ReVita
engenharia sustentável

PYPA
PROJETOS E SOLUÇÕES EM ENGENHARIA

EIA
Estudo de Impacto Ambiental

Unidade de Valorização Sustentável

UVS MACAÍBA

Junho 2022

INTRODUÇÃO 19
1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO EMPREENDIMENTO 20
1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 20
1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 20
1.3. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA 20
2. LOCALIZAÇÃO, OBJETIVOS E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO 22
2.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 22
2.1.1. Localização 22
2.1.2. Acessos 23
2.1.3. Entorno da área 25
2.2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO 27
2.2.1. Cenário atual 27
2.2.2. Disposição ambientalmente adequada de RSU Classe II-A e II-B e RSSS 31
2.2.3. Condições ambientais e locacionais favoráveis 32
2.2.3.1. Análise das Alternativas Locacionais 32
2.2.3.1.1. Alternativas 34
2.2.3.1.1.1. Alternativa 1 34
2.2.3.1.1.2. Alternativa 2 35
2.2.3.1.1.3. Alternativa 3 36
2.2.3.1.1.4. Alternativa 4 37
2.2.3.1.1.5. Alternativa 5 38
2.2.3.1.2. Comparativo das alternativas 40
2.2.3.1.2.1. Distância de recursos hídricos superficiais 40
2.2.3.1.2.2. Profundidade do lençol freático 42
2.2.3.1.2.3. Topografia 42
2.2.3.1.2.4. Vegetação Nativa a ser provavelmente suprimida 42
2.2.3.1.2.5. Distância do centro de Macaíba 44
2.2.3.1.2.6. Distância de núcleos habitacionais 45
2.2.3.1.2.7. Impacto Visual 45
2.2.3.1.2.8. Área disponível em relação à vida útil prevista 46
2.2.3.1.2.9. Proximidade de Aeródromos 46
2.2.3.2. Alternativas Tecnológicas 49
2.2.4. Compatibilidade com os Planos e Programas Governamentais 51
2.2.5. Legislação Ambiental 53
2.2.6. Geração de Empregos na Implantação e Operação da UVS Macaíba 53
2.2.7. Participação da Comunidade 54
2.2.8. Impacto Positivo nas Receitas Fiscais na Implantação e Operação 54

2.3. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO 55
2.3.1. Implantação 56
2.3.2. Operação e Manutenção 58
3. ÁREA DE INFLUÊNCIA 61
4. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA 63
4.1. MEIO FÍSICO 63
4.1.1. Clima e condições meteorológicas 65
4.1.1.1. Precipitação e Balanço Hídrico 65
4.1.1.2. Ventos 66
4.1.1.3. Temperatura do Ar 69
4.1.1.4. Umidade relativa do Ar 70
4.1.1.5. Insolação: incidência solar e sua sazonalidade 71
4.1.2. Geologia e Geotecnia 71
4.1.2.1. Geologia Regional 71
4.1.2.1.1. Bacia Potiguar 72
4.1.2.1.2. Complexo Presidente Juscelino 73
4.1.2.1.3. Formação Barreiras 74
4.1.2.1.4. Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos 75
4.1.2.2. Geologia Local 77
4.1.3. Geomorfologia 84
4.1.3.1. Geomorfologia Regional 84
4.1.3.1.1. Planície Costeira do Rio Grande do Norte 84
4.1.3.1.2. Vales dos Rios Piranhas-Açu e Apodi 86
4.1.3.1.3. Tabuleiros Costeiros 86
4.1.3.1.4. Baixos Platôs da Bacia Potiguar 87
4.1.3.1.5. Depressão Sertaneja 87
4.1.3.1.6. Planaltos Residuais Sertanejos 88
4.1.3.1.7. Planalto da Borborema 88
4.1.3.2. Geomorfologia Local 89
4.1.3.3. Topografia 94
4.1.4. Solo 97
4.1.4.1. Pedologia Regional 97
4.1.4.2. Pedologia Local 98
4.1.4.3. Perfis de solo, testes e análises 103
4.1.4.3.1. Poços de inspeção (trincheiras) 105
4.1.4.3.2. Sondagem SPT 106
4.1.4.3.3. Ensaio de permeabilidade 111

4.1.4.3.4. Teste de Infiltração do Solo 112
4.1.4.3.5. Análises físico-químicas 112
4.1.4.4. Sondagens de Eletrorresistividade 113
4.1.4.5. Suscetibilidade Erosional 114
4.1.5. Espeleologia 117
4.1.6. Recursos Hídricos 120
4.1.6.1. Águas Superficiais 120
4.1.6.2. Hidrogeologia Local 121
4.1.6.3. Profundidade do lençol freático 122
4.1.6.4. Recursos hídricos locais 122
4.1.6.5. Potenciometría 124
4.1.6.6. Isoietas de precipitação média anual da região 124
4.1.6.7. Relação das águas subterrâneas com as águas superficiais 127
4.1.6.8. Vulnerabilidade e riscos de contaminação do aquífero 127
4.1.6.9. Qualidade das águas 131
4.1.6.10. Uso das águas 135
4.2. MEIO BIÓTICO 135
4.2.1. Flora 138
4.2.1.1. Contextualização Fitogeográfica 138
4.2.1.2. Aspectos Metodológicos 140
4.2.1.3. Análise dos dados dendrométricos 149
4.2.1.3.1. Densidade 149
4.2.1.3.2. Frequência 150
4.2.1.3.3. Dominância 150
4.2.1.4. Levantamento florístico 151
4.2.1.4.1. Fisionomias vegetais ocorrentes e estágio de sucessão ecológica 152
4.2.1.4.2. Fisionomias vegetais ocorrentes na AID e na ADA (dados primários) 152
4.2.1.4.2.1. Estágio Avançado de Regeneração 155
4.2.1.4.2.2. Estágio Médio de Regeneração 156
4.2.1.4.2.3. Estágio Inicial de Regeneração 157
4.2.1.4.3. Vegetação de ambiente aquático 160
4.2.1.4.4. Vegetação Antropizada 160
4.2.1.4.5. Diversidade de espécies 164
4.2.1.4.6. Estudo florístico e fitossociológico 168
4.2.1.5. Ambiente aquático 180
4.2.1.6. Espécies ameaçadas de Extinção ou Raras 181
4.2.1.7. Espécies Endêmicas 181

4.2.1.8. Espécies de interesse para o resgate de flora 182
4.2.1.9. Relação pulação humana e a flora regional 182
4.2.1.10. Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (RL) 183
4.2.1.11. Unidades de Conservação (UC) 186
4.2.1.12. Áreas Prioritárias para a conservação 188
4.2.1.13. Conclusões 190
4.2.2. Fauna 191
4.2.2.1. Metodologia 192
4.2.2.1.1. Artropodofauna 192
4.2.2.1.2. Herpetofauna 192
4.2.2.1.3. Transectos 193
4.2.2.1.4. Avifauna 193
4.2.2.1.5. Mastofauna 194
4.2.2.1.6. Ictiofauna 196
4.2.2.1.6.1. Invertebrados Aquáticos 196
4.2.2.1.7. Comunidade Planctônica (Zooplâncton) 198
4.2.2.2. Localização 199
4.2.2.3. Listas Utilizadas 201
4.2.2.4. Análise dos Dados 201
4.2.2.5. Caracterização Regional da Fauna 201
4.2.2.5.1. Resultados 202
4.2.2.5.1.1. Caracterização regional 202
4.2.2.5.1.2. Dados Primários 215
4.2.2.5.1.2.1. Artropodofauna 215
4.2.2.5.1.2.2. Herpetofauna 219
4.2.2.5.1.2.3. Avifauna 224
4.2.2.5.1.2.4. Mastofauna 236
4.2.2.5.1.2.5. Ictiofauna 238
4.2.2.5.1.2.6. Fitoplâncton, Zooplâncton 239
4.2.2.5.1.2.7. Macroinvertebrados (comunidade bentônica) 243
4.2.2.6. Conclusão 247
4.3. MEIO SOCIOECONÔMICO 248
4.3.1. Diagnóstico da Área de Influência Indireta - AII 250
4.3.1.1. Metodologia 250
4.3.1.2. Localização e Histórico 250
4.3.1.3. Caracterização Populacional 252
4.3.1.4. Vulnerabilidade Social 258

4.3.1.5. Condições de Habitação e Saneamento 261
4.3.1.6. Saúde 274
4.3.1.7. Segurança 279
4.3.1.8. Comunicações 294
4.3.1.9. Economia e Mercado de Trabalho 295
4.3.1.10. Caracterização das Atividades Agropecuárias 300
4.3.1.11. Patrimônio Histórico, Cultural, Natural e Turismo 304
4.3.1.12. Povos e Comunidades Tradicionais 307
4.3.1.12.1. Povos Indígenas 308
4.3.1.12.2. Comunidades Remanescentes de Quilombos 310
4.3.1.13. Projetos de Assentamento 313
4.3.1.14. Conflitos Socioambientais 315
4.3.2. Diagnóstico da Área de Influência Direta - AID 315
4.3.2.1. Metodologia 318
4.3.2.2. Infraestrutura Organizacional e Urbana 319
4.3.2.2.1. População Residente e Assentamento Humano 319
4.3.2.2.2. Trabalho e Renda 320
4.3.2.2.3. Educação 321
4.3.2.2.4. Saúde 322
4.3.2.2.5. Sistema Viário e de Transportes 323
4.3.2.2.6. Coleta de Resíduos Sólidos 326
4.3.2.2.7. Sistema de Telecomunicações e Energia Elétrica 326
4.3.2.2.8. Saneamento Básico 327
4.3.2.2.9. Economia 328
4.3.2.2.10. Patrimônio Histórico e Arqueológico 330
4.3.3. Uso e Ocupação do Solo 332
5. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 335
5.1. METODOLOGIA 336
5.2. PROGNÓSTICO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 340
5.2.1. Fase de Planejamento 341
5.2.2. Fase de Implantação 342
5.2.3. Fase de Operação 345
5.2.4. Fase de Encerramento e Pós Encerramento 346
5.3. RESUMO DA ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 347
5.4. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 352
5.4.1. Etapa de Planejamento 352
5.4.1.1. Pesquisas e Projetos 352

5.4.2. Etapa de Implantação 353
5.4.2.1. Canteiro de obras 353
5.4.2.2. Reforma/Construção das Estruturas de Apoio à Operação 354
5.4.2.3. Área de operação – Aterro/Lagoas/ETE 356
5.4.3. Etapa de Operação 358
5.4.3.1. Operação 358
5.4.4. Etapa de Encerramento e Pós Encerramento 360
5.4.4.1. Encerramento e Pós Encerramento 360
6. ANÁLISE INTEGRADA 362
6.1. CENÁRIO ATUAL 363
6.1.1. Meio Físico 363
6.1.2. Meio Biótico 365
6.1.3. Meio Antrópico 365
6.2. CENÁRIO SEM O EMPREENDIMENTO 367
6.2.1. Meio Físico 367
6.2.2. Meio Biótico 368
6.2.3. Meio Antrópico 369
6.3. CENÁRIO COM O EMPREENDIMENTO 370
6.3.1. Meio Físico 370
6.3.2. Meio Biótico 371
6.3.3. Meio Antrópico 372
6.4. CONSIDERAÇÕES 373
7. MEDIDAS MITIGADORAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 375
8. PLANOS E PROGRAMAS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 392
8.1. PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL 393
8.2. PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL DAS OBRAS 395
8.3. PLANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL 397
8.4. PLANO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL 400
8.5. PLANO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DA CONSTRUÇÃO CIVIL 403
8.6. PROGRAMA DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA 407
8.7. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS 410
8.8. PLANO DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO 412
8.9. PLANO DE CONTROLE DOS PROCESSOS EROSIVOS E MONITORAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL 415
8.10. PLANO DE MONITORAMENTO DE RUÍDOS 418

8.11. PLANO DE MONITORAMENTO E AFUGENTAMENTO DA AVIFAUNA E FAUNA TERRESTRE 422
8.12. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS E EFLUENTES LÍQUIDOS 425
8.13. PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS 428
8.14. PLANO DE PROTEÇÃO DO TRABALHADOR E SEGURANÇA DO AMBIENTE DE TRABALHO 431
8.15. PLANO DE DESATIVAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E RECUPERAÇÃO DA ÁREA. 436
9. CONCLUSÕES 439
10. EQUIPE TÉCNICA 442
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 443
11.1. BIBLIOGRAFIA LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO 443
11.2. BIBLIOGRAFIA MEIO FÍSICO 443
11.3. BIBLIOGRAFIA MEIO BIÓTICO (Fauna) 447
11.4. BIBLIOGRAFIA MEIO BIÓTICO (Flora) 449
11.5. BIBLIOGRAFIA MEIO SÓCIO ECONÔMICO 452
11.6. BIBLIOGRAFIA AIA 454
12. ANEXOS 456
Anexo 1 – Projeto Básico 456
Anexo 1.1 – Ensaios e sondagens 456
Anexo 1.2 – Planilha de quantitativos e estimativa de custos 456
Anexo 1.3 – Desenhos 456
Anexo 1.4 – ART 456
Anexo 2 – Viabilidade Operacional – ENERGIA 456
Anexo 3 – Relatório PEGIRS – RN 456
Anexo 4 – Sondagens SPT 456
Anexo 5 – Relatório Ensaio de Permeabilidade 456
Anexo 6 – Relatório Ensaio de Infiltração 456
Anexo 7 – Análises Físico-Química de Solo 456
Anexo 8 – Oficio Encaminhado ao IDEMA 456
Anexo 9 – Análises Físico-Química de Água 456
Anexo 10 – Questionário das Entrevistas Aplicadas na AID 456
Anexo 11 – Matriz de Análise Integrada 456
Anexo 12 – ARTs da Equipe 456
Anexo 13 – Arquivos SHP Meio Físico 456
Anexo 14 – Arquivos SHP Meios Biótico e Socioeconômico 456

Anexo 15 – Arquivos DWG Projeto Básico 456

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Macaíba no Estado o Rio Grande do Norte. 22
Figura 2 - Vista aérea da área analisada em relação a Natal/RN. 23
Figura 3 - Detalhes do acesso: (A) - Detalhe do acesso pavimentado em pista dupla (BR-304); (B) - Detalhe do acesso em paralelepípedo; (C) - Detalhe do acesso não pavimentado para a área. 24
Figura 4 - Proximidades da UVS Macaíba 26
Figura 5 - Gráfico sobre a geração total e per capita de RSU por tonelada/ano no Brasil em 2010 e 2019. Fonte: ABRELPE (2020). 28
Figura 6 - Gráfico sobre a disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil (t/ano) em 2010 e 2019. Fonte: ABRELPE (2020). 29
Figura 7 - Mapa de Situação da destinação dos resíduos sólidos urbanos do Estado do Rio Grande do Norte Fonte: SNIS, SINIR, IBGE, 2019 29
Figura 8 - Croqui de localização e acesso da alternativa locacional 1. Fonte: software Google Earth Pro 35
Figura 9 - Croqui de localização e acesso da alternativa locacional 2. Fonte: software Google Earth Pro 36
Figura 10 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 3. Fonte: software Google Earth Pro 37
Figura 11 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 4. 38
Figura 12 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 5. 39
Figura 13 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 3. 39
Figura 14 - Distância de recursos hídricos superficiais das áreas - (A) – Alternativa 1 (sem escala); (B) – Alternativa 2 (sem escala); (C) – Alternativa 3 (sem escala); (D) – Alternativa 4 (sem escala); (E) – Alternativa 5 (sem escala). 41
Figura 15 – Condições da vegetação nativa das alternativas - (A) – Alternativa 1 (sem escala); (B) – Alternativa 2 (sem escala); (C) – Alternativa 3 (sem escala); (D) – Alternativa 4 (sem escala); (E) – Alternativa 5 (sem escala). 44
Figura 16 – Alternativas com proximidade de núcleos populacionais - (A) – Alternativa 2 (sem escala); (B) – Alternativa 3 (sem escala). 45
Figura 17 - Localização do Aeroporto e raio de 10 km (imagem sem escala). 47
Figura 18 - Mapa contendo as áreas de influência do Meio Físico 64
Figura 19 - Gráfico contendo valores de média de precipitação mensal entre os anos 2000 e 2021 registrada na estação meteorológica INMET Código: 82596. 66
Figura 20 - Rosa dos ventos contendo a direção, distribuição e intensidade dos ventos registrados na estação meteorológica INMET Código: 82596. Fonte: figura feita no WRPlot autilizando os dados públicos do INMET .67
Figura 21 - Gráfico contendo a distribuição da frequência de velocidades dos ventos registrada na estação meteorológica INMET Código: 82596. Fonte: figura feita no WRPlot autilizando os dados públicos do INMET .68
Figura 22 - Gráfico indicando as velocidades médias e máximas anuais dos ventos registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596. 68
Figura 23 - Gráfico contendo as velocidades médias e máximas mensais registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596. 68
Figura 24 - Gráfico contendo as temperaturas máximas, médias e mínimas mensais entre os anos 2000 e 2021 registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596. 69
Figura 25 - Gráfico indicando as temperaturas máximas médias, médias e mínimas médias anuais entre os anos 2000 e 2017 registrada na estação meteorológica INMET Código: 82596. 69
Figura 26 - Gráfico contendo médias mensais de umidade relativa do ar entre os anos 2000 e 2021 registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596. 70
Figura 27 - Gráfico contendo médias anuais de umidade relativa do ar entre os anos 2000 e 2017 registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596. 70
Figura 28 - Gráfico contendo dados sobre insolação média mensal entre os anos 2000 e 2021 registrados na estação meteorológica INMET Código: 82596. 71
Figura 29 - Mapa geológico de Macaíba. 76

Figura 30 - Família de fraturas (tracejado vermelho) presente nos gnaisses bandados do Complexo Presidente Juscelino. Na fotografia, é possível observar bandas félsicas e máficas. 77
Figura 31 - Foliação presente em bloco rolado do Unidade leucocrática do Complexo Presidente Juscelino 78
Figura 32 - Afloramentos encontrados: (A) - Argilitos ferruginosos com concreções de quartzo; (B) - Arenito fino de colorações vermelhas claras; (C) - Argilito branco e avermelhado com concreções ferruginosas; (D) - Argilito branco e avermelhado com concreções ferruginosas. 79
Figura 33 - Sedimentos arenosos com granulometria de areia fina e coloração avermelhada. 80
Figura 34 - Sedimento arenoso argiloso com coloração esbranquiçada e alguns fragmentos de rocha. 80
Figura 35 - Mapa de Caminhamentos e Pontos descritos. 81
Figura 36 - Mapa Geológico-Estrutural. 82
Figura 37 - Mapa de Localização dos Perfis Litológicos e Pedológicos. 83
Figura 38 - Mapa de domínios morfológicos do RN. Fonte: Dantas & Ferreira, 2010. 84
Figura 39 - Perfil geológico-geomorfológico esquemático do transecto Tibau do Sul-Pau dos Ferros/RN. Fonte: CPRM, 2010. 89
Figura 40 - Vista aérea a montante da ADA e das áreas de influência, onde pode ser observada a baixa declividade do local. Também é possível observar o açude próximo ao local. 89
Figura 41 - Visão aérea com foco na porção nordeste da AII e AID, onde percebe-se a baixa declividade das áreas de influência. 90
Figura 42 - Mapa Geomorfológico. 91
Figura 43 - Mapa de Declividade e Classes de Relevo.. 93
Figura 44 – (A) - trecho do terreno da AID onde pode ser visto o suave desnível do terreno; (B) - Trecho da drenagem local, a leste da área; (C) - Trecho da AII onde há a presença de um açude; (D) - Porção alagadiça na planície de inundação presente na porção leste da AID. 94
Figura 45 - Mapa Hipsométrico. 96
Figura 46 - Mapa Pedológico de Macaíba. 99
Figura 47 - Mapa Pedológico do Empreendimento e das áreas de Influência, assim como localização dos estudos de caracterização do solo. 101
Figura 48 – (A) - Latossolo Vermelho; (B) - Latossolo vermelho- amarelado 102
Figura 49 - Mapa de Ensaios de Solo 104
Figura 50 – Perfil do solo da Trincheira 07 105
Figura 51 - SPT 10 em sua execução. Fonte: Rutra A&P, 2021. 106
Figura 52 - Seção mais representativo da ADA e do projeto 108
Figura 53 - SPT-6, SPT-9 e SPT-10. 110
Figura 54 - Tabela contendo os valores de coeficiente de permeabilidade dos pontos amostrados. 111
Figura 55 - Execução do teste de Permeabilidade EP-01. 111
Figura 56 - Teste de infiltração realizado no SP-09. 112
Figura 57 - Tabela das análises físico-químicas de solo. Fonte: EMPARN, 2022. 113
Figura 58 - Mapa de Suscetibilidade Erosional. 116
Figura 59 - Mapa de Cavidades Naturais. 119
Figura 60 - Mapa contendo a delimitação e principais corpos hídricos da bacia do rio Potengi. 120
Figura 61 - Mapa de Recursos Hídricos Locais 123
Figura 62 - Mapa Potenciométrico. 125
Figura 63 - Mapa de Isoetas de Precipitação. 126
Figura 64 - Gráfico com o método GOD. Fonte: modificado de Foster (1987). 129
Figura 65 - Coleta de amostras de água conforme norma: (A) Coleta de amostras de água para análise físico-química geral; (B) Armazenamento de amostras de análise físico-química geral em caixa térmica refrigerada para armazenamento de amostras para análise de ácidos graxos, bacteriológicas e clorofila total. 132
Figura 66 - Tabela da Análise físico química de águas superficiais das áreas de influência. 133
Figura 67 - Tabela da Análise físico química de águas subterrâneas das áreas de influência e das proximidades. Fonte: ANA 134
Figura 68 - Mapa contendo as áreas de influência do Meio Biotico 136

Figura 69 - Fisionomias vegetais e características da vegetação ocorrente nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Foto panorâmica de detalhe de parte da vegetação no interior da ADA observa-se ao fundo a presença de Reserva Legal, UTM 25M230166.78 m E / 9348067.76 m S; (B) – Detalhe das características externas/borda de fragmento de vegetação no interior da ADA; (C) – Detalhe de acesso e das características de parte da vegetação no interior da AID; (D) – Detalhe das características de parte da vegetação no interior da ADA; (E) – Detalhe das características internas de fragmento de vegetação no interior da ADA. 139

Figura 70 - Foto dos aspectos metodológicos utilizados nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Realização de caminhamentos (transectos) para levantamento da vegetação; (B) – Realização de ponto de observação eregistro fotográfico da vegetação. 141

Figura 71 - Fotos dos aspectos metodológicos utilizados nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Registro fotográfico dos equipamentos utilizados na metodologia de levantamento fitossociológico no interior da ADA; (B) – Registro fotográfico de aferição de DAP de ramo de indivíduo arbóreo; (C) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 01) em um dos respectivos vértices observa-se as coordenadas geográficas centrais da parcela; (D) – Registro fotográfico da realização de Entrevista com morador local no interior da ADA. 143

Figura 72 - Mapa de aspectos metodológicos utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN 147

Figura 73 - Mapa de aspectos metodológicos utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN.. 148

Figura 74 - Mapa das fisionomias vegetais presentes nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN. 154

Figura 75 - Fisionomia vegetal e características do estágioavançado de Regeneração, ocorrente ADA do empreendimento. (A) – Detalhe das características do dossel de parte da vegetação ocorrente no interior da ADA; (B) – Detalhe das características do dossel de outra parte da vegetação ocorrente no interior da ADA; (C) – Detalhe de exemplar da espécie de orquídea Vanilla sp. (vanila) no interior da ADA; (D) – Detalhe de exemplar da espécie Bromélia Karatas (macambira) no interior da ADA. 156

Figura 76 - Fisionomia vegetal e características do estágiomédio de regeneração, ocorrente ADA do empreendimento. (A) – Detalhe de características dessa fisionomia observada em acesso no interior da ADA do empreendimento; (B) – Detalhe de características dessa fisionomia observada em outro acesso no interior da ADA do empreendimento; (C) – Detalhe de características dessa fisionomia observada em borda de vegetação no interior da ADA do empreendimento; (D) – Detalhe de características internas dessa fisionomia no interior da ADA do empreendimento. 157

Figura 77 - Fisionomia vegetal, características, bem como, detalhe de espécies ocorrentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe de inflorescência de exemplar adulto de Heliotropium indicum (fedegoso-crista-de-galo) no interior da AID; (B) – Detalhe de flor de exemplar adulto de Aeschynomene viscidula (pega-pinto) no interior da AID; (C) – Detalhe de flor de exemplar de indivíduo adulto de Panicum sp. (capim-mansai) no interior da AIDA; (D) – Detalhe de flor de exemplar de indivíduo adulto de Solanum paniculatum (chanana) no interior da AID; (E) – Detalhe de flor de exemplar de indivíduo adulto de Sideroxylon obtusifolium (jurubeba) no interior da AID; (F) – Detalhe de flor de exemplar adulto de Commelina difusa (erva-de-santa-luzia) no interior da AID. 159

Figura 78 - Aspectos e características das espécies típicas e ocorrentes nas áreas úmidas.(A) – Detalhe de concentração de exemplares de Acrostichum aureum (acrosticum) no interior da AID; (B) – Detalhe de concentração de exemplares de Blutaparon portulacoides (pirrixiu) no interior da AID. 160

Figura 79 - Aspectos do componente florístico mapeado como vegetação antropizada presentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe panorâmico das características de parte da vegetação antropizada no interior da ADA, UTM 230830.23 m E / 9347554.84 m S; (B) – Detalhe da característica espécies arbóreas exóticas presentes no interior da ADA; (C) – Detalhe da característica espécies arbóreas exóticas presentes no interior da AII; (D) – Detalhe da característica de área antes utilizada para plantio de cana-de-açucar no interior da ADA; (E) – Detalhe de área de cultura irrigada de *Panicum maximum* (capim-aruana) no interior da AII. ..162

Figura 80 - Aspectos do componente florístico mapeado como vegetação antropizada presentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe panorâmico das características de parte da vegetação antropizada

no interior da AID, UTM 231142.91 m E / 9347891.29 m S; (B) – Detalhe da característica de recente supressão vegetal para plantação de cana-de-açucar no interior da AID; (C) – Detalhe de área de cultura irrigada de *Manihote suculenta* (mandioca) no interior da AII; (D) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da AID, UTM 230969.77 m E / 9347681.13 m S; (E) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da ADA, UTM 230111.80 m E / 9347981.69 m S. 163
Figura 81 - Gráfico de riqueza e representatividade de espécies da flora por família nas Áreas de Influência do empreendimento. 169
Figura 82 - Gráfico de riqueza e representatividade de espécies de acordo com seu hábito de vida na área de influência do empreendimento. 170
Figura 83 - Curva de rarefação mostrando como se comporta a riqueza de espécies arbóreas nativas em função do esforço amostral. 174
Figura 84 - Gráfico de Densidade Absoluta e de Densidade Relativa das espécies. 175
Figura 85 - Gráfico de Dominância Absoluta e de Dominância Relativa das espécies. 176
Figura 86 - Gráfico de Frequência Absoluta e de Frequência Relativa das espécies. 177
Figura 87 - Gráfico de Índice do Valor de Cobertura e de Índice do Valor de Importância. 178
Figura 88 - Gráfico da altura média das espécies encontrada na área inventariada. 179
Figura 89 - Características e detalhe de ambientes aquáticos presentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe panorâmico das características de setor da margem da barragem presente no interior da AID, UTM 230437.69 m E / 9346970.74 m S; (B) – Características e detalhe de trecho do rio presente no interior da AID. 181
Figura 90 - Indivíduo adulto de Portulaca oleracea (bredo-de-porco) no interior da ADA do empreendimento. 183
Figura 91 - Mapa dos Recursos Hídricos, das Áreas de Proteção Permanentes (APP) e Reserva Lecal, presentes nas Áreas de Influência do empreendimento.. 185
Figura 92 - Mapa das Unidades de Conservação próximas ao empreendimento. 187
Figura 93 - Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade próximas ao empreendimento. 189
Figura 94 - Ambientes para realização da busca ativa (A, B, C = ambientes para a busca por anfíbios; D = biólogo realizando busca ativa de répteis) 193
Figura 95 - Vista do biólogo realizando os transectos para diagnóstico de répteis 193
Figura 96 - Biólogo realizado registros fotográfico de aves após a elaboração da lista de Mackinnon 194
Figura 97 - Armadilhas fotográficas instaladas na área do empreendimento 195
Figura 98 - Gravador de Quirópteros utilizados no diagnóstico de fauna. 196
Figura 99 - Coleta de macrofauna 197
Figura 100 - Lavagem do material para posterior triagem 198
Figura 101 - Material triado, identificado e separado em tubo de centrifuga com álcool à 70% 198
Figura 102 - Mapa ilustrativo com metodologias aplicadas no diagnóstico de fauna. 200
Figura 103 - Riqueza de espécies por grupo de vertebrados compilados para a região de Macaíba/RN 202
Figura 104 - Riqueza de artropodofauna por área de influência 218
Figura 105 - Artrópodes registrado nas áreas de influência do empreendimento (A: Junonia evarete; B: Noctuidae sp1; C: Hamadryas februa; D: Phoebis s. Sennae; E: Julus sp; F: Agraulis vanillae) 219
Figura 106 - Riqueza de espécies por hábitos 221
Figura 107 - Riqueza obtida para herpetofauna registrada por área de influência 222
Figura 108 - Abundância relativa dos representantes da herpetofauna diagnosticados pelo método do transecto .223
Figura 109 - Herpetofauna registrada nas áreas de influência do empreendimento (A): Enyalius bibronii; (B): corythomantis greeningi; (C): Salvator marienae; (D): Tropidurus hispidus; (E): Micrurus ibiboboca; (F): Ameivula ocellifera) 224
Figura 110 - Habito alimentar encontrado para a avifauna presente nas áreas de influência do empreendimento 229
Figura 111 - Curva cumulativa de espécies 230
Figura 112 - Índice de Frequência na Lista (IFL) das espécies de aves registradas através da Lista de Mackinnon 231
Figura 113 - Riqueza obtida para avifauna por área de influência 232
Figura 114 - Área de concentração e riqueza de aves ameaçadas e migratórias. Fonte: Icmbio/Cemave (2019). 233

Figura 115 - Avifauna registrada para as áreas de influência do empreendimento: (A) - Penelope superciliaris; (B) - Arundinicola leucocephala; (C) - Athene cunicularia; (D): Caracara plancus; E: Tyrannus melancholicus; F - Nannopterum brasilianus; (G) - Ardea alba; (H) - Himantopus mexicanus; (I) - Megarynchus pitanguá; (J) - Paroaria dominicana) 235
Figura 116 - Riqueza obtida para mamíferos registradas por área de influência 237
Figura 117 - Mastofauna das áreas de influência do empreendimento: (A) - Cerdocyon thous; (B) - Euphractus sexcinctus; (C) - Leopardus emiliae; (D) - rastro de Procyon cancrivorus. 238
Figura 118 - Análise Fitoplancton ponto 01 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN 240
Figura 119 - Análise Fitoplancton ponto 02 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN 241
Figura 120 - Análise de Zooplâncton ponto 01 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN 242
Figura 121 - Análise de Zooplâncton ponto 02 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN 243
Figura 122 - Gastrópodes (Thiaridae) coletados nos pontos amostrais do Açude Cajazeiras 244
Figura 123 - Áreas de Influência do Meio Socioeconômico. 249
Figura 124 - Verticalização em Parnamirim - Fonte: Tribuna do Norte, 2015 263
Figura 125 - Obras de saneamento básico na Zona Urbana de São Gonçalo do Amarante - Fonte: Tribuna do Norte, 2015. 265
Figura 126 - Estação de tratamento e manancial de abastecimento de água de Natal (ETA JUNDIAÍ) Fonte: Prefeitura do Natal, 2020. 267
Figura 127 - Operação carro pipa em Ielmo Marinho - Fonte: Tribuna do Norte, 2018. 267
Figura 128 - Implantação de rede geral em São Gonçalo do Amarante 268
Figura 129 - Coleta de lixo em Natal - Fonte: Prefeitura do Natal, 2020. 270
Figura 130 - Manutenção da rede de energia elétrica em Macaíba e Goianinha: (A) Manutenção de fiação de rede elétrica em Macaíba; (B) Inserção de fiação elétrica em via pública em Goianinha 272
Figura 131 - Hospital Regional Alfredo Mesquita Filho – Macaíba 276
Figura 132 - Tendência da taxa de Mortalidade Infantil em Macaíba/RN - panorama entre os anos de 2015 e 2019. Fonte: PNUD, 2019. 279
Figura 133 - Gráfico modalidade de ensino – Instituições de Ensino 281
Figura 134 - Exemplares das Instituições de Ensino – Macaíba: (A) – Escola agrícola de Jundiaí (UFRN); (B) Escola Estadual (Ens. Médio); (C) Escola municipal (Ens. Infantil); (D) Escola particular; (E) Escola municipal (Ens. Infantil e EJA); (F) Creche municipal. Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Macaíba, 2019; 2015; 2017; 2019 e 2020. 282
Figura 135 - Quantidade de escolas nos municípios tomados como estudo. 283
Figura 136 - Comparação de matrículas de alunos nas instituições de ensino de Macaíba entre os anos de 2010 e 2020. Fonte: INEP, Catálogo de Escolas, 2020 287
Figura 137 - Evolução do IDEB nas escolas de Macaíba - anos de 2005 e 2019. Fonte: INEP, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica 2005 e 2019. 289
Figura 138 - Exemplares das Instituições de Ensino Superior nos municípios da AII: (A) Campus da UFRN em Natal; (B) Polo EAD da UNP em Ceará Mirim; (C) IFRN Campus Parnamirim; (D) IFRN Campus São Gonçalo do Amarante; (E) IFRN Campus Ceará Mirim; (F) Polo EAD da Unicesumar em Extremoz. 292
Figura 139 - Gráfico da variação (em %) do PIB nos municípios da AII - 2009 e 2019.Fonte: IBGE, Produto Interno Bruto dos Municípios, 2009 e 2019 295
Figura 140 - Exemplares de animais criados em Macaíba - Fonte: Lima, 2019 303
Figura 141 - Mapa de Terras Indígenas. 309
Figura 142 - Comunidades Remanescentes de Quilombos identificadas nos municípios da AII: (A) - Sítio Moita Verde, Parnamirim; (B) - Sítio Grossos, Bom Jesus; (C) – Capoeiras, Macaíba; (D) - Nova Descoberta, Ielmo Marinho; (E) – Coqueiros, Ceará-Mirim. 311
Figura 143 - Mapa de Comunidades Quilombola. 312
Figura 144 - Mapa de Assentamentos Agrários. 314
Figura 145 - Mapa de Aplicação dos questionários da AID do Meio Socioeconômico. 317
Figura 146 - Imagens Terrestres das Residências na AID 318
Figura 147 - Padrão Construtivo das Habitações na AID. 320

Figura 148 - Emprego e Renda dos Entrevistados na AID 321
Figura 149 - E. M. Profº Bartolomeu Fagundes. 322
Figura 150 – Unidades de saúde: (A) - USF de Lagoa dos Cavalos; (B) UPA de Macaíba.....323
Figura 151 - Obra de Duplicação da Rodovia Federal BR-304 324
Figura 152 - Rodovia Federal BR-304, localizada na AID do empreendimento. 324
Figura 153 - Mapa de Estradas e Acessos ao Empreendimento. 325
Figura 154 - Pequeno Acúmulo de Resíduos Sólidos na AID. 326
Figura 155 - Infraestrutura de Energia e Telecomunicações na AID. 327
Figura 156 - Abastecimento de Água na AID 328
Figura 157 - Atividades Econômicas Desenvolvidas na AID 329
Figura 158 - Cultivo de Cana-de-açúcar desenvolvido na AID. 330
Figura 159 - Mapa de Sítios Arqueológicos mais próximos a AID. 331
Figura 160 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo. 333
Figura 161 - Cobertura Vegetal das Áreas de Influência do Empreendimento.....334
Figura 162 - Diversas Unidades do Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo. 334
Figura 163 – Tabela de Correlação entre os atributos de Significância e Duração, que resultam na Magnitude do Impacto Ambiental.....339
Figura 164 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Planejamento. 341
Figura 165 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Implantação. 342
Figura 166 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Operação.....345
Figura 167 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Encerramento e Pós Encerramento.Elaboração: PYPA, 2022. 346
Figura 168 - Síntese Quantitativa dos Impactos Ambientais do Empreendimento. 350
Figura 169 - Medidas mitigadoras propostas. 376
Figura 170 - Medidas Metigadoras Propostas para A Fase de Operação 386
Figura 171 - Medidas Mitigadoras Propostas para A Fase de Encerramento e Pós Encerramento.....389

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Critérios e Parâmetros avaliados no estudo de alternativas locacionais. 34
Tabela 2- Quadro comparativo dos parâmetros analisados para a escolha locacional do Empreendimento 47
Tabela 3- Quadro demonstrativo das Vantagens e Desvantagens das alternativas tecnológicas empregadas no Empreendimento 50
Tabela 4 - Denominações da ADA, AID e AII. 61
Tabela 5- AID e AII dos três meios abordados por este estudo. 62
Tabela 6- Classificação do relevo de acordo com o grau de declividade. Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995. 92
Tabela 7- Porcentagem das classes de relevo presentes na AII 92
Tabela 8 - Pontos Amostrais utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN. 144
Tabela 9- Coordenadas geográficas Centrais das parcelas amostraisralizadas no levantamento fitossociológico na ADA do empreendimento, Município de Macaíba – RN. 145
Tabela 10- Coordenadas geográficas iniciais e finais dos transectos realizados no levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN. 145
Tabela 11 - Classes de Cobertura Vegetal presentes na ADA do empreendimento, município de Macaíba – RN. 164
Tabela 12- Lista de espécies da flora identificadas no levantamento florístico e na pesquisa bibliográfica para as Áreas de Influência do empreendimento, Zona Rural do Município de Macaíba – RN. 165
Tabela 13- Parâmetros gerais provenientes do levantamento fitossociológico no empreendimento 170
Tabela 14- Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento. 172
Tabela 15- Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento. 173
Tabela 16- Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das parcelas amostrais realizadas na ADA do empreendimento. 179
Tabela 17- Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das parcelas amostrais realizadas na ADA do empreendimento. 180
Tabela 18- Dados regional da Herpetofauna presente no município de Macaíba/RN (* endêmica do Brasil) 203
Tabela 19- Dados regional da Avifauna presente no município de Macaíba/RN (* endêmica do Brasil, [1] migrantes) 206
Tabela 20- Dados regional da Mastofauna presente no município de Macaíba/RN (* endêmica do Brasil) 215
Tabela 21- Artropodofauna registrada para a área do empreendimento, Macaíba/RN (NA: não ameaçado; AII: área de influência indireta; AID: área de influência direta; ADA: área diretamente afetada) 215
Tabela 22- Herpetofauna registrada nas áreas de influência do empreendimento, Macaíba/RN (TE: terrestre; SA: semiaquático; FO: fossorial; AR: arborícola; NA: não ameaçado; AII: área de influência indireta; AID: área de influência direta, ADA: área diretamente afetada *endemismo) 220
Tabela 23- Avifauna registrada nas área de influência do empreendimento, Macaíba/RN (ON: onívoro, FR: frugívoro; PS: piscívoro; CA: carnívoro; GR: granívoro; IA: invertebrado aquático; IN: insetívoro; NE: necrófago; NC: nectarívoro; NA: não ameaçado;* endêmica do Brasil, [1] migrantes) 224
Tabela 24 - Mastofauna registrada para a área do empreendimento – Macaíba/RN (SC: escansorial; SF: semifossorial; AR: arborícola; TE: terrestre; AL: alado; NA: não ameaçado; AII: área de influência indireta, AID: área de influência direta, ADA: área diretamente afetada) 236
Tabela 25 - Fitoplâncton registrados para o Açude da Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN 239
Tabela 26 - Levantamento taxonômico dos macroinvertebrados bentônicos coletados nos pontos amostrais P1 e P2 no Açude da Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN 244
Tabela 27 - Avaliação da qualidade da água através dos índices bióticos. 245
Tabela 28 - Medidas de diversidade dos pontos amostrais 246
Tabela 29 - Caracterização dos grupos funcionais de alimentação para macroinvertebrados bentônicos de acordo com o modo de coleta alimentar (Merritt; Cummins, 1996; Hamada; Nessimian; Querino, 2014). 246
Tabela 30 - População residente entre 2000 e 2010 e população estimada em 2021 dos municípios da AII do Empreendimento. 252

Tabela 31 - Densidade Demográfica estimada para os municípios da AII em 2021. 253
Tabela 32 - Situação dos domicílios nos Municípios da AII em 2000 e 2010 254
Tabela 33 - População total por sexo nos municípios da AII em 2010. 255
Tabela 34 - Distribuição da população por faixa etária nos municípios da AII em 2010. 255
Tabela 35 - Razão de dependência, taxa de fecundidade e taxa de envelhecimento nos municípios da AII em 2000 e 2010 256
Tabela 36 - Total da população por tempo de residência nos municípios da AII em 2010 258
Tabela 37 - Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios da AII em 2000 e 2010 259
Tabela 38 - Percentual de vulneráveis à pobreza nos municípios da AII e no Estado em 2000 e 2010 e renda per capita dos vulneráveis à pobreza em 2010. 261
Tabela 39 - Quantidade de domicílios por condição de ocupação nos municípios da AII em 2010. 262
Tabela 40 - Total de domicílios com banheiro ou sanitário nos municípios da AII em 2010. 264
Tabela 41 - Total de domicílios por tipo de esgotamento sanitário nos municípios da AII em 2010 265
Tabela 42 - Percentual de domicílios por forma de abastecimento de água nos municípios da AII em 2010 268
Tabela 43 - Percentual de domicílios por destino do lixo nos municípios da AII em 2010. 270
Tabela 44 - Percentual de domicílios por acesso à energia elétrica nos municípios da AII em 2010. 272
Tabela 45 - Estabelecimentos de Saúde em Macaíba em janeiro de 2022. 274
Tabela 46 - Quantidade de leitos de internação por especialidade em Macaíba em junho de 2021. 275
Tabela 47 - Quantidade de profissionais da saúde por especialidade nos municípios da AER em junho de 2021. 276
Tabela 48 - Quantidade de internações de residentes no município de Macaíba por causa da internação entre janeiro de 2021 e janeiro de 2022. 277
Tabela 49 - Percentual de internações relacionadas ao saneamento ambiental inadequado nos municípios da AER 2013 e 2017 278
Tabela 50 - Taxa de mortalidade infantil nos municípios da AII entre 2015 e 2019 279
Tabela 51 - Taxa de mortalidade por homicídios nos municípios da AII entre 2013 e 2017. 280
Tabela 52 - Taxa de mortalidade por acidentes de trânsito nos municípios da AII entre 2013 e 2017. 280
Tabela 53 - Instituições de Ensino ativas nos municípios da AII 283
Tabela 54 - Crianças e adolescentes matriculadas na escola nos municípios da AII em 2010 e 2020. 288
Tabela 55 - Notas no IDEB dos Municípios da AII e nos Estados em 2005 e 2019. 289
Tabela 56 - Percentual de docentes com formação adequada nos municípios da AII em 2013 e 2017 290
Tabela 57 - Percentual da população com mais de 25 anos com ensino superior completo nos municípios da AII em 1991, 2000 e 2010. 291
Tabela 58 - Expectativa de anos de estudo da população aos 18 anos de idade nos municípios da AII em 1991, 2000 e 2010. 293
Tabela 59 - Taxa de analfabetismo entre a população com mais de 25 anos nos municípios da AER em 1991, 2000 e 2010. 294
Tabela 60 - Evolução do PIB dos Municípios da AII em 2009 e 2019 295
Tabela 61 - Participação percentual de cada setor da economia no Valor Adicionado Bruto dos Municípios, Microrregiões e Mesorregiões em 2013 e 2018 297
Tabela 62 - Percentual de pessoas ocupadas em cada setor da economia nos municípios da AII em 2000 e 2010. ..298
Tabela 63 - Taxa de desocupação e grau de formalização da população maior de 18 anos de idade nos municípios da AII e no Estado entre 2000 e 2010. 299
Tabela 64 - Ocupados sem rendimento e rendimento médio dos ocupados nos municípios da AII em 2000 e 2010. 300
Tabela 65 - Quantidade de estabelecimentos rurais nos municípios da AII em 2017. 300
Tabela 66 - Condição do produtor em relação à terra nos municípios da AII em 2017 - Estabelecimentos. 301
Tabela 67 - Produção agrícola em Macaíba, em toneladas, entre os anos de 2006 e 2017. 302
Tabela 68 - Quantidade de animais criados em Macaíba entre 2006 e 2017 303
Tabela 69 - Bens tombados nos municípios da AII do empreendimento. 304
Tabela 70 - Bens do Patrimônio Cultural Ferroviário identificados nos municípios da AII. 305

Tabela 71 - Sítios Arqueológicos identificados entre os municípios da AII. 305
Tabela 72 - Unidades de Conservação identificados entre os municípios da AII. 307
Tabela 73 - Terras Indígenas identificadas na AII do empreendimento. 308
Tabela 74 - Comunidades Remanescentes de Quilombos identificadas nos municípios da AII. 310
Tabela 75 - Projetos de Assentamento identificados em Macaíba/RN. 313
Tabela 76 - Organizações da Sociedade Civil dos municípios da AII em 2021. 315
Tabela 77 - Resumo da demografia da AID 319
Tabela 78 - Dados sobre a E. M. Profº Bartolomeu Fagundes 321
Tabela 79 - Tabela de Conceituação dos Atributos Utilizados no "Check List".....336
Tabela 80 - Valoração dos Impactos de acordo com sua classificação. 338

INTRODUÇÃO

O presente documento técnico consolida o EIA – Estudo de Impacto Ambiental da Unidade de Valorização Sustentável a ser implantado no município de Macaíba/RN, pela empresa Revita Engenharia S.A e visa atender o Termo de Referência do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA, para dar continuidade a análise ao pedido de Licença Prévia – LP, processo nº 2021-174196/TEC/LP-0298.

O empreendimento foi concebido visando suportar a demanda da região, se configurando como uma alternativa ambientalmente correta para o tratamento e disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Resíduos Industriais Classe II-A e II-B (NBR 10.004/04) e Resíduos Sólidos do Serviço de Saúde (RSSS), considerando que não apenas Macaíba será beneficiada pelo empreendimento, mas também vários outros municípios da região. O local de implantação do empreendimento possui 111,35 ha e está localizado na Fazenda Riacho do Feijão, Comunidade de Cajazeiras, na Zona Rural de Macaíba/RN (230488E e 9348176S), ficando a sudoeste dos municípios de Macaíba e de Natal, distante a aproximadamente 11,4 km da região central do município de Macaíba/RN e 37,8 km da região central de Natal/RN.

A elaboração do EIA-RIMA observou as diretrizes e roteiro do Termo de Referência (TR) encaminhado pelo IDEMA ao empreendedor, como forma de atender a legislação ambiental vigente, bem como com a finalidade de avaliar os impactos ambientais gerados pela implantação e operação do empreendimento e ao mesmo tempo subsidiar a análise do requerimento para Licença Prévia – LP.

As condições ambientais e locacionais favoráveis foram importantes para o desenvolvimento dos estudos, tendo em vista que o terreno escolhido para implantação do empreendimento apresenta histórico de uso agrícola, distanciamento adequado de centros urbanos e, ainda, outros parâmetros físicos e socioeconômicos que justificam a inserção da UVS na localidade definida.

Quanto ao atendimento aos aspectos legais inerentes a atividade, destacamos o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), no novo marco legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026/2020), na Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 9.264/2009) e o que determina o Novo Plano Diretor de Macaíba (Lei Complementar nº 01/2018).

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO EMPREENDIMENTO

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

- Nome: REVITA;
- Razão Social: Revita Engenharia S.A.;
- Endereço completo: Av. Gonçalo Madeira, 400 FR – Sala 01 – Jaguaré - São Paulo/SP - CEP 05.348-000;
- CNPJ: 08.623.970/0001-55.

1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- Nome do Empreendimento: Unidade de Valorização Sustentável de Macaíba - UVS Macaíba;
- CNPJ: 08.623.970/0001-55 (REVITA ENGENHARIA S.A.);
- Endereço: Fazenda Cajazeiras, Zona Rural, na estrada municipal que liga a Reta Tabajara a comunidade de Cajazeiras – Macaíba/RN;
- Coordenadas Geográficas (UTM): 230488 E 9348176 S (Zona 25-Sirgas 2000);
- Responsável legal: Carlos Alberto Nunes Bezerra;
- Contato (11) 3124-7028.

Localização do empreendimento: Fazenda Cajazeiras, Zona Rural, na estrada municipal que liga a Reta Tabajara a comunidade de Cajazeiras, no município de Macaíba - RN. A área está localizada a sudoeste dos municípios de Macaíba e de Natal, distante aproximadamente 11,4 km da região central do município de Macaíba/RN e 37,8 km da região central de Natal/RN.

Os pontos de referência: ao norte há a comunidade de Cajazeiras, ao sul com a lagoa de Cajazeira (mais de 200 metros), a leste com terras de Paulo Bulhões e a oeste com terras de Edward Rodrigues Bulhões.

1.3. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA

- Nome e Razão social: PYPA Projetos e Soluções em Engenharia
- CNPJ: 17.642.461/0001-60

- Endereço: Rua Dr. João Chaves, 980 – Tirol – Natal/ RN - CEP 59.020-310
- Responsável legal: Sophia Meirelles da Motta Fernandes
- Contato para assunto relativo ao EIA/RIMA Manoel Jamir Fernandes Júnior -
- Contato: (84) 99974-6395 - jamir@pypa.com.br.

2. LOCALIZAÇÃO, OBJETIVOS E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

2.1.LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1.1. Localização

Macaíba é um município brasileiro localizado no Estado do Rio Grande do Norte, a uma distância de 17 km em linha reta ou 28,5 km pela BR 304 da capital estadual. A figura a seguir remete a localização do município dentro do Estado do Rio Grande do Norte.

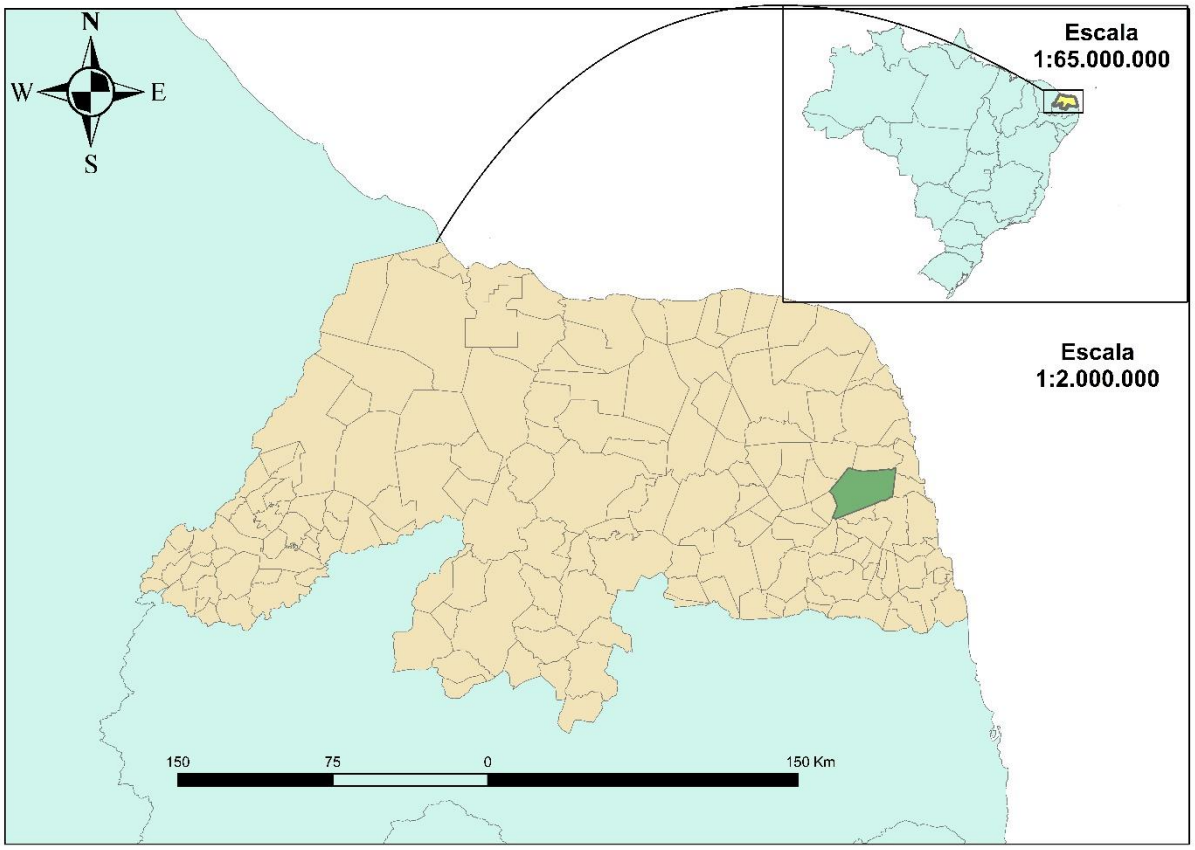


Figura 1 - Localização do município de Macaíba no Estado o Rio Grande do Norte.

A UVS Macaíba localiza-se no município de Macaíba, a ser estabelecida no imóvel rural com 111,35 ha localizado na Fazenda Cajazeiras, Zona Rural, na estrada municipal que liga a Reta Tabajara a comunidade de Cajazeiras, sob as coordenadas UTM 230488 E 9348176 S (Zona 25), matriculado perante o 1º Ofício Privativo de Registro Geral de Imóveis de Macaíba sob o no 7.714.

A propriedade está devidamente cadastrada junto ao INCRA sob o CCIR no 951.030967.521-6 e NIRF no 1.254.687-9, e ao Cadastro Ambiental Rural – CAR n°: 9,3293; Código: RN-2407104-F846DA6440F943F6947321D7C095F565 sendo que para este último a situação se encontra "aguardando análise", não passível de revisão de dados.

2.1.2. Acessos

Todos os acessos se darão por via rodoviária asfaltada e uma pequena parte por paralelepípedo e via não pavimentada.

A área está localizada à sudoeste dos municípios de Macaíba e de Natal, distante aproximadamente 11,4 km da região central do município de Macaíba/RN e 37,8 km da região central de Natal/RN conforme ilustrado na Figura 2.

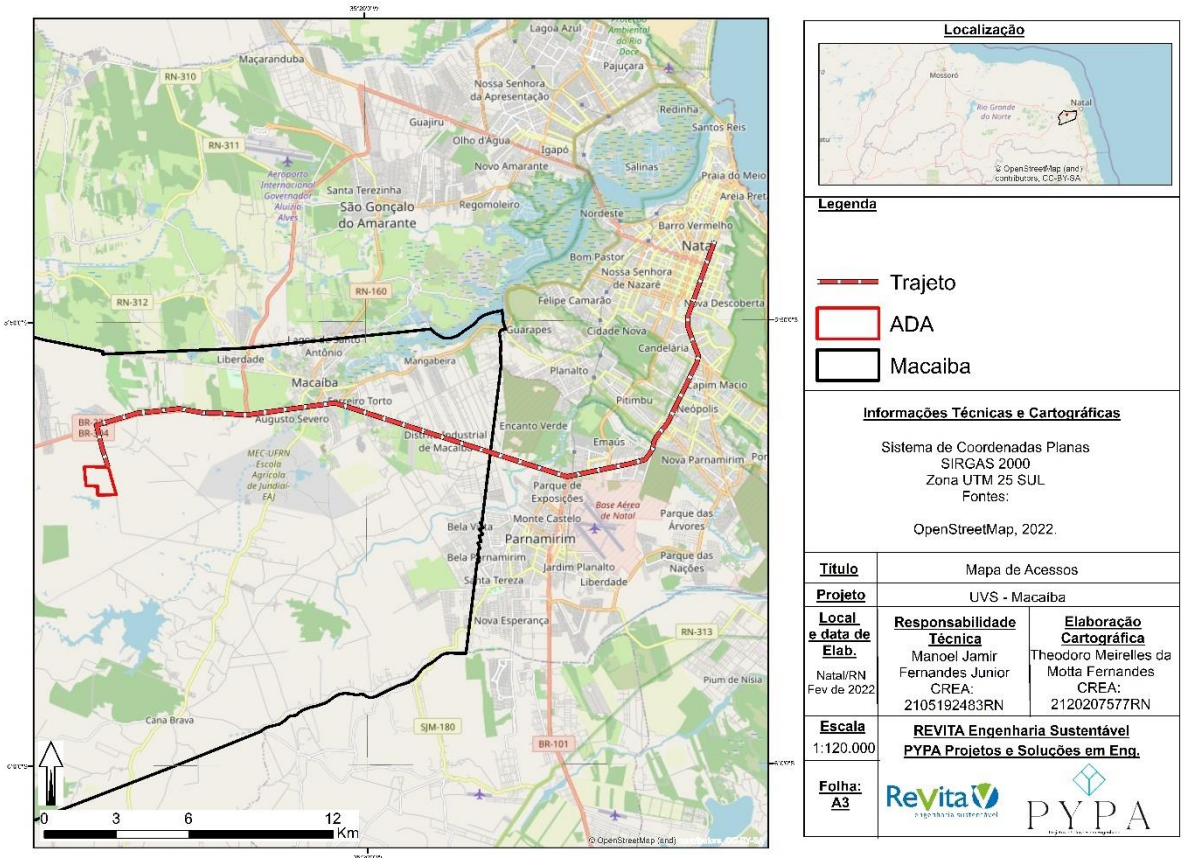


Figura 2 - Vista aérea da área analisada em relação a Natal/RN.

No trajeto principal de 37,8 km de Natal à área estudada, demonstrada na Figura 2 com a cor vermelha, tem-se aproximadamente 36 km de vias asfaltadas (Figura 3 - A) 900 m de ruas em

paralelepípedo (Figura 3 - B) e apenas 800 m do trecho em via não pavimentada (Figura 3 - C). Salienta-se que grande parte da rodovia que liga Natal à área é de pista dupla e o restante está em obras sendo duplicada.



(A)



(B)



(C)

Figura 3 - Detalhes do acesso: (A) - Detalhe do acesso pavimentado em pista dupla (BR-304); (B) - Detalhe do acesso em paralelepípedo; (C) - Detalhe do acesso não pavimentado para a área.

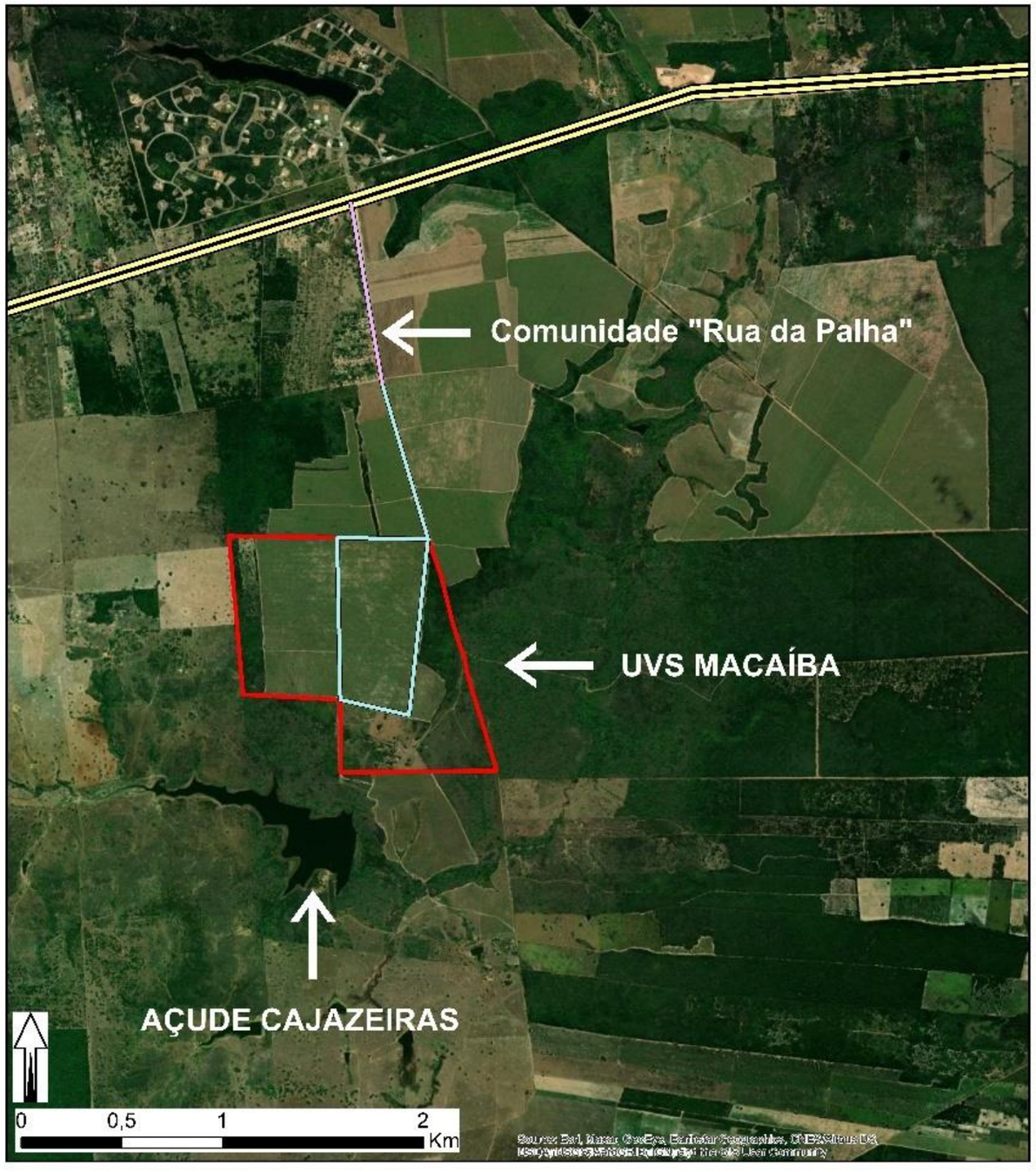
O acesso por via pavimentada tem boa qualidade, possuindo trechos com o pavimento um pouco danificado, mas nada que impeça o tráfego de veículos e que deve ser recuperado nas obras de duplicação. O trecho em paralelepípedo está também em boas condições, mas necessita de relocação dos postes pela concessionária de energia, pois os mesmos estão no meio da via. Com relação à via

sem pavimento, a qualidade é relativamente boa, com boa capacidade de suporte, podendo passar caminhões sem dificuldade.

De forma geral, existe um pequeno tráfego de veículos para outras fazendas da região, aumentando sua intensidade na época de colheita da cana-de açúcar.

2.1.3. Entorno da área

A Figura 4 abaixo apresenta uma vista geral das proximidades da área em estudo, onde pode-se localizar ao norte da área a rodovia de acesso (BR-304 / BR-226) e a comunidade de Cajazeiras com algumas habitações, a aproximadamente 850 metros da entrada da área pela via de acesso em paralelepípedo e a aproximadamente 840 metros lineares do local de construção do aterro; ao sul da área a lagoa de Cajazeira, distante do limite do terreno superior a 200 metros do seu vértice mais próximo e a aproximadamente 550 metros do local de construção do aterro; e a leste com terras de Paulo Bulhões e a oeste com terras de Edward Rodrigues Bulhões.



Localização



Legenda

- BR - 304
- Acesso em paralelepípedo
- Acesso não pavimentado
- ADA

Informações Técnicas e Cartográficas

Sistema de Coordenadas Planas
SIRGAS 2000
Zona UTM 25 SUL
Fontes:

OpenStreetMap, 2022.

Título	Mapa de Acessos	
Projeto	UVS - Macaíba	
Local e data de Elab. Natal/RN Fev de 2022	**Responsabilidade Técnica** Manoel Jamir Fernandes Junior CREA: 2105192483RN	**Elaboração Cartográfica** Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN
Escala	**REVITA Engenharia Sustentável** **PYPA Projetos e Soluções em Eng.**	
Folha:	ReVita engenharia sustentável PYPA	

Figura 4 - Proximidades da UVS Macaíba

2.2.OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO

2.2.1. Cenário atual

O tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos têm se constituído como um dos graves problemas da atualidade. O aumento substancial da produção e do consumo fez surgir, na humanidade preocupações com a geração do lixo crescente e com a destinação final de forma inadequada. (SILVA FILHO, 2019)

A implantação de uma política pública nacional para os resíduos sólidos ocorreu tardiamente, somente em2010, pois nunca foi prioridade o tratamento adequado dos resíduos sólidos pelo Estado brasileiro. (SILVA FILHO, 2019)

Em janeiro de 2007 o governo federal sancionou a Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB (Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007) e só três anos mais tarde foi sancionada a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que dispõe especificamente sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Decreto 7.404/2010, de 23 de dezembro de 2010, que estabelece normas para a execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta nova lei passou a integrar a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA (Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981), a se vincular com a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999) e com as normas gerais para a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para a contratação de consórcios públicos pela Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005.

Observando a concepção histórica do saneamento básico no Brasil, os investimentos no setor sempre estiveram aquém do necessário. A falta de aporte financeiro responsável, qualificado e contínuo, somada a falta de planejamento urbano, desenvolveu no país complexas deficiências relacionadas a esta temática. No que tange o gerenciamento de resíduos sólidos, a ausência de locais adequados para a disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) se mostra como um dos principais desafios para o desenvolvimento sustentável no país (ABRELPE, 2020).

A disposição inapropriada dos resíduos acarreta a poluição do solo, das águas, do ar e consequentemente atrai animais e insetos vetores de doenças, como por exemplo a dengue, febre amarela, malária, entre outras, tornando-se uma questão não apenas de qualidade ambiental, mas também de saúde pública.

Contudo, mesmo após a uma década da instituição da PNRS, ainda existem diversas lacunas que precisam ser preenchidas para que as diretrizes ligadas às práticas mais sustentáveis e responsáveis sejam colocadas em prática.

Segundo o Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2020), entre os anos de 2010 e 2019, a geração de RSU em todo o Brasil passou de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano (t/ano), aumentando cerca de 19% em 10 anos, conforme mostra a Figura 5.

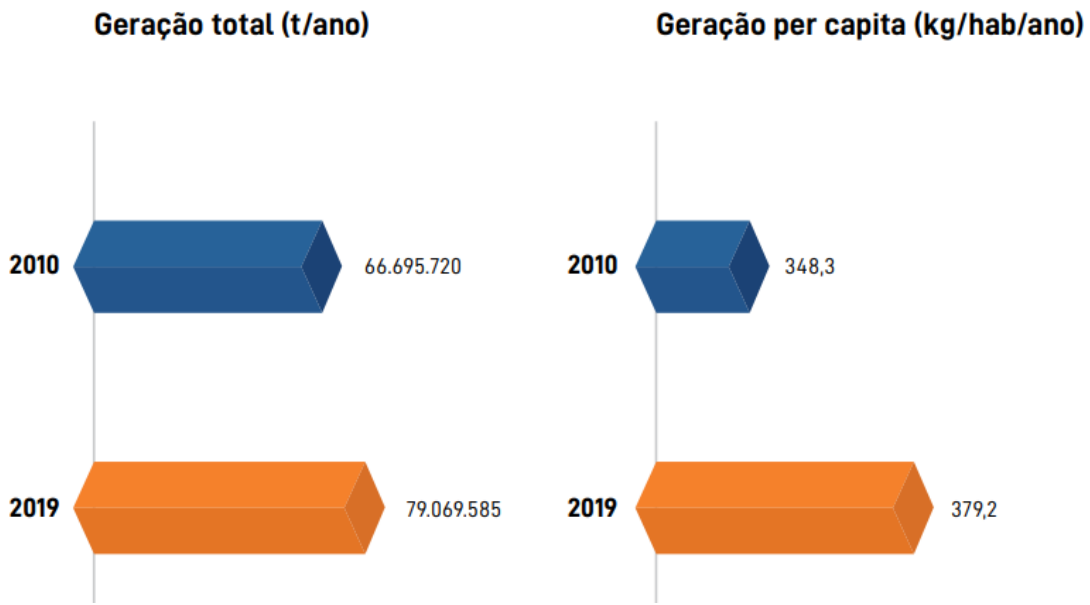


Figura 5 - Gráfico sobre a geração total e per capita de RSU por tonelada/ano no Brasil em 2010 e 2019. Fonte: ABRELPE (2020).

Além disso, mesmo havendo um acréscimo em relação a destinação adequada de RSU no Brasil entre 2010 e 2019, passando de 33.406.260 t/ano para 43.300.315 t/ano, as quantidades de RSU que foram destinados inadequadamente em lixões ou aterros controlados, os quais não aplicam as tecnologias adequadas para proteção e controle ambiental, continuam muito elevadas, crescendo de 25.389.400 t/ano para 29.448.200 t/ano, mesmo havendo um pequeno decréscimo quando comparado com a destinação adequada, em termos percentuais, conforme ilustra a Figura 6.

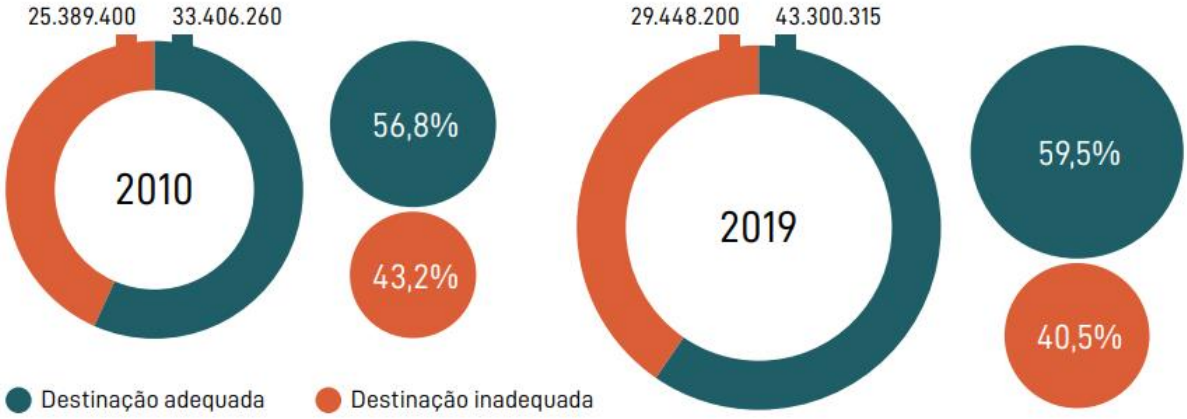


Figura 6 - Gráfico sobre a disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil (t/ano) em 2010 e 2019.
Fonte: ABRELPE (2020).

A gestão dos resíduos sólidos urbanos, mesmo sendo de responsabilidade direta das administrações municipais, apresenta um quadro preocupante, onde os lixões permeiam todas as regiões do Estado do Rio Grande do Norte, conforme dados de 2019 do SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos), que podem ser vistos na Figura 7 a seguir:

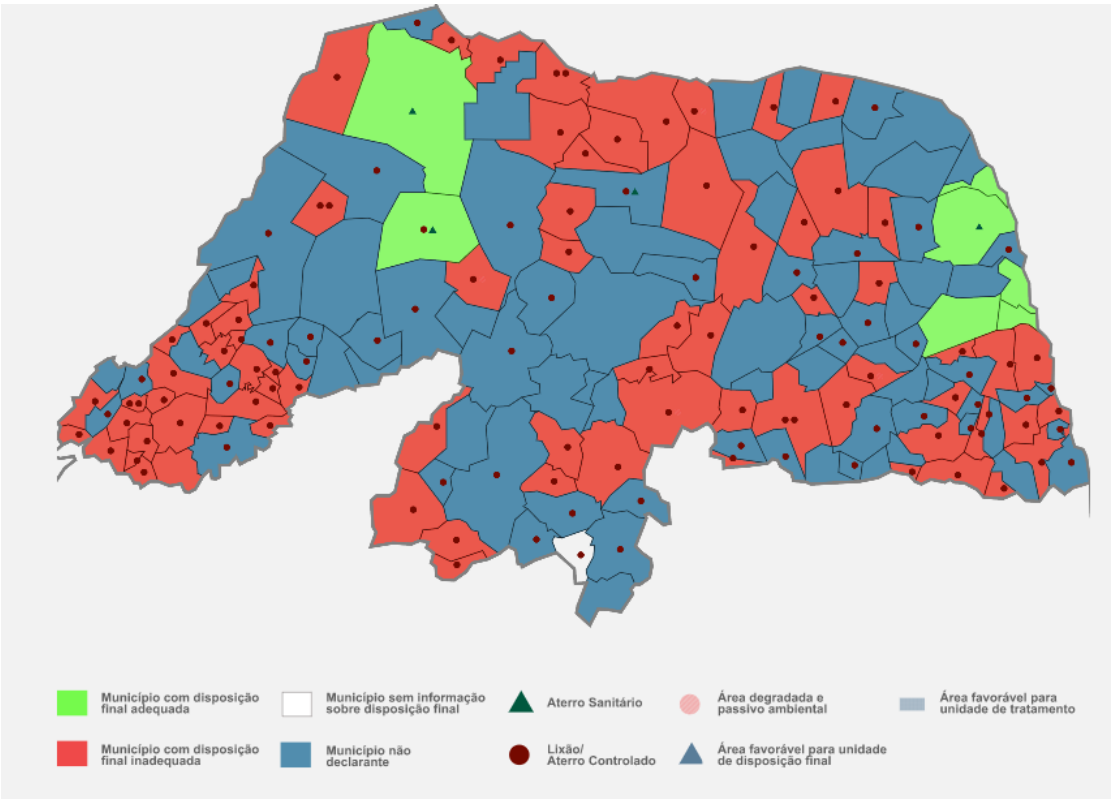


Figura 7 - Mapa de Situação da destinação dos resíduos sólidos urbanos do Estado do Rio Grande do Norte
Fonte: SNIS, SINIR, IBGE, 2019

Apenas em 2004, através de um Convênio entre os municípios de Natal e Ceará-Mirim foi implantado o aterro sanitário metropolitano de Natal, tendo naquele momento inaugurado a sua 1ª célula com a deposição dos resíduos provenientes do município onde o mesmo está inserido. Trata-se de uma concessão pública desenvolvida pelo município de Natal que, por não dispor de área para implantação de um aterro, desenvolveu entendimentos com a municipalidade adjacente, com o estabelecimento de algumas contrapartidas tais como: pagamento de taxa ambiental por tonelada depositada; ISS a ser recolhido no município de Ceará-Mirim; Isenção de custos para o município de Ceará-Mirim para depositar os resíduos no aterro sanitário. A empresa Braseco S/A foi responsável pela implantação tem a concessão para recebimento dos resíduos durante 20 anos, se encerrando em meados de 2024. O fim da concessão, notícias de dificuldades financeiras para novos investimentos e dificuldades de novas ampliações pela proximidade do aeroporto, abrirá uma lacuna para disposição final dos resíduos sólidos urbanos da região metropolitana que precisará ser absorvido por outros empreendimentos que venham a se instalar na região.

Recentemente foi inaugurado um segundo aterro sanitário de propriedade da Vera Cruz Ambiental, localizado no município de Vera Cruz, com capacidade para 537 toneladas/dia e vida útil de 20 anos, prevendo a construção de 11 trincheiras que serão escavados a 6 metros de profundidade e elevados a 25 metros em camadas de 5 metros.

Com uma população de 1.647.414 habitantes (IBGE/2021) a região Metropolitana de Natal gera mais de 1.600 toneladas de resíduos sólidos por dia, justificando a instalação da Unidade de Valorização Sustentável de Macaíba, de propriedade da REVITA ENGENHARIA, com capacidade para 1.000 toneladas/dia de Resíduo Sólidos Urbanos-RSU e Resíduos Sólidos Industriais com características de Classe II-A e II-B.

Em suma, com o encerramento da concessão e as dificuldades ja elencadas acima em relação ao aterro da Braseco, a instalação da UVS de Macaíba poderá atender a esta demanda passando a ser uma grande oportunidade para a região, sendo que sua implantação se justifica pelos critérios técnicos, ambientais e socioeconômicos descritos a seguir:

- Disposição ambientalmente adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Industriais Classe II-A e II-B e Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde (RSSS) para a Macaíba e outros municípios da região;
- Condições ambientais e locacionais favoráveis, tendo em vista que o terreno escolhido para implantação do empreendimento apresenta histórico de uso agrícola, distanciamento adequado de

centros urbanos e, ainda, outros parâmetros físicos e socioeconômicos que justificam a inserção da UVS na localidade definida;

- Atendimento aos aspectos legais inerentes a atividade, desatacando-se o atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), ao novo marco legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026/2020), a Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 9.264/2009), e a consonância com o Plano Diretor (Lei Complementar nº 01/2018);
- A geração de empregos na implantação e operação da UVS representa um impacto socioeconômico positivo e muito relevante para a região em que o empreendimento está inserido, ainda mais se considerarmos a crise econômica causada pela pandemia do COVID-19 que impactou negativamente diversos setores da economia e consequentemente a geração de empregos, os quais mesmo após a pandemia levarão um tempo considerável para se recuperarem;
- Impacto nas receitas fiscais na implantação e operação, condição importante também na área socioeconômica, pois durante as fases de implantação e operação, incidirão sobre as despesas e receitas operacionais do empreendimento, assim como, encargos, contribuições, taxas e impostos, essenciais para manutenção das condições econômicas de Macaíba.

