avaliação contínua do seu estado de conservação, possibilitando a identificação precoce de impactos ambientais tais como:

- Supressão indevida de vegetação nativa;
- Ocorrência de processos erosivos;
- Assoreamento de corpos hídricos;
- Presença de espécies exóticas invasoras;
- Contaminação de recursos hídricos superficiais.

A partir da detecção de quaisquer sinais de degradação, serão propostas e articuladas medidas mitigadoras e corretivas, com base em critérios técnicos e nas melhores

práticas ambientais. Em APPs que se encontrem em processo de restauração, o programa também será responsável por acompanhar a efetividade das ações de recuperação, subsidiando a reorientação de estratégias sempre que necessário.

O monitoramento será conduzido em campo, por meio de avaliações simplificadas que permitam analisar a evolução da vegetação existente e/ou regenerante, independentemente da abordagem de restauração empregada, com foco na recuperação funcional e estrutural da vegetação nativa.

Em cada uma das campanhas de monitoramento observarão os quatro indicadores a seguir (adaptado de Manual Técnico Operativo de Restauração Florestal do Estado do Pará, 2014), e ainda outros mais poderão ser acrescentados, de acordo com a necessidade das áreas e exigências do órgão ambiental.

- Sinais de perturbações - serão identificados quaisquer sinais que estiverem impedindo o desenvolvimento normal da vegetação nativa na área, como fogo, gado, presença de herbivoria (formigas, lagartas), processos erosivos (superficiais, voçorocas) etc., com o devido registro, em percentual, da área que estiver sendo acometida pela eventual perturbação;
- Estrutura da cobertura de copa - uma equipe de campo deverá obter medidas de elementos da flora que estimem a cobertura exercida pelo conjunto das copas das árvores e arbustos no terreno em recuperação. O método escolhido deve ser replicado em pontos diferentes, distribuídos aleatoriamente na área em restauração, obtendo-se a média entre eles.
- Quantitativo de morfoespécies da flora nativa – em cada relatório deverá ser apresentada a riqueza de espécies arbustivo-arbóreas por alvo, identificadas por nome científico, nome popular, ou que podem ser claramente distinguidas umas das outras por meio de aspectos morfológicos.
- Presença de espécies exóticas invasoras: em cada uma das áreas serão realizadas buscas ativas por indivíduos de espécies exóticas invasoras. Para isso, deve ser consultado manual de reconhecimento e controle as espécies exóticas invasoras da SEMAS PA.

Dessa forma, o Programa de Monitoramento de APPs tem como função garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados por essas áreas, contribuindo para a eficiência da gestão ambiental do empreendimento e para o cumprimento das obrigações legais e socioambientais.

8.2.8.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo do Programa constitui-se pelo empreendedor, órgão ambiental, e as comunidades locais interessadas.

8.2.8.7 ABRANGÊNCIA

O presente programa está diretamente relacionado às atividades de supressão vegetal e demais intervenções que possam ocasionar alterações significativas ou impactos negativos sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs), especialmente no que se refere à flora existente na Área de Influência Direta (AID) e em áreas adjacentes ao empreendimento.

8.2.8.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

O Programa de Monitoramento de APPs apresenta relação com o Plano de Gestão de Recursos Hídricos, Programa de Supressão Vegetal; Programa de Salvamento de Germoplasma, e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

8.2.8.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa será de responsabilidade do empreendedor e poderá ter como parceiros instituições de pesquisas interessadas nos estudos, a fim de se conhecer melhor a comunidade vegetal do local. Será necessária a atuação de profissional habilitado para coordenar a atividade, como biólogo ou engenheiro florestal, responsáveis por garantir o treinamento das equipes, acompanhamento e execução efetiva das atividades.

8.2.8.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

Após as primeiras etapas desse programa, deverá ser efetuada uma avaliação dos resultados acumulados de modo a, eventualmente, haver uma adequação ou ajustes na metodologia aplicada. A seguir, no Quadro abaixo estão descritas as atividades a serem executadas ao longo deste programa.

Quadro 8.2-12 - Cronograma de execução do Programa de Monitoramento de APPs - Projeto CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Mobilização de equipes para execução do Programa																		
Monitoramento da APP																		
Identificação das áreas passíveis de intervenção																		
Coleta e análise dos dados																		
Elaboração dos relatórios periódicos																		
Elaboração de relatórios consolidado anual																		

8.3 MEIO SÓCIO-ECONÔMICO

8.3.1 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

8.3.1.1 JUSTIFICATIVA

A proposição de um Programa de Educação Ambiental (PEA) para os residentes nas comunidades do entorno imediato do empreendimento e colaboradores do Projeto CTR Metropolitana se traduz numa resposta aos desafios socioambientais vivenciados na realidade local, constituindo uma das estratégias adotadas para minimizar as interferências do empreendimento.

O enfrentamento desses desafios impõe a utilização de práticas vinculadas aos interesses e necessidades da população local e a adoção de novas formas de relacionamento com o meio ambiente.

A Educação Ambiental, enquanto processo educativo, carrega consigo a perspectiva de mudança de condutas, de posturas, de comportamentos, de valores, e aquisição de conhecimentos e práticas essenciais à promoção de relações harmônicas entre o homem e o ambiente e dos homens entre si.

Neste aspecto, a importância de ações sistemáticas de Educação Ambiental, por meio de um programa, é envolver a comunidade no processo de construção sustentável comprometido com a melhoria da qualidade de vida e do ambiente onde vivem. Para tanto, é preciso que os atores sejam capacitados, sem perder de vista suas raízes históricas e respeitando suas peculiaridades socioculturais.

A viabilização da sustentabilidade só será possível na medida em que o setor produtivo, escolas, universidades, gestores municipais e demais lideranças estejam comprometidos com a causa ambiental, passem por processos de capacitação para o trato dos problemas socioambientais e tenham informações e tecnologias ambientalmente saudáveis, disponíveis e de fácil manuseio pela comunidade.

O Programa de Educação Ambiental não se propõe a resolver todas as questões e problemas ambientais, incluindo os decorrentes da implantação do empreendimento. Em verdade, constitui o ponto de partida e a certeza de poder construir uma sociedade com melhor qualidade de vida e ambientalmente equilibrada.

8.3.1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do Programa de Educação Ambiental é contribuir para o desenvolvimento de ações socioeducativas, por meio de um processo participativo, visando informar e engajar a população do entorno do Projeto CTR METROPOLITANA para uma atuação compartilhada, na busca da melhoria da qualidade de vida e do ambiente. O programa tem como objetivos específicos:

- Sensibilizar os residentes do entorno imediato (AID) e os colaboradores do Projeto CTR Metropolitana (nas fases de implantação e operação) sobre questões ambientais que estão diretamente relacionadas ao seu cotidiano e a qualidade ambiental do meio onde encontram-se inseridos;
- Buscar apoio e participação dos residentes e dos colaboradores para implantação de ações que visem à preservação do meio ambiente e a melhoria do modo de vida local;
- Proporcionar, através de diferentes meios, conhecimentos e habilidades, experiências que provoquem mudança de percepção e atitude frente a questões ambientais, provocando a busca de soluções de problemas locais.

8.3.1.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

As metas do Programa de Educação Ambiental (PEA), são:

- Colaboradores - Participação de 100% dos colaboradores do empreendimento nas ações do PEA;
- Educação Escolar Básica – Participação de 100% das turmas da escola situada no entorno imediato da área do Projeto CTR Metropolitana nas ações do PEA;
- Comunidade em Geral – Participação de 60% dos residentes nas ações do PEA.

8.3.1.4 ASPECTOS LEGAIS

O Programa de Educação Ambiental (PEA) encontra-se em conformidade com os objetivos, diretrizes e princípios da Educação Ambiental, delineados a partir de 1977, pela Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental, realizada em Tbilisi (Geórgia) e, posteriormente, em nível nacional, pela Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental.

Adota, portanto, a concepção de Educação Ambiental preconizada pela Conferência de Tbilisi (1977), que a define como: “um processo permanente de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e

modificando atitudes em relação ao meio, para atender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos".

Os princípios norteadores deste PEA estão alinhados a lei n° 9.795, de 27 de abril de 1999, instituiu a Política de Educação Ambiental o qual vem se consolidando como um importante caminho para construção de sociedades ambientalmente sustentáveis, baseadas no respeito a todas as formas de vida a partir do envolvimento, da participação e do comprometimento das sociedades nas soluções das questões ambientais. A lei supracitada preconiza:

- O enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
- A concepção de meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;
- O pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;
- A vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
- A garantia da continuidade e permanência do processo educativo;
- A permanente avaliação crítica do processo educativo;
- A abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;
- O reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

8.3.1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Programa de Educação Ambiental teve como fontes principais de informação o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do empreendimento, no qual foram efetuadas visitas a algumas instituições que possuem interfaces com o PEA. Além dos contatos institucionais, realizaram-se observações "in loco", abordagem informal e entrevistas abertas com a população afetada pelo empreendimento.

A implantação do PEA, como supracitado, objetivará a criação de condições propícias à disseminação de conceitos relacionados ao debate ambiental, estimulando e reforçando a iniciativa, a cooperação e o senso de responsabilidade entre os stakeholders.

Neste sentido, visando o atendimento das especificidades dos público-alvo o PEA deverá ser desenvolvido com base nas seguintes linhas:

- Educação Ambiental para os colaboradores;
- Educação Ambiental na Educação Básica Escolar;
- Educação Ambiental para a Comunidade em Geral.

Para a execução das ações propostas nesse programa poderão ser elaborados e impressos materiais educativos e informativos para subsidiar as ações educativas, envolvendo a produção de informativos, folders, cartilhas, filmes, cartazes, jogos ambientais e mensagens (virtuais).

8.3.1.5.1 Colaboradores

Principais ações:

As ações destinadas a esse programa serão realizadas mediante a demanda interna do Projeto CTR Metropolitana. As ações educativas serão desenvolvidas por meio do apoio e diálogo com os colaboradores, abordando conceitos, procedimentos e atualidades, através de dinâmicas de integração, palestras institucionais, reuniões e Diálogo de Higiene, Segurança, Meio Ambiente e Qualidade (DHSMQ), entre outras.

As atividades poderão ser realizadas em salas de treinamento, áreas de lazer ou em outras áreas internas ao empreendimento, dependendo do público a ser recebido nas atividades previstas e com frequência a ser definida conforme a demanda. A carga horária desse programa será estabelecida através de acordos a serem firmados junto às gerências por meio do esclarecimento do tempo necessário para a realização das atividades, reuniões, palestras e/ou treinamento para a devida compatibilidade das metas as serem alcançadas no empreendimento.

8.3.1.5.2 Educação Básica-Escolar

Principais ações:

- Realização de oficinas de planejamento participativo com professores para seleção de temas ambientais prioritários a serem trabalhados pelas escolas (Quadro 3.3 1);
- Elaboração e implantação, em parceria com as Secretarias Municipais e Estadual, de projetos interdisciplinares de Educação Ambiental, tais como, coleta seletiva e reaproveitamento de resíduos sólidos, e aproveitamento de água da chuva (Quadro 3.3 1); e
- Realização de oficinas de Educação Ambiental, envolvendo alunos das escolas, para a formação de agentes ambientais mirins (Quadro 3.3 1);

Para a execução das ações propostas neste programa poderão ser elaborados e impressos materiais educativos e informativos para subsidiar as ações educativas, envolvendo a produção de informativos, folders, cartilhas, filmes, cartazes, jogos ambientais e mensagens (virtuais).

Quadro 8.3-1 - Matriz de encadeamento das ações do Programa: Educação Ambiental no Ensino Formal.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO FORMAL				
Objetivo Geral: Promover a Educação Ambiental no contexto escolar, sob o enfoque da interdisciplinaridade e orientada para a resolução de problemas socioambientais.				
Público-alvo: Professores e alunos da escola básica.				
AÇÕES	**METAS**	**INDICADORES**	**RESULTADOS**	**PARCEIROS POTENCIAIS**
1. Realização de oficinas de planejamento participativo com professores para a seleção de temas ambientais prioritários a serem trabalhados pelas escolas.	Realizar oficina anualmente, para a seleção de temas ambientais a serem trabalhados na escola	Nº de oficinas realizadas; Nº de professores envolvidos; Temas ambientais selecionados; Temas ambientais trabalhados pela escola.	Professores envolvidos na escolha de temas ambientais	Secretarias Municipais de Educação.
2. Elaboração e implantação, em parceria com as Secretarias Municipais e Estadual, de projetos interdisciplinares de Educação Ambiental, tais como, coleta seletiva e reaproveitamento de resíduos sólidos, e aproveitamento de água da chuva	Realizar cursos de EA para professores das zonas rural e urbana, assim como oficinas de EA para a formação de agentes multiplicadores	Nº de cursos realizados; Nº de professores capacitados por zona: rural e urbana	Cursos de Educação Ambiental aos professores das zonas rural e urbana	Secretarias Municipais de Educação.e Secretaria Estadual de Educação
3. Realização de oficinas de Educação Ambiental, envolvendo alunos das escolas, para a formação de agentes ambientais mirins	Realizar oficinas anuais de EA para a formação de agentes ambientais mirins.	Nº de oficinas realizadas; Nº de alunos capacitados;	Cursos de Educação Ambiental aos alunos realizados; alunos capacitados em Educação Ambiental; Agentes ambientais mirins atuando nas escolas	Secretarias Municipais de Educação

8.3.1.5.3 Comunidades em Geral

Principais ações:

As ações propostas na Educação Ambiental para a população do entorno são:

- Levantamento dos principais problemas relacionados aos resíduos sólidos, água, esgoto doméstico e outros temas relativos ao meio ambiente de interesse das comunidades (Quadro abaixo);
- Levantamento entre adolescentes e jovens residentes nas comunidades do entorno sobre o interesse em acompanhar os monitoramentos de Controle Ambiental que estão sendo propostos, cuja ação tem a finalidade de se tornar esses jovens multiplicadores das ações que estão sendo realizadas para minimização dos impactos ambientais relativos a implantação e operação do empreendimento.
- Realização de cursos de curta duração, oficinas sobre os seguintes temas: Manejo Florestal Comunitário e Familiar; Óleo e Resinas Florestais; Manejo do Açaí, Manejo de Recursos Pesqueiros, Coleta; Produção de Sementes de Espécies Nativas para Restauração de Ecossistemas, dentre outros
- Práticas Comunitárias de Educação Ambiental (Quadro abaixo);
- Realização de campanhas com o tema: Meio Ambiente e Saúde Humana (Quadro abaixo);

Para a execução das ações propostas neste programa poderão ser elaborados e impressos materiais educativos e informativos a fim de subsidiar as ações educativas, envolvendo a produção de informativos, folders, cartilhas, filmes, cartazes, jogos ambientais e mensagens (virtuais).

Quadro 8.3-2 - Matriz de encadeamento das ações do Programa: Educação Ambiental.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA COMUNIDADE,				
Objetivo Geral: Desenvolver atividades de Educação Ambiental para a sensibilização quanto à conservação do meio ambiente e prevenção de acidentes decorrentes do empreendimento.				
Público-alvo: Comunidade em Geral.				
AÇÕES	**METAS**	**INDICADORES**	**RESULTADOS**	**PARCEIROS POTENCIAIS**
1. Levantamento dos principais problemas relacionados aos resíduos sólidos, água, esgoto doméstico e outros temas relativos ao meio ambiente das comunidades rurais	Realizar o levantamento no início do período de implantação e outro no início do período de operação	Nº de pessoas entrevistadas; Nº de questionários e/ou formulários aplicados; Relatórios produzidos.	Levantamentos realizados; Problemas socioambientais das comunidades rurais Expectativas quanto à efetivação de ações de Educação Ambiental levantadas.	Secretarias Municipais de Meio Ambiente
2.Levantamento entre adolescentes e jovens residentes nas comunidades do entorno sobre o interesse em acompanhar os monitoramentos de Controle Ambiental que estão sendo propostos, cuja ação tem a finalidade de se tornar esses jovens multiplicadores das ações que estão sendo realizadas para minimização dos impactos ambientais relativos a implantação e operação do empreendimento	Realizar o levantamento no início do período de implantação e outro no início do período de operação	Nº de pessoas levantadas e interessadas	Jovens e Adolescentes engajados	Empresa responsável pelos Programas de Controle Ambiental
3.Realização de cursos de curta duração, oficinas sobre os seguintes temas: Manejo Florestal Comunitário e Familiar; Óleo	Realizar o levantamento no início do período de implantação e outro no início do período de operação	Nº de cursos realizados; Nº de comunitários capacitados.	Comunitários capacitados	Emater, Senar

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA COMUNIDADE,				
Objetivo Geral: Desenvolver atividades de Educação Ambiental para a sensibilização quanto à conservação do meio ambiente e prevenção de acidentes decorrentes do empreendimento.				
Público-alvo: Comunidade em Geral.				
AÇÕES	**METAS**	**INDICADORES**	**RESULTADOS**	**PARCEIROS POTENCIAIS**
e Resinas Florestais; Manejo do Açaí, Manejo de Recursos Pesqueiros, Coleta ; Produção de Sementes de Espécies Nativas para Restauração de Ecossistemas, dentre outros				
4. Realização de cursos sobre Práticas Comunitárias de Educação Ambiental	Realizar anualmente **cursos** sobre Práticas Comunitárias de EA.	Nº de cursos realizados; Nº de comunitários capacitados.	Cursos de Práticas Comunitárias de Educação Ambiental realizados;	Secretarias Municipais de Meio Ambiente; Secretaria Municipal de Agricultura; Secretaria Municipal de Educação.
5. Realização de Campanha Sobre Meio Ambiente e Saúde Humana	Realizar campanha para informar e alertar sobre os perigos do “lixo” à saúde	Nº de Campanhas realizadas; Nº de pessoas participantes da Campanha.	Sensibilizar a população quanto à importância da disposição correta dos resíduos	Secretarias Municipais de Educação; Secretarias Municipais de Saúde

8.3.1.5.4 Acompanhamento e Avaliação

O acompanhamento e avaliação das atividades serão de responsabilidade da equipe executora do Programa de Educação Ambiental e ocorrerá de forma contínua.

O Programa será avaliado anualmente em seus objetivos, metas, diretrizes, linhas de ações, atividades desenvolvidas, indicadores, resultados esperados, recursos didáticos e de divulgação, dificuldades encontradas e vigência. Os resultados serão apresentados

através de relatórios trimestrais para o empreendedor e anuais encaminhados ao órgão licenciador.

8.3.1.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo do PEA divide-se em:

(a) colaboradores do empreendimento; e

(b) população do entorno imediato da área do Projeto CTR Metropolitana;

8.3.1.7 ABRANGÊNCIA

Comunidades e propriedades que estão no entorno imediato do Projeto CTR Metropolitana e trabalhadores nas etapas de implantação do CTR. População do entorno imediato do Projeto CTR Metropolitana.

8.3.1.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Este programa interage com os seguintes programas: Plano de Acompanhamento e Gerenciamento Ambiental, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Programa de Comunicação Social.

8.3.1.9 RESPONSABILIDADES PELO PROGRAMA

A responsabilidade pela implantação das ações do Programa é do empreendedor, que poderá contar com a participação das prefeituras, secretarias municipais de educação e saúde, sindicatos de trabalhadores, entre outros.

8.3.1.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O Programa de Educação Ambiental será desenvolvido conforme cronograma apresentado no Quadro abaixo.

Quadro 8.3-3 - Cronograma do Programa de Educação Ambiental, Projeto do CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Realização de oficinas de planejamento participativo	■		■				■				■				■			
Elaboração e implantação, em parceria com as Secretarias Municipais e Estadual, de Projetos interdisciplinares de Educação Ambiental	■		■				■								■			
Realização das ações do programa	■	■		■		■		■		■			■			■		■
Elaboração dos relatórios periódicos	■	■	■			■	■			■				■		■		■
Elaboração de relatórios consolidados anuais						■				■				■				■

8.3.2 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

8.3.2.1 JUSTIFICATIVA

A comunicação é para o homem uma necessidade básica, independentemente de seu papel social. É uma função contínua do ser humano, que não pode ser tratada como uma tarefa ocasional a ser escolhida. Ela é essencial para a existência, principalmente quando os indivíduos se organizam, ou seja, instituem um grupo – família, empresa, igreja, nação, estado etc.

Considerada, atualmente, como uma das principais ferramentas estratégicas de gestão nas grandes corporações, a comunicação, para Kunsch (1999), tem a missão de estabelecer uma política global para a empresa, direcionando e orientando todos os setores a atingir os objetivos da organização e controlar para que os objetivos pessoais e/ou de grupos não prevaleçam sobre o objetivo final.