A seguir apresentamos um descritivo de cada ponto elencado acima, trazendo os principais argumentos que justificam a implantação da UVS Macaíba para o munícipio de Macaíba, como também a todo o estado do Rio Grande do Norte e, de certa forma, para todo o país, tendo em vista o cenário crítico que se encontra o gerenciamento de resíduos sólidos no território nacional, principalmente do ponto de vista da destinação final.

2.2.2. Disposição ambientalmente adequada de RSU Classe II-A e II-B e RSSS

A UVS Macaíba será um empreendimento composto por diferentes unidades para o gerenciamento de resíduos. Além de prever a instalação de um Aterro Sanitário para disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Industriais Classe II-A e II-B (NBR 10.004/04), estão previstas a implantação futura de uma Unidade de Triagem para Materiais Recicláveis e outra Unidade para Tratamento dos Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde (RSSS).

A capacidade do destino final será de 1.000 toneladas totais por dia em média com vida útil de 35 anos, sendo 900 ton/dia de RSU e 100 ton/dia de resíduos sólidos industriais com características de Classe II-A e II-B. Essa unidade prevê balança, prédio administrativo, sistema de

impermeabilização da base do aterro, cobertura e compactação diária, sistema de coleta e tratamento do chorume, sistema de coleta e destinação final das águas pluviais, sistema de coleta dos gases e monitoramento ambiental.

A Unidade de Triagem de Material Reciclável terá capacidade de 50 ton/dia e será destinada ao recebimento de materiais recicláveis provenientes das coletas seletivas que forem implantadas pelos municípios.

Destaca-se que a unidade de triagem será instalada após o êxito da coleta seletiva que está associada à conscientização da população e, consequentemente, da participação ativa dela no processo de separação na fonte geradora dos resíduos domiciliares como uma das etapas do processo, que se completa com a participação dos serviços de limpeza pública da coleta seletiva.

A Unidade de Tratamento de Resíduo de Serviço de Saúde terá capacidade de 15 ton/dia e será implementada após confirmarmos a demanda e o interesse da região pelo tratamento do RSS.

Diante do exposto, o atendimento as demandas de disposição ambientalmente adequada dos resíduos gerados na região de inserção da UVS Macaíba é uma das principais justificativas que viabilizam sua implantação, proporcionando mais uma opção para a região com menor deslocamento, principalmente se considerarmos as três maiores cidades da região, Natal, Parnamirim e Macaíba.

2.2.3. Condições ambientais e locacionais favoráveis

2.2.3.1. Análise das Alternativas Locacionais

Toda intervenção humana com o intuito de modificar uma paisagem ou terreno denota alterações dos sistemas ambientais pré-existentes, com mudanças ocorridas dentro das esferas física, biótica e socioeconômica.

A complexa inter-relação existente entre os fatores que caracterizam a implantação de um novo empreendimento deve ser esmiuçada para que se possam predizer e avaliar os possíveis impactos ambientais relacionados.

Mediante o contexto apresentado e visando o melhor entendimento quanto aos critérios utilizados para a escolha da área de implantação da UVS Macaíba, foram realizadas etapas de investigação, análise e comparação de diferentes localidades com potencial para recebimento do

empreendimento. Dessa forma, foi possível determinar em qual região haveria reais possibilidades de se minimizar impactos negativos e riscos a operação e ao meio ambiente.

A escolha das possíveis alternativas locacionais para implantação do empreendimento levou em consideração estas premissas básicas fundamentais, não sendo avaliadas outras localidades que não respeitassem estas restrições. Contudo, é válido destacar que a análise mais aprofundada das áreas de influência foi realizada para o local que apresentou melhores condições ambientais e comerciais para implantação e operação do empreendimento.

Ainda dentro deste levantamento, é importante enfatizar que todas as alternativas locacionais, sobretudo a alternativa escolhida, foram analisadas considerando os programas e planos governamentais que possuem sinergia com os objetivos do desenvolvimento do empreendimento. Dentre eles, podemos citar:

- Legislação de Uso e Ocupação do Solo;
- Planos Municipal, Estadual e Federal para Gestão de Resíduos Sólidos;
- Plano Estadual de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos – PEGIRS.

Após esta análise preliminar das premissas básicas, foram selecionadas 05 diferentes alternativas locacionais e, posteriormente, com o intuído de escolher a área que garantisse ao empreendimento um potencial adequado de instalação sob as circunstâncias de um baixo risco de comprometimento, as alternativas locacionais elencadas foram avaliadas criteriosamente levando em consideração as diretrizes apresentadas pela NBR 13.896/1997 em função de suas características técnicas, ambientais e socioeconômicas.

Entretanto, considerando que tal avaliação inicial depende em grande parte de informações prestadas pelos proprietários das áreas, corretores e/ou pessoas diretamente envolvidas nas suas possíveis aquisições, alguns dos parâmetros técnicos não puderam ser avaliados para todas as alternativas.

Isto posto, diante da impossibilidade de uma avaliação integral de cada área, considerou-se como condição de desqualificação a análise do não atendimento aos parâmetros prioritários listados abaixo na Tabela 1.

Tabela 1- Critérios e Parâmetros avaliados no estudo de alternativas locacionais.

CRITÉRIOS	PARÂMETROS
MEIO FÍSICO	Distância de recursos hídricos superficiais (NBR 13.896/1997)
	Profundidade do lençol freático (NBR 13.896/1997)
	Topografia (NBR 13.896/1997)
MEIO BIÓTICO	Vegetação Nativa a ser suprimida
MEIO SOCIOECONÔMICO	Distância do centro de Macaíba
	Distância de núcleos habitacionais - 500 m (NBR 13.896/1997)
	Impacto Visual
PROJETO E OPERACIONAIS	Área disponível em relação à vida útil prevista
	Proximidade de Aeródromos Públicos (Portaria n° 150/GC3/2019 - ASA > 10 km)

Nesta seção serão apresentados os detalhes de cada umas das alternativas, considerando critérios operacionais de projeto, bem como das variáveis ambientais e socioeconômicas inerentes as localidades.

2.2.3.1.1. Alternativas

2.2.3.1.1.1. Alternativa 1

A área correspondente a Alternativa 1 situa-se sob as coordenadas 235.196,00 m E; 9.350.437,00 m S (Zona 25M) e possui uma área aproximada de 406.857 m² (40,68 ha) e encontra-se à margem da BR-226 em Macaíba. O acesso a área pode ser realizado a partir da BR-226, sendo está localizada na margem esquerda da rodovia no sentido município de São Pedro. O trajeto mais curto do centro de Macaíba até esta alternativa, apresenta aproximadamente 5 km e leva cerca de 9 minutos de carro, conforme demonstra o croqui de localização ilustrado pela Figura 8.

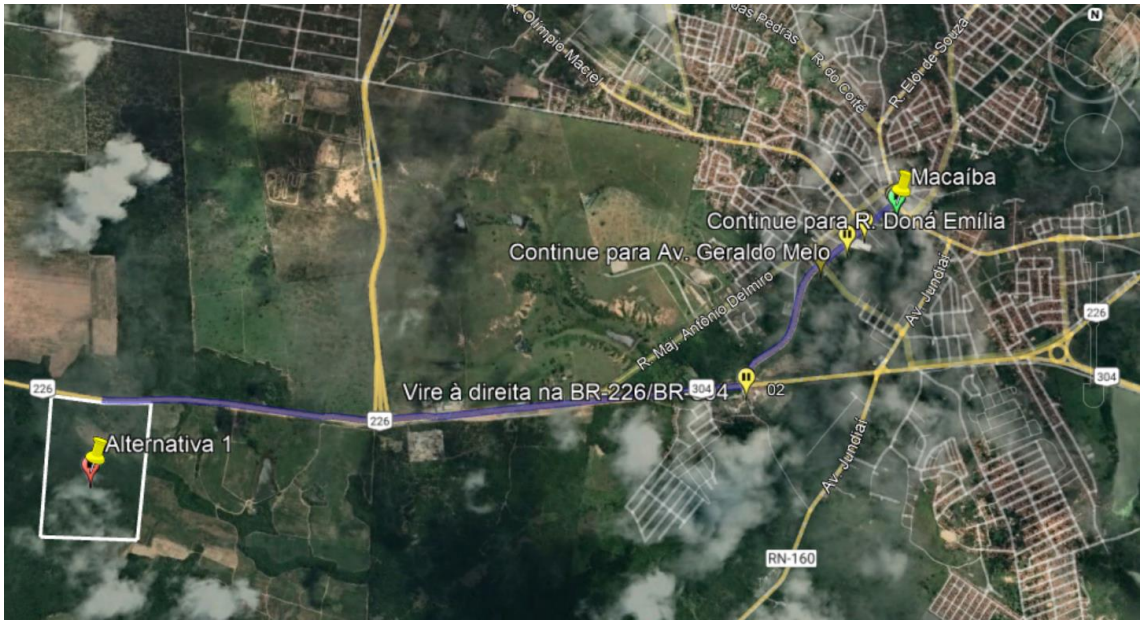


Figura 8 - Croqui de localização e acesso da alternativa locacional 1. Fonte: software Google Earth Pro

2.2.3.1.1.2. Alternativa 2

A área correspondente a Alternativa 2 situa-se sob as coordenadas 237.161,00 m E; 9.350.318,00 m S (Zona 25M), possui uma área aproximada de 1.270.887 m² (127,08 ha), encontra-se na BR-226, em Macaíba. O acesso a área pode ser realizado pela BR-226, sendo está localizada na margem esquerda da rodovia no sentido município de São Pedro. O trajeto mais curto do centro de Macaíba até esta alternativa apresenta aproximadamente 3 km e leva cerca de 6 minutos de carro, conforme demonstra o croqui de localização ilustrado pela Figura 9.

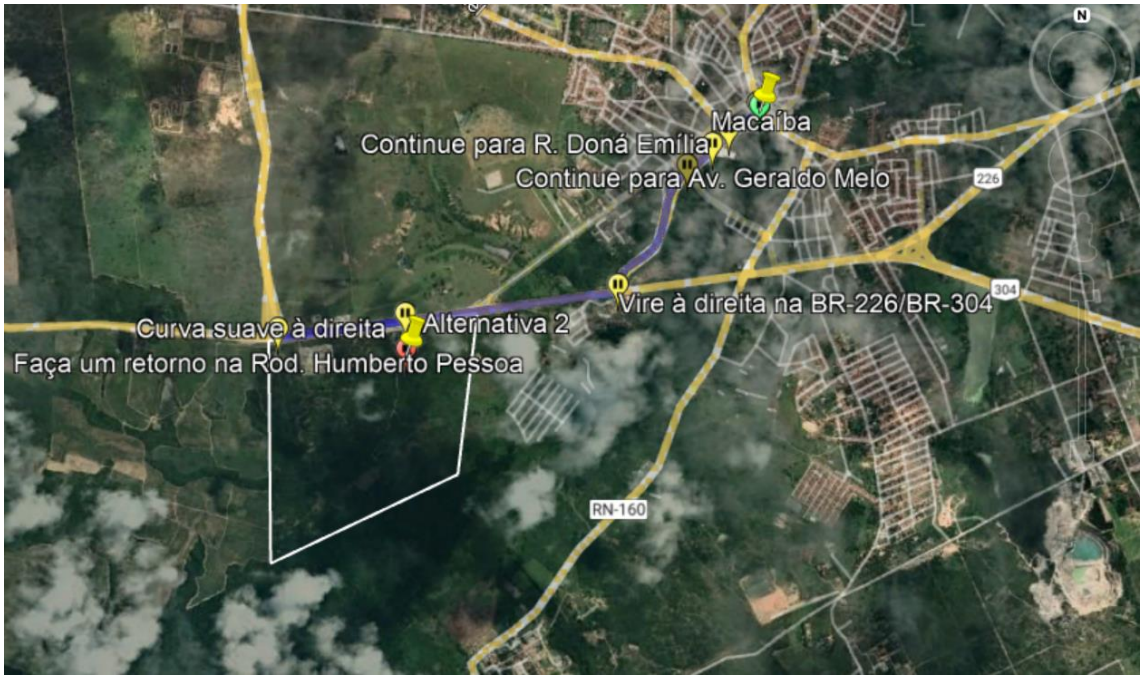


Figura 9 - Croqui de localização e acesso da alternativa locacional 2. Fonte: software Google Earth Pro

2.2.3.1.1.3. Alternativa 3

A área correspondente a Alternativa 3 situa-se sob as coordenadas 234.716,00 m E; 9.353.988,00 m S (Zona 25M), e possui uma área aproximada de 1.578.225 m² (157,82 ha), encontra-se do lado esquerdo da Rod. Ver. José Pegado Mendes no sentido de São Gonçalo do Amarante, na divisa entre os dois municípios. O acesso a área se dá pela Rod. Ver. José Pegado. O trajeto mais curto do centro de Macaíba até esta alternativa apresenta aproximadamente 6,7 km e leva cerca de 14 minutos de carro, conforme demonstra o croqui de localização ilustrado pela Figura 10.



Figura 10 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 3. Fonte: software Google Earth Pro

2.2.3.1.1.4. Alternativa 4

A área correspondente a Alternativa 4, situa-se sob as coordenadas 225.546,00 m E; 9.353.844,00 m S, e possui uma área aproximada de 954.426 m² (95,4 ha), encontra-se do lado esquerdo da Estrada para Ladeira Grande no sentido à Ielmo Marinho, em Macaíba. O acesso a área se dá pela rua Rua José Coelho e continuando pela Estrada para Ladeira. O trajeto mais curto do

centro de Macaíba até esta alternativa apresenta aproximadamente 17 km e leva cerca de 28 minutos de carro, conforme demonstra o croqui de localização na Figura 11.

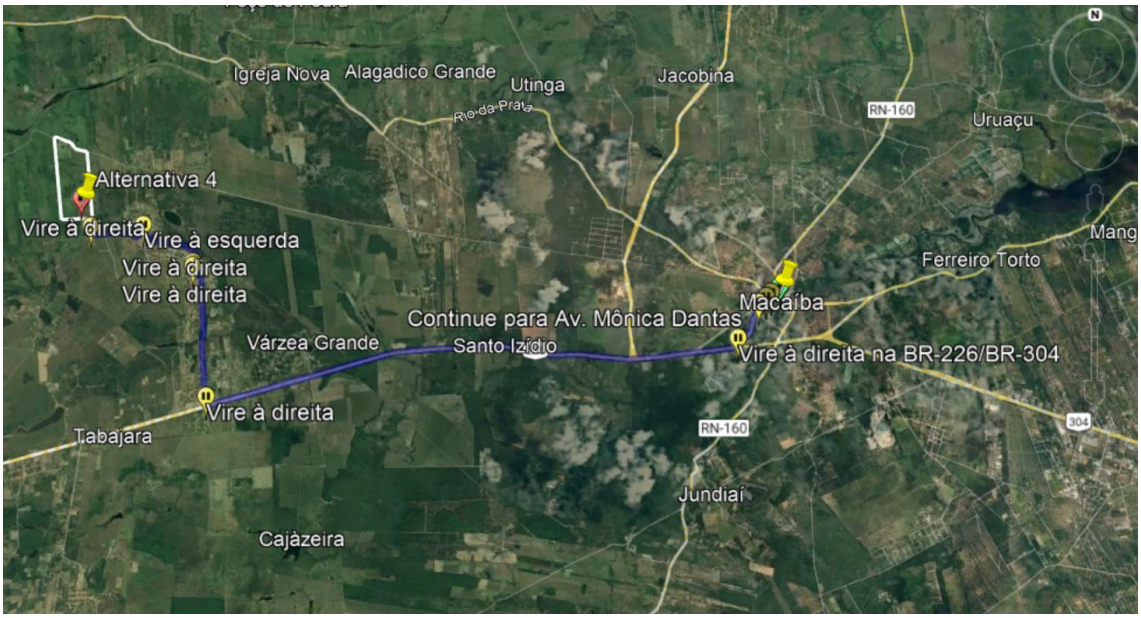


Figura 11 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 4.

Fonte: software Google Earth Pro

2.2.3.1.1.5. Alternativa 5

A área correspondente a Alternativa 5, situa-se sob as coordenadas 230.608,00 m E; 9.348.097,00 m S (Zona 25M), e possui uma área aproximada de 1.116.893m² (111,68 ha). Localiza-se em Macaíba, do lado esquerdo da rodovia BR-226 no sentido município de São Pedro. O acesso a área pode ser realizado a partir de ruas não nomeadas que derivam a esquerda da BR-226 na altura da Escola Municipal Professor Bartolomeu Fagundes. O trajeto mais curto do centro de Macaíba até esta alternativa apresenta aproximadamente 11,5km e leva cerca de 17 minutos de carro, conforme demonstra o croqui de localização na Figura 12.



Figura 12 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 5.

Fonte: software Google Earth Pro

Para efeito ilustrativo e compreensão da contextualização regional das alternativas estudadas, a Figura 13 traz a disposição espacial de cada uma das áreas bem como a distância em linha reta, em quilômetros, do município de Macaíba-RN.

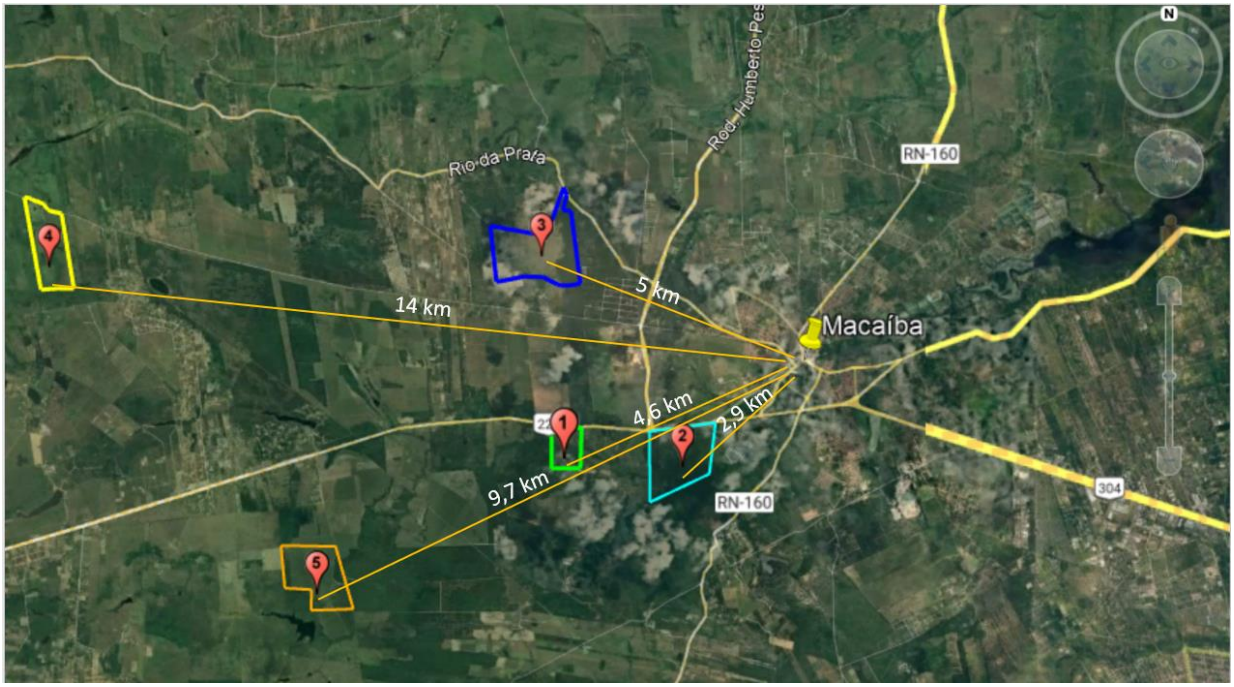


Figura 13 - Croqui de localização e acesso a alternativa locacional 3.

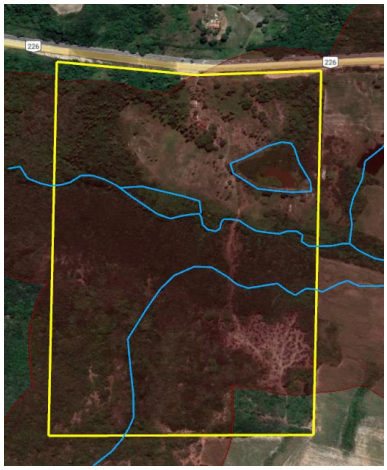
Fonte: software Google Earth Pro

A seguir, serão analisados de forma mais detalhada cada um dos parâmetros chave listadas acima que condicionaram a escolha da área mais adequada para instalação do empreendimento, sendo apresentados de forma esquemática na Tabela 2.

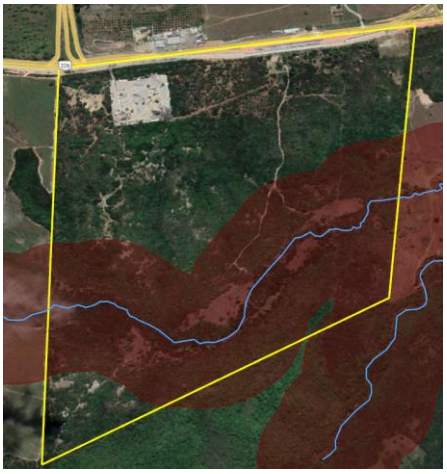
2.2.3.1.2. Comparativo das alternativas

2.2.3.1.2.1. Distância de recursos hídricos superficiais

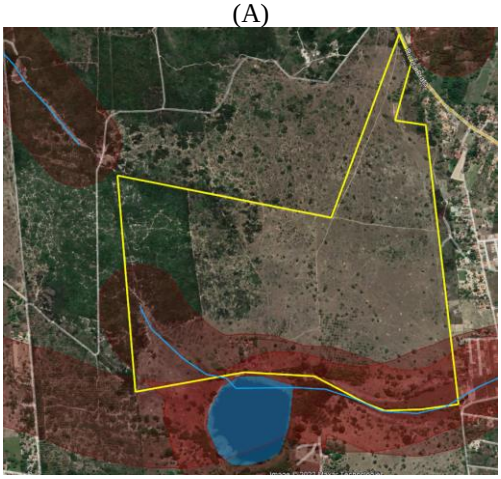
Para a avaliação da adequabilidade de uma localização para o recebimento de um aterro sanitário, o item 4.1.1 c) da Norma Técnica NBR 13.896/1997 preconiza que a área potencial para o desenvolvimento do empreendimento em questão deve estar a uma distância mínima de 200 metros de corpos hídricos. Diante desta questão, as alternativas 1 e 4 não estão em conformidade com esta condicionante da norma de acordo com o levantamento cartas oficiais e banco de imagens de satélite, conforme pode ser observado na Figura 14.



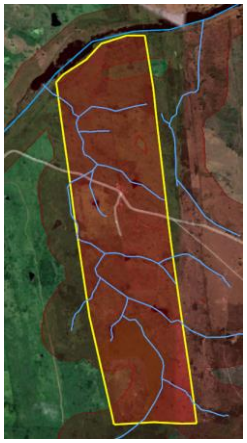
(A)



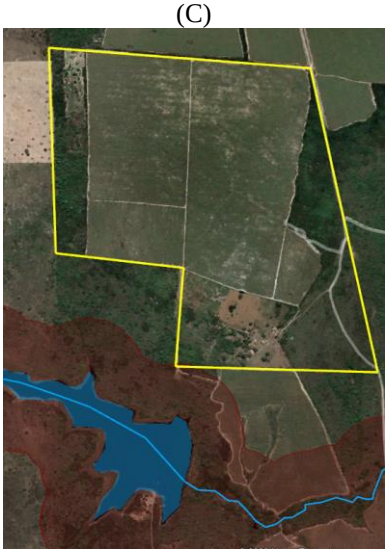
(B)



(C)



(D)



(E)

Figura 14 - Distância de recursos hídricos superficiais das áreas - (A) – Alternativa 1 (sem escala); (B) – Alternativa 2 (sem escala); (C) – Alternativa 3 (sem escala); (D) – Alternativa 4 (sem escala); (E) – Alternativa 5 (sem escala).
Fonte: software Google Earth Pro

2.2.3.1.2.2. Profundidade do lençol freático

Para qualquer obra de aterro sanitário, devem ser estudados, obrigatoriamente, segundo o item 4.1.2 b) da Norma Técnica NBR 13.896/1997, o nível do lençol freático da área sujeita ao recebimento do empreendimento. Sendo assim, é estabelecido que no terreno do imóvel em questão deve possuir uma camada natural de solo insaturado de no mínimo 1,5 metros entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático.

Diante desse contexto, o levantamento desta informação somente foi possível para a alternativa 5. Neste caso, a partir de análises desenvolvidas em campo, foi possível evidenciar, através de sondagens de retroescavadeira, que a área está em conformidade com esta condicionante da norma, pois não houve indício de nível d'água encontrado em escavações de 4,0 metros em média.

Para as alternativas 1 a 4, não foi possível o desenvolvimento das análises de campo, pois houve restrições de acesso ao imóvel por parte dos proprietários. Logo, a ausência dessa informação importantíssima colocou em dúvida a viabilidade técnica dessas áreas.

2.2.3.1.2.3. Topografia

Para a avaliação da adequabilidade de uma localização para o recebimento de um aterro sanitário, o item 4.1.1 a) da Norma Técnica NBR 13.896/1997 estabelece que a declividade do terreno é um fator determinante na escolha do método construtivo durante as obras de terraplenagem para a construção do empreendimento, sendo assim, é recomendável que ela esteja entre 1% e 30%.

Com base nas informações levantadas a partir do uso da ferramenta de análise topográfica Google Earth Pro, foi possível observar que todas as alternativas possuem declividade média, mensurada através de cortes longitudinais nos centros das parcelas úteis dos terrenos, dentro do limiar recomendável.

2.2.3.1.2.4. Vegetação Nativa a ser provavelmente suprimida

A supressão de vegetação nativa está relacionada com a retirada de uma parcela de vegetação dentro de um imóvel destinado a diversos usos, como uso alternativo do solo, plantio, pecuária e construção de infraestrutura, entre outros.

No que tange a análise de prioridade na escolha de áreas potenciais para o desenvolvimento de aterros sanitários, a extensão da supressão de vegetação nativa torna-se um fator limitante.

Entende-se que quando maior for a necessidade de supressão de vegetação nativa para viabilização da área útil de um terreno, maior serão os impactos causados ao ecossistema local pois a áreas de cobertura nativa podem apresentar sistemas ecológicos em estágio equilibrados e consolidados.

Dessa forma, ao analisarmos as alternativas locacionais inerentes a este estudo foi possível estimar, através do uso do software Google Earth Pro, que as alternativas 1, 2 e 4 teriam a necessidade de suprimir a vegetação nativa. Logo, devido a estas condições, os impactos inerentes ao corte de vegetação nativa desqualificam estas localidades.

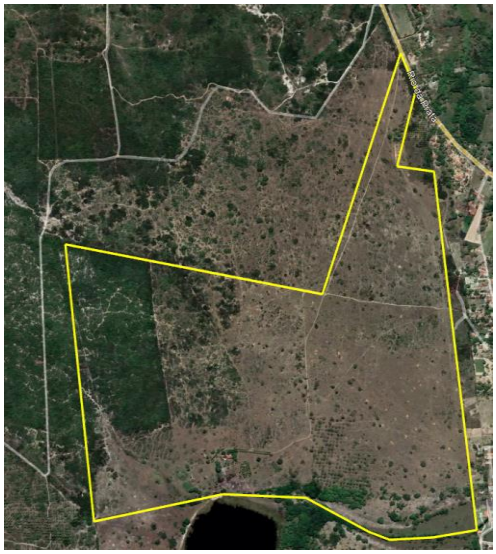
No que diz respeito as outras alternativas (3 e 5), este aspecto não se desenvolve como uma problemática para a implementação do empreendimento, pois supressão de vegetação nativa nessas localidades não se promove, tendo em vista que estas, atualmente, possuem em seu histórico de ocupação o uso agrícola e agropecuário, condição esta que qualificaria estes terrenos para o uso pretendido, demonstrado na Figura 15.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Figura 15 – Condições da vegetação nativa das alternativas - (A) – Alternativa 1 (sem escala); (B) – Alternativa 2 (sem escala); (C) – Alternativa 3 (sem escala); (D) – Alternativa 4 (sem escala); (E) – Alternativa 5 (sem escala).

Fonte: software Google Earth Pro

2.2.3.1.2.5. Distância do centro de Macaíba

No que tange ao desenvolvimento de um sistema de logística sustentável, em termos ambientais, relacionados a emissão de GEE provenientes da combustão dos motores de caminhões, e em termos financeiros, relacionados ao preço da quilometragem rodada para o translado dos RSU, é de suma importância que empreendimentos de gestão, tratamento e disposição desses resíduos estejam próximos aos centros de maior geração.

Analisando as cinco alternativas apresentadas neste estudo, foi possível observar que se qualificam neste aspecto todas as alternativas, 1 a 5, pois estão localizadas, a menos de 20 km do centro de Macaíba.

2.2.3.1.2.6. Distância de núcleos habitacionais

Para a avaliação da adequabilidade de uma localização para o recebimento de um aterro sanitário, o item 4.1.1 h) da Norma Técnica NBR 13.896/1997 preconiza que a distância mínima permitida de um aterro sanitário em relação a núcleos populacionais deve ser superior a 500 metros.

Diante desta questão, ao analisarmos todas as cinco alternativas propostas, as áreas 2 e 3 estão próximos de núcleos populacionais, respectivamente 243m e 94,0m (Figura 16).



(A) (B)

Figura 16 – Alternativas com proximidade de núcleos populacionais - (A) – Alternativa 2 (sem escala); (B) – Alternativa 3 (sem escala).

Fonte: software Google Earth Pro

2.2.3.1.2.7. Impacto Visual

O impacto visual é uma questão que pode desenvolver conflitos de natureza socioeconômico uma vez que este tipo de atividade localizada em regiões com um elevado nível de circulação de veículos pode promover estresse visual aos usuários da via, além disso, o desenvolvimento de empreendimento desta natureza pode gerar desvalorização imobiliária nas localidades adjacentes pois torna-se inviável a comercialização de loteamentos próximos a aterros sanitários.

No que tange a esta condicionante, foi possível observar que somente as áreas 1 e 2 possuem potencial de causar impacto visual, pois estão localizadas defronte a rodovias de elevada circulação.

Contudo, esta questão não se desenvolve como uma problemática permanente a operação do empreendimento nessas alternativas, uma vez que a implementação de cinturão vegetal como estratégia de obstrução visual é inerente a instalação de aterros sanitários e se apresenta como uma medida mitigadora eficaz. Ressaltando que estas áreas são visíveis apenas das referidas rodovias e não de núcleos habitacionais.

2.2.3.1.2.8. Área disponível em relação à vida útil prevista

Por ser um empreendimento privado, porém de utilidade pública, o investimento em uma obra do porte de um aterro exige planejamento a longo prazo. Uma das questões mais importantes é saber quanto tempo o projeto irá suprir a demanda regional para o entender se o investimento é ou não pertinente. Sendo assim, torna-se fundamental o entendimento de que as dimensões da área útil potencial para implantação de um aterro estejam diretamente relacionadas a vida útil prevista pelo projeto, uma vez que quanto maior a área utilizável do terreno, maior será a sua capacidade de receber RSU e consequentemente mais extensa será sua operação.

Isto posto, ao analisarmos as áreas úteis das alternativas em questão, após a zona de recuo de 200 metros de corpos hídricos adjacentes, percebeu-se que somente as alternativas 2, 3 e 5 apresentam as melhores condições para o desenvolvimento deste empreendimento a fim de garantir vida útil sustentável que atenda com tranquilidade as demandas de resíduos sólidos dos municípios.

Logo, as outras localidades (1 e 4) inviabilizam-se em função da pequena disponibilidade de área útil para implementação do projeto.

2.2.3.1.2.9. Proximidade de Aeródromos

No contexto regional, o aeródromo mais próximo das cinco alternativas locacionais levantadas neste estudo é o Aeroporto Internacional Governador Aluízio Alves em São Gonçalo do Amarante. Segundo a Portaria nº 150/GC3/2019, para esta categoria de aeroporto deve ser estabelecida uma Área de Segurança Aeroportuária (ASA) com distância obrigatória mínima de 10 km de aterros sanitário.

Com base nas ponderações exigidas pela deliberação acima, somente a alternativa 3 é desqualificada por este parâmetro, pois a mesma se encontra a cerca de 9,2 km do aeroporto em questão (Figura 17).

Dessa forma, todas as outras alternativas restantes (1, 2, 4 e 5) estão em conformidade com está modalidade pois situam-se a mais de 10 km do aeródromo de São Gonçalo do Amarante.

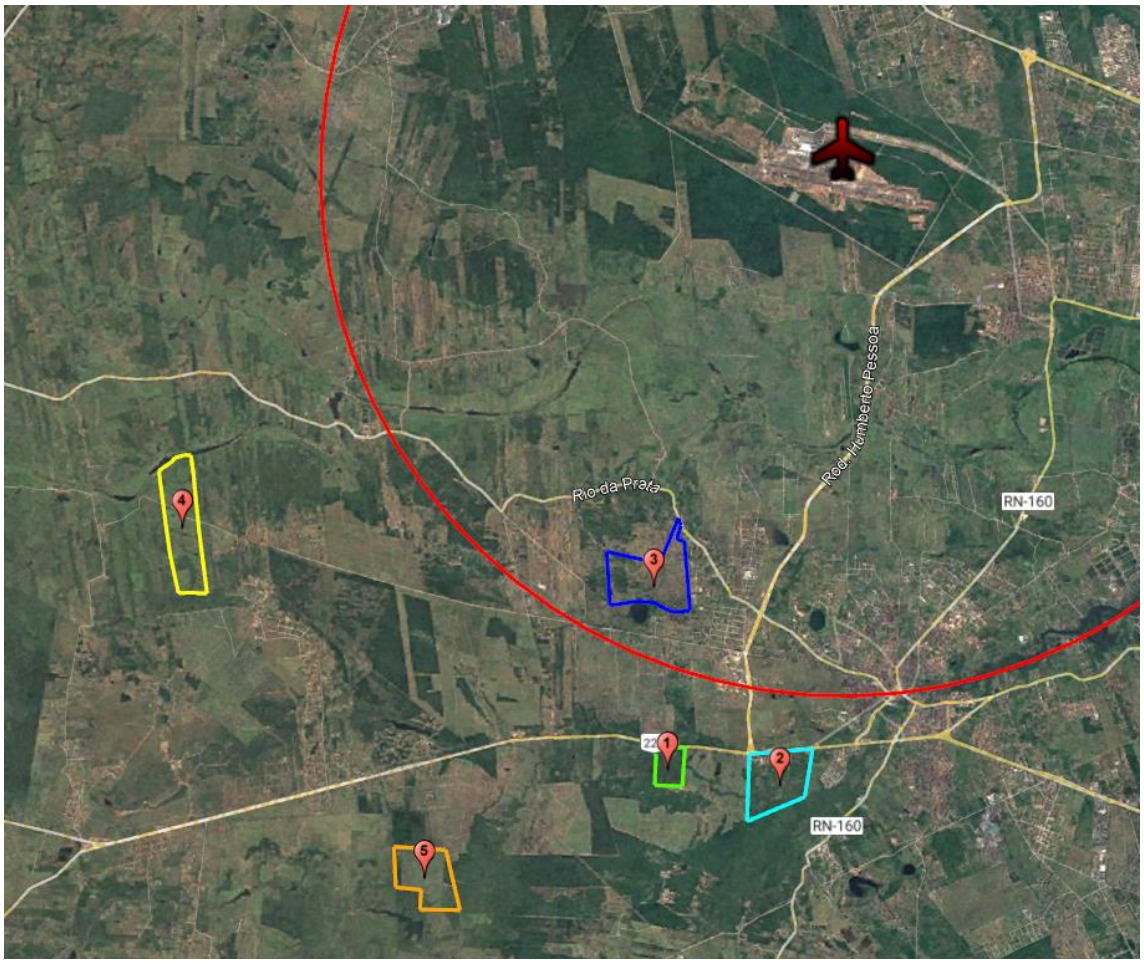


Figura 17 - Localização do Aeroporto e raio de 10 km (imagem sem escala).

A seguir, tabela dos parâmetros chave listadas acima que condicionaram a escolha da área mais adequada para instalação do empreendimento.

Tabela 2- Quadro comparativo dos parâmetros analisados para a escolha locacional do Empreendimento

Critérios		Áreas				
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Meio Físico	Distância Recurso Hídrico (NBR 13896/97: >200 m)	Não possui parcela do terreno situada a mais de 200 metros dos corpos hídricos adjacentes	Possui parcela do terreno situada a mais de 200 metros dos corpos hídricos adjacentes	Possui parcela do terreno situada a mais de 200 metros dos corpos hídricos adjacentes	Não possui parcela do terreno situada a mais de 200 metros dos corpos hídricos adjacentes	Possui parcela do terreno situada a mais de 200 metros dos corpos hídricos adjacentes
	Profundidade do Lençol	Não foi possível	Não foi possível	Não foi possível	Não foi possível	Não foram evidenciados

Critérios		Áreas				
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
	Freático (NBR 13896/97: >1,5m da base do aterro)	evidenciar essa informação devido à restrição de acesso ao imóvel	evidenciar essa informação devido à restrição de acesso ao imóvel	evidenciar essa informação devido à restrição de acesso ao imóvel	evidenciar essa informação devido à restrição de acesso ao imóvel	sinais de nível d'água em profundidas de até 1,5 m abaixo da cota de base pretendido para o aterro
	Topografia - Declividade (NBR 13896/97: 1% a 30%)	Declividade média de 5,5%	Declividade média de 5,5%	Declividade média de 1,65%	Declividade média de 6,3%	Declividade média de 2%
Meio Biológico	Vegetação Nativa a ser provavelmente suprimida	Necessário haver supressão de vegetação nativa nesta alternativa locacional	Necessário haver supressão de vegetação nativa nesta alternativa locacional	Não haverá supressão de vegetação nativa nesta alternativa locacional	Potencial supressão de vegetação isolada	Não haverá supressão de vegetação nativa nesta alternativa locacional
Meio Socioeconômico	Distância aproximada do núcleo da cidade de Macaíba	Localizada a aproximadamente 5,0 km do centro do município	Localizada a aproximadamente 4,0 km do centro do município	Localizada a aproximadamente 6,0 km do centro do município	Localizada a aproximadamente 17,0 km do centro do município	Localizada a aproximadamente 11,5 km do centro do município
	Distância de núcleos habitacionais (NBR 13896/97: >500 m)	Se encontra a mais de 500m de distância de núcleos habitacionais	Se encontra a menos de 500m de distância de núcleos habitacionais	Se encontra a menos de 500m de distância de núcleos habitacionais	Se encontra a mais de 500m de distância de núcleos habitacionais	Se encontra a mais de 500m de distância de núcleos habitacionais
	Impacto Visual	Situada adjacente a Rodovia Estadual	Situada adjacente a Rodovia Estadual	Situada em um local mais afastado da principal via de acesso	Situada em um local mais afastado da principal via de acesso	Situada em um local mais afastado da principal via de acesso
Projeto e Operações	Área Útil	Área útil corresponde a aproximadamente 1,0 ha	Área útil corresponde a aproximadamente 8,9 ha	Área útil corresponde a aproximadamente 12,5 ha	Área útil corresponde a aproximadamente 1,0 ha	Área útil corresponde a aproximadamente 51,3 ha
	Proximidade com Aeródromos Públicos (Portaria nº 150/GC3/2019 - ASA > 10 km)	Situada a cerca de 12,4 km do aeródromo mais próximo	Situada a cerca de 12,2 km do aeródromo mais próximo	Situada a cerca de 9,2 km do aeródromo mais próximo	Situada a cerca de 14,6 km do aeródromo mais próximo	Situada a cerca de 16,1 km do aeródromo mais próximo

Legenda: Aspectos Positivos Aspectos Negativos

Com base na análise integrada dos parâmetros prioritários em função das cinco alternativas observadas pelo estudo apresentado, conclui-se que a melhor alternativa em termos de viabilidade

para o desenvolvimento do empreendimento consiste na Alternativa 5, sendo que o respectivo projeto atenderá às normas e diretrizes legais e técnicas aplicáveis e adotará tecnologia e procedimentos operacionais, de forma comprovadamente segura e monitorada, otimizando ainda o usufruto de toda a infraestrutura e proteção ambiental.

2.2.3.2. Alternativas Tecnológicas

De forma geral, no que tange as principais tecnologias para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos, atualmente temos: Usinas de Triagem de Recicláveis, Centrais de Compostagem, Aterro sanitário, Unidade de Recuperação Energética (URE) que consiste no tratamento térmico dos resíduos (incineração) com geração de energia elétrica e Coprocessamento (utilização dos resíduos como combustível em fornos de cimento, siderúrgicas, usinas, etc.). Cada alternativa possui vantagens e desvantagens, conforme apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3- Quadro demonstrativo das Vantagens e Desvantagens das alternativas tecnológicas empregadas no Empreendimento

Método de Tratamento / Disposição Final	Vantagens	Desvantagens
Unidade de Triagem de Recicláveis	• Possibilidade de inclusão de associações de catadores no processo; • Eficiência no processo de separação; • Seleção de resíduos com valor comercial; • Aumento no número de postos de trabalho; • Solução permanente; • Impacto social positivo.	• Não eliminação total de resíduos a serem aterrados; • Baixo valor agregado no produto final; • Exige capacitação técnica de colaboradores; • Depende da estruturação de associações municipais; • Importante a existência de coleta seletiva nos municípios para melhor eficiência do processo.
Central de Compostagem	• Possibilidade de agregar valor a fração orgânica; • Geração de postos de trabalho; • Redução no montante de resíduos destinado ao aterro; • Redução no uso de herbicidas e inseticidas.	• Não eliminação total de resíduos a serem aterrados; • Não aceitação de qualquer tipo de resíduos orgânico; • Necessidade de estrutura para comercialização de produtos.
Aterro Sanitário	• Disposição adequada de resíduos; • Grande capacidade de recebimento diário de resíduos; • Controle na geração de percolado e gases; • Possibilidade de geração de energia; • Controle de vetores; • Baixa complexidade operacional e investimentos iniciais; • Atendimento de diversos geradores simultaneamente; • Necessidade de atendimento a diversos requisitos normativos e técnicos de proteção ambiental; • Grande custo-benefício e vida útil.	• Necessidade de extensas áreas para implantação; • Determinação de controles sanitários rígidos; • Necessário distanciamento adequado de núcleos populacionais; • Controles de engenharia para dispersão de poluentes atmosféricos e aquáticos; • Restrições em detrimento da altura do lençol freático.
Unidade de Recuperação Energética (URE)	• Diminuição considerável da fração total de resíduos; • Degrada completamente os resíduos, quebrando as moléculas dos componentes perigosos; • Abrangência quanto ao tipo de resíduo destinado; • Instalação em pequenas áreas de acordo com quantidade de resíduos a serem tratados; • Tecnologia aceita pelos órgãos ambientais desde que devidamente licenciada; • Processo aceita comandos automatizados.	• Custo elevado de investimento e operação; • Grande volume de geração de emissões atmosféricas; • Necessidade de tecnologias para controle de emissões; • Não eliminação total dos resíduos, com geração de subprodutos (cinzas e escória) que necessitam destinação específica, normalmente enviados para aterros; • Limitação das quantidades a serem tratadas de acordo com capacidade do equipamento; • Necessidade de mão de obra altamente especializada.
Coprocessamento	• Reciclagem energética do resíduo; • Economia de recursos naturais não renováveis; • Solução para resíduos industriais perigosos; • Redução nos custos de fabricação do cimento (25% associado ao combustível);	• Custo intermediário; • Necessita de controle das emissões atmosféricas; • Limitada tratabilidade de resíduos industriais (passíveis de destruição térmica e aproveitamento energético); • Não permite o coprocessamento de resíduos domiciliares brutos,

Através da compreensão das principais vantagens e desvantagens de cada uma das tecnologias que se apresentam diante da temática relacionada ao gerenciamento de Resíduos Sólidos para Macaíba e demais municípios da região definiu-se pela implantação de uma Unidade de Valorização Sustentável (UVS) para garantir à disposição final adequada dos seguintes resíduos sólidos: Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Resíduos Industriais Classe II-A e II-B (NBR 10.004/2.004), com características semelhantes aos resíduos domiciliares, mas gerados por estabelecimentos comerciais e industriais, Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSSS) e Materiais Recicláveis.

Um aterro sanitário é um equipamento imprescindível para um município, com baixo custo operacional pois, por mais que os resíduos gerados recebam tratamentos de reaproveitamento ou reciclagem, rejeitos serão gerados e precisam de uma disposição final adequada, evitando sua disposição e tratamento em lugares inadequados.

A unidade de triagem de materiais recicláveis e que será instalada no mesmo local do aterro sanitário, reduz ainda mais a quantidade de resíduo encaminhada a ele, tornando assim a decomposição mais rápida, prolongando sua vida útil e proporcionando um reaproveitamento dos materiais, poupando os recursos naturais utilizados como matéria prima. Uma usina de triagem de recicláveis também tem como objetivo integrar os chamados catadores à sociedade, proporcionando-os um emprego formal.

Além disso incluiremos na UVS Macaíba a possibilidade de tratamento de RSS com autoclave cujo rejeito também é enviado diretamente ao aterro sanitário.

2.2.4. Compatibilidade com os Planos e Programas Governamentais

O PEGIRS/RN – Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do RN, em sua versão final apresentado em 2012, apresenta a modelo de gestão de resíduos sólidos para o RN; as viabilidades econômicas, ambiental, social, jurídico-institucional; os fatores que influenciam no prognóstico; A implantação efetiva de consórcios públicos regionais para gestão e manejo de resíduos sólidos. Este estudo apresenta de forma pioneira, para o Estado do Rio Grande do Norte, um retrato completo da situação da gestão e do manejo dos resíduos sólidos, que surge na busca do seu propósito central que é erradicar os lixões do estado, podendo ser utilizada como ferramenta de consulta acessível aos empreendedores e gestores municipais, bem como os estudiosos na área, e a sociedade em geral.

A implementação do Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Rio Grande do Norte e Elaboração do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos está alicerçada em dois princípios básicos: a construção das ações de forma participativa com os municípios e o compartilhamento das soluções, a partir da formação de consórcios intermunicipais que se integram um a um, formando mosaicos associativos de municípios buscando alcançar todo o Estado, contribuindo para o equacionamento dessa questão, através do ordenamento de procedimentos que contribuam para uma melhoria no gerenciamento da limpeza urbana, implementação de mecanismos financeiramente compensatórios, inserção social dos catadores, a proposição de incentivos tributários em atividades voltadas para reciclagem e produção mais limpa e para os municípios que implementem políticas ambientalmente adequadas.

Objetivamente, o PEGIRS/RN visa contribuir para o equacionamento da questão dos resíduos sólidos nos municípios do Estado através de procedimentos que fortaleçam melhorias da limpeza urbana, implementação de mecanismos financeiros compensatórios, compartilhamento de ações entre municípios, construção de aterros sanitários intermunicipais, inserção social dos catadores de materiais recicláveis, proposição de incentivos tributários à atividade da reciclagem e apoio aos municípios que implementem políticas ambientalmente adequadas

Por sua vez, o novo marco do Saneamento Básico (Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020) trouxe significativas alterações e responsabilidades aos Agentes Públicos atinentes aos serviços de gestão e manejo de resíduos sólidos, no âmbito urbano, que englobam a coleta, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento (inclusive por compostagem) e disposição final dos resíduos domésticos e provenientes do serviço de limpeza urbana. O mesmo vale para os resíduos de atividades comerciais, industriais e de serviços que sejam equiparados a resíduos domésticos por decisão do titular do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos (SMRSU).

E para complementar, no dia 12 de janeiro de 2022, foi publicado o Decreto 10.936 que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e estender seu âmbito de aplicação às microrregiões e para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados, estabelecendo multas de até dez milhões de reais pelo seu descumprimento, o que compromete a gestão dos resúduos sólidos nos municípios da Região Metropolitana de Natal em caso de encerramento das atividades da BRASECO.

Neste contexto, esse projeto apresenta todos os elementos que possibilitam o correto tratamento e destinação final dos resíduos, conforme preconiza a legislação, atendendo o plano estadual e a legislação federal.

2.2.5. Legislação Ambiental

A atividade pretendida atende o § 6º do Art. 8º da Lei Complementar 01/2018, Plano Diretor Participativo de Macaíba, onde estabelece que a Zona Rural corresponde a área do território do Município que, por suas características naturais, destina-se ao uso e ocupação do solo por populações rurais, dedicadas à produção agropecuária e a outras atividades não-rurais e que, por sua importância estratégica, deve ter suas dinâmicas e identidades cultural e ambiental, preservadas.

A atividade pretendida atende aos termos e critérios dos art.3 e 4 da Resolução CONAMA n° 404/2008, cumprindo o disposto no Plano Diretor Participativo de Macaíba, no seu art. 82, inciso II.

O empreendimento também atende a legislação urbanística municipal estabelecida na Lei n° 1.222/2005 (Parcelamento do Solo), a Lei n° 149/1983 (Código de Obras) e a Lei n°01/2008 (Plano Diretor Participativo de Macaíba).

Quanto a legislação estadual, o empreendimento se enquadra no que determina a Lei Complementar Nº 272, e suas atualizações, que dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual do Meio Ambiente, as infrações e sanções administrativas ambientais, as unidades estaduais de conservação da natureza, institui medidas compensatórias ambientais, e dá outras providências.

De acordo com a legislação pertinente, a atividade foi enquadrada como de grande potencial poluidor e de porte excepcional, suscitando na obrigatoriedade de se apresentar este EIA-RIMA, desenvolvido seguindo o prescrito no Termo de referência elaborado pelo IDEMA.

Desta forma, entende-se que a UVS Macaíba se encontra totalmente em consonância com os aspectos legais inerentes a atividade, sejam eles a nível federal, estadual e municipal.

2.2.6. Geração de Empregos na Implantação e Operação da UVS Macaíba

A vida útil estimada da UVS Macaíba é de 35 anos considerando um recebimento sendo 900 ton/dia de RSU e 100 ton/dia de resíduos sólidos industriais com características de Classe II-A e II-

B. Dessa forma, como poderá ser observado no Anexo 1 – Projeto Básico, é prevista a geração de até 68 postos de trabalho para a operação e a contratação de até 62 trabalhadores na fase de implantação.

Conforme abordado no Capítulo 9 Planos e Programas de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos Ambientais, será priorizada a contratação de mão-de-obra residente na cidade de Macaíba. Sem considerar ainda os empregos indiretos, gerados pelas empresas locais que fornecem serviços e produtos de consumo direto, como material de construção, peças e equipamentos, refeições, hospedagem, etc.

Neste sentido, a presença do empreendimento pode alavancar a proporção de pessoas ocupadas em Macaíba, ainda mais se considerarmos a crise econômica causada pela pandemia do COVID-19.

2.2.7. Participação da Comunidade

A comunidade local foi ouvida e realizada a pesquisa de campo e a mesma será prioritária na contratação da mão de obra para implantação e operação do empreendimento, da mesma forma que será priorizada a contratação de empresas locais para atender as necessidades da UVS Macaíba.

Da mesma forma, a Revita está montando um extenso programa sócio cultural para as comunidades próximas ao empreendimento direcionadas para jovens e adultos nas áreas de educação, cultura e saúde.

2.2.8. Impacto Positivo nas Receitas Fiscais na Implantação e Operação

Durante as fases de implantação e operação incidirão sobre as despesas e receitas operacionais do empreendimento encargos, contribuições, taxas e impostos como ISS, PIS e COFINS.

A geração de empregos nas fases de implantação e operação do empreendimento incidirá em despesas com salários e encargos sociais, que incluem o aumento das contribuições com INSS, FGTS e seguros, entre outros, além de contribuir para o aumento da renda das famílias desses funcionários que consequentemente utilizarão esses recursos para pagamentos de suas despesas pessoais, gerando arrecadação de receitas fiscais.

Diante do exposto, no aspecto das receitas fiscais, concluímos que a implantação do empreendimento, objeto de estudo no presente EIA, é positiva e essencial para manutenção das condições socioeconômicas do município de Macaíba e região, devendo ser concretizada.

2.3. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

O Anexo 1 – Projeto Básico e o Desenhos, tratam da descrição técnica detalhada de dados e informações relacionadas à concepção do projeto do empreendimento nas fases de planejamento, instalação e operação, bem como as diretrizes previstas para sua manutenção adequada.

Podemos adiantar que alinhado com as recomendações da Política Estadual de Resíduos Sólidos, em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos a UVS Macaíba se propõe a realizar processos de tratamento e valorização de resíduos sólidos e a destinação final.

Conforme Projeto Básico, o empreendimento está concebido para:

- A destinação final de 1.000 t/dia de resíduos Classe II, sendo 900t/dia de resíduos sólidos urbanos e 100t/dia de resíduos sólidos industriais
- A triagem de 50 t/dia de material originado de coleta seletiva para produção de material reciclável.
- O tratamento de 15t/dia de resíduos sólidos de serviço de saúde (RSSS).

Os resíduos sólidos urbanos e resíduos industriais serão encaminhados para disposição no Aterro Sanitário do empreendimento.

A Unidade de triagem é concebida para o processamento de resíduo segregado seco, originado de coleta seletiva. Após os processos de separação, os materiais recicláveis serão retornados a cadeia produtiva como matéria-prima na fabricação de novos produtos. Os rejeitos do processo como matéria orgânica e/ou outro rejeito que não seja passível de ser reciclado, serão conduzidos ao aterro sanitário

Os resíduos sólidos de serviços de saúde serão objeto de tratamento por inativação microbiana com o uso de autoclaves. O resíduo tratado e, portanto, não perigoso, será encaminhado ao Aterro Sanitário.

A tecnologia a ser aplicada no Aterro Sanitário seguirá a requerida para a disposição de resíduos sólidos classificados como Classe IIA (não perigosos não inertes) e Classe IIB (não

perigosos inertes), conforme a Norma ABNT NBR 10004, Resíduos Sólidos Classificação, seguindo as prescrições da Norma ABNT NBR 13896 Aterro de resíduos não perigosos, critérios para projeto, construção e operação.

Já os RSS que serão recebidos e tratados no empreendimento, conforme a classificação contida nas Resoluções ANVISA RDC nº 222/2018 e CONAMA nº 358/2005 serão os classificados nos Grupo A e Grupo E:

- Grupo A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.
- Grupo B: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; ponteiras de micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

De acordo com o Anexo 1, a UVS Macaíba prevê também, com o desenvolvimento futuro, a incorporação de novas tecnologias de tratamento e valorização de resíduos e de sustentabilidade ambiental. Neste sentido, considera no arranjo da UVS Macaíba a previsão de local para implantação destas novas tecnologias, que serão objeto de licenciamento ambiental específico à época de viabilização das mesmas.

Para apoio operacional dedicado a operação do Aterro se prevê lagoas de armazenamento e evaporação e sistema de tratamento de percolado gerado no aterro sanitário.

Quanto a infraestrutura, é prevista a utilização de edifícios e instalações para abrigar as atividades técnico administrativas e de suporte a operação.

2.3.1. Implantação

De acordo com o anexo 1 (Projeto básico) o Aterro será implantado pela técnica de área com a formação de um maciço em área impermeabilizada, apoiado em base escavada e regularizada, considerando aspectos técnicos e ambientais como:

- A retirada de solos inconsolidados na fundação;
- A posição das lagoas de armazenamento e sistema de tratamento para a condução por gravidade do chorume coletado.

- A compatibilidade com as condições geológicas e geotécnicas do local.
- A compatibilidade com as condições hidrogeológicas do local, resguardando distância mínima de camada insaturada entre a base de assentamento dos resíduos e o lençol freático;
- O balanço de massa do movimento dos solos locais, considerando os volumes necessários da implantação à operação;

O maciço de resíduos será implantado em etapas e fases operacionais. Quando totalmente implantado, ocupará uma área de 397.000 m², cerca de 36% da área total da Gleba. Será formado por cinco camadas de resíduos de 10m de altura, gerando um volume geométrico de 12.900.000 m³.

O Projeto Básico prevê que a jusante do Aterro está prevista a implantação de um platô que comportará as lagoas de armazenamento e evaporação do percolado gerado no Aterro e o sistema de tratamento de chorume.

O platô será formado em base escavada com o condicionamento de fundação e impermeabilização, garantindo o encaminhamento do percolado por gravidade e a proteção ambiental requerida.

As lagoas serão implantadas conforme o avanço do Aterro e o aumento do volume de percolado gerado. Para atender o maior volume de percolado a ser gerado, o que ocorrerá quando toda a base do aterro estiver implantada e em operação, são previstas quatro lagoas ocuparão uma área de 14.445m² e terão capacidade de armazenamento de 34.530m³.

O sistema de tratamento de percolado será realizado em módulos de capacidade de 5,0m³/h. Da mesma forma que as Lagoas, os módulos serão implantados conforme o aumento de geração de volume de percolado. Para atender o maior volume de percolado a ser gerado são previstos até quatro módulos sendo reservada para tal uma área de 16.500m².

As plantas planialtimétricas, as delimitações do terreno; as demarcações das vias de entorno, as referências topográficas e geográficas tais como edificações, cercas, estradas, caminhos, encontram-se no Anexo 1.

O referido anexo, trata da localização dos sistemas de drenagem de gases, de lixiviados e de águas superficiais, faz o dimensionamento preliminar e características técnicas dos elementos do sistema, identifica e caracteriza as fontes geradoras de resíduos e informa os municípios e as populações que serão atendidas pela operação do Aterro e os períodos de alcance do empreendimento, este mesmo anexo descreve o cronograma detalhado das etapas de implantação e previsão de

ampliação do sistema, caracterizando quantitativa e qualitativa os resíduos a serem tratados e ou dispostos

As concepções e justificativas técnicas/ambientais dos projetos integrantes do empreendimento referente à infraestrutura, sistemas de drenagem superficial, subsuperficial, de gases e impermeabilização do substrato do aterro ("LINER"), bem como seu sistema de isolamento físico do entorno, constam no Projeto Básico em anexo.

O atendimento da demanda do fornecimento de energia elétrica requerida pelo empreendimento foi apresentado pela concessionária conforme documento atestando a viabilidade da demanda requerida pelo empreendimento (Anexo 2 – Viabilidade operacional).

A quantidade de empregos gerados, bem como a população envolvida pelo empreendimento na etapa de implantação, especificando inclusive sua procedência e qualificação estão apresentados no Anexo 1, como também a quantidade e especificação do maquinário utilizado durante a implantação.

2.3.2. Operação e Manutenção

Conforme previsto no Projeto Básico, a entrada e pesagem é realizada nos veículos transportadores de resíduos na entrada ao empreendimento, com pesagem eletrônica em balança rodoviária e controle por meio de registro computadorizado.

O procedimento de recebimento será efetuado através da checagem do cadastro dos caminhões coletores das empresas pré autorizadas para o envio de resíduos ao aterro no sistema de controle, seguida da autorização de entrada, sendo o caminhão orientado para seguir a área de descarga na frente de operação.

Serão elaborados relatórios com os registros e certificados de destinação, que apresentam a quantidade dos resíduos recebidos e dispostos por tipo de resíduo/cliente, dados dos veículos transportadores, local e data de disposição.

Ainda de acordo com o Anexo 1, a formação da célula se dará através do espalhamento e compactação dos resíduos, sendo dispostos de jusante para montante contra os taludes e das células já executadas, constituindo as células de lixo com altura de cerca de 5,0 m.

O recobrimento das células com material solo operacional ocorrerá continuamente, conforme o avanço da disposição e compactação dos resíduos.

O solo de cobertura operacional deve ser estocado em pilhas próximo ao limite frente operacional para facilitar sua aplicação.

À medida que as células vão sendo executadas, os drenos verticais de gás deverão ser alteados antes da formação da próxima célula, devendo-se promover a queima dos gases nestes drenos, para o controle da emissão de gases e odores.

Do mesmo modo, os drenos horizontais deverão ser executados ao final da formação de cada camada, conforme previsto em projeto e, serem cadastrados, inclusive para serem utilizados no controle de fechamento de frentes de modo a evitar a estanqueidade de sub- células.

As ações e os procedimentos relacionados à manutenção, conservação e monitoramento das atividades e projetos relacionados com a operação do empreendimento bem como a descrição dos sistemas operacionais, identificando as entidades responsáveis pela operação e manutenção do sistema e todos os sistemas de proteção ambiental, foram tratados no Projeto Básico, conforme pode ser verificado no Anexo1.

As informações sobre os equipamentos a serem utilizados, o plano de contingências das atividades que apresentem riscos ambientais, contemplando as ações e os meios a serem utilizados em caso de acidentes e os aspectos institucionais e operacionais do empreendimento, também constam no Anexo1.

As atividades de rotina durante a operação da UVS Macaíba estão discriminadas no Projeto Básico da seguinte maneira:

- Formação das células e aplicação de cobertura operacional;
- A extensão dos drenos verticais de gás;
- A extensão do poço de passagem de percolado;
- Os drenos horizontais de camada interligados aos drenos verticais de gás;
- Cobertura final das superfícies encerradas;
- Rede de monitoramento geotécnico, marcos superficiais e piezômetros;
- Trechos dos elementos de drenagem pluvial sobre a superfície do aterro;
- Gestão do sistema de drenagem pluvial operacional e definitivo;

- Gestão de percolado: desvio das águas pluviais limpas, acompanhamento do volume gerado, altura de percolado na lagoa de acumulação, registro das precipitações ocorridas.
- Inspeção dos elementos do aterro. Através de um Plano tem o objetivo de orientar o gerenciamento da manutenção preventiva dos diversos elementos que compõem o projeto e detectar e corrigir o mau funcionamento dos elementos, erros operacionais e vazamentos antes que se produza algum dano;
- Aplicação do monitoramento ambiental;
- Aplicação do monitoramento geotécnico.

A sistemática e a forma de transporte dos resíduos com indicação do número de viagens/dia, as rotas de transporte, e a localização da Estação de Transbordo dos resíduos, estão especificados no Anexo 1 - Projeto Básico, assim como os procedimentos operacionais da unidade de tratamento dos efluentes líquidos gerados, da drenagem dos gases dos aterros e o sistema de controle das emissões atmosféricas e o Cronograma de Implantação e Operação anual do empreendimento.

3. ÁREA DE INFLUÊNCIA

De acordo com o artigo 5°, inciso III, da Resolução CONAMA n° 001/86, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei nº 6.938/1981 que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, deverá definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos possivelmente promovidos pelo empreendimento em questão, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica da região e os impactos gerados nas fases de planejamento, implantação e operação do projeto.

Portanto, considerando as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 001/86 e o contexto em que a UVS Macaíba está inserida, foram considerados três níveis de influência dos impactos potencialmente gerados pelo empreendimento, sendo: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Denominações da ADA, AID e AII.

ADA	Corresponde ao espaço de intervenção da obra, ou seja, aquela área que sofrerá todas as alterações físicas decorrentes da instalação do empreendimento projetado.
AID	Não sofre as transformações imediatas decorrentes do empreendimento, mas que estão em sua vizinhança contígua e onde os efeitos produzidos por uma ou mais ações do empreendimento podem resultar em consequências e impactos decorrentes da obra.
AII	Espaço que não sofre alterações em função de ações específicas do empreendimento e no qual os impactos e efeitos decorrentes deste são considerados menos significativos do que nas outras duas áreas de influência, mas que podem incitar efeitos decorrentes dos desdobramentos da obra e sua operação.

A delimitação para cada área de influência foi estabelecida levando em consideração o tipo de empreendimento, ou seja, um aterro sanitário para resíduos domésticos e seus possíveis impactos sobre cada meio analisado. As áreas de influência apresentam delimitações distintas, de acordo com a variável estudada, ou seja, cada meio tem uma AID e uma AII específica, sendo a ADA a única área comum a todos, uma vez que diz respeito à própria área de intervenção do empreendimento. A Tabela 5 a seguir elenca as delimitações resumidas:

Tabela 5- AID e AII dos três meios abordados por este estudo.

Meio Físico	**ADA**	111,35 hectares
	AID	500 metros a partir dos limites da ADA e espaços adjacentes ao empreendimento
	AII	1.000 metros projetados a partir dos limites da ADA.
Meio Biológico	**ADA**	111,35 hectares
	AID	1.000 metros projetados a partir da ADA
	AII	2.000 metros projetados a partir da ADA
Meio Sócio Econômico	**ADA**	111,35 hectares
	AID	2.500 metros projetados a partir da ADA
	AII	Os municípios de atuação do futuro aterro sanitário, a região metropolitana do município de Natal

4. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

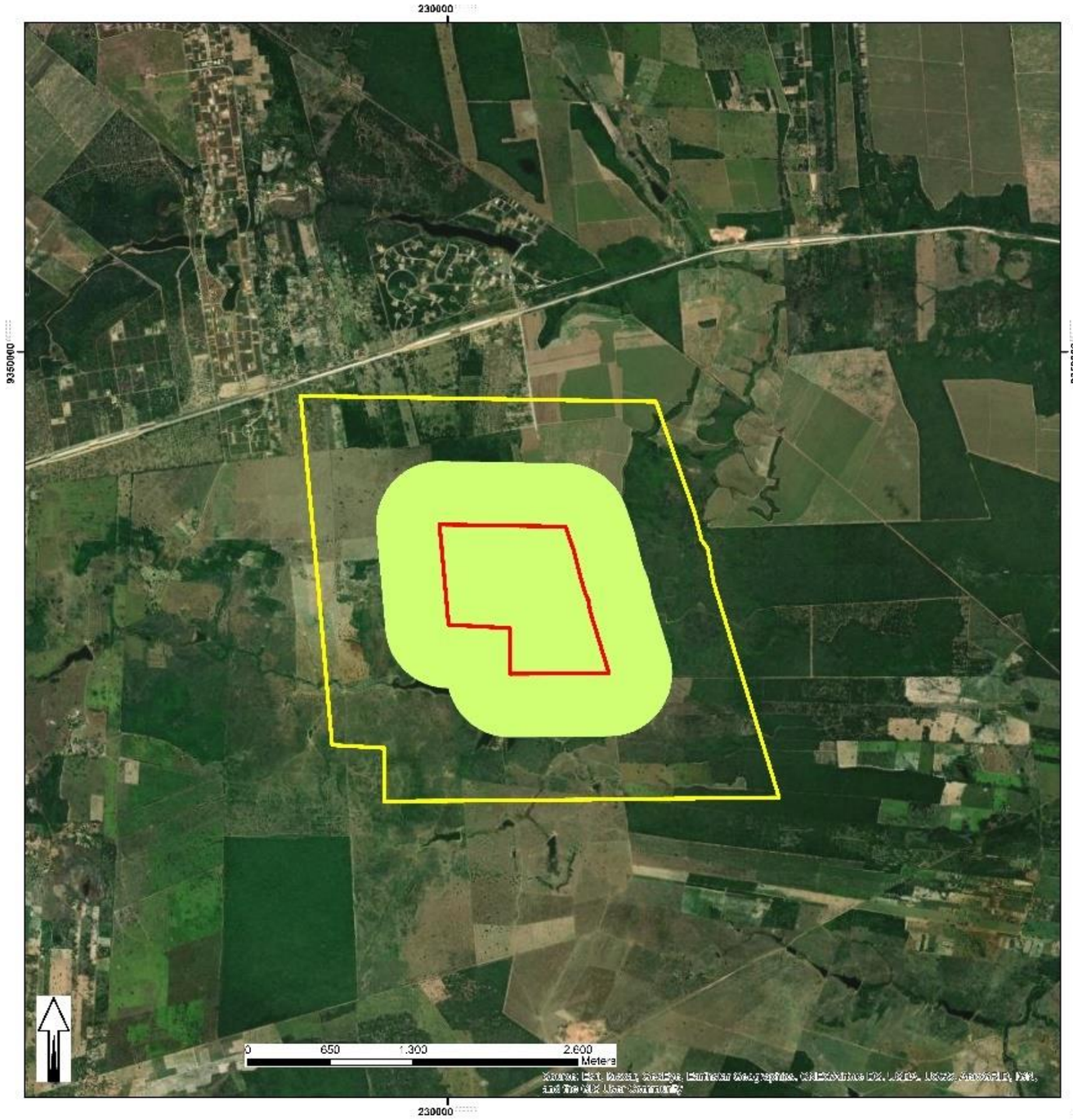
4.1.MEIO FÍSICO

Esse item tem como objetivo subsidiar a identificação e avaliação de impactos sobre os componentes deste meio, bem como a preposição de ações, medidas e programas ambientais por ventura necessários.

Para sua elaboração além dos dados primários adquiridos e levantados em campo, também foram utilizados dados secundários oriundos de trabalhos e estudos realizados na região do empreendimento por entidades públicas e privadas, bem como dados e informações advindas de outros estudos e projetos desenvolvidos para o empreendimento, tais como sondagens, levantamento planialtimétrico e projeto básico do aterro e das estruturas associadas.

Todos os fatores concernentes ao meio físico foram analisados de acordo com sua abrangência, englobando seu impacto no contexto de suas Áreas de Influência Direta, Indireta e Diretamente Afetada com as seguintes delimitações (Figura 18):

- Área Diretamente Afetada (ADA): 111,35 hectares;
- Área de Influência Direta (AID): 500 metros a partir dos limites da ADA e espaços adjacentes ao empreendimento;
- Área de Influência Indireta (AII) -1.000 metros projetados a partir dos limites da ADA.



Localização



Legenda

Áreas de Influência - Meio Físico

- ADA
- AID Fisico
- All Fisico
- Município de Macaiba

Informações Técnicas e Cartográficas

Sistema de Coordenadas Planas
SIRGAS 2000
Zona UTM 25 SUL

Fontes:

ALOSPALSAR, 2014
Levantamentos de Campo, 2022.
OpenStreetMap, 2022.

Titulo	Mapa de Localização da All e AID do meio Fisico	
Projeto	UVS - Macaíba	
Local e data de Elab. Natal/RN Fev de 2022	**Responsabilidade Técnica** Theodoro Fernandes CREA: 2120207577	**Elaboração Cartográfica** Theodoro Fernandes CREA: 2120207577
Escala 1:30.000	**REVITA Engenharia Sustentável** **PYPA Projetos e Soluções em Eng.**	
Folha: A3		

Figura 18 - Mapa contendo as áreas de influência do Meio Físico

4.1.1. Clima e condições meteorológicas

Conforme a classificação climática de Köppen, que se baseia sobretudo na correlação entre clima e biomas, Macaíba, bem como Natal, Ceará-mirim e demais municípios circunvizinhos, encontram-se inseridos no tipo As', considerado tropical chuvoso, caracterizado principalmente pela sazonalidade da precipitação, com invernos mais secos e verões chuvosos.

Verifica-se no sistema do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a inexistência de estações meteorológicas na cidade de Macaíba. Para casos assim, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda que sejam considerados os dados da estação mais próxima dentro de um raio de no máximo 150 km de distância. Portanto, a determinação dos dados climatológicos será realizada utilizando dados históricos de 2000 à 2021 de uma estação localizada em Ceará-Mirim/RN (estação INMET CÓD:82596), que está a 24,5km de distância da área de estudo, obedecendo a margem recomendada.

A justificativa para a escolha dessa estação, em detrimento às localizadas em Natal/RN, dá-se devido à área de interesse ser comparativamente mais sujeita à efeitos da continentalidade que da maritimidade observada na capital do estado.

4.1.1.1. Precipitação e Balanço Hídrico

A precipitação obedece a uma sazonalidade bem definida na área de estudo. A média anual, baseado nas médias mensais entre os anos 2000 e 2021 (Figura 19) é de 1.400,25 mm.

De setembro a dezembro os registros apresentam médias inferiores à 50 mm, representando o período de déficit, enquanto março a julho são os períodos de recarga de água, com médias superiores à 150 mm.

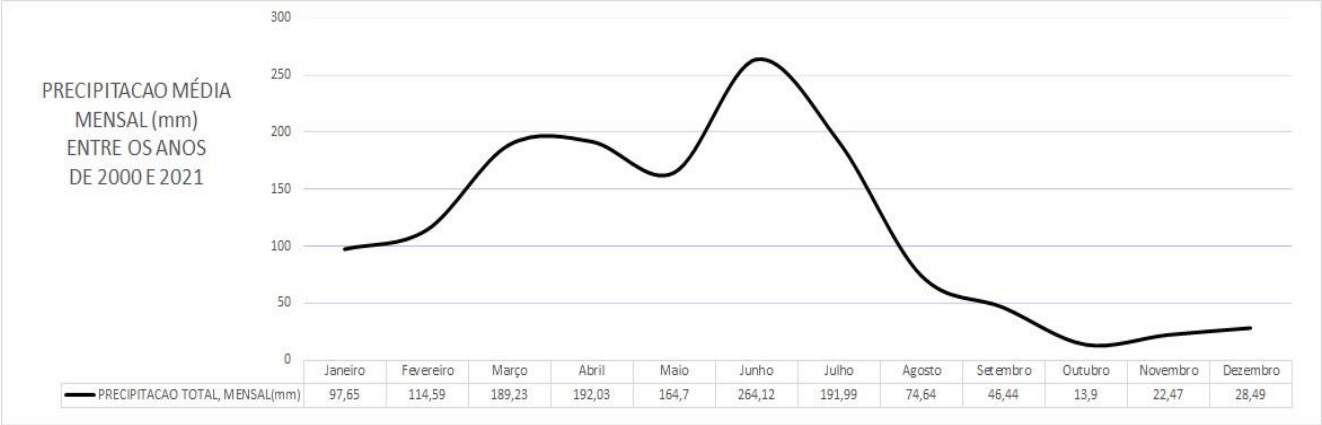


Figura 19 - Gráfico contendo valores de média de precipitação mensal entre os anos 2000 e 2021 registrada na estação meteorológica INMET Código: 82596.

Registros históricos dessa mesma estação apontam pico de precipitação superiores a 450 mm em junho de 2004 e de 2005, e mínimas de 0 mm em dezembro de 2008 e de 2012.

4.1.1.2. Ventos

Na área de interesse, tem-se a predominância dos ventos alísios, vindos de sudeste, típicos da zona intertropical, provocados pelo efeito de coriolis (força resultante do processo de rotação da terra) e deslocamento da célula de Hadley.

Os registros da estação meteorológica de Ceará-Mirim como esperado, são similares aos das estações em Natal/RN, com ventos que sopram majoritariamente sentido Noroeste, apresentando uma pequena variação nas direções secundárias. Na estação escolhida para análise, os registros concentram-se em ventos vindos do Sudeste (Figura 20).

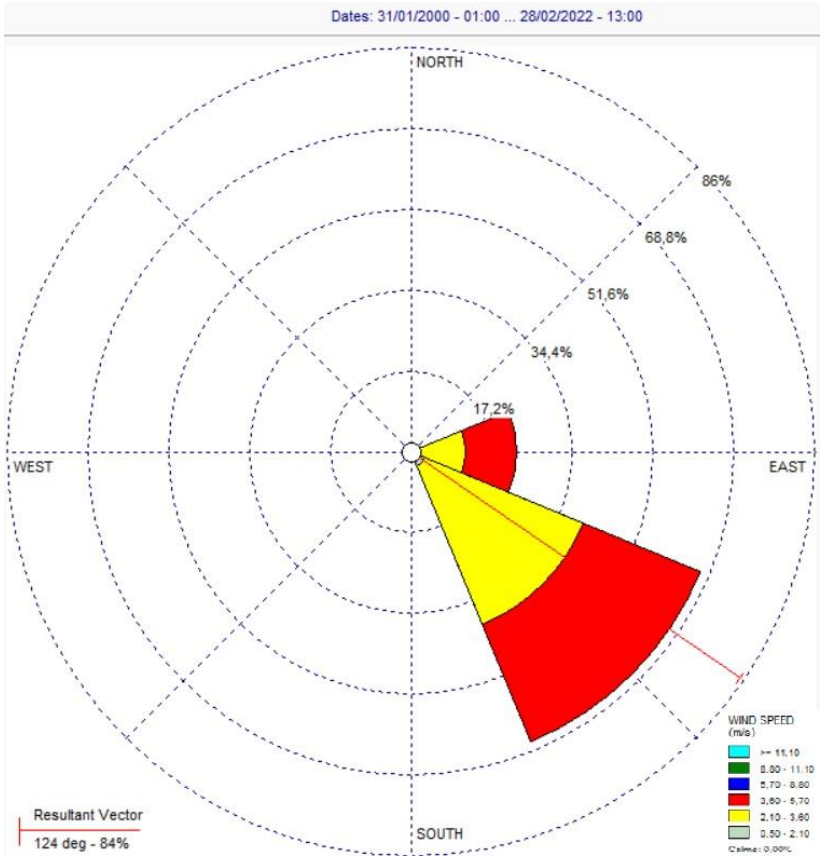


Figura 20 - Rosa dos ventos contendo a direção, distribuição e intensidade dos ventos registrados na estação meteorológica INMET Código: 82596. Fonte: figura feita no WRPlot autilizando os dados públicos do INMET

A velocidade dos ventos (Figura 21) predominantes na área de estudo é relativamente constante dentro de sua sazonalidade, não são verificados picos máximos ou mínimos significativos. As velocidades dos ventos variam entre 2,10 e 3,60 m/s nos períodos de maior frequência/predominância e de 0,50 a 2,50 m/s nos períodos de menor frequência/predominância.