O Programa de Comunicação Social (PCS) do Projeto CTR Metropolitana, visa a estruturação do diálogo entre o empreendedor e os diferentes públicos que estão presentes na região do empreendimento, a fim de administrar a possível ocorrência de conflitos, dar transparência às fases do empreendimento, procurando estabelecer um relacionamento harmonioso com os segmentos sociais presentes naquela região. Independentemente dos benefícios a serem gerados, nos Estudos Ambientais realizados, foram identificados uma série de impactos ambientais e sociais decorrentes do empreendimento, e, por conseguinte, foram definidas uma série de medidas, dentre elas, a implantação de Programas Ambientais e Sociais visando sua prevenção, minimização e compensação, ou maximização, no caso dos impactos positivos.

Neste sentido, no desenvolvimento do Programa de Comunicação Social, será priorizada a população diretamente afetada pelo empreendimento.

Assim, esse PCA, torna-se um instrumento para aproximação do empreendimento com a sociedade em geral, em relação à difusão de informações, orientações e articulações das demandas socioambientais, e apreensões da população local.

8.3.2.2 OBJETIVOS

O objetivo fundamental desse programa é a constituição de um canal de comunicação contínuo entre o empreendedor e a sociedade, cuja premissa é a transparência e o diálogo aberto, crenças e valores.

O Programa também propõe definir e assegurar que sejam implementadas ações necessárias durante a operação do empreendimento, pelo seu comprometimento com a melhoria da qualidade de vida da população, a preservação do meio ambiente e pelo seu desempenho durante a vida útil do empreendimento.

8.3.2.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

As metas do Programa de Comunicação Social (PCS), são:

- Informar sobre as etapas do empreendimento aos públicos de interesse, esclarecendo dúvidas, por meio de reuniões periódicas, e outros meios de comunicação disponíveis
- Divulgar informações sobre a geração de empregos e a qualificação necessária para ocupar as vagas, além das informações referentes aos impactos ambientais e às medidas mitigadoras ou potencializadoras adotadas;
- Apoiar as ações dos demais programas de sócio-economia propostos.

8.3.2.4 ASPECTOS LEGAIS

Não existem requisitos legais especificamente associados a este Programa.

8.3.2.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A principal orientação teórico-metodológica utilizada pelo Programa de Comunicação Social consiste em privilegiar iniciativas que viabilizem o diálogo permanente entre empreendedor e sociedade. Nesses termos, destaca-se como princípio orientador do conjunto de ações planejadas o agir comunicativo, princípio este que sustenta as modernas técnicas de comunicação, voltadas para a tarefa de, através do simples ato da informação/comunicação, construir o diálogo entre diferentes atores sociais envolvidos.

Ancorado na capacidade de argumentação em torno de interesses precisos, essa modalidade de comunicação privilegia a capacidade de alinhamento de compromissos e da formulação de parcerias, o que significa instaurar uma modalidade de trabalho

orientada para a busca de entendimento (consentimento) entre os diferentes sujeitos que se comunicam.

8.3.2.5.1 Etapas do Programa

O Programa será desenvolvido, basicamente, nas seguintes etapas: de articulação, de informação, de mobilização, de monitoramento e mensuração.

8.3.2.5.2 Articulação Etapas

Abrange as atividades e ações de comunicação, desenvolvidas com o objetivo de estabelecer um relacionamento construtivo Inter setorial: com as instituições governamentais, em especial as Prefeituras Municipais, com o público interno (colaboradores, prestadoras de serviço contratadas e equipe responsável pelos Programas Ambientais) e, principalmente, com a população local e suas entidades representativas.

A proposta é criar um Informativo que retrate a presença do Projeto CTR Metropolitana na região pela ótica da comunidade. Os pilares do Informativo são questões relacionadas ao meio ambiente, desenvolvimento local e histórias da região, com periodicidade bimensal.

A linguagem deve ser informal e acessível, privilegiando o uso de grandes imagens e ilustrações. O nome pode ser escolhido através de um concurso na comunidade. Dessa forma, se cria na comunidade um valor de pertencimento com o empreendimento.

8.3.2.5.3 Informação

Envolve o conjunto de ações e instrumentos de comunicação, desenvolvidos com o objetivo de informar os diferentes públicos sobre os diversos aspectos do empreendimento, impactos associados, adoção de medidas, implantação e desenvolvimento dos Programas Ambientais.

8.3.2.5.4 Mobilização

Consiste nas ações de comunicação para mobilizar a comunidade e os demais atores sociais para a realização de qualquer atividade referente aos Programas Ambientais.

8.3.2.5.5 Monitoramento e Mensuração

Envolve o processo de acompanhamento e mensuração das ações.

8.3.2.5.6 Atividades do Programa

Nos quadros a seguir serão apresentadas as principais atividades das etapas de articulação, informação, mobilização e monitoramento do Programa de Comunicação Social.

Quadro 8.3-4 - Atividades para fase de implantação do programa - articulação.

IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA – ARTICULAÇÃO			
Atividades	**Objetivos**	**Responsável pela atividade**	**Responsável pela informação de base**
Criação de um informativo.	Criar na comunidade um valor de pertencimento em relação ao empreendimento	Equipe do Programa de Comunicação Social	Comunidade

Quadro 8.3-5 - Atividades para fase de implantação do programa - informação.

IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA- INFORMAÇÃO				
Atividades	**Objetivos**	**Responsáveis pela atividade**	**Responsáveis pela Informação de Base**	**Veículos de Comunicação**
Campanha de esclarecimentos da população residente nos acessos	Fornece informações sobre o empreendedor, e programas ambientais; Divulgar o código de conduta dos trabalhadores, e as formas de comunicação para o encaminhamento de preocupações, queixas e sugestões. Responder a demandas e questionamentos	Equipe do Programa de Comunicação Social	População das comunidades do entorno imediato do empreendimento e propriedades	Reuniões
Caixas de Comunicação/ Fale Conosco	Receber sugestões, preocupações e queixas para encaminhamento aos setores competentes.	Equipe do Programa de Comunicação Social	Equipe do Programa de Comunicação Social	À definir
Oficinas de Integração	Divulgar para os colaboradores os	Equipe do Programa de	Responsável pela divulgação das	Vídeos Institucionais,

IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA- INFORMAÇÃO				
Atividades	**Objetivos**	**Responsáveis pela atividade**	**Responsáveis pela Informação de Base**	**Veículos de Comunicação**
	objetivos do empreendimento, os programas ambientais e uniformizar os procedimentos para as ações de comunicação social e interação com a comunidade.	Comunicação Social	oficinas de integração Social	Palestras, Debates.
Reuniões a partir de solicitações	Discutir pautas definidas pelos solicitantes	Equipe do Programa de Comunicação Social	Responsáveis pelos assuntos definidos	De acordo com a pauta, será distribuído material de interesse.

No Quadro abaixo, apresenta-se o conteúdo das informações a serem repassadas aos públicos de interesse.

Quadro 8.3-6 - Conteúdo das informações para os públicos-alvo na fase de operação.

FASE DE OPERAÇÃO	
Público	**Conteúdo da informação**
Órgãos Governamentais do município da Área de influência	Avanço dos programas ambientais e supervisão dos órgãos ambientais; Benefícios gerados pelo empreendimento;
População do entorno	Andamento dos Programas Ambientais e Supervisão dos órgãos ambientais; Benefícios gerados pelo empreendimento;

Detalham-se, a seguir, os principais equipamentos e instrumentos propostos no Programa.

8.3.2.5.7 Caixas de Comunicação/Fale Conosco

As caixas de comunicação têm como objetivo receber sugestões, queixas e preocupações, assim como, a solicitação de informações da população local sobre o empreendimento.

Na implantação do programa serão avaliados os locais mais apropriados para alocação das caixas, porém é importante levar em consideração locais centrais na comunidade.

8.3.2.5.8 Oficinas de Integração

As oficinas de Integração serão realizadas pelo menos uma vez por ano, com o objetivo de reforçar o conhecimento sobre o empreendimento, assim como estabelecer e uniformizar regras de conduta e procedimentos entre todos os envolvidos diretamente em contato com a população.

Propõem-se como principais temas básicos das Oficinas:

- O papel da CTR Metropolitana e a contribuição as questões ambientais e o meio ambiente; e
- Conceitos básicos de comunicação e tipologia. A importância da comunicação para a construção da cidadania nas diversas etapas do empreendimento;

8.3.2.5.9 Elaboração dos Instrumentos de Comunicação

Os principais instrumentos de comunicação e conteúdo, relacionados a seguir, serão concebidos a partir da perspectiva do público-alvo a que se destina, em linguagem e normas adequadas e, acima de tudo, respeitando as características sociais e culturais dos destinatários.

A responsabilidade pela elaboração e conteúdo dos instrumentos de comunicação de ordem institucional ficará a cargo da equipe do Programa de Comunicação Social, com o apoio dos responsáveis pela implantação dos Programas Ambientais.

8.3.2.5.10 Folheteria

Folheto institucional, contendo as justificativas para o empreendimento, sua importância para o desenvolvimento nacional e regional, as principais fases e características, obras especiais, cuidados ambientais adotados e Programas Ambientais.

Também será elaborado um folheto específico por município ou lote de obras, especificando as características, impactos e benefícios; cuidados ambientais a serem adotados e Programas Ambientais propostos para esta fase.

8.3.2.5.11 Material Informativo para a População em Geral e Entidades Representativas

O material informativo para a população em geral e entidades representativas contemplará os seguintes itens:

- Folheteria e cartazes informando sobre Código de Conduta dos Trabalhadores, localização das Caixas de Comunicação, formas de contato com o empreendedor.
- Folheteria e cartazes informando formas de contato com o empreendedor.

8.3.2.5.12 Detalhamento dos Mecanismos De Resposta

O retorno às solicitações de informações e eventuais reclamações e dúvidas dos diversos setores interessados, será permanentemente garantido, independente do teor da questão e das formas utilizadas para o seu encaminhamento.

Parte-se do pressuposto que a criação de mecanismos de comunicação sem um retorno, constitui-se em fator muito mais negativo do que a própria ausência desses mecanismos na medida em que se cria falsas expectativas. Esta concepção deverá ser discutida particularmente com aqueles que forem diretamente encarregados das respostas à população.

O Programa de Comunicação Social terá como responsabilidade, além de informar a partir dos instrumentos implantados com este objetivo, receber e garantir retorno aos questionamentos da sociedade. Para tal, deverá direcioná-los aos setores competentes, que serão identificados nominalmente, e acompanhar o processo de encaminhamento das respostas.

Serão estabelecidas nominalmente as responsabilidades, dentro do sistema de gestão, para resolver/responder imediatamente estas questões como regra geral. O retorno será realizado através dos mesmos meios de comunicação utilizados pelo público-alvo (contatos pessoais nas reuniões etc.), num período que não deve ultrapassar 24 horas em casos de emergência ou de notória gravidade; 48 horas quando a informação estiver disponível; e uma semana para as demais solicitações, inclusive para informar o encaminhamento que está sendo realizado no caso em que ainda não se disponha de uma resposta.

8.3.2.5.13 Monitoramento e Mensuração

O monitoramento e mensuração das atividades do Programa será de responsabilidade da equipe do Programa de Comunicação Social.

A avaliação da eficácia das ações de comunicação será realizada a partir da definição das metas a serem atingidas em cada fase do empreendimento, e da identificação de indicadores apropriados - quantitativos e qualitativos.

Os mecanismos implantados para a criação de um canal de comunicação entre a população e o empreendedor (contatos indiretos ou diretos, principalmente reuniões) permitirão aferir, principalmente do ponto de vista qualitativo, o nível de informação e de demandas da população, assim como de sua participação efetiva no empreendimento, possibilitando avaliar e orientar as ações para áreas ou setores sociais onde se façam mais necessárias.

Como instrumentos para o acompanhamento e avaliação, serão emitidos relatórios trimestrais, nos quais serão registrados os principais problemas detectados e apontadas as correções de rumo a serem implementadas, e anual para o órgão ambiental.

8.3.2.6 PÚBLICO-ALVO

- População residente nos Comunidades do entorno imediato do empreendimento;
- Colaboradores e prestadores de serviço contratadas;
- Público Institucional Municipal; e
- Setor privado (empresas locais e fornecedores).

8.3.2.7 ABRANGÊNCIA

Públicos de interesses diversos.

8.3.2.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

O Programa de Comunicação, pelo seu caráter de suporte ao empreendimento, articula-se com o conjunto das ações e atividades relacionadas aos Programas Ambientais.

8.3.2.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

Este Programa será de responsabilidade do Projeto CTR Metropolitana que poderá contratar instituição ou empresa especializada e estabelecer convênios ou parcerias com instituições públicas ou privadas para sua implementação. As demais atividades de comunicação social, identificadas e detalhadas no atual documento, ficarão sob a responsabilidade da equipe do Programa de Comunicação.

8.3.2.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

No Quadro abaixo é apresentado cronograma base do programa. Vale observar que o as ações referentes a implantação do empreendimento serão realizadas em 03 etapas, o que significa dizer que as ações que serão desenvolvidas no período de implantação deverão ser repetidas em todas as etapas de implantação.

Quadro 8.3-7 - Cronograma do Programa de Comunicação Social, Projeto CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Alinhamento entre a equipe de trabalho																		
Elaboração dos instrumentos de trabalho																		
1. Informativo para o grande público																		
3. Press-releases mensais/ de acordo com a necessidade																		
4. Informativo sobre a progressão das obras e programas de controle ambiental para a s comunidades do entorno imediato.																		
6. Caixas de Comunicação/ Fale Conosco																		
1. Elaboração dos relatórios periódicos																		

2. Elaboração de relatórios consolidados anuais																		

8.3.3 PLANO DE FOMENTO E DESENVOLVIMENTO LOCAL

Conforme descrito no Plano de Controle Ambiental (PCA), o Plano de Fomento ao Desenvolvimento Local (PFDL) atuará nas áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana, desmembrado em dois Programas: Contratação de Mão de Obra Local e Regionalização de Compra de Insumos e Serviços.

8.3.3.1 PROGRAMA DE CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA LOCAL

8.3.3.1.1 Justificativa

O Programa de Contratação de Mão de Obra, observando o contexto local, visa a maximização do impacto positivo resultante da contratação de mão de obra para implantação e operação do Projeto da CTR Metropolitana, com a utilização da mão de obra local.

Para as funções especializadas (especialistas em obras de infraestrutura, entre outros) e de staff, não é esperado a contratação de mão de obra local. Todavia, orienta-se a contratação de profissionais do estado do Pará e, somente na ausência destes, profissionais externos devem ser contratados, seja de outras regiões ou aqueles pertencentes ao quadro da empresa executora da obra, vindos de outras obras finalizadas pela empresa, por exemplo.

8.3.3.1.2 Objetivo

Selecionar, prioritariamente, a mão de obra advinda dos municípios pertencentes a região metropolitana de Belém, gerando emprego e renda à esfera local.

8.3.3.1.3 Metas e Desempenho Esperado

Que o aproveitamento da mão de obra local seja superior a 50% da mão de obra disponível e a procura de emprego.

8.3.3.1.4 Aspectos Legais

Não existem requisitos legais especificamente associados a este Programa.

8.3.3.1.5 Procedimentos Metodológicos

O empreendedor incentivará o aproveitamento de mão de obra local e do Pará pelas empresas responsáveis pela execução da obra, orientando-as para que estas priorizem os trabalhadores da região com base na qualificação mínima demandada, reiterando essa prática como parte de suas diretrizes.

Como instrumentos para o acompanhamento e avaliação, serão emitidos relatórios mensais, nos quais serão registradas as contratações, e anual para o órgão ambiental.

8.3.3.1.6 Público-Alvo

O público de interesse será composto prioritariamente pela população local, com ou sem experiência profissional, e com escolaridade média equivalente ao Ensino Fundamental. Preferencialmente a contratação de mão de obra será de trabalhadores do município de Acará.

8.3.3.1.7 Abrangência

AID do Projeto CTR Metropolitana

8.3.3.1.8 Interação com os demais programas

Este programa possui interface mais direta com o Programa de Comunicação Social para ações de divulgação.

8.3.3.1.9 Responsabilidades pelo Programa

O Programa será de responsabilidade do empreendedor. Para tanto, poderá contratar instituição ou empresa especializada, estabelecer convênios ou parcerias com instituições públicas e/ ou privadas para implantação.

8.3.3.1.10 Cronograma e Duração

Este programa é realizado mensalmente, tendo sua execução durante todas as fases de implantação da CTR Metropolitana. No Quadro 3.3 8 é apresentado cronograma base do programa.

Quadro 8.3-8 - Cronograma do Programa de Contratação de Mão de Obra Local, Projeto CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Alinhamento entre a equipe de planejamento das ações do programa																		
Realização das ações do Programa.																		
Elaboração dos relatórios mensais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.3.3.2 PROGRAMA DE REGIONALIZAÇÃO DE COMPRA DE INSUMOS E SERVIÇOS

8.3.3.2.1 Justificativa

As obras do Projeto CTR Metropolitana, seguramente, trará novas oportunidades de investimentos para empresários locais pela demanda de serviços, bens e insumos de produtos associados direta e indiretamente a obra. Neste contexto, ao buscar o fortalecimento das empresas locais, através do gerenciamento dos fornecedores que a implantação do Programa de Regionalização de Compra de Insumos e Serviços faz-se importante e necessário. Portanto, o referido programa ao dinamizar a economia, gera a maximização de efeitos positivos ao comércio local.

8.3.3.2.2 Objetivo

Fortalecer a relação com empresas locais para o fornecimento de serviços, bens e insumos demandados pela obra. Contribuindo, assim, para o fortalecimento dos grupos empresariais visando à geração de empregos diretos e indiretos e a consequente melhoria dos níveis de consumo da população.

8.3.3.2.3 Metas e Desempenho Esperado

As metas do Programa de Fomento de Fornecedores Locais (PFFL), são:

- Participação das micro e pequenas empresas locais na cadeia de abastecimento do Projeto CTR Metropolitana, fornecendo 45% das aquisições de bens, materiais e serviços demandados pelo empreendimento;
- Realizar, prioritariamente, aquisições de bens, materiais e serviços na seguinte ordem e proporção: (a) empresas locais – 15% das aquisições totais; e (b) empresas do estado do Pará – 30% das aquisições.

8.3.3.2.4 Aspectos Legais

Não existem requisitos legais especificamente associados a este programa.

8.3.3.2.5 Procedimentos Metodológicos

Para a operacionalização do Programa, a empresa executora precisa estabelecer parcerias com entidades de classe, sindicatos de empresas e cooperativas de produtores, visando, com isso, qualificação quanto aos fornecedores da obra.

Como instrumentos para o acompanhamento e avaliação, serão emitidos relatórios mensais, nos quais serão registradas as compras efetuadas no mês, e o relatório anual para o órgão ambiental.

8.3.3.2.6 Público-Alvo

Prioritariamente, empresas dos setores da indústria, comércio e serviços; além de associações comerciais e entidades de classe, dos municípios da região metropolitana de Belém.

8.3.3.2.7 Abrangência

AID do Projeto CTR Metropolitana.

8.3.3.2.8 Interação com os demais programas

Este programa possui interface mais direta com o Programa de Comunicação Social para ações de divulgação.

8.3.3.2.9 Responsabilidades pelo Programa

O Programa será de responsabilidade do empreendedor. Para tanto, poderá contratar instituição ou empresa especializada, estabelecer convênios ou parcerias com instituições públicas e/ ou privadas para implementação.

8.3.3.2.10 Cronograma e Duração

Este programa é realizado mensalmente, conforme apresentado no Quadro abaixo.

Quadro 8.3-9 - Cronograma do Programa de Regionalização de Compra de Insumos e Serviços, Projeto CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Alinhamento entre a equipe de planejamento das ações do programa																		
Realização das ações do Programa.																		
Elaboração dos relatórios mensais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

8.3.4 PROGRAMA DE SEGURANÇA EM RELAÇÃO AO TRAFÉGO NO RAMAL TRANSACARÁ

8.3.4.1 JUSTIFICATIVA

A construção e a operação de um empreendimento do porte do Projeto CTR Metropolitana implica um acréscimo de tráfego local, com impactos na comunidade. Assim, torna-se necessária a adoção de ações para minimizar essas interferências geradas pelo tráfego associado à fase de implantação e operação do empreendimento.

Dessa forma, serão analisadas as condições da via local para o estabelecimento de medidas de controle e mitigadoras, assim como, sinalizações específicas que serão necessárias em atendimento a legislação pertinente.

8.3.4.2 OBJETIVOS

As medidas propostas têm o objetivo de eliminar ou minimizar os transtornos causados com as atividades de implantação e operação do empreendimento, buscando uma melhoria das condições de conforto e segurança dos usuários da via terrestre. Dessa forma, o Programa de Segurança e Sinalização visa à redução dos riscos de acidentes e dos incômodos aos usuários da via de acesso a CTR Metropolitana.