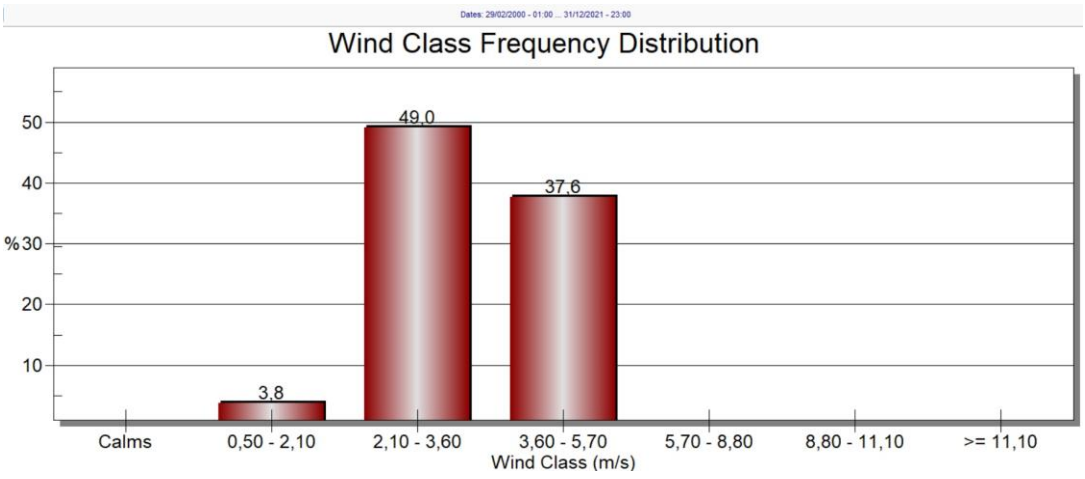
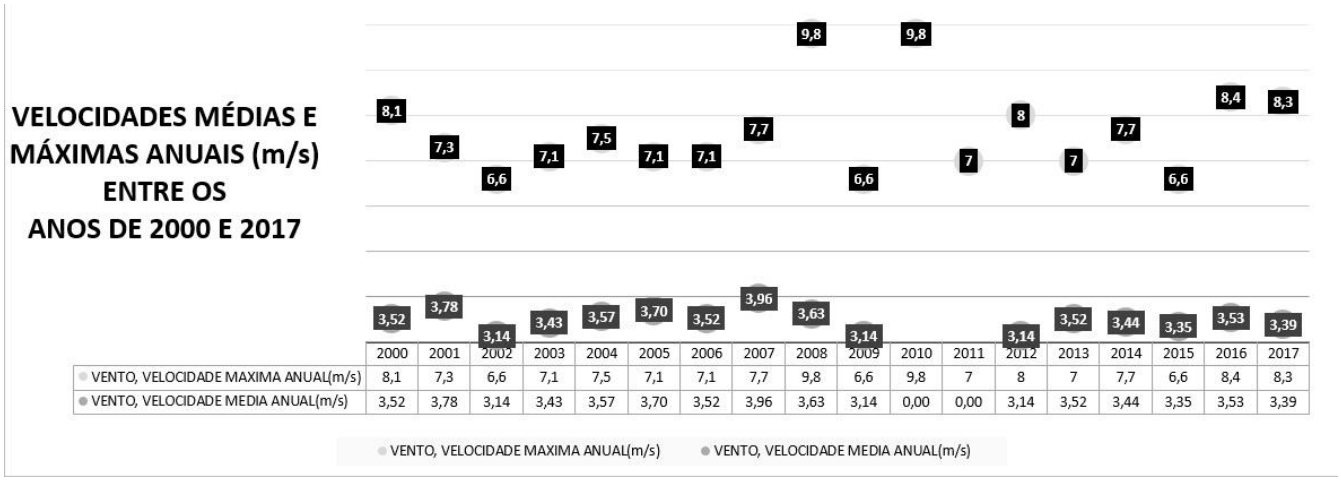


Figura 21 - Gráfico contendo a distribuição da frequência de velocidades dos ventos registrada na estação meteorológica INMET Código: 82596. Fonte: figura feita no WRPlot autilizando os dados públicos do INMET

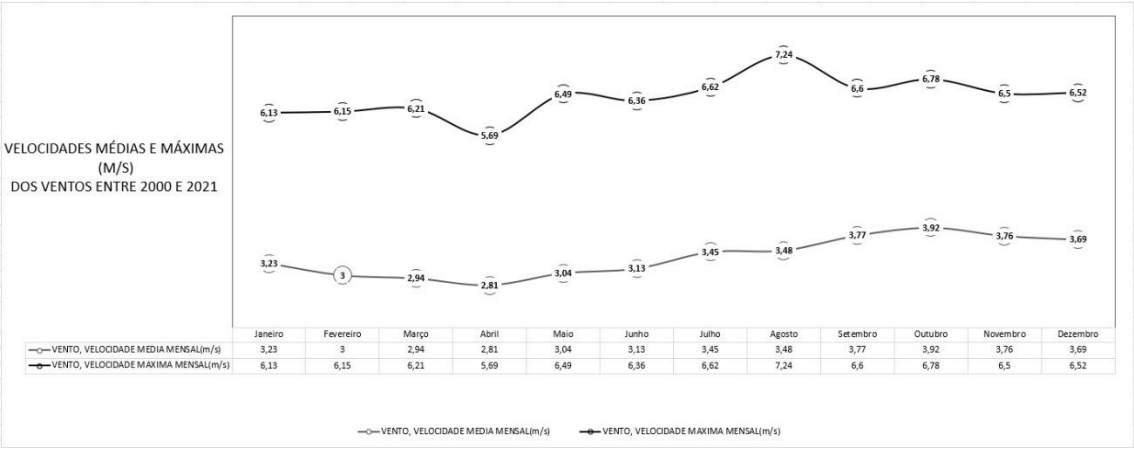
O registro histórico entre os anos 2000 a 2017 (Figura 22) aponta que os anos de 2008 e 2010 apresentaram as velocidades máximas anuais, ambos os anos atingindo rajadas de 9,8 m/s. enquanto as médias anuais mantiveram-se ao longo desse período entre os 3,14 e 3,96 m/s.



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
VENTO, VELOCIDADE MAXIMA ANUAL(m/s)	8,1	7,3	6,6	7,1	7,5	7,1	7,1	7,7	9,8	6,6	9,8	7	8	7	7,7	6,6	8,4	8,3
VENTO, VELOCIDADE MEDIA ANUAL(m/s)	3,52	3,78	3,14	3,43	3,57	3,70	3,52	3,96	3,63	3,14	0,00	0,00	3,14	3,52	3,44	3,35	3,53	3,39

Figura 22 - Gráfico indicando as velocidades médias e máximas anuais dos ventos registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596.

Já o registro histórico mensal (Figura 23) aponta o período entre julho a dezembro como o de maior intensidade na velocidade dos ventos. Sendo o mês de agosto caracterizado por apresentar as maiores máximas mensais.

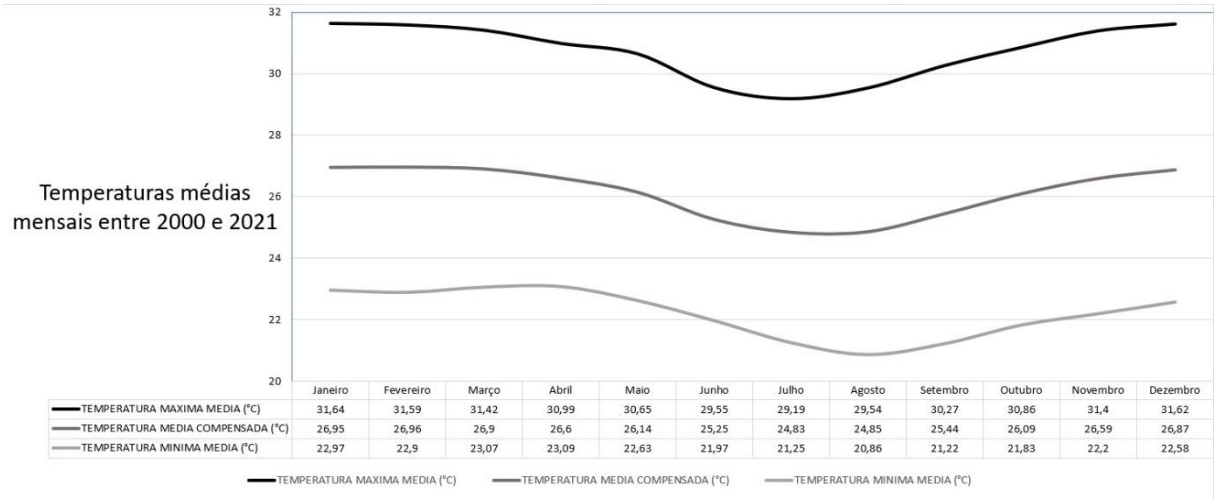


	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
VENTO, VELOCIDADE MEDIA MENSAL(m/s)	3,23	3	2,94	2,81	3,04	3,13	3,45	3,48	3,77	3,92	3,76	3,69
VENTO, VELOCIDADE MAXIMA MENSAL(m/s)	6,13	6,15	6,21	5,69	6,49	6,36	6,62	7,24	6,6	6,78	6,5	6,52

Figura 23 - Gráfico contendo as velocidades médias e máximas mensais registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596.

4.1.1.3. Temperatura do Ar

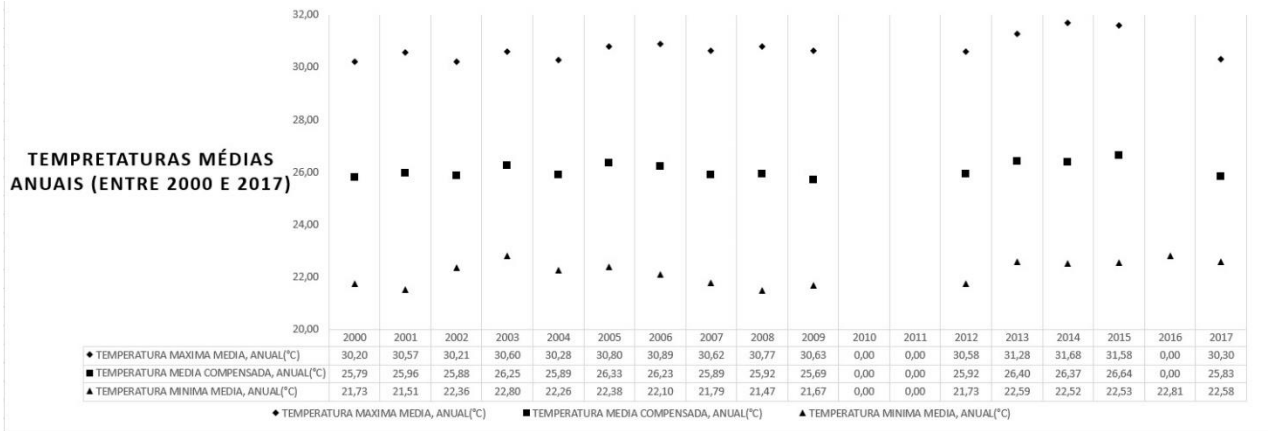
As temperaturas médias máximas mensais (Figura 24) da área de interesse ultrapassam a marca dos 31ºC no verão, enquanto as mínimas atingem em torno de 21ºC no inverno. O período mais quente do ano é compreendido entre os meses de novembro à março. A maior média compensada ocorreu no mês de fevereiro, enquanto a menor média ocorreu no mês de julho.



	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA (°C)	31,64	31,59	31,42	30,99	30,65	29,55	29,19	29,54	30,27	30,86	31,4	31,62
TEMPERATURA MEDIA COMPENSADA (°C)	26,95	26,96	26,9	26,6	26,14	25,25	24,83	24,85	25,44	26,09	26,59	26,87
TEMPERATURA MINIMA MEDIA (°C)	22,97	22,9	23,07	23,09	22,63	21,97	21,25	20,86	21,22	21,83	22,2	22,58

Figura 24 - Gráfico contendo as temperaturas máximas, médias e mínimas mensais entre os anos 2000 e 2021 registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596.

As temperaturas médias e máximas anuais apresentam-se relativamente constantes, ao longo do registro histórico entre 2000 e 2017 (Figura 25) com leves oscilações positivas e negativas ao longo do tempo. Foi registrada uma amplitude inferior à 1ºC das médias anuais durante este período. O ano de 2014 obteve a maior média das máximas registradas.



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA, ANUAL(°C)	30,20	30,57	30,21	30,60	30,28	30,80	30,89	30,62	30,77	30,63	0,00	0,00	30,58	31,28	31,68	31,58	0,00	30,30
TEMPERATURA MEDIA COMPENSADA, ANUAL(°C)	25,79	25,96	25,88	26,25	25,89	26,33	26,23	25,89	25,92	25,69	0,00	0,00	25,92	26,40	26,37	26,64	0,00	25,83
TEMPERATURA MINIMA MEDIA, ANUAL(°C)	21,73	21,51	22,36	22,80	22,26	22,38	22,10	21,79	21,47	21,67	0,00	0,00	21,73	22,59	22,52	22,53	22,81	22,58

Figura 25 - Gráfico indicando as temperaturas máximas médias, médias e mínimas médias anuais entre os anos 2000 e 2017 registrada na estação meteorológica INMET Código: 82596.

4.1.1.4. Umidade relativa do Ar

Registros históricos de 2000 a 2021 (Figura 26) apontam que as maiores médias mensais de umidade relativa do ar ocorrem entre os meses de maio a julho; com junho representando o mês de maior umidade, com uma média de 84,47%. Outubro, novembro e dezembro são os meses mais secos.

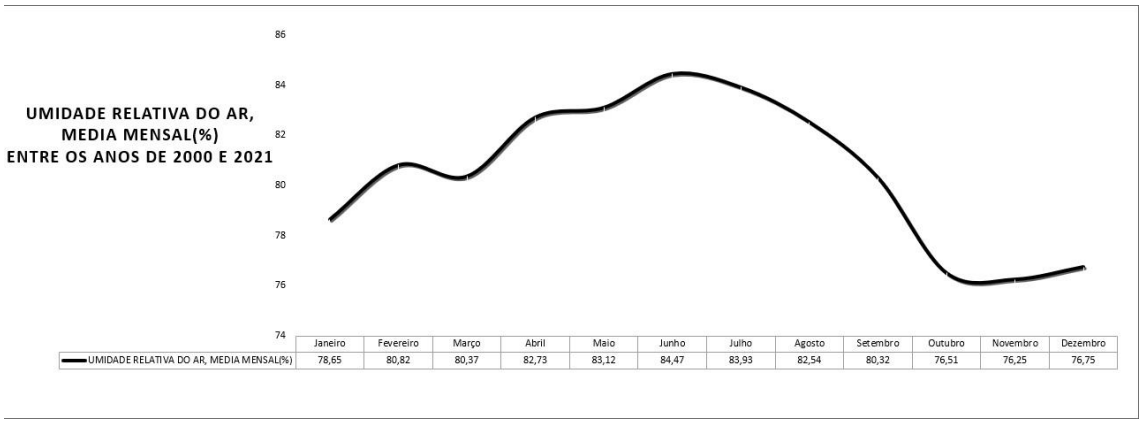


Figura 26 - Gráfico contendo médias mensais de umidade relativa do ar entre os anos 2000 e 2021 registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596.

O ano de 2001 apresentou a menor média anual com 75,50% de umidade e 2009 a de maior média anual, com 85,11%. Com exceção a esses picos, as médias anuais (Figura 27) apresentaram leve oscilação, com média de 80% de umidade relativa do ar.

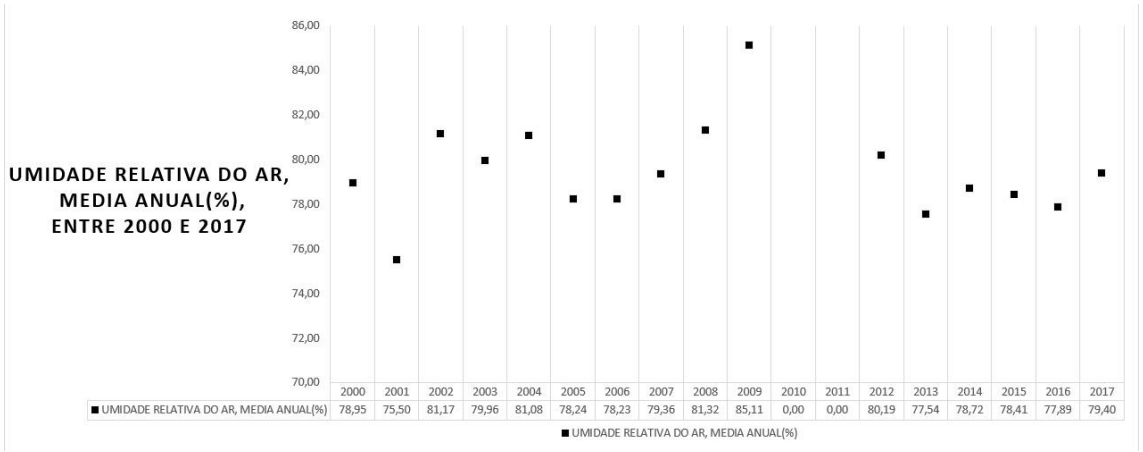


Figura 27 - Gráfico contendo médias anuais de umidade relativa do ar entre os anos 2000 e 2017 registradas na estação meteorológica INMET Código: 82596.

4.1.1.5. Insolação: incidência solar e sua sazonalidade

As maiores médias mensais de insolação (Figura 28) são registradas de outubro a dezembro, este último atingindo a marca das 277,27 horas de insolação. Junho e julho são os meses de menor insolação, atingindo a média mensal de 176,67 horas, uma diferença superior a 100 horas de insolação entre os meses de médias máxima e mínima.

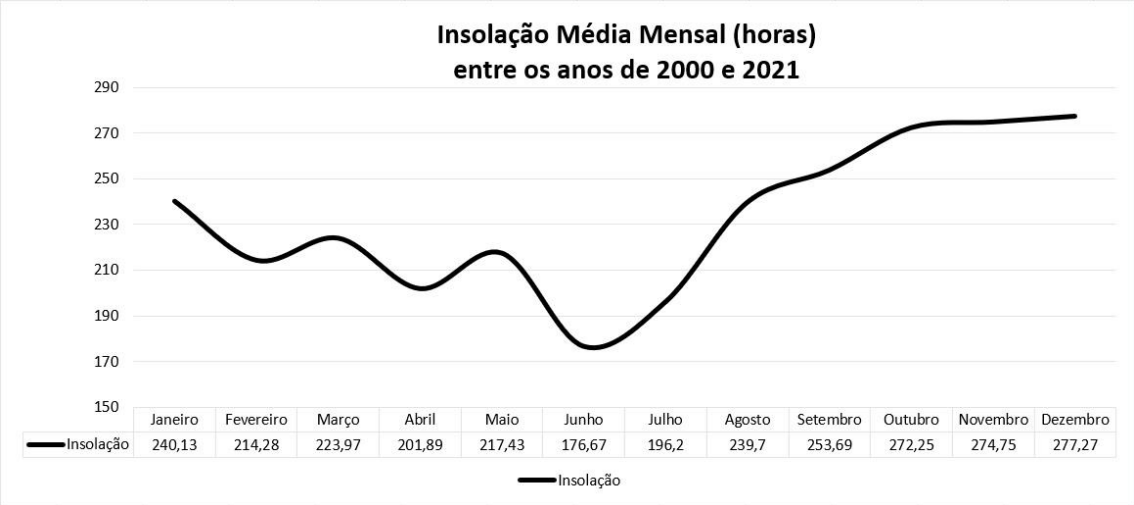


Figura 28 - Gráfico contendo dados sobre insolação média mensal entre os anos 2000 e 2021 registrados na estação meteorológica INMET Código: 82596.

4.1.2. Geologia e Geotecnia

4.1.2.1. Geologia Regional

Localizada na porção leste do estado do Rio Grande do Norte, o município de Macaíba/RN está geologicamente contido em um contexto transicional entre a Bacia Potiguar (uma típica bacia sedimentar do tipo Rifte de margem passiva), e o embasamento cristalino Pré-Cambriano representado pelo Complexo Presidente Juscelino, localizado na porção Leste do Domínio São José do Campestre.

Nos mapeamentos geológicos realizados por Fonseca et. al. (2012), Roig e Dantas (2013), Dantas e Roig (2013) e Lima e Dantas (2016) realizados pela CPRM respectivamentes nas Folhas: Natal (SB.25-V-C-V), São José Do Campestre (Folha SB.25-Y-A-I), João Câmara (SB.25-V-C-IV) e São José do Mipibu (SB.24-Y-A-II-III), os autores identificaram as seguintes unidades: Depósitos arenosos e argilo-arenosos, Depósitos Aluvionares de Canal, Depósitos Marinhos e Continentais,

Depósitos Flúvio-Marinhos, Fm (Formação) Barreiras, Suíte Intrusiva tipo Itaporanga, Suíte Intrusiva tipo Dona Inês, Complexo Serra Caiada, Complexo Presidente Juscelino e o Gnaisse Teixeira.

Dentre as unidades litoestratigráficas supracitadas, atividades de campo realizadas nos meses de janeiro/2022 e fevereiro/2022 constataram à nível de detalhe nas áreas potencialmente afetadas pelo empreendimento, a ocorrência de: Gnaisses do Complexo Presidente Juscelino, Arenitos e conglomerados da Fm Barreiras, além dos sedimentos quaternários referentes aos depósitos arenosos e argilo-arenosos, por este motivo, somente estas unidades serão descritas neste capítulo.

4.1.2.1.1. Bacia Potiguar

A bacia potiguar, que surgiu do rompimento do Supercontinente Gondwana e consequente separação das placas Africana e Sul Americana, localiza-se no extremo leste da margem equatorial brasileira, entre os estados do Rio Grande do Norte e parte do Ceará. Limita-se a oeste pelo alto de Fortaleza, a leste pelo alto de Touros; à norte sua porção offshore limita-se pela isóbata de 2000 m, e a sul faz contato com rochas pré-cambrianas da província borborema (Pessoa Neto et al., 2007).

Quanto ao seu arcabouço tectonossedimentar, divide-se basicamente em três super sequências: Rifte, Pós-Rifte e Drifte. A fase Rifte por sua vez é subdividida em Rifte 1 e Rifte 2, marcadas por uma mudança no regime tectônico, enquanto a supersequência Drifte também é subdividida em uma fase de transgressão e outra de regressão marinha (Pessoa Neto et al., 2007).

A seção Rifte 1 é caracterizada por um regime tectônico de estiramento e alta taxa de subsidência mecânica do embasamento. O desenvolvimento de falhas normais de direção Nordeste-Sudoeste resultou na estruturação de altos estruturais e Semi-grabens assimétricos, cujas calhas foram preenchidas por sedimentos flúvio-deltáicos, de leque aluvial e lacustres da Fm Pendências.

A seção Rifte 2, marcada pela alteração do regime tectônico para transcorrente, é também representada pelo topo da Fm Pendências e pela Fm Pescada, composta por sedimentos clásticos e pequenos bancos carbonáticos (Cremonini et al., 1996; Pessoa Neto et al., 2007).

A supersequência Pós-Rifte possui seus litotipos depositados sobre a discordância no topo da seção Rifte. Este período de sedimentação ocorreu durante relativa quietude tectônica e formou os depósitos sedimentares dos membros Santo Amaro, Upanema e Galinhos (Pessoa Neto et al., 2007; Brito, 2020).

Por último, durante a supersequência Drifte, caracterizada por uma tectônica de subsidência termal, ocorreu uma sedimentação em calha fluvial, que por sua vez evoluiu para um sistema marinho

raso. Nesse contexto, as rochas siliciclásticas proximais correspondem à Fm Açú, enquanto os sedimentos marinhos distais correspondem à Fm Quebradas.

Uma transgressão marinha mais significativa depositou sedimentos carbonáticos da Fm Ponta do Mel. Por fim, a deposição dos carbonatos da Fm Jandaíra marca o período de máxima transgressão e início da fase regressiva.

As sequências regressivas do supergrupo Drifte caracterizam-se por sistemas deposicionais de leques costeiros e depósitos plataformais, responsáveis pela deposição das formações Barreiras, Guamaré, Tibau e Ubarana. E no topo de todo este perfil, os sedimentos quaternários (Araripe & Feijó, 1994; Pessoa Neto et al., 2007; Cunha et al., 2021).

O embasamento cristalino contido na área de interesse corresponde à rochas Arqueanas à Proterozóicas Ortoderivadas do domínio São José do Campestre (DSJC), como o Gnaisse Teixeira Gnaisses Monzograníticos com afinidade TTG (Toleítica - Trondhjemítica - Granodiorítica) do Complexo Presidente Juscelino, cujos litotipos são muito ricos em Si-O2 (>70%), com altas razões Na2O/K2O, variando de peraluminosos a metaluminosos.

4.1.2.1.2. Complexo Presidente Juscelino

Segundo Angelim et.al. (2006), deve-se a Gomes et al. (1981) a definição do complexo, e a Dantas (1997) o detalhamento, redefinição da litoestratigrafia e restrição de sua área de afloramento.

Diferentes estágios de migmatização dividem o Complexo Presidente Juscelino em duas unidades litoestratigráficas: Unidade de Ortognaisse e Unidade de Migmatito. Dantas (1997) apud Angelim et. al. (2006) define a unidade Ortognaisse como rochas de coloração cinza e esbranquiçada, granulação média a grossa, bandamento milimétrico bem desenvolvido, que varia petrograficamente desde biotita ortognaisses granodioríticos a graníticos, com ou sem presença de hornblenda. Observa-se também a presença de xenólitos de ortognaisses tonalíticos nesta unidade. Os termos mais félsicos são tardios e geralmente preenchem zonas de cisalhamento.

As rochas dessa unidade são por vezes afetadas por migmatização tipo estromática; possuem presença de dobramentos com alternância entre leucossomas trondhjemíticos a tonalíticos e dobramentos intrafoliais transpostos, gerando figuras de interferência entre as diferentes fases de deformação que afetam essas litologias.

Já na Unidade de Migmatito, os leucossomas atingem espessuras métricas. Segundo o autor, estão presentes os tipos estromáticos e flebíticos evoluindo até migmatitos nebulíticos. Os

leucossomas gerados têm a composição tonalítica a granítica, com plagioclásio dominante e são bastante granadíferos. Condições de alta temperatura e pressão na geração destes migmatitos são interpretadas devido ao Intercrescimento mesopertítico nos K-feldspatos, em condições limite entre as fácies anfibolito e granulito.

Está presente a ocorrência de intercalações de mármores, formações ferríferas bandadas (BIFs), metachertes, rochas calcissilicáticas e anfibolitos gnaisses, formando pequenas faixas dispersas entre os ortognaisses e migmatitos arqueanos. Os protólitos de parte destes migmatitos podem ser rochas metassedimentares (Dantas et al., 2004).

4.1.2.1.3. Formação Barreiras

Os depósitos da Fm Barreiras ocorrem na forma de tabuleiros em uma ampla faixa do litoral brasileiro, que vai desde o Estado do Amapá até o Rio de Janeiro. Esta unidade geológica vem sendo caracterizada por arenitos e conglomerados, de cores variadas, matriz argilosa, ocorrendo fortemente lateritizada ao longo de toda costa.

Diversos estudos foram realizados objetivando o entendimento do ambiente deposicional destas rochas da Fm Barreiras. Araí (2006) e Rossetti (2006) sugeriram que os sedimentos do Barreiras foram depositados em um sistema fluvial entrelaçado, associado a leques aluviais, com influência de marés na porção mais distal do sistema. Para Menezes et al. (1998), Araújo et al. (2006) e Morais et al. (2006) estes depósitos estão relacionados a sistema fluvial meandrante a estuarino. As análises de fácies nas rochas da Fm Barreiras, realizadas nos estados do Pará, Maranhão, Bahia e Paraíba sugerem evidências da Fm Barreiras em ambientes marinhos rasos e litorâneos (Rossetti 2006).

Divergências importantes existem em relação à idade desta unidade, sendo normalmente aceito o intervalo entre o Mioceno e o Plio-Pleistoceno. A partir de datação de óxidos de manganês através do método (40Ar/39Ar) e óxidos/hidróxidos de ferro supergênicos pelo método ((UTh)/He) atribui-se a idade de deposição no intervalo entre 22 e 17 Ma para os sedimentos da Fm Barreiras. Resultados semelhantes foram obtidos por Araí et al. (1988) que através de estudos palinológicos no Norte do Brasil (estados do Pará e Maranhão) posicionaram a parte inferior da Fm Barreiras no Mioceno Inferior a médio.

NordA Fm Barreiras é composta por conglomerados e arenitos, com matriz argilosa. É comum a presença de níveis ou camadas intercaladas de siltitos e argilitos.

4.1.2.1.4. Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos

Nogueira et al. (1990) caracterizaram estes depósitos como sedimentos moderadamente selecionados constituindo uma superfície aplainada, com origem atribuída a processos eólicos, sendo relacionados a dunas dissipadas ou areias depositadas em lençóis. Já Barreto et al. (2004) caracterizam esta unidade como "lençóis de areia constituídos por formas tênues ou dissipadas, com feições de reativação visíveis em imagens de satélites em todos os domínios de dunas inativas".

Estudos geocronológicos, através da Termoluminescência (TL), realizados por Barreto et al. (2004) ao longo da costa do Estado do Rio Grande do Norte (entre os municípios de Tibau e Baía Formosa) mostraram idades que variaram de 390.000 a 5.700 anos para esta unidade. Estes autores interpretaram que as idades mais novas representariam um possível retrabalhamento dos depósitos eólicos, sugerindo possíveis reativações eólicas.

A unidade apresenta relevo aplainado tornando difícil a avaliação em profundidade, porém foi possível observar alguns afloramentos em cortes de estrada, em poços cavados em áreas de plantio de cana de açúcar, e em regiões de extração da areia para construção civil (Lima & Dantas, 2016).

Ainda segundos estes autores supracitados os depósitos em questão são caracterizados por sedimentos arenosos e areno-argilosos inconsolidados e apresentam cores que variam de cinza a esbranquiçada, podendo ocorrer também na tonalidade amarronzada e avermelhada. Predominantemente são constituídos por grãos de quartzo e em menor quantidade grãos de feldspatos. São formados por areias finas a grossas com grãos dispersos, sendo corroborado pelas análises granulométricas em laboratório, conforme descritas à diante. Localmente observam-se níveis estreitos constituídos por argilas, bem como, finos níveis compostos apenas por grânulos. Esta unidade ainda ocorre na forma de bolsões dentro dos Depósitos Marinhos e continentais (Lima & Dantas, 2016).

Será apresentado a seguir o mapa geológico do município de Macaíba (Figura 29) confeccionado a partir da compilação das folhas mapeadas pela CPRM.

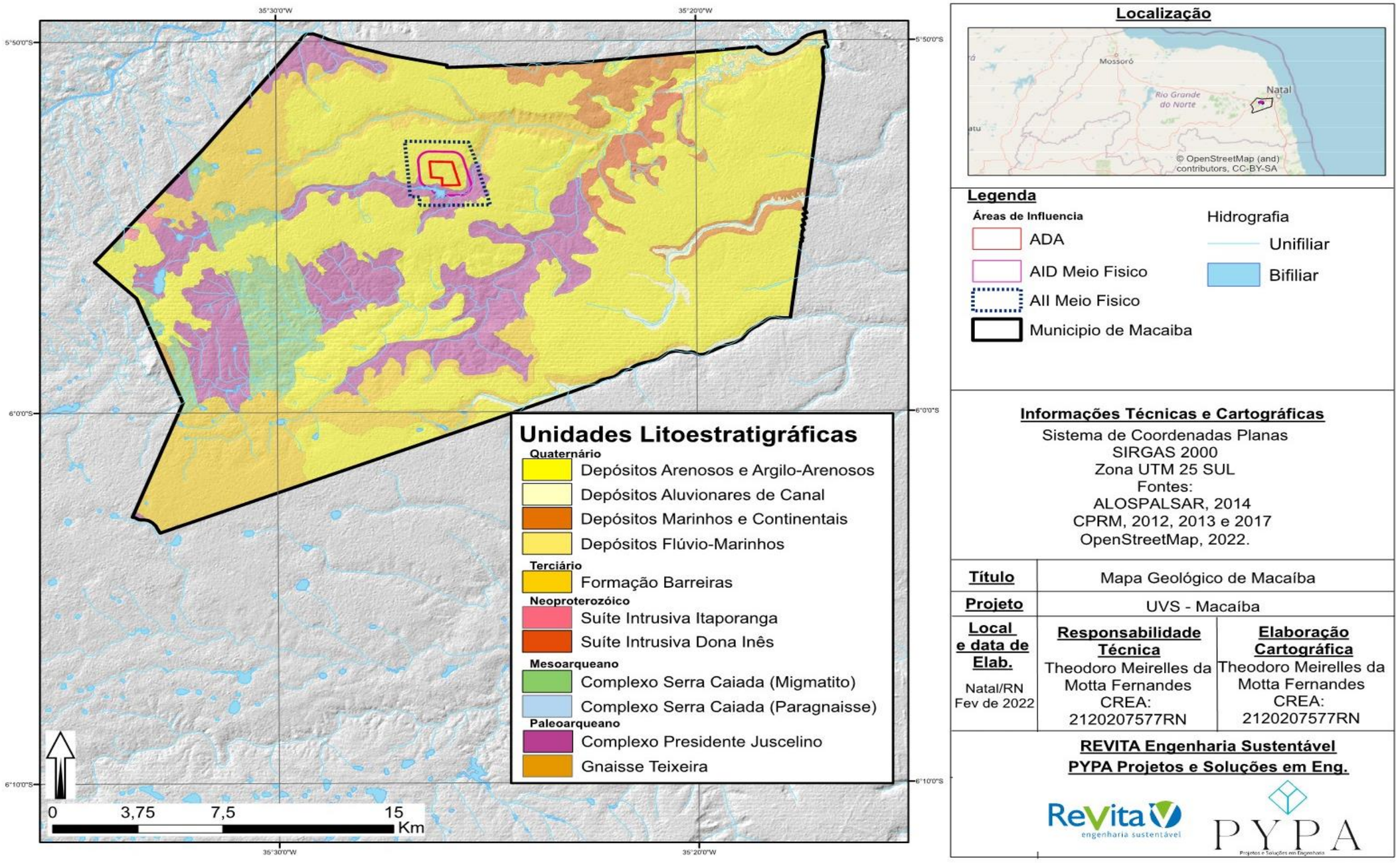


Figura 29 - Mapa geológico de Macaíba.

Fonte: CPRM.

4.1.2.2. Geologia Local

Afloramentos rochosos referentes ao Complexo Presidente Juscelino não foram observados na área de intervenção do empreendimento. Na AID e na AII apresenta-se de maneira expressiva nas porções Sul e Sudoeste.

Com relação às observações de campo, foram encontradas as duas unidades deste Complexo, descritas por Dantas (1998). A primeira, constituída por biotita-ortognaisses apresenta colorações cinza e esbranquiçada, granulação média a grossa, bandamento milimétrico bem desenvolvido, por vezes migmatizados. A segunda, denominada Gnaisse leucocrático, são rochas de coloração rósea, equigranulares, de granulometria fina à média, com foliação bem definida pela orientação dos agregados quartzofeldspáticos.

Na primeira unidade foram encontradas duas famílias de fraturas que variam entre 38/095, 40/100 e 38/105 para uma das famílias e entre 66/269, 70/280 e 75/275 para a outra família, além de ter sido medida a sua foliação Sn: 51/221 e 69/337, a variação das medidas da foliação é o reflexo desta superfície encontrar-se dobrada neste afloramento, como pode ser visto na Figura 30. Já a segunda unidade não foi encontrada in situ, sendo somente possível encontrar blocos rolados na porção centro Sul da AII, onde pode ser vista a foliação penetrativa presente nesta unidade (Figura 31).



Figura 30 - Família de fraturas (tracejado vermelho) presente nos gnaisses bandados do Complexo Presidente Juscelino. Na fotografia, é possível observar bandas félsicas e máficas.



Figura 31 - Foliação presente em bloco rolado do Unidade leucocrática do Complexo Presidente Juscelino

A fm Barreiras na área de estudo é caracterizada por ser constituída por rochas sedimentares de granulometria variada, entre argilitos e conglomerados possuindo cores variadas, desde tons de bege claro a vermelho, além de localmente apresentarem concreções ferruginosas (Figura 32). Destaca-se que não foram observadas quaisquer influências de neotectônica sobre essas rochas, não sendo possível, assim, medir fraturas.

Com relação à sua disposição na área de estudo, ela se mostra presente como pequenos afloramentos em tanto na ADA, quanto na AID e na AII. Há um corte de estrada sobre um morrote localizado na intersecção entre ADA e AID, onde estão presentes os melhores afloramentos, demonstrado na Figura 32.



(A) (B)

(C) (D)

Figura 32 - Afloramentos encontrados: (A) - Argilitos ferruginosos com concreções de quartzo; (B) - Arenito fino de colorações vermelhas claras; (C) - Argilito branco e avermelhado com concreções ferruginosas; (D) - Argilito branco e avermelhado com concreções ferruginosas.

No tocante aos sedimentos arenosos e argilo-arenosos (Figura 33 e Figura 34), são observados em praticamente toda a ADA e na porção central, Norte e Oeste das AID e AII, sendo compostos por sedimentos argilosos e arenosos com granulometria que varia entre fina e média, possuindo colorações que variam entre vermelho e cinza claro, produto da erosão das litologias circundantes.

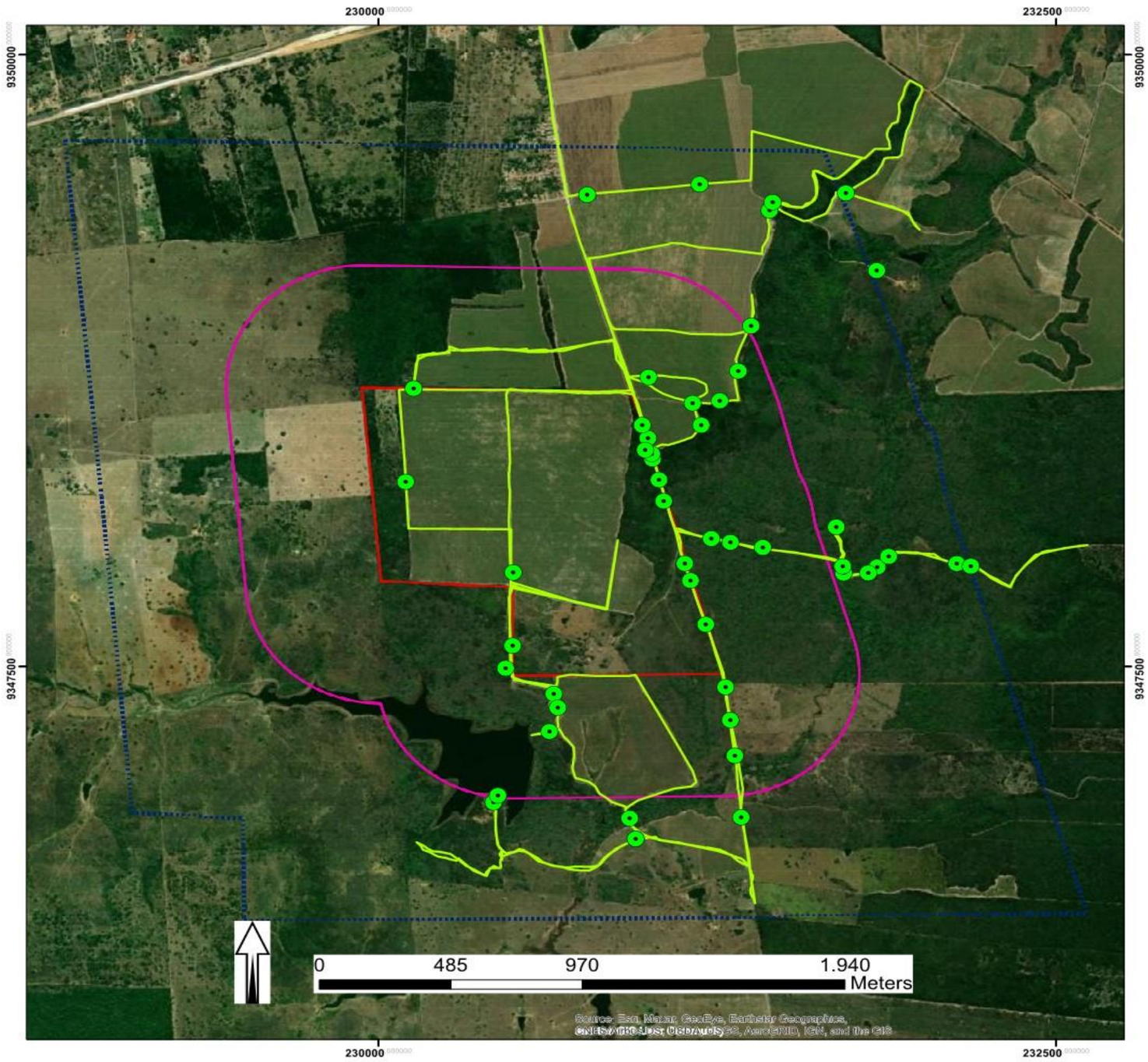


Figura 33 - Sedimentos arenosos com granulometria de areia fina e coloração avermelhada.

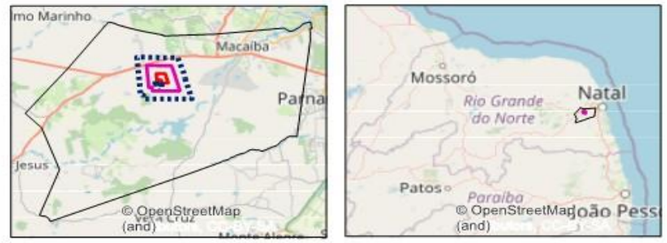


Figura 34 - Sedimento arenoso argiloso com coloração esbranquiçada e alguns fragmentos de rocha.

Os caminhamentos realizados em campo, bem como os pontos descritos estão demonstrados no mapa da Figura 35. O mapa geológico-estrutural de detalhe está contido na Figura 36, sendo este complementado pelo mapa de perfis na Figura 37



Localização



Legenda

Áreas de Influencia
- ADA
- AID Meio Fisíco
- AII Meio Fisíco

Amostragem
- Pontos Descritos
- Caminhamento realizado

Informações Técnicas e Cartográficas

Sistema de Coordenadas Planas
SIRGAS 2000
Zona UTM 25 SUL
Fontes:
QuickBird, 2019
OpenStreetMap, 2022.
ANA, 2013
Rutra A&P, 2021

Título	Mapa de Caminhamentos e Pontos Descritos	
Projeto	UVS - Macaíba	
Local e data de Elab. Natal/RN Fev de 2022	**Responsabilidade Técnica** Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN	**Elaboração Cartográfica** Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN
Escala 1:15.000	**REVITA Engenharia Sustentável** **PYPA Projetos e Soluções em Eng.**	
Folha: A3		

Figura 35 - Mapa de Caminhamentos e Pontos descritos.

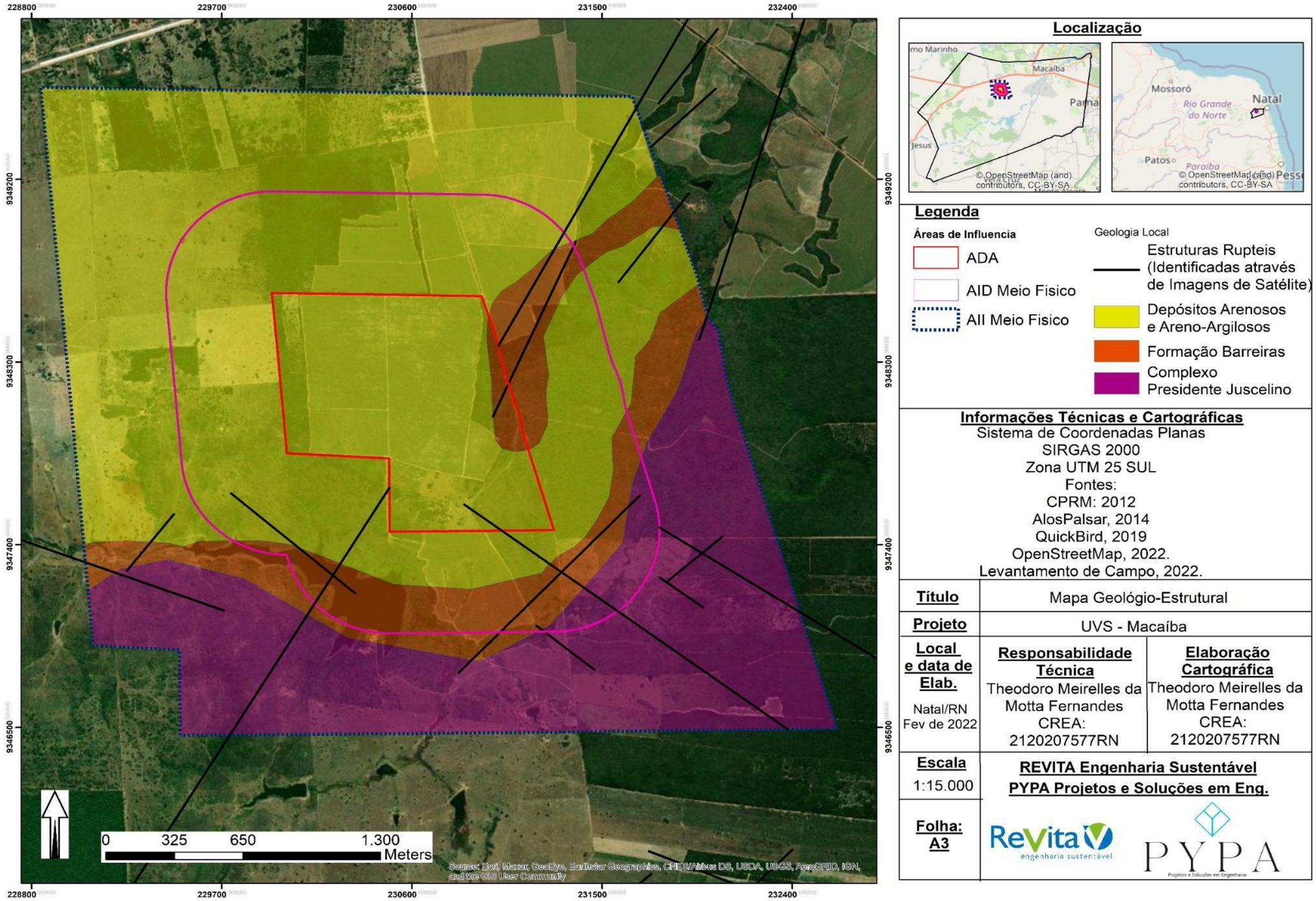


Figura 36 - Mapa Geológico-Estrutural.

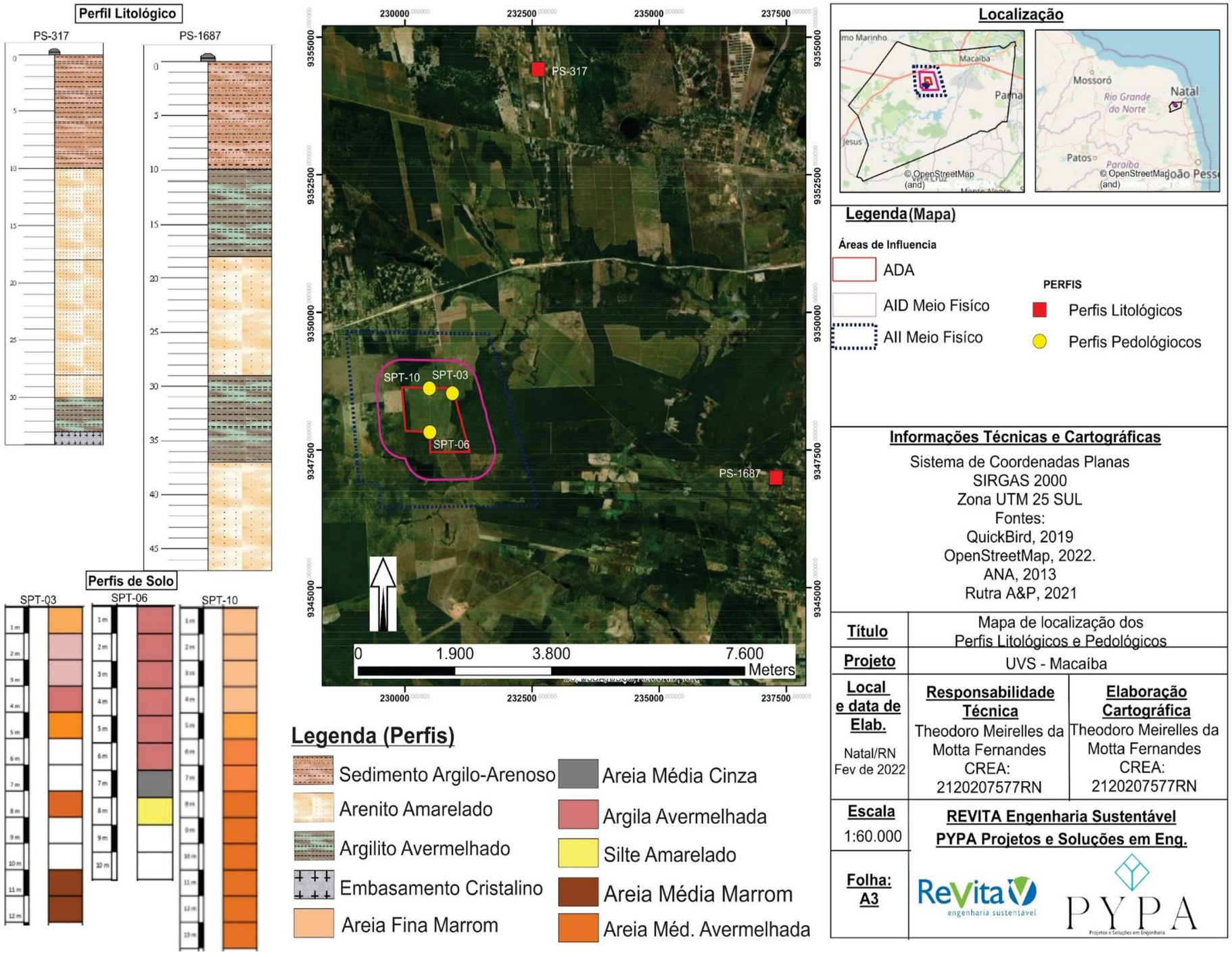


Figura 37 - Mapa de Localização dos Perfis Litológicos e Pedológicos.

4.1.3. Geomorfologia

4.1.3.1. Geomorfologia Regional

O estado do Rio Grande do Norte apresenta uma grande variedade de formas de relevo, esculpidas em sedimentos e rochas da Bacia Potiguar e em terrenos mais antigos do embasamento cristalino. Tomando-se como base a classificação dos domínios morfoclimáticos do Brasil (AB'SABER, 1969), o relevo do Rio Grande do Norte está inserido em dois domínios e uma faixa de transição:

- Domínio de Mares de Morros: Corresponde aos Tabuleiros Costeiros do Nordeste Oriental.
- Domínio das Depressões Intermontanas e Interplanálticas das Caatingas: Constituído por quatro padrões morfológicos principais: Superfícies de aplainamento da Depressão Sertaneja; Chapadas sustentadas por rochas sedimentares; Serras Isoladas; Planalto da Borborema.

Intercalando esses domínios, existe uma importante faixa de transição morfoclimática, do litoral úmido para o sertão semiárido, denominada Agreste Potiguar (Figura 38).

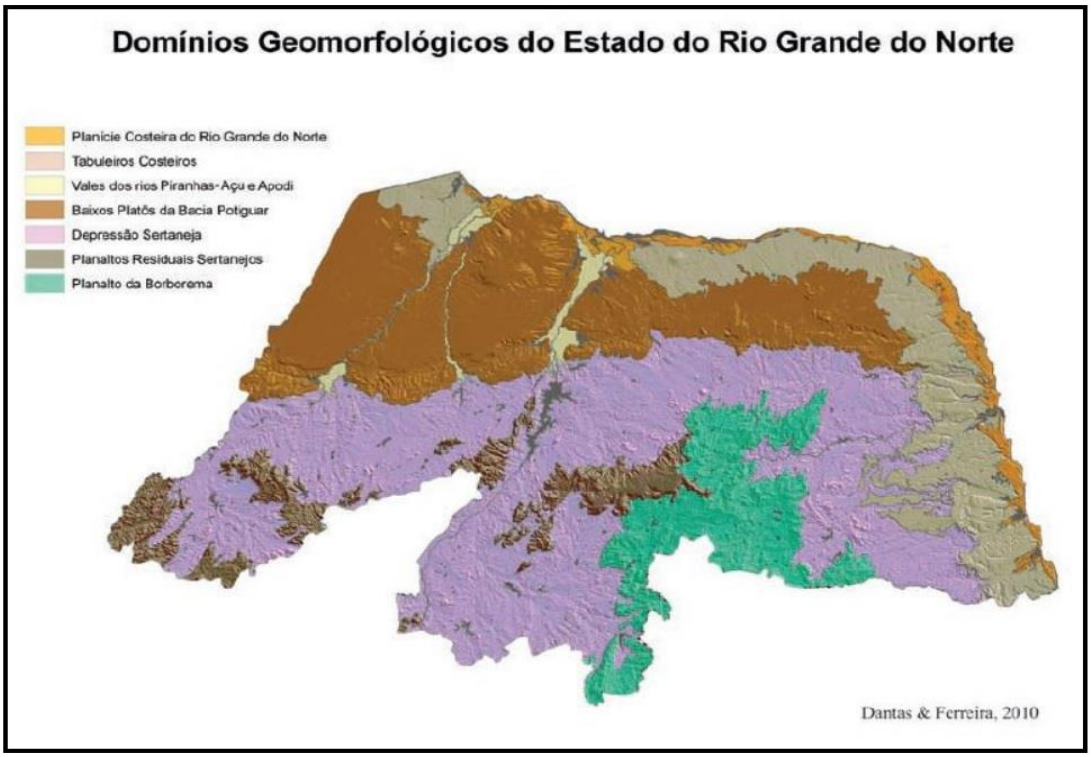


Figura 38 - Mapa de domínios morfológicos do RN. Fonte: Dantas & Ferreira, 2010.

4.1.3.1.1. Planície Costeira do Rio Grande do Norte

A Planície Costeira do Rio Grande do Norte abrange uma estreita, mais extensa faixa ao longo do litoral potiguar, invariavelmente posicionada entre a linha de costa e os Tabuleiros Costeiros, sendo que estes estão, em grande parte, sustentados por rochas sedimentares pouco litificadas do Grupo Barreiras ou, em muito menor expressão, por rochas sedimentares das formações Tibau e Jandaíra.

Por vezes, esses tabuleiros estão diretamente posicionados junto à linha de costa, formando falésias com desníveis superiores a 20 m, possuidores de grande beleza cênica. Nesses trechos, localizados no litoral leste do estado, principalmente entre os municípios de Baía Formosa e Natal, as planícies costeiras são descontínuas ao longo do litoral. Esse domínio geomorfológico apresenta um diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origem eólica, fluvial e marinha, dentre os quais se destacam Campos de Dunas e Planícies Fluviomarinhas, apresentando extensos manguezais (CPRM, 2010).

A Planície Costeira do Rio Grande do Norte pode ser individualizada em duas seções principais: O litoral leste, de clima tropical chuvoso em zona de Mata Atlântica, com ocorrência de chuvas mais intensas ao longo do inverno, devido às precipitações promovidas pela massa Equatorial Atlântica (mEa) ; o litoral norte, de clima semiárido, em zona de Caatinga, com prolongada estiagem e um curto período chuvoso entre o verão e o outono, associado à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (clima Bsh, segundo Koëppen). O litoral leste se estende desde o município de Baía Formosa até uma área compreendida entre o Cabo de São Roque (notável ponto de inflexão da linha de costa nordeste brasileira e importante marco geográfico desde tempos coloniais) e o município de Touros. O litoral norte, por sua vez, estende-se desde uma área compreendida entre Touros e São Miguel do Gostoso até Tibau (CPRM, 2010).

Os Campos de Dunas ocupam grande parte da planície costeira potiguar, tanto no litoral leste quanto no litoral norte, embora as acumulações eólicas mais expressivas abranjam um extenso trecho entre Tibau do Sul e Touros no litoral leste.

A remobilização eólica dos sedimentos arenosos marinhos é tão expressiva que não foram mapeadas planícies de cordões arenosos no litoral potiguar; muitas formações de dunas “cavalgam” as falésias do Grupo Barreiras e geram imensos campos eólicos sobre a superfície dos tabuleiros. Esse fato está associado à menor pluviosidade (e maior ação dos ventos e da erosão eólica) do litoral potiguar, em relação aos outros estados do Nordeste Oriental e, possivelmente, às condições paleoclimáticas pretéritas com aridez muito mais severa ao longo do Pleistoceno.

4.1.3.1.2. Vales dos Rios Piranhas-Açu e Apodi

Dentre as planícies fluviais do estado do Rio Grande do Norte, ênfase especial deve ser dada aos extensos fundos de vales dos rios Piranhas-Açu e Apodi, situados no norte do estado.

Essas unidades deposicionais são representadas por vastas planícies de inundação em superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos areno-argilosos a argilo-arenosos, com terrenos imperfeitamente drenados, sendo periodicamente inundados. Os solos desenvolvidos nesta unidade são Neossolos Flúvicos Eutróficos e, subordinadamente, Planossolos hidromórficos e Vertissolos hidromórficos, com forte influência de transporte de sedimentos oriundos do intemperismo de calcários da Fm Jandaíra, apresentando, portanto, boa fertilidade natural.

Os referidos terrenos estão francamente utilizados por atividades agrícolas, em especial, fruticultura e, subordinadamente, agricultura de subsistência, sendo essas atividades mais importantes nos trechos do médio/baixo curso dos rios Piranhas-Açu (cuja cidade-pólo é Açu) e Apodi (cuja cidade-pólo é Mossoró).

4.1.3.1.3. Tabuleiros Costeiros

Os Tabuleiros Costeiros, seguindo denominação proposta por IBGE (1997), representam formas de relevo tabulares esculpidas em rochas sedimentares, em geral, pouco litificadas e dissecadas por uma rede de canais com baixa a moderada densidade de drenagem e padrão dendrítico, com predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão.

Os tabuleiros estão posicionados em cotas entre 30 e 100 m, com altura crescente à medida que essas formas de relevo avançam em direção ao interior. As amplitudes de relevo locais variam de 20 a 50 m, com geração de vastas superfícies planas a suavemente inclinadas nos topos.

Próximo ao litoral, os tabuleiros estão frequentemente sotopostos aos campos de dunas e, por vezes, atingem a linha de costa, formando falésias. Os canais principais esculpem vales amplos encaixados em forma de “U”, resultantes de processos de entalhamento fluvial e notável alargamento das vertentes do vale, via recuo erosivo de suas encostas. Os Tabuleiros Costeiros são individualizados em duas seções principais: uma porção voltada para o litoral leste, de clima úmido a semiúmido em zona de Mata Atlântica transicional para o agreste; uma porção voltada para o litoral norte, de clima semiárido em zona de Caatinga (CPRM, 2010).

4.1.3.1.4. Baixos Platôs da Bacia Potiguar

Os Baixos Platôs da Bacia Potiguar, englobados pelo IBGE (1997) no Domínio dos Tabuleiros Costeiros, foram neste trabalho individualizados por estarem posicionados em altitudes relativamente mais elevadas, inseridos em um contexto geológico-pedológico diferenciado e devido às suas expressivas potencialidades econômicas (CPRM, 2010).

Representam formas de relevo tabulares esculpidas em rochas sedimentares litificadas da Bacia Potiguar e apresentam um padrão de dissecação muito incipiente em uma rede de baixíssima densidade de drenagem. Os baixos platôs estão posicionados em cotas que variam entre 80 e 250 m. Consistem em relevos de degradação, com superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, ligeiramente dissecadas em forma de amplos topos tabulares e sulcados por esparsos vales aprofundados, resultantes da dissecação fluvial recente (CPRM, 2010).

O contato entre os baixos platôs da Bacia Potiguar e a Depressão Sertaneja é demarcado por um nítido rebordo erosivo de aproximadamente 50 m de desnivelamento que separa as rochas sedimentares cretáceas do embasamento ígneo-metamórfico que constitui o piso da Depressão Sertaneja. Nas cercanias desse rebordo erosivo, é frequente a ocorrência de um relevo de colinas amplas e suaves (CPRM, 2010).

4.1.3.1.5. Depressão Sertaneja

A Depressão Sertaneja, seguindo denominação proposta por IBGE (1997), apresenta-se como uma depressão periférica em relação aos Baixos Platôs da Bacia Potiguar e compreende um diversificado conjunto de padrões de relevo com amplo predomínio de superfícies aplainadas com relevo plano e suavemente ondulado resultante de processos de arrasamento generalizado do relevo sobre diversos tipos de litologias. Essas vastas superfícies aplainadas encontram-se pontilhadas por inselbergues e maciços montanhosos isolados, por vezes, desfeitos em um relevo de morros e serras baixas (CPRM, 2010).

As Superfícies Aplainadas da Depressão Sertaneja consistem em vastas superfícies arrasadas, invariavelmente em cotas baixas, entre 60 e 200 m, podendo atingir cotas entre 200 e 300 m nas regiões do alto vale do rio Apodi (nas cercanias da cidade de Pau dos Ferros) e do Seridó Potiguar (nas cercanias das cidades de Jardim do Seridó e Acari). Inserem-se, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas. Esse domínio é o mais extenso do território do Rio Grande do Norte e está embasado por rochas do embasamento ígneo-metamórfico pré-cambriano da Faixa de Dobramentos do Nordeste (CPRM, 2010).

A Depressão Sertaneja delimita-se, a leste, com os Tabuleiros Costeiros; a norte, com os rebordos erosivos da Bacia Potiguar; a sul, com o flanco setentrional do Planalto da Borborema.

4.1.3.1.6. Planaltos Residuais Sertanejos

Os Planaltos Residuais Sertanejos representam relevos elevados em formas de platôs ou maciços montanhosos, correspondendo, em geral, a rochas mais resistentes, remanescentes do aplainamento generalizado que ocorreu no Neógeno. Apresentam-se, dessa forma, como feições residuais em meio às vastas superfícies de aplainamento da Depressão Sertaneja. Estão concentrados no extremo sudoeste do estado, com algumas unidades na região do Seridó (CPRM, 2010).

Dentre os platôs alçados, destacam-se as serras dos Martins e de Portalegre, no sudoeste do estado, e a serra de Santana, inclusa no Planalto da Borborema, na região central potiguar. Esses platôs consistem, portanto, em fragmentos de uma pretérita superfície cimeira capeada por arenitos laterizados de idade terciária da Fm Serra dos Martins, estando elevados em cotas que variam entre 700 e 800 m de altitude, sendo abruptamente delimitados por escarpas erosivas apresentando desnivelamentos totais sempre superiores a 300 ou 400 m e com deposição de rampas de colúvio e depósitos de tálus na base das escarpas (CPRM, 2010).

4.1.3.1.7. Planalto da Borborema

O Planalto da Borborema, seguindo denominação proposta por IBGE (1997), está localizado na porção oriental do Nordeste brasileiro, ocupando uma extensa área que abrange parte dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Trata-se de um relevo de degradação em um maciço cristalino pré-cambriano, de direção geral NNE-SSW, com vastas superfícies planálticas alçadas em cotas que variam entre 450 e 1.000 m de altitude, destacando-se nitidamente em relação às áreas circundantes (MORAES NETO e ALKMIN, 2001 apud CPRM, 2010).

No estado do Rio Grande do Norte, o Planalto da Borborema consiste em parte do seu rebordo norte, com amplitude de relevo variando de 300 a 700 m. Por se tratar de uma área bastante dissecada por processos erosivos, essa morfologia planáltica compreende um diversificado conjunto de padrões de relevo composto de morros e serras de cotas mais baixas, pequenas cristas e esparsas superfícies planálticas com platôs recobertos por coberturas cenozóicas, delimitados por curtos rebordos erosivos e escarpas serranas, com alguns segmentos de relevo montanhoso destacados, representando relevos residuais remanescentes do grande planalto (Figura 39).

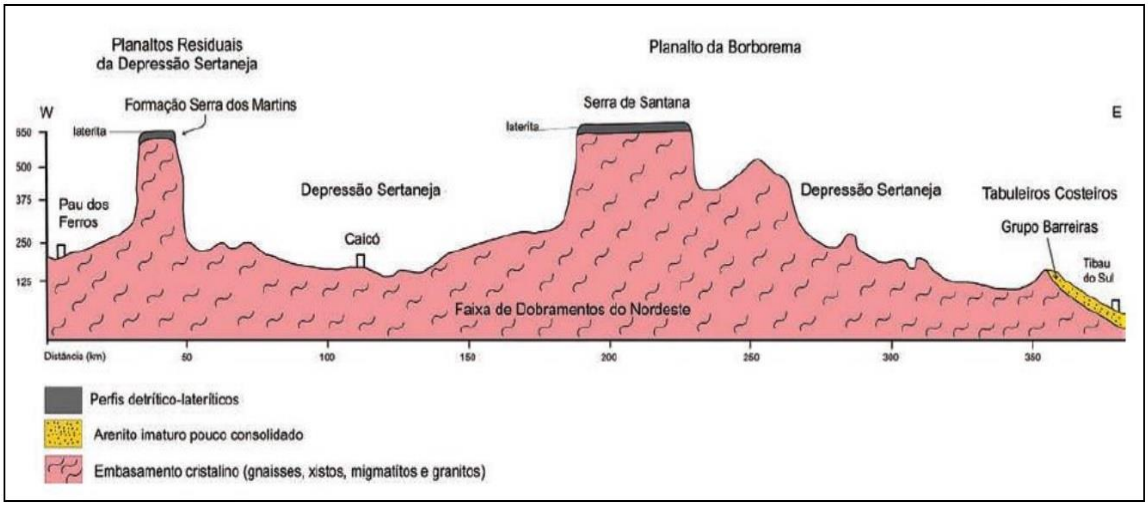


Figura 39 - Perfil geológico-geomorfológico esquemático do transecto Tibau do Sul-Pau dos Ferros/RN. Fonte: CPRM, 2010.

4.1.3.2. Geomorfologia Local

Com relação a geomorfologia local as áreas de interesse ficam inseridas em sua totalidade na unidade na geomorfológica de Tabuleiros Costeiros, superfícies pediplanadas, conforme pode ser visualizado nas figuras Figura 40 e Figura 41 e no mapa geomorfológico na Figura 42.



Figura 40 - Vista aérea a montante da ADA e das áreas de influência, onde pode ser observada a baixa declividade do local. Também é possível observar o açude próximo ao local.



Figura 41 - Visão aérea com foco na porção nordeste da AII e AID, onde percebe-se a baixa declividade das áreas de influência.

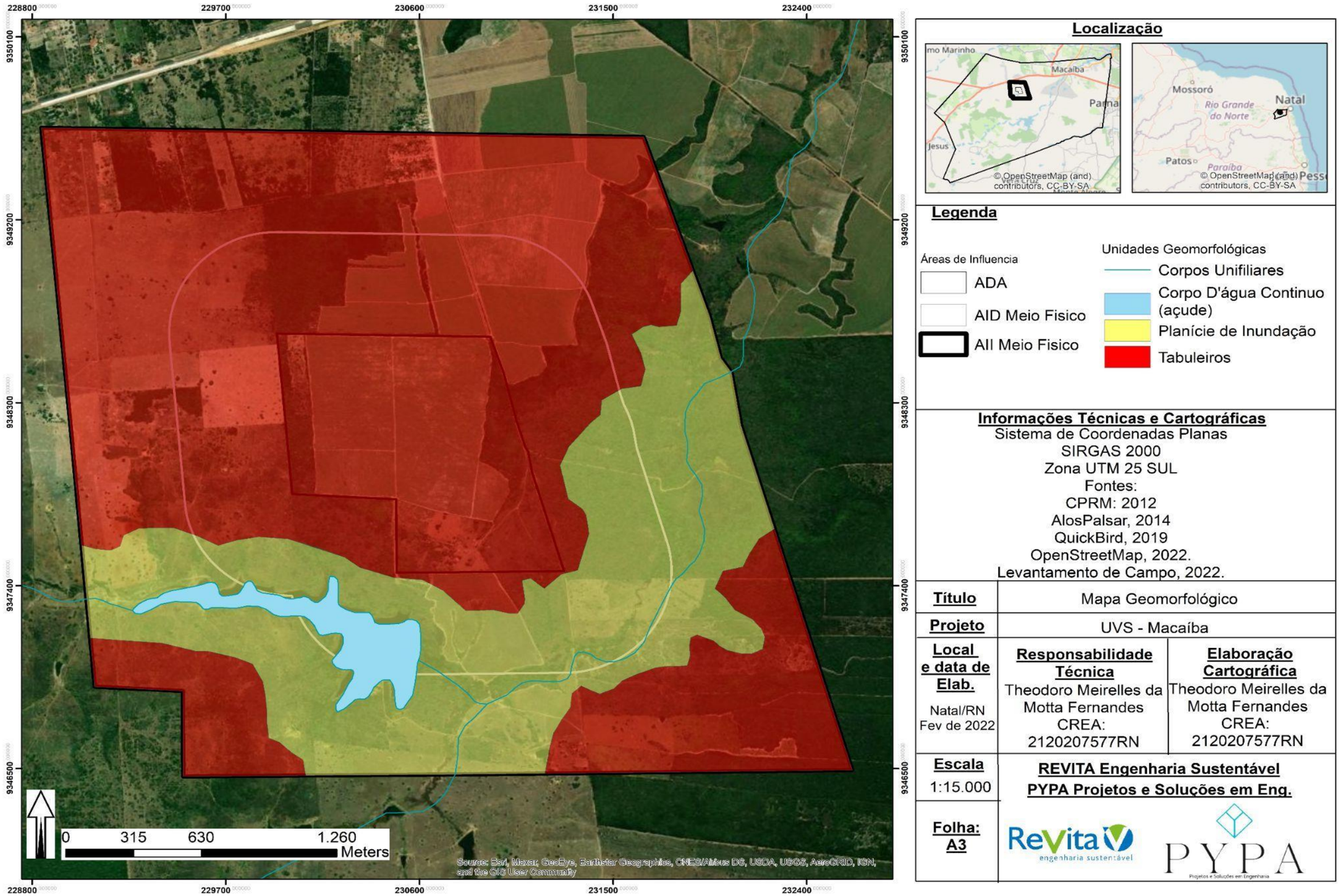


Figura 42 - Mapa Geomorfológico.

Este trabalho utiliza a classificação apresentada por Ramalho Filho & Beek (1995) para classificar o relevo de acordo com o grau de declividade, resumida na Tabela 6.

Tabela 6- Classificação do relevo de acordo com o grau de declividade. Fonte: Ramalho Filho e Beek, 1995.

CLASSE DE RELEVO	GRAU DE DECLIVIDADE (°)
Plano	0-2
Suave ondulado	2-5
Ondulado	5-10
Moderadamente ondulado	10-15
Forte ondulado	15-45
Montanhoso	45-70
Escarpado	>70

Este estudo, que além do trabalho supracitado, utiliza-se das semelhanças entre as formas de relevo e sua gênese em relação aos fatores litológicos, estruturais e climáticos, classifica a predominância das formas de relevo que marcam toda a área de influência do empreendimento como plana à moderadamente ondulada (Tabela 7) com presença de relevos residuais isolados oriundos de intensos processos de aplainamento das rochas da Fm Barreiras e do Complexo João Câmara, podendo ser visto em mapa (Figura 43) e em imagens feitas em campo (Figura 44).

Tabela 7- Porcentagem das classes de relevo presentes na AII

Classe de Relevo	Grau de Declividade (°)	% da AII
Plano	0-2	20,94
Suave ondulado	2-5	58,24
Ondulado	5-10	19,69
Moderadamente Ondulado	10-15	1,13

Na totalidade da área relativa ao empreendimento (ADA), os Tabuleiros Costeiros são padrões de relevo residuais de altura negligenciável, distribuídos ao longo de extensas áreas planas a suavemente onduladas, não tendo a presença de planícies de inundação.

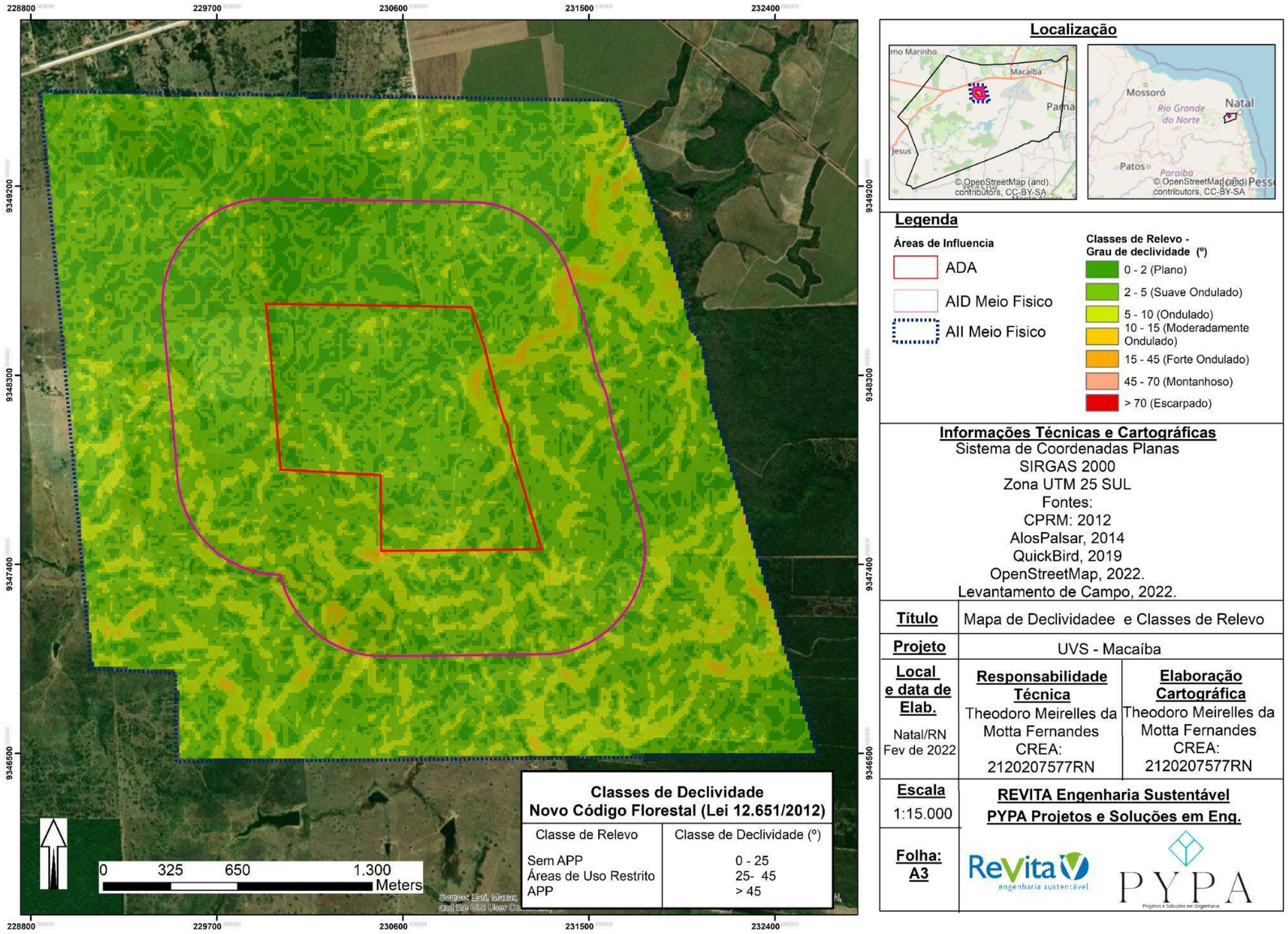


Figura 43 - Mapa de Declividade e Classes de Relevo..