8.3.4.3 METAS E DESEMPENHO ESPERADO

São metas deste programa:

- Identificar e mapear os riscos rodoviários referentes à via de acesso ao projeto;
- Garantir as condições seguras de trafegabilidade nas vias de acesso interno ao projeto;
- Orientar o usuário e comunidade para o comportamento adequado no trânsito no entorno imediato do empreendimento.

8.3.4.4 ASPECTOS LEGAIS

Serão utilizados como referência as normas de circulação de veículos da CTR Metropolitana, Lei 9.503/97 (Institui o Código de Trânsito Brasileiro), Lei nº 10.406/02 (Institui o novo Código Civil), Lei Nº 12.006/09 (Acrescenta artigos a Lei 9503/97), Lei nº 15.334/06 (Excesso de velocidade), Lei nº 11705/08 (estabelece alcoolemia zero e impõe penalidades mais severas para o condutor que dirigir sob a influência do álcool) e Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito (Volumes I, II e IV que constituem num

documento técnico que visa à uniformização e padronização da Sinalização Vertical e Horizontal de Regulamentação, configurando-se como ferramenta de trabalho importante para todas as esferas), Resoluções do CONTRAN nº 180/2005, nº 243/2007 e nº 236/2007 que tratam da uniformização e padronização da Sinalização Vertical e Horizontal.

8.3.4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As ações deste programa serão pautadas no processo educativo, informando e advertindo os usuários das vias sobre o aumento do tráfego de veículos e sobre as medidas de segurança que devem ser tomadas para prevenir acidentes.

Realizar uma melhor caracterização da via de interesse, o qual terá por base a execução de contagens de veículos nos locais, coleta de dados referentes à geração de tráfego, apresentação de uma estimativa de geração de tráfego do empreendimento na via de interesse, características físicas e funcionais considerando que a via é utilizada por veículos diferenciados como bicicletas, veículos de tração animal, e ainda por pedestres.

Nesse processo deverá ainda ocorrer controle de registros periódicos de informações da referida via:

- Condições de Circulação de Veículos de Carga;
- Acompanhamento na Evolução do Tráfego;
- Monitoramento de Acidentes de Trânsito.

Os dados registrados nestas atividades serão analisados e servirão para balizar a necessidade de ações de ajustes e correção e até mesmo de educação no trânsito.

As ações de caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia serão incluídos nos Relatórios anuais a serem apresentados para considerações e avaliação da equipe do órgão ambiental do estado-SEMAS/PA. E em relatórios mensais para o empreendedor para o devido acompanhamento do Programa.

8.3.4.6 PÚBLICO-ALVO

O público-alvo é formado por empregados, empreiteiras, subcontratadas, fornecedores, prestadores de serviços, e a população residente no entorno imediato do empreendimento.

8.3.4.7 ABRANGÊNCIA

Entorno imediato do empreendimento.

8.3.4.8 INTERAÇÃO COM OS DEMAIS PROGRAMAS

Esse plano terá interação direta com os Programas de Comunicação, Gerenciamento de Riscos e Plano de Ação de Emergência, os quais servirão como facilitadores para a divulgação dos procedimentos adotados referentes às sinalizações pertinentes no percurso e inspeções, de forma a garantir a segurança dos usuários, bem como de campanhas de conscientização sobre boa conduta no trânsito

8.3.4.9 RESPONSABILIDADE PELO PROGRAMA

O programa é de responsabilidade do empreendedor em parceria com instituições competentes como o órgão responsável pelo trânsito no município do Acará.

8.3.4.10 CRONOGRAMA E DURAÇÃO

O presente Programa será desenvolvido conforme cronograma apresentado no Quadro abaixo.

Quadro 8.3-10 - Cronograma do Programa de Segurança em relação ao tráfego do ramal transacará, Projeto CTR Metropolitana.

ATIVIDADES	IMPLANTAÇÃO		OPERAÇÃO												DESATIVAÇÃO			
	6 meses		Ano 1				Ano N				Ano 31				ANO N			
	1º Tri	2º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri
Planejamento das ações do programa																		
Realização da ações do programa																		
Elaboração dos relatórios trimestrais																		
Elaboração de relatórios anuais consolidados																		

9 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente documento teve por objetivo calcular o percentual da Compensação Ambiental (CA%) referente aos impactos ambientais decorrentes da implantação do Projeto CTR Metropolitana, no município de Acará (PA).

O cálculo de Gradação de Impacto Ambiental considerou as seguintes premissas:

- Considerou somente impactos ambientais negativos não mitigáveis sobre o meio ambiente natural;
- Desconsiderou Análise de Risco;
- Considerou o impacto apenas uma vez no cálculo;
- Utilizou indicadores do impacto gerado pelo empreendimento e indicadores das características do ambiente a ser impactado.

9.2 METODOLOGIA

A metodologia de gradação de impacto ambiental aplicada estabelece o percentual de compensação ambiental, nos termos do art. 36 da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei Federal no 9.985/2000), com a nova redação do Decreto Federal nº 6.848/09 c/c art. 24, VI, VII, VIII da Constituição Federal e Lei Federal no 6.938/81 e Resolução no 237/97 do CONAMA, baseada na proposta do IBAMA adaptada pela SEMAS/PA através da Instrução Normativa nº 005 de 11 de julho de 2014.

Considerando que os percentuais da compensação ambiental serão gradativos, de 0 a 2% (zero a dois por cento) do somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, o cálculo final do percentual da compensação ambiental se deu a partir da equação abaixo:

$$CA\% = (2{,}0\ x\ GI) \qquad (1)$$

9.2.1 GRAU DE IMPACTO AMBIENTAL

O Grau de Impacto Ambiental (GI) para empreendimentos continentais de significativo impacto ambiental licenciados pela SEMAS, para fins de compensação ambiental, será

estabelecido pela relação entre Indicadores de Pressão (IPs) e Indicadores Ambientais (IAs). Aplica-se ainda, apenas no caso de empreendimentos com influência em Áreas Institucionalizadas listadas pela metodologia, o Indicador Complementar (IC).

Os IPs trazem informações referentes aos fatores de geração de impacto do empreendimento proposto, já os IAs trazem informações acerca das características ambientais da área proposta para inserção do empreendimento. O IC fornece informações sobre áreas protegidas afetadas pelo empreendimento.

Os valores encontrados para os IPs geram o IP_{final}, enquanto os valores encontrados para os IAs geram o IA_{final}, que se relacionam de acordo com a equação (2) para que se chegue ao valor do Grau de Impacto (GI):

$$GI = \frac{(4{,}0249x\sqrt{IPxIA})+IC}{100} \qquad (2)$$

Onde: IP = Indicador de Pressão (0-100); IA = Indicador Ambiental Final (1-5); IC = Indicador Complementar (0-10).

O valor de GI varia entre zero e 1. Quando não houver influência do empreendimento em Áreas especialmente protegidas o valor de IC é zero. Os valores de IP, variando entre 0 e 100 e são base do cálculo da metodologia, modulados pelos valores de IA, que variam entre 1 e 5, e complementados pelos valores de IC, que variam de 0 a 10.

9.2.2 INDICADORES DE PRESSÃO - IP_S

O $IP_{PRESSÃO}$ é obtido a partir da soma dos valores dos dois IPs que compõem esta Metodologia ($IP_{DESTRUIÇÃO}$ e $IP_{DEGRADAÇÃO}$), como apresentado na equação (3):

$$IPpressão = (0{,}6x\ IPDestruição) + (0{,}4xIPDegradação) \quad (3)$$

9.2.3 $IP_{DESTRUIÇÃO}$

Este indicador expressa a área dos ecossistemas naturais que será alterada pela implantação do empreendimento, qualificada por características da vegetação afetada. São considerados três fatores:

- Área destruída – representa a parcela da área de implantação do empreendimento, em hectares, que perderá sua importância para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos motivada pela supressão da cobertura vegetal;
- Estado de Conservação da Vegetação – a área a ser ocupada deve ser classificada quanto ao estado de conservação da vegetação: antropizada, estágio pioneiro de regeneração, estágio médio e estágio avançado/primário;
- Número de fitofisionomias – deverá ser informado o número de fitofisionomias presentes na área ocupada, conforme a classificação do Macrozoneamento do Estado do Pará (MZEE/PA).

Nota: são consideradas áreas antropizadas, para os efeitos de cálculo, aquelas áreas que sofreram com as ações antrópicas de forma que tiveram sua cobertura vegetal natural removida, mas que guardam capacidade de regeneração e têm importância para a manutenção dos processos ecológicos. Ficam excluídas: áreas de solo impermeabilizado ou compactado, áreas urbanizadas, distritos e zonas industriais, áreas de cultivo ou pastagem mecanizada.

O valor deste IP é obtido a partir do relacionamento da área afetada em cada um dos estágios de conservação de vegetação considerados (antropizado, inicial, médio, avançado/primário) e o número de fitofisionomias afetadas (o valor medido para riqueza de fitofisionomias não modula os valores encontrados para áreas antropizadas). A equação (4) apresentada a seguir, nos leva ao valor final deste IP:

$$\boldsymbol{IPdestruição} = \frac{\{\text{ANT}+\{[(4\text{xIN})+(8\text{xMED})+(16\text{xAV})]\text{xFIT}\}\text{x}100}{65.000} \qquad (4)$$

Onde:

ANT = hectares de áreas antropizadas alteradas pelo empreendimento.

IN = hectares de áreas em estado inicial de regeneração, alteradas pelo empreendimento.

MED = hectares de áreas em estado médio de regeneração, alteradas pelo empreendimento.

AV = hectares de áreas em estado avançado de regeneração ou primárias alteradas pelo empreendimento.

FIT = índice obtido a partir do número de fitofisionomias alteradas pela implantação do empreendimento (Conforme o MZEE-PA).

O valor de referência de 65.000 foi calculado a partir da estimativa de área de vida de um predador de topo de cadeia em uma área em estado médio de regeneração com apenas uma fitofisionomia. Este valor referencial fica estabelecido para todos os biomas podendo ser revisado posteriormente na forma prevista na Instrução Normativa.

Considerando que o valor máximo para este IP é 100, valores obtidos acima deste limite serão considerados como o valor máximo (100).

O índice de número de fitofisionomias (FIT) é dado pela Tabela 9.2-1.

Tabela 9.2-1 - Índice FIT associado ao número de fitofisionomias.