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 44 – (A) - trecho do terreno da AID onde pode ser visto o suave desnível do terreno; (B) - Trecho da drenagem local, a leste da área; (C) - Trecho da AII onde há a presença de um açude; (D) - Porção alagadiça na planície de inundação presente na porção leste da AID.

4.1.3.3. Topografia

No tocante a topografia e altimetria da ADA, ocorre uma baixa variação altimetria que não ultrapassa os 30 metros de desnível, em uma distância de aproximadamente 1.000 metros, como pode ser observado no mapa da Figura 45, possuindo o seu alto topográfico na região noroeste e o seu baixo topográfico na região sudeste.

A AID segue o mesmo padrão geográfico dos baixos e altos topográficos, contudo, com um desnível de maior grandeza, chegando a apresentar uma variação de quase 70 metros, além de ser

intersectado pela principal drenagem da região, fazendo com que a porção sudeste apresente as menores cotas.

A AII apresenta uma compartimentação topográfica semelhante às outras áreas, tendo o seu alto topográfico também a noroeste, contudo, possui seu baixo na porção sul a leste.

Foram feitos dois perfis topográficos na ADA, comparativamente o N-S se mostrou mais plano e com menor desnível, já o E-W possui uma quebra em seu relevo nos últimos metros, diminuindo abruptamente a sua altimetria, aumentando a sua declividade que também pode ser visto no mapa da Figura 45.

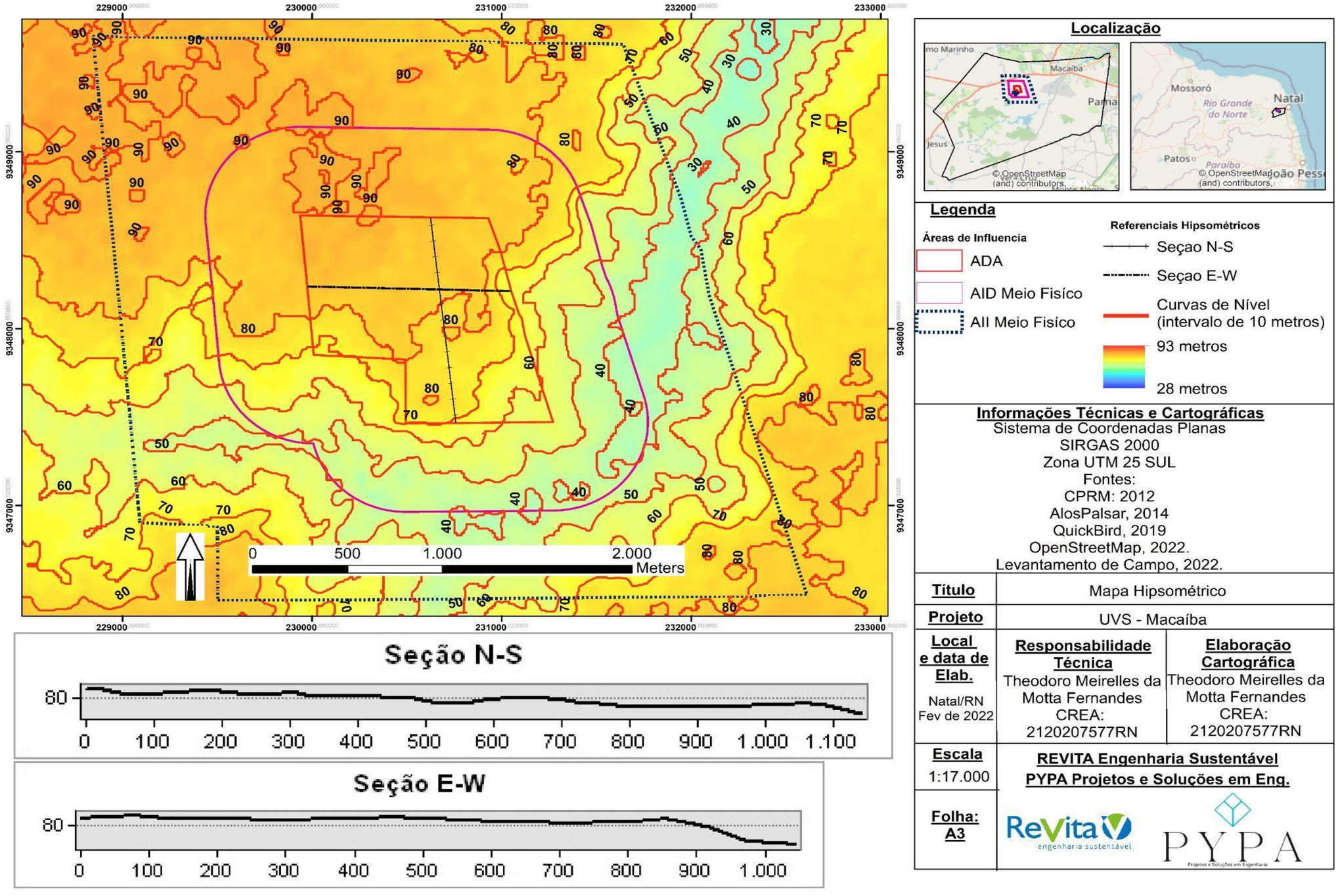


Figura 45 - Mapa Hipsométrico.

4.1.4. Solo

4.1.4.1. Pedologia Regional

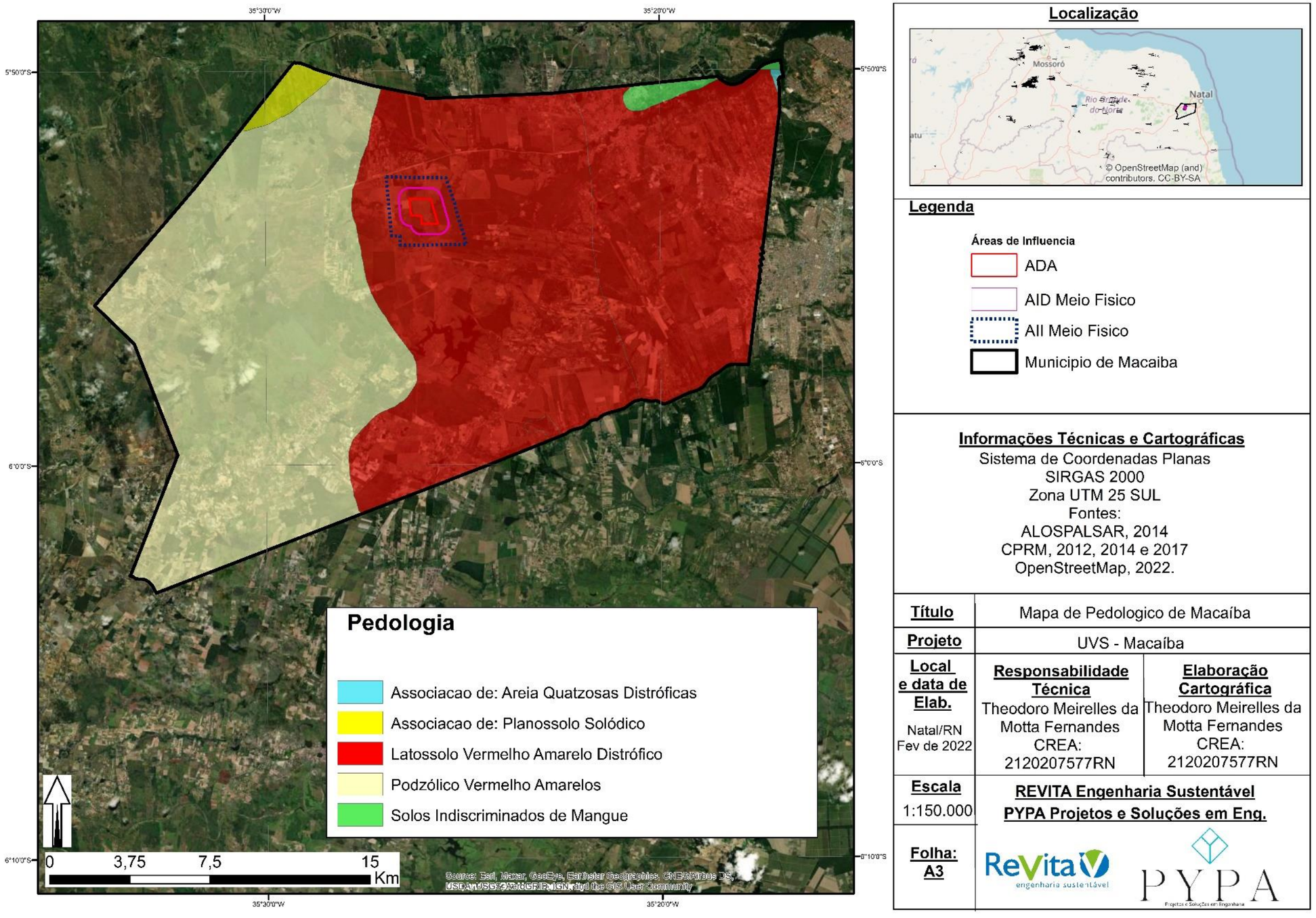
Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2006a) no Estado do Rio Grande do Norte existem 12 principais classes de solos.

- 1- Luvissolos (Solos Bruno Não Cálcicos) – ocupam a parte centro sul do Estado e caracterizam-se por serem de rasos a pouco profundos, de relevo suavemente ondulado, são moderadamente ácidos a praticamente neutros estando relacionados principalmente com os biotita-gnaisses. Estes solos são ricos em nutrientes, no entanto o seu uso é restrito em virtude de estarem localizados, em sua maioria, no sertão, onde as chuvas assim como o relevo e a profundidade efetiva são fatores restritivos (IDEMA, 2007).
- 2- Latossolo Vermelho Amarelo – estende-se por quase todo o litoral do Rio Grande do Norte e caracteriza-se por apresentar solos profundos, acima de um metro, bem drenados, porosos, friáveis, com baixos teores de matéria orgânica e predominantemente ácidos (IDEMA, 2007).
- 3- Neossolos (Areias Quartzosas, Regossolos, Solos Aluviais, Solos Litólicos) ocupam também quase todo o litoral e a margem dos principais rios. São solos não hidromórficos, arenosos, desde ácidos até alcalinos e excessivamente drenados, tanto na forma muito profunda, nas as Areias Quartzosas, de baixa fertilidade, quanto na forma rasa e pouco profunda, nos os Litólicos, de alta fertilidade (IDEMA, 2007).
- 4- Planossolos (Solonchaks–Sálico, Solonetz–Solodizado) - estão presentes em pequenas áreas do estado, são solos de rasos a pouco profundos, com limitação de moderada a forte para uso agrícola em conseqüência das más condições de drenagem do solo e dos teores de sódio variável, que variam de médio a alto (IDEMA, 2007).
- 5- Argissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo) – ocupam, principalmente, a região do Alto Oeste. Caracterizam-se por serem solos medianamente profundos, fortemente a moderadamente drenados, com baixos teores de matéria orgânica, possuindo grande potencial agropecuário (IDEMA, 2007).
- 6- Cambissolo Eutrófico – característico de áreas de relevo plano a fortemente ondulado, sob a vegetação de caatinga hipo e hiperxerófila, são solos rasos a profundos, bem drenados, desenvolvidos a partir de diversas rochas, como calcário, granito e migmatito (IDEMA, 2007).
- 7- Solos de Mangue – presentes nas desembocaduras dos rios, como o Potengi e o Curimataú, caracterizam-se por apresentar salinidade e grande quantidade de matéria orgânica (IDEMA, 2007).

- 8- Chernossolos (Rêndzicos) – localizados na chapada do Apodi, são solos alcalinos rasos moderados a imperfeitamente drenados e derivam de calcários (IDEMA, 2007).
- 9- Bruno não Cálcico - fertilidade natural alta, textura arenosa/argilosa e média/argilosa, relevo suave ondulado, bem moderadamente drenados, rasos, muito susceptíveis a erosão (IDEMA, 2007).
- 10- Podzólico Vermelho - equivalente Eutrófico argila de atividade alta abrúptico plíntico, de fertilidade natural alta, textura média, relevo plano, bem drenado, raso (IDEMA, 2007).
- 11- Cambissolo - fertilidade natural alta, textura argilosa, relevo plano, bem ou moderadamente drenado (IDEMA, 2007).
- 12- Areias quartzosas - Solos geralmente profundos, essencialmente quartzosos, com textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos uma profundidade de 2 metros de superfície. Apresentam perfis de extrema simplicidade (IDEMA, 2007).

4.1.4.2. Pedologia Local

Conforme mapa elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2016) para o Rio Grande do Norte, de onde foram extraídos os tipos de solos de Macaíba (onde está inserido o empreendimento e suas áreas de influência), são identificados neste município, predominantemente os seguintes solos: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVd), Podzólico vermelho e amarelo (PV), Planossolo Solódico (PL1) e Solos indiscriminados de mangue (SM) e Neossolos Quartzarênicos (AQd), cuja localização destes é visualizada na Figura 46 a seguir.



Localização

Legenda

Áreas de Influencia

- ADA
- AID Meio Fisico
- All Meio Fisico
- Municipio de Macaiba

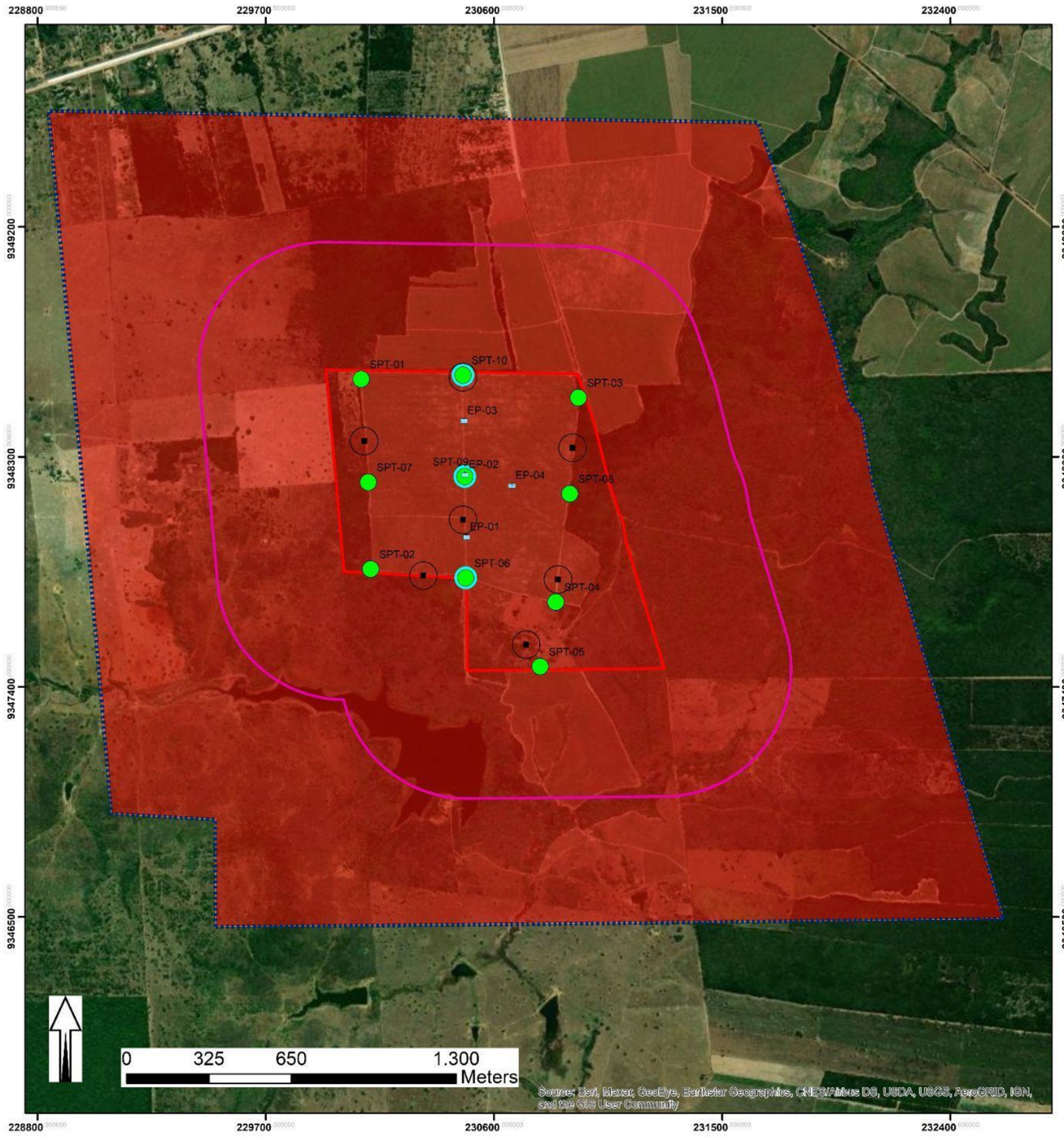
Informações Técnicas e Cartográficas

Sistema de Coordenadas Planas
SIRGAS 2000
Zona UTM 25 SUL
Fontes:
ALOSPALSAR, 2014
CPRM, 2012, 2014 e 2017
OpenStreetMap, 2022.

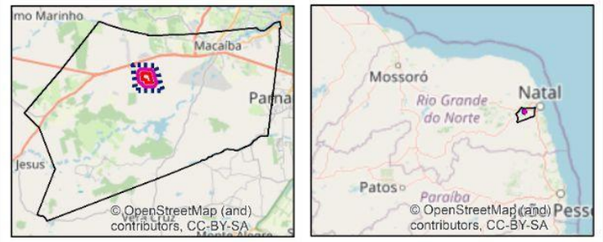
Título	Mapa de Pedologico de Macaíba	
Projeto	UVS - Macaíba	
Local e data de Elab. Natal/RN Fev de 2022	**Responsabilidade Técnica** Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN	**Elaboração Cartográfica** Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN
Escala 1:150.000	**REVITA Engenharia Sustentável** **PYPA Projetos e Soluções em Eng.**	
Folha: A3		

Figura 46 - Mapa Pedológico de Macaíba.

Em concordância com o levantamento da EMBRAPA em toda área de intervenção, AID e AII do empreendimento foram identificados somente um tipo de solo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, como pode ser visto na Figura 47 abaixo.



Localização



Legenda

Tipos de Solo

Latossolo Amerelo-Vermelho Distrófico

Áreas de Influencia

ADA

AID Meio Fisico

All Meio Fisico

Testes Realizados

Permeabilidade

SPT

Trincheiras

Infiltração

Informações Técnicas e Cartográficas

Sistema de Coordenadas Planas
SIRGAS 2000
Zona UTM 25 SUL
Fontes:
CPRM: 2012
AlosPalsar, 2014
QuickBird, 2019
OpenStreetMap, 2022.
Levantamento de Campo, 2022.

Título	Mapa Pedológico	
Projeto	UVS - Macaíba	
Local e data de Elab.	**Responsabilidade Técnica**	**Elaboração Cartográfica**
Natal/RN Fev de 2022	Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN	Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN
Escala	**REVITA Engenharia Sustentável** **PYPA Projetos e Soluções em Eng.**	
1:15.000		
Folha: A3		

Figura 47 - Mapa Pedológico do Empreendimento e das áreas de Influência, assim como localização dos estudos de caracterização do solo.

Em geral os Latossolos são muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Caracterizam-se por grande homogeneidade de características, como uma mineralogia da fração argila predominantemente caulinítica ou caulinítica-oxídica, que se reflete em valores de relação Ki baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização. Distribuem-se por amplas superfícies no Território Nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro, que determinaram a sua separação em quatro classes distintas ao nível de subordem no Sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 1999).

Em campo os Latossolos (Figura 48) são os predominantes na ADA, onde eles compõem a totalidade da área do empreendimento, sendo em geral compostos por sedimentos bem selecionados de granulometria areia fina com matriz argilosa, localmente ocorrem porções mais silto-argilosas. Em alguns pontos na porção Sul da ADA foi possível observar concreções ferruginosas.



(A) (B)

Figura 48 – (A) - Latossolo Vermelho; (B) - Latossolo vermelho- amarelado

4.1.4.3. Perfis de solo, testes e análises

Na Área Diretamente Afetada (ADA), foram realizados os seguintes ensaios para caracterizar o solo: poços de inspeção (trincheiras), sondagem SPT, permeabilidade, infiltração do solo e análises físico-químicas.

Não foram realizados ensaios nas áreas de plantio de cana-de-açúcar nas campanhas de campo deste estudo, devido à ausência de acessos, uma vez que a cana de açúcar se encontrava a uma altura considerável. Porém, considera-se que os ensaios realizados são suficientes para a identificação pedológica e geotécnica do solo. A localização dos ensaios encontra-se na Figura 49, abaixo:

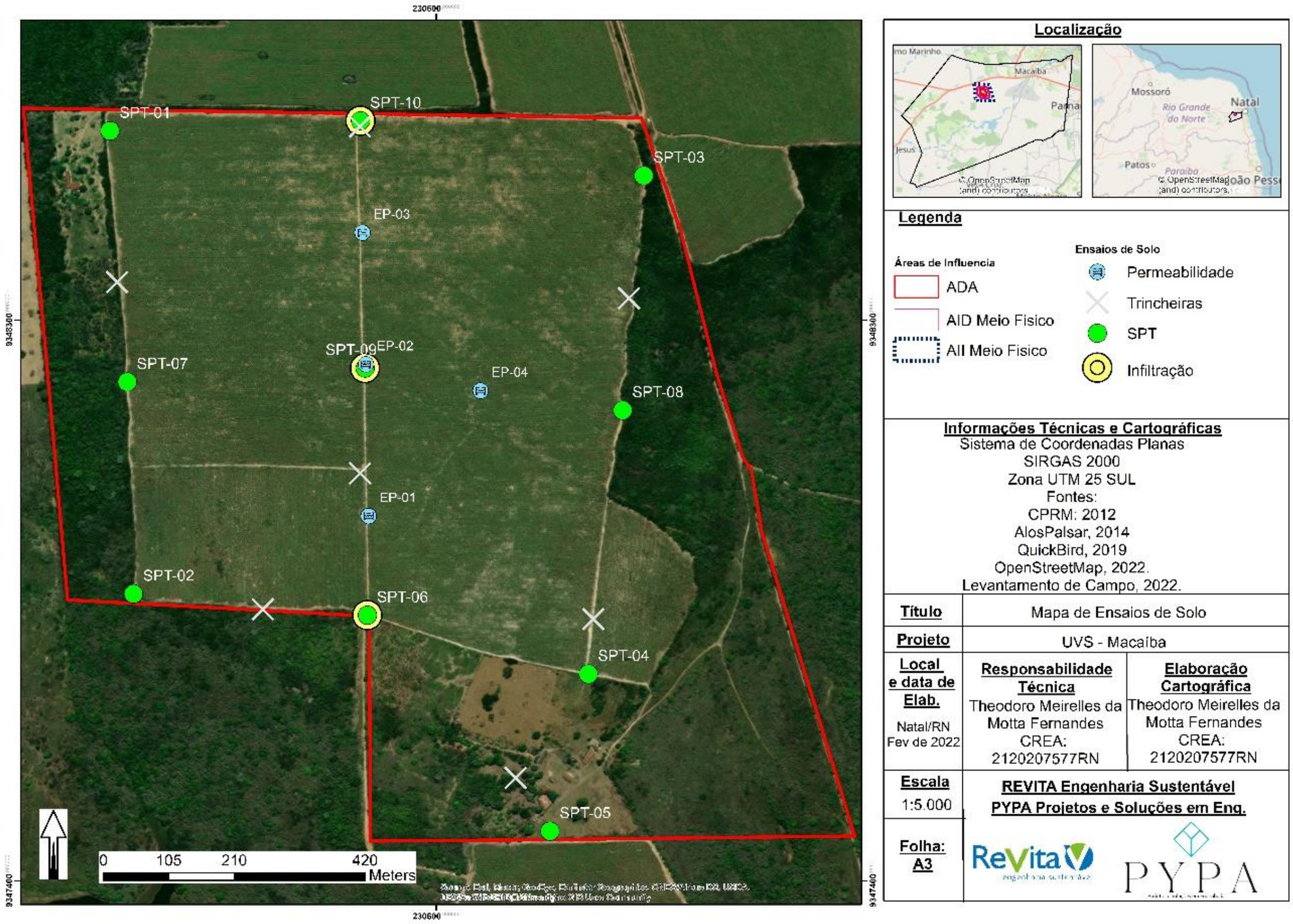


Figura 49 - Mapa de Ensaios de Solo

4.1.4.3.1. Poços de inspeção (trincheiras)

Foram realizados 07 poços de inspeção (trincheiras), a partir de uma retroescavadeira da marca Caterpilar modelo 416F2 no dia 29 de junho de 2021. Visualizar a localização na Figura 49.

Todos os poços de inspeção apresentaram um solo superficial de espessura aproximada de 0,2 m, arenoso e com material vegetal marrom acinzentado (Figura 50). Abaixo desta camada existe um solo bastante homogêneo, com matriz arenosa, algumas vezes com solos siltosos e/ou pouco argilosos, sua cor varia de bege e ocre.



Figura 50 – Perfil do solo da Trincheira 07

Fonte: Rutra A&P, 2021.

Para os poços de inspeção 1, 2, 4, 5, 6 e 7 a escavação ocorreu de forma tranquila, sem a presença de fragmentos de rochas, seixos ou matacões e foram paralisadas próximo a 4 metros, limite do equipamento. Já o furo número 3 apresentou piçarra durante a escavação, chamada pelo operador local de “cabeça de gado”. O equipamento conseguiu escavar apenas até a profundidade de 2,3 m, porém equipamentos mais pesados não deverão ter problemas em escavar este tipo de material. Os solos escavados apresentam uma boa capacidade de suporte como também bom comportamento para terraplanagem.

4.1.4.3.2. Sondagem SPT

De acordo com o relatório de sondagem (Anexo 4) realizadas pela empresa RUTRA A&P em 2021, o método realizado foi o de SPT (Standart Penetration Test) e foi conduzido com base nos procedimentos encontrados na NBR 6484/2020 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Nenhum furo atingiu o lençol freático.

Os 10 pontos de sondagem foram elegidos de modo a abrangerem toda a ADA com furos bem distribuídos e espaçados conforme pode ser visualizado na (Figura 49).

Cada sondagem foi iniciada com emprego de trado-concha ou cavadeira manual até a profundidade de 1 m, seguindo-se da instalação até essa profundidade do primeiro segmento do tubo de revestimento dotado de sapata cortante. Nas operações subsequentes de perfuração, intercaladas às de ensaio e amostragem, foi utilizado um trado helicoidal (Figura 51).



Figura 51 - SPT 10 em sua execução. Fonte: Rutra A&P, 2021.

Os ensaios de SPT demonstraram a homogeneidade da área de interesse, onde as sondagens geralmente coletaram areias finas a médias, localmente com matriz argilosa, de coloração avermelhada, localmente amarela, além de uma profundidade de investigação satisfatória, que variou entre 3 e 14 metros de profundidade, não sendo encontrado rocha em nenhum ensaio. Nos ensaios mais rasos foram necessários mais de 30 golpes para avançar 1 metro, esses valores foram encontrados em solo siltoso fino, duro e de coloração avermelhada

O perfil geológico mais representativo da ADA e do projeto, são provenientes dos perfis de solo encontrados nas sondagens SP06, SP09 e SP10, que tem suas localizações demarcadas na figura da próxima na Figura 52.

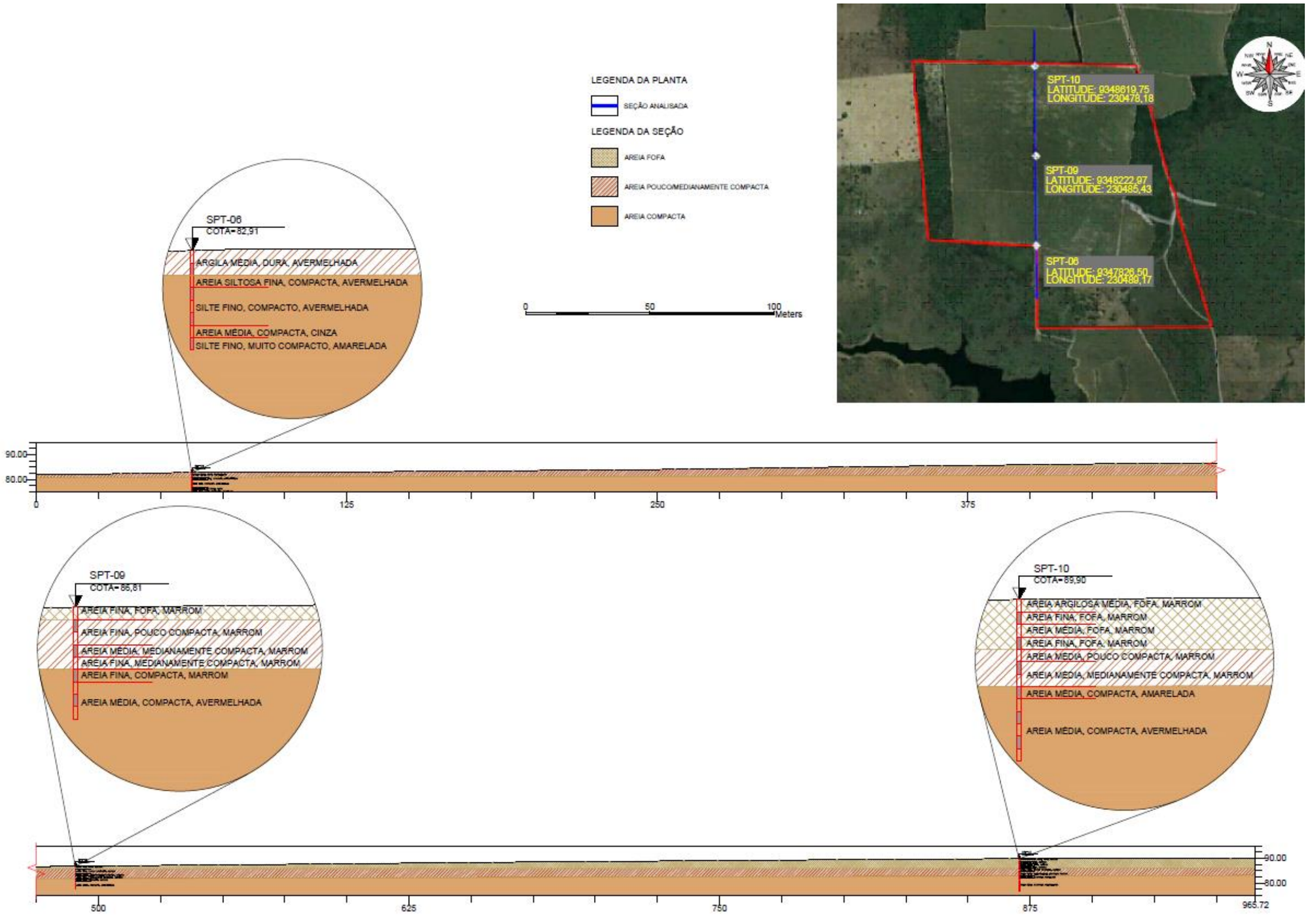


Figura 52 - Seção mais representativo da ADA e do projeto

O furo denominado SP06, com cota estabelecida em 82,91m, atingiu 10 metros de profundidade. Os 02 primeiros metros são de uma argila dura, de coloração avermelhada. Os 04 metros seguintes são de um silte compacto, avermelhado. Do 6º para o 7º metro de profundidade, há uma camada de areia média, compacta, de coloração cinza, seguida por 01 metro de silte muito compacto de coloração amarelada. Não houve recuperação nos últimos metros de perfuração.

O furo denominado SP09, com cota estabelecida em 86,61m, atingiu os 09 metros de profundidade. Os 03 primeiros metros, apresentou um solo representado por uma areia fina, fofa à levemente compactada e marrom. Nos 03 metros seguintes, foi verificada uma areia fina à média, marrom, e um grau de compactação aumentando progressivamente. Os 03 últimos metros são de uma areia média, compacta e avermelhada.

O furo denominado SP10, localizado ao norte da área, possui como referência de Nível (RN) a cota 89,90 m. Esse furo, de 13 metros de profundidade, possui em seus 4 primeiros metros um solo composto por areia fofa de granulometria fina à média e coloração marrom. Dos 04 aos 07 metros, nota-se um aumento no grau de compactação. Nos 06 metros subsequentes, verifica-se uma areia de granulometria média, compacta e avermelhada.

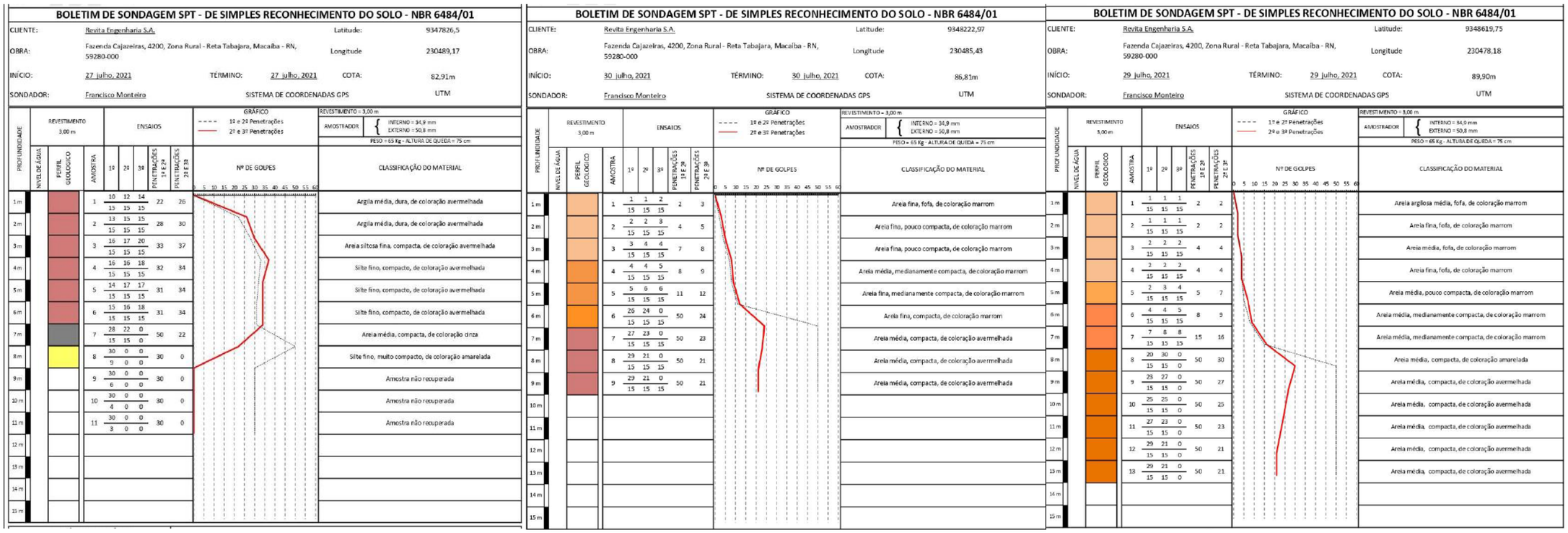


Figura 53 - SPT-6, SPT-9 e SPT-10.

Fonte: Rutra A&P, 2021.

4.1.4.3.3. Ensaio de permeabilidade

Para a caracterização das propriedades hidráulicas do solo, foram realizados 04 ensaios de permeabilidade pelo método de rebaixamento Ensaio de permeabilidade em solos: orientações para sua execução no campo - Boletim Nº 4 da ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental), 2013 e do Manual de Sondagens - Boletim Nº 3 da ABGE do mesmo ano. O relatório de ensaio encontra-se no Anexo 5.

Os ensaios de permeabilidade realizados no solo do local atingiram um coeficiente de permeabilidade minima de$1{,}19 \times 10^{-6}$ cm/s, tendo uma média de $3{,}65 \times 10^{-6}$ cm/s, em acordo com a norma NBR 13.896 que considera desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s. Os valores de coeficiente de permeabilidade para cada ponto são apresentados na Figura 54.

Figura 54 - Tabela contendo os valores de coeficiente de permeabilidade dos pontos amostrados.

Ensaio	K (cm/s)
EP-01	$3{,}11 \times 10^{-6}$
EP-02	$1{,}19 \times 10^{-6}$
EP-03	$2{,}31 \times 10^{-6}$
EP-04	$8{,}00 \times 10^{-6}$
Média	$3{,}65 \times 10^{-6}$

Fonte: Rutra A&P 2021.



Figura 55 - Execução do teste de Permeabilidade EP-01.

Fonte: Rutra A&P, 2021.

4.1.4.3.4. Teste de Infiltração do Solo

Os 3 ensaios de Infiltração de solo realizados dentro da ADA (Anexo 6) obtiveram resultados interpretados como absorção rápida, está variando entre 44 e 60 segundos para ocorrer rebaixamento de 1 cm após a saturação do solo, esses ensaios foram feitos no Horizonte B, sendo encontradas areias bem selecionadas e limpas (Figura 56).



Figura 56 - Teste de infiltração realizado no SP-09.

Fonte: Rutra A&P, 2021.

Não foram realizados ensaios nas áreas de plantio de cana-de-açúcar nas campanhas de campo deste estudo, devido à ausência de acessos, uma vez que a cana de açúcar se encontrava a uma altura considerável. Porém, considera-se que os ensaios realizados são suficientes para a identificação pedológica e geotécnica do solo.

4.1.4.3.5. Análises físico-químicas.

Nos pontos onde foram feitos testes de permeabilidade (EP-01, EP-02, EP-03 e EP-04) também foram feitas amostragens para realização de testes físico-químicos. Para as amostragens, o solo foi escavado aproximadamente 30 centímetros da superfície e a partir daí, retirado aproximadamente 2 kg de amostra por ponto, os resultados podem ser observados na Figura 57 abaixo e no Anexo 7.

Amostra(s) n.º:	222/22 a 225/22	Data:	10/03/22	Data de Entrada:	23/02/22
Solicitante:	PYPA – Theodoro Fernandes				
Procedência:		Município:			
Material:	Solo	Marca:	-		
Coletor: Cliente		Obs.:			

DETERMINAÇÕES	RESULTADOS ANALÍTICOS			
	222/22 EP 01	223/22 EPM02	224/22 EP 03	225/22 EP 04
pH em água (1 : 2,5)	5,2	5,0	5,6	6,4
Cálcio ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,08	1,20	1,84	2,07
Magnésio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,85	0,51	1,22	0,78
Alumínio $cmol_c.dm^{-3}$)	0,05	0,05	0,0	0,0
Hidrogênio + Alumínio ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,90	2,72	2,06	1,82
Fósforo ($mg.dm^{-3}$)	36	23	39	35
Potássio ($mg.dm^{-3}$)	250	80	300	60
Sódio ($mg.dm^{-3}$)	238	100	143	31
Potássio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,64	0,20	0,77	0,15
Sódio ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,04	0,44	0,62	0,13
Soma de Bases ($cmol_c.dm^{-3}$)	3,61	2,35	4,45	3,14
CTC Efetiva ($cmol_c.dm^{-3}$)	5,51	5,07	6,51	4,96
Saturação por Bases (100x S/CTC) (%)	65,49	46,35	68,36	63,29
Saturação por Alumínio (100xAl^{+3}/CTC) (%)	0,91	0,99	0,00	0,00
Saturação c/ Sódio, % (PST)	18,81	8,58	9,56	2,72
Ferro ($mg.dm^{-3}$)	16,98	18,70	8,40	7,43
Zinco ($mg.dm^{-3}$)	3,32	2,55	2,72	2,80
Cobre ($mg.dm^{-3}$)	0,18	0,07	0,18	0,08
Manganês ($mg.dm^{-3}$)	10,92	10,49	46,15	10,92
Cond. Elétrica Extrato 1:5 ($dS.m^{-1}$)	0,5310	0,1588	0,3430	0,0391
Densidade Global ($kg.dm^{-3}$)	1,53	1,47	1,50	1,44
Retenção de Umidade (1/3 de atmosfera)	5,15	3,97	7,68	3,67
Retenção de Umidade (15 Atmosfera)	2,32	1,92	3,91	2,49
GRANULOMETRIA				
Areia ($g.kg^{-1}$)	895	914	859	904
Argila ($g.kg^{-1}$)	20	20	20	20
Silte ($g.kg^{-1}$)	85	66	121	76
Classificação Textural	Areia	Areia	Areia	Areia

Figura 57 - Tabela das análises físico-químicas de solo. Fonte: EMPARN, 2022.

Os solos coletados na ADA da UVS seguem o padrão regional, sendo eles ácidos (com pH variando entre 5,0 e 6,4), com saturação moderada por bases (entre 46,35 e 68,36). Além de ter boa presença de matéria orgânica (comprovado pelos valores de CTC, condutividade elétrica, densidade global e retenção de umidade).

O resultado de granulometria mostrou que a área possui solo com características de areia silte argilosa.

4.1.4.4. Sondagens de Eletrorresistividade

Como foi redigido em oficio encaminhado ao IDEMA (Anexo 8) e que sua justificativa técnica se encontra abaixo:

Consideramos que, em qualquer situação onde haja pouca ou nenhuma informação sobre a estratificação do solo, tal item teria maior relevância e seria indicado para obtenção de informações

indiretas e interpretações qualitativas sobre possíveis contatos geológicos, saturação em água da respectiva camada/rocha, possível correlação qualitativa entre grau de porosidade de diferentes camadas, presença de fraturas, cavidades, profundidade de lençol freático, entre outros usos conhecidos.

Entretanto, a área de interesse deste estudo já possui investigações diretas com dados semiquantitativos representados por sondagens SPT bem distribuídas ao longo de toda a área. Esses dados por sua vez contêm informações pedológicas detalhadas e, além disso, a equipe responsável pelo diagnóstico do meio físico também possui dados de testes de permeabilidade, perfis de solo e condutividade hidráulica.

Esclarecemos que as NBRs 13896 (critérios para projeto, implantação e operação de aterro sanitário) e 8419 (apresentação de projeto de aterro sanitário) determinam a realização de investigações, sejam elas diretas ou indiretas, que revelem de maneira objetiva: “5.1.4.3.2 As informações referentes à geologia, natureza dos solos e da água subterrânea são assim relacionadas: a litologia, as estruturas, o perfil, a espessura do solo, sua granulometria, sua homogeneidade e permeabilidade, posição e dinâmica do lençol freático, qualidade e importância econômica das águas subterrâneas, importância do terreno em termos de recarga de água subterrânea, os riscos de ruptura ou erosão acentuada do terreno de fundação e/ou dos terrenos adjacentes.”.

Essas NBRs orientam também que os tipos e sequência dos métodos investigativos devem ser suficientes para a obtenção dessas informações e que o profissional responsável deve justificar tecnicamente sua escolha.

Levando em consideração que uma sondagem através de eletrorresistividade é uma investigação que, além de bastante onerosa, irá fornecer dados indiretos, carentes de heterogeneidade do substrato para só assim prover informações confiáveis, solicitamos a dispensa dessa exigência, frente à disponibilidade de dados diretos bem distribuídos, semiquantitativos e representativos, fruto de sondagem anterior.

4.1.4.5. Suscetibilidade Erosional

Cinco fatores foram considerados para a elaboração do mapa de suscetibilidade e vulnerabilidade erosional, são eles: a declividade, o escoamento superficial, a densidade de drenagens, o uso e cobertura do solo e a geologia local. Fatores como a pedologia e pluviosidade

foram desconsiderados, vide que seriam variáveis que não alterariam os resultados na escala deste mapeamento.

Para atribuir uma ponderação à cada um desses mapas foi utilizado uma metodologia de análise de decisões de múltiplas variáveis, o Analytic Hierarchy Process (AHP), um dos métodos mais aplicados na prática de decisões envolvendo complexidade e subjetividade. Desenvolvido por Saaty (2008), trata-se de uma metodologia de mensuração e escolha em situações contendo múltiplas variáveis. Baseia-se em comparações emparelhadas que representa o quão um elemento é dominante sobre o outro em um determinado critério.

O maior peso atribuído foi ao mapa de declividade, 0.35, uma vez que declives acentuados promovem uma maior a energia cinética da água da chuva, bem como um maior grau de instabilidade de taludes e encostas, consequentemente, uma maior a suscetibilidade aos processos erosivos.

Ao mapa de escoamento superficial foi atribuído o peso de 0,15, ele leva em consideração os caminhos percorridos pelas águas pluviais e fluviais, indicando pontos mais críticos de suscetibilidade à erosão devido a ação dessas águas. Enquanto o mapa de densidade de drenagem, de peso 0,2, classifica pontos de alto escoamento em contraste aos pontos de maior possibilidade de infiltração.

As classes atribuídas ao mapa geológico consideram as rochas sedimentares da formação Barreiras mais suscetíveis à erosão que as cristalinas do complexo presidente Juscelino. Mas comparativamente aos outros fatores, possuem um menor peso associado, 0,1.

Por fim, o mapa de uso e cobertura, incrementa o critério de vulnerabilidade aos fatores de susceptibilidade, classificando áreas de vegetação nativa, ou antropizadas de diversas formas, como áreas de pasto, de cultivo de cana-de-açúcar, entre outros. O peso deste mapa ficou estabelecido em 0,2.

A partir desses inputs foi realizada uma álgebra de mapas considerando as ponderações definidas, gerado o mapa de susceptibilidade e vulnerabilidade erosional (Figura 58). Classificado em: Muito baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito alto grau.

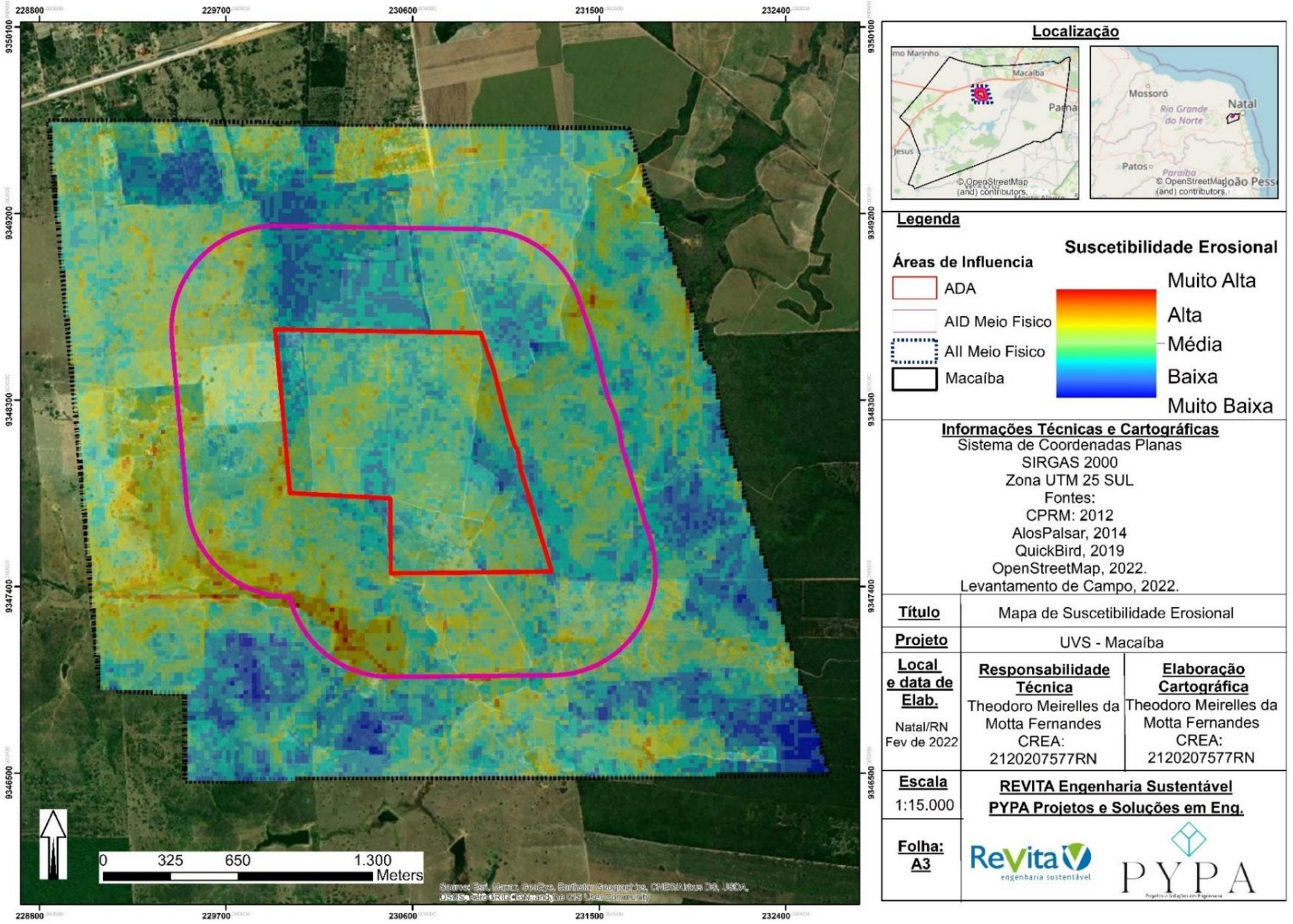


Figura 58 - Mapa de Suscetibilidade Erosional.

No limite sudoeste, tanto da AII quanto da AID, encontram-se áreas mais suscetível a erosão, onde a álgebra de mapa somou uma maior quantidade de fatores se interceptando. Enquanto os extremos noroeste e sudeste, uma menor quantidade de fatores que influenciam num potencial processo erosivo se interceptam, coincidindo inclusive com áreas de vegetação nativa.

Especificamente sobre a ADA, existem três pontos mais críticos que merecem atenção. O primeiro no extremo nordeste, o segundo à oeste, e o terceiro à sudeste da área. Regiões que possuem principalmente um declive mais acentuado e drenagens agindo sobre áreas antropizadas.

4.1.5. Espeleologia

O relatório anual do CECAV (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas) em 2020 apontou um total de 1349 cavernas cadastradas e validadas apenas no referido ano, das quais 9,9% localizam-se no estado do Rio Grande do Norte. Esse acréscimo elevou o total nacional à marca das 21.505 cavernas.

Desde o ano de 2015, o CECAV utiliza somente o CANIE (Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas), instituído pela Resolução CONAMA N° 347/2004 e desenvolvido pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), como referência para Banco de Dados Geográficos de informações correlatas ao patrimônio espeleológico nacional, uma vez que migrou toda a sua base de dados para este cadastro.

A metodologia utilizada pelo ICMBio para a avaliação do potencial espeleológico de determinada região foi publicada na RBEsp (Revista Brasileira de Espeleologia) por Jansen et.al. (2012), cujo embasamento baseia-se essencialmente na revisão bibliográfica sobre ocorrência de cavernas e suas principais litologias associadas; na localização das províncias espeleológicas brasileiras; no Mapa Geológico do Brasil, na escala 1:2.500.000 (CPRM, 2003); e em dados georreferenciados de ocorrência de cavernas.

Relações entre a frequência de ocorrência em cada litotipo, bem como seu provável potencial Piló e Auler (2011, p. 9), também auxiliaram Jansen (2012) a definir cinco classes de grau de potencialidade de ocorrência de cavernas, são elas: 1) Muito Alta; 2) Alta; 3) Média; 4) Baixa; e 5) Ocorrência Improvável.

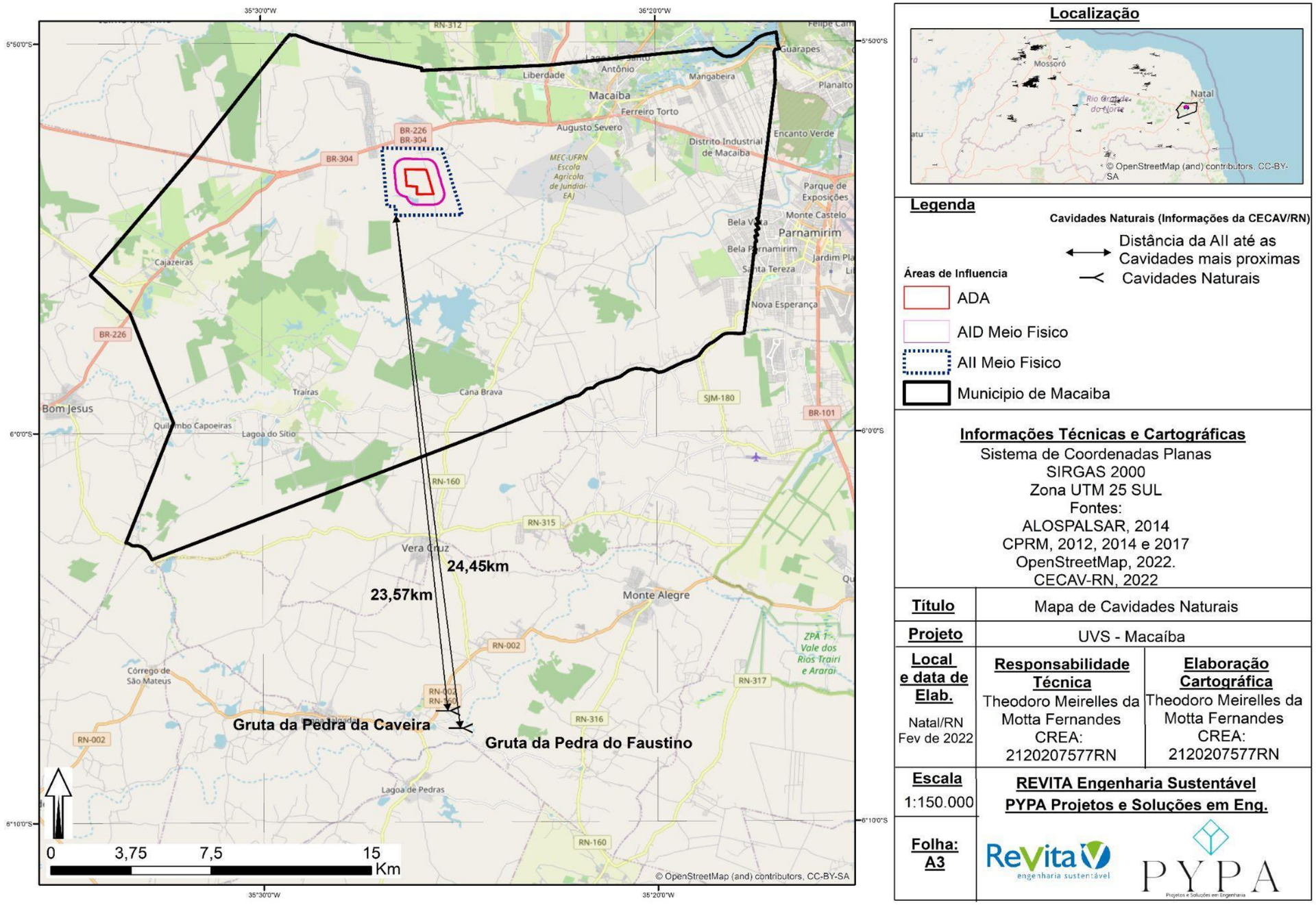
O município de Macaíba contém 3 dessas classes dentro de sua extensão territorial: Média, Baixa e Ocorrência Improvável, que juntas somam 8,7% das cavidades cadastradas à época. A AII

do empreendimento alvo deste estudo, por sua vez, não contém nenhuma caverna cadastrada no CANIE até o presente ano.

Em consulta realizada em fevereiro de 2022 no CANIE, observa-se que as duas cavernas cadastradas mais próximas ao limite externo da AII, encontram-se a uma distância de 23,57 km e 24,45 km (Figura 59), já fora dos limites municipais.

Contudo, é necessário ponderar que o potencial espeleológico contido no mapa de Jansen et.al.(2012) é passível de ajustes devido ao grau de detalhamento da escala de mapeamento, que na referida metodologia é de 1:2.500.000.

Tanto nas atividades de campo de reconhecimento da área, quanto nas atividades de campo de mapeamento geológico, não foram encontradas cavidades na ADA, AID ou AII. Além disso, o mapeamento geológico realizado (Figura 36), indica que a maior parte da área de influência indireta, cerca de 62,02%, é composta por sedimentos aluvionares (Potencial de Ocorrência improvável), seguido por 26,23% de rochas do embasamento cristalino relativas ao Complexo João Câmara (Potencial Baixo), e uma área mais restrita, que perfaz 11,75% da área, contendo os arenitos da Fm Barreiras (Potencial médio).



Localização

Legenda

Cavidades Naturais (Informações da CECAV/RN)

Distância da AII até as Cavidades mais proximas

Cavidades Naturais

Áreas de Influencia

- ADA
- AID Meio Fisico
- AII Meio Fisico
- Municipio de Macaiba

Informações Técnicas e Cartográficas

Sistema de Coordenadas Planas
SIRGAS 2000
Zona UTM 25 SUL
Fontes:
ALOSPALSAR, 2014
CPRM, 2012, 2014 e 2017
OpenStreetMap, 2022.
CECAV-RN, 2022

Título	Mapa de Cavidades Naturais	
Projeto	UVS - Macaíba	
Local e data de Elab. Natal/RN Fev de 2022	**Responsabilidade Técnica** Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN	**Elaboração Cartográfica** Theodoro Meirelles da Motta Fernandes CREA: 2120207577RN
Escala 1:150.000	**REVITA Engenharia Sustentável** **PYPA Projetos e Soluções em Eng.**	
Folha: A3		

Figura 59 - Mapa de Cavidades Naturais.

4.1.6. Recursos Hídricos

4.1.6.1. Águas Superficiais

De acordo com a CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba) destacam-se no estado do Rio Grande do Norte, as bacias dos rios Apodi, Cabuji, Ceará-Mirim, Jacu, Piranhas-Açu, Potengi e Trairi, além de diversas outras bacias litorâneas diminutas; incluídas por força da Lei nº14.053, de 08 de setembro de 2020.

A área de estudo encontra-se inserida na bacia hidrográfica do rio Potengi (Figura 60) cuja superfície representa uma área de aproximadamente 4.093 km², que corresponde a 7,7% do território estadual.

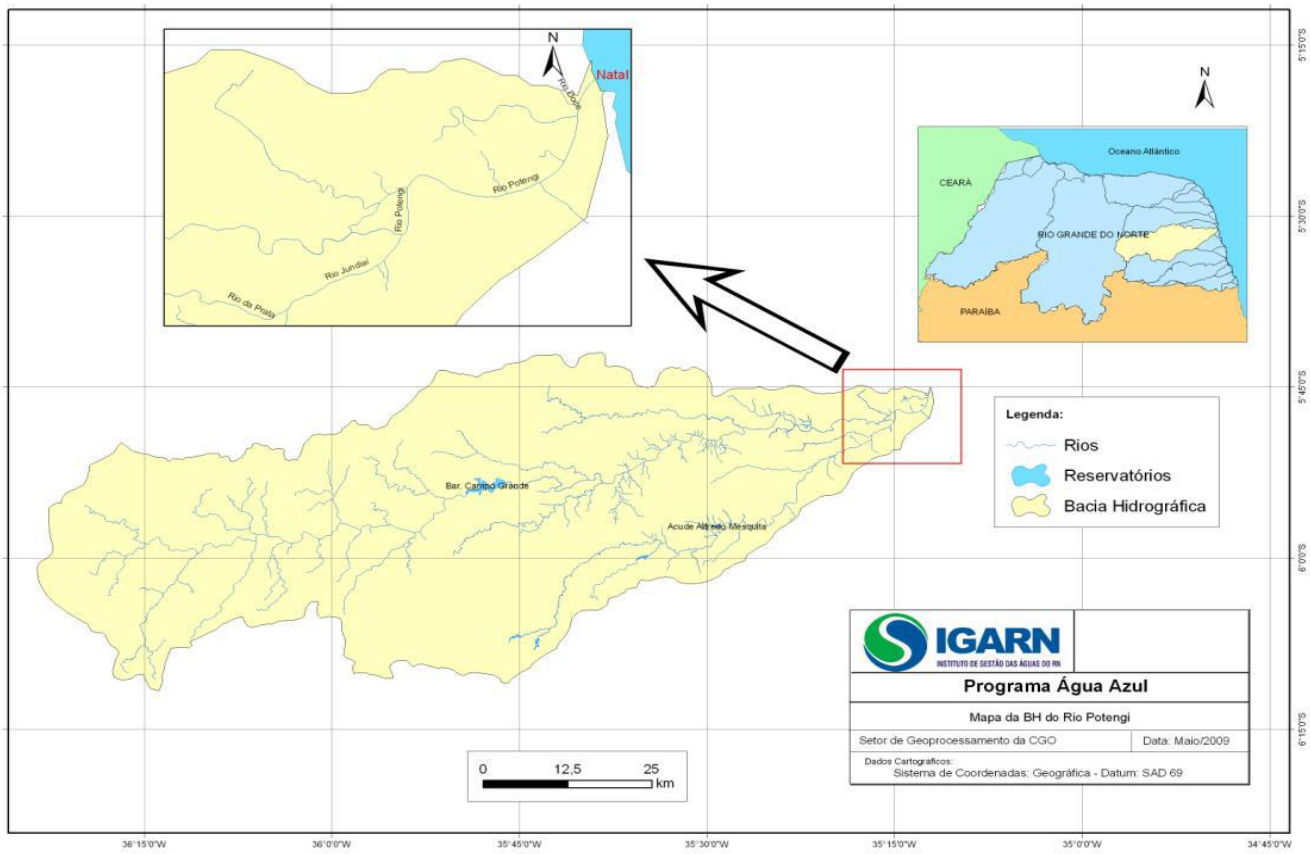


Figura 60 - Mapa contendo a delimitação e principais corpos hídricos da bacia do rio Potengi.

Fonte: Programa Água Azul, IGARN, maio de 2009.

4.1.6.2. Hidrogeologia Local

De acordo com o cadastro de poços e nascentes da ANA (Agência Nacional de Águas) e a Avaliação Hidrogeológica da região metropolitana de natal, realizada pela referida agência, e que compila informações de diversas instituições, como o SEMARH, CAERN, CPRM, IDEMA, EMPARN, INMET, EMBRAPA e IGARN, verifica-se a presença de 02 sistemas de aquíferos distintos, o fissural presente na região sudeste da AII, e o poroso (bem mais abrangente), denominado Aquífero Barreiras, presente no restante da área.

O Aquífero fissural presente na área corresponde às rochas cristalinas do Complexo Presidente Juscelino, que acumulam água através da porosidade secundária. Entre os fatores que controlam a ocorrência de água subterrânea em aquíferos fissurais, tem-se: juntas, falhas, contatos geológicos, foliação e zonas de alto grau de intemperismo.

Apenas 01 poço relativo ao aquífero fissural está cadastrado dentro da AII, que apresenta uma profundidade de 66,6 m, uma vazão de 2 m³/h, nível estático (NE) a 1,5 m e nível dinâmico (ND) a 28,6 m. Esse poço coincide estruturalmente com a interseção ortogonal entre lineamentos rúpteis (fraturas) de direção NNE e ESE interpretados através de processamento digital de imagens de satélite.

Essa ocorrência de água subterrânea, que coincide com a região mais baixa e principal drenagem da área, pode estar associada ao modelo prospectivo clássico “Riacho-Fenda”, originalmente proposto por Siqueira (1963), cujas fraturas controlam as drenagens superficiais, ou mesmo ao modelo Calha Elúvio-Aluvionar, proposto por Silva (2000), onde o controle da ocorrência está contido na foliação ou contatos geológicos.

Outro poço cadastrado em aquífero fissural mais próximo da AII, está a 1,5 km de distância a sudeste do primeiro, possui 50 m de profundidade e encontra-se registrado como “seco”.

O Aquífero poroso presente tanto na ADA, quando AID e na maior parte da AII, é evidenciado pela presença de dois poços, o primeiro, apresentando 30 m de profundidade, baixa vazão (0,4 m³/h) e sem informações sobre NE. O segundo, no extremo NW da AII, possui uma profundidade de 60 m, NE a 16,5 m e ND a 32,2 m e uma vazão de 1,5 m³/h.

Constam em fontes de dados públicos consultadas através do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas), as primeiras informações sobre profundidade de lençol freático

e perfil litológico. Essas informações estão presentes em perfis litológicos anexados a 02 poços tubulares, ambos perfurados em um raio de 4,9 km a leste da AII.

O primeiro poço, mais a sul, possui 33 m de profundidade; perfurado em rocha sedimentar, os 10 primeiros metros são de uma cobertura argilosa avermelhada, seguidos por 20 metros de arenito com leves variações na quantidade de argila; mais 03 metros de argilito de coloração marrom, até atingir o embasamento cristalino onde o poço chega ao fim. Seu NE, ND e demais informações hidrodinâmicas não são especificadas.

O segundo poço, mais a norte, equidistante, porém já dentro dos limites territoriais do município de São Gonçalo do Amarante, também perfurado em rocha sedimentar, possui 47 m de profundidade. Os 10 primeiros metros são de uma cobertura argilosa avermelhada, os 37 metros seguintes são de camadas de argilito e arenito intercaladas a cada 10 m aproximadamente. Nesse poço, tem-se o NE a 17m de profundidade, o ND a 21 m e vazão de 6 m³/h.

4.1.6.3. Profundidade do lençol freático

Uma vez que não foi constatado nível de água em nenhuma das sondagens, que chegaram a alcançar uma profundidade de 14 metros, e trincheiras executadas na ADA, e que dados públicos de poços perfurados na região apresentam informações sobre o NE variando entre 10 e 17 m de profundidade em rochas sedimentares; é possível associar essas evidências ao mapeamento geológico local e admitir que o nível freático local encontra-se a uma profundidade superior a 10 metros em qualquer trecho da ADA.

4.1.6.4. Recursos hídricos locais

Dos recursos hídricos locais (Figura 61), destacam-se dois córregos intermitentes dentro dos limites da AID que confluem em um só, seguindo sentido NE, onde irá confluir com outro córrego localizado ligeiramente a norte da AII. Além disso, 08 pequenos barramentos e 03 mais expressivos, que servem para represar o fluxo de águas superficiais.

Na ADA não há corpos d'água e o mais próximo se distancia a mais de 200 metros do limite do terreno como pode ser observado na figura (Figura 61).

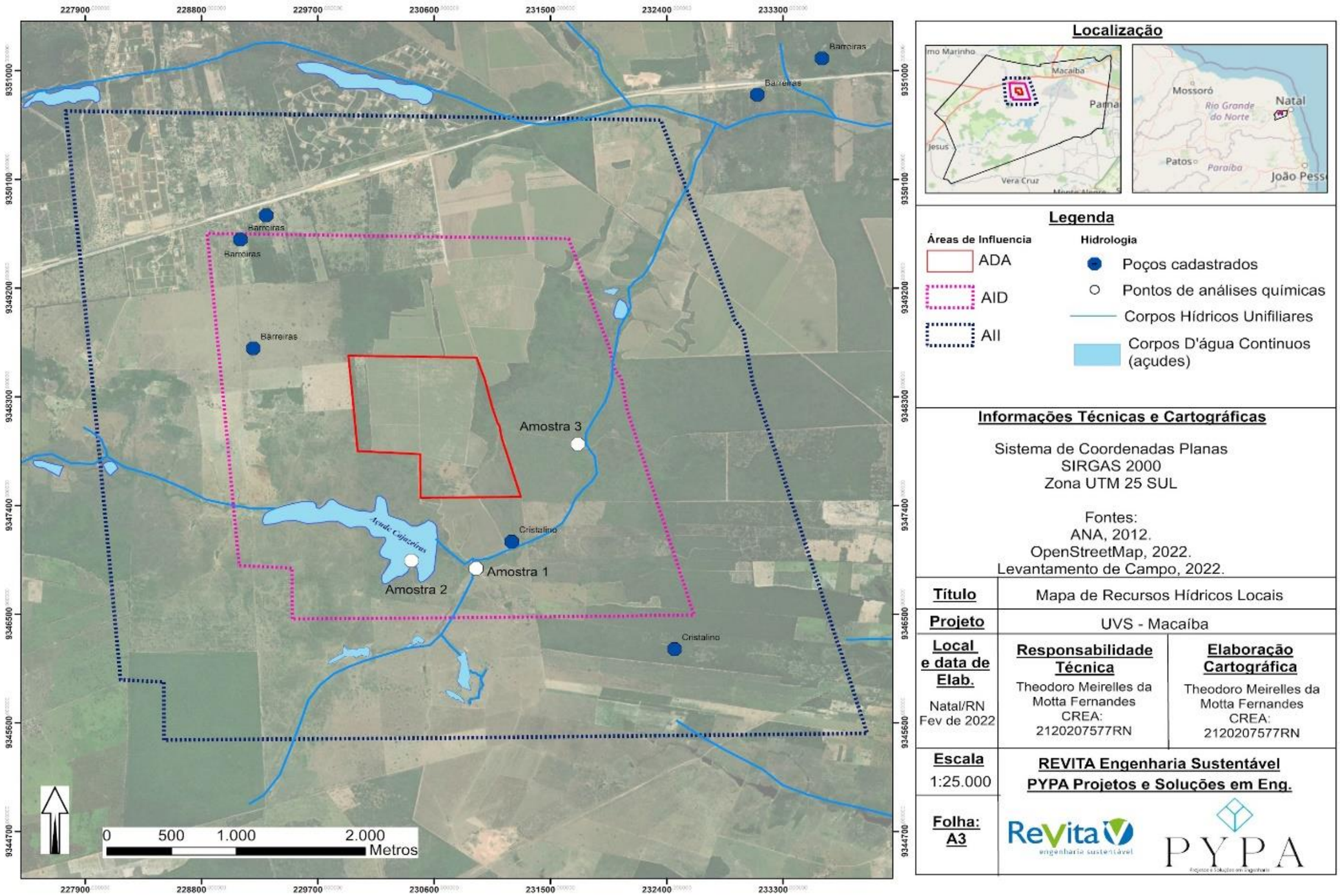


Figura 61 - Mapa de Recursos Hídricos Locais

4.1.6.5. Potenciometría

O mapa potenciométrico produzido neste estudo (Figura 62), que utiliza dados do mapa planialtimétrico e dos poços cadastrados no SIAGAS e na ANA, apresenta uma dinâmica em que o sentido de fluxo hídrico do lençol freático aponta para as áreas topograficamente mais rebaixadas, de encontro aos corpos hídricos que escoam a água em superfície.

As zonas de recarga de ambos os sistemas aquíferos correspondem principalmente à porção N e NW da AII, enquanto as zonas de descarga estão localizadas nas porções S e SE, coincidindo com a topografia local.

Essa conformação também coincide com os sistemas aquíferos da área. Dados de poços da ANA e geológicos obtidos através da CPRM e de atividades de campo indicam a presença de aquífero cristalino no extremo S e SE da AII, e de aquífero poroso (mais especificamente o Barreiras), em todo o restante da área.

4.1.6.6. Isoietas de precipitação média anual da região

No mapa de Isoietas de precipitação (Figura 63) observa-se uma tendência presente em praticamente todo o estado do Rio Grande do Norte, onde as médias pluviométricas anuais decrescem do litoral para o interior do estado.

Para sua elaboração, foi realizada uma interpolação de dados pluviométricos diários de imagens de satélite incorporadas pelo CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station), gerando isoietas na escala de 1:30.000. É observado o decréscimo de Leste (começando em aproximadamente 990 mm/ano) para Oeste (aproximadamente 880 mm/ano). Por isto as isoietas que passam sobre a AII variam entre 920 a 950 mm/ano, sendo assim inferiares aos valores pluviométricos obtidos através da estação metereologica localizada em Ceará-Mirim/RN (estação INMET CÓD:82596).

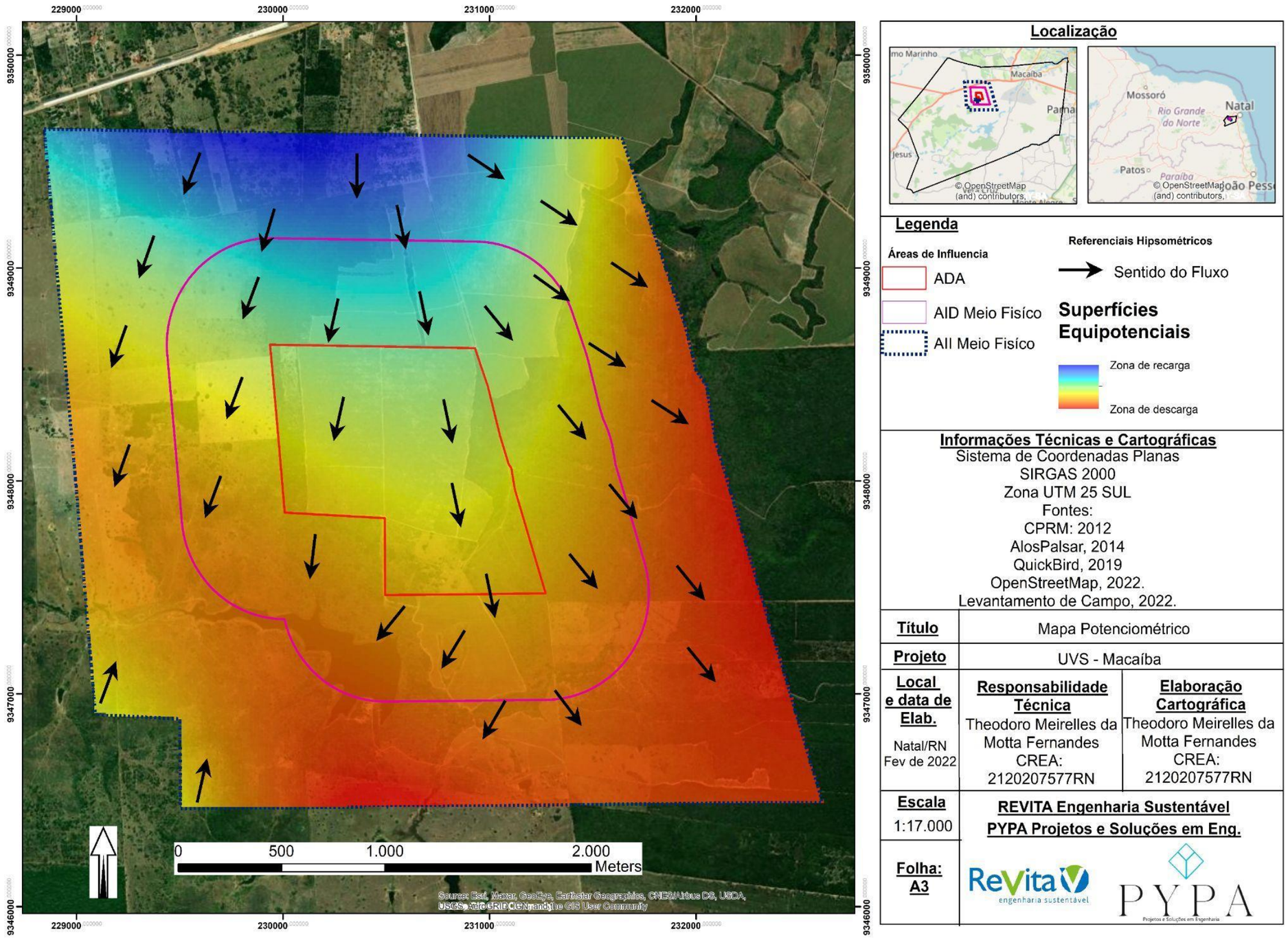


Figura 62 - Mapa Potenciométrico.

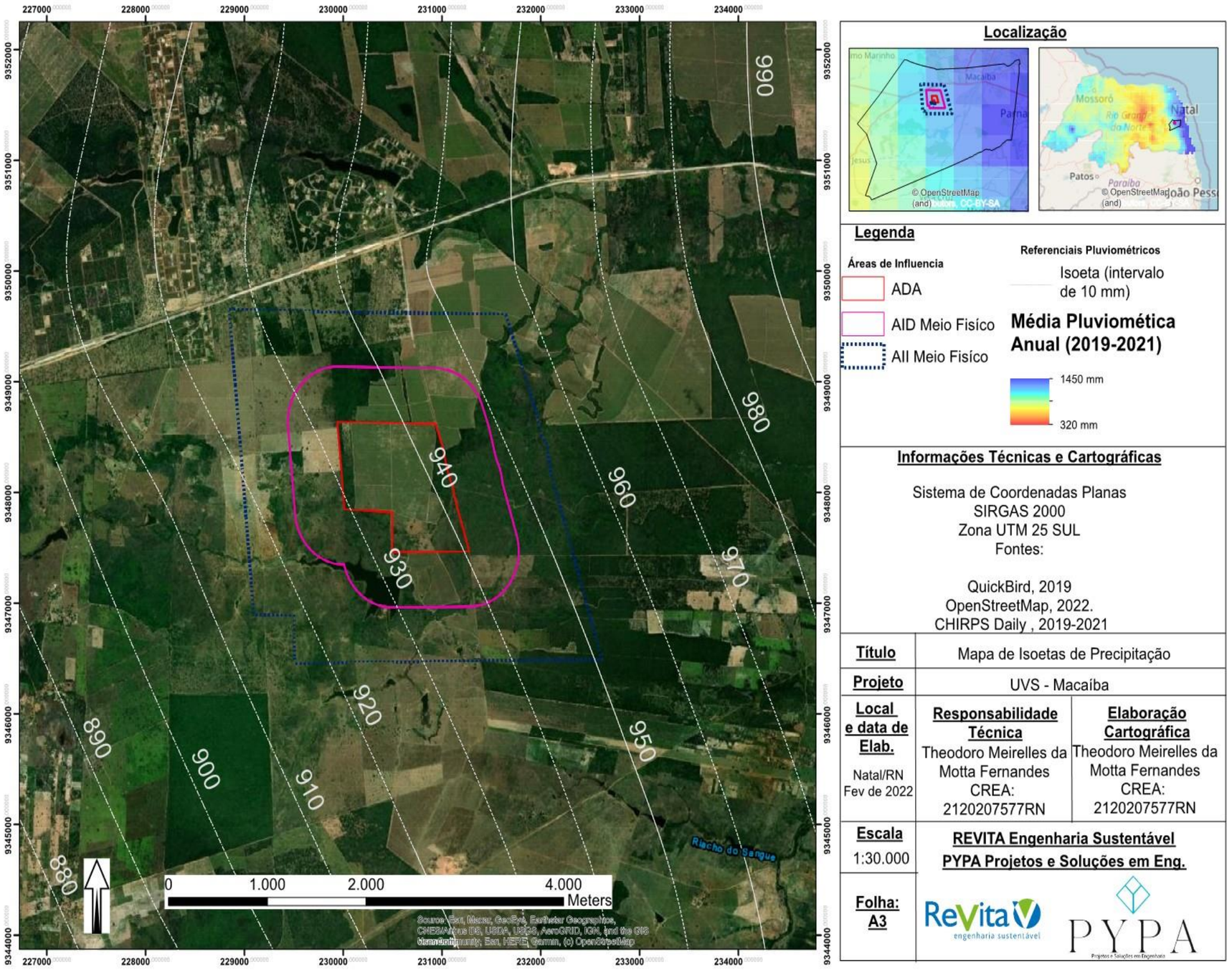


Figura 63 - Mapa de Isoetas de Precipitação.

4.1.6.7. Relação das águas subterrâneas com as águas superficiais

Nas áreas de influência do empreendimento, o solo não apresenta grandes taxas de permeabilidade, uma vez que essas são relativas às frações Argila-silte. Mesmo assim, os processos de recarga ocorrem principalmente na porção NW, e nas áreas onde a vegetação nativa segue cumprindo o papel de auxiliar a infiltração das águas pluviais.

Essas águas, por sua vez, referentes ao aquífero Barreiras, são transmitidas de maneira radial a partir das zonas de alto topográfico relativas, sentido às áreas de baixo topográfico, onde localizam-se as principais drenagens da região.

É possível que na região de contato geológico entre as rochas sedimentares e cristalinas, que coincidem com os dois sistemas de aquíferos distintos, haja uma conexão entre eles, onde as águas subterrâneas do aquífero Barreiras auxilie no processo de recarga do aquífero cristalino; preenchendo suas fraturas juntamente as águas das chuvas, devido ao sentido do fluxo convergir de um para o outro. Aliado a isto, está a anisotropia do contato geológico e presença de um controle estrutural neste contato, que acaba por canalizar as águas subterrâneas.

Ao atingirem sistemas de escoamento superficial, como rios e córregos, essas águas tornam-se afluentes dos principais rios da região. Inicialmente alimentará o rio Jundiaí, que por sua vez alimentará o rio Potengi que deságua no mar.

4.1.6.8. Vulnerabilidade e riscos de contaminação do aquífero

Duijvenbooden & Waegeningh (1987) definem a vulnerabilidade de aquífero como a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero.

Sendo assim, o conceito de vulnerabilidade das águas subterrâneas é distinto da definição de risco de poluição, que não depende unicamente da vulnerabilidade, mas também da existência e das características de uma carga poluente que possa afetar o meio subterrâneo.

Em acordo com o parágrafo acima, Correia (2006), afirma que o risco de um aquífero ser contaminado não depende apenas das características intrínsecas do aquífero, geralmente estáveis, mas também pela existência de fontes poluentes que podem, em princípio, ser controladas. Sendo está uma importante diferença entre o conceito de vulnerabilidade e risco de poluição.

Ainda segundo este autor, um determinado impacto nas águas subterrâneas não depende exclusivamente da vulnerabilidade do aquífero à poluição, mas também da magnitude do episódio, do tipo do poluente, e da importância do recurso hídrico afetado.

Vários são os métodos que possibilitam determinar a vulnerabilidade natural do aquífero, o utilizado por este trabalho foi o GOD. Este baseia-se no tipo do aquífero (G), caracterização global do aquífero quanto ao grau de consolidação e da natureza litológica que compõem a camada não saturada (O) e a profundidade até o nível freático (D), essas informações obtidas no perfil litológico são correlacionadas na Figura 64, abaixo.

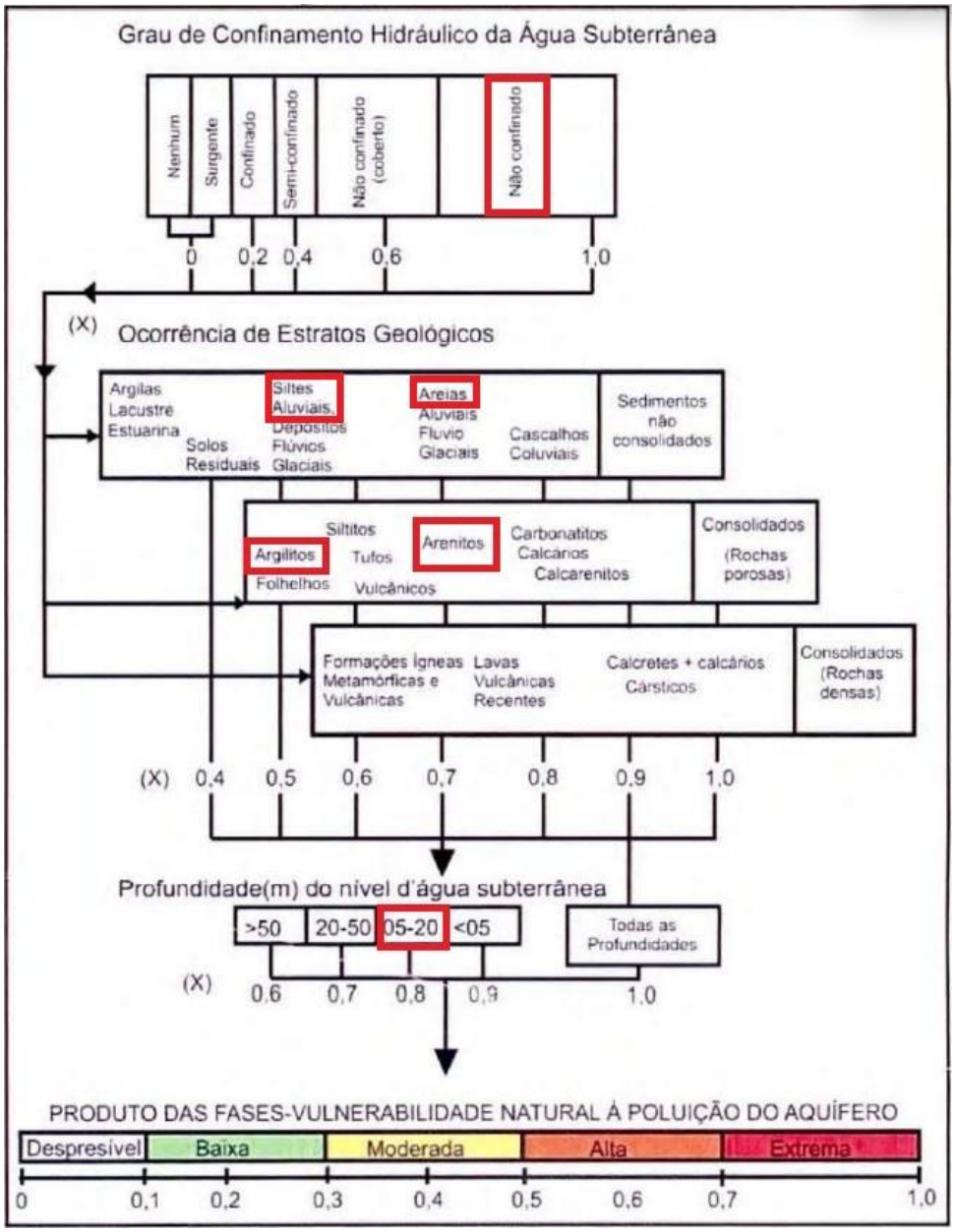


Figura 64 - Gráfico com o método GOD. Fonte: modificado de Foster (1987).

O cálculo do método GOD é feito através da multiplicação dos valores obtidos pelo gráfico acima, como foi estabelecido por Foster (1987). Na área de estudo foram levados em consideração os dados públicos da ANA (2012), os dados encontrados no SIAGAS (2022) e os levantamentos de campo.

O parâmetro "G", diz respeito ao tipo de aquífero em que as águas subterrâneas se encontram, tendo em vista que os poços da região estão localizados ou em aquífero fissural ou no aquífero

Barreiras. No local de estudo ambos os aquíferos são classificados como não confinados, atribuindo-se o valor de "G" como 1 para toda a área.

Com relação ao parâmetro "O", que diz respeito à litologia da zona não saturada, como foi observada uma interdigitação de arenitos e argilitos na Fm Barreiras local, este valor irá variar entre 0,7 e 0,5. Nos locais onde há solo, este também varia sua granulometria, entre areias finas e siltes, chegando no mesmo intervalo de valores. Sendo assim, iremos obter um intervalo de valores de vulnerabilidade, já que a área em questão possui anisotropias nas litologias presentes.

Já para determinar o valor do parâmetro "D", foram consultadas as 10 sondagens SPT realizadas na área e os poços d'água mais próximos. Com relação aos SPT estes tiveram profundidades entre 6 e 14 metros e nenhum chegou no NE e com relação aos poços d'água cadastrados na ANA, a profundidade do NE variou entre 15 e 23 metros, com uma média de 19,7 metros. Com isso chegamos ao valor de 0.8 para D.

Ao fazer o cálculo do índice e colocar todas as variáveis na equação a sua interpretação é simples, adquirindo um significado físico às classes de vulnerabilidade. Uma vulnerabilidade que seja nula indica ou a ausência do aquífero ou a baixa qualidade das águas ali presentes. O índice baixo significa que o aquífero é vulnerável a apenas compostos extremamente móveis e persistentes, como sais, nitratos e alguns solventes organo-sintéticos.

Já no tocante a um aquífero de índice moderado, este é suscetível a contaminantes moderadamente móveis e persistentes, como hidrocarbonetos, alguns metais pesados e sais menos solúveis. O índice alto sugere um aquífero vulnerável a muitos contaminantes exceto aqueles que são muito absorvíveis e/ou facilmente transformáveis, por fim o índice extremo é aplicável ao aquífero que possui sensibilidade para contaminantes degradáveis, como bactérias e vírus, sendo vulnerável a maioria dos cenários de poluição com impactos relativamente rápidos.

Correlacionando os dados retirados dos perfis litológicos, caminhamentos de campo, dados públicos de NE da região, chegamos no seguinte índice GOD variando entre dois valores:

- GOD= 1.0 (aquífero não confinado) * 0,7 (arenitos e areias) *0,8 (profundidade do lençol freático entre 5 e 20m) = **0,56 (vulnerabilidade alta)**
- GOD = 1.0 (aquífero não confinado) * 0,5 (argilitos e siltes aluviais) *0,8 (profundidade do lençol freático entre 5 e 20m) = **0,4 (vulnerabilidade moderada)**

Como resultado do método GOD, chegamos numa vulnerabilidade do aquífero que irá variar entre moderada e alta graças a interdigitação litológica encontrada na área de interesse, contudo vale salientar novamente que a vulnerabilidade não está diretamente ligada ao risco de poluição e este será consideravelmente reduzido com a implementação das medidas previstas no projeto talvez como: impermeabilização de base, distância elevada da base do aterro em relação ao lençol freático, entre outras.

É necessário estabelecer um acompanhamento, através de poços de monitoramento, durante sua vida útil para proteção das águas subterrâneas e superficiais tendo em vista o seu uso para o abastecimento público, logo, estas devem atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação vigente. Segundo a NBR 13896, esse sistema de monitoramento deve ser constituído por no mínimo quatro poços com mínimo de 101,6 mm (4 pol.) e ser revestidos e tampados na parte superior para evitar contaminação das amostras, sendo localizados um a montante e três a jusante no sentido do fluxo de escoamento preferencial do lençol freático.

4.1.6.9. Qualidade das águas

Foram coletadas 03 amostras da água superficial – fora da ADA - com a localização demonstrada na **Figura 61**. As amostras foram coletadas e armazenadas conforme as normas de coleta de amostras de água, como pode ser visto nas Figura 65. As amostras foram enviadas para os laboratórios da Aquanalous e EMPARN (Anexo 9), ambos localizados no estado do RN. Tendo os resultados apresentados na Figura 66.



(A)



(B)

Figura 65 - Coleta de amostras de água conforme norma: (A) Coleta de amostras de água para análise físico-química geral; (B) Armazenamento de amostras de análise físico-química geral em caixa térmica refrigerada para armazenamento de amostras para análise de ácidos graxos, bacteriológicas e clorofila total.

Identificação	Amostra 1 – Poça	Amostra 2 – Açude	Amostra 3 – Rio
Hora da amostragem	12h:14min	12h:44min	13h:15min
Data da amostragem	09/02/2022	09/02/2022	09/02/2022
Laboratório	Aquanalous	Aquanalous	Aquanalous
x	230926	230424	231713
y	9346880	9346945	9347909
Cor verdadeira, uH	23	57	71
Turbidez, UT	14	14	10
Temperatura(*), ºC	34,4	33,8	33,5
pH	7,82	7,28	8,18
Salinidade, ‰	20,6	20,8	0,1
Nitrogênio Amoniacal, mg/l NH3	0,33	0,35	0,79
Nitrito, mg/l de N	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrato, mg/l de N	0,17	0,16	0,16
Dureza total, mg/l	16.400,00	15.400,00	192
Ortofosfato, mg/l	0,21	0,21	0,19
Fósforo, mg/l	0,02	0,02	0,02
DBO5, mg/l	2,25	0,9	5
DQO, mg/l	5,1	2,2	12,8
Oxigênio Dissolvido, mg/l de O2	5,6	5,4	5,6
Óleos e Graxas, mg/l	< 8,00	< 8,00	< 8,00
Clorofila “a”, µg/l	4,17	4,56	5,17
Coliformes Termotolerantes, NMP100ml	3,97x10^2	4,40x10^2	3,2x10^2
Densidade de Cianobactérias, cel//ml	300	154.000,00	700

Figura 66 - Tabela da Análise físico química de águas superficiais das áreas de influência.

Fonte: Aquanalous, 2022.

Com relação aos resultados obtidos pode-se observar que eles apresentam o pH básico (entre 7,28 e 8,18), turbidez moderada (entre 10 e 14 UT), e pouco oxigênio dissolvido (entre 5,6 e 5,4 mg/l de O_2), variando dureza e salinidade, onde a Amostra 3 (Rio) demonstra ser consideravelmente menos dura e salina do que a Amostra 2 (Açude) e Amostra a (Poça) (192 mg/l contra 16400 e 15400 mg/l).

As análises de águas subterrâneas contidas neste estudo provêm de 11 poços cadastrados na ANA dentro de um raio de 5km a partir da ADA e são apresentados na tabela da Figura 67 com suas respectivas coordenadas. Desses, 04 possuem a maior carga de informação, são eles: MAC0139, MAC0167, MAC0178, e MAC0273, realizados pela EMPARN e HIDROLAB.

Observa-se que dos poços supracitados, dois dos perfurados no cristalino possuem pH próximo ao Neutro (7,4), um deles bem mais básico (8,2), enquanto o poço perfurado no Barreiras possui pH 5,4, bem mais ácido.

Apenas os poços MAC0253 e MAC0273 apresentam níveis de nitrato (NO3) dentro dos limites recomendados para consumo humano (<10 mg/L), todos os outros ultrapassam esse limite de segurança.

Identificação	MAC0102	MAC0108	MAC0139	MAC0167	MAC0178	MAC0253	MAC0273	MAC0312	NAT1813	SGA0009	SGA0461
Formação	Barreiras/Cristalino	Barreiras/Cristalino	Barreiras/Cristalino	Barreiras/Cristalino	Barreiras/Cristalino	Barreiras/Arenito Calcífero	Barreiras/Cristalino	-	Barreiras	Barreiras/Cristalino	Barreiras/Cristalino
Aquífero	Barreiras	Cristalino	Barreiras	Cristalino	Cristalino	Barreiras	Cristalino	-	Barreiras	Barreiras	Barreiras
Tipo	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular	Tubular
x	237300	233600	232750	225242	229500	237359	235490	229300	255747	231880	232520
y	9347000	9341700	9352660	9351616	9351700	9346617	9346740	9349800	9543853	9355000	9354500
Prof poço	30	45	60	60	90	47,1	35,5	50	84	44,5	50
Nível Estático	21,235	1,36	23	1	1,5	25,49	0	10,88	0	9,5	18,5
Data da análise	-	-	2010-02-13	2001-07-16	2008-05-13	2001-06-29	2003-11-13	-	-	1989-07-14	1997-11-01
Laboratório	-	-	HIDROLAB	-	HIDROLAB	CAERN	EMPARN	-	CAERN	FNS/RN	FNS
RS (mg/L)	479,2	2136,8	422,5	3014	2148	0	0	3367	0	0	0
CE (mS/cm)	0	3610	650	6253,8	3580	56	2199	0	147	0	15200
pH	0	0	5,3	8,2	7,4	4,8	7,4	0	5,5	6	5,5
STD (mg/L)	0	0	0	0	0	0	1294	0	0	0	81,8
Alcalinidade	0	0	34	41,14	70	0	303,5	0	0	4,16	4,27
Dureza Total	43,84	792,03	42	65	155	0	396,2	0	0	23,52	6,16
Cl (mg/L)	0	0	245	1786,8	277	0	567,3	1860	21	94,08	33,92
Na (mg/L)	0	0	103,4	145	77,8	0	348	792	0	0	0
Ca (mg/L)	0	0	62,35	0	63,7	0	57,69	0	0	0	0
K (mg/L)	0	0	3,5	26,7	10,24	0	19	0	0	0	0
CO3 (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO3 (mg/L)	0	0	60,2	50,05	44	0	370,3	0	0	0	0
SO4 (mg/L)	0	0	38	21,64	32,5	0	19,62	3	0	0	0
Mg mg L	0	0	54,9	311	56,1	0	61,23	187	0	0	0
Fe (mg/L)	0	0	0,09	0	0,04	0	0,05	0	0	0	0,12
Mn (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO2 (mg/L)	0,18	0,14	0	0	0	0	1,45	0	0	0	0
NO3 (mg/L)	30,97	25,53	38,33722	16,78	22,5044	2,658	2,3479	0	196,249	0	13,7773
N/ NO3 (mg/L)	6,990970655	5,762979684	8,654	3,787810384	5,08	0,6	0,53	0	44,3	0	3,11
NH3 (mg/L)	0,6	0	0,11	4,03	0,08	0,26	4,17	0	0	0	0

Figura 67 - Tabela da Análise físico química de águas subterrâneas das áreas de influência e das proximidades. Fonte: ANA

4.1.6.10. Uso das águas

As áreas de influência do empreendimento abordado neste estudo são utilizadas em sua totalidade para a produção da monocultura de cana-de-açúcar, assim sendo, as águas de suas redondezas são utilizadas para a irrigação deste tipo de plantação. Anteriormente as águas do açude eram utilizadas para piscicultura, mas devido a sua baixa qualidade a criação de peixes se tornou inviável, devido aos mesmos motivos está água não é mais utilizada para o consumo humano.

Através do levantamento de banco de dados da ANA foram encontrados 5 poços nas áreas de influência do empreendimento, além de terem sido observadas cisternas.

4.2. MEIO BIÓTICO

Para elaboração do diagnóstico do Meio Biótico, fez-se necessário o reconhecimento das principais fisionomias florísticas e grupos faunísticos existentes na área do estudo, com as seguintes delimitações de Áreas de Influência (Figura 68):

- Área Diretamente Afetada (ADA): 111,35 hectares;
- Área de Influência Direta (AID): 1.000 metros a partir dos limites da ADA e espaços adjacentes ao empreendimento;
- Área de Influência Indireta (AII): 2.000 metros projetados a partir dos limites da ADA.

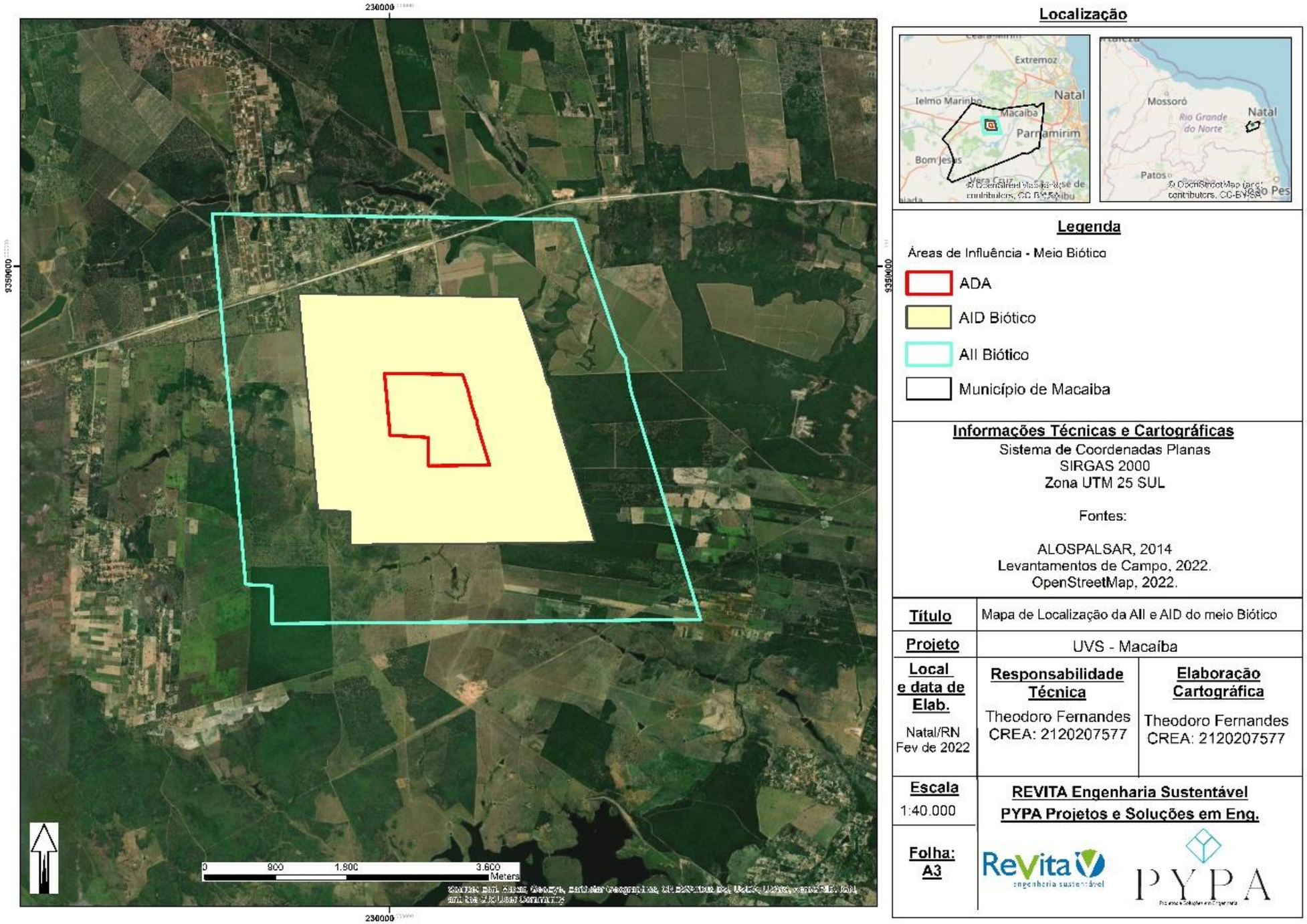


Figura 68 - Mapa contendo as áreas de influência do Meio Biotico

Nessas áreas foram realizados os trabalhos de campo para compor o diagnóstico das fisionomias e grupos de interesse, os quais serão descritos neste capítulo.

As informações coletadas em campo são instrumentos imprescindíveis e fonte de grande importância para avaliação dos impactos ambientais, devido ao uso de uma determinada área para construção do empreendimento em tela. A partir desses dados, são planejadas as medidas mitigadoras a serem implantadas para potencializar os impactos positivos e minimizar ou excluir os impactos negativos.

A visita de campo para reconhecimento e coleta de dados para o diagnóstico foi realizada considerando alguns parâmetros, como: localização, acesso, feição, distribuição, densidade, importância, fisionomias e grupos de interesse.

Os levantamentos de campo foram realizados seguindo metodologias, como levantamento rápido, foto-registro com geolocalização, entrevistas, realização de sobrevoo com Aeronave Remotamente Pilotada – ARP, transectos, busca ativa e auditiva (noturna e diurna) e parcelas de inventário florestal. O levantamento para avaliação do impacto ambiental no meio biótico o ocorreu nos dias 19, 20 e 27 de janeiro de 2022. Além de pesquisa bibliográfica de cunho técnico-científica.

Ao longo deste capítulo serão mostradas tabelas, gráficos, mapas e fotos com a maioria dos registros obtidos in loco das fisionomias, grupos e espécies ocorrentes. A nomenclatura científica utilizada neste estudo segue as normas atuais da Nomenclatura Internacional Botânica e Zoológica e a nomenclatura comum apresentada segue os vocábulos comumente utilizados pela população local.

O objetivo principal deste diagnóstico foi verificar as espécies vegetais e animais ocorrentes nas Áreas de Influência do empreendimento, verificando os locais de ocorrência, estágio de sucessão ecológica, descrevendo das inter-relações dos organismos entre si e com o meio onde vivem, e estabelecendo relações entre as espécies da região que podem vir a ser de interesse econômico e/ou científico, raras, ou ameaçadas de extinção. Bem como, analisar criteriosamente quais os aspectos da paisagem natural que devem ser conservados na área do empreendimento, de acordo com a Legislação Ambiental vigente, com o grau de importância ecológica e de fragilidade dos ambientes.

4.2.1. Flora

4.2.1.1. Contextualização Fitogeográfica

As florestas decíduas brasileiras ocorrem geralmente como faixas transicionais, chamadas também de áreas de tensão ecológica, geralmente estreitas e descontínuas separando as florestas atlânticas das savanas-estépicas das Caatingas, por exemplo, (IBGE 1992; 1993; Ratter 1992). Geralmente, essas matas são agrupadas sob as denominações gerais de: Floresta Estacional Decidual (IBGE 1992), Florestas Caducifólias e Matas ou Florestas Secas (Rizzini 1979; Fernandes 1998).

Regionalmente, a Floresta Estacional Decidual ocorre bordejando a Floresta Semidecidual e esta, a Floresta Ombrófila (Andrade-Lima 1960). Está presente também ao longo de toda a zona de contato entre as Caatingas e os Cerrados (IBGE 1993). A classificação fitogeográfica dessas matas decíduas é bem controversa, sendo ocasionalmente associadas à província Atlântica (Andrade-Lima 1960) e outras às Caatingas (Egler 1957) e outras ainda sendo consideradas como conjunto florestal independente (Fernandes 1998). A dificuldade provavelmente está relacionada ao seu caráter transicional, às restritas áreas que ocupam, à sua antropização quase total e, sobretudo, o grande desconhecimento que as envolvem. Regionalmente, as informações sobre esse tipo florestal se resumem a breves descrições e indicações cartográficas um tanto imprecisas da sua existência (Jacomineet al. 1971; Salgado et al. 1981).

Estudos em florestas de transição são importantes sob diferentes aspectos. Além de fornecerem informações sobre a composição, riqueza e a diversidade de espécies adaptadas a esse tipo de ambiente, subsidiam o aprimoramento dos sistemas de classificação da vegetação e possibilitam avaliar com maior precisão a dinâmica dos principais tipos florestais contíguos.

Para caracterização das fisionomias vegetais encontradas na região de estudo foram utilizados o que propõem Salgado et al. (1981) e IBGE (2012), que dão um embasamento sobre a classificação das fisionomias vegetais. A caracterização foi baseada nas principais espécies por cada fisionomia, as que eram mais abundantes e se destacavam pelo porte e os diferentes estratos observados por fisionomia, assim como a sua caracterização.

Alguns aspectos e características da vegetação presente nas Áreas de Influência são apresentados na Figura 69.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Figura 69 - Fisionomias vegetais e características da vegetação ocorrente nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Foto panorâmica de detalhe de parte da vegetação no interior da ADA observa-se ao fundo a presença de Reserva Legal, UTM 25M230166.78 m E / 9348067.76 m S; (B) – Detalhe das características externas/borda de fragmento de vegetação no interior da ADA; (C) – Detalhe de acesso e das características de parte da vegetação no interior da AID; (D) – Detalhe das características de parte da vegetação no interior da ADA; (E) – Detalhe das características internas de fragmento de vegetação no interior da ADA.

Observa-se nas áreas de Influências, uma vegetação que sofre pela ação antrópica, não sendo diferente para a vegetação de outros Biomas no Estado do RN, que se encontra, em grande parte antropizada, denominada de Vegetação Secundária em diferentes Estádios Sucessionais de Regeneração, originando uma paisagem constituída por mosaicos de vegetação em vários extratos vegetacionais (herbáceo, arbustivo e arbóreo). A progressiva redução da cobertura vegetal. Dentre as principais atividades que modificam essa região, temos, prioritariamente a monocultura da *Saccharum sp*. (cana-de-açucar), bem como atividades de agricultura, pecuária, extração de madeira e a caça predatória (Andradeet al., 2005). Todas essas atividades são desenvolvidas nas Áreas de Influência do empreendimento.

A vegetação desta área é caracterizada também por espécies indicadoras de degradação ambiental, tais como *Prosopis juliflora* (algaroba), *Jatropha mollissima* (pinhão-bravo), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) e *Piptadenia moniliformis* (catanduva). Á predominância destas espécies corroboram que o ambiente sofreu com interferência antrópica (Maracajáet al., 2003). Comum também na região é a grande quantidade de espécies exóticas, principalmente as frutíferas. Compondo os fragmentos de vegetação ainda relativamente preservados destinados em sua grande maioria como Reserva Legal, nestes, podemos observar a ocorrência em grande quantidade de espécies do porte arbórea como: *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Croton sonderianus* (marmeleiro), *Caesalpinia ferrea* (pau-ferro), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo-miúdo), *Ziziphus joazeiro* (juazeiro), *Richardia grandiflora* (limãozinho), dentre outras.

4.2.1.2. Aspectos Metodológicos

O EIA/RIMA da UVS Macaíba, objetiva a verificação e caracterização das principais fisionomias florísticas e estágios de sucessão ecológica de acordo com a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006) e Resoluçõesdo Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA) específicas para o Estado do Rio Grande do Norte nº 10/1993, 32/1994 e 417/2009 ocorrentes nas Áreas de Influência do empreendimento. Bem como, o levantamento fitossociológico, a Identificação das espécies que poderão ser objeto de resgate, etc.

Para realização desse estudo, foram levantados inicialmente, dados secundários como mapas, imagens, entre outros. A partir das informações extraídas, foi definida uma estratégia para o levantamento dos componentes bióticos em campo.

Para o levantamento dos dados secundários obtidos na literatura especializada como recomenda (Amorim et al., 2005), foi realizado apartir de artigos, teses, dissertações, manuais, livros, entre outros e posteriormente através de dados primários observados em campo. As atividades de campo foram realizadas através de incursões nas Áreas de Influência do empreendimento, estas ocorreram nos dias 09 a 12 de janeiro de 2022.

As verificações das espécies observadas foram realizadas com o auxílio de bibliografia especializada para família, gênero e espécie e através de comparações. Para o levantamento florístico, foi adotado o método de Levantamento Rápido (LR) por Pontos de Observações (PO), onde foram registradas todas as espécies avistadas. Parte dos PO se deu ao longo das caminhadas pré-estabelecidas (transectos) nas Áreas de Influências do empreendimento, buscando-se percorrer o máximo da área, para gerar informações abrangentes e estatisticamente representativas para as espécies e fisionomias vegetais, considerando-se inclusive as bordas dos fragmentos vegetais. Foram realizadas também entrevistas com moradores locais, com o objetivo de adquirir informações adicionais sobre aspectos relativos à flora da região.

A identificação da maioria das espécies foi realizada em campo, além de apoio a lista de referência de Plantas do Brasil (http://floradobrasil.jbrj.gov.br), (Forzzaet al., 2014). A seguir, apresentamos registros fotográficos da aplicação dos aspectos metodológicos (Figura 70) utilizados no levantamento das espécies e fisionomias vegetais nas Áreas de Influência do empreendimento.



(A)



(B)

Figura 70 - Foto dos aspectos metodológicos utilizados nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Realização de caminhamentos (transectos) para levantamento da vegetação; (B) – Realização de ponto de observação eregistro fotográfico da vegetação.

Para o inventário florestal (fitossociologia), foi realizada a coleta de dados na ADA do empreendimento. A identificação das espécies catalogadas foi realizada com o auxílio de bibliografia

especializada para família, gênero e espécie. Contou-se com auxílio de um mateiro para demarcação das parcelas, coleta dos dados dendrométricos e identificação das espécies.

A técnica aplicada durante a elaboração do inventário florestal baseou-se no método de Amostragem Aleatória Simples (AAS), que se trata de um processo de amostragem, no qual o critério de probabilidade se estabelece através da aleatorização das parcelas amostrais (Huschetal, 1972). Estabelecidas arbitrariamente através da utilização de trilhas presentes no interior da ADA se valendo das condições de acessibilidade e condições gerais da vegetação.

Nas parcelas amostrais, foram coletados os seguintes dados: espécies, classificadas pelos seus respectivos nomes vulgares e posteriormente classificadas em nível de espécies (nomes científicos) através de revisão bibliográfica, o Diâmetro a Altura do Peito (DAP, em cm) dos fustes ≥ a 2 cm, considerando a significativa presença se espécies típicas da Caatinga, tal parâmetro foi adotado para estudo em questão, ao invés de ≥ a 3,5 cm geralmente utilizado para espécies típicas da Mata Atlântica, medidos a 1,30 m do nível do solo e a altura total (H, em metros). As árvores com ramificações abaixo de 30 cm foram consideradas como indivíduos distintos, enquanto, árvores com ramificações acima de 30 cm foram consideradas como um só indivíduo e os diversos fustes foram mensurados na altura do peito. Para esse estudo, estabelecemos que o tamanho das parcelas amostrais fosse de 10 x 10 m, totalizando 100 m2 cada. Na Figura 71 abaixo, apresentamos registros fotográficos de outros aspectos metodológicos utilizados e para o inventário florestal (fitossociologia).



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 71 - Fotos dos aspectos metodológicos utilizados nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Registro fotográfico dos equipamentos utilizados na metodologia de levantamento fitossociológico no interior da ADA; (B) – Registro fotográfico de aferição de DAP de ramo de indivíduo arbóreo; (C) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 01) em um dos respectivos vértices observa-se as coordenadas geográficas centrais da parcela; (D) – Registro fotográfico da realização de Entrevista com morador local no interior da ADA.

Para a realização do inventário, além dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Etiquetas perfuradas;
- Facão;
- Fita adesiva;
- Fita métrica;
- Foice;
- GPS de navegação;
- Lápis tipo grafite com borracha;
- Ligas de borracha;
- Máquina fotográfica de dispositivo móvel com geolocalização;
- Marcador permanente;
- Prancheta com fichas de campo;
- Rolo de cordão;
- Suta Finlandesa artesanal;
- Trena de fibra 25m;

- Vara graduada de 5 m, com mercação a cada 50 cm (confeccionada em campo).

A seguir, apresentamos as tabelas dos pontos de amostragem, das parcelas e transectos realizados nas Áreas de Influência do empreendimento, assim como, registros fotográficos dos aspectos metodológicos utilizados e os mapas com as respectivas espacializações (na Tabela 8, Tabela 9 e Tabela 10 e na Figura 72 e Figura 73).

Tabela 8 - Pontos Amostrais utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN

Ponto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas (UTM, Datum SIRGAS 2000)		Ponto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas (UTM, Datum SIRGAS 2000)		Fisionomia Levantada
		X	Y			X	Y	
P01	AII	230602.61	9350101.69	P34	ADA	230483.39	9347762.94	Flora
P02	AII	230618.47	9349967.30	P35	ADA	230486.99	9347682.24	Flora
P03	AII	230633.63	9349861.19	P36	ADA	230488.74	9347595.36	Flora
P04	AII	230659.61	9349708.86	P37	ADA	230492.89	9347510.65	Flora
P05	AID	230703.31	9349394.07	P38	ADA	230489.28	9347486.98	Flora
P06	AID	230732.30	9349254.26	P39	ADA	231072.15	9347735.23	Flora
P07	AID	230785.97	9349105.28	P40	ADA	231103.63	9347667.73	Flora
P08	AID	230831.65	9348971.69	P41	ADA	231130.99	9347617.45	Flora
P09	AID	230869.13	9348849.84	P42	ADA	231163.75	9347575.99	Flora
P10	AID	230896.89	9348767.95	P43	ADA	231199.18	9347537.27	Flora
P11	ADA	230857.86	9348621.74	P44	ADA	231239.38	9347514.69	Flora
P12	ADA	230762.36	9348622.47	P45	ADA	230737.85	9347461.85	Flora
P13	ADA	230644.59	9348625.42	P46	ADA	230824.75	9347460.85	Flora
P14	ADA	230516.26	9348626.35	P47	ADA	230871.00	9347463.17	Flora
P15	ADA	230409.19	9348630.61	P48	ADA	231031.10	9347469.24	Flora
P16	ADA	230281.98	9348633.60	P49	ADA	231108.64	9347470.46	Flora
P17	ADA	230179.45	9348631.65	P50	ADA	231140.97	9347466.97	Flora
P18	ADA	230071.96	9348571.03	P51	ADA	231204.59	9347474.75	Flora
P19	ADA	230081.01	9348484.85	P52	AID	230956.60	9347437.20	Flora
P20	ADA	230092.09	9348363.73	P53	AID	231012.55	9347346.53	Flora
P21	ADA	230101.65	9348271.31	P54	AID	231076.62	9347236.41	Flora
P22	ADA	230106.31	9348157.39	P55	AID	231100.84	9347178.11	Flora
P23	ADA	230113.97	9348064.70	P56	AID	231146.05	9347082.18	Flora
P24	ADA	230933.28	9348474.42	P57	AII	231401.72	9346408.70	Flora
P25	ADA	230918.99	9348319.44	P58	AII	231414.36	9346316.90	Flora

Ponto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas (UTM, Datum SIRGAS 2000)		Ponto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas (UTM, Datum SIRGAS 2000)		Fisionomia Levantada
		X	Y			X	Y	
P26	ADA	230897.45	9348182.07	P59	AII	231429.25	9346197.15	Flora
P27	ADA	230884.48	9348062.80	P60	AII	231440.33	9346096.70	Flora
P28	ADA	230870.39	9347988.31	P61	AII	231587.58	9345873.10	Flora
P29	ADA	231018.40	9348314.71	P62	AII	231797.99	9345839.97	Flora
P30	ADA	231044.53	9348219.15	P63	AII	231948.28	9345822.99	Flora
P31	ADA	231071.45	9348131.52	P64	AII	232195.71	9345778.66	Flora
P32	ADA	231087.12	9348075.02	P65	AII	232406.15	9345743.49	Flora
P33	ADA	231093.69	9348033.25					

Tabela 9- Coordenadas geográficas Centrais das parcelas amostraisralizadas no levantamento fitossociológico na ADA do empreendimento, Município de Macaíba – RN.

Parcela	Área de Influência	Coordenadas Geográficas centrais das parcelas (UTM, Datum SIRGAS 2000)		Fisionomia Levantada
		X	Y	
A 01	ADA	230018.56	9348130.42	Flora
A 02	ADA	229993.00	9348270.00	Flora
A 03	ADA	230932.83	9348272.31	Flora
A 04	ADA	231047.15	9348031.93	Flora
A 05	ADA	230054.06	9347919.18	Flora
A 06	AID	230971.87	9348118.25	Flora
A 07	AID	230438.91	9347423.66	Flora
A 08	AID	230464.16	9347822.77	Flora

Tabela 10- Coordenadas geográficas iniciais e finais dos transectos realizados no levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN.

Transecto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas iniciais e finais dos transectos (UTM, Datum SIRGAS 2000)				Tamanho	Fisionomia Levantada
		X inicial	Y inicial	X final	Y final		
T 01	AII	230593.00	9350176.00	230659.00	9349686.00	998m	Flora
T 02	AID	230696.00	9349422.00	230902.00	9348757.00	701 m	Flora
T 03	ADA	230878.00	9348626.00	230158.00	9348634.00	720 m	Flora
T 04	ADA	230069.00	9348619.00	230113.00	9348064.00	561 m	Flora
T 05	ADA	230937.00	9348512.00	230869.00	9347975.00	538 m	Flora

Transecto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas iniciais e finais dos transectos (UTM, Datum SIRGAS 2000)				Tamanho	Fisionomia Levantada
		X inicial	Y inicial	X final	Y final		
T 06	ADA	230971.00	9348500.00	231100.00	9348026.00	492 m	Flora
T 07	ADA	230485.00	9347806.00	230487.00	9347484.00	324 m	Flora
T 08	ADA	231062.00	9347765.00	231251.00	9347502.00	332 m	Flora
T 09	ADA	230716.00	9347462.00	231226.00	9347472.00	506 m	Flora
T10	AID	230946.00	9347447.00	231152.00	9347074.00	435 m	Flora
T11	AII	231394.00	9346498.00	231443.00	9346078.00	424 m	Flora
T12	AII	231532.00	9345883.00	232458.00	9345737.00	939 m	Flora

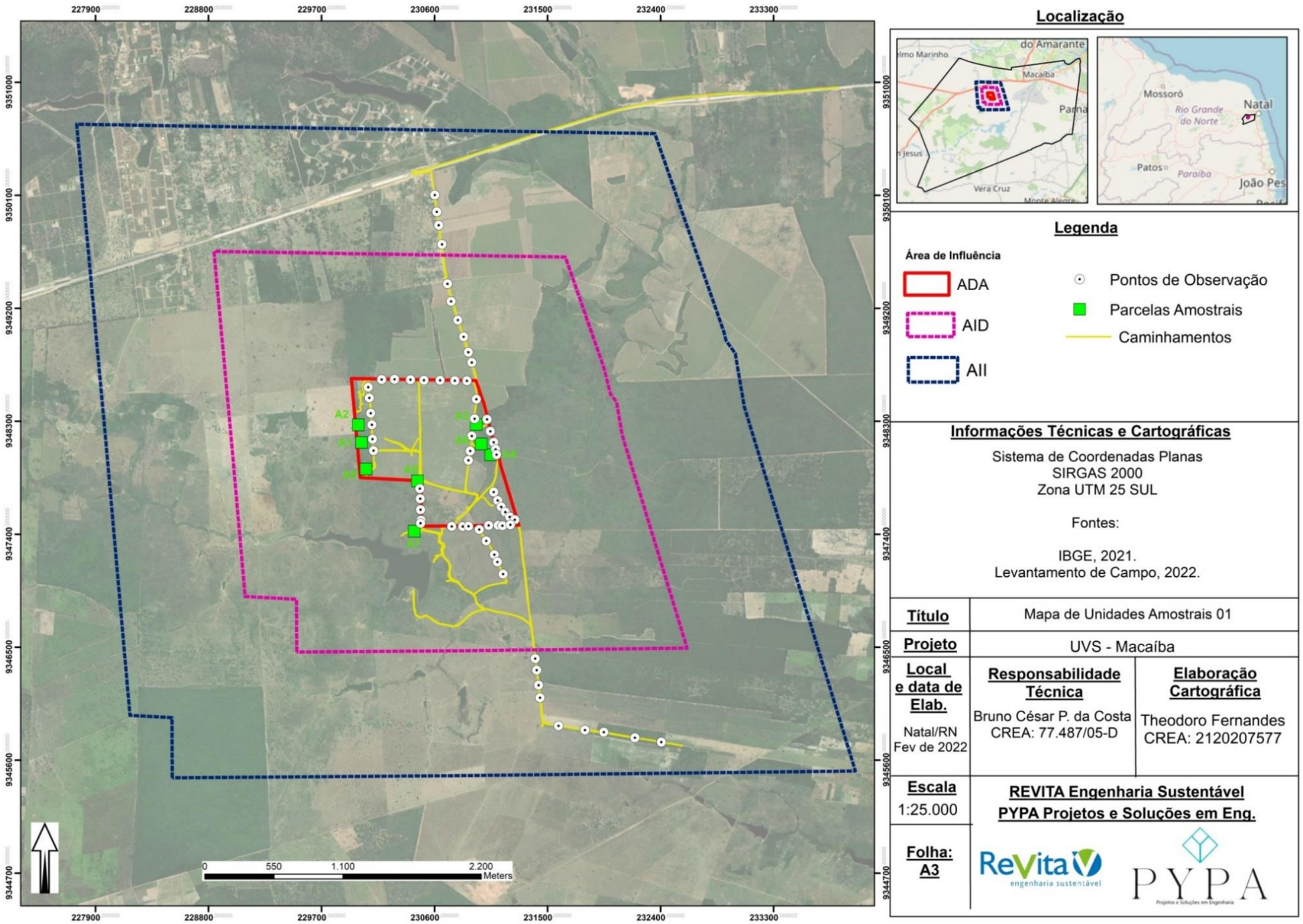


Figura 72 - Mapa de aspectos metodológicos utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN

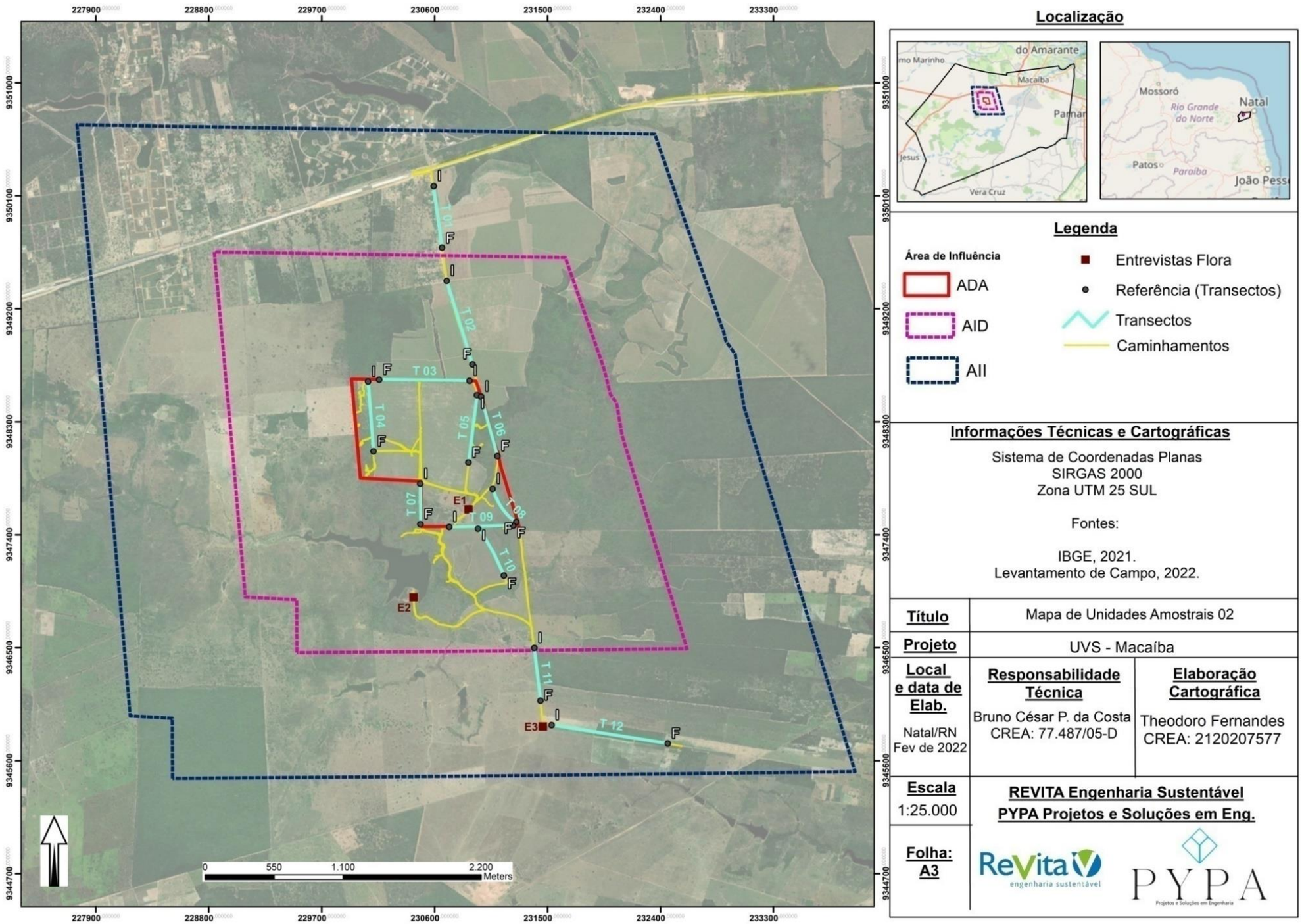


Figura 73 - Mapa de aspectos metodológicos utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN..

4.2.1.3. Análise dos dados dendrométricos

Os dados coletados e analisados serão apresentados por meio de tabelas e gráficos, compondo assim uma estatística descritiva da fitossociologia da vegetação da ADA do empreendimento.

A riqueza de espécies obtidas nas parcelas será apresentada por meio da curva de acumulativa de espécies e por meio de estimadores de riqueza (Jackniffe1 e Chao2).

O estimador de riqueza de Jackknife 1a ordem será realizado usando a fórmula abaixo:

$$S_{Jack1} = S_{obs} + L\left(\frac{a-1}{a}\right)$$

Onde:

S_{Jack1} = estimador de riqueza Jackknife de 1ª ordem;

S_{obs} = número total de espécies observadas em todas as amostras;

L = número de espécies que ocorrem só em uma amostra (espécies únicas);

a = número de amostras.

O estimador de riqueza Chao2 é dado pela seguinte fórmula abaixo:

$$S_{Chao2} = S_{obs} + \left(\frac{L^2}{2D}\right)$$

Onde:

S_{Chao2} = estimador de riqueza Chao 2;

S_{obs} = número total de espécies observadas em todas as amostras;

L = número de espécies que ocorre só em uma amostra (únicas);

D = número de espécies que ocorre só em duas amostras (duplicatas).

Os parâmetros fitossociológicos empregado no estudo foram:

4.2.1.3.1. Densidade

A densidade será expressa através da Densidade Absoluta (DA) e Densidade Relativa (DR). A DA representa o número de indivíduos encontrados em uma unidade de área, é dada pela seguinte fórmula abaixo:

$$\boldsymbol{DA_i = \frac{n_i}{A}}$$

Onde:

DAi = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;

ni = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem.

A DR é a proporção entre a densidade de uma espécie e a densidade total da comunidade e dada pela seguinte fórmula abaixo:

$$DR_i = \frac{DA_i}{DT} x\ 100$$

Onde:

DAi = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;

ni = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem;

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).

4.2.1.3.2. Frequência

Mostra em quantas unidades amostrais a espécie esteve presente. Dessa forma, poderemos informar se a espécie é considerada comum ou não. As fórmulas para o cálculo da Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR) são mostradas abaixo:

$$FA_i = \left(\frac{u_i}{u_t}\right) x\ 100$$

$$FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^{p} FA_i}\right) x\ 100$$

Onde:

FA_i = frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal.

FR_i = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal.

u_i = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre.

u_t =número total de unidades amostrais.

P = número de espécies amostradas.

4.2.1.3.3. Dominância

A dominância refere-se à taxa de ocupação dos indivíduos de uma da espécie na área amostral.

Foram calculadas a Dominância Absoluta (DoA) e a Dominância Relativa (DoR). Sendo DoA a proporção entre a área basal e a área amostrada, e a DoR, uma proporção entre a dominância absoluta de uma espécie e o somatório da dominância absoluta de todas as espécies. Para o cálculo da área basal se utilizou a seguintes fórmulas:

ABP = $\pi.d^2/4$

$$DoA_I = \frac{AB_I}{A}$$

$$DoR_I = \frac{DoA}{DoT} x\ 100$$

Onde:

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.

O índice de Valor de Importância (IVI) é gerado somando os valores da densidade relativa, dominância relativa e frequência relativa. Consequentemente, espécies com maior número de indivíduos, maior diâmetro e que estão presentes em muitas unidades amostrais apresentam os maiores valores de importância segundo Durigan, 2003.

O índice de Valor de Cobertura (IVC) utiliza os valores de densidade relativa e dominância relativa de uma espécie. As fórmulas para cada um dos índices podem ser vistas abaixo.

$$VI_I = DR_I + DoR_I + FR_I$$

$$VC_I = DR_I + DoR_I$$

Onde:

DRi = Densidade relativa da espécie;

DoRi = Dominância relativa da espécie;

FRi = Frequência relativa da espécie.

As análises estatísticas foram realizadas no FITOPAC 2.1. Nele foram gerados os seguintes parâmetros fitossociológicos: Densidade Absoluta e Relativa, Frequência Absoluta e Relativa, Dominância Absoluta e Relativa, Área Basal, Índice de Valor de Importância além do índice de Valor de Cobertura, o volume real e volume empilhado. A partir dos resultados produzidos foram produzidos gráficos e tabelas, que explicam como as informações de cada parâmetro analisado se comportam. Além de permitirem uma análise das médias, desvio padrão e erro padrão, que podem explicar como os dados variam em relação às médias de cada variável analisada.

4.2.1.4. Levantamento florístico

4.2.1.4.1. Fisionomias vegetais ocorrentes e estágio de sucessão ecológica

A AII corresponde à área onde os efeitos são induzidos pela inexistência do empreendimento e não como consequências ambientais geradas pela implantação dele, tendo como abrangência do município de Macaíba - RN, considerando-se principalmente as repercussões socioeconômicas.

Com o objetivo de proteger os remanescentes florestais de Mata Atlântica do desmatamento, foi criada a Lei Nº 11.428, de 22 de dezembro 2006, conhecida como a Lei da Mata Atlântica. Conforme "se trate de vegetação primária ou secundária, nesta última levando-se em conta o estágio de regeneração". Por isso a importância da avaliação correta da sucessão ecológica e estágio de regeneração florestal da sua área nativa. Apenas a partir dessa avaliação é possível conhecer os limites para a sua atividade de intervenção na área desejada. Para a determinação do estágio de sucessão ecológica são observados parâmetros, tais como altura média, diâmetro médio, presença de epífitas, estratificação, serapilheira, além da composição florística. No Rio Grande do Norte, tais parâmetros são classificados baseados nas CONAMA nº10/1993, 32/1994 e 417/2009, que dispõe a definição sobre as formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação secundária.

Qualquer licenciamento ambiental envolvendo a vegetação, principalmente no que tange a Mata Atlântica, deve seguir a classificação sucessional como indicativo de grau de conservação da vegetação com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa. Cada estado pertencente ao Bioma Mata Atlântica possui uma resolução específica aqui já mencionada.

A paisagem da AII é constituída por fisionomias vegetais típicas, idênticas as que são encontradas em toda a região próxima ao empreendimento. A vegetação nativa presente na AII assemelha-se a existente na AID e ADA. Dessa forma, as informações serão apresentadas de forma mais detalhadas no que se refere a AID e ADA, servindo também para complementar e detalhar as informações apresentadas na AII.

4.2.1.4.2. Fisionomias vegetais ocorrentes na AID e na ADA (dados primários)

A classificação da vegetação envolve aspectos fisionômicos, estruturais, florísticos e ecológicos (Rizzini 1979; IBGE 1992). Fisionômica e estruturalmente, a vegetação apresenta como características predominantes uma baixa frequência de espécies armadas, o porte arbóreo relativamente desenvolvido e um dossel não muito compacto, o que a distingue de uma vegetação tipicamente de Mata Atlântica ou de Caatinga Arbórea. Floristicamente, a vegetação apresenta um

conjunto significativo de espécies de ampla dispersão e sofre influência das províncias das Caatingas, Atlântica e dos Cerrados (Cestaro & Soares 2003).

As análises indicam, portanto, haver uma tendência em relação às espécies diferenciais, com aquelas espécies de maior porte e de maior afinidade com as matas secas ocorrendo nas porções mais elevadas do terreno, e aquelas de ampla distribuição pelas Caatingas ocupando as porções mais baixas do relevo.

Pode-se afirmar, portanto, que a vegetação ocorrente nas áreas adjacentes onde se pretende inserir o empreendimento, constitui-se numa floresta de transição entre as províncias Atlântica e das Caatingas, tanto florística quanto ambientalmente, com expressiva participação na comunidade de elementos com ampla distribuição em ambos os ecossistemas classificada como Floresta Estacional Decidual (IBGE 1992), variando entre os estágios sucessionais de regeneração: Estágio Inicial de Regeneração, Estágio Médio de Regeneração e Estágio Avançado de Regeneração baseados nos critérios adotados pela Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006) e CONAMA nas resoluções nº 10/1993, 32/1994 e 417/2009.

Como pode ser observado na Figura 74 abaixo, nas Áreas de Influência do empreendimento predominam áreas constituídas por uma vegetação de médio porte e muitas áreas onde a vegetação original foi inteiramente suprimida. Importante mencionar que, principalmente na AID do empreendimento, sofreu recentemente uma grande supressão vegetal destinada à plantação de cana-de-açúcar e que devido a carências de produto imagem Google Earth atualizado, não foi possível mapear essas áreas totalmente.

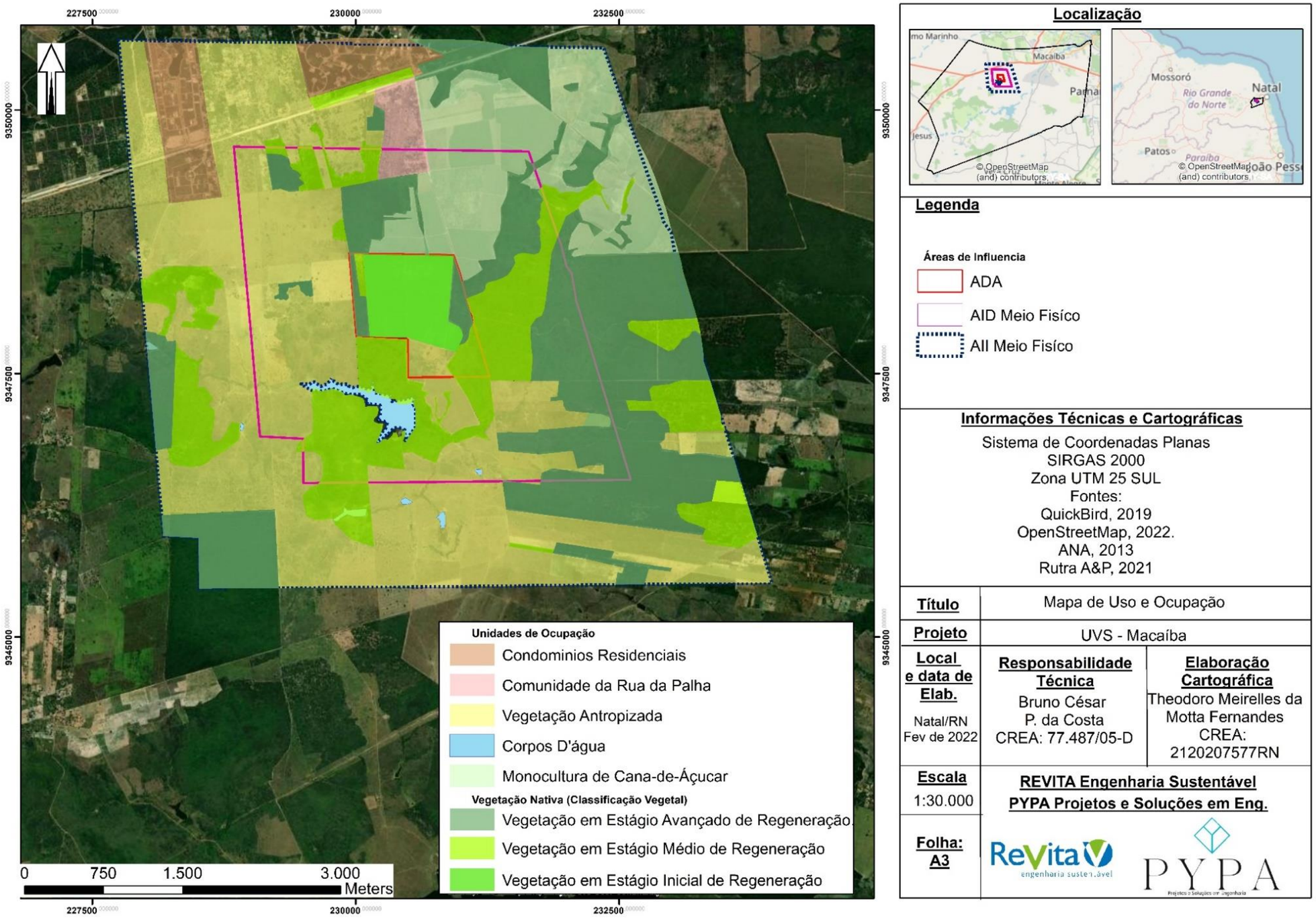


Figura 74 - Mapa das fisionomias vegetais presentes nas Áreas de Influência do empreendimento, Município de Macaíba – RN.

4.2.1.4.2.1. Estágio Avançado de Regeneração

Como já mencionado, a vegetação predominante nos remanescentes florestais presentes nas Áreas de Influência do empreendimento é de porte arbóreo mediano, onde a vegetação original não sofreu intensa intervenção humana. Essa fisionomia vegetal pode mudar em certo grau com a distribuição espacial das espécies, provavelmente influenciada pela distribuição de recursos. Na região de estudo, se destacam trechos com porte geralmente maior que 4 m, embora algumas espécies como cheguem a atingir até 8 m. Outras características que podemos citar são: a fisionomia arbórea dominante sobre as demais, formando um dossel ora fechado e relativamente uniforme, epífitas presentes, serapilheira abundante e diversidade biológica significativa.

O estrato arbóreo é o mais desenvolvido, caracterizado por espécies que ocorrem em todas as Áreas de Influência. As principais espécies, ou seja, aquelas que apresentam alta densidade são: *Poincianella pyramidalis* (catingueira), *Piptadenia moniliformis* (catanduva), *Libidibia ferrea* (pau-ferro), *Richardia grandiflora* (limãozinho), *Genipa americana* (jenipapo-bravo), *Ziziphus joazeiro* (juazeiro), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo-miúdo), *Poincianella pyramidalis* (catingueira), *Croton sonderianus* (marmeleiro), dentre outras. Alguns aspectos e características da vegetação nesse estágio de regeneração, presente na ADA são apresentados na Figura 75 abaixo.



(A)



(B)



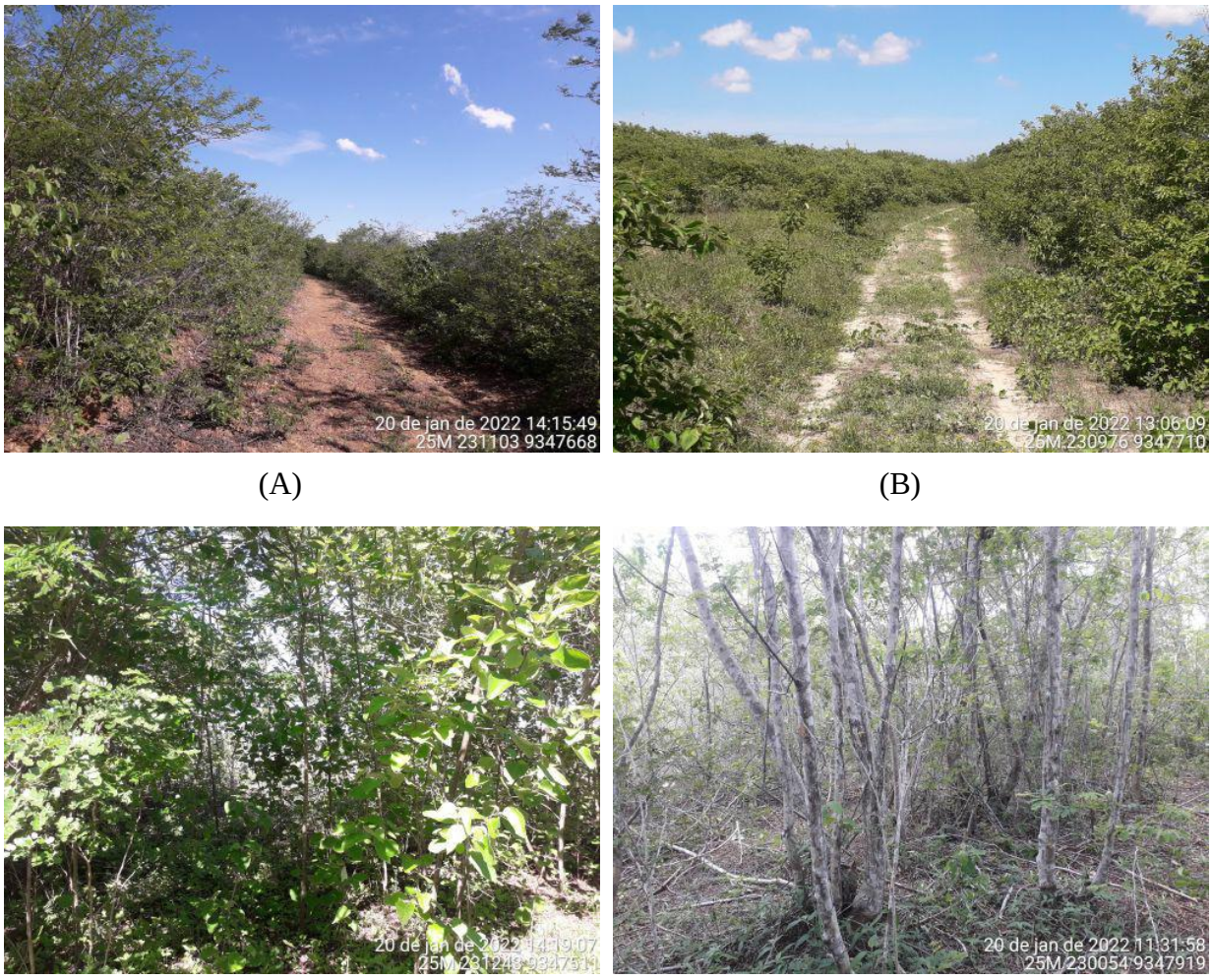
(C) (D)

Figura 75 - Fisionomia vegetal e características do estágioavançado de Regeneração, ocorrente ADA do empreendimento. (A) – Detalhe das características do dossel de parte da vegetação ocorrente no interior da ADA; (B) – Detalhe das características do dossel de outra parte da vegetação ocorrente no interior da ADA; (C) – Detalhe de exemplar da espécie de orquídea Vanilla sp. (vanila) no interior da ADA; (D) – Detalhe de exemplar da espécie Bromélia Karatas (macambira) no interior da ADA.

Aquelas que apresentam baixa densidade são: *Mimosa arenosa* (jurema-branca), *Aspidosperma polyneuron* (peroba), *Handroanthus* sp. (pau-d'arco), *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Mimosa bimucronata* (espinheiro-roxo), *Myracrodruonur undeuva* (aroeira-do-sertão), *Bauhinia fortificata* (mororó), *Cynophalla flexuosa* (Feijão-Bravo), *Libidibia ferrea* (jucazeiro), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúba), *Guapira laxa* (joão-mole), *Cauaçú coccoloba* (cauaçu), *Talisia esculenta* (quixabeira) dentre outras.

4.2.1.4.2.2. Estágio Médio de Regeneração

Refere-se a toda vegetação que cresce onde houve intervenção humana para uso da terra, nesse caso para a finalidade agrícola ou pecuária ocorrente no passado, descaracterizando a vegetação primária significativamente. O estrato tipicamente arbustivo é bem frequente, sendo regularmente uniforme e sendo constituído por poucos elementos florísticos de porte arbóreo como: *Poincianella pyramidalis* (catingueira), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta), *Piptadenia moniliformis* (catanduva), *Comiphora leptophloeos* (imburana), *Ziziphus joazeiro* (juazeiro), *Talisia esculenta* (quixabeira) e etc. Porém, nestas áreas a espécie predominantemente é a *Croton sonderianus* (marmeleiro), trata-se de uma espécie de fácil germinação e de crescimento relativamente rápido. Formando bosques geralmente fechados. Alguns aspectos e características da vegetação nesse estágio de regeneração presente na ADA são apresentados na Figura 76 abaixo.



(A) (B)

(C) (D)

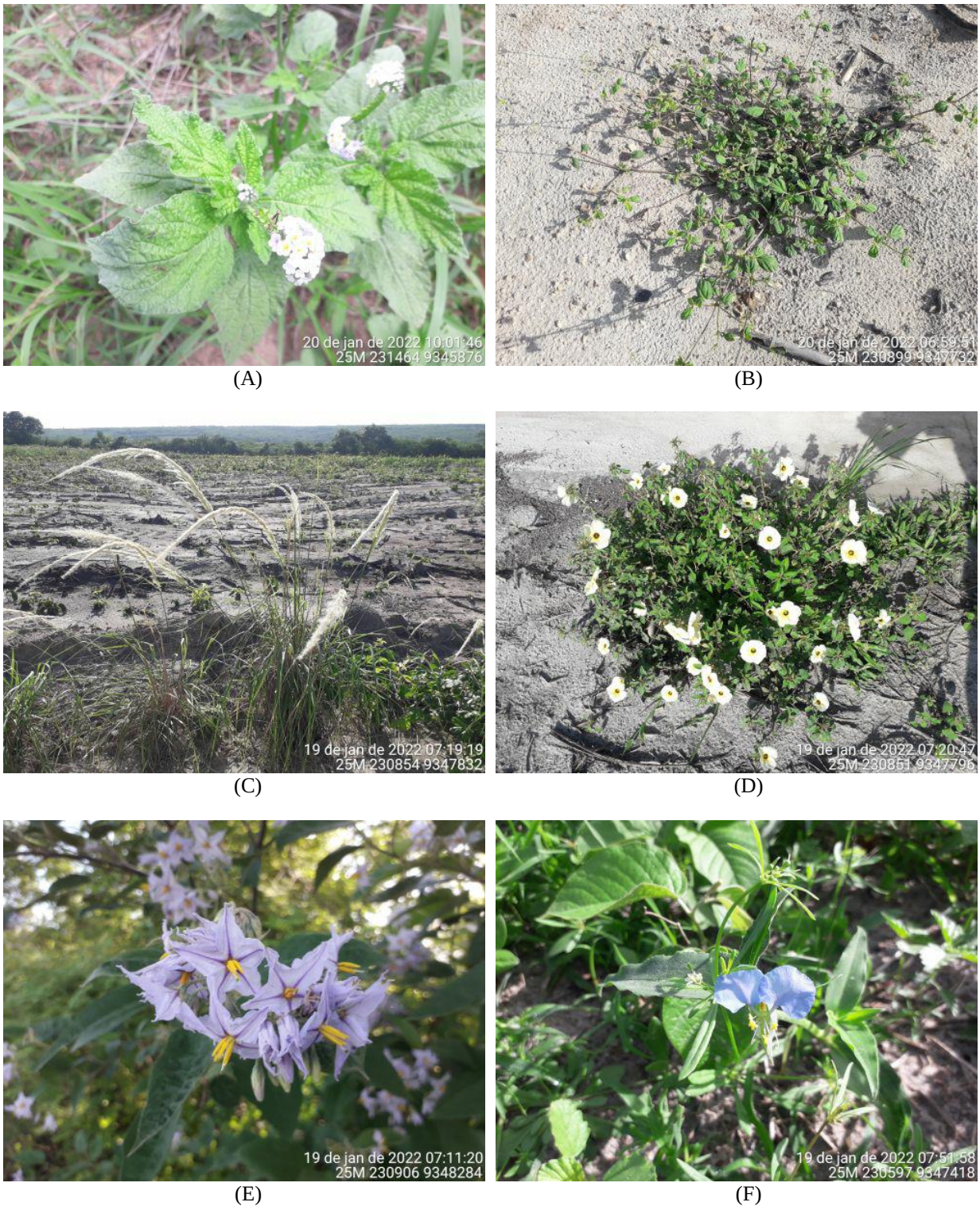
Figura 76 - Fisionomia vegetal e características do estágiomédio de regeneração, ocorrente ADA do empreendimento. (A) – Detalhe de características dessa fisionomia observada em acesso no interior da ADA do empreendimento; (B) – Detalhe de características dessa fisionomia observada em outro acesso no interior da ADA do empreendimento; (C) – Detalhe de características dessa fisionomia observada em borda de vegetação no interior da ADA do empreendimento; (D) – Detalhe de características internas dessa fisionomia no interior da ADA do empreendimento.

4.2.1.4.2.3. Estágio Inicial de Regeneração

Refere-se a toda vegetação que cresce onde houve intervenção humana para uso da terra, nesse caso para a finalidade agrícola ou pecuária ocorrente no passado bem próximo e que atualmente encontra-se em desuso. O que acaba por favorecer o nascimento de espécies pioneiras consideradas infestantes. O estrato herbáceo possui numerosas espécies não lenhosas, cuja feição está representada por um estrato rasteiro. As espécies subarbustivas e herbáceas se desenvolvem bem nessa fisionomia,

com predomínio da família Fabaceae, sendo comum encontrar as espécies como: *Froelichia humboldtiana* (ervaço), *Heliotropium indicum* (fedegoso-crista-de-galo), *Commelina erecta* (santa-luzia), *Mimosa modesta* (malícia), *Ruelliaa sperula (*melosa), *Froelichia humboldtiana* (malva-lisa), *Ipomoea asarifolia* (salsa), *Commelina difusa* (erva-de-santa-luzia), *Cnidoscolus urens* (urtiga), *Aeschynomene viscidula* (pega-pinto), *Senna uniflora* (matapasto-cabeludo), *Senna obtusifolia* (mata-pasto), *Zornia brasiliensis (*carrapicho), *Waltheria americana* (malva-branca), *Brachiaria plantaginea* (capim-doce), *Sideroxylon obtusifolium* (jurubeba), *Solanum paniculatum* (chanana).

Pereira *et al*., (2001, 2002); Andrade et al., 2005; Fabricante & Andrade, 2007 citam essas espécies como indicadoras de áreas perturbadas, favorecendo assim a colonização de setores em Regeneração. Alguns detalhes de espécies ocorrentes nessa fisionomia podem ser observados na Figura 77 abaixo.



(A) (B)

(C) (D)

(E) (F)

Figura 77 - Fisionomia vegetal, características, bem como, detalhe de espécies ocorrentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe de inflorescência de exemplar adulto de Heliotropium indicum (fedegoso-crista-de-galo) no interior da AID; (B) – Detalhe de flor de exemplar adulto de Aeschynomene viscidula (pega-pinto) no interior da AID; (C) – Detalhe de flor de exemplar de indivíduo adulto de Panicum sp. (capim-mansai) no interior da AIDA; (D) – Detalhe de flor de exemplar de indivíduo adulto de Solanum paniculatum (chanana) no interior da AID;

(E) – Detalhe de flor de exemplar de indivíduo adulto de Sideroxylon obtusifolium (jurubeba) no interior da AID; (F) – Detalhe de flor de exemplar adulto de Commelina difusa (erva-de-santa-luzia) no interior da AID.

4.2.1.4.3. Vegetação de ambiente aquático

As matas ciliares são classificadas como Área de Preservação Permanente (APP), tomando-se como base a Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012, que institui o Novo Código Florestal Brasileiro, e a Resolução CONAMA Nº 303, de 20 de março de 2002. É importante mencionar que alguns desses tipos de ambiente se fazem presente nas Áreas de Influência do empreendimento.

É destaque na paisagem a presença de uma barragem no interior da AID e um rio cruzando a AID e AII, onde não foi observada a ocorrência de espécies de macrófitas, somente vegetação ciliar típica, com a expressiva presença nos ambientes brejosos do rio (montante) a presença das espécies Blutaparon portulacoides (pirrixiu) e Acrostichum aureum (acrosticum). Essa vegetação em especial geralmente se apresenta totalmente verde ao longo do ano. Detalhes dessa vegetação podem ser observados na Figura 78 abaixo.