Número de fitofisionomias	Índice FIT
1	1
2 a 3	1,2
4 a 5	1,3
Mais de 6	1,4

9.2.4 $IP_{DEGRADAÇÃO}$

Este indicador expressa a propagação dos efeitos negativos do empreendimento para além do seu local de instalação, sobre aspectos do meio físico (solo, atmosfera e recursos hídricos). Estes efeitos serão considerados exclusivamente quando relacionados com a perda de biodiversidade ou distúrbios nos processos ecológicos, em função da instalação do empreendimento. O risco de efeitos negativos decorrentes da operação do empreendimento não será considerado para os efeitos deste indicador.

Os efeitos são medidos em termos de:

- I**mpacto**: atesta a existência ou não do impacto.
    - inexistente para o meio considerado – peso 0;

- existente para o meio, em estado alterado – peso 0,5;
- existente para o meio, em estado preservado – peso 1.

- **Abrangência:** extensão espacial do impacto. Foi adotada a noção de bacia hidrográfica, segundo o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, para a mensuração da abrangência, pois se considerou que a distribuição dos impactos estaria associada à organização da paisagem em bacias hidrográficas. Foram adotadas quatro categorias de abrangência.
  - Pontual: afetando uma bacia de 6ª e/ou 7ª ordem, para o meio água e um raio de até 10km de extensão para os meios solo e ar – peso 1;
  - Local: afetando uma bacia de 4 ª e/ou 5 ª ordem, para o meio água e um raio maior que 10km e menor que 30km extensão para os meios solo e ar – peso 2;
  - Sub-regional: afetando uma bacia de 3ª ordem, para o meio água – peso 3;
  - Regional: afetando a área de uma bacia de 1ª e/ou 2ª ordem, para o meio água – peso 4.
- **Duração**: extensão temporal do impacto. Foram adotadas quatro classes de tempo, considerando os impactos da implantação do empreendimento sobre o meio físico:
  - Imediata: 0 a 5 anos após a instalação do empreendimento – peso 1;
  - Curta: 5 a 15 anos após a instalação do empreendimento – peso 2;
  - Média: 15 a 30 anos após a instalação do empreendimento – peso 3;
  - Longa: acima de 30 anos após a instalação do empreendimento – peso 4.
- **Relevância**: avalia o grau de modificação das condições ambientais resultantes da manifestação de determinado impacto:
  - Baixa relevância – quando 01 (um) serviço ambiental presente no meio atingido, passível de ser medido, for afetado indiretamente caracterizando baixas perdas na qualidade ambiental do meio atingido – peso 1;
  - Moderada relevância: quando 02 (dois) ou mais serviços ambientais presentes no meio atingido, passíveis de serem medidos, forem afetados indiretamente caracterizando moderadas perdas na qualidade ambiental do meio atingido – peso 2;
  - Alta relevância: quando 01 (um) serviço ambiental presente no meio atingido, passível de ser medido, for afetado diretamente caracterizando altas perdas na qualidade ambiental do meio atingido – peso 3;
  - Muito Alta relevância: quando 02 (dois) ou mais serviços ambientais presentes no meio atingido, passíveis de serem medidos, forem afetados diretamente caracterizando perdas extremamente significativas na qualidade ambiental do meio atingido – peso 4.

A equação (5) indica o resultado para o relacionamento de Impacto, Abrangência, Duração e Relevância:

MEIO = Impacto * (Abrangência + Duração + Relevância) (5)

Foi ponderada a importância dos meios para a biodiversidade, dando-se diferente peso para Ar, Água e Solo, 1, 4 e 5, respectivamente.

Para o cálculo do $IP_{DEGRADAÇÃO}$ postula-se a seguinte equação (6)

$IP_{DEGRADAÇÃO}$ = (1*AR + 4*Água + 5*Solo)*(5/6) (6)

A multiplicação por um fator de 5/6 tem apenas propósito de transformar os valores em uma escala de 0 a 100.

Nota 1: Quando para o mesmo meio ocorrerem mais de um impacto, para cada um dos efeitos medidos (Impacto, Abrangência, Duração e Relevância) deve ser informado o de maior peso.

Nota 2: para empreendimentos lineares deverão ser considerados segmentos homogêneos da paisagem a fim de que os impactos sejam mensurados adequadamente para o empreendimento como todo, sendo o resultado a média do impacto identificado para cada segmento, considerado de forma proporcional ao tamanho deste (número de compartimentos). Assim para um empreendimento com n segmentos homogêneos, o $IP_{DEGRADAÇÃO}$ será obtido pela fórmula (7) abaixo:

$$IPdegradação = (\sum \text{IPdegradação}i \text{ x Percentuali})/100 \quad (7)$$

Onde:

$IP_{Degração}$ i é o IP de degradação de cada segmento homogêneo.

Percentual i é o percentual relativo de cada segmento homogêneo encontrados no empreendimento.

9.2.5 INDICADOR AMBIENTAL - IA

O IA Correspondente (IAc) é obtido a partir dos valores encontrados para cada Indicador Ambiental (IA1, IA2, IA3, IA4, IA5, IA6), onde:

- IA1 = Vulnerabilidade Natural à Erosão - MZEE-PA.

- IA2 = Comprometimento da paisagem.
- IA3 = Espécies ameaçadas.
- IA4 = Centro de Endemismos.
- IA5 = Áreas Prioritárias à Biodiversidade do Pará.
- IA6 = Cavidades Naturais.

Para o cálculo do "IA Correspondente" foi considerado o somatório de todos os Indicadores Ambientais (IA1, IA2, IA3, IA4, IA5 e IA6).

$$x = IA1 + IA2 + IA3 + IA4 + IA5 + IA6 \qquad (8)$$

No caso destes indicadores utiliza-se níveis de 1 a 5, sendo o mínimo 1, o máximo 5 e o valor referencial médio 3, porém, no indicador IA5 (Áreas Prioritárias para a biodiversidade do Pará) verificou-se a necessidade de representar a importância biológica extremamente alta com peso 6. Portando "x" terá valor máximo igual a 31.

Fica postulado que em um espaço qualitativo temos os mínimos, os máximos e um valor de referência conforme Tabela 9.2-2.

Tabela 9.2-2 - Relação qualitativa para o cálculo do Indicador Ambiental.

Relação Qualitativa	
Percentual	**IAc**
y<50%	3
50%≤y<65%	4
65%≤y≤100%	5

9.2.5.1 IA1 – VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO – MZEE/PA

Este IA estabelece valores para as macro-unidades do mapa de Vulnerabilidade Natural à Erosão (Conforme MZEE-PA), onde a distribuição dos pesos foi gradativa conforme a vulnerabilidade da área. Com base neste critério foi elaborada a Tabela 9.2-3 de valores:

Tabela 9.2-3 - Distribuição dos pesos associados às macro-unidades segundo MZEE-PA.

Valores IA Vulnerabilidade Natural a Erosão – MZEE-PA	
Macro-unidades	Valor
Moderadamente Vulnerável	5
Mediamente Vulnerável/Estável	3
Moderadamente Estável	1

9.2.5.2 IA2 – COMPROMETIMENTO DA PAISAGEM

Expressa a estrutura da paisagem e o grau de comprometimento do funcionamento dos ecossistemas na região de implantação do empreendimento. Para avaliar o grau de comprometimento dos ecossistemas optou-se por utilizar a escala de criticidade elaborada pelo grupo de coordenadores e sistematizadores do Workshop de Áreas Prioritárias para Conservação da Zona Costeira (Porto Seguro, 1999). Trata-se de uma adaptação dos critérios utilizados por Dinerstein et al. (1995), baseados na estrutura da paisagem e no comprometimento do funcionamento dos ecossistemas.

Três níveis de comprometimento são reconhecidos:

- Pouco Comprometida - Paisagem quase totalmente íntegra; grandes blocos intactos com mínima influência do entorno; conexão garante dispersão de todas as espécies; populações persistentes e pouco afetadas pelas pressões antrópicas; processos funcionais íntegros e pouco alterados/afetados por atividades antrópicas; estrutura trófica íntegra com presença de espécies de "topo de cadeia trófica", bem como de "grandes herbívoros";
- Medianamente Comprometida - Paisagem parcialmente antropizada e fragmentada; pelo menos um grande bloco; conexão entre fragmentos permite dispersão da maioria das espécies; populações de espécies chave comprometidas, porém os processos funcionais encontram-se preservados; e
- Muito Comprometida - Paisagem predominantemente antropizada; fragmentos pequenos e isolados; conexão e dispersão entre fragmentos comprometidos; totalmente influenciados pelas atividades do entorno (sem área núcleo); predadores de topo de cadeia, grandes herbívoros ou outras espécies chaves perdidas; invasão por espécies exóticas; estrutura e função comprometidas.

Este indicador será valorado conforme a Tabela 9.2-4:

Tabela 9.2-4 - Grau de comprometimento da estrutura da paisagem.

Valores IA Comprometimento	
Grau de Criticidade	**Valor**
Pouco Comprometida	5
Medianamente Comprometida	3
Muito Comprometida	1

9.2.5.3 IA3 – ESPÉCIES AMEAÇADAS

Expressa a existência de espécies ameaçadas de extinção, fauna ou flora, na área de influência do empreendimento. Será considerada a ocorrência na área de influência do empreendimento de espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção, presentes na

Lista Nacional das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (IN MMA 03/2003); na Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção (IN MMA 05/2004); na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria SEMA nº 37-N/1992), e na lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará (COEMA - Resolução nº 54/2007).

Para a avaliação do IA Espécies Ameaçadas deverão ser considerados os seguintes aspectos: a) a ocorrência de fauna e flora ameaçada na área de influência do empreendimento; b) o tipo do impacto que o empreendimento irá acarretar sobre as espécies ameaçadas.

A valoração será realizada de acordo com a seguinte chave, aplicável tanto para as espécies da flora quanto da fauna:

- O empreendimento pode causar impacto de qualquer gênero sobre as espécies ameaçadas identificadas? Não = 1; Sim = Pergunta 2.
- O impacto a ser causado é indireto ou direto? Indireto = 3; Direto = 5.

São considerados impactos ambientais diretos sobre as espécies ameaçadas aqueles que ocorrem na Área de Influência Direta do empreendimento (AID), enquanto os que ocorrem na Área de Influência Indireta (AII) são considerados impactos indiretos sobre as espécies ameaçadas, no entanto, também serão considerados impactos diretos aqueles provenientes das atividades do empreendimento, que afetem a população de espécies ameaçadas comprometendo sua viabilidade independente da AID e AII.