(A)



(B)

Figura 78 - Aspectos e características das espécies típicas e ocorrentes nas áreas úmidas.(A) – Detalhe de concentração de exemplares de Acrostichum aureum (acrosticum) no interior da AID; (B) – Detalhe de concentração de exemplares de Blutaparon portulacoides (pirrixiu) no interior da AID.

Coleta de amostra de água foi realizada com o objetivo de analisar e diagnosticar a comunidade fitoplantônica total presente na coluna d'água da barragem. Esses resultados são apresentados no estudo de fauna, juntamente com a análise e diagnóstico da comunidade zooplantônica.

4.2.1.4.4. Vegetação Antropizada

De acordo com as observações em campo, foi constatado que a maior parte das Áreas de Influência do empreendimento é composta por áreas antropizadas, cuja vegetação original foi suprimida para diferentes Usos Alternativos do Solo tais como: para passagem de linha elétrica de distribuição, vias de acesso, áreas para a construção de residências, prática de cultivo irrigado ou sazonal, pasto para gado.

Importante mencionar que, principalmente a AID do empreendimento foi recentemente antropizada para a plantação de cana-de-açúcar. Alguns aspectos, características e espécies da vegetação presente nestas áreas podem ser observados nos registros fotográficos apresentados na Figura 79 e Figura 80.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Figura 79 - Aspectos do componente florístico mapeado como vegetação antropizada presentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe panorâmico das características de parte da vegetação antropizada no interior da ADA, UTM 230830.23 m E / 9347554.84 m S; (B) – Detalhe da característica espécies arbóreas exóticas presentes no interior da ADA; (C) – Detalhe da característica espécies arbóreas exóticas presentes no interior da AII; (D) – Detalhe da característica de área antes utilizada para plantio de cana-de-açucar no interior da ADA; (E) – Detalhe de área de cultura irrigada de *Panicum maximum* (capim-aruana) no interior da AII.



(F)



(G)



(H)



(I)



(J)

Figura 80 - Aspectos do componente florístico mapeado como vegetação antropizada presentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe panorâmico das características de parte da vegetação antropizada no interior da AID, UTM 231142.91 m E / 9347891.29 m S; (B) – Detalhe da característica de recente supressão vegetal para plantação de cana-de-açucar no interior da AID; (C) – Detalhe de área de cultura irrigada de *Manihote suculenta* (mandioca) no interior da AII; (D) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da

AID, UTM 230969.77 m E / 9347681.13 m S; (E) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da ADA, UTM 230111.80 m E / 9347981.69 m S.

A ADA corresponde a uma área de aproximadamente 111,35 ha. Desta área, será utilizado para a implantação do empreendimento aproximadamente 49 ha, 44 % do total, hoje ocupada pela vegetação em Estágio Inicial de Regeneração, Estágio Médio de Regeneração 12 % por e Estágio Avançado de Regeneração 15 % e área de pastagem 12 %. Como podemos observar na Tabela 11.

Tabela 11 - Classes de Cobertura Vegetal presentes na ADA do empreendimento, município de Macaíba – RN.

Classes	Área (ha)	%
Estágio Inicial de Regeneração	68	61
Estágio Medio de Regeneração	13,8	12
Estágio Avançado de Regeneração	16,7	15
Pastagem	13,45	12
Área de intervenção	49	44
Área da ADA	111,35	100

4.2.1.4.5. Diversidade de espécies

Na Tabela 12, contempla a lista das espécies verificadas nas Áreas de Influência do empreendimento e aquelas de possível ocorrência, baseado na pesquisa bibliográfica realizada.

Tabela 12- Lista de espécies da flora identificadas no levantamento florístico e na pesquisa bibliográfica para as Áreas de Influência do empreendimento, Zona Rural do Município de Macaíba – RN.

Família	Nome do Táxon	Nome Popular	Habito	Origem	Endemismo	Área de ocorrência	Status de conservação		
							IUCN	MMA	CITES
Acanthaceae	*Ruellia asperula* (Mart. ex Ness) Lindau	melosa	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Agavaceae	*Agave sisalana* Perrine ex Engelm.	agave / sisal	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Amaranthaceae	*Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears	pirrixiu	Herbáceo	Nativa	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Froelichia humboldtiana (Roem. & Schult.) Seub.	malva-lisa	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Anacardiaceae	*Mangifera indica* L.	mangueira	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Myracrodruon urundeuva Fr. All.*	aroeira-do-sertão	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Spondias purpurea (L.)	ceriguela	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Spondias mombin L.	cajarana	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Anacardium occidentale L.	cajueiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Spondias purpurea L.	siriguela	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Spondias cytherea Sonn. Não Tuss.	cajá-manga	Arbóreo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
Annonaceae	*Annona squamosa* L.	pinha	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Apocynaceae	*Allamanda blanchetii* A.DC.	sete-patacas-roxa	Arbustivo	Nativa	Endêmica	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Aspidosperma polyneuron Müll.Arg.	peróba	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Macrosiphonia velame (A.St.-Hil.) Müll.Arg.	velame	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Arecaceae	*Cocos nucifera* L	coqueiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Syagrus cearensis Noblick	palmeira-catolé	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Bignoniaceae	*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau	craibeira	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Tabebuia impetiginosa (Mart. ex DC.) Standl.*	pau-d'arco-roxo	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Handroanthus sp.	pau-d'arco	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Boraginaceae	*Euploca polyphyllum* Lehm	sete-sangrias	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Heliotropium indicum L.	fedegoso-crista-de-galo	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Bromeliaceae	*Bromélia Karatas* L.	macanbira	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Burseraceae	*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett	imburana	Arbóreo	Nativa	Endêmica	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
	Protium heptaphyllum March.*	amescla-de-cheiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Cactaceae	*Cereus hildmannianus* K.Schum.	cardeiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Cereus jamacaru DC.	mandacaru	Arbóreo	Nativa	Endêmica	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
Capparaceae	*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl	feijão-bravo	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Capparis jacobinae Moric. ex Eichl.	icó-preto	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Caricaceae	*Carica papaya* L.	mamão	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Commelinaceae	*Commelina erecta* L.	santa-luzia	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Cuscuta racemosa Mart.	cipó-chumbo	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Ipomoea asarifolia (Desr) Roem. & Schult.	salsa	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Commelina diffusa Burm. f.	erva-de-santa-luzia	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Celastracea	*Maytenus erythroxylon* Reiss.*	bom-nome	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Combretacea	*Buchenavia capitata* Eichl.	mirindiba	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Curcubitaceae	*Cucurbita* sp.	jerimum	Herbáceo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Citrullus sp.	melancia	Herbáceo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
Cyperaceae	*Cyperus ligularis* L.	tiriricão	Herbáceo	Nativa	#	AID, AII	NC	NC	NC
Euphorbiaceae	*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.	pinhão-bravo	Arbóreo	Nativa	Endêmica	ADA, AID, AII	NC	NC	NC

Família	Nome do Táxon	Nome Popular	Habito	Origem	Endemismo	Área de ocorrência	Status de conservação		
							IUCN	MMA	CITES
	Manihot esculenta Crantz	macaxeira	Arbustivo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Euphorbia tirucalli L.	avelós	Arbóreo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
Erythroxylaceae	*Croton campestris* A. St. Hill.	velame	Arbustivo	Nativa	Endêmica	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Croton sonderianus Mull. Arg.	marmeleiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Cnidoscolus urens (L.) Arthur	urtiga	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
Fabaceae	*Chamaecrista hispidul (Vahl)* H.S. Irwin & Barneby*	visgo	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Prosopis juliflora (Sw.) DC.	algaroba	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Pithecellobium diversifolium Benth.	mata-fome / espinheiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Phaseolus vulgaris L.	feijão	Herbáceo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Mimosa bimucronata (DC.) Kuntze	espinheiro-roxo	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Caesalpinia ferrea Mart. Ex Tul.	pau-ferro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Tamarindus indica L.	tamarindu	Arbóreo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Leucaena leucocephala (Lam.) R. de Wit	leucena	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Pithecellobium diversifolium Benth.*	brinco-de-sauim	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	jucazeiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Mimosa pudica L.*	malícia	Trepador	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Aeschynomene viscidula Michx.	pega-pinto	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	angico	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Bauhinia fortificata Link.	mororó	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Galactia jussiaeana Kunth	pega-pega	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Mimosa ophthalmocentra Mart. ex Benth.	jureminha	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Mimosa camporum Benth.*	mimosa	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	*Mimosa tenuiflora (*Willd.) Poir.	jurema-preta	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
	Piptadenia moniliformis (Benth.) Luckow & R.W. Jobson	catanduva	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
	Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke	jurema-branca	Arbóreo	Nativa	Endêmica	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Poincianella pyramidalis tul.	catingueira	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Senna occidentalis (L.) Link	fedegoso	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Senna uniflora (Mill.) H.S.Irwin & Barneby*	matapasto-cabeludo	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin e Barneby	matapasto	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Zornia brasiliensis Vogel	carrapicho	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Enterolobium contortisiliquum (Vell.)	timbaúba	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Flacourtiaceae	*Casearia decandra* Jacq.*	assa-peixe	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
	Casearia sylvestris Sw.*	ramo-de-carne	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
Graminae	*Pennisetum purpureum* Schumach.	capim-elefante	Arbustivo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Panicum sp.	capim-manssai	Herbáceo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Panicum maximum Jacq.	capim-aruana	Herbáceo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Erythroxylaceae	*Erythroxylum revolutum* Mart.*	fruta-de-juriti	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	LC	NC	NC
Leguminosae	*Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland	brinquinho	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Acacia glomerosa Benth.*	mercador	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Apuleia leiocarpa J.F. Macbr.*	jitaí	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.	acácia	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Loranthaceae	*Struthantus flexicaulis* (Mart. ex Schult. f.)	erva-de-passarinho	Trepador	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC

Família	Nome do Táxon	Nome Popular	Habito	Origem	Endemismo	Área de ocorrência	Status de conservação		
							IUCN	MMA	CITES
Lythraceae	*Punica granatum* L.	romã	Arbóreo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
Malpighiaceae	*Malpighia emarginata* DC.	acerola	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Malvaceae	*Luehea divaricata* Mart & Zucc.	açoita-cavalo-miúdo	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Luehea ochrophylla Mart.	açoita-cavalo	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Waltheria americana L.*	malva-branca	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Meliaceae	*Azadirachta indica* A. Juss.	niim	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Moracea	*Ficus catappifolia* Kunth & Bouché	gameleira	Arbóreo	Nativa	#	AID, AII	NC	NC	NC
Myrtaceae	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	azeitona-roxa	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Campomanesia dichotoma (Berg) Mattos*	guabiraba-de-pau	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Psidium guajava L.	goiabeira	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Eugenia uniflora L.	pitanga	Arbóreo	Nativa	#	AID, AII	NC	NC	NC
Musaceae	*Musa* sp.	bananeira	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Nyctaginaceae	*Guapira laxa* (Netto) Furlan	joão-mole	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Bougainvillea sp.	bouganville	Arbóreo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
Olacaceae	*Ximenia americana* L.	ameixa	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Orchidaceae	*Vanilla* sp.	vanila	Epífita	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Pteridaceae	*Acrostichum aureum* L.	acrosticum	Arbustivo	Nativa	#	AID, AII	NC	NC	NC
Plantaginaceae	*Scoparia dulcis* L.	vassourinha	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Poaceae	*Zea* sp.	milho	Arbustivo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Panicum maximum Jacq.	capim-sempre-verde	Arbustivo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Saccharum sp.	cana-de-açucar	Arbustivo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Sorghum bicolor L., Moench	sorgo	Arbustivo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Brachiaria plantaginea (Link.) Hitchc.	capim-doce	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Polygonaceae	*Cauaçu coccoloba* cf. latifolia Lam.	cauaçu	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	bredo-de-porco	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Rhamnaceae	*Ziziphus joazeiro* Mart	juazeiro	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Rubiaceae	*Borreria verticillata* (L.) G.Mey.	laranjeira	Arbóreo	Exótica	#	AID, AII	NC	NC	NC
	Citrus × sinensis Macfad.	limão	Arbóreo	Exótica	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Tocoyena selloana K. Schum.*	jenipapo-bravo	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Genipa americana L.	jenipapo-bravo	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Citrus limonum (L.) Osbeck	asa-de-pato	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Rutaceae	*Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud.	limãozinho	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Sapindaceae	*Zanthoxylum syncarpum* Tul.	pitombeira	Arbóreo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Sapotaceae	*Talisia esculenta* (Cambess) Radlk.	quixabeira	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Solanaceae	*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	jurubeba	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
	Solanum guaraniticum St. Hil.	jurubeba-velame	Arbustivo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC
Turneraceae	*Solanum paniculatum* L.	chanana	Herbáceo	Nativa	#	ADA, AID, AII	NC	NC	NC

Legenda: Status de conservação: Em perigo (EN), Pouco preocupante (LC); Dados deficientes (DD), Não consta na lista (NC). * espécie de possível ocorrência (literatura)..

4.2.1.4.6. Estudo florístico e fitossociológico

Durante o levantamento florístico realizado nas Áreas de Influência do empreendimento e por meio de informações bibliográficas, foi possível verificar um total de 119 espécies vegetais, pertencentes a 49 famílias. Ressaltamos que a composição de espécies é basicamente a mesma para todas as Áreas de Influência do empreendimento, abrangendo também as espécies exóticas.

Analisando a riqueza total de espécies por família (dados primários e secundários), verificou-se que a família Fabaceae apresentou a maior diversidade de espécies com um total de 26 espécies, representando 22 % da diversidade total; seguida pela família Anacardiaceae com um total de 7 espécies representando 6 %, Poaceae e Rubiaceae com um total de 5 espécies cada, representando 4 % cada das espécies da diversidade total. As demais famílias apresentaram uma riqueza igual ou inferior a 4 espécies, e destas, 26 famílias possuem apenas 1 espécie, como pode ser observado na Figura 81 abaixo.

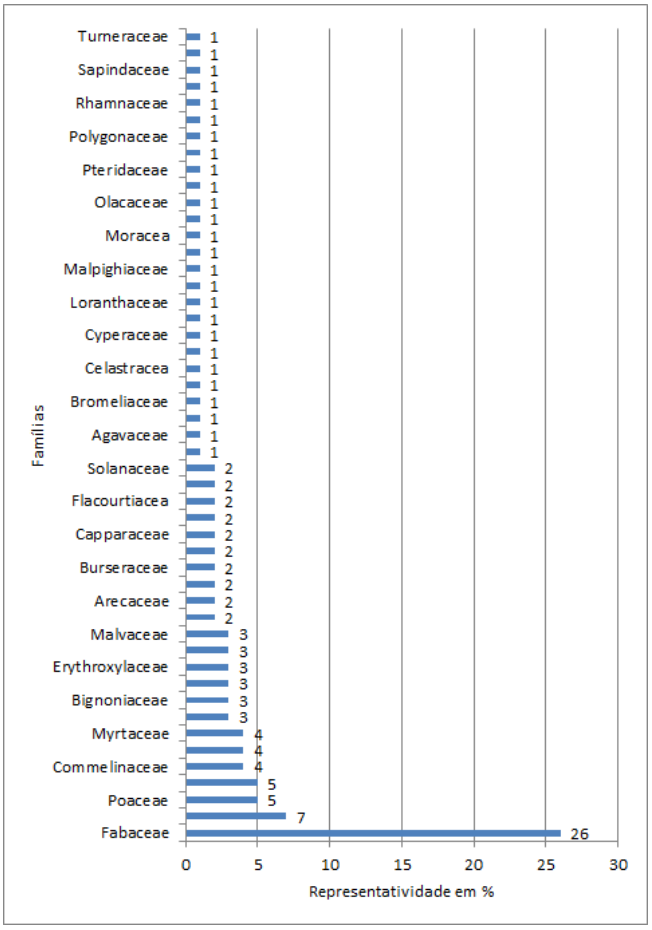


Figura 81 - Gráfico de riqueza e representatividade de espécies da flora por família nas Áreas de Influência do empreendimento.

Verificando os hábitos de vida das espécies presentes nas Áreas de Influência do empreendimento, observa-se o predomínio de espécies de hábito arbóreo, com uma representatividade de 59 %, seguida de espécies com hábitos herbáceo e arbustivo com 19 % ambos. Os demais hábitos observados são: trepador 2 % e epífita 1 %, como podem ser observados na Figura 82.

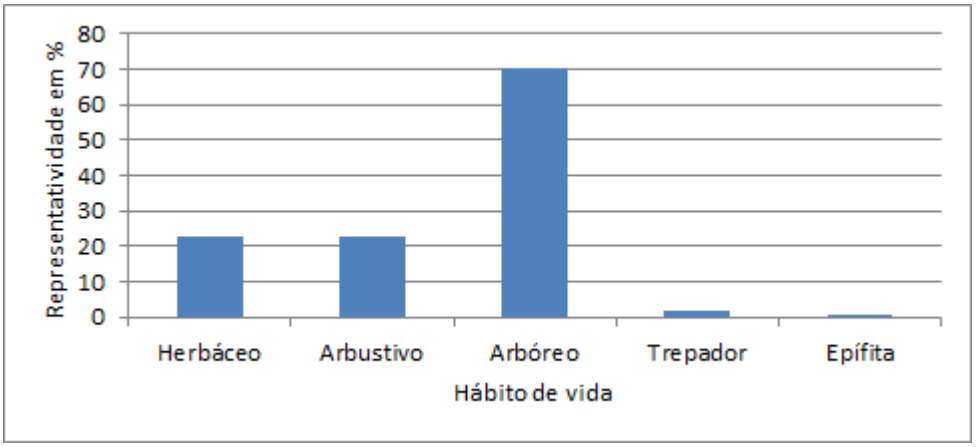


Figura 82 - Gráfico de riqueza e representatividade de espécies de acordo com seu hábito de vida na área de influência do empreendimento.

Objetivando principalmente o estudo da diversidade das espécies arbóreas ocorrentes nos fragmentos florestais adjacentes da área prevista para a implantação do empreendimento, bem como, a obtenção dos dados dendrométricos. Optou-se por realizar o estudo fitossociológico, que é cobrado no TR apenas em caso da necessidade de supressão vegetal.

Para o estudo fitossociológico foram considerados os dados específicos da área estudada, levando em consideração o levantamento das espécies catalogadas nas 8 parcelas amostrais de 10 x 10 m cada. Ao todo foram catalogadas 12 famílias e 18 espécies de porte arbóreo arbustivo resultando na medição de 882 indivíduos em 800 m² (11.025 ind/ha), com rendimento lenhoso em torno de 32,368 mst ou 9,520 m³. O fator de conversão do estéreo para m³ é feito pela aplicação do fator de conversão fixado em 3,40. Valores próximos aos encontrados por Cestaro & Soares 2003, quando estudou a variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento florestal da região. Os valores encontrados podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13- Parâmetros gerais provenientes do levantamento fitossociológico no empreendimento

Parâmetros	Valor
Nº de indivíduos	882
Nº de Espécies	18
Nº de Famílias	12
Nº de Amostras	8
DAP médio (cm)	4,047
Frequência total	712,500
Frequência total das famílias	475,000

Parâmetros	Valor
Área Basal total (m^3)	1,503
Dominância Absoluta	18,791
Área total da amostra (m^2)	0,080
Altura média (m)	5,223
No. total de ramos	997
Nº de indivíduos ramificados	91
Porcentagem ramificado	10,317
Número médio de árvores (ha)	11.025
Volume médio por árvore (m^3)	0,011
Volume total amostrado (m^3)	9,520
Volume total amostrado (mst)	32,368
Volume médio (m^3/ha)	119
Volume total (mst/ha)	404,6

As variáveis analisadas foram: Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR), Densidade Absoluta (DA) e Densidade Relativa (DR), Dominância Absoluta (DoA) e Dominância Relativa (DoR), Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Valor de Cobertura (IVC).

A análise fitossociológica da área amostral do empreendimento está representada na Tabela 14 e Tabela 15 abaixo. Nas quais, observa-se as espécies amostradas com seus respectivos parâmetros dendrométricos e fitossociológicos calculados. Nela podemos observar que a espécie Piptadenia *moniliformis* (catanduva) apresentou a maior diversidade e abundância, com um total de 184 indivíduos catalogados, representando 21 %, seguida de *Crotons onderianus* (marmeleiro) com 148, representando 17 % e depois de *Luehea divaricata* (açoita-cavalo-miúdo) com 141, representando 16 %.

Tabela 14- Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento.

Espécies	NInd	dpNInd	MédAlt	AbsDe	RelDe	NAm	AbsFr	RelFr	AbsDo	RelDo
Piptadeniamonili formis	184	36,820	6,53	2300,0	20,86	4	50,00	7,02	6,45	34,31
Crotonsonderianus	148	30,519	3,36	1850,0	16,78	4	50,00	7,02	1,83	9,71
Lueheadivaricata	141	23,748	4,59	1762,5	15,99	5	62,50	8,77	1,59	8,44
***Zanthoxylum*sp.**	72	11,174	7,11	900,0	8,16	5	62,50	8,77	2,76	14,68
Caesalpiniaferrea	81	12,933	6,05	1012,5	9,18	5	62,50	8,77	1,91	10,16
Não identificada	85	12,614	4,98	1062,5	9,64	4	50,00	7,02	1,32	7,01
Libidibiaferrea	27	4,470	4,89	337,5	3,06	5	62,50	8,77	0,45	2,41
Mimosa bimucronata	37	8,618	4,20	462,5	4,20	4	50,00	7,02	0,54	2,88
Guapira laxa	22	3,694	5,82	275,0	2,49	4	50,00	7,02	0,78	4,14
Mimosa ophthalmocentra	27	6,545	4,59	337,5	3,06	4	50,00	7,02	0,25	1,35
Genipa americana	32	8,053	5,13	400,0	3,63	3	37,50	5,26	0,38	2,00
Poincianellapyramidalis	6	1,165	5,83	75,0	0,68	3	37,50	5,26	0,22	1,14
Bauhiniafortificata	11	2,669	4,82	137,5	1,25	2	25,00	3,51	0,10	0,52
Aspidospermapolyneuron	4	1,414	5,50	50,0	0,45	1	12,50	1,75	0,09	0,48
***Handroanthus*sp.**	2	0,707	5,00	25,0	0,23	1	12,50	1,75	0,06	0,32
Ximenia americana	1	0,354	5,00	12,5	0,11	1	12,50	1,75	0,06	0,32
Cynophalla flexuosa	1	0,354	4,00	12,5	0,11	1	12,50	1,75	0,02	0,08
Talisiaesculenta	1	0,354	3,00	12,5	0,11	1	12,50	1,75	0,01	0,04

Legenda: **Nind –** Nº de Indivíduos; **dpNInd** – Desvio padrão de indivíduos; **MédAlt** – Altura média; **AbsDe** – Densidade absoluta; **RelDe** – Densidade relativa; **Nam** – Nº de amostras; **AbsFr** – Frequência absoluta; **RelFr** – Frequência relativa; **AbsDo** – Dominância absoluta; **RelDo** – Dominância relativa.

Tabela 15- Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento.

Espécies	AbsVol	RelVol	MinVol	MaxVol	MédVol	dpVol	IVI	IVC
Piptadeniamoniliformis	45,57	38,29	0,002	0,11	0,020	0,023	62,18	55,17
Crotonsonderianus	7,20	6,05	0,001	0,05	0,004	0,006	33,51	26,49
Lueheadivaricata	7,48	6,29	0,001	0,01	0,004	0,003	33,20	24,43
***Zanthoxylum*sp.**	22,47	18,89	0,001	0,14	0,025	0,034	31,62	22,84
Caesalpiniaferrea	12,52	10,52	0,001	0,25	0,012	0,028	28,11	19,34
Não identificada	7,00	5,88	0,001	0,04	0,007	0,006	23,67	16,65
Libidibiaferrea	2,20	1,85	0,001	0,02	0,007	0,005	14,24	5,47
Mimosa bimucronata	2,82	2,37	0,001	0,03	0,006	0,008	14,10	7,08
Guapira laxa	5,22	4,39	0,001	0,12	0,019	0,027	13,65	6,63
Mimosa ophthalmocentra	1,19	1,00	0,001	0,01	0,004	0,002	11,43	4,41
Genipa americana	2,02	1,70	0,002	0,02	0,005	0,005	10,89	5,63
Poincianellapyramidalis	1,53	1,29	0,001	0,04	0,020	0,019	7,09	1,82
Bauhiniafortificata	0,50	0,42	0,001	0,01	0,004	0,003	5,28	1,77
Aspidospermapolyneuron	0,58	0,49	0,004	0,04	0,012	0,016	2,69	0,93
***Handroanthus*sp.**	0,30	0,25	0,010	0,01	0,012	0,003	2,30	0,55
Ximenia americana	0,30	0,25	0,024	0,02	0,024	-	2,19	0,43
Cynophalla flexuosa	0,06	0,05	0,005	0,01	0,005	-	1,95	0,20
Talisiaesculenta	0,02	0,02	0,002	0,00	0,002	-	1,91	0,16

Legenda: **AbsVol** – Volume absoluto; **RelVol** – Volume relativo; **MinVol** – Volume mínimo; **MaxVol** – Volume máximo; **MédVol** – Volume médio; **dpVol** – Desvio padrão de volume; **IVI** – Índice de Valor de Importância; **IVC** – Índice de Valor de Cobertura.

Durante a realização das parcelas para a caracterização fitossociológica foi contabilizada a presença de 18 espécies de plantas nativas arbóreas com DAP de diâmetro de ≥ 2 cm, divididas em 12 famílias. Essas informações coletadas em 8 parcelas (10x10 m) foram usadas para gerar a curva de rarefação, que tende a estabilização. Portanto, utilizou-se estimadores de riqueza para extrapolar a riqueza observada e tentar estimar a riqueza total através de uma amostra incompleta de uma comunidade biológica (Walther & Moore 2005). Verificam-se os estimadores com réplicas pelo método de Chao “2” e Jackknife “1” respectivamente, onde foram estimadas as mesmas riquezas de 22,38 espécies.

Para corroborar com essa informação obtida na curva, utilizou-se também o estimador de riqueza com réplicas pelo método de Shannon, pelo qual foi estimada a riqueza de 2.29 espécies para ±, valor próximo do encontrado por Cestaro & Soares 2003, quando estudou a variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento florestal da região. Esse valor estimado de

riqueza e seus desvios também corroboram a representatividade da amostragem como podemos observar na Figura 83.

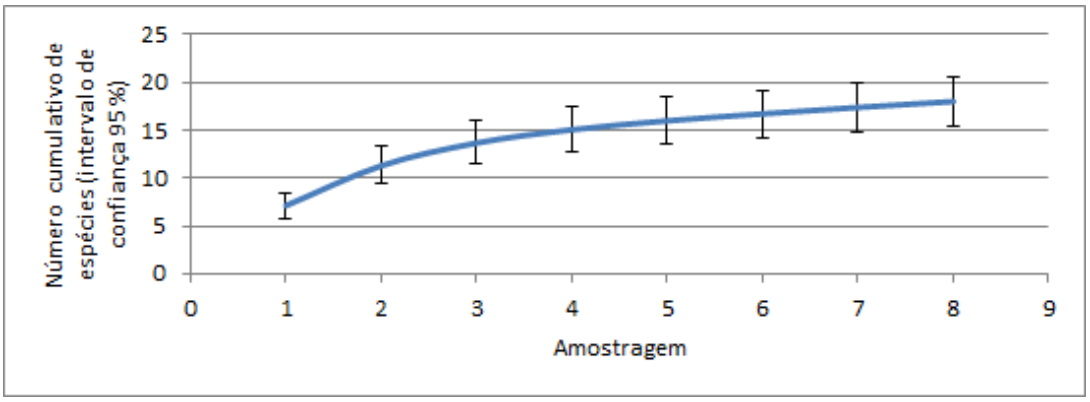


Figura 83 - Curva de rarefação mostrando como se comporta a riqueza de espécies arbóreas nativas em função do esforço amostral.

A DA de uma amostra é o quociente da massa de uma porção da amostra pelo volume que ela ocupa. Enquanto a DR, de maneira geral, a Densidade é o número de indivíduos por unidade de área (amostra). Ela mede a participação das diferentes espécies dentro da associação vegetal, propicia a análise do comportamento de cada espécie na comunidade, bem como mudanças na distribuição espacial que nela ocorrem.

Para o parâmetro DA, a espécie *Piptadenia moniliformis* se apresentou com o maior valor de DA de 2.300 ind/ha e a DR de (20,86 %) seguida por *Croton sonderianus* com 1.850 e (16,78 %) e *Luehea divaricata* com 1.762 e (15,99 %). A Figura 84 demostra os parâmetros mencionados.

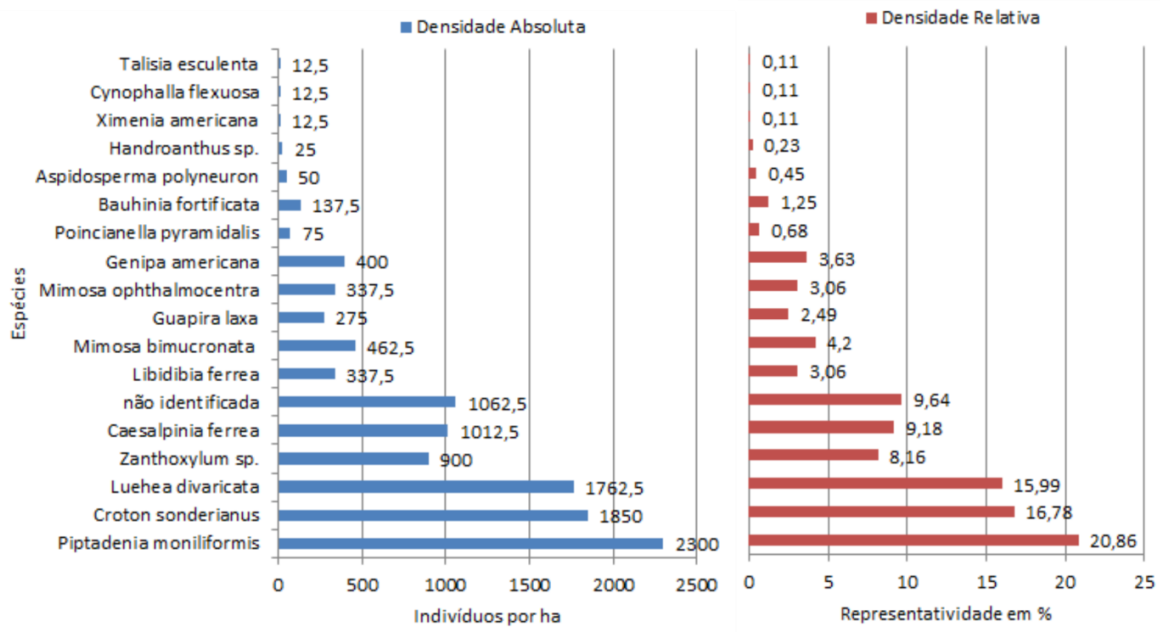


Figura 84 - Gráfico de Densidade Absoluta e de Densidade Relativa das espécies.

Os gráficos a seguir apresentam os resultados de relativos a DoA e DoR para as 18 espécies catalogadas. Onde a dominância absoluta é obtida através da soma das áreas basais (AB) dos indivíduos de uma mesma espécie, por hectare.4 A DoR corresponde à participação, em percentagem, em relação à Área Basal Total (ABT). As espécies que apresentaram os maiores valores de DoA e DoR presente na amostragem foram: *Piptadenia moniliformis* com o maior valor de DoA de (6,45) e a DoR de (34,31 %) seguida por *Zanthoxylum sp.* (2,76) e (14,68 %) *e Croton sonderianus* com (1,83) e (9,71 %). A Figura 85 demostra os parâmetros mencionados.

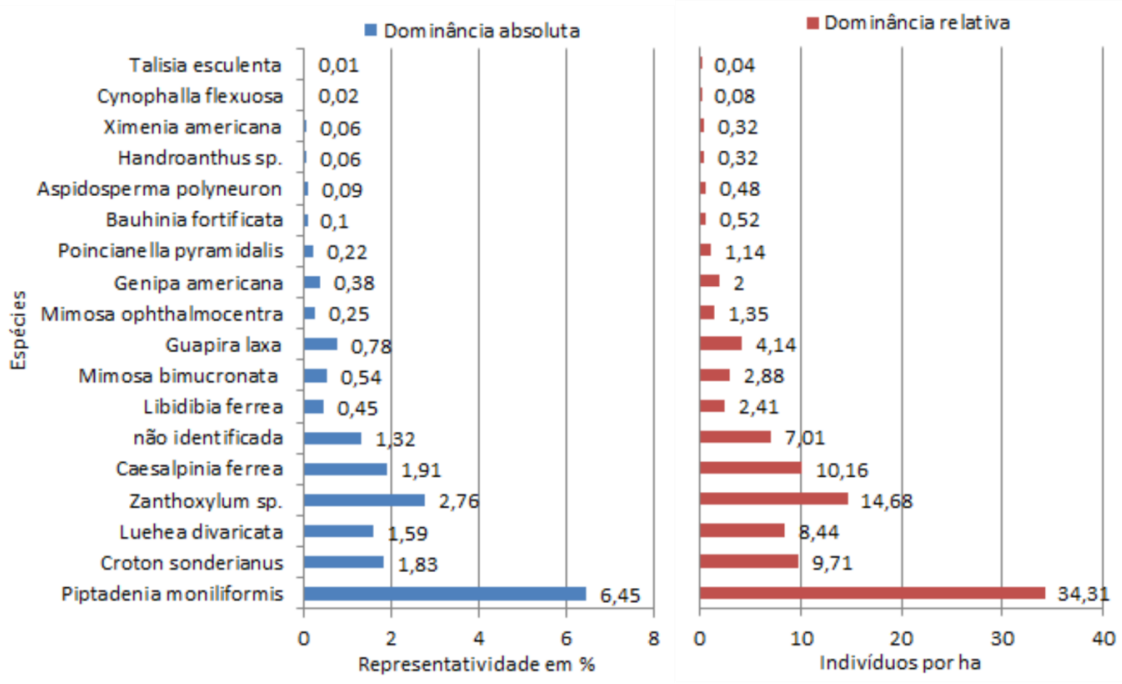


Figura 85 - Gráfico de Dominância Absoluta e de Dominância Relativa das espécies.

A FA registra exatamente a quantidade de vezes que determinado registro ocorreu nas unidades amostrais. A FR é definida como a razão entre a FA o número total de observações. As espécies registradas que apresentaram os maiores valores de FA foram: *Luehea divaricata*, *Zanthoxylum* sp., *Caesalpinia ferrea* e *Libidibia ferrea*, ambas com 62,5 %. As espécies registradas que apresentaram os maiores valores de FR foram exatamente às mesmas, com 8,77 % cada. A Figura 86 abaixo demostram os parâmetros mencionados.

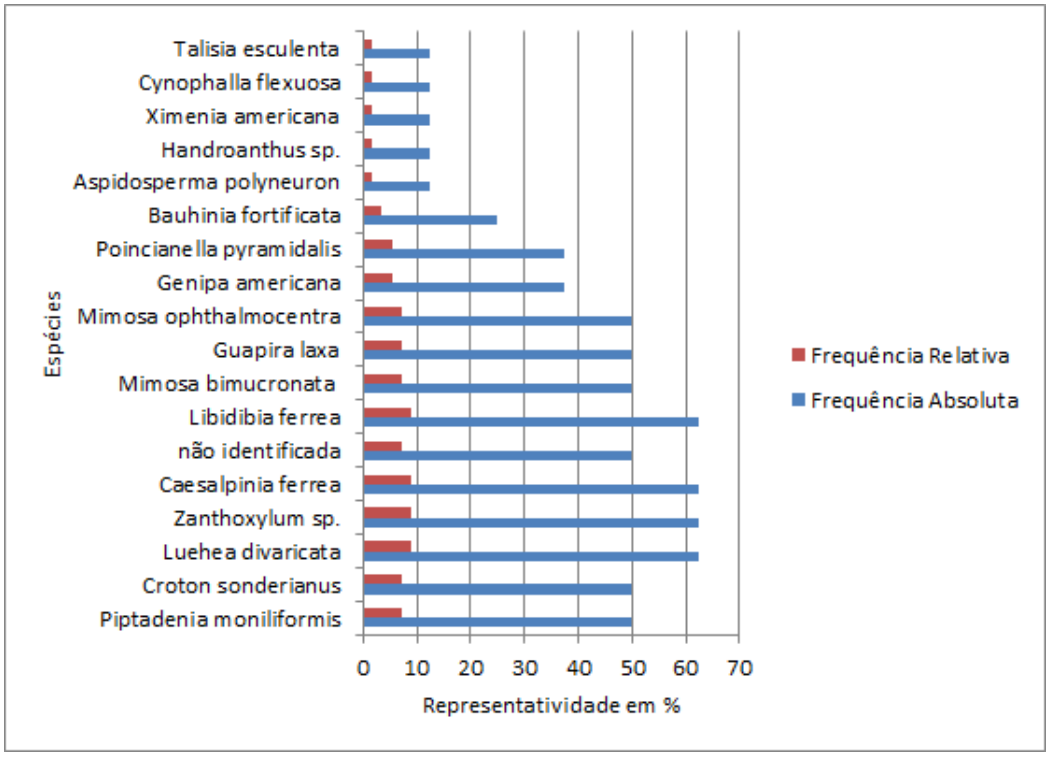


Figura 86 - Gráfico de Frequência Absoluta e de Frequência Relativa das espécies.

Em seguida apresentamos o IVC e IVI para cada espécie amostrada no levantamento. O IVC de cada espécie é obtido pela soma dos valores relativos de densidade e dominância, considerando a variação e abundância. O IVI indica a importância ecológica de uma determinada espécie na comunidade, sendo constituído pela soma de todos os valores dos parâmetros relativos.

Com relação ao IVC, a espécie *Piptadenia moniliformis* apresentou-se com o maior valor de Cobertura (55,17 %) seguida por *Croton sonderianus* com (26,49 %) e *Luehea divaricata* com (24,43 %). Com relação ao IVI, essas mesmas espécies apresentaram os maiores valores de Importância (62,18 %), (33,51 %) e (33,2 %) respectivamente. A Figura 87 abaixo demostram os parâmetros mencionados.

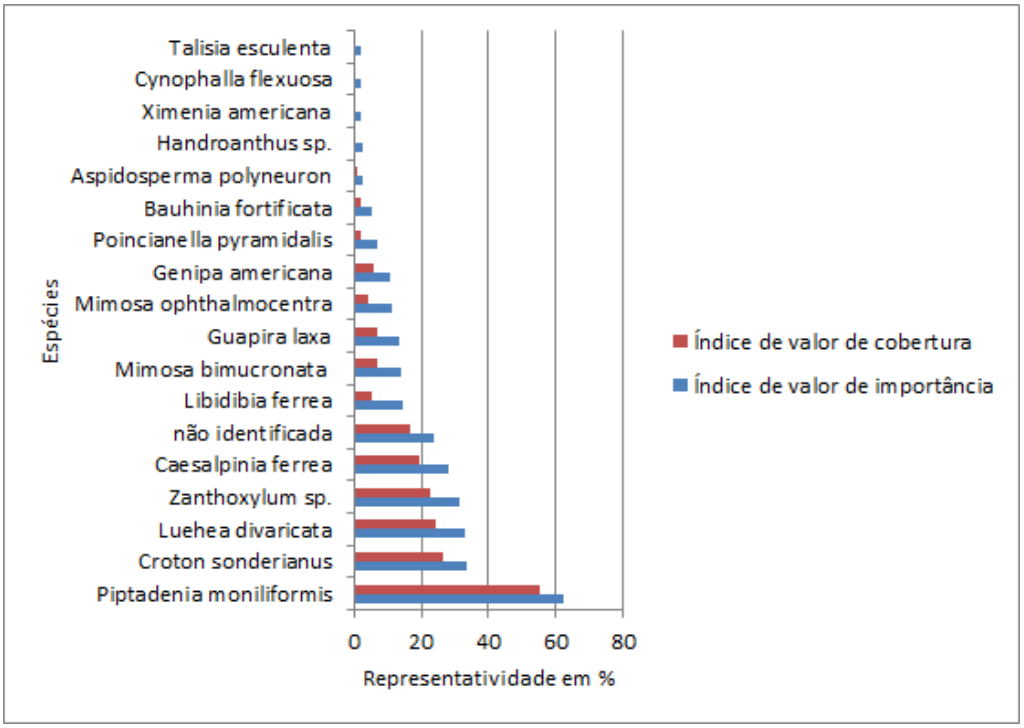


Figura 87 - Gráfico de Índice do Valor de Cobertura e de Índice do Valor de Importância.

As Áreas de Influência do empreendimento apresentam fragmentos vegetais variando sua fisionomia arbórea de baixa a média, com a média da altura das espécies variando de 3 m para *Talisia esculenta* (pitombeira) a 6,53 m para *Piptadenia moniliformis* (catanduva), tendo uma altura média entre as espécies de 5,02 m, conforme demostrado na Figura 88 a seguir.

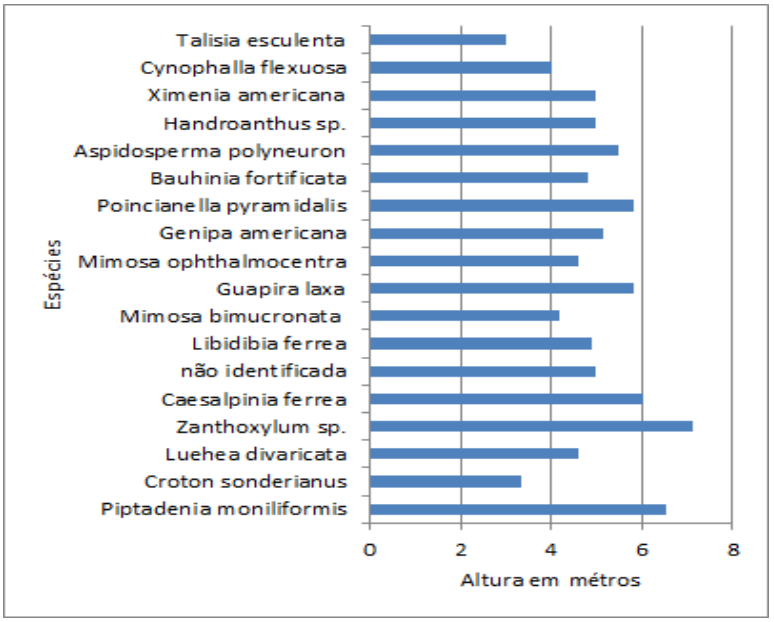


Figura 88 - Gráfico da altura média das espécies encontrada na área inventariada.

A Tabela 16 e Tabela 17 mostram diferentes parâmetros fitossociológicos importantes no tocante às análises individualizadas e comparativas para cada parcela amostral realizada.

Tabela 16- Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das parcelas amostrais realizadas na ADA do empreendimento.

Amostras	NInd	AbsDe	RelDe	AbsDo	MinAlt	MaxAlt	MédAlt	dpAlt	MinDia	MaxDia	MédDia	dpDia
A1	89	8900,0	10,09	23,68	2,00	9,00	6,26	1,92	2,00	14,00	4,98	3,03
A2	76	7600,0	8,62	16,80	3,00	9,00	5,14	1,43	1,00	20,00	4,40	2,99
A3	141	14100,0	15,99	18,36	4,00	9,00	5,90	1,37	2,00	11,00	3,70	1,71
A4	212	21200,0	24,04	20,98	3,00	7,00	4,96	0,90	2,00	8,00	3,34	1,21
A5	101	10100,0	11,45	32,91	3,00	8,00	7,06	1,60	2,00	13,42	5,72	2,97
A6	74	7400,0	8,39	7,29	3,00	7,00	4,76	0,79	2,00	6,00	3,34	1,19
A7	86	8600,0	9,75	10,08	2,00	5,00	3,48	0,79	2,00	10,72	3,47	1,71
A8	103	10300,0	11,68	20,22	2,00	7,00	4,00	1,51	2,00	15,00	4,27	2,61

Legenda: **Nind** – Nº de indivíduos; **AbsDe** – Densidade absoluta; **RelDe** – Densidade relativa; **AbsDo** – Dominância absoluta; **MinAlt** – Altura mínima; **MaxAlt** – Altura máxima; **MédAlt** – Altura média; **dpAlt** – Desvio padrão da altura; **MinDia** – Diâmetro mínimo; **MaxDia** – Diâmetro máximo; **MédDia** – Diâmetro médio; **dpDia** – Desvio padrão de diâmetro.

Tabela 17- Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das parcelas amostrais realizadas na ADA do empreendimento.

Amostra	NInd	AbsDe	RelDe	AbsDo	MinAlt	MaxAlt	MédAlt	dpAlt	MinDia	MaxDia	MédDia	dpDia
A1	89	8900,0	10,09	23,68	2,00	9,00	6,26	1,92	2,00	14,00	4,98	3,03
A2	76	7600,0	8,62	16,80	3,00	9,00	5,14	1,43	1,00	20,00	4,40	2,99
A3	141	14100,0	15,99	18,36	4,00	9,00	5,90	1,37	2,00	11,00	3,70	1,71
A4	212	21200,0	24,04	20,98	3,00	7,00	4,96	0,90	2,00	8,00	3,34	1,21
A5	101	10100,0	11,45	32,91	3,00	8,00	7,06	1,60	2,00	13,42	5,72	2,97
A6	74	7400,0	8,39	7,29	3,00	7,00	4,76	0,79	2,00	6,00	3,34	1,19
A7	86	8600,0	9,75	10,08	2,00	5,00	3,48	0,79	2,00	10,72	3,47	1,71
A8	103	10300,0	11,68	20,22	2,00	7,00	4,00	1,51	2,00	15,00	4,27	2,61

Legenda: **TotRam** – Nº de ramos; **MaxNRam** – Nº máximo de ramos; **MinRam** – Menor ramo; **MaxRam** – Maior ramo; **Vol** – Volume (cilindro); **AbsVol** – Volume Absoluto; **RelVo** – Volume relativo; **MinVol** – Volume mínimo; **MaxVo** – Volume máximo; **MédVo l** – Volume médio.

4.2.1.5. Ambiente aquático

Componente comum da paisagem regional, na qual se destaca a presença de açudes, canais de drenagem e rios, os quais possuem grande importância na dinâmica econômica do meio rural principalmente. Associados à dessedentação animal e à agricultura, esses ambientes são referências na paisagem e nas atividades humanas também. Regionalmente, estão associados a ambientes brejosos permanentes ou em sazonalidades e temporalidades reguladas pelo fluxo anual de água, formando comunidades deles dependentes. É importante mencionar que alguns desses tipos de ambiente se fazem presente nas Áreas de Influência do empreendimento, umabarragem no interior da AID e um rio cruzando a AID e AII (Figura 89).



(A)



(B)

Figura 89 - Características e detalhe de ambientes aquáticos presentes nas Áreas de Influência do empreendimento. (A) – Detalhe panorâmico das características de setor da margem da barragem presente no interior da AID, UTM 230437.69 m E / 9346970.74 m S; (B) – Características e detalhe de trecho do rio presente no interior da AID.

4.2.1.6. Espécies ameaçadas de Extinção ou Raras

A análise da comunidade vegetal ocorrente nas Áreas de Influência do empreendimento não apontou a ocorrência de espécies presentes na Lista Nacional de espécies ameaçadas de extinção (MMA, Portaria nº 443/2014), na lista de quase ameaçadas, bem como, no Livro Vermelho das Espécies de Flora Ameaçadas de Extinção (Martinelli e Moraes 2013).

Durante os levantamentos de campo no interior da ADA não foi registrada a presença de espécies ameaçadas ou raras. As espécies identificadas foram enquadradas na categoria Pouco Preocupante (LC).

4.2.1.7. Espécies Endêmicas

Para consulta das espécies que são endêmicas, buscaram-se informações disponíveis no site da Flora do Brasil 2020, corroborado por (Giuliettiet al. 2004). Essas fontes de informações têm permitido extrair informações sobre endemismos de plantas no Brasil. Com análise da comunidade vegetal verificada em campo e por meio da Literatura Científica disponível para as Áreas de Influência do empreendimento, foi possível verificar a ocorrência de 9 espécies endêmicas de Caatinga, representando 8 % da comunidade vegetal verificada.

As espécies endêmicas encontradas foram: *Allamanda blanchetii* (sete-patacas-roxa), *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Melocactus bahiensis* (coroa-

de-frade), *Pilosocereus gounellei* (xique-xique), *Pilosocereus pachycladus* (faxeiro), *Jatropha mollissima* (pinhão-bravo), *Croton campestres* (velame), *Piptadenia stipulacea* (jurema-branca).

Vale ressaltar que das plantas vasculares conhecidas da Mata Atlântica 50% são endêmicas, ou seja, não ocorrem em nenhum outro lugar no planeta. O endemismo se acentua quando as espécies da flora são divididas em grupos, chegando a índices de 53,5 % para árvores, 64 % para palmeiras e 74,4 % para bromélias.

As espécies aqui registradas, apesar do endemismo para a Caatinga e Mata Atlântica, apresentam uma ampla distribuição geográfica pelos Biomas, tanto no Estado do Rio Grande do Norte quanto nos demais.

4.2.1.8. Espécies de interesse para o resgate de flora

Para a implantação do empreendimento, não está prevista a atividade de supressão vegetal, no entanto, se necessário for e hora requerida, recomenda-se o resgate dos indivíduos das espécies: *Bromélia Karatas* (macambira), por servir de abrigo único para algumas espécies da fauna. No caso de ocorrência, recomenda-se o resgate de todos os indivíduos do gênero *Melocactus* (coroa-de-frade) por suas populações atuais se encontrarem decrescendo devido exploração e ação antrópica.

No caso de ocorrência, recomenda-se também o resgate para todas as outras espécies de bromélias, inclusive as do gênero Tillandsia, esta mesma recomendação é estendida para as orquídeas, estas sendo terrestres ou epífitas. Recomenda-se também a realocação de todos os indivíduos alvo de resgate em áreas que não serão alvo de supressão, ex: áreas de Reserva Legal e APP, prioritariamente no interior da ADA. Caso seja observada alguma outra espécie não mencionada aqui, com semelhante importância ou estando incluído na Lista de espécies Brasileiras ameaçadas de extinção, o empreendedor obrigatoriamente comunicará imediatamente ao órgão ambiental competente (IDEMA) para as devidas providências.

4.2.1.9. Relação pulação humana e a flora regional

Devido também a presença de residências no interior das Áreas de Influência do empreendimento, é notório que, regionalmente, a população humana tem no uso da vegetação fonte de matéria prima para cercas, casas, móveis, utensílios, produção de carvão e lenha, sendo também algumas referidas pelo uso medicinal, alimentação humana e animal, como no caso em, que é comum

na região a população consumir o chá da folha de *Pithecellobium diversifolium* (mata-fome / espinheiro) como bebida, substituindo o café. O consumo direto, bem como, a comercialização do fruto de *Zanthoxylum syncarpum* (pitombeira) muito comum na região. Muitas outras espécies servindo como base forrageira da pecuária como por ex. *Portulaca oleracea* (bredo-de-porco) é utilizada na alimentação de porcos e galinhas, podemos observa-la na Figura 90 abaixo.



Figura 90 - Indivíduo adulto de Portulaca oleracea (bredo-de-porco) no interior da ADA do empreendimento.

Apesar de mais intenso no passado, se verifica que pilares e vigas de diversas casas mais antigas são feitos de madeiras nativas. O uso direto mais intenso da vegetação nativa que se percebe na região atualmente com madeira é para construção de cercas e currais. Dentre as espécies nativas mais utilizadas para a construção de cercas destacam-se: *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá), *Piptadenia stipulacea* (jurema-branca), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) e *Poincianella pyramidalis* (catingueira). É muito utilizada para produção de estacas e mourões *Caesalpinia férrea* (pau-ferro) e *Ziziphus joazeiro* (juazeiro) é muito utilizada para a produção de carvão.

4.2.1.10. Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (RL)

De acordo com o Novo Código Florestal (Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012) que discorre sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), onde são áreas relacionadas à sensibilidade ambiental de corpos hídricos ou de áreas declivosas, conforme descrito abaixo:

> *Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:*

> *I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.*
>
> § 1º *Não será exigida Área de Preservação Permanente no entorno de reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água naturais.*

Nas Áreas de Influência do empreendimento foi verificada a presença de áreas consideradas como APP, tratando-se do rio intermitente cruzando a AID e AII, sendo necessário 30 m em ambos os lados ao longo do seu percurso.

A propriedade onde o empreendimento será implantado possui suas respectivas áreas destinadas como RL, todas devidamente averbadas no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), de forma a preservar a vegetação existente, com o objetivo de causar o menor impacto possível na região. É importante mencionar que a implantação do empreendimento não se dará em área ocupada pelas RL, bem como, em APP, como pode ser observado na Figura 91.

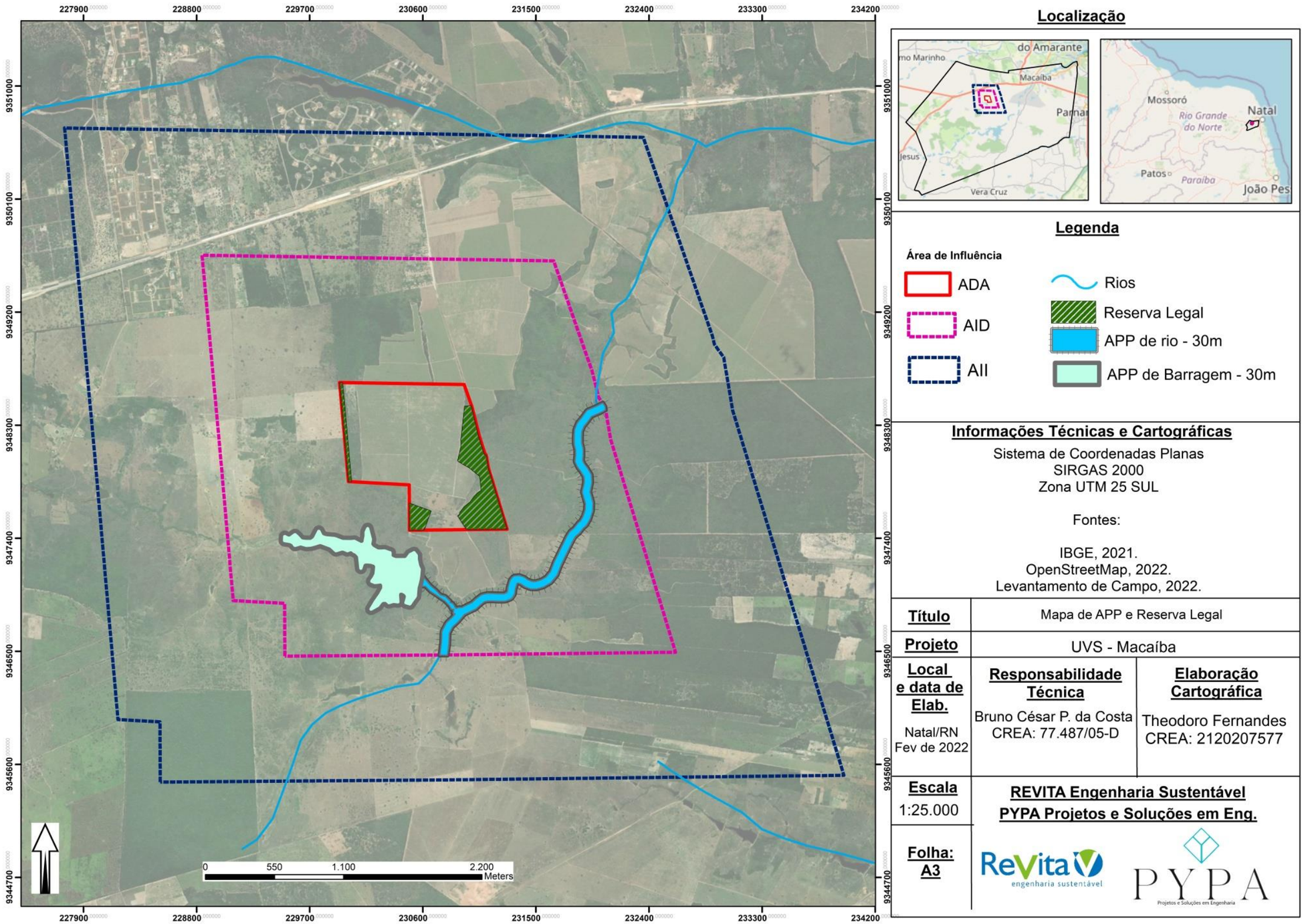


Figura 91 - Mapa dos Recursos Hídricos, das Áreas de Proteção Permanentes (APP) e Reserva Lecal, presentes nas Áreas de Influência do empreendimento..

4.2.1.11. Unidades de Conservação (UC)

Segundo a Lei n°. 6.938, de 1981, as Unidades de Conservação (UC) correspondem a um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente e podem ser criadas pelos Governos Federal, Estadual e Municipal. As UC compreendem áreas de relevância ambiental dentro de determinadas regiões, quer seja pela representatividade robusta de um ecossistema, pela beleza cênica de um determinado local ou visando à sustentabilidade do uso destas.

Após levantamento em base de dados, ficou constatado que as 2 UC mais próximas das Áreas de Influência do empreendimento, estão distantes 18,8 e 19,8 km respectivamente, são elas:

- Área de Proteção Ambiental Bonfim-Guaraíra, foi criada através do Decreto Estadual N° 14.369 de 22 de Março de 1999, com o objetivo de proteger os ecossistemas de dunas, mata atlântica, manguezais, praias, rios e lagoas, além de espécies vegetais e animais presentes nos municípios de Tibau do Sul, Goianinha, Arês, Senador Georgino Avelino, Nísia Floresta e São José de Mipibu, no litoral oriental do estado. Com uma área superior a 42 mil hectares;
- Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, é um parque urbano localizado na cidade de Natal, Decreto de criação Nº. 9.481, de 25 de agosto de 2011 com o objetivo de preservar o ecossistema característico do campo dunar localizado na Zona de Proteção Ambiental 1 – (ZPA 1), Sub Zona de Conservação (SZ1-A), às margens da Avenida Omar O' Grady".

Ressaltamos que as UC mencionadas estão localizadas além dos limites estabelecidos para as Áreas de Influência do empreendimento nos aspectos relativos ao Meio Biológico. Com isso, não sofrerão impactos negativos em suas áreas com a implantação do empreendimento, como podemos observar na Figura 92.

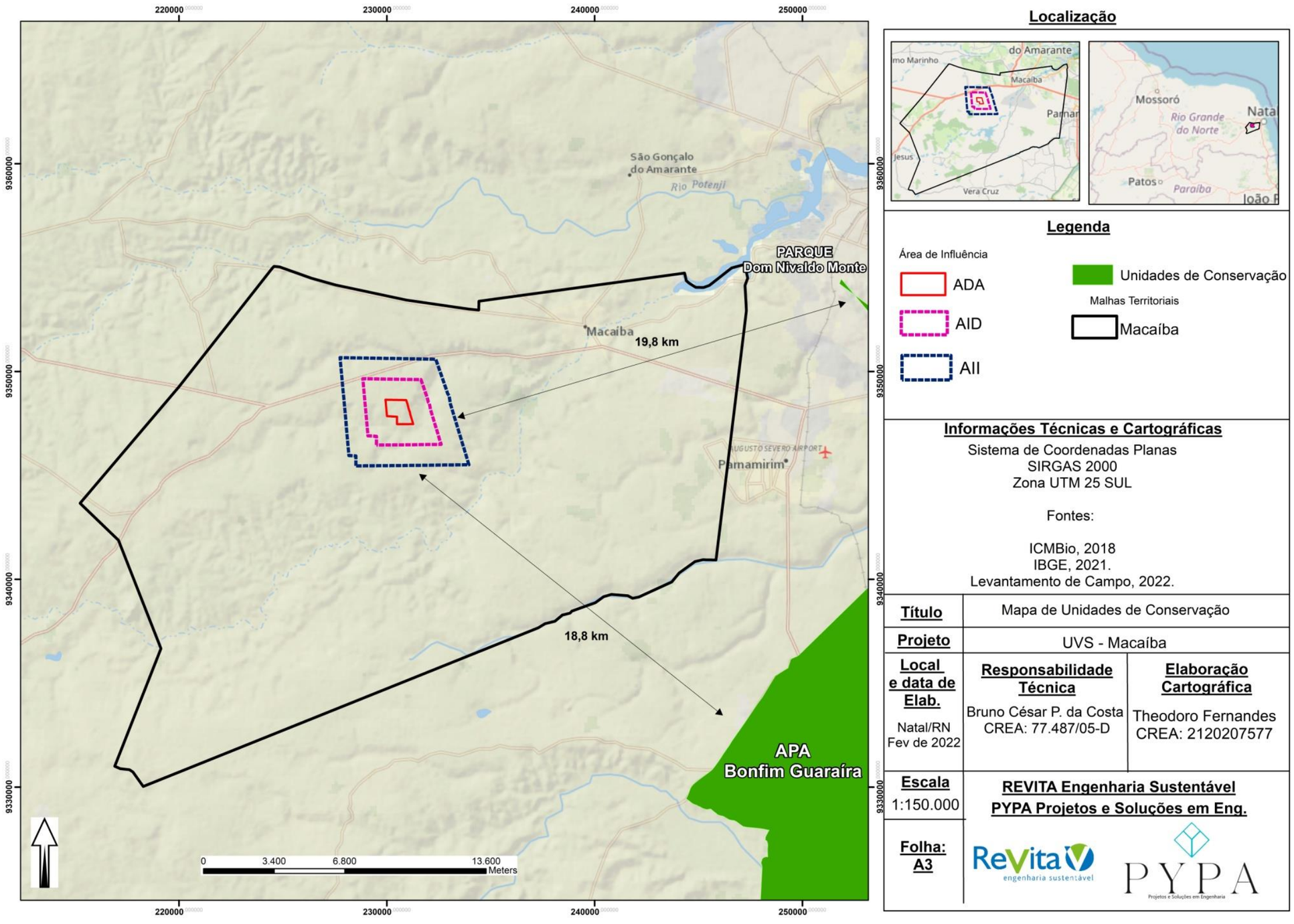


Figura 92 - Mapa das Unidades de Conservação próximas ao empreendimento.

4.2.1.12. Áreas Prioritárias para a conservação

Após levantamento em base de dados, foram verificadas 4 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, classificada como de Importância Biológica Extremamente Alta (Leal et al., 2003a).

A AII do empreendimento está inserida parcialmente na Área Prioritária denominada Macaíba (CA076). As Áreas de Influência do empreendimento estão situadas aproximadamente 7,3 km da Área Prioritária denominada Mato Grande (CA055), sendo esta a mais próxima, a da denominada Vera Cruz (CA081), estando 8,3 km e a denominada Foz do Potengi (CA070) distante 8,7 km aproximadamente da área do empreendimento. Ambas estão classificadas como de Extremamente Alta Prioridade para a conservação (Figura 93).

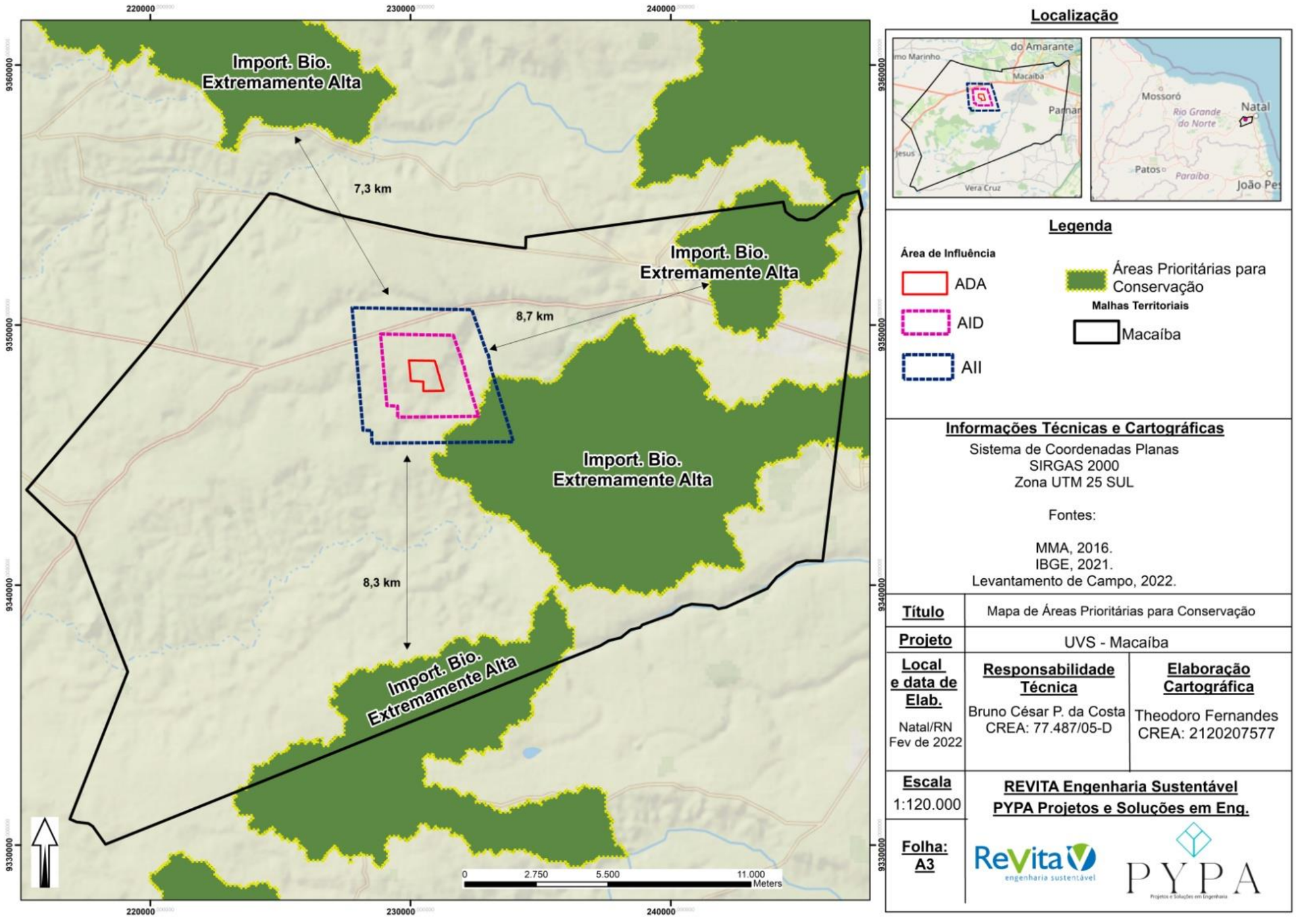


Figura 93 - Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade próximas ao empreendimento..

4.2.1.13. Conclusões

As análises dos componentes florísticos identificados nas Áreas de Influência do empreendimento apontam para os elementos pertencentes ao domínio da Floresta Estacional Decidual com predominância de interferência humana.

Nas Áreas de Influência do empreendimento há a predominância dos 3 Estágios Sucessionais de Regeneração: Inicial - trata-se de vegetação presentes nos remanescentes florestais de porte arbóreo mediano que sofeu pouca intervenssão, Médio - vegetação que cresce onde houve intervenção humana para uso da terra no passado, de porte predominantemente arbustivo e Avancado - vegetação que cresce onde houve intervenção humana para uso da terra recentementede, de porte prioritariamente herbáceo. Presente também há Vegetação de Áreas Antropizadas, composta basicamente por áreas na qual sofreram total supressão.

Os resultados apontaram um registro total de 119 espécies de plantas agrupadas em 49 famílias. A vegetação presente nas Áreas de Influência do empreendimento é caracterizada por fisionomias vegetais compostas por espécies com diferentes hábitos de vida, como dossel contínuo e não contínuo, troncos variando de espessura média a finos, armados e com espinhos, presença de cactos e bromélias.

Analisando a riqueza de espécies por família, verificou-se que a Fabaceae apresentou a maior diversidade de espécies com um total de 26 espécies, representando 22% da diversidade total. Verificando os hábitos de vida das espécies, observa-se o predomínio de espécies de hábito arbóreo, com uma representatividade de 59%.

Durante o levantamento fitossociológico foram catalogadas 18 espécies, divididas em 12 famílias, num total de 882 indivíduos catalogados, a espécie *Piptadenia moniliformis* (catanduva) se apresentou como a mais abundante, com 184 indivíduos, representando 12% do total, *Talisia esculenta* (pitombeira) apresentou maior média de altura, com 6,53 m.

Não foi registrada a presença de espécies ameaçadas ou raras. As espécies identificadas foram enquadradas na categoria Pouco Preocupante.

Caso ocorra, recomenda-se o resgate no ato da supressão vegetal dos indivíduos das espécies: Bromelia Karatas (macambira), de todos os indivíduos do gênero Melocactus (coroa-de-frade) e no caso de ocorrência, recomenda-se também o resgate para todas as outras espécies de bromélias, inclusive as do gênero Tillandsia e as orquídeas, estas sendo terrestres ou epífitas.

Após levantamento em base de dados, ficou constatado que as 2 UC mais próximas das Áreas de Influência do empreendimento são respectivamente: a APA Bonfim-Guaraíra e o Parque da Cidade

Dom Nivaldo Monte. Ressaltamos que as UC mencionadas estão localizadas além dos limites estabelecidos para as Áreas de Influência do empreendimento nos aspectos relativos ao Meio Biológico.

Foram verificadas 4 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, classificada como de Importância Biológica Extremamente Alta. Estando a AII do empreendimento parcialmente inserida em uma delas.

A construção do empreendimento é de grande interesse ambiental, social e econômico. A intervenção na área, que já é bastante antropizada na ADA, será realizada a partir de medidas mitigadoras com o objetivo de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente durante a implantação e operacionalização do empreendimento e potencializar os positivos. Com um planejamento adequado e execução das medidas mitigadoras, voltados no conciliamento do desenvolvimento econômico e social com o meio ambiente

4.2.2. Fauna

O diagnóstico faunístico realizado para inventariar a fauna das áreas de influência da UVS Macaíba, levou em consideração as recomendações propostas pelo Termo de Referência emitido pelo IDEMA, onde sugere-se que seja inventariada a fauna de invertebrados e vertebrados presentes nas áreas, bem como, a fauna presente nos ecossistemas aquáticos que estejam inseridas nas áreas de influência do mesmo.

Assim, foram realizados os levantamentos da Artropodofauna, Herpetofauna, Avifauna, Mastofauna, Ictiofauna, comunidade planctônica e o levantamento dos invertebrados aquáticos (Macrofauna) para diagnóstico do estado da qualidade da água presente na AID do empreendimento.

O diagnóstico foi conduzido em campanha única com duração de 05 (cinco) dias consecutivos, iniciando no dia 27 de janeiro de 2022 e, finalizando no dia 31 de janeiro de 2022. Também foram realizados registros aleatórios ao longo das visitas para auxiliar no diagnóstico ambiental de outros grupos e enriquecer a lista de espécies locais.

Dentre as espécies amostradas foram indicadas aquelas ameaçadas segundo a lista oficial de espécies ameaçadas nacionalmente (MMA, 2014) e internacionalmente (IUCN, 2022). Destacamos que o diagnóstico faunístico demonstrará a presença ou ausência de espécies indicadoras da qualidade ambiental, espécies raras, migratórias, endêmicas, de interesse econômico, científico e epidemiológico, bem como a localização das áreas de ocorrência da fauna; aspectos como: hábitos alimentares, habitat (extratos vegetais), sítios de nidificação e alimentação significativos, fontes de

dessedentação e abrigos. Outros grupos taxonômicos deverão ser ressaltados, quando houver relação de importância entre os mesmos e as futuras modificações ambientais advindas do empreendimento.

4.2.2.1. Metodologia

4.2.2.1.1. Artropodofauna

Foi empregado como método não invasivo a fotodocumentação. Este método consiste na utilização do registro fotográfico para indentificar as espécies de artrópodes em campo. A metodologia empregada foi adaptada do estudo realizado por Alves (2018).

O biólogo percorreu as áreas de influência em busca de registros fotográficos de artrópodes em atividades, utilizando uma máquina fotográfica modelo Nikon P900. Este método ativo na busca por insetos se torna mais eficiente do que o método estático proposto por Alves (2018).

Os artrópodes registrados fotograficamente foram comparados com guias de espécies locais (ROCHA-NETO, 2001; ROCHA-NETO e SALES 2017).

4.2.2.1.2. Herpetofauna

Foi utilizado o método de busca Ativa que constitui na procura visual dos animais, durante o dia e a noite através de caminhadas ao longo das áreas de influência, dando especial atenção à investigação de micro-ambientes, como tocas, troncos e margens de cursos d'água (Figura 94). Neste método registra-se visualmente e auditivamente as espécies.



(A)



(B)



(C) (D)

Figura 94 - Ambientes para realização da busca ativa (A, B, C = ambientes para a busca por anfíbios; D = biólogo realizando busca ativa de répteis)

4.2.2.1.3. Transectos

A metodologia do transecto consiste em percorrer lentamente a pé a área de estudo, padronizando-se nos horários de maior atividade dos répteis (09:00h às 13:00h). Foram percorridos 10 (dez) transectos dispostos ao longo da ADA do empreendimento (Figura 95).



Figura 95 - Vista do biólogo realizando os transectos para diagnóstico de répteis

4.2.2.1.4. Avifauna

O diagnóstico da avifauna foi realizado através do método da Lista de Mackinnon, que consiste no registro das 10 primeiras espécies registradas em uma lista sem repetições, ao completar 10 espécies, o pesquisador inicia uma nova lista (Figura 96). Através das listas, calculamos o Índice

de Frequência nas Listas (IFL), em que se divide o número de listas que determinada espécie foi registrada pelo número total de listas obtidas.



Figura 96 - Biólogo realizado registros fotográfico de aves após a elaboração da lista de Mackinnon

4.2.2.1.5. Mastofauna

Para o diagnóstico de mamíferos, utilizamos os seguintes métodos:

- Armadilhas fotográficas: instalamos 06 (seis) armadilhas fotográficas ao longo dos fragmentos florestais presentes na AID e ADA do empreendimento (Figura 97). Cada armadilha foi iscada com atrativos odoríferos e, permaneceram por 05 (cinco) dias, interruptos, monitoramento a área.







Figura 97 - Armadilhas fotográficas instaladas na área do empreendimento

- Gravador para quirópteros: Para o monitoramento de acústico de morcegos foi utilizado o gravador de ultrassom AudioMoth V1.1.0 (Figura 98) da marca Open AcousticDevices que gerou gravações em arquivos WAV. O detector foi instalado em quatro pontos dentro das áreas de influência do empreendimento e foi programado para gravar das 18:30 às 22:00 horas. Utilizou-se uma taxa de amostragem 384 kHz, uma taxa recomendada para detectar/gravar toda a gama de frequências que uma comunidade de morcegos pode apresentar numa área (PARSONS & SZEWCZAK 2009). Os arquivos das gravações foram analisados utilizando o software Raven Pro:Interactive Sound Analysis (Versão 1.6).



Figura 98 - Gravador de Quirópteros utilizados no diagnóstico de fauna.

4.2.2.1.6. Ictiofauna

Foi realizado através de entrevista com pescadores locais que realizavam o exercício da pesca artesanal com tarrafa.

4.2.2.1.6.1. Invertebrados Aquáticos

A coleta de sedimentos é o método principal para obtenção de análise da comunidade bentônica (Figura 99). Foi utilizado o coletor testemunho (core sampler), que consiste em um tubo de PVC com diâmetro de 50mm e comprimento de 1,5 m. Este método permite uma amostragem de perfil íntegro e profundo do sedimento (CETESB, 2012). Foram realizados dois pontos de coleta dentro do Açude Cajazeiras (P1: 230561.00 m E, 9347111.00 m S; P2: 230243.00 m E, 9347166.00 m S), localizado na área de influência do empreendimento (ver Mapa de Metodologias para Fauna). A Coleta foi realizada no dia 09 de fevereiro de 2022.



Figura 99 - Coleta de macrofauna

A triagem teve início com a lavagem do material com água corrente e baixo fluxo para não comprometer organismos, e eliminar a lama ou a areia com menor tamanho granulométrico, utilizando uma peneira de malha 250 µm (Figura 100). Em seguida o material foi triado com o auxílio de pinças, pipetas de Pasteur, placas de Petri e alças, sob microscópio estereoscópico binoculares (lupa) Biofocus, modelo ECZ-BLACK.



Figura 100 - Lavagem do material para posterior triagem

Os macroinvertebrados bentônicos triados foram separados, armazenados e conservados em tubos de centrífuga de 1,5mL (*eppendorff)* e tubos de centrífuga de 15 mL e 50 mL (*falcon)* (Figura 101), com álcool a 70%, em seguida foram fotografados utilizando uma câmera Nikon D3200, etiquetados e identificados até o menor nível taxonômico. A identificação dos organismos se deu através de guias e chaves de identificação.