9.2.5.4 IA4 – CENTRO DE ENDEMISMO

Estabelece valores para os Centros Endêmicos existentes no Estado do Pará, segundo o mapa apresentado em SILVA, J. M.; RYLANDS, A.; e FONSECA, G. A. B. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. Megadiversidade, v. 1, n. 1, julho 2005. (Centro de endemismo Belém, Rondônia, Xingu, Guiana e/ou Tapajós).

Onde a distribuição dos pesos foi gradativa conforme a vulnerabilidade e grau de ameaça dos centros endêmicos, conforme Tabela 9.2-5 abaixo:

Tabela 9.2-5 - Grupo de centros endêmicos.

GRUPO DE CENTROS ENDÊMICOS	PESOS
Grupo 1: Belém	5
Grupo 2: Rondônia e Xingu	4

GRUPO DE CENTROS ENDÊMICOS	PESOS
Grupo 3: Guiana e Tapajós	3

IA4 = (%Grupo1 x %Grupo2 x 4 + %Grupo3 x 3)/100 (9)

9.2.5.5 IA5 – ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A BIODIVERSIDADE DO PARÁ

Estabelece valores para as Áreas Prioritárias para a Biodiversidade no Estado do Pará segundo o Mapa de Áreas Prioritárias do Bioma Amazônia (Figura 2.4.1 – página 40) apresentado em BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA n°9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: MMA, 2007. 327p. (Série Biodiversidade, 31) - (Extremamente alta, Muito Alta, Alta e Insuficientemente conhecida) conforme Tabela 9.2-6 abaixo:

Tabela 9.2-6 - Valores de importância biológica.

IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA	PESOS
Extremamente Alta	6
Muito Alta	5
Alta	4
Insuficientemente conhecida ou inexistente	3

IA5 = (%Extremamente Altax6 + Muito Altax5 + Altax4 + %Insuf.Conhecida*1)/100 (10)

9.2.5.6 IA6 – CAVIDADES NATURAIS

Expressa a existência de cavidades naturais na área de influência do empreendimento e detecção de impactos indiretos e/ou diretos sobre essas formações.

Para a avaliação do IA6 Cavidades Naturais, foi considerada a porcentagem de área de cavidade natural existente na área de interferência direta e indireta do empreendimento em relação à área total de cavidades com algum tipo de impacto. Para efeito do cálculo deve-se considerar o peso 1 para áreas contendo cavidades naturais sem nenhum tipo de impacto ou ausência de cavidades naturais.

O cálculo do IA6 será dado conforme fórmula abaixo:

IA6 = (% Área de cavidades naturais com impacto indireto x 4 + % Área de cavidade natural com impacto direto x 5) / 100.

Para empreendimentos que produzam concomitantemente impactos diretos e indiretos sobre cavidades naturais, deverá ser considerado proporcionalmente ao percentual das áreas das cavidades que estão sofrendo impacto.

9.2.6 INDICADOR COMPLEMENTAR (IC)

Expressa a existência ou não de influência direta ou indireta do empreendimento, em áreas especialmente protegidas (federais, estaduais ou municipais) segundo o Sistema Nacional de Unidade de Conservação – SNUC, MJ/FUNAI, bem como as Zonas de Conservação Propostas nas Áreas Especiais do MZEE-PA.

As categorias de áreas especialmente protegidas foram subdivididas em grupos de acordo com os grupos que devem ser categorizados exclusivamente de acordo com o grau de conservação para a biodiversidade Tabela 9.2-7.

Tabela 9.2-7 - Áreas a serem consideradas como áreas protegidas.

Grupos	Áreas a serem consideradas como Áreas Protegidas
Grupo 1	Reserva Biológica
	Estação Ecológica
	Parque
	Monumento Natural
	Terras indígenas
Grupo 2	Zona de Conservação de Proteção Integral proposta pelo MZEE-PA
	Área de Reserva de Interesse Ecológico
	Reserva Particular do Patrimônio Particular
Grupo 3	Reserva da Fauna
	Floresta
Grupo 4	Reserva Extrativista
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	Reserva de Vida Silvestre
Grupo 5	Terras Indígenas
	Terras de Quilombos
	Zona de Conservação de Uso Sustentável proposta pelo MZEE-PA

Considera-se ainda neste indicador, além do grupo em que se enquadra as áreas especialmente protegidas, o impacto a ser gerado se é direto ou indireto. De acordo com estes dois critérios foi elaborada a Tabela 9.2-8 de valoração:

Tabela 9.2-8 - Valoração de impacto em UC.

Grupo de UC (Conforme tabela acima)	Tipo de influência em UC	
	DIRETA	INDIRETA
G1	10	5
G2	8	4
G3	6	3
G4	4	2
G5	2	1

Os valores expressos na tabela referem-se ao acréscimo a ser aplicado ao valor obtido da relação entre os IPs e os IAs, onde os valores de IC variam de 0 a 10 no cálculo do GI.

A influência direta na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação, exclusivamente, conforme os termos do artigo 25 da Lei 9.985/00, é considerada como influência indireta na mesma, assumindo os valores apresentados para tal situação.

No caso de interferência em mais de uma Área Especialmente Protegida, os valores não são cumulativos, aplicando-se o pior caso. Em caso de ausência de influência de impacto, direta ou indireta, do empreendimento sobre as áreas protegidas das categorias listadas, o valor para o IC será igual a Zero.

9.3 RESULTADOS

Como descrito na metodologia, o resultado do percentual da compensação ambiental para o Projeto CTR Metropolitana, foi diretamente associado ao Grau de Impacto Ambiental (GI) calculado com base nos Indicadores de Pressão (IPs), Indicadores Ambientais (IAs) e Indicador Complementar (IC). Estes resultados foram calculados com base nas informações presentes no EIA.

9.3.1 INDICADORES DE PRESSÃO (IP_S)

O resultado do IP deve-se aos resultados de $IP_{DESTRUIÇÃO}$ e $IP_{DEGRADAÇÃO}$ que são apresentados a seguir:

9.3.1.1 IP DESTRUIÇÃO

Considerando a área que será utilizada na instalação do Projeto CTR Metropolitana, observa-se no que 91% correspondem a área em estado avançado de regeneração; 1%

da área corresponde a um estado médio de regeneração, 6% da área em estado inicial de regeneração e 3% de área excluída, conforme disposto na IN nº 5/2014.

O índice FIT obtido a partir do número de fitofisionomias alteradas pela implantação do empreendimento, que neste caso seria Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Vegetação Secundária sem Palmeiras.

Portanto, obteve-se:

- IN = 6,32 hectares;
- MED = 0,58 hectares;
- AV = 93,9 hectares;
- FIT = 1,20 (interfere em duas fitofisionomias).
- Excluída = 2,7 hectares.

Logo, $IP_{DESTRUIÇÃO}$ = 2,8289;

9.3.1.2 IP DEGRADAÇÃO

Para este indicador obteve-se um valor de 63,3333. Os resultados da propagação dos efeitos negativos sobre cada aspecto do meio físico foram calculados e apresentados por regiões homogêneas, tendo como referência as sub-bacias conforme divisão apresentada no item de metodologia. Portanto, na Tabela 9.3-1 é apresentada com os resultados da análise para o do Projeto CTR Metropolitana.

Tabela 9.3-1 - Efeitos negativos decorrentes da implantação do empreendimento.

IP Degradação					
AR	**8,0**	**ÁGUA**	**7,0**	**SOLO**	**8,0**
Impacto	1,0	Impacto	1,0	Impacto	1,0
Abrangência	1,0	Abrangência	2,0	Abrangência	1,0
Duração	4,0	Duração	2,0	Duração	4,0
Relevância	3,0	Relevância	3,0	Relevância	3,0

Considerando os resultados obtidos para $IP_{DESTRUIÇÃO}$ e $IP_{DEGRADAÇÃO}$, o Indicador de Pressão resultou em **IP = 27,0307**.

9.3.2 INDICADORES AMBIENTAIS (IA_S)

9.3.2.1 IA1: VULNERABILIDADE À EROSÃO

Para o cálculo do IA1, a análise de vulnerabilidade natural a erosão mostrou que o empreendimento se encontra em área moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável e moderadamente vulnerável.

Obteve-se para o Projeto CTR Metropolitana o resultando em IA1 = 1.

9.3.2.2 IA2: COMPROMETIMENTO DA PAISAGEM

O grau de comprometimento da estrutura da paisagem foi considerado para o Projeto CTR Metropolitana, como sendo pouco comprometida, com paisagem íntegra; grandes blocos intactos; conexão garante dispersão de todas as espécies; populações persistentes; processos funcionais pouco alterados/afetados por atividades antrópicas; estrutura trófica íntegra. Dessa forma, o IA2 resultou em peso 5.

9.3.2.3 IA3: ESPÉCIES AMEAÇADAS

Em relação a existência de espécies ameaçadas de extinção, tanto para a fauna quanto para a flora, na área de influência do empreendimento, foi considerado o peso 5, uma vez que foram identificas espécies ameaçadas na área diretamente afetada do empreendimento.

9.3.2.4 IA4: CENTRO DE ENDEMISMO

Em relação ao centro de endemismo, considerou-se peso 5, uma vez que a área do empreendimento está localizada no Grupo 1: Belém.

9.3.2.5 IA5: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA BIODIVERSIDADE

Considerando a área do empreendimento, o Projeto CTR Metropolitana apresenta interferência extremamente alta às diferentes categorias de importância biológica estabelecidas no Mapa de Áreas Prioritárias do Bioma Amazônia (Figura 2.4.1 – página 40) apresentado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), portanto, considerada como grau 6.

9.3.2.6 IA6: CAVIDADES NATURAIS

Não há ocorrência de cavidades naturais nas áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana. Logo, para este indicador é inexistente (peso 1).

Deste modo, o valor alcançado para o Índice Ambiental (IA) foi de y = 74,91%, logo IAc = 5.

9.3.3 INDICADOR COMPLEMENTAR (IC)

Resultado baseado na existência de áreas protegidas ao longo da área de influência do Projeto CTR Metropolitana, conforme análise das bases oficiais, nem a ADA e nem a AID encontram-se dentro da área de proteção ambiental, reservas ou em áreas de povos tradicionais. Portanto, seria Grupo 3 (floresta), com Indicador Complementar IC = 6.

9.4 GRAU DE IMPACTO AMBIENTAL E PERCENTUAL DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

De posse dos valores dos Indicadores de Pressão, Indicadores Ambientais e Indicador Complementar, foram obtidos os seguintes valores para o Grau de Impacto e, consequentemente, para o percentual de compensação ambiental:

GI = 0,527917;

CA% = 1,055833.