Figura 101 - Material triado, identificado e separado em tubo de centrifuga com álcool à 70%

4.2.2.1.7. Comunidade Planctônica (Zooplâncton)

Os zooplânctons foram coletados com rede de nylon, em arrastos horizontais contra a correnteza. A rede consiste em um aparato cônico com um recipiente. Após a coleta, o material foi transferido para um recipiente estéril e, em seguida, foi realizada a fixação em campo com formol e, em seguida, o material foi encaminhado ao laboratório para a identificação e análise.

4.2.2.2. Localização

No mapa da ilustrativo da Figura 102, pode-se observar a localização das metodologias aplicadas no diagnóstico de fauna.

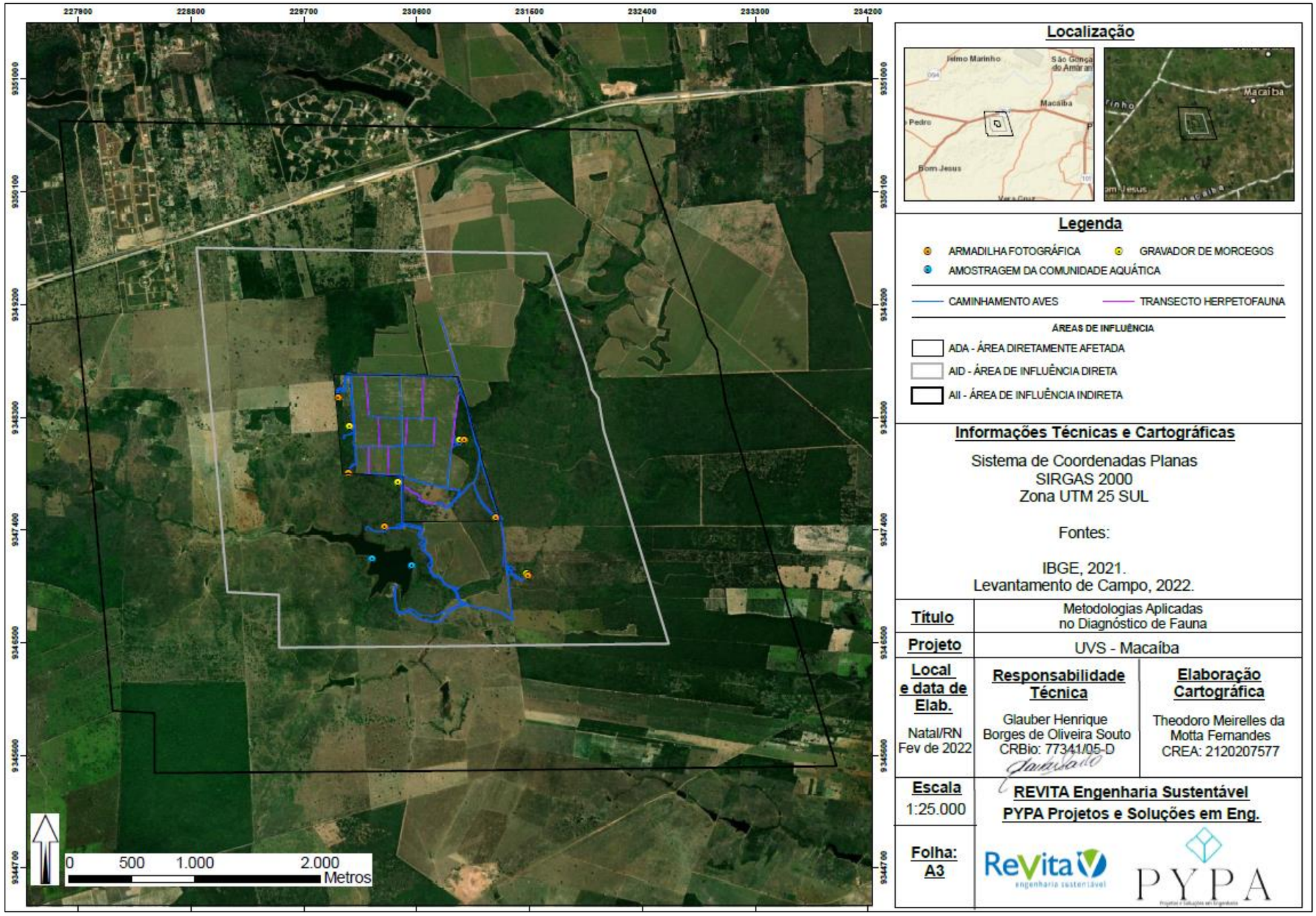


Figura 102 - Mapa ilustrativo com metodologias aplicadas no diagnóstico de fauna.

4.2.2.3. Listas Utilizadas

As listas utilizadas neste estudo foram:

Grupos Taxonômico	Lista utilizada
Anfíbios	SEGALLA et al., (2021). Lista das espécies brasileiras
Répteis	COSTA E BÉRNILS (2018). Répteis do Brasil e suas unidades federativas: lista de espécies.
Aves	PACHECO et al. (2021) Annoted checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committe – second editio
Mamíferos	ABREU et al. (2020) Lista de Mamíferos do Brasil. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia

As espécies ameaçadas de extinção seguirão de acordo com a Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014 (MMA, 2014) e IUCN (2022).

4.2.2.4. Análise dos Dados

Os dados coletados foram tabulados em planilhas do excel, onde a partir deles foram elaboradas tabelas e gráficos.

Os Índices de diversidade (H'), dominância (D), Equitabilidade (J) e Simpson (1-D) foram obtidos através do PAST.

4.2.2.5. Caracterização Regional da Fauna

Este tópico consiste na tabulação de dados secundários obtidos para a região de implantação do empreendimento. Para tal, foram consultados os artigos científicos realizados em ambientes florestais do município de Macaíba que se assemelham com a área da UVS Macaíba. Dentre os estudos, temos os realizados por Magalhães et al. (2013), Silva et al. (2013), Vargas-Mena et al. (2018) e Marques et al. (2021). Assim como foram consultados estudos ambientais de empreendimentos licenciados na região, como o EIA RIMA da Usina Termoelétrica de Macaíba realizado pela Ambiental Consultoria & Projetos Ltda, no ano de 2008 e, o RCA do Aterro de Resíduos de Construção e Podação da Haroldo Azevedo Construções Ltda, no ano de 2017. Para complementação das informações sobre avifauna, consultamos o site wikiaves que apresenta registros de aves confiável para todo o território nacional.

4.2.2.5.1. Resultados

4.2.2.5.1.1. Caracterização regional

A fauna presente na região de Macaíba é composta por espécies que apresentam registros em outras localidades do Brasil, ocupando áreas florestadas, antropizadas e urbanizadas. Dentre os grupos de vertebrados, nossa compilação de dados nos mostra uma maior riqueza para o grupo das aves (159 espécies), seguido pelos anfíbios (34 espécies), répteis (24 espécies) e mamíferos (06 espécies) como pode ser observado na Figura 103.

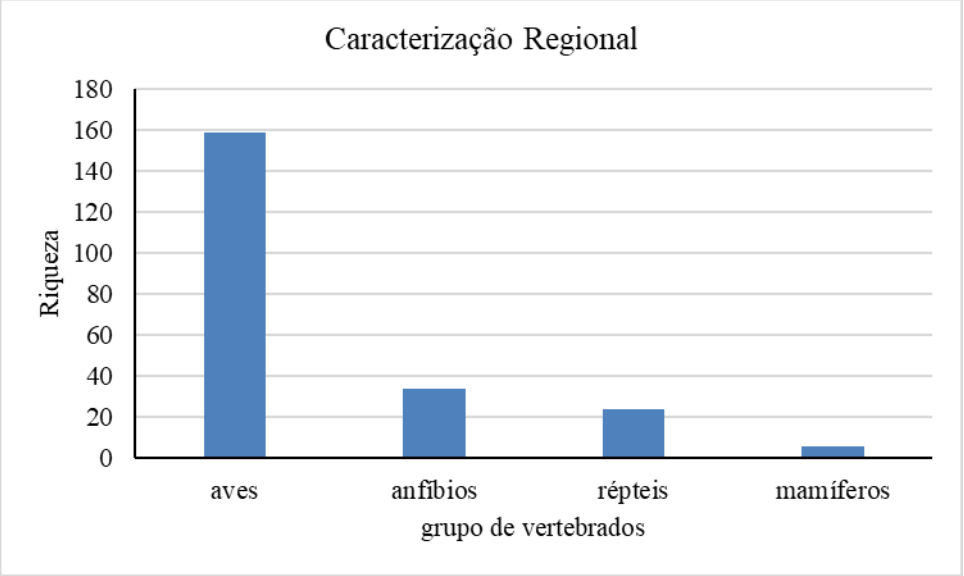


Figura 103 - Riqueza de espécies por grupo de vertebrados compilados para a região de Macaíba/RN

A fauna de répteis e anfíbios, comumente denominada de herpetofauna, é caracterizada por espécies de ampla distribuição geográfica com espécies endêmicas do Brasil que podem ser encontradas em áreas de Caatinga e Mata Atlântica. Dentre as espécies, podemos citar algumas, tais como: *Ischnocnema ramagii*, *Dendropsophus olivieirai*, *Pithecopus gonzagai*, *Leptodactylus caatingae*, *Epicrates assisi*, *Boiruna sertaneja*, *Erythrolamprus mossoroensis* e *Erythrolamprus* poecilogyrus (ver Tabela 18). Por meio das informações arroladas, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção.

Destacamos a presença de espécies da herpetofauna que despertam o interesse pela caça e perseguição, são elas: *Iguana iguana, Salvator marienae, Boa constrictor, Epicrates assisi, Micrurus* aff. *Ibiboboca, Boiruna sertaneja, Philodryas nattereri e Philodryas olfersii.*

Através da compilação de dados foi possível diagnosticar espécies de serpentes que despertam o interesse médico e que são corroboradas por Lira-da-Silva et al. (2009), são elas *Micrurus* aff. *Ibiboboca, Boiruna sertaneja, Philodryas nattereri e Philodryas olfersii.*

Tabela 18- Dados regional da Herpetofauna presente no município de Macaíba/RN (* endêmica do Brasil)

Táxon	Nome comum	Fonte
ANURA		
Brachycephalidae		
Ischnocnema ramagii*	-	Magalhães et al. 2013
Bufonidae		
Rhinella granulosa	Sapo	Magalhães et al. 2013
Rhinella jimi	Sapo	Magalhães et al. 2013
Cycloramphidae		
Proceratophrys cristiceps*		Magalhães et al. 2013
Hylidae		
Corythomantis greeningi*	-	Magalhães et al. 2013
Dendropsophus branneri*	-	Magalhães et al. 2013
Dendropsophus minutus	-	Magalhães et al. 2013
Dendropsophus nanus	-	Magalhães et al. 2013
Dendropsophus olivieirai*	-	Magalhães et al. 2013
Dendropsophus soaresi*	-	Magalhães et al. 2013
Hypsiboas albomarginatus*	perereca	Magalhães et al. 2013
Hypsiboas raniceps	perereca	Magalhães et al. 2013
Pithecopus gonzagai*	perereca-verde	Magalhães et al. 2013
Scinax cretatus*	perereca	Magalhães et al. 2013
Scinax fuscomarginatus	perereca	Magalhães et al. 2013
Scinax* cf. *nebulosus	perereca	Magalhães et al. 2013
Scinax pachycrus*	perereca	Magalhães et al. 2013
Scinax x-signatus	perereca	Magalhães et al. 2013
Leptodactylidae		
Leptodactylus caatingae*	jia	Magalhães et al. 2013
Leptodactylus fuscus	jia	Magalhães et al. 2013
Leptodactylus macrosternum	jia	Magalhães et al. 2013

Táxon	Nome comum	Fonte
Leptodactylus mystaceus	jia	Magalhães et al. 2013
Leptodactylus natalensis*	jia	Magalhães et al. 2013
Leptodactylus troglodytes*	jia	Magalhães et al. 2013
Leptodactylus vastus*	jia	Magalhães et al. 2013
***Leptodactylus* sp. (gr. *Marmoratus*)**	jia	Magalhães et al. 2013
Physalaemus albifrons*	-	Magalhães et al. 2013
Physalaemus cuvieri	rã-cachorro	Magalhães et al. 2013
Pleurodema diplolister*	sapinho-da-caatinga	Magalhães et al. 2013
Pseudopaludicola* cf. *falcipes	-	Magalhães et al. 2013
***Pseudopaludicola* sp**	-	Magalhães et al. 2013
Microhylidae		
Elachistocleis cesarii*	-	Magalhães et al. 2013
Dermatonotus muelleri	rã-pimenta	Magalhães et al. 2013
Ranidae		
Lithobates palmipes	-	Magalhães et al. 2013
	SQUAMATA	
Amphisbaenidae		
Amphisbaena alba	cobra-de-duas-cabeças	Haroldo Azevedo 2017; Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Iguanidae		
Iguana iguana	iguana	Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Teiidae		
Ameivula ocellifera	calanguinho	Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Salvator marienae	Teiú	Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Tropiduridae		
Tropidurus hispidus	lagartixa	Haroldo Azevedo 2017; Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Boidae		

Táxon	Nome comum	Fonte
Boa constrictor	jiboia	Marques et al. 2021; Haroldo Azevedo 2017; Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Epicrates assisi*	salamanta	Marques et al. 2021
Elapidae		
Micrurus* aff. *Ibiboboca*	coral	Marques et al. 2021
Colubridae		
Chironius flavolineatus	-	Marques et al. 2021
Leptophis ahaetulla	cobra-cipó	Marques et al. 2021; Haroldo Azevedo 2017
Oxybelis aeneus	cobra-cipó	Marques et al. 2021
***Oxybelis* sp**	cobra-cipó	Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Tantilla melanocephala	-	Marques et al. 2021
Dipsadidae		
Boiruna sertaneja*	cobra-preta	Marques et al. 2021
Dipsas mikanii	-	Marques et al. 2021
Erythrolamprus miliaris	-	Marques et al. 2021
Erythrolamprus mossoroensis*	-	Marques et al. 2021
Erythrolamprus poecilogyrus*	-	Marques et al. 2021
Erythrolamprus viridis	cobra-verde	Marques et al. 2021
Oxyrhopus trigeminus	falsa coral	Marques et al. 2021; Haroldo Azevedo 2017; Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Philodryas nattereri	corre-campo	Haroldo Azevedo 2017
Philodryas olfersii	cobra-verde	Marques et al. 2021; Haroldo Azevedo 2017; Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Philodryas patagoniensis	-	Marques et al. 2021
Pseudoboa nigra	-	Marques et al. 2021

Para o grupo das aves tivemos a maior riqueza de informações sobre espécies registradas na região de Macaíba (Tabela 19). É sabido que as espécies de aves compiladas são comuns em áreas florestadas (e.g. *Crypturellus parvirostris*, *Ortalis araucuan*, *Leptotila verreauxi*), alteradas (e.g. *Mimus saturninus*, *Rupornis magnirostris*, *Caracara plancus*) e/ou urbanizadas (e.g. *Pitangus sulphuratus*, *Guira guira*, *Passer domesticus*).

Espécies endêmicas foram registradas, onde podemos registrar para o município a presença de espécies endêmicas da Mata Atlântica (*Ortalis araucuan*) e da caatinga (*Sakesphoroides cristatus*). Dentre as espécies de aves associados as áreas de Caatinga e que são considerados endêmicos ou tiveram o referido bioma como centro de origem, podemos citar *Paroaria dominicana, Eupsittula cactorum, Sporophila albugolaris* e *Icterus jamacaii.*

Com relação a presença de espécies ameçadas de aves no município de Macaíba, nossa compilação de dados aponta para ausência dessas espécies.

As espécies migratórias registradas para macaíba foram espécies migrantes transequatorial (*Tringa flavipes* e *Tringa solitaria*) e migrantes sazonais, que são aquelas que realizam movimentações sazonais seguindo o ciclo das chuvas ao longo da vegetação de caatinga (*Coccyzus melacoryphus, Elaenia spectabilis, Phaeomyias murina, Myiopagis viridicata, Casiornis fuscus, Pitangus sulphuratus, Tyrannus melancholicus, Empidonomus varius, Vireo chivi, Turdus flavipes* e *Turdus amaurochalinus*).

Destacamos a presença de espécies que despertam o interesse pela caça, são elas *Crypturellus parvirostris, Crypturellus tataupa, Nothura maculosa, Dendrocygna viduata, Amazonetta brasiliensis, Anas bahamensis, Ortalis araucuan, Patagioenas picazuro* e *Leptotila verreauxi.*

Tabela 19- Dados regional da Avifauna presente no município de Macaíba/RN (* endêmica do Brasil, [1] migrantes)

Espécie	Nome Comum	Fonte
Tinamidae		
Crypturellus parvirostris	inhambu-chororó	Silva et al. 2013
Crypturellus tataupa	inhambu-chintã	Silva et al. 2013
Nothura maculosa	codorna-amarela	Silva et al. 2013
Anatidae		
Dendrocygna viduata	Irerê	Silva et al. 2013
Amazonetta brasiliensis	pé-vermelho	Silva et al. 2013
Anas bahamensis	marreca-toicinho	wikiaves, 2022
Cracidae		
Ortalis araucuan*	Aracuã	Silva et al. 2013
Podicipedidae		
Tachybaptus dominicus	mergulhão-pequeno	Silva et al. 2013
Podilymbus podiceps	mergulhão-caçador	Silva et al. 2013
Columbidae		
Patagioenas picazuro	pomba-asa-branca	wikiaves, 2022

Espécie	Nome Comum	Fonte
Columbina passerina	rolinha-cinzenta	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Columbina minuta	rolinha-de-asa-canela	Silva et al. 2013
Columbina talpacoti	rolinha-roxa	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Columbina picui	rolinha-picuí	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	Silva et al. 2013
Cuculidae		
Guira guira	anu-branco	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Crotophaga ani	anu-preto	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Tapera naevia	Saci	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Micrococcyx cinereus	papa-lagarta-cinzento	
Piaya cayana	alma-de-gato	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Coccyzus melacoryphus[1]	papa-lagarta-acanelado	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Coccyzus euleri	papa-lagarta-de-euler	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Caprimulgidae		
Antrostomus rufus	joão-corta-pau	Silva et al. 2013
Hydropsalis albicollis	Bacurau	Silva et al. 2013
Hydropsalis parvula	bacurau-chitã	Silva et al. 2013
Hydropsalis torquata	bacurau-tesoura	Silva et al. 2013
Nannochordeiles pusillus	Bacurauzinho	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Apodidae		
Tachornis squamata	andorinhão-do-buruti	Silva et al. 2013
Trochilidae		
Glaucis hirsutus	balança-rabo-de-bico-torto	Silva et al. 2013
Anopetia gounellei	rabo-branco-de-cauda-larga	Silva et al. 2013
Phaethornis ruber	rabo-branco-rubro	Silva et al. 2013
Phaethornis pretrei	rabo-branco-acanelado	Silva et al. 2013

Espécie	Nome Comum	Fonte
Chrysolampis mosquitos	beija-flor-vermelho	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Polytmus guainumbi	beija-flor-de-bico-curvo	Silva et al. 2013
Heliomaster squamosus	bico-reto-de-banda-branca	wikiaves, 2022
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Chionomesa fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Chrysuronia leucogaster	beija-flor-de-barriga-branca	Silva et al. 2013
Aramidae		
Aramus guaraúna	Carão	Silva et al. 2013
Rallidae		
Aramides cajanea	saracura-três-potes	Silva et al. 2013
Laterallus exilis	sanã-do-capim	Silva et al. 2013
Mustelirallus albicollis	sanã-carijó	Silva et al. 2013
Porphyrio Martinica	rango-d'água-azul	Silva et al. 2013
Charadriidae		
Vanellus chilensis	quero-quero	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Recurvirostridae		
Himantopus mexicanus	pernilongo-de-costas-negras	wikiaves, 2022
Scolopacidae		
Tringa flavipes[1]	maçarico-de-perna-amarela	Silva et al. 2013
Tringa solitaria[1]	maçarico-solitário	wikiaves, 2022
Jacanidae		
Jacana jacana	Jaçanã	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Ardeidae		
Tigrisoma lineatum	socó-boi	Silva et al. 2013
Butorides striata	Socozinho	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Bubulcus ibis	garça-vaqueira	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Ardea alba	garça-branca-grande	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013

Espécie	Nome Comum	Fonte
Egretta thula	garça-branca-pequena	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Cathartidae		
Coragyps atratus	urubu-de-cabeça-preta	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Cathartes burrovianus	urubu-de-cabeça-amarela	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Accipitridae		
***Rostrhamus sociabilis*[1]**	gavião-caramujeiro	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Geranospiza caerulescens	gavião-pernilongo	Silva et al. 2013
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta	Silva et al. 2013
Tytonidae		
Tyto furcata	coruja-da-igreja	Silva et al. 2013
Strigidae		
Megascops choliba	corujinha-do-mato	Silva et al. 2013
Athene cunicularia	coruja-buraqueira	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Asio clamator	coruja-orelhuda	wikiaves, 2022
Trogonidae		
Trogon curucui	surucuá-de-barriga-vermelha	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Alcedinidae		
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde	Silva et al. 2013
Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Galbulidae		
Galbula ruficauda	ariramba-de-cauda-ruiva	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Bucconidae		

Espécie	Nome Comum	Fonte
Nystalus maculatus	rapazinho-dos-velhos	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Picidae		
Picumnus limae*	picapauzinho-da-caatinga	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Veniliornis passerinus	pica-pau-pequeno	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado	Silva et al. 2013
Falconidae		
Caracara plancus	Carcará	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Milvago chimachima	Carrapateiro	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Falco sparverius	Quiriquiri	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Psittacidae		
Eupsittula cactorum*	periquito-da-caatinga	Silva et al. 2013
Forpus xanthopterygius	Tuim	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Thamnophilidae		
Myrmorchilus strigilatus	tem-farinha-aí	Silva et al. 2013
Formicivora grisea	papa-formiga-pardo	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Radinopsyche sellowi*	chorozinho-da-caatinga	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Herpsilochmus pectoralis*	chorozinho-de-papo-preto	Silva et al. 2013
Herpsilochmus atricapillus	chorozinho-de-chapéu-preto	Silva et al. 2013
Thamnophilus capistratus*	choca-barrada-do-nordeste	wikiaves, 2022
Thamnophilus torquatus	choca-de-asa-vermelha	wikiaves, 2022
Thamnophilus pelzelni	choca-do-planalto	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Taraba major	choró-boi	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Sakesphoroides cristatus*	choca-do-nordeste	Silva et al. 2013
Dendrocolaptidae		
Dendroplex picus	arapaçu-de-bico-branco	Silva et al. 2013

Espécie	Nome Comum	Fonte
Furnariidae		
Furnarius leucopus	casaca-de-couro-amarelo	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Pseudoseisura cristata*	casaca-de-couro	wikiaves, 2022
Certhiaxis cinnamomeus	Curutié	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Synallaxis frontalis	Petrim	Silva et al. 2013
Synallaxis scutata	estrelinha-preta	Silva et al. 2013
Rhynchocyclidae		
Tolmomyias flaviventris	bico-chato-amarelo	Silva et al. 2013
Todirostrum cinereum	ferreirinho-relógio	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Hemitriccus striaticollis	sebinho-rajado-amarelo	Silva et al. 2013
Hemitriccus margaritaceiventer	sebinho-de-olho-de-ouro	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Tyrannidae		
Euscarthmus meloryphus	Barulhento	Silva et al. 2013
Camptostoma obsoletum	Risadinha	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	Silva et al. 2013
***Elaenia spectabilis*[1]**	guaracava-grande	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Elaenia cristata	guaracava-de-topete-uniforme	Silva et al. 2013
***Phaeomyias murina*[1]**	Bagageiro	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
***Myiopagis viridicata*[1]**	guaracava-de-crista-alaranjada	Silva et al. 2013
Myiarchus ferox	maria-cavaleira	Silva et al. 2013
Myiarchus tyrannulus	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	Silva et al. 2013
***Casiornis fuscus*[1]**	caneleiro-enxofre	Silva et al. 2013
***Pitangus sulphuratus*[1]**	bem-te-vi	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	Silva et al. 2013

Espécie	Nome Comum	Fonte
Megarynchus pitanguá	Neinei	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Tyrannus melancholicus[1]	Suiriri	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Empidonomus varius[1]	Peitica	Silva et al. 2013
Arundinicola leucocephala	Freirinha	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Cnemotriccus fuscatus	Guaracavuçu	Silva et al. 2013
Fluvicola albiventer	lavadeira-de-cara-branca	wikiaves, 2022
Fluvicola nengeta	lavadeira-mascarada	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Vireonidae		
Cyclarhis gujanensis	Pitiguari	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Hylophilus amaurocephalus*	vite-vite-de-olho-cinza	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Vireo chivi[1]	Juruviara	Silva et al. 2013
Hirundinidae		
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	Silva et al. 2013
Progne tapera	andorinha-do-campo	Silva et al. 2013
Progne chalybea	andorinha-grande	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Tachycineta albiventer	andorinha-do-rio	Silva et al. 2013
Hirundo rustica	andorinha-de-bando	Silva et al. 2013
Troglodytidae		
Troglodytes musculus	Corruíra	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Cantorchilus longirostris	garrinchão-de-bico-grande	Silva et al. 2013
Polioptilidae		
Polioptila atricapilla	balança-rabo-do-nordeste	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Turdidae		
Turdus flavipes[1]	sabiá-uma	Silva et al. 2013
Turdus leucomelas	sabiá-barranco	Silva et al. 2013

Espécie	Nome Comum	Fonte
***Turdus amaurochalinus*[1]**	sabiá-poca	Silva et al. 2013
Mimidae		
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Estrildidae		
Estrilda astrild	bico-de-lacre	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Passeridae		
Passer domesticus	Pardal	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Motacillidae		
Anthus lutescens	caminheiro-zumbidor	Silva et al. 2013
Fringillidae		
Euphonia chlorotica	fim-fim	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Passerellidae		
Ammodramus humeralis	tico-tico-do-campo	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Icteridae		
Procacicus solitarius	iraúna-de-bico-branco	Silva et al. 2013
Leistes superciliaris	polícia-inglesa-do-sul	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Icterus jamacaii*	Corrupião	wikiaves, 2022
Molothrus bonariensis	Chupim	wikiaves, 2022
Agelaioides fringillarius	asa-de-telha-pálido	wikiaves, 2022
Chrysomus ruficapillus	Garibaldi	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Parulidae		
Parula pitiayumi	Mariquita	Silva et al. 2013
Myiothlypis flaveola	canário-do-mato	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Basileuterus culicivorus	pula-pula	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Thraupidae		
Nemosia pileata	saíra-de-chapéu-preto	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013

Espécie	Nome Comum	Fonte
Tachyphonus rufus	pipira-preta	Silva et al. 2013
Coereba flaveola	Cambacica	Silva et al. 2013
Coryphospingus pileatus	tico-tico-rei-cinza	Silva et al. 2013
Emberizoides herbícola	canário-do-campo	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Dacnis cayana	saí-azul	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Volatinia jacarina	Tiziu	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Sporophila albogularis*	Golinho	wikiaves, 2022
Conirostrum speciosum	figuinha-de-rabo-castanho	Silva et al. 2013
Conirostrum bicolor	figuinha-do-mangue	wikiaves, 2022
Sicalis luteola	Tipio	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Schistochlamys ruficapillus	bico-de-veludo	Silva et al. 2013
Paroaria dominicana*	cardeal-do-nordeste	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Thraupis sayaca	sanhaço-cinzento	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013
Thraupis palmarum	sanhaço-do-coqueiro	Silva et al. 2013
Stilpnia cayana	saíra-amarela	Wikiaves, 2022; Silva et al. 2013

Com relação a mastofauna, os dados compilados mostram uma baixa riqueza de espécies (Tabela 20), onde podemos observar espécies de ampla distribuição *(Cerdocyon thous, Didelphis albiventer, Galea spixii*) e espécie endêmica (*Callithrix jacchus*).

Através da compilação de dados, observa-se que não há registro de espécies ameaçadas de extinção.

Destacamos a presença de espécies que despertam o interesse epidemiológico, que são aquelas que atuam como reservatório de doenças zoonóticas, são elas *Cerdocyon thous*, *Didelphis albiventer* e *Galea spixii*. Dentre as espécies de interesse epidemiológico, temos uma que é considerada de interesse cinegético (*Galea spixii*).

Tabela 20- Dados regional da Mastofauna presente no município de Macaíba/RN (* endêmica do Brasil)

Táxon	Nome Comum	Fonte
Didelphidae		
Didelphis albiventer	timbú	Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Canidae		
Cerdocyon thous	raposa	Haroldo Azevedo 2017; Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Cebidae		
Callithrix jacchus*	saguí	Haroldo Azevedo 2017; Ambiental Consultoria e Projetos 2008
Molossidae		
Molossus molossus	morcego	Vargas-Mena et al. 2018
Vespertilionidae		
Myotis lavali	morcego	Vargas-Mena et al. 2018
Caviidae		
Galea spixii	preá	Ambiental Consultoria e Projetos 2008

4.2.2.5.1.2. Dados Primários

4.2.2.5.1.2.1.Artropodofauna

Na área do empreendimento foram identificadas 38 espécies de Artrópodes, sendo a Classe Insecta a mais rica com 33 espécies registradas. Seguidas por: Arachnida (02 spp.), Chilopoda (02 spp.) e Diplopoda (01 spp.) (Tabela 21).

Tabela 21- Artropodofauna registrada para a área do empreendimento, Macaíba/RN (NA: não ameaçado; AII: área de influência indireta; AID: área de influência direta; ADA: área diretamente afetada)

Táxon	Nome Comum	Área de Influência	Status de Conservação
CLASSE ARACHNIDA			
Ordem Scorpiones			
Família Bothriuridae			
Tityus stigmurus (Thorell, 1876)	Escorpião-amarelo	AII, AID	NA
Ordem Araneae			
Família Theraphosidae			
Lasiodora parahybana Mello-Leitão, 1917	Aranha-caranguejeira	AID	NA

Táxon	Nome Comum	Área de Influência	Status de Conservação
CLASSE CHILOPODA			
Ordem Solopendromorpha			
Família Scolopendridae			
Scolopendra viridicornis Newport, 1844	Centopeia	AII	NA
Ordem Scutigeromorpha			
Família Scutigeridae			
Scutigera coleoptrata (Linnaeus, 1758)	Surrupeio	AID	NA
CLASSE DIPLOPODA			
Ordem Julida			
Julus sp.	Embuá	AID, ADA	NA
CLASSE INSECTA			
Ordem Blattodea			
Família Blaberidae			
Blaberus giganteus (Lineu, 1758)	Barata-cascuda	AII, AID	NA
Família Blatidae			
Periplaneta americana (Lineu, 1758)	Barata-de-esgoto	AII, AID	NA
Família Termitidae			
Nasutitermes sp	Cupim arborícola	AID, ADA	NA
Ordem Coleoptera			
Família Cerambycidae			
Cerambycidae sp1	Serra-pau	AID, ADA	NA
Cerambycidae sp2	Serra-pau	AID, ADA	NA
Família Scarabaeidae			
Scarabaeidae sp1	Rola-bosta	AII, AID	NA
Scarabaeidae sp2	Rola-bosta	AII, AID	NA
Dichotomius sp	Rola-bosta	AII, AID, ADA	NA
Ordem Lepidoptera			
Família Noctuidae			
Noctuidae sp1	Mariposa	AID, ADA	NA
Noctuidae sp2	Mariposa	AID	NA
Família Papilionidae			
Battus sp.	Borboleta	AID, ADA	NA
Heraclides sp.	Borboleta	AID, ADA	NA
Família Pieridae			

Táxon	Nome Comum	Área de Influência	Status de Conservação
Phoebis s. Sennae (Linnaeus, 1758)	Borboleta	AID, ADA	NA
Família Nymphalidae			
Agraulis vanille (Stichel, 1907)	Borboleta	AID, ADA	NA
Danaus plexippus (Linnaeus, 1758)	Borboleta	AII, AID, ADA	NA
Lycorea sp	Borboleta	AII, AID, ADA	NA
Hamadryas feronia (Linnaeus, 1758)	Estaladeira	AII, AID, ADA	NA
Hamadryas februa (Hübner, 1823)	Estaladeira	AII, AID, ADA	NA
Junonia evarete (Cramer, 1779)	Borboleta	AII, AID, ADA	NA
Ordem Diptera			
Família Culicidae			
Culex quinquefasciatus (Say, 1823)	Muriçoca	AII, AID	NA
Aedes aegypti (Linnaeus, 1762)	Mosquito-da-dengue	AII AID	NA
Família Muscidae			
Musca domestica Linnaeus, 1758	Mosca	AII, AID	NA
Família Tabanidae			
Diachlorus sp	Mutuca	AII, AID, ADA	NA
Tabanus importunus Wiedemann 1828	Mutuca	AII, AID, ADA	NA
Ordem Hymenoptera			
Família Apidae			
Xylocopa cearensis Ducke, 1910	Mamangava	AII, AID, ADA	NA
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)	Arapuá	AII, AID, ADA	NA
Família Pompilidae			
Pepsis decorata Perty, 1833	Cavalo-do-cão	AII, AID, ADA	NA
Família Vespidae			
Polistes canadensis (Linnaeus, 1758)	Marimbondo	AII, AID, ADA	NA
Família Formicidae			
Atta sexdens (Linnaeus, 1758)	Formiga-de-roça	AII, AID, ADA	NA
Azteca sp	Formiga-de-embaúba	AII, AID, ADA	NA
Dinoponera quadriceps Kempf, 1971	Tocandira	AII, AID, ADA	NA
Solenopsis sp.	Formiga-de-fogo	AII, AID, ADA	NA
Odontomachus sp.	Formiga-de-estalo	AII, AID, ADA	NA

Com relação a fauna de artrópodes presentes nas áreas de influência do empreendimento, nota-se que a área com maior riqueza observada foi a Área de Influência Direta (AID) com 37 espécies registradas (Figura 104).

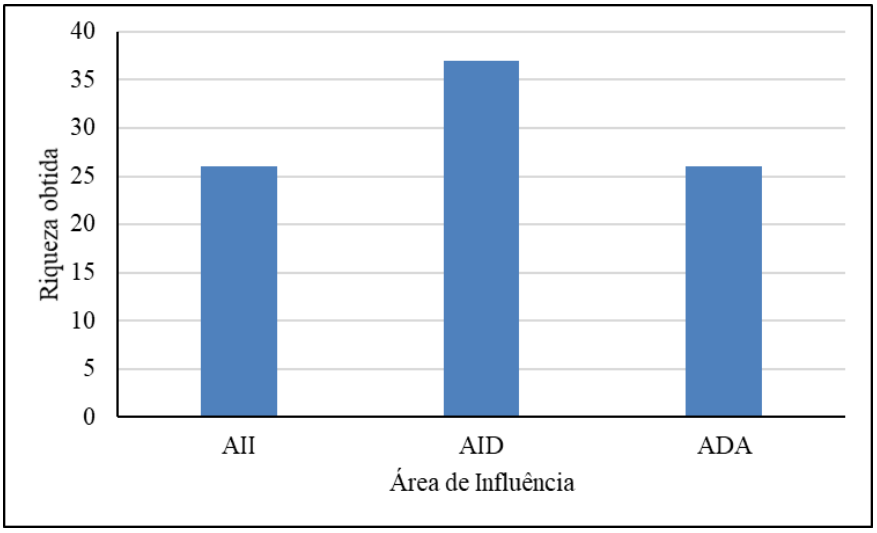


Figura 104 - Riqueza de artropodofauna por área de influência

Destacamos a presença de artrópodes de interesse médico, são eles: *Polistes canadenses, Pepsis decorata, Scolopendra viridicornis, Lasiodora parahybana, Rophalurus rochai e Tityus stigmurus.* Vale ressaltar a presença de espécies de interesse epidemiológico, que são aqueles vetores de doenças infectocontagiosas, são elas *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti.*



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Figura 105 - Artrópodes registrado nas áreas de influência do empreendimento (A: Junonia evarete; B: Noctuidae sp1; C: Hamadryas februa; D: Phoebis s. Sennae; E: Julus sp; F: Agraulis vanillae)

4.2.2.5.1.2.2.Herpetofauna

Registramos 19 espécies da herpetofauna distribuídas entre representantes da Ordem Anura (09 espécies) e Squamata (10 espécies). A família com maior riqueza de espécie foi Hylidae com 04 espécies registradas, seguida por Leptodactylidae (03 espécies), Bufonidae (02 espécies) e Teiidae (02 espécies). As demais famílias tiveram uma espécie registrada (Tabela 22).

Tabela 22- Herpetofauna registrada nas áreas de influência do empreendimento, Macaíba/RN (TE: terrestre; SA: semiaquático; FO: fossorial; AR: arborícola; NA: não ameaçado; AII: área de influência indireta; AID: área de influência direta, ADA: área diretamente afetada *endemismo)

Táxon	Nome comum	Hábito	Área de Influência	Status de conservação
ANURA				
Bufonidae				
Rhinella granulosa	sapo	TE	AII, AID	NA
Rhinella jimi	sapo	TE	AII, AID	NA
Hylidae				
*Corythomantis greeningi**	-	TE	ADA	NA
Hypsiboas raniceps	perereca	AR	AII, AID	NA
*Pithecopus gonzagai**	perereca-verde	AR	AII, AID, ADA	NA
Scinax x-signatus	perereca	AR	AID	NA
Leptodactylidae				
Leptodactylus fuscus	jia	SA	AII	NA
Leptodactylus macrosternum	jia	SA	AII	NA
Physalaemus cuvieri	rã-cachorro	SA	AII	NA
SQUAMATA				
Amphisbaenidae				
Amphisbaena alba	cobra-de-duas-cabeças	FO	AII, AID	NA
Iguanidae				
Iguana iguana	iguana	AR	ADA	NA
Leiosauridae				
Enyalius bibronii	Papa-vento	AR	AID, ADA	NA
Teiidae				
Ameivula ocellifera	calanguinho	TE	AII, AID, ADA	NA
Salvator marienae	Teiú	TE	AID, ADA	NA
Tropiduridae				
Tropidurus hispidus	lagartixa	TE	AII, AID, ADA	NA
Boidae				

Táxon	Nome comum	Hábito	Área de Influência	Status de conservação
Boa constrictor	jiboia	TE	AII	NA
Elapidae				
*Micrurus ibiboboca**	coral	TE	AII, AID	NA
Dipsadidae				
Philodryas nattereri	corre-campo	TE	AII, AID	NA
Philodryas olfersii	cobra-verde	TE	AII, AID	NA

Com relação aos hábitos, as espécies com hábitos terrestres foram predominantes durante a realização do estudo ambiental (Figura 106). As espécies terrestres diagnosticadas, assim como as demais espécies, são todas de ampla distribuição geográfica, ocorrendo em áreas abertas e florestadas.

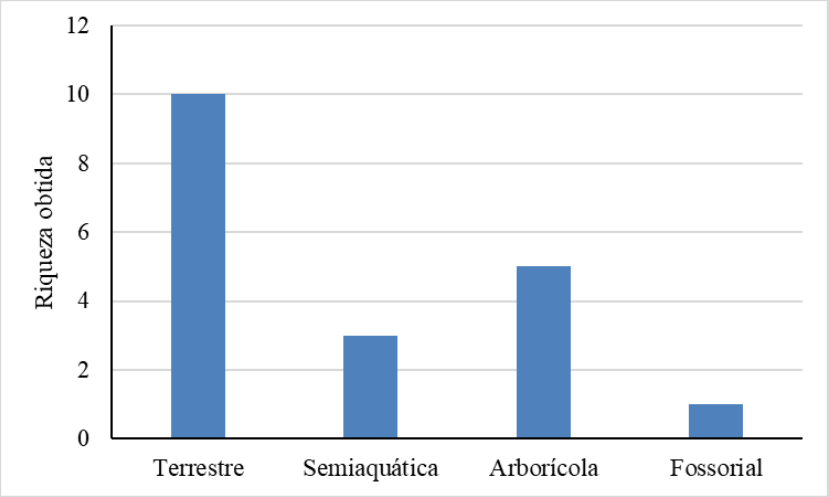


Figura 106 - Riqueza de espécies por hábitos

Com relação a herpetofauna presentes nas áreas de influência do empreendimento, nota-se que a área com maior riqueza observada foi a Área de Influência Indireta (AII) com 14 espécies registradas (Figura 107).

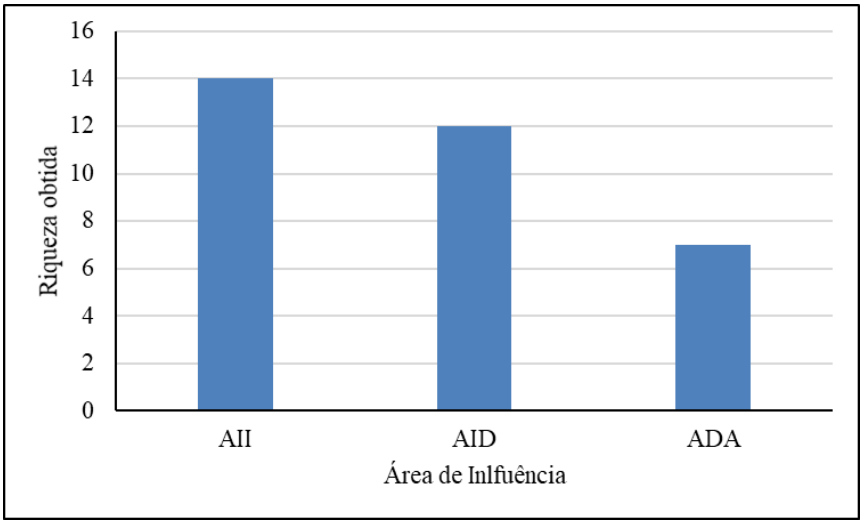


Figura 107 - Riqueza obtida para herpetofauna registrada por área de influência

Destacamos a presença de espécies de anfíbios e répteis endêmicas, foram elas: *Corythomantis greeningi*, *Pithecopus gonzagai* e *Micrurus ibiboboca*. Dentre os representantes da herpetofauna local, não registramos espécies ameaçadas de extinção.

As espécies de interesse cinegético, que são aquelas espécies que despertam o interesse pela caça, que são encontradas nas áreas de influência do empreendimento são *Iguana iguana* e *Salvator marienae*.

É importante mencionar a presença de espécies de interesse médico, que são aquelas que podem acometer a saúde humana pelo contato com as toxinas (veneno) produzidas pelos animais. Dentre as espécies, destacamos *Micrurus ibiboboca* e as serpentes pertencentes ao gênero *Philodryas*. De acordo com Lira-da-Silva et al. (2009), os acidentes ofídicos causados pelas serpentes deste gênero são considerados de interesse médico.

Durante a execução do método do transecto, tivemos o registro de duas espécies de lagartos. Onde, *Ameivula ocellifera* foi considerada a mais abundante (5,83 ind/km percorrido) na área do empreedimento, quando comparada com *Tropidurus hispidus* (2,5 ind/km percorrido).

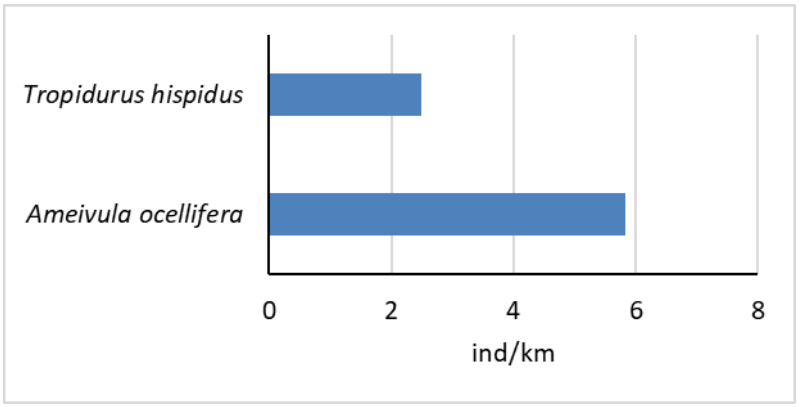


Figura 108 - Abundância relativa dos representantes da herpetofauna diagnosticados pelo método do transecto



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Figura 109 - Herpetofauna registrada nas áreas de influência do empreendimento (A): Enyalius bibronii; (B): corythomantis greeningi; (C): Salvator marienae; (D): Tropidurus hispidus; (E): Micrurus ibiboboca; (F): Ameivula ocellifera)

4.2.2.5.1.2.3.Avifauna

Foram registradas 113 espécies de aves distribuídas em 46 famílias (Tabela 23). A família com maior riqueza de espécie foi Tyrannidae com 14 espécies, seguida por Thraupidae (09 espécies), Thamnophilidae (08 espécies), Ardeidae (04 espécies), Trochilidae (04 espécies), Cuculidae (04 espécies) e Columbidae (04 espécies).

Tabela 23- Avifauna registrada nas área de influência do empreendimento, Macaíba/RN (ON: onívoro, FR: frugívoro; PS: piscívoro; CA: carnívoro; GR: granívoro; IA: invertebrado aquático; IN: insetívoro; NE: necrófago; NC: nectarívoro; NA: não ameaçado;* endêmica do Brasil, ¹ migrantes)

Espécie	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Tinamidae				
Crypturellus parvirostris	inhambu-chororó	ON	AID, ADA	NA
Crypturellus tataupa	inhambu-chintã	ON	AID, ADA	NA
Nothura maculosa	codorna-amarela	ON	AID, ADA	NA
Anatidae				
Dendrocygna viduata	Irerê	ON	AID	NA
Amazonetta brasiliensis	pé-vermelho	ON	AID	NA
Anas bahamensis	marreca-toicinho	ON	AII, AID	NA
Cracidae				
Penelope superciliaris	Jacupemba	FR	AID, ADA	NA

Espécie	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Podicipedidae				
Tachybaptus dominicus	mergulhão-pequeno	PS	AID	NA
Podilymbus podiceps	mergulhão-caçador	PS	AID	NA
Phalacrocoracidae				
Nannopterum brasilianus	Biguá	PS	AII, AID	NA
Columbidae				
Patagioenas picazuro	pomba-asa-branca	GR	AII, AID, ADA	NA
Columbina minuta	rolinha-de-asa-canela	GR	AII, AID, ADA	NA
Columbina talpacoti	rolinha-roxa	GR	AII, AID, ADA	NA
Columbina picui	rolinha-picuí	GR	AII, AID, ADA	NA
Cuculidae				
Guira guira	anu-branco	IN	AII, AID, ADA	NA
Crotophaga ani	anu-preto	IN	AII, AID, ADA	NA
Tapera naevia	saci	IN	AID, ADA	NA
Piaya cayana	alma-de-gato	IN	AII, AID, ADA	NA
Caprimulgidae				
Hydropsalis parvula	bacurau-chitã	IN	AID	NA
Nannochordeiles pusillus	bacurauzinho	IN	AID	NA
Trochilidae				
Chrysolampis mosquitus	beija-flor-vermelho	NC	AID, ADA	NA
Polytmus guainumbi	beija-flor-de-bico-curvo	NC	AID, ADA	NA
Heliomaster squamosus	bico-reto-de-banda-branca	NC	AID, ADA	NA
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	NC	AID, ADA	NA
Aramidae				
Aramus guarauna	carão	PS	AII, AID	NA
Rallidae				
Aramides cajanea	saracura-três-potes	ON	AII, AID	NA
Porphyrio martinica	frango-d'água-azul	ON	AII, AID	NA
Charadriidae				
Vanellus chilensis	quero-quero	IN	AID, ADA	NA
Recurvirostridae				
Himantopus mexicanus	pernilongo-de-costas-negras	IA	AII, AID	NA
Scolopacidae				
Tringa solitaria[1]	maçarico-solitário	IA	AII, AID	NA

Espécie	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Jacanidae				
Jacana jacana	jaçanã	IN	AII, AID	NA
Ardeidae				
Butorides striata	socozinho	PS	AII, AID	NA
Bubulcus ibis	garça-vaqueira	IN	AII, AID	NA
Ardea alba	garça-branca-grande	PS	AII, AID	NA
Egretta thula	garça-branca-pequena	PS	AII, AID	NA
Cathartidae				
Coragyps atratus	urubu-preto	NE	AII, AID, ADA	NA
Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha	NE	AII, AID, ADA	NA
Cathartes burrovianus	urubu-de-cabeça-amarela	NE	AII, AID, ADA	NA
Accipitridae				
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	CA	AII, AID	NA
Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta	CA	AII, AID, ADA	NA
Strigidae				
Athene cunicularia	coruja-buraqueira	CA	AII, AID, ADA	NA
Trogonidae				
Trogon curucui	surucuá-de-barriga-vermelha	IN	AID, ADA	NA
Alcedinidae				
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande	PS	AID	NA
Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde	PS	AID	NA
Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	PS	AID	NA
Galbulidae				
Galbula ruficauda	ariramba-de-cauda-ruiva	IN	AID, ADA	NA
Bucconidae				
Nystalus maculatus	rapazinho-dos-velhos	IN	AID, ADA	NA
Picidae				
*Picumnus limae**	picapauzinho-da-caatinga	IN	AID, ADA	NA
Veniliornis passerinus	pica-pau-pequeno	IN	AID, ADA	NA
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado	IN	AID, ADA	NA
Falconidae				
Caracara plancus	carcará	CA	AII, AID, ADA	NA
Milvago chimachima	carrapateiro	CA	AII, AID, ADA	NA
Falco sparverius	quiriquiri	CA	AID, ADA	NA

Espécie	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Psittacidae				
*Eupsittula cactorum**	periquito-da-caatinga	FR	AII, AID, ADA	NA
Forpus xanthopterygius	tuim	FR	AII, AID	NA
Thamnophilidae				
Myrmorchilus strigilatus	tem-farinha-aí	IN	AID, ADA	NA
Formicivora grisea	papa-formiga-pardo	IN	AID, ADA	NA
*Radinopsyche sellowi**	chorozinho-da-caatinga	IN	AID	NA
Herpsilochmus atricapillus	chorozinho-de-chapéu-preto	IN	AID, ADA	NA
*Thamnophilus capistratus**	choca-barrada-do-nordeste	IN	AID, ADA	NA
Thamnophilus torquatus	choca-de-asa-vermelha	IN	AID	NA
Thamnophilus pelzelni	choca-do-planalto	IN	AID, ADA	NA
Taraba major	choró-boi	IN	ADA	NA
Dendrocolaptidae				
Dendroplex picus	arapaçu-de-bico-branco	IN	AID, ADA	NA
Furnariidae				
Furnarius leucopus	casaca-de-couro-amarelo	IN	AII, AID, ADA	NA
Synallaxis frontalis	petrim	IN	AID, ADA	NA
Synallaxis scutata	estrelinha-preta	IN	AID, ADA	NA
Rhynchocyclidae				
Tolmomyias flaviventris	bico-chato-amarelo	IN	AII, AID, ADA	NA
Todirostrum cinereum	ferreirinho-relógio	IN	AID, ADA	NA
Hemitriccus margaritaceiventer	sebinho-de-olho-de-ouro	IN	AID, ADA	NA
Tityridae				
Pachyramphus polychopterus	Caneleiro-preto	IN	AID	NA
Tyrannidae				
Camptostoma obsoletum	risadinha	IN	AII, AID, ADA	NA
Elaenia flavogaster	guaracava-de-barriga-amarela	IN	AII, AID, ADA	NA
Elaenia spectabilis[1]	guaracava-grande	IN	AII, AID, ADA	NA
Phaeomyias murina[1]	bagageiro	IN	AII, AID, ADA	NA
Myiarchus tyrannulus	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	IN	AII, AID, ADA	NA
Pitangus sulphuratus[1]	bem-te-vi	IN	AII, AID, ADA	NA

Espécie	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro	IN	AII, AID, ADA	NA
Megarynchus pitangua	neinei	IN	AID, ADA	NA
Myiozetetes similis	bentevizinho-de-penacho-vermelho	IN	AID, ADA	NA
Tyrannus melancholicus[1]	suiriri	IN	AID, ADA	NA
Empidonomus varius[1]	peitica	IN	AID, ADA	NA
Arundinicola leucocephala	freirinha	IN	AID, ADA	NA
Cnemotriccus fuscatus	guaracavuçu	IN	AID, ADA	NA
Fluvicola nengeta	lavadeira-mascarada	IN	AID, ADA	NA
Vireonidae				
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	IN	AII, AID	NA
*Hylophilus amaurocephalus**	vite-vite-de-olho-cinza	IN	AII, AID	NA
Vireo chivi[1]	juruviara	FR		NA
Hirundinidae				
Tachycineta albiventer	andorinha-do-rio	IN	AII, AID	NA
Troglodytidae				
Troglodytes musculus	corruíra	IN	AII, AID, ADA	NA
Cantorchilus longirostris	garrinchão-de-bico-grande	IN	AII, AID, ADA	NA
Polioptilidae				
Polioptila atricapilla	balança-rabo-do-nordeste	IN	AII, AID, ADA	NA
Turdidae				
Turdus leucomelas	sabiá-barranco	FR	AII, AID	NA
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	FR	AID, ADA	NA
Mimidae				
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	ON	AII, AID, ADA	NA
Estrildidae				
Estrilda astrild	bico-de-lacre	GR	AII, AID, ADA	NA
Passeridae				
Passer domesticus	pardal	ON	AII, AID, ADA	NA
Motacillidae				
Anthus lutescens	caminheiro-zumbidor	IN	AID, ADA	NA
Fringillidae				
Euphonia chlorotica	fim-fim	FR	AID, ADA	NA
Passerellidae				
Ammodramus humeralis	tico-tico-do-campo	GR	AII, AID	NA

Espécie	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Icteridae				
*Icterus jamacaii**	corrupião	IN	AID	NA
Molothrus bonariensis	chupim	IN	AII	NA
Parulidae				
Myiothlypis flaveola	canário-do-mato	IN	AII, ADA	NA
Basileuterus culicivorus	pula-pula	IN	AII	NA
Thraupidae				
Tachyphonus rufus	pipira-preta	FR	AID	NA
Coereba flaveola	cambacica	IN	AII, AID	NA
Coryphospingus pileatus	tico-tico-rei-cinza	GR	AII, ADA	NA
Volatinia jacarina	tiziu	GR	AII, AID	NA
Conirostrum speciosum	figuinha-de-rabo-castanho	IN	AII, AID	NA
Sicalis luteola	tipio	GR	AII, AID	NA
*Paroaria dominicana**	cardeal-do-nordeste	ON	AII, AID, ADA	NA
Thraupis sayaca	sanhaço-cinzento	ON	AII, AID, ADA	NA
Stilpnia cayana	saíra-amarela	ON	AII, AID	NA

Com relação aos hábitos alimentares, foram diagnosticados 09 (nove) grupos, onde os insetívoros foram os mais representativos com 58 espécies (Figura 110).

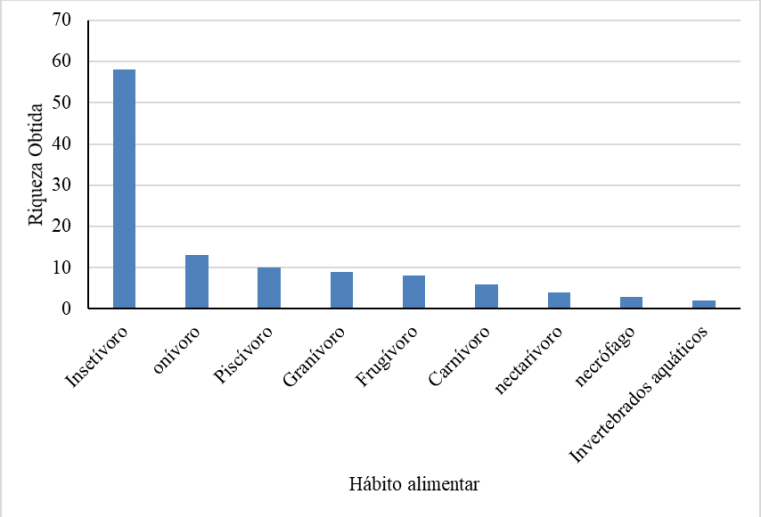


Figura 110 - Habito alimentar encontrado para a avifauna presente nas áreas de influência do empreendimento

A curva cumulativa se comporta de formar ascendente, o que indica que o número total de espécies esperado para a área do empreendimento não foi atingido (Figura 111). Esta afirmação pode

ser corroborada com o cálculo de estimativa de riqueza proposto para os dados coletados, onde temos uma riqueza estimada pelos estimadores de riqueza Chao 2 e Jackknife 1 com valores de 86,4±2,79 espécies e 95,5±4,85 espécies.

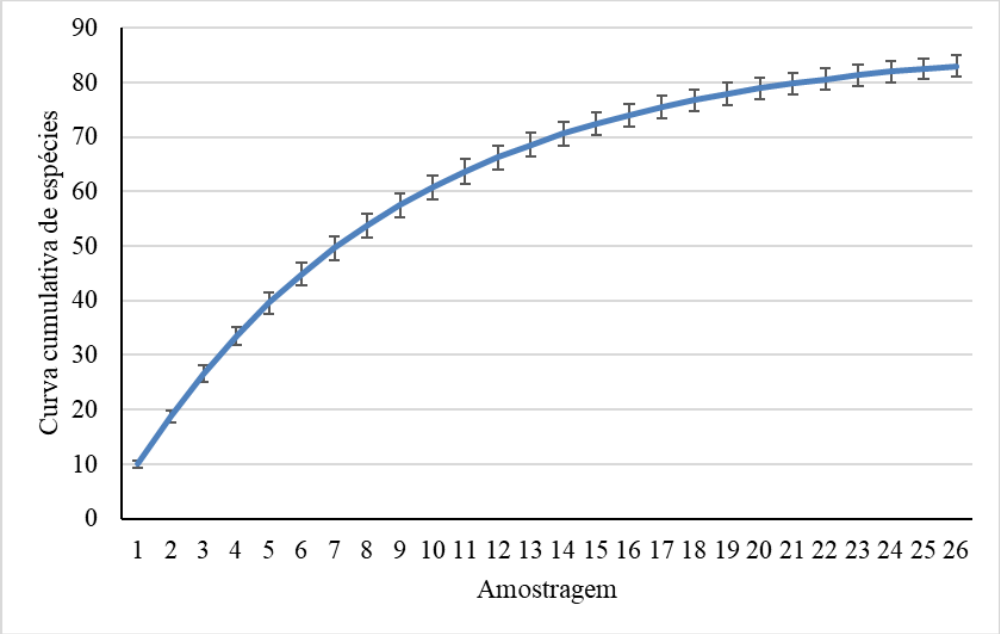


Figura 111 - Curva cumulativa de espécies

As espécies com maiores valores de frequência na lista foram: *Myiarchus tyrannulus* (IFL = 0,31), *Mymorchilus strigilatus* (IFL = 0,27), *Thamnophilus capistratus* (IFL = 0,27), *Formicivora grisea* (IFL = 0,27), *Tolmomyias flaviventris* (IFL = 0,23), *Taraba major* (IFL = 0,23), *Crotophaga ani* (IFL = 0,23), *Cantorchilus longirostris* (IFL = 0,19), *Hylophilus amaurocephalus* (IFL = 0,19), *Vireo chivi* (IFL = 0,19), *Pitangus sulphuratus* (IFL = 0,19), *Caraca plancus* (IFL = 0,19), *Todrirostrum cinereum* (IFL = 0,19) e *Megaceryle torquata* (IFL = 0,19) .

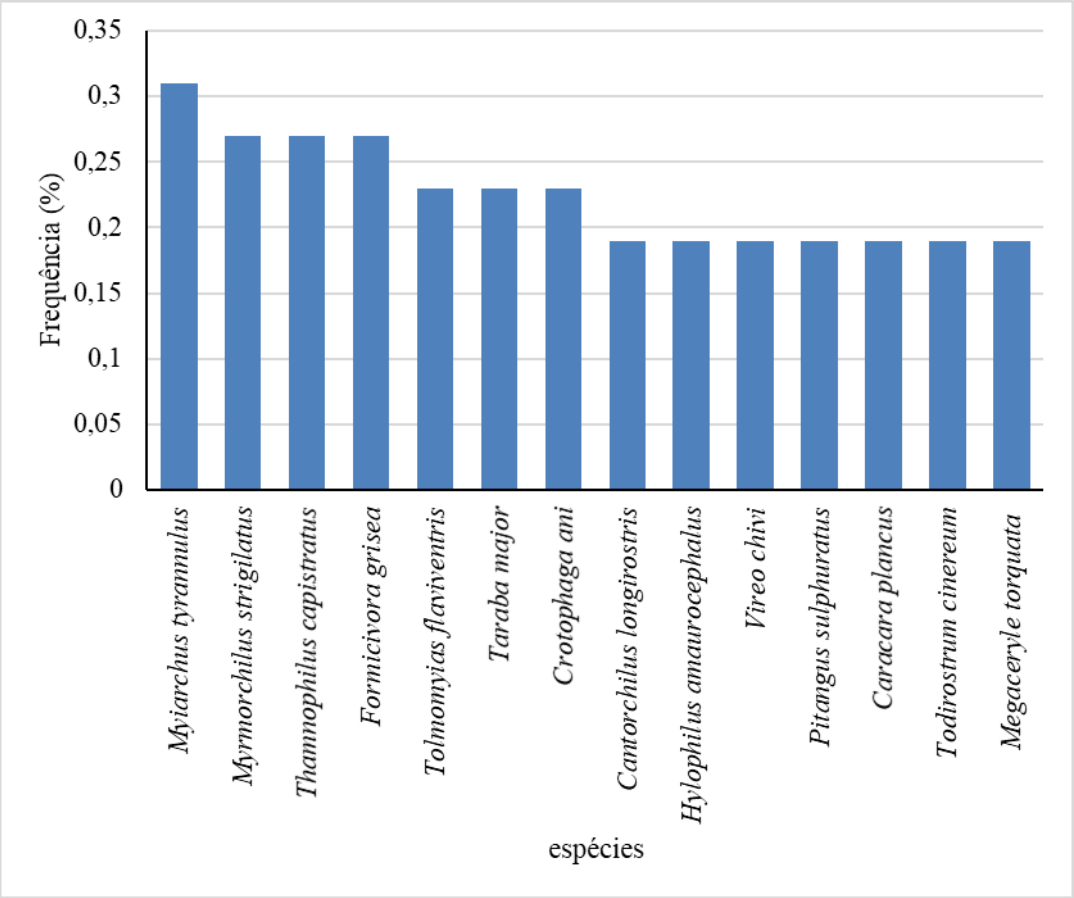


Figura 112 - Índice de Frequência na Lista (IFL) das espécies de aves registradas através da Lista de Mackinnon

Com relação a fauna de aves presentes nas áreas de influência do empreendimento, nota-se que a área com maior riqueza observada foi a Área de Influência Direta (AID) com 107 espécies registradas (Figura 13).

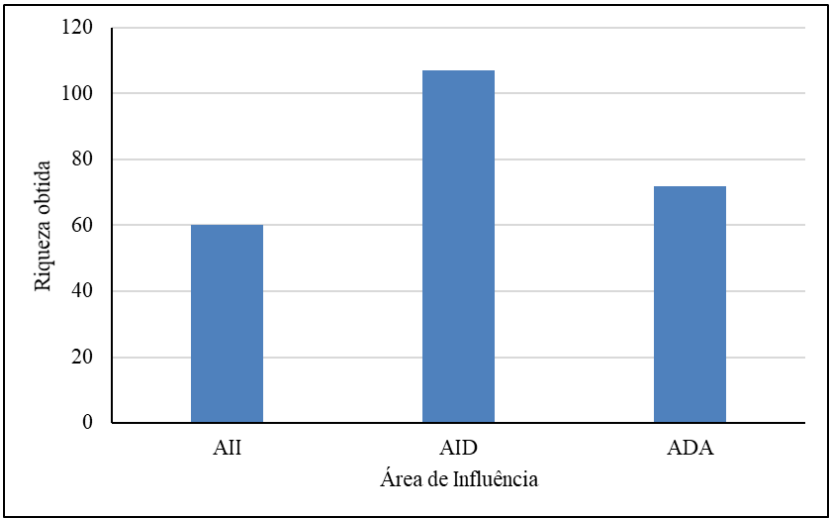


Figura 113 - Riqueza obtida para avifauna por área de influência

A maioria das espécies registradas durante o diagnóstico de avifauna é classificada como residente, tendo algumas espécies consideradas migrantes pelo ICMBIO/CEMAVE (2019). As espécies são: *Tringa solitaria*, *Elaenia spectabilis*, *Phaeomyias murina*, *Pitangus sulphuratus*, *Tyrannus melancholicus*, *Empidonomus varius* e *Vireo chivi*. Apesar de registrarmos espécies consideradas migrantes na área do empreendimento, vale ressaltar que a área do empreendimento não se encontra inserida em Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias e Ameaçadas de extinção (Figura 114).

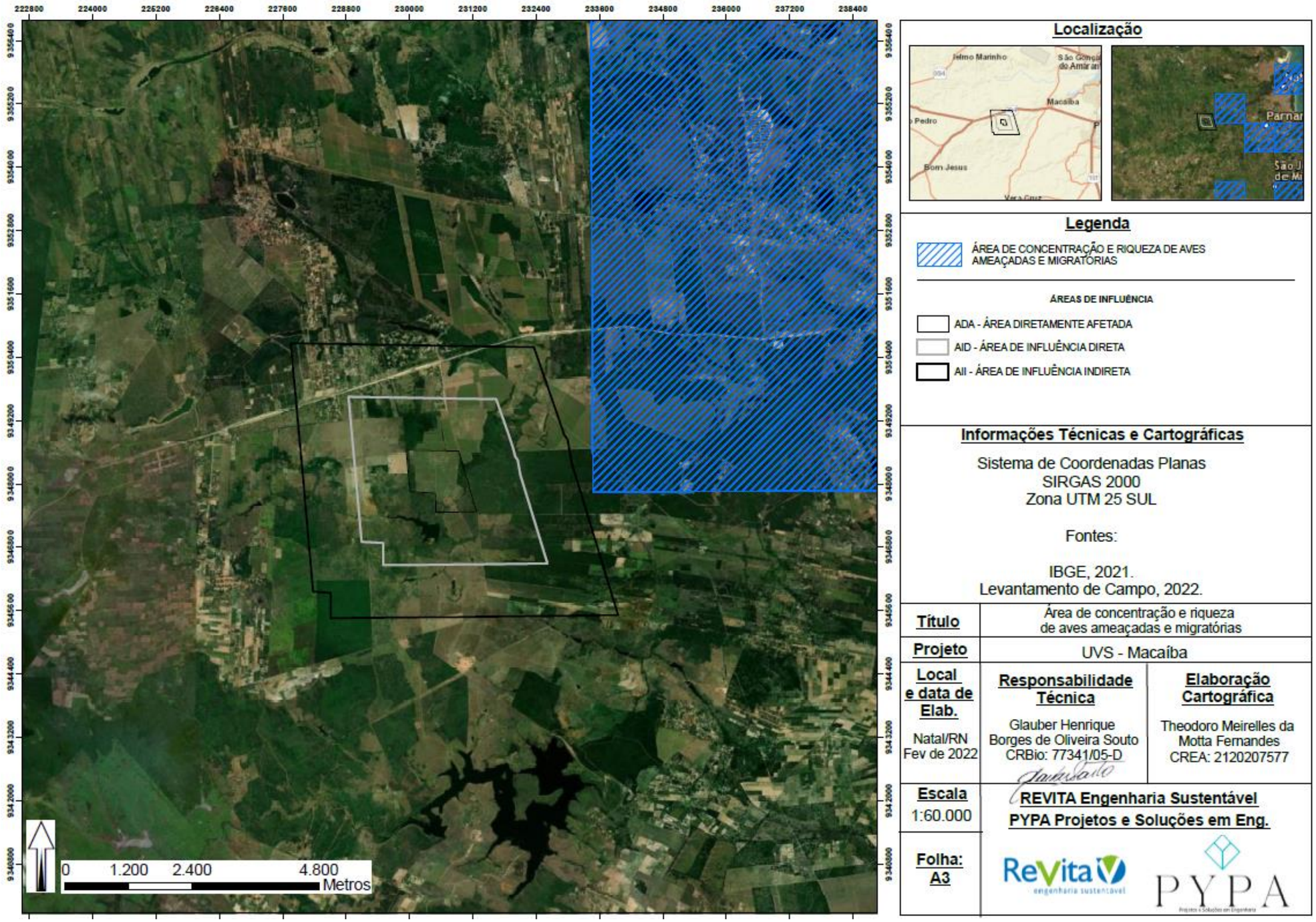


Figura 114 - Área de concentração e riqueza de aves ameaçadas e migratórias. Fonte: Icmbio/Cemave (2019).

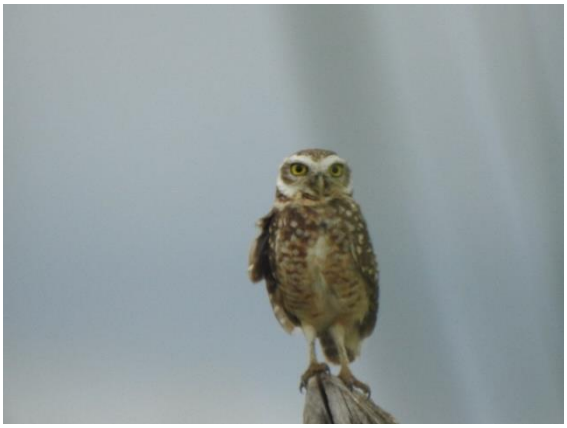
Destacamos a presença de espécies endêmicas do Brasil que possuem distribuição no bioma Caatinga e Mata Atlântica. São elas: *Paroaria dominicana*, *Icterus jamacaii*, *Hylophilus amaurocephalus*, *Thamnophilus capistratus*, *Radinopsyche sellowi*, *Eupsittula cactorum* e *Picumnus limae*. Apesar de não terem sido registradas espécies ameaçadas de extinção, a área apresenta espécies de interesse conservacionista, como é o caso da *Penelope superciliaris*, *que* por se tratar de uma espécie frugívora, dispersora de sementes e que desperta o interesse pela caça. Além de *P. Superciliaris*, como espécie de interesse cinegético, temos *Aramides cajanea*, *Porphyrio Martinica*, *Crypturellus parvirostris*, *Crypturellus tataupa*, *Nothura maculosa*, *Dendrocygna viduata*, *Amazonetta brasiliensis*, *Anas bahamensis*, *Patagioenas picazuro*, *Columbina minuta*, *C. picui* e *C. talpacoti*.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)



(H)



(I)



(J)

Figura 115 - Avifauna registrada para as áreas de influência do empreendimento: (A) - Penelope superciliaris; (B) - Arundinicola leucocephala; (C) - Athene cunicularia; (D): Caracara plancus; E: Tyrannus melancholicus; F - Nannopterum brasilianus; (G) - Ardea alba; (H) - Himantopus mexicanus; (I) - Megarynchus pitanguá; (J) - Paroaria dominicana)

4.2.2.5.1.2.4.Mastofauna

Foram identificadas 13 espécies de mamíferos na área do empreendimento (Tabela 24). Os mamíferos registrados neste estudo são de ampla distribuição geográfica, onde destacamos a presença de espécies silvestre endêmicas (*Callithrix jacchus* e *Leopardus emiliae*) e ameaçadas de extinção (*Leopardus emiliae*).

As espécies silvestres presentes na área desempenham um papel ecológico muito importante na região, onde podemos destacar espécies dispersores de sementes (Cerdocyon thous), controladores de pragas (Didelphis albiventris), predadores de topo (Leopardus emiliae) e polinizadores (Glossophaga soricine).

Tabela 24 - Mastofauna registrada para a área do empreendimento – Macaíba/RN (SC: escansorial; SF: semifossorial; AR: arborícola; TE: terrestre; AL: alado; NA: não ameaçado; AII: área de influência indireta, AID: área de influência direta, ADA: área diretamente afetada)

Táxon	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Didelphidae				
Didelphis albiventer	Timbú	SC	AII, AID	NA
Chlamyphoridae				
Euphractus sexcinctus	tatu-peba	SF	ADA	NA
Ordem Primates				
Cebidae				
Callithrix jacchus	Saguí	AR	AID, ADA	NA
Caviidae				
Galea spixii	Preá	TE	AII, AID	NA
Emballonuridae				
Peropteryx macrotis	Morcego	AL	AID, ADA	NA
Phyllostomidae				
Glossophaga soricine	Morcego	AL	AID	NA
Desmondus rotundus	morcego-vampiro	AL	ADA	NA
Molossidae				
Molossus molossus	Morcego	AL	AID, ADA	NA
Vespertilionidae				
Myiotis sp	Morcego	AL	AID	NA
Canidae				

Táxon	Nome Comum	Hábito	Área de Influência	Status de Conservação
Cerdocyon thous	Raposa	TE	ADA	NA
Mephitidae				
Conepatus amazonicus	Jeriticaca	TE	AID, ADA	NA
Procyonidae				
Procyon cancrivorus	Guaxinim	TE	AID	NA
Felidae				
Leopardus emiliae	gato-do-mato	TE	AID	AM

Com relação a fauna de mamíferos presentes nas áreas de influência do empreendimento, nota-se que a área com maior riqueza observada foi a Área de Influência Direta (AID) com 10 espécies registradas (Figura 116).

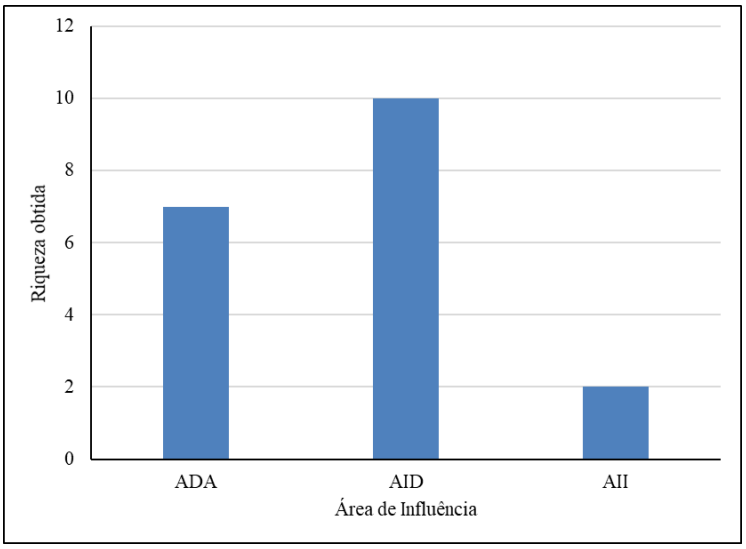


Figura 116 - Riqueza obtida para mamíferos registradas por área de influência

Na área de influência direta (AID) do empreendimento, nas coordenadas 231484.20 m E; 9347036.85 m S, a aproximadamente 485,0m de distância do limite mais sudeste da área, após o corpo d'água, foi encontrado, por meio da metodologia da armadilha fotográfica, uma espécie ameaçada de extinção e de interesse conservacionista, o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus emiliae*). A espécie é recém descrita, surgindo a partir de estudos no agrupamento tigrinus que, assim como *L. Tigrinus*, é uma espécie ameaçada de extinção, e a nova espécie, que surge pelo desmembramento do agrupamento, é consequentemente ameaçada de extinção.

As espécies que despertam o interesse pela caça são *Galea spixii*, *Euphractus sexcinctus* e *Leopardus emiliae.* Alguns mamíferos silvestres atuam como reservatório de protozoários e vírus. São eles: *Didelphis albiventris, Galea spixii, Euphractus sexcinctus, Cerdocyon thous* e *Desmondus rotandus.* As quatro primeiras espécies são consideradas como potenciais reservatórios de protozoários que transmitem a doença de chagas e leshmaniose. Já, *D. Rotandus* e *C. Thous*, são considerados potenciais reservatório do vírus que causa raiva.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 117 - Mastofauna das áreas de influência do empreendimento: (A) - Cerdocyon thous; (B) - Euphractus sexcinctus; (C) - Leopardus emiliae; (D) - rastro de Procyon cancrivorus.

4.2.2.5.1.2.5.Ictiofauna

Através das informações obtidas pelas entrevistas realizadas na Comunidade Rua da Palha e com pescadores locais, o açude apresentou em tempos pretéritos uma riqueza de peixes constituída

por espécies de traíra (*Hoplias malabaricus*), piaba (*Astyanax* sp), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). Entretanto, nos tempos atuais, sua biota aquática encontra-se, praticamente extinta. Segundo relatos de pescadores, ainda se pode encontrar algumas espécies de tilápia (*Oreochromis niloticus*) no reservatório, espécie introduzida e não ameaçada de extinção.

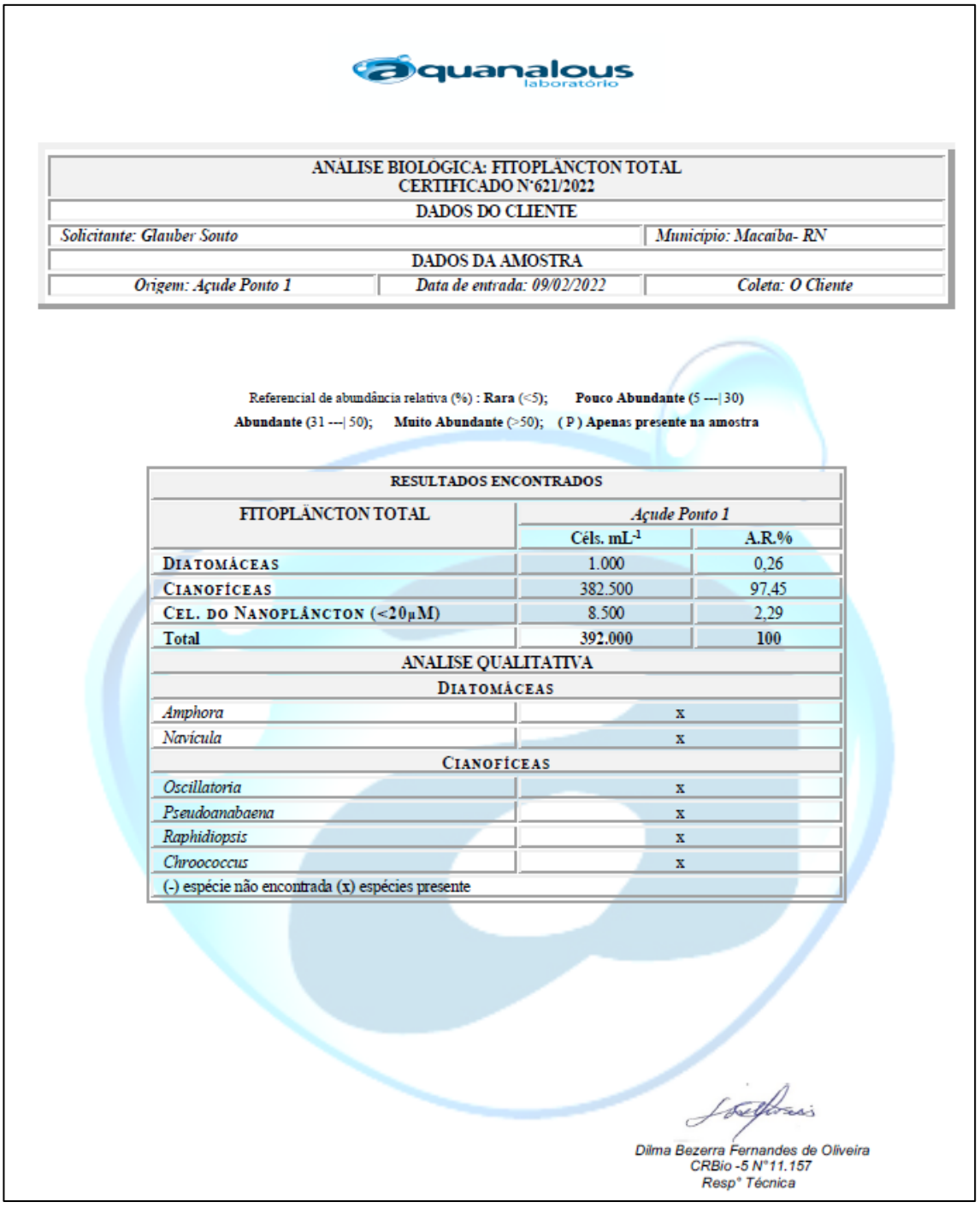
4.2.2.5.1.2.6.Fitoplâncton, Zooplâncton

As análises de fitoplâncton mostrou a presença de 09 gêneros distribuídos em 03 grupos de microalgas (Tabela 25). Dentre os grupos, as Diatomáceas e Cianfíceas foram as mais abundantes com 04 espécies registradas. Este grupo de algas unicelulares desempenham um papel importante nos ecossistemas aquáticos atuando como produtores primários, sendo assim, participam como o elo principal na cadeia alimentar desses ecossistemas.

É importante mencionar a predominância de cianobactérias no açude da Fazenda Cajazeira (Figura 118 e Figura 119). Dentre as cianobacterias que causam metabolitos tóxicos, como a intoxicação e morte de seres humanos, temos a presença da *Pseudanabaena*, *Oscillatoria* e *Raphidiospsis*.

Tabela 25 - Fitoplâncton registrados para o Açude da Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN

Táxon	Ponto 01	Ponto 02
Diatomácea		
Amphora	Presente	
Navicula	Presente	Presente
Cyclotella		Presente
Cylindrotheca		Presente
Cianofícea		
Pseudanabaena	Presente	Presente
Oscillatoria	Presente	
Raphidiopsis	Presente	
Chroococcus	Presente	
Clorofícea		
Chlorella		Presente



aquanalous laboratório

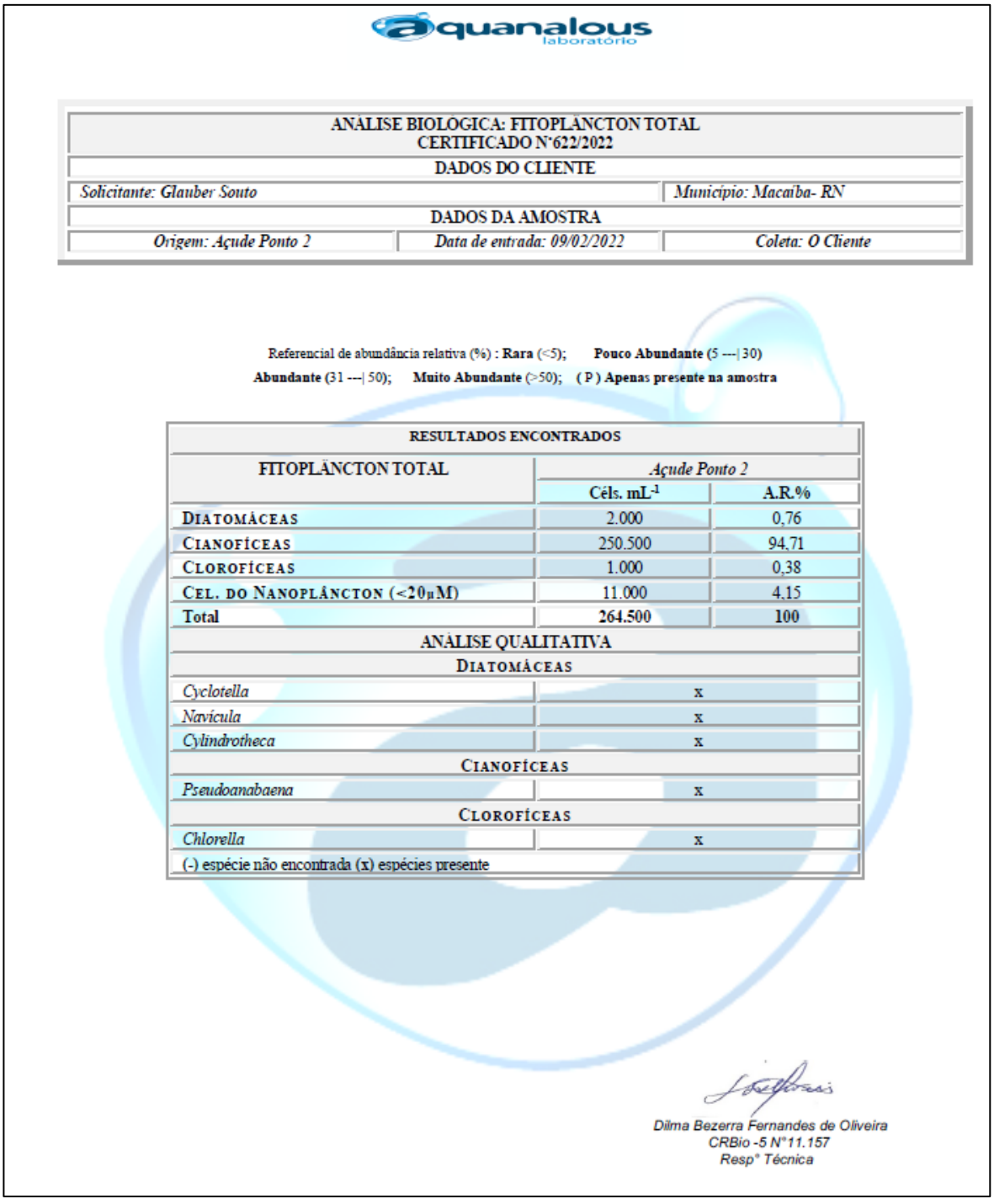
ANÁLISE BIOLOGICA: FITOPLÂNCTON TOTAL CERTIFICADO N°621/2022		
DADOS DO CLIENTE		
Solicitante: Glauber Souto		*Município: Macaíba- RN*
DADOS DA AMOSTRA		
Origem: Açude Ponto 1	*Data de entrada: 09/02/2022*	*Coleta: O Cliente*

Referencial de abundância relativa (%) : **Rara** (<5); **Pouco Abundante** (5 ---| 30)
Abundante (31 ---| 50); **Muito Abundante** (>50); **(P) Apenas presente na amostra**

RESULTADOS ENCONTRADOS		
FITOPLÂNCTON TOTAL	*Açude Ponto 1*	
	Céls. mL^{-1}	A.R.%
DIATOMÁCEAS	1.000	0,26
CIANOFÍCEAS	382.500	97,45
CEL. DO NANOPLÂNCTON (<20µM)	8.500	2,29
Total	392.000	100
ANALISE QUALITATIVA		
DIATOMÁCEAS		
Amphora	x	
Navicula	x	
CIANOFÍCEAS		
Oscillatoria	x	
Pseudoanabaena	x	
Raphidiopsis	x	
Chroococcus	x	
(-) espécie não encontrada (x) espécies presente		

Dilma Bezerra Fernandes de Oliveira
CRBio -5 N°11.157
Resp° Técnica

Figura 118 - Análise Fitoplancton ponto 01 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN



aquanalous laboratório

ANÁLISE BIOLÓGICA: FITOPLÂNCTON TOTAL CERTIFICADO N°622/2022		
DADOS DO CLIENTE		
Solicitante: Glauber Souto		*Município: Macaíba- RN*
DADOS DA AMOSTRA		
Origem: Açude Ponto 2	*Data de entrada: 09/02/2022*	*Coleta: O Cliente*

Referencial de abundância relativa (%) : **Rara** (<5); **Pouco Abundante** (5 ---| 30)
Abundante (31 ---| 50); **Muito Abundante** (>50); **(P) Apenas presente na amostra**

RESULTADOS ENCONTRADOS		
FITOPLÂNCTON TOTAL	*Açude Ponto 2*	
	Céls. mL^{-1}	A.R.%
DIATOMÁCEAS	2.000	0,76
CIANOFÍCEAS	250.500	94,71
CLOROFÍCEAS	1.000	0,38
CEL. DO NANOPLÂNCTON (<20µM)	11.000	4,15
Total	**264.500**	**100**
ANÁLISE QUALITATIVA		
DIATOMÁCEAS		
Cyclotella	x	
Navicula	x	
Cylindrotheca	x	
CIANOFÍCEAS		
Pseudoanabaena	x	
CLOROFÍCEAS		
Chlorella	x	
(-) espécie não encontrada (x) espécies presente		

Dilma Bezerra Fernandes de Oliveira
CRBio -5 N°11.157
Resp° Técnica

Figura 119 - Análise Fitoplancton ponto 02 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN

O zooplâncton compreende um conjunto de organismos, geralmente, microscópicos que variam sua forma, podendo ser unicelulares (protistas) até pequenos vertebrados (BONECKER et al., 2002). O zooplâncton desempenha um papel trófico importante nos ecossistemas aquáticos, atuando

como consumidores secundários, terciários e quaternários (SIEBURTH et al, 1978). De acordo com Pinto-Coelho (1998), a dinâmica populacional de zooplâncton estar intimamente relaciona com o aporte nutricional do ambiente. Esta informação pode ser um dos fatores para que não se tenha registro de zooplâncton na análise de água realizada (Figura 120 e Figura 121).

aquanalous laboratório

ANALISE BIOLOGICA: ZOOPLANCTON TOTAL CERTIFICADO N°621/2022		
DADOS DO CLIENTE		
Solicitante: Glauber Souto		*Município: Macaíba- RN*
DADOS DA AMOSTRA		
Origem: Açude Ponto 1	*Data de entrada: 09/02/2022*	*Coleta: O Cliente*

RESULTADOS ENCONTRADOS		
ZOOPLÂNCTON TOTAL	*Açude Ponto 1*	
	Org/m³	%
TOTAL	Ausente	

Referencial de abundância relativa (%): Rara (<5); **Pouco Abundante** (5 ---| 30); **Abundante** (31 ---| 50); **Muito Abundante** (>50); (**P**) Apenas presente na amostra

Referência Metodológica: Câmara de Sedgwick-Rafter.

Dilma Bezerra Fernandes de Oliveira
CRBio -5 N°11.157
Resp° Técnica

Figura 120 - Análise de Zooplâncton ponto 01 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN



aquanalous laboratório

ANÁLISE BIOLÓGICA: ZOOPLÂNCTON TOTAL CERTIFICADO Nº622/2022		
DADOS DO CLIENTE		
Solicitante: Glauber Souto		*Município: Macaíba- RN*
DADOS DA AMOSTRA		
Origem: Açude Ponto 2	*Data de entrada: 09/02/2022*	*Coleta: O Cliente*

RESULTADOS ENCONTRADOS		
ZOOPLÂNCTON TOTAL	*Açude Ponto 2*	
	Org/m³	%
TOTAL	Ausente	

Referencial de abundância relativa (%): Rara (<5); Pouco Abundante (5 ---| 30); Abundante (31 ---| 50); Muito Abundante (>50); (P) Apenas presente na amostra

Referência Metodológica: Câmara de Sedgwick-Rafter.

Dilma Bezerra Fernandes de Oliveira
CRBio -5 Nº11.157
Respº Técnica

Figura 121 - Análise de Zooplâncton ponto 02 – Açude Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN

4.2.2.5.1.2.7.Macroinvertebrados (comunidade bentônica)

Foram coletados um total de 1481 macroinvertebrados bentônicos, distribuído em apenas 1 filo, o Mollusca. Destes, 786 espécimes foram coletados no ponto P1 e 695 indivíduos coletados no ponto P2 (Tabela 26).

Tabela 26 - Levantamento taxonômico dos macroinvertebrados bentônicos coletados nos pontos amostrais P1 e P2 no Açude da Fazenda Cajazeiras, Macaíba/RN

Táxon	Nome comum	P1	P2
Gastropoda			
Mesogastropoda			
Thiaridae			
Melanoides tuberculata	thiara	786	695



Figura 122 - Gastrópodes (Thiaridae) coletados nos pontos amostrais do Açude Cajazeiras

Nos pontos P1 e P2, todos os organismos coletados corresponderam a *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Thiaridae). A espécie *M. tuberculata* (Müller, 1774), possui um alto poder migratório e adaptativo, podendo se estabelecer em todos os tipos de ambientes, naturais ou artificiais (ROCHA-MIRANDA; MARTINS-SILVA, 2006), principalmente naqueles afetados pelas ações antrópicas, devido a elevada tolerância aos ambientes estuarinos e marinhos **(**FARANI, 2013).

O *M. tuberculata* (Thiaridae) é uma espécie exótica, bioinvasora de sucesso, com distribuição acelerada e crescente, nativa da região nordeste da África e sudeste da Ásia (POINTIER, 1999; GREGORIC *et al*., 2007**),** que foi introduzida e espalha-se por todas as bacias hidrográficas da América do Sul, sendo uma espécie que compete fortemente por habitat e alimento.

Nos anos 80, o tiarídeo foi introduzido no Caribe como controle biológico para combater *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) e *B. straminea* (Dunker, 1848), hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* **(**POINTIER, 1999**;** GUIMARÃES; SOUZA; SOARES, 2001; GIOVANELLI; VIEIRA; DA SILVA, 2003**;** POINTIER, 1993; POINTIER;

GUYARD; MOSSER, 1989; POINTIER; FREDERIC; MAZILLE, 1991; POINTIER, *et al.*, 1993). As fêmeas de se reproduzem por partenogênese, agravando a proliferação do caramujo, tornando-o um competidor de sucesso**.**

Para caracterização da qualidade da água foram utilizados três índices bióticos amplamente difundidos: Chandler (*Chandler's Score System,* 1970), adaptado por Irusta (2002); BMWP' (*Biological Monitoring Work Party Score System*) (MONTEIRO, OLIVEIRA; GODOY, 2008); e BMWP'*, adaptado por Alba-Tercedor (2002).

A escolha dos índices levou em consideração a fácil utilização e os diversos estudos realizados com os mesmos objetivos em âmbito nacional e internacional.

Os organismos foram utilizados na avaliação da qualidade da água para os pontos P1 e P2, através de três índices bióticos, sendo eles: Chandler*, BMWP' e BMWP' (Tabela 27).

Tabela 27 - Avaliação da qualidade da água através dos índices bióticos.

Avaliação da qualidade da água		
Índices	**P1**	**P2**
Chandler*	Forte descaracterização	Forte descaracterização
BMWP'	Muito ruim	Muito ruim
BMWP'*	Águas fortemente poluídas	Águas fortemente poluídas

O índice biótico de Chandler* categorizou os pontos amostrais (P1, P2) com "forte descaracterização". Isso pode ser explicado devido o índice ser semiquantitativo e os pontos apresentarem uma abundância elevada de organismos considerados resistentes à poluição ambiental.

O índice biótico BMWP' classificou a água como "muito ruim" para os dois pontosamostrais enquadrando assim, os pontos nas classes V. Logo, o resultado pode indicar um certo grau de contaminação da água**.**

BMWP'*, por sua vez, avaliou a água dos pontos P1 e P2 como "águas fortemente poluídas". Enquadrando, assim, a água na classe V, ou seja, muito crítica.

No geral, a qualidade hídrica pode estar associada com a quantidade de macrobentos resistentes coletados, mostrando, assim, que o sistema está sofrendo alguma alteração, visto que os pontos amostrais apresentaram apenas tiarídeos.

A análise estatística abordou a riqueza, abundância, dominância, diversidade e equitabilidade. Os cálculos foram realizados utilizando o programa estatístico PAST 4.0 (Paleontological STatistics).

Visto que os pontos P1 e P2 apresentaram apenas uma família (Thiaridae), a riqueza mostrou-se baixa, porém com uma alta dominância. Assim, os pontos amostrais, não apresentaram diversidade e equitabilidade, pois quanto maior a dominância de um organismo em um ambiente, menor será a diversidade e equitabilidade local (Tabela 28).

Tabela 28 - Medidas de diversidade dos pontos amostrais

Índices de diversidade	P1	P2
Riqueza	1	1
Abundância	786	695
Dominância (D)	1	1
Simpson (1-D)	0	0
Shannon (H)	0	0
Equitabilidade (J)	0	0

Com relação ao nicho trófico dos macroinvertebrados bentônicos, a área de estudo apresentou apenas 1 grupo funcional, o raspador, representado pelos gastrópodes, ou seja, não houve variação de grupos. A presença dessa guilda trófica representa uma baixa diversidade de nichos tróficos no Açude Cajazeiras (Tabela 29).

Tabela 29 - Caracterização dos grupos funcionais de alimentação para macroinvertebrados bentônicos de acordo com o modo de coleta alimentar (Merritt; Cummins, 1996; Hamada; Nessimian; Querino, 2014).

Classe	Ordem	Famílias	Função Trófica
Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	R

Legenda: R – raspador

Verificou-se que dos grupos funcionais tróficos (GFT), o mais representativo foi o raspador, representado pela classe Gastropoda.

Assim, os gastrópodes, organismos tolerantes quanto às condições de distúrbios ambientais, se adaptam às variações da disponibilidade dos recursos alimentares, visto que forma dominantes em ambos os pontos amostrais, provavelmente por serem organismos onívoros, competindo com vantagem sobre outros organismos (MERRITT; CUMMINS; BERG, 2008).

4.2.2.6. Conclusão

A fauna local de vertebrados e invertebrados é caracterizada por espécies de ampla distribuição geográfica, ocorrendo em áreas naturais e antropizadas ao longo de todo o território do Rio Grande do Norte. O grupo faunístico mais rico foi avifauna com 113 espécies registradas. Neste grupo, destacamos a presença das espécies migratórias, onde a maioria são espécies que realizam movimentos sazonais dentro do território nacional, tais movimentos são influenciados pelo ciclo das chuvas. Destacamos a presença de uma espécie de interesse conservacionista, Penelope superciliaris, que apesar de não ser considerada ameaçada de extinção, se trata de uma espécie que depende de áreas florestadas e desempenha um papel importante como grande frugívoro, contribuindo para a dispersão de sementes.

O segundo grupo mais rico foi os artrópodes com 38 espécies, destacando a presença de artrópodes peçonhentos de interesse médico. Neste grupo não foi encontrado espécies ameaçadas de extinção.

A herpetofauna, grupo que reuni anfíbios e répteis, apresentou uma riqueza composta por 19 espécies. Dentre as espécies temos aquelas endêmicas da caatinga (*Corythomantis greeningi* e *Pithecopus gonzagai*) e endêmicas do Brasil (*Micrurus ibiboboca*). É importante mencionar que neste grupo encontramos espécies que podem acometer a saúde humana através dos acidentes ofídicos, como *Micrurus ibiboboca* e as serpentes do gênero *Philodryas.*

A fauna de mamíferos foi a que apresentou a menor riqueza de espécies. Sua comunidade é constituída por espécies de ampla distribuição geográfica e de grande importância ecológica. Destacamos para os mamíferos a única espécie ameaçada de extinção registrada durante o diagnóstico faunístico foi a *Leopardus emiliae,* encontrada na área de influência direta (AID) do empreendimento, nas coordenadas 231484.20 m E; 9347036.85 m S, a aproximadamente 485,0m de distância do limite mais sudeste da área, após o corpo d'água.

Com relação a fauna presente no ecossistema aquático foi observado que a mesma é bem pobre, com presença de espécie introduzida, que é o caso da tilápia (*Oreochromis niloticus*) e molusco gastrópode (*Melanoides tuberculata*). Um dos motivos que contribuem para essa baixa riqueza de organismos aquáticos, é o fato do ambiente aquático se encontrar com a qualidade da água ruim, considerada poluída.

4.3.MEIO SOCIOECONÔMICO

Esse item tem como objetivo caracterizar e analisar a realidade socioeconômica das Áreas de Influência da UVS Macaíba.

Serão analisados os aspectos demográficos, de infraestrutura social e organizacional, patrimônio histórico, cultural e arqueológico, caracterização das comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas, estrutura produtiva e de serviços, condições de saúde e doenças endêmicas, paisagem e uso e ocupação do solo etc., englobando seus impactos no contexto de suas Áreas de Influência Direta, Indireta e Diretamente Afetada com as seguintes delimitações (ver Figura 123):

- Área Diretamente Afetada (ADA): Corresponde à área onde, de fato, existirá intervenção em uma gleba que totaliza cerca de 111,35 hectares;
- Área de Influência Direta (AID): A AID corresponde à área de limite da ADA do empreendimento em um raio de 1.500 metros a partir deste, pois é a metragem máxima com incidência dos impactos ambientais da implantação e operação do empreendimento, tais como, emissão de particulados da obra, geração de resíduos sólidos e efluentes sanitários, movimentação de máquinas e carros, dentre outros que serão detalhados na Avaliação de Impactos Ambientais. A AID engloba os efeitos indiretos pela existência do empreendimento e não como consequência de uma ação relacionada a atividade do empreendimento, ressaltando-se que a criticidade e magnitude das adversidades diminui à medida que se afasta da fonte, ou seja, da Área de Influência Direta;
- Área de Influência Indireta (AII): O futuro aterro sanitário pretende atender todos os municípios da Região Metropolitana de Natal e, por isso, como Área de Influência Indireta – AII, que se caracteriza como espaço até onde a atividade possa atingir a infraestrutura e locais de alcance de impactos do empreendimento, como por exemplo: serviços pertinentes ao empreendimento ou outros, população residente, geração de emprego direto e indireto e renda, uso dos recursos naturais de forma sustentável e melhorias estruturais, foram considerados todos eles: Arês, Bom Jesus, Ceará-Mirim, Extremoz, Goianinha, Ielmo Marinho, Macaíba, Maxaranguape, Monte Alegre, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo, São José de Mipibu e Vera Cruz.

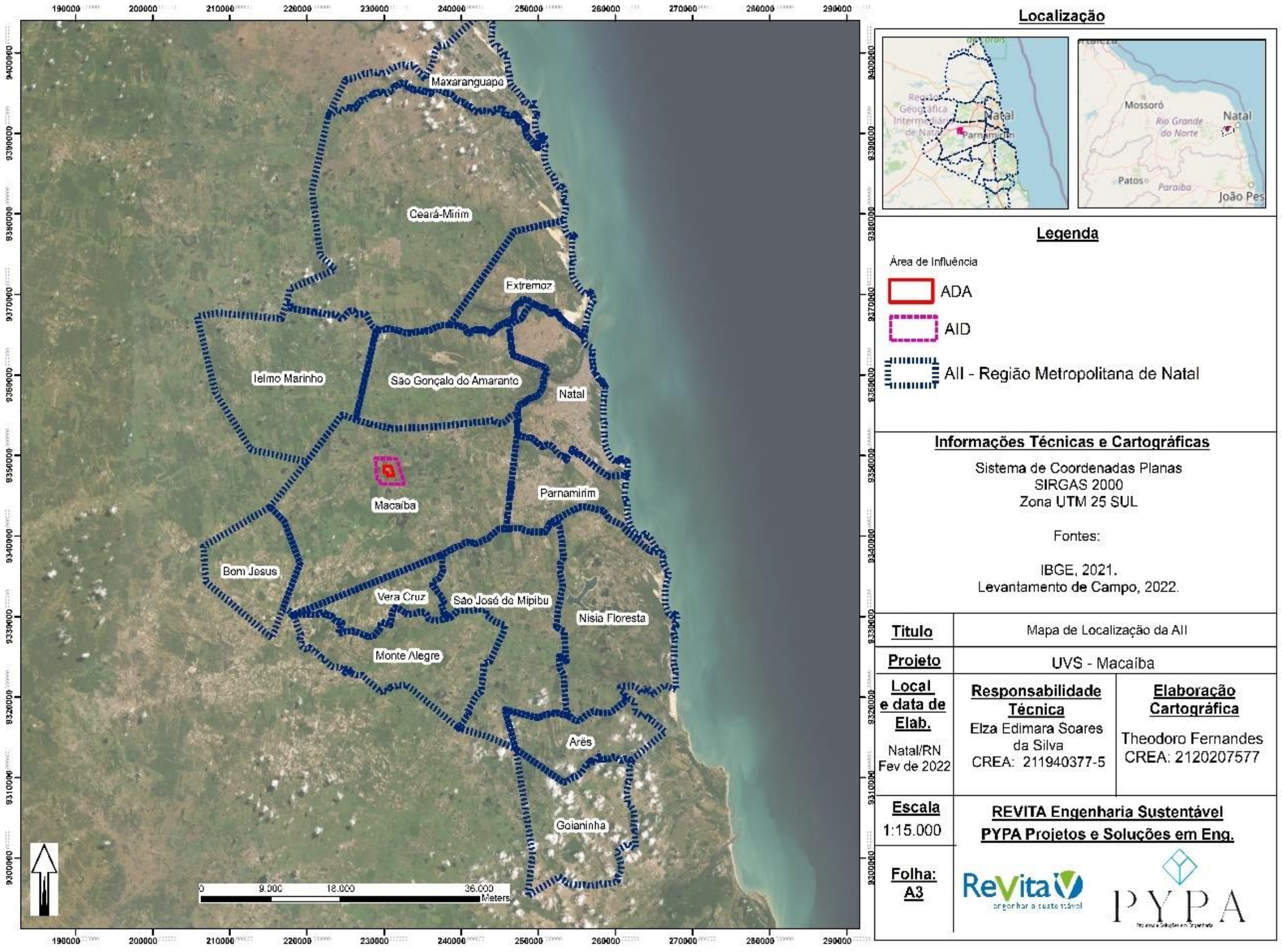


Figura 123 - Áreas de Influência do Meio Socioeconômico.

4.3.1. Diagnóstico da Área de Influência Indireta - AII

4.3.1.1. Metodologia

O levantamento e caracterização dos aspectos socioeconômicos da AII teve como base e referências dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, DATASUS, PNUD, Ministério da Educação e Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde – CNES e diversos outros bancos de dados e repositórios oficiais para adquirir informações relativas aos Censos Demográficos dos anos 2000 e 2010, quantidade de estabelecimentos de saúde, educação e seus recursos humanos, desenvolvimento humano, economia etc. Esses dados foram utilizados como base para compreender as características e o ordenamento socioeconômico, dentro de uma perspectiva histórico-geográfica, do território onde será implantado o empreendimento.

Para facilitar a análise e a exposição, os dados coletados foram transformados em tabelas, gráficos e quadros. As principais informações analisadas nesse subcapítulo foram: dinâmica populacional, condições de vida (saúde, educação, habitação, segurança, lazer, cultura, turismo, organização social, etc.), infraestrutura existente (saneamento básico, transporte, comunicação e energia elétrica) e economia dos Municípios da Região Metropolitana de Natal – RMN (AII).

Destaca-se que para alguns aspectos pertinentes ao diagnóstico socioeconômico da AII, foi dada maior ênfase ao município de Macaíba, por ser o local onde, de fato, o aterro sanitário pretende se instalar e devido à sua maior relação com as fases de implantação e operação do empreendimento e os impactos decorrentes dessas fases.

4.3.1.2. Localização e Histórico

Os municípios de Arês, Bom Jesus, Ceará-Mirim, Extremoz, Goianinha, Ielmo Marinho, Macaíba, Maxaranguape, Monte Alegre, Natal, Nísia Floresta, Parnamirim, São Gonçalo, São José de Mipibu e Vera Cruz estão localizados no Estado do Rio Grande do Norte, na Região Metropolitana da Capital Potiguar. Também conhecida como “Grande Natal”, a RMN foi criada a partir da Lei Complementar Estadual 152/1997, datada de 16 de janeiro de 1997.

Em sua primeira configuração, era constituída por 06 municípios, sendo eles: Natal, Parnamirim, São Gonçalo do Amarante, Ceará-Mirim, Macaíba e Extremoz. Os municípios de Nísia Floresta e São José de Mipibu foram incorporados em 2002. Já em 2005, incluiu-se Monte Alegre,

seguido de Vera Cruz em 2009, Maxaranguape em 2013, Ielmo Marinho em 2015, Arês e Goianinha, e por último Bom Jesus, já em 2019.

De modo a embasar teoricamente os aspectos relacionados aos aspectos históricos da região metropolitana de Natal, pode-se mencionar a obra organizada por Clementino (2019) intitulada "Duas décadas da região metropolitana de Natal", publicada pelo Núcleo RMNatal - observatório das cidades. Disposta em 14 capítulos e em 4 partes, são abordadas temáticas envolvendo as seguintes dimensões: governança e regimes urbanos, habitação, econômica e socioambiental.

Tomando como referência as ideias apresentadas na produção de Clementino (2019), ressalta-se o fato de que a RMN tem seu movimento datado a partir da década de de 1970, quando foi verificado interesses comuns entre municípios os quais fazem parte da metrópole funcional da região. Não se deve deixar de mencionar que em 1980 houve, no Estado do Rio Grande do Norte, o boom econômico em detrimento da crise econômica pela qual assolava os demais países, configurando Natal como uma "metrópole em formação", haja vista a disponibilidade capital depositada no Estado naquele período.

Outros autores como Silva e Gomes (2007) destacaram a dinâmica e organização do espaço metropolitano de Natal a partir de uma leitura do setor terciário, justificado pelo fato deste setor ter, nos últimos anos, apresentado um importante fator para a expansão espacial regional. A intensificação do processo da expansão urbana pode ser explicada por alguns eventos destacados na obra em análise, os quais contribuem diretamente com o processo de metropolização urbana. Exemplo claro disso foi a construção do Natal Shopping nos anos de 1990, fator pelo qual promoveu significativas movimentações nas finanças municipais e estaduais.

Prosseguindo com as análises histórico-social da RMN, torna-se plausível fazer menção a obra de França (2016) pela qual objetivou compreender a produção do espaço urbano na Região Metropolitana de Natal e as repercussões e/ou alterações provocadas pela ação das políticas públicas e pelo capital privado em seus municípios. Ao tratar especificamente sobre a dispersão urbana, a autora indica que está encontra-se em formação na RMN, acentuando-se os processos de fragmentação e de segregação e que ela carece de atenção e planejamento por parte dos órgãos competentes.

Um documento basilar para entender a área de estudo demarcada no presente documento é a proposta de modelo de gestão da Região Metropolitana de Natal elaborado pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte produzida no ano de 2007. Em sua análise, parte de uma escala a nível nacional englobando as regiões metropolitanas do Brasil e parte para uma escala local, englobando a

RMN e abordando temários como: aspectos financeiros e políticos, visão dos principais atores sociais metropolitanos, fundamentos do modelo de gestão da RMN, premissas básicas para revisão do modelo gestor metropolitano, diretrizes para revisão do modelo gestor, descrição, gestão e minuta do Projeto de Lei Complementar.

Alguns estudos realizam reflexões críticas sobre a RMN, como é o caso da produção de Graciosi Pinto et al. (2019) que observou expressivas fragilidades institucionais na organização política e de governança regional. Somado a isso, esse estudo aponta que ela não atende a todos os critérios estipulados, sendo necessário novas perspectivas e ações voltadas a uma análise territorial das integrações e dinâmicas regionais.

Nessa mesma perspectiva se insere o Relatório de Pesquisa desenvolvido pelo IPEA no Projeto Governança Metropolitano do Brasil intitulado: "As dificuldades de governança na Região Metropolitana de Natal/RN". Dentre outras contemplações, atenta-se para as soluções de governança no plano, a definição dos instrumentos, os arranjos de gestão e solução de conflitos de uso e ocupação do solo.

4.3.1.3. Caracterização Populacional

Os municípios de Extremoz, Goianinha, Macaíba, Maxaranguape e Nísia Floresta apresentaram, entre 2000 e 2021, uma taxa de crescimento de mais de 30%. Já a população dos municípios de Parnamirim e São Gonçalo do Amarante, cresceu mais de 50%. Tal aumento pode ser explicado em razão da proximidade destes dois municípios da capital do Estado e pelo desenvolvimento econômico deles, o que possibilitou a buscar moradia nestes territórios.

O município de Bom Jesus apresentou, entre 2000 e 2021, uma taxa de crescimento de 16,61% de sua população, inferior às taxas verificadas na Região Metropolitana e da qual faz parte, no mesmo período.

Tabela 30 - População residente entre 2000 e 2010 e população estimada em 2021 dos municípios da AII do Empreendimento.

Município	2000	2010	2021	var % 00-21
Arês	11.323	12.924	14.526	22,05%
Bom Jesus	8.608	9.440	10.323	16,61%
Ceará-Mirim	62.424	68.141	74.268	15,94%
Extremoz	19.572	24.569	29.282	33,16%
Goianinha	17.661	22.481	27.004	34,5%

Município	2000	2010	2021	var % 00-21
Ielmo Marinho	10.249	12.171	14.033	26,96%
Macaíba	54.883	69.467	82.828	33,7%
Maxaranguape	8.001	10.441	12.714	37,06%
Monte Alegre	18.874	20.685	22.698	20,26%
Natal	712.317	803.739	896.708	25,8%
Nísia Floresta	19.040	23.784	28.266	32,63%
Parnamirim	124.690	202.456	272.490	54,24%
São Gonçalo do Amarante	69.435	87.668	104.919	51,1%
São José do Mipibu	34.912	39.776	44.516	27,5%
Vera Cruz	8.522	10.719	12.789	33,36%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000 e 2010; IBGE, Estimativas Populacionais 2021.

No que se refere à densidade demográfica, verifica-se que o município mais povoado da AII, ou seja, com maior densidade demográfica, é Natal, capital do Estado, que tinha cerca de 5.356,35 habitantes por km² em 2021. O menos povoado era Ielmo Marinho, que tinha cerca de 39,01 habitantes por km², no mesmo ano.

Tabela 31 - Densidade Demográfica estimada para os municípios da AII em 2021.

Municípios	Área em km²	População 2021	DD 2021
Arês	115,407	14.526	111,89
Bom Jesus	122,035	10.323	77,35
Ceará-Mirim	724,838	74.268	94,07
Extremoz	140,639	29.282	176,03
Goianinha	192,279	27.004	116,92
Ielmo Marinho	312,028	14.033	39,01
Macaíba	510,092	82.828	136,0
Maxaranguape	132,129	12.714	79,51
Monte Alegre	211,259	22.698	98,07
Natal	167,401	896.708	5.356,35
Nísia Floresta	307,719	28.266	77,26
Parnamirim	124,006	272.490	1.639,70
São Gonçalo	249,800	104.919	420,01
São José do Mipibu	289,987	44.516	153,51
Vera Cruz	84,127	12.789	127,77

Fonte: IBGE, Estimativas Populacionais 2020 e Área Territorial 2010.

Nota-se que há, entre 2000 e 2010, uma tendência de crescimento do percentual de domicílios na zona urbana nos municípios, com exceção de Natal e Parnamirim, que não possuem território em Zona Rural, o que demonstra que este aumento é uma tendência regional. No tocante à quantidade de domicílios na Zona Rural, entre os quinze municípios da AII, dois não seguem a tendência de aumento: São Gonçalo do Amarante e Monte Alegre. Os demais municípios apresentaram aumento no número de domicílios.

Tabela 32 - Situação dos domicílios nos Municípios da AII em 2000 e 2010

Unidade Geográfica	Situação do domicílio	2000	2010
Arês	Urbana	6.761	8.069
	Rural	4.562	4.855
Bom Jesus	Urbana	6.223	6.678
	Rural	2.385	2.672
Extremoz	Urbana	13.418	15.769
	Rural	6.154	8.800
Goianinha	Urbana	13.055	15.477
	Rural	4.606	7.004
Ielmo Marinho	Urbana	1.123	1.546
	Rural	9.126	10.625
Macaíba	Urbana	36.041	42.632
	Rural	18.842	26.836
Maxaranguape	Urbana	3.017	3.889
	Rural	4.984	6.552
Monte Alegre	Urbana	7.555	9.002
	Rural	11.715	11.683
Natal	Urbana	712.317	803.739
	Rural	-	-
Nísia Floresta	Urbana	8.638	9.380
	Rural	10.402	14.404
Parnamirim	Urbana	109.139	202.456
	Rural	15.551	-
São Gonçalo do Amarante	Urbana	9.798	74.099
	Rural	59.637	13.569
São José do Mipibu	Urbana	15.602	18.232
	Rural	19.310	21.544
Vera Cruz	Urbana	3.925	4.695

Unidade Geográfica	Situação do domicílio	2000	2010
	Rural	4.597	6.024

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000 e 2010.

No tocante ao comportamento demográfico da população por sexo nos municípios em estudo, conforme censo 2010 e dados extraídos do DATASUS (2010), os quinze municípios estudados apresentam percentuais equilibrados, de homens e mulheres.

Tabela 33 - População total por sexo nos municípios da AII em 2010.

Municípios	Masculino	%	Feminino	%	Total
Arês	6.410	49,59	6.514	50,40	12.924
Bom Jesus	4.708	49,87	4.732	50,12	9.440
Ceará-Mirim	33.747	49,52	34.394	50,47	68.141
Extremoz	12.195	49,63	12.374	50,36	24.569
Goianinha	11.203	49,83	11.279	50,16	22.482
Ielmo Marinho	6.276	51,56	5.895	48,43	12.171
Macaíba	34.434	49,56	35.033	50,43	69.467
Maxaranguape	5.350	51,24	5.091	48,75	10.441
Monte Alegre	10.274	47,06	11.555	52,93	21.829
Natal	377.947	47,02	425.792	52,97	803.739
Nísia Floresta	12.288	51,66	11.497	48,33	23.784
Parnamirim	96.996	47,90	105.460	52,09	202.456
São Gonçalo do Amarante	43.179	49,25	44.488	50,74	87.667
São José do Mipibu	19.844	49,88	19.932	50,11	39.776
Vera Cruz	5.355	49,95	5.364	50,04	10.719

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

No que se refere ao perfil etário da população, nota-se que, em todos os municípios a maior parte da população está na faixa etária entre 20 e 59 anos, o que coincide com a População Economicamente Ativa, e a menor parte, até 09 anos, seguindo a tendência que também se expressa a nível nacional, devido ao aumento da expectativa de vida da população e à queda das taxas de fecundidade das últimas décadas.

Tabela 34 - Distribuição da população por faixa etária nos municípios da AII em 2010.

Municípios	Até 9 anos	10 a 19 anos	20 a 59 anos	Mais de 60 anos
Arês	2.234	2.664	6.752	1.274

Municípios	Até 9 anos	10 a 19 anos	20 a 59 anos	Mais de 60 anos
Bom Jesus	1.671	2.003	4.571	1.195
Ceará-Mirim	12.216	14.309	34.722	6.894
Extremoz	4.313	5.032	12.865	2.359
Goianinha	4.176	4.676	11.668	1.961
Ielmo Marinho	2.233	2.616	5.975	1.347
Maxaranguape	2.090	2.277	5.131	943
Macaíba	11.826	13.938	37.211	6.492
Monte Alegre	3.656	4.455	10.297	2.277
Natal	108.328	137.235	473.843	84.323
Nísia Floresta	4.188	4.934	12.434	2.228
Parnamirim	30.390	35.851	121.606	14.609
São Gonçalo do Amarante	14.657	17.583	48.344	7.084
São José do Mipibu	7.071	8.326	20.201	4.178
Vera Cruz	1.751	2.344	5.398	1.226

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000 e 2010.

No que diz respeito à taxa de envelhecimento, esta é calculada pela razão entre a população de 65 anos ou mais de idade e a população total do município. Quando analisados os dados para os quinze municípios analisados, percebe-se que em treze há aumento nesta taxa, entre 2000 e 2010. O contrário foi observado em São José de Mipibú, São Gonçalo do Amarante e Vera Cruz, onde esta taxa variou em até 4 números. Em 2010, a maior taxa de envelhecimento foi verificada no município de Bom Jesus (9,30) e a menor taxa, em São José de Mipibu (0,60).

Tabela 35 - Razão de dependência, taxa de fecundidade e taxa de envelhecimento nos municípios da AII em 2000 e 2010

Município	Ano	Razão de Dependência	Taxa de Fecundidade	Taxa de Envelhecimento
Arês	2000	70,37	3,23	6,21
	2010	53,26	2,25	7,13
Bom Jesus	2000	77,30	3,13	8,55
	2010	60,05	2,53	9,30
Ceará-Mirim	2000	71,02	3,58	6,07
	2010	55,10	2,45	6,96
Extremoz	2000	66,58	3,53	4,95
	2010	52,97	2,57	6,32

Município	Ano	Razão de Dependência	Taxa de Fecundidade	Taxa de Envelhecimento
Goianinha	2000	69,70	3,26	5,42
	2010	54,39	2,22	6,11
Ielmo Marinho	2000	75,65	3,71	6,99
	2010	58,29	2,44	7,37
Maxaranguape	2000	75,77	3,77	5,27
	2010	59,38	2,77	6,18
Macaíba	2000	66,22	2,89	6,27
	2010	50,87	2,37	6,76
Monte Alegre	2000	76,54	3,55	6,97
	2010	56,60	2,58	8,03
Natal	2000	50,91	1,99	5,50
	2010	40,41	1,58	7,02
Nísia Floresta	2000	68,33	2,87	5,39
	2010	53,04	2,41	6,21
Parnamirim	2000	54,86	2,49	3,57
	2010	39,76	1,62	4,67
São Gonçalo do Amarante	2000	64,47	1,96	4,19
	2010	51,08	1,69	0,67
São José do Mipibu	2000	73,02	2,42	4,89
	2010	59,95	1,97	0,60
Vera Cruz	2000	74,49	3,87	7,66
	2010	54,68	2,10	7,59

Fonte: IPEA, Atlas da Vulnerabilidade Social, 2000 e 2010.

A taxa de fecundidade pode ser entendida como a estimativa do número médio de filhos que uma mulher deverá ter até 49 anos, idade reprodutiva. Nota-se a diminuição nessa taxa, entre 2000 e 2010.

Em 2010, a maior taxa de fecundidade da AII foi verificada no município de Monte Alegre (2,58 filhos por mulher), e a menor taxa de fecundidade foi verificada em Natal, capital do Estado (1,58 filhos por mulher).

A razão de dependência tem sua medida como razão entre o número de pessoas com 14 anos ou menos e de 65 anos ou mais de idade (população dependente) e o número de pessoas com idade de 15 a 64 anos (população potencialmente ativa). Para esta taxa, nota-se que há redução desta taxa,

entre 2000 e 2010 em todos os municípios analisados, o que demonstra que proporção de pessoas em idade ativa vem aumentando em relação à população de modo geral. Verificou-se que, em 2010, a maior razão de dependência foi verificada em São José de Mipibu (59,95) e a menor em Natal (40,41).

Sobre os movimentos migratórios nos municípios da AII, de acordo com os dados do IBGE, os municípios que mais fixaram moradores, pelo tempo de residência, foram Ielmo Marinho, Natal e Vera Cruz, onde mais de 30% dos habitantes tinham até nove anos de residência ininterrupta no município. Essa população corresponde às pessoas nascidas no município ou às que saem dele e retornam após uma temporada fora, ou ainda pessoas nascidas em outros municípios que se mudaram para o local. O município que possui menos pessoas com maior tempo de residência é Nísia Floresta, com 22,91% dos habitantes com até nove anos de residência ininterrupta no município.

Tabela 36 - Total da população por tempo de residência nos municípios da AII em 2010

Unidade Geográfica	Tempo de residência			
	Menos de 1 ano	1 a 2 anos	3 a 5 anos	6 a 9 anos
Arês	18,07	27,84	25,52	28,57
Bom Jesus	14,64	21,61	35,97	27,78
Ceará-Mirim	17,57	23,97	26,92	31,54
Extremoz	14,17	30,21	25,67	29,95
Goianinha	13,41	24,45	31,69	30,45
Ielmo Marinho	15,47	22,17	29,02	33,33
Macaíba	18,99	25,02	28,36	27,63
Maxaranguape	9,9	28,38	35,56	26,17
Monte Alegre	21,41	26,38	27,48	24,73
Natal	14,31	24,93	30,28	30,48
Nísia Floresta	19,39	32,7	25,01	22,91
Parnamirim	16,37	25,45	29,36	28,82
São Gonçalo	14,93	28,81	31,16	25,1
São José de Mipibu	21,14	24,5	29,75	24,62
Vera Cruz	14,03	27,15	24,04	34,77

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

4.3.1.4. Vulnerabilidade Social

O Índice de Desenvolvimento Humano medido para cada município dá um panorama sobre as condições gerais de acesso à renda e aos serviços de saúde e educação da população. Cabe ressaltar

que aspectos relacionados à saúde e educação serão analisados com mais detalhes nas seções seguintes.

Os valores apresentados podem variar no intervalo entre 0 e 1, observando que, quanto mais próximo de 1, maior o nível de desenvolvimento humano e melhores são as condições de vida no município, dentro das seguintes categorias:

- De 0 até 0,499 – muito baixo desenvolvimento humano;
- De 0,500 até 0,599 – baixo desenvolvimento humano;
- De 0,600 até 0,699 – médio desenvolvimento humano;
- De 0,700 até 0,799 – alto desenvolvimento humano;
- De 0,800 até 1 – muito alto desenvolvimento humano.

O IDH dos municípios da AII apresentou aumento entre 2000 e 2010, indicando uma melhora na situação social, de forma geral. Ainda assim, em 2010, todos os índices municipais ainda eram inferiores ao índice estadual, que foi de 0,684, com exceção de Natal que, em 2010, apresentou IDH de 0,763.

Em 2010, o IDH longevidade era alto em todos os municípios, com exceção de Maxaranguape onde o indicador era muito baixo. O IDH educação era baixo em todos os municípios, com exceção de Maxaranguape, Parnamirim e Natal, onde o índice enquadrava-se como médio ou alto.

O IDH renda era baixo nos municípios de Arês, Bom Jesus, Ceará-Mirim, Ielmo Marinho, Maxaranguape, Monte Alegre, São José de Mipibu e Vera Cruz. Em Extremoz, Goianinha, Macaíba, Nísia Floresta, e São Gonçalo, o índice era considerado médio. Já Natal e Parnamirim, tinham índice alto, de IDH Renda.

Tabela 37 - Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios da AII em 2000 e 2010

Localidade	Ano	IDHM	IDHM longevidade	IDHM educação	IDHM renda
Rio Grande do Norte	2000	0,552	0,700	0,396	0,608
	2010	0,684	0,792	0,597	0,678
Arês	2000	0,463	0,642	0,303	0,509
	2010	0,606	0,725	0,523	0,587
Bom Jesus	2000	0,425	0,702	0,225	0,486
	2010	0,584	0,743	0,460	0,583

Localidade	Ano	IDHM	IDHM longevidade	IDHM educação	IDHM renda
Ceará-Mirim	2000	0,477	0,672	0,308	0,523
	2010	0,616	0,774	0,505	0,599
Extremoz	2000	0,528	0,711	0,366	0,566
	2010	0,660	0,808	0,555	0,640
Goianinha	2000	0,476	0,678	0,300	0,531
	2010	0,638	0,783	0,537	0,619
Ielmo Marinho	2000	0,381	0,673	0,182	0,450
	2010	0,550	0,766	0,418	0,521
Macaíba	2000	0,508	0,694	0,350	0,540
	2010	0,640	0,784	0,545	0,613
Maxaranguape	2000	0,425	0,265	0,640	0,453
	2010	0,608	0,506	0,764	0,582
Monte Alegre	2000	0,465	0,735	0,283	0,482
	2010	0,609	0,770	0,507	0,578
Natal	2000	0,664	0,752	0,547	0,712
	2010	0,763	0,835	0,694	0,768
Nísia Floresta	2000	0,484	0,674	0,304	0,555
	2010	0,622	0,773	0,518	0,601
Parnamirim	2000	0,629	0,735	0,505	0,671
	2010	0,766	0,825	0,726	0,750
São Gonçalo do Amarante	2000	0,524	0,735	0,361	0,543
	2010	0,661	0,829	0,564	0,619
São José de Mipibu	2000	0,494	0,727	0,317	0,523
	2010	0,611	0,748	0,508	0,599
Vera Cruz	2000	0,466	0,625	0,299	0,540
	2010	0,587	0,735	0,494	0,558

Fonte: IPEA, Atlas da Vulnerabilidade Social, 2000 e 2010.

O percentual de pessoas vulneráveis à pobreza reduziu em todos os municípios da AII entre os anos de 2000 e 2010, assim como no Rio Grande do Norte, de uma forma geral e ainda assim, neste último ano, apenas nos municípios de Natal e São Gonçalo, menos de 10% da população vivia nessa situação. Nos demais, o percentual variou entre 17% e 75%. Cabe ressaltar que, com exceção

de Natal e São Gonçalo do Amarante, todos os municípios registram percentuais de população vulnerável à pobreza superior à média estadual.

Tabela 38 - Percentual de vulneráveis à pobreza nos municípios da AII e no Estado em 2000 e 2010 e renda per capita dos vulneráveis à pobreza em 2010.

Unidade Geográfica	% de vulneráveis à pobreza 2000	% de vulneráveis à pobreza 2010	Renda per capita dos vulneráveis à pobreza 2000 (R$)	Renda per capita dos vulneráveis à pobreza 2010 (R$)
Rio Grande do Norte	21,54	10,33	33,91	33,55
Arês	79,65	63,38	99,97	127,04
Bom Jesus	82,38	65,65	89,75	122,46
Ceará-Mirim	77,68	58,91	101,61	132,73
Extremoz	69,54	51,29	113,63	144,58
Goianinha	83,44	56,68	102,02	135,62
Ielmo Marinho	89,57	75,08	77,23	109,93
Macaíba	76,85	56,29	112,39	145,63
Maxaranguape	85,68	64,8	92,49	128,52
Monte Alegre	83,43	64,19	89,37	123,57
Natal	7,20	2,92	45,03	37,76
Nísia Floresta	77,16	59,9	114,43	129,67
Parnamirim	50,51	29,01	134,47	159,85
São Gonçalo do Amarante	16,87	6,05	35,15	33,13
São José de Mipibu	25,35	17,32	40,60	34,61
Vera Cruz	77,33	64,85	108,35	140,17

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2000 e 2010.

4.3.1.5. Condições de Habitação e Saneamento

No que se refere à condição de ocupação das residências nos municípios da AII, a maioria dos domicílios pertencia aos próprios moradores em 2010, seguido das residências alugadas. Havia ainda os domicílios cedidos, que representam as situações em que a família reside em imóvel pertencente a terceiros, sem pagar regularmente pela moradia.

Tabela 39 - Quantidade de domicílios por condição de ocupação nos municípios da AII em 2010.

Município	Situação do Domicílio	Próprio	Alugado	Cedido
Arês (RN)	Total	2.860	323	244
	Urbano	1.751	254	140
	Rural	1.109	69	104
Bom Jesus (RN)	Total	2.048	308	285
	Urbano	1.504	297	147
	Rural	554	11	138
Ceará-Mirim (RN)	Total	13.633	2.026	1.488
	Urbano	6.676	1.747	693
	Rural	6.957	279	795
Extremoz (RN)	Total	5.206	821	443
	Urbano	3.253	705	285
	Rural	1.953	116	158
Goianinha (RN)	Total	4.522	666	405
	Urbano	3.070	602	218
	Rural	1.452	64	187
Ielmo Marinho (RN)	Total	2.203	140	259
	Urbano	382	47	17
	Rural	2.552	93	242
Maxaranguape (RN)	Total	2.203	196	196
	Urbano	840	115	60
	Rural	1.363	81	136
Monte Alegre	Total	4.564	598	536
	Urbano	1.956	443	149
	Rural	2.608	155	387
Natal	Total	160.226	64.016	10.784
	Urbano	160.226	64.016	10.784
	Rural	-	-	-
Nísia Floresta	Total	4.745	609	1.057
	Urbano	2.019	298	311
	Rural	2.726	311	746
Parnamirim	Total	40.971	16.760	2.487
	Urbano	40.971	16.760	2.487
	Rural	-	-	-
São Gonçalo do Amarante	Total	18.162	5.019	1.224
	Urbano	14.991	4.812	980

Município	Situação do Domicílio	Próprio	Alugado	Cedido
	Rural	3.171	207	244
São José de Mipibu	Total	7.951	1.487	1.253
	Urbano	3.681	1.055	299
	Rural	4.270	432	954
Vera Cruz	Total	2.276	219	262
	Urbano	996	152	91
	Rural	1.280	67	171

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

No que diz respeito à verticalização, esta é observada nos municípios mais populosos, Parnamirim, Natal e São Gonçalo, sendo a maior parte dos domicílios são casas. A Figura 124 demonstra um exemplo da verticalização no município de Parnamirim.



Figura 124 - Verticalização em Parnamirim - Fonte: Tribuna do Norte, 2015

Nota-se, ainda, que alguns domicílios não possuíam banheiro nem sanitário em 2010. Os municípios com maiores proporções de domicílios sem banheiro neste ano foram Ceará-Mirim e Monte Alegre. Dentre os domicílios sem banheiro nem sanitário, verificou-se que Ceará-Mirim e Macaíba possuem a maior proporção de domicílios, quando analisados os seus quantitativos populacionais.

Tabela 40 - Total de domicílios com banheiro ou sanitário nos municípios da AII em 2010.

Município	Tinham banheiro de uso exclusivo do domicílio	Tinham sanitário	Não tinham banheiro nem sanitário
Arês	3.302	53	88
Bom Jesus	2.200	410	56
Ceará-Mirim	15.834	1.098	357
Extremoz	6.349	75	75
Goianinha	5.226	259	111
Ielmo Marinho	1.588	1.592	169
Macaíba	18.130	1.045	288
Maxaranguape	2.481	14	100
Monte Alegre	5.587	106	18
Natal	232.937	2.054	531
Nísia Floresta	6.148	166	65
Parnamirim	59.984	258	87
São Gonçalo do Amarante	24.052	291	108
São José de Mipibu	10.492	175	132
Vera Cruz	2.712	48	5

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

No que se refere ao saneamento básico, verifica-se que a rede geral de esgoto atendia, em 2010, principalmente os domicílios localizados nas zonas urbanas dos municípios (Figura 125). Verificou-se que o número de fossas rudimentares ainda é maior que o de fossas sépticas em todos os municípios caracterizados. O número de domicílios sem nenhum tipo de esgotamento sanitário é proporcionalmente maior nos municípios com mais afastados da capital, como Arês e Ielmo Marinho, sobretudo na zona rural dos municípios.



Figura 125 - Obras de saneamento básico na Zona Urbana de São Gonçalo do Amarante - Fonte: Tribuna do Norte, 2015.

Tabela 41 - Total de domicílios por tipo de esgotamento sanitário nos municípios da AII em 2010

Município	Situação do Domicílio	Rede geral de esgoto ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Outro tipo	Não tinha
Arês (RN)	Total	340	354	2.592	40	88
	Urbano	329	275	1.520	10	6
	Rural	11	79	1072	30	82
Bom Jesus (RN)	Total	5	275	2.286	11	56
	Urbano	5	230	1698	5	17
	Rural	-	45	588	6	39
Ceará-Mirim (RN)	Total	4.600	4.928	6.944	176	357
	Urbano	4.507	2.097	2.267	32	137
	Rural	93	2.831	4.677	144	220
Extremoz (RN)	Total	137	2.320	3.839	50	75
	Urbano	127	1794	2224	35	25
	Rural	10	526	1615	15	50
Goianinha (RN)	Total	1091	1.329	2.094	41	111
	Urbano	1080	624	2045	24	21
	Rural	11	705	859	17	90
Ielmo Marinho (RN)	Total	146	489	2.459	80	169
	Urbano	94	25	299	30	4
	Rural	52	464	2160	50	165

Município	Situação do Domicílio	Rede geral de esgoto ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Outro tipo	Não tinha
Maxaranguape (RN)	Total	67	76	2.333	12	100
	Urbano	6	15	977	-	13
	Rural	61	61	1356	12	87
Monte Alegre	Total	391	956	4.151	78	18
	Urbano	371	417	1656	7	9
	Rural	20	539	2495	71	9
Natal	Total	74.795	73039	83570	901	531
	Urbano	74.795	73039	83570	901	531
	Rural	-	-	-	-	-
Nísia Floresta	Total	59	1.312	4.851	44	65
	Urbano	42	370	2125	12	14
	Rural	17	942	2726	32	51
Parnamirim	Total	2648	32091	25144	171	87
	Urbano	2648	32091	25144	171	87
	Rural	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Amarante	Total	10.067	5.981	7.945	117	108
	Urbano	9973	4496	6036	87	51
	Rural	94	1485	1909	30	57
São José de Mipibu	Total	194	1.888	8.362	82	132
	Urbano	162	819	3935	14	22
	Rural	32	1069	4427	78	110
Vera Cruz	Total	60	38	2.466	46	5
	Urbano	53	16	1067	1	1
	Rural	7	22	1399	45	4

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

No que se refere ao abastecimento de água, verifica-se que, o município com maior percentual de domicílios atendidos pela rede geral, em 2010, era Natal (98,34%). O município com menor percentual de domicílios atendidos era Ielmo Marinho (41,92%). Em todos os municípios, a maioria dos domicílios atendidos pela rede geral estava na zona urbana (Figura 126).



Figura 126 - Estação de tratamento e manancial de abastecimento de água de Natal (ETA JUNDIAÍ) Fonte: Prefeitura do Natal, 2020.

A alternativa mais utilizada pelos domicílios que não tinham acesso à rede geral eram os poços. Em alguns domicílios, sobretudo da zona rural, havia a utilização de cisternas e carros-pipa (Figura 127).



Figura 127 - Operação carro pipa em Ielmo Marinho - Fonte: Tribuna do Norte, 2018.

No que se refere aos serviços de distribuição de água e gestão do saneamento básico, a CAERN (Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte) abastece todos os municípios, com

exceção de São Gonçalo do Amarante, que é atendido pelo SAAE. Na zona urbana, o abastecimento ocorre por rede geral (Figura 128), e na zona rural, por poço artesiano e carro pipa. O esgoto produzido na zona rural é destinado para fossas sépticas e rudimentares.



Figura 128 - Implantação de rede geral em São Gonçalo do Amarante

Tabela 42 - Percentual de domicílios por forma de abastecimento de água nos municípios da AII em 2010

Municípios	Situação do Domicílio	Rede geral	Poço ou nascente	Carro-pipa	Água da chuva armazenada	Rio, açude, lago, igarapé	Outros
Arês	**Total**	**84,75%**	**2,21%**	**-**	**-**	**0,12%**	**1,33%**
	Urbano	59,48%	0,61%	-	-	-	0,49%
	Rural	25,27%	1,60%	-	-	0,12%	0,84%
Bom Jesus	**Total**	**87,51%**	**0,04%**	**2,89%**	**1,61%**	**0,22%**	**7,54%**
	Urbano	71,08%	0,04%	0,11%	0,11%	0,11%	2,10%
	Rural	16,43%	-	2,78%	1,50%	0,11%	5,44%
Ceará-Mirim	**Total**	**75,77%**	**5,42%**	**0,64%**	**0,3%**	**0,24%**	**2,82%**
	Urbano	47,26%	0,20%	0,03%	0,02%	0,01%	0,54%
	Rural	28,51%	5,22%	0,61%	0,28%	0,23%	2,28%
Extremoz	**Total**	**77,53%**	**16,34%**	**0,06%**	**0,09%**	**0,06%**	**1,15%**
	Urbano	53,45%	9,05%	-	-	-	0,57%
	Rural	24,08%	7,29%	0,06%	0,09%	0,06%	0,58%
Goianinha	**Total**	**78,14%**	**2,2%**	**0,07%**	**0,09%**	**0,38%**	**0,57%**

Municípios	Situação do Domicílio	Rede geral	Poço ou nascente	Carro-pipa	Água da chuva armazenada	Rio, açude, lago, igarapé	Outros
	Urbano	65,67%	0,27%	0,07%	0,02%	0,02%	0,07%
	Rural	12,47%	1,93%	-	0,07%	0,36%	0,50%
Ielmo Marinho	**Total**	**41,92%**	**9,97%**	**32,70%**	**4,81%**	**0,27%**	**3,08%**
	Urbano	13,05%	0,03%	-	0,03%	-	0,42%
	Rural	28,87%	9,94%	32,70%	4,78%	0,27%	2,66%
Macaíba	**Total**	**79,51%**	**6,95%**	**1,74%**	**0,60%**	**0,48%**	**3,76%**
	Urbano	57,81%	1,47%	0,09%	0,05%	0,03%	1,62%
	Rural	21,74%	5,48%	1,65%	0,55%	0,45%	2,14%
Maxaranguape	**Total**	**91,45%**	**4,55%**	**-**	**0,12%**	**-**	**1,81%**
	Urbano	38,19%	0,62%	-	-	-	0,15%
	Rural	53,26%	3,93%	-	0,12%	-	1,66%
Monte Alegre	**Total**	**84,38%**	**8,39%**	**0,09%**	**0,2%**	**0,26%**	**0,82%**
	Urbano	44,02%	0,18%	-	0,02%	-	0,28%
	Rural	40,36%	8,21%	0,09%	0,18%	0,26%	0,54%
Natal	**Total**	**98,34%**	**0,74%**	**-**	**0,01%**	**0,01%**	**0,69%**
	Urbano	98,34%	0,74%	-	0,01%	0,01%	0,69%
	Rural	-	-	-	-	-	-
Parnamirim	**Total**	96,71%	2,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,38%
	Urbano	96,71%	2,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,38%
	Rural	-	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Amarante	**Total**	**91,97%**	**5,04%**	**0,11%**	**0,01%**	**0,04%**	**1,02%**
	Urbano	81,41%	1,93%	-	0,01%	0,02%	0,79%
	Rural	10,56%	3,11%	0,11%	-	0,02%	0,23%
São José de Mipibu	**Total**	**64,78%**	**12,31%**	**0,07%**	**0,04%**	**0,44%**	**1,32%**
	Urbano	42,31%	0,52%	-	-	-	0,73%
	Rural	22,47%	11,79%	0,07%	0,04%	0,44%	0,59%
Vera Cruz	**Total**	**75,84%**	**9,36%**	**-**	**0,22%**	**-**	**0,91%**
	Urbano	40%	0,94%	-	-	-	0,51%
	Rural	35,84%	8,43%	-	0,22%	-	0,40%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Sobre a gestão dos resíduos sólidos, verifica-se que o município com maior percentual de domicílios que contavam com o serviço de coleta de lixo em 2010 era Natal com 98,90% (Figura 129).



Figura 129 - Coleta de lixo em Natal - Fonte: Prefeitura do Natal, 2020.

O município com menor percentual de domicílios atendidos era Ielmo Marinho (40,79%). Em todos os municípios, a maioria dos domicílios atendidos estava na zona urbana. A queima do lixo era a alternativa mais utilizada pelos domicílios não atendidos pelo serviço.

Tabela 43 - Percentual de domicílios por destino do lixo nos municípios da AII em 2010.

Municípios	Situação do Domicílio	Rede geral	Poço ou nascente	Carro-pipa	Água da chuva armazenada	Rio, açude, lago, igarapé	Outros
Arês	**Total**	**84,75%**	**2,21%**	**-**	**-**	**0,12%**	**1,33%**
	Urbano	59,48%	0,61%	-	-	-	0,49%
	Rural	25,27%	1,60%	-	-	0,12%	0,84%
Bom Jesus	**Total**	**87,51%**	**0,04%**	**2,89%**	**1,61%**	**0,22%**	**7,54%**
	Urbano	71,08%	0,04%	0,11%	0,11%	0,11%	2,10%
	Rural	16,43%	-	2,78%	1,50%	0,11%	5,44%
Ceará-Mirim	**Total**	**75,77%**	**5,42%**	**0,64%**	**0,3%**	**0,24%**	**2,82%**
	Urbano	47,26%	0,20%	0,03%	0,02%	0,01%	0,54%
	Rural	28,51%	5,22%	0,61%	0,28%	0,23%	2,28%
Extremoz	**Total**	**77,53%**	**16,34%**	**0,06%**	**0,09%**	**0,06%**	**1,15%**
	Urbano	53,45%	9,05%	-	-	-	0,57%

Municípios	Situação do Domicílio	Rede geral	Poço ou nascente	Carro-pipa	Água da chuva armazenada	Rio, açude, lago, igarapé	Outros
	Rural	24,08%	7,29%	0,06%	0,09%	0,06%	0,58%
Goianinha	**Total**	**78,14%**	**2,2%**	**0,07%**	**0,09%**	**0,38%**	**0,57%**
	Urbano	65,67%	0,27%	0,07%	0,02%	0,02%	0,07%
	Rural	12,47%	1,93%	-	0,07%	0,36%	0,50%
Ielmo Marinho	**Total**	**41,92%**	**9,97%**	**32,70%**	**4,81%**	**0,27%**	**3,08%**
	Urbano	13,05%	0,03%	-	0,03%	-	0,42%
	Rural	28,87%	9,94%	32,70%	4,78%	0,27%	2,66%
Macaíba	**Total**	**79,51%**	**6,95%**	**1,74%**	**0,60%**	**0,48%**	**3,76%**
	Urbano	57,81%	1,47%	0,09%	0,05%	0,03%	1,62%
	Rural	21,74%	5,48%	1,65%	0,55%	0,45%	2,14%
Maxaranguape	**Total**	**91,45%**	**4,55%**	**-**	**0,12%**	**-**	**1,81%**
	Urbano	38,19%	0,62%	-	-	-	0,15%
	Rural	53,26%	3,93%	-	0,12%	-	1,66%
Monte Alegre	**Total**	**84,38%**	**8,39%**	**0,09%**	**0,2%**	**0,26%**	**0,82%**
	Urbano	44,02%	0,18%	-	0,02%	-	0,28%
	Rural	40,36%	8,21%	0,09%	0,18%	0,26%	0,54%
Natal	**Total**	**98,34%**	**0,74%**	**-**	**0,01%**	**0,01%**	**0,69%**
	Urbano	98,34%	0,74%	-	0,01%	0,01%	0,69%
	Rural	-	-	-	-	-	-
Parnamirim	**Total**	96,71%	2,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,38%
	Urbano	96,71%	2,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,38%
	Rural	-	-	-	-	-	-
São Gonçalo do Amarante	**Total**	**91,97%**	**5,04%**	**0,11%**	**0,01%**	**0,04%**	**1,02%**
	Urbano	81,41%	1,93%	-	0,01%	0,02%	0,79%
	Rural	10,56%	3,11%	0,11%	-	0,02%	0,23%
São José de Mipibu	**Total**	**64,78%**	**12,31%**	**0,07%**	**0,04%**	**0,44%**	**1,32%**
	Urbano	42,31%	0,52%	-	-	-	0,73%
	Rural	22,47%	11,79%	0,07%	0,04%	0,44%	0,59%
Vera Cruz	**Total**	**88,82%**	**10,77%**	**0,25%**	**0,04%**	**-**	**0,11%**
	Urbano	44,48%	0,43%	0,11%	-	-	0,04%
	Rural	44,34%	10,34%	0,14%	0,04%	-	0,07%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Por fim, no que se refere ao acesso à energia elétrica, dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010 revelam que, em todos os municípios da AII, mais de 95% dos domicílios tinham acesso à energia elétrica (Figura 130).



(A) (B)

Figura 130 - Manutenção da rede de energia elétrica em Macaíba e Goianinha: (A) Manutenção de fiação de rede elétrica em Macaíba; (B) Inserção de fiação elétrica em via pública em Goianinha

Fonte: G1 RN, 2019 e Prefeitura de Goianinha, 2018

Tabela 44 - Percentual de domicílios por acesso à energia elétrica nos municípios da AII em 2010.

Município	Situação do Domicílio	Companhia distribuidora	Outra fonte	Não tinham
Arês	**Total**	**97,93%**	**0,29%**	**1,77%**
	Urbano	61,60%	0,03%	0,93%
	Rural	36,33%	0,26%	0,84%
Bom Jesus	**Total**	**98,44**	**0,53%**	**1,54%**
	Urbano	72,71%	0,38%	0,90%
	Rural	25,73%	0,15%	0,64%
Ceará-Mirim	**Total**	**98,52%**	**0,62%**	**0,86%**
	Urbano	52,48%	0,24%	0,31%
	Rural	46,04%	0,38%	0,55%
Extremoz	**Total**	**95,32%**	**3,65%**	**1,03%**
	Urbano	62,64%	2,25%	0,68%
	Rural	32,68%	1,40%	0,35%
Goianinha	**Total**	**98,69%**	**0,47%**	**0,84%**
	Urbano	69,17%	0,04%	0,36%
	Rural	29,52%	0,43%	0,48%
Ielmo Marinho	**Total**	**96,45%**	**1,37%**	**2,18%**

Município	Situação do Domicílio	Companhia distribuidora	Outra fonte	Não tinham
	Urbano	13,29%	0,06%	0,18%
	Rural	83,16%	1,31%	2,00%
Macaíba	**Total**	**98,50%**	**0,58%**	**0,92%**
	Urbano	61,49%	0,22%	0,42%
	Rural	37,01%	0,36%	0,50%
Maxaranguape	**Total**	**97,49%**	**1,47%**	**1,04%**
	Urbano	38,65%	0,12%	0,35%
	Rural	58,84%	1,35%	0,69%
Monte Alegre	**Total**	**98,45%**	**0,23%**	**0,72%**
	Urbano	44,28%	0,11%	0,26%
	Rural	54,77%	0,12%	0,46%
Natal	**Total**	**99,24%**	**0,57%**	**0,20%**
	Urbano	99,24%	0,57%	0,20%
	Rural	-	-	-
Nísia Floresta	**Total**	**98,15%**	**0,67%**	**1,17%**
	Urbano	40,15%	0,11%	0,25%
	Rural	58,00%	0,56%	0,92%
Parnamirim	**Total**	**99,53%**	**0,28%**	**0,19%**
	Urbano	99,53%	0,28%	0,19%
	Rural	-	-	-
São Gonçalo do Amarante	**Total**	**98,54%**	**0,97%**	**0,49%**
	Urbano	83,91%	0,91%	0,35%
	Rural	14,63%	0,06%	0,14%
São José de Mipibu	**Total**	**97,81%**	**0,82%**	**1,38%**
	Urbano	46,05%	0,22%	0,47%
	Rural	51,76%	0,60%	0,91%
Vera Cruz	**Total**	**99,06%**	**0,40%**	**0,55%**
	Urbano	44,85%	-	0,22%
	Rural	54,21%	0,40%	0,33%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

4.3.1.6. Saúde

Os dados disponibilizados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES (2021) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil, DATASUS (2021) revelam que em Macaíba foram contabilizados os seguintes tipos de estabelecimentos: academia de saúde (1), central de regulação (1), centros de apoio à saúde da família (24) e de atenção psicossocial (2), unidades básicas de saúde (24), clínica/ambulatório especializado (11), hospital geral (1), laboratório de saúde pública (1), policlínica (4), posto de saúde (4), pronto atendimento (1), secretaria de saúde (1) e uma unidade móvel de nível pré-hospitalar. As referidas informações encontram-se dispostas na Tabela 45.

Tabela 45 - Estabelecimentos de Saúde em Macaíba em janeiro de 2022.

Tipo de Estabelecimento	Total de estabelecimentos
Academia da Saúde	1
Central de Regulação	1
CASF – Cento de Apoio à Saúde da Família	24
CAPS – Centro de Atenção Psicossocial	2
Unidade Básica de Saúde	24
Clínica / Ambulatório Especializado	11
Hospital Geral	1
Laboratório de Saúde Pública	1
Policlínica	4
Posto de Saúde	3
Pronto Atendimento	1
Secretaria de Saúde	1
Unidade de Atenção à Saúde Indígena	-
Unidade de Serviço de Apoio à Diagnose e Terapia	-
Unidade de Vigilância em Saúde	-
Unidade Móvel de Nível Pré-hospitalar	6

Fonte: DATASUS, Rede Assistencial, 2021.

É possível vislumbrar na Tabela 46 a quantidade de leitos de internação por especialidade no município de Macaíba cadastrados até junho/2021. Conforme observado, o setor obstétrico é àquele com maior destaque frente aos demais e com maior número de ocorrências registradas. Vale ressaltar que essa especialidade representa um importante recurso

para promover a saúde de gestantes, recém-nascidos e familiares, imprescindível para a manutenção social e saúde populacional. A Figura 131 apresenta o Hospital e Maternidade regional que atende o município e seu perímetro.

Tabela 46 - Quantidade de leitos de internação por especialidade em Macaíba em junho de 2021.

Tipo de Estabelecimento	Total de estabelecimentos
Academia da Saúde	1
Central de Regulação	1
CASF – Cento de Apoio à Saúde da Família	24
CAPS – Centro de Atenção Psicossocial	2
Unidade Básica de Saúde	24
Clínica / Ambulatório Especializado	11
Hospital Geral	1
Laboratório de Saúde Pública	1
Policlínica	4
Posto de Saúde	3
Pronto Atendimento	1
Secretaria de Saúde	1
Unidade de Atenção à Saúde Indígena	-
Unidade de Serviço de Apoio à Diagnose e Terapia	-
Unidade de Vigilância em Saúde	-
Unidade Móvel de Nível Pré-hospitalar	6

Fonte: DATASUS, Rede Assistencial 2021.



Figura 131 - Hospital Regional Alfredo Mesquita Filho – Macaíba

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Macaíba, 2016.

No que diz respeito aos recursos humanos na referida área, a Tabela 47 representa os profissionais de saúde no município de Macaíba no ano de 2021, segundo dados do Caderno de Informações de Saúde do DATASUS (2021). Verifica-se a disponibilidade de 38 tipos de profissionais divididos nos mais diversos ramos: médicos (cirurgião geral, clínico geral, ginecologista/obstetra, da família, pediatra, psiquiatra, radiologista), enfermeiro, fisioterapeuta, fonoaudiólogo, nutricionista, farmacêutico, assistente social e psicólogo. No entanto, não constam registros para as seguintes especialidades: médico anestesista, cirurgião dentista e técnico em enfermagem.

Tabela 47 - Quantidade de profissionais da saúde por especialidade nos municípios da AER em junho de 2021.

Especialidade	Quantidade de Profissionais
Médico Cirurgião Geral	1
Médico Clínico Geral	31
Médico Ginecologista / Obstetra	14
Médico de Família	12
Médico Pediatra	12
Médico Psiquiatra	3
Médico Radiologista	5
Outras especialidades médicas	24
Enfermeiro	107
Fisioterapeuta	31
Fonoaudiólogo	13

Especialidade