9.5 SISTEMA DE CÁLCULO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL – SC2A

A seguir são apresentadas e descritas as informações utilizadas no preenchimento no Sistema de Cálculo de Compensação Ambiental – SC²A para o cálculo de gradação de impacto ambiental do Projeto CTR Metropolitana.

Para obter o Indicador de Pressão – IP de Destruição, considerou-se o valor de Área de Estágio Inicial de Regeneração igual a 6,32 ha (6% da ADA), Estágio intermediário de regeneração igual a 0,58 ha (1% da ADA), Estágio avançado de regeneração igual a 93,90 ha (91%), e área excluída igual a 2,70 ha (3%). Além disso, na ADA do empreendimento foi identificada duas fitofisionomias, sendo Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Vegetação Secundária sem Palmeiras. Ressalta-se que para

alimentação no Sistema SC²A foi realizado a regra de arredondamento universal das áreas para atender o número de casas decimais permitidos pela plataforma, contudo no cálculo presente no capítulo para Compensação Ambiental foram consideradas até quatro casas decimais, conforme IN nº 05/2014.

Para calcular o Indicador de Pressão – IP de Degradação, em relação aos aspectos físicos, para o Ar, os impactos foram considerados existentes para o meio, em estado preservado, uma vez que o Índice de Qualidade do Ar apresentou resultado bom, de forma geral, e consequentemente a instalação do projeto afetará negativamente o local. A abrangência foi considerada pontual, visto que as atividades de implantação Projeto CTR Metropolitana, como supressão vegetal e terraplenagem, irão gerar emissões de particulados e poluentes gasosos que não deverão ultrapassar um raio de 10 km. Além do mais, no que concerne a duração, considerou-se como longa, pois a instalação do empreendimento ocorrerá em três fases que durarão anos. Por fim, em relação a relevância, enquadrou-se como alta, uma vez que a qualidade do ar será diretamente afetada pelo projeto.

Para o solo, os impactos foram considerados existentes para o meio, em estado preservado, em razão das instalações do Projeto CTR Metropolitana se alocarem em pouco comprometidas. A abrangência foi considerada pontual, visto que as atividades de implantação do empreendimento afetarão somente o solo da área diretamente afetada. Além do mais, no que concerne a duração, considerou-se como longa, pois ao findar a implantação do empreendimento, os impactos permanecerão durante a vida útil do empreendimento (31 anos). Por fim, em relação a relevância, enquadrou-se como alta, uma vez que o projeto afetará diretamente os serviços de infiltração e purificação da água; e estabilização e suporte à vegetação.

Para a água, os impactos foram considerados existentes para o meio, em estado preservado, em razão dos corpos hídricos da área de instalação do empreendimento apresentar um grau de conservação, sem características de elementos perigosos presentes na água. A abrangência foi considerada local, visto que as atividades de implantação do empreendimento afetarão diretamente os córregos próximos da área diretamente afetada, podendo alcançar corpos hídricos na AID. Além do mais, no que concerne a duração, considerou-se como curta, pois ao findar a implantação do

empreendimento, os impactos permanecerão durante a vida útil do empreendimento. Por fim, em relação a relevância, enquadrou-se como alta, uma vez que o projeto afetará diretamente a disponibilidade hídrica do local.

Para o Indicador Ambiental – IA, no cálculo do IA1 – Estabilidade da área, de acordo com a análise do Mapa de Vulnerabilidade Natural, a Erosão mostrou que o empreendimento se encontra em área moderadamente estável. O grau de comprometimento da paisagem (IA2) foi considerado como pouco comprometida, com paisagem íntegra; grandes blocos intactos; conexão garante dispersão de todas as espécies; populações persistentes; processos funcionais pouco alterados/afetados por atividades antrópicas; estrutura trófica íntegra. Em relação a existência de espécies ameaçadas de extinção (IA3), tanto para a fauna quanto para a flora, foi considerado impacto direto, pois há ocorrência destas na ADA. Em relação a sobreposição em Centros de Endemismo (IA4), 100% do empreendimento sobrepõe o Grupo 1: Belém. No cálculo da IA5 das Áreas Prioritárias para a Biodiversidade, apresenta interferência extremamente alta às diferentes categorias de importância biológica estabelecidas no Mapa de Áreas Prioritárias do Bioma Amazônia (Figura 2.4.1 – página 40). Para o IA6 não há ocorrência de cavidades naturais nas áreas de influência do Projeto CTR Metropolitana, por conseguinte, para este indicador é inexistente.

Por fim, ressalta-se que baseado na existência de áreas protegidas ao longo da área de influência do Projeto CTR Metropolitana, conforme análise das bases oficiais, nem a ADA e nem a AID encontram-se dentro da área de proteção ambiental, reservas ou em áreas de povos tradicionais (Grupo 3).

Considerando que o investimento previsto para o Projeto CTR Metropolitana é de R$ 398.454.813,48, o valor correspondente à compensação ambiental totaliza R$ 4.207.018,80. Cabe ressaltar que o valor de investimento apresentado possui caráter preliminar, passível a ajustes em função da finalização do projeto executivo. Em versões anteriores do EIA, foram indicados outros montantes, a exemplo de R$ 325.311.635,48, protocolado em outubro de 2024. Todavia, em função das atualizações mais recentes, o valor atualmente adotado corresponde ao efetivo investimento, razão pela qual a compensação ambiental está sendo calculada com base nesse montante.

9.6 DEMONSTRATIVO DO CÁLCULO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Segue abaixo o descritivo do cálculo da compensação ambiental após aplicação da metodologia supracitada. Na figura abaixo é apresentada a planilha utilizada no cálculo.

- Cálculo dos subindicadores (fase de implantação – meio físico)

MEIO = Impacto * (Abrangência + Duração + Relevância)

AR (ar): impacto = 1; abrangência = 1; duração = 4; relevância = 3.
AR = 1*(1+4+3) = 8

ÁGUA: impacto = 1; abrangência = 2; duração = 2; relevância = 3.
ÁGUA = 1*(2+2+3) = 7

SOLO: impacto = 1; abrangência = 1; duração = 4; relevância = 3.
SOLO = 1*(1+4+3) = 8

- Cálculo de $IP_{DEGRADAÇÃO}$

$IP_{DEGRADAÇÃO}$ = (1*AR + 4*Água + 5*Solo)*(5/6)
$IP_{DEGRADAÇÃO}$ = (1*8+4*7+5*8) * (5/6) = 63,33333
$IP_{DEGRADAÇÃO}$ = 63,33333

- $IP_{DESTRUIÇÃO}$

$$IPdestruição = \frac{\{ANT + \{[(4xIN) + (8xMED) + (16xAV)]xFIT\}\}x100}{65.000}$$

$$IPdestruição = \frac{\{0 + \{[(4x6,32) + (8x0,58) + (16x93,90)]x1,2\}\}x100}{65.000}$$

$$IPdestruição = 2,8289$$

- $IP_{PRESSÃO}$

$$IPpressão = (0,6x\ IPDestruição) + (0,4xIPDegradação)$$
$$IPpressão = (0,6x\ 2,8289) + (0,4x63,3333)$$
$$IPpressão = 27,0307$$

- Indicador Ambiental

x = IA1 + IA2 + IA3 + IA4 + IA5 + IA6
x = 1 + 5 + 5 + 5+ 6 + 1
x = 23;

Assim o valor alcançado para o Índice Ambiental (IA) foi de
y = (23*100)/31 = 74,91%,
logo IAc = 5

IAc = 5

- Indicador Complementar

IC = 6

- Cálculo do GI

$$GI = \frac{(4,0249x\sqrt{IPxIA}) + IC}{100}$$

$$GI = \frac{(4,0249x\sqrt{27,0307x5}) + 6}{100}$$

$$GI = 0,527917$$

- Cálculo do CA%

$$CA\% = (2,0\ x\ GI)$$

$$CA\% = (2,0\ x\ 0,527917)$$

$$CA\% = 1,055833$$

- Cálculo da Compensação

Valor do investimento = R$ 398.454.812,48;

Valor da Compensação = Valor do investimento * (CA%/100)
Valor da Compensação = 398.454.812,48 * (CA%/100)
Valor da Compensação = R$ 4.207.018,80

Figura 9.6-1 – Planilha utilizada para o cálculo da compensação ambiental

CÁLCULO COMPENSAÇÃO AMBIENTAL - CTR METROPOLITANA

CA%	**1,055833**
GI	**0,527917**
Ippressão	27,0307
IPdestr	2,8289
IPdegra	63,3333

Valor de Investimento		Valor da Compensação	
R$	398.454.813,48	R$	4.207.018,80

IP Destruição	Ha	%
ANT	0,00	0%
IN	6,32	6%
MED	0,58	1%
AV	93,90	91%
FIT	1,20	
Excluidas	2,70	3%

IP-Degradação								
Ar	**8**	**Código**	**Água**	**7**	**Código**	**Solo**	**8**	**Código**
Impacto	1	Existente, preservado	Impacto	1	Existente, preservada	Impacto	1	Existente, preservada
Abrangência	1	Pontual	Abrangência	2	Pontual	Abrangência	1	Pontual
Duração	4	Imediata	Duração	2	Média	Duração	4	Média
Relevância	3	Alta	Relevância	3	Alta	Relevância	3	Muito alta

Trecho	ADA (ha)
Total	103,5000

Indicador Ambiental						
Trecho	**IA1**	**IA2**	**IA3**	**IA4**	**IA5**	**IA6**
Total	1	5	5	5	6	1
	Vulnerabilidade	Comprom. Pais.	Esp. Ameaçada	Endemismo	Extre. Alta	Cavidades
		5		100% - grupo 1		

	y	IAc
IAc		5
	74,91	23 x

IA5			
	Peso	Ha	%
Alta	4	0,0000	0,0000
Extremamente Alta	6	0,0000	0,0000
Muito Alta	5	0,0000	0,0000
Nenhuma Referênc	3	103,5000	100,0000

I.C	6	
Grupo	Direta	Indireta
G1	10	5
G2	8	4
G3	6	3
G4	4	2
G5	2	1

IA2			
Pouco Comprom	93,90	5	90,72
Median. Comprom	0,58	3	0,56
Muito Comprom	9,02	1	8,71

IA 1	ha - ADA	%
Moderamente vulnerável	2,48	2,3961
Medianamente vulnerável/Estável	6,54	6,3188
Moderamente estável	94,48	91,2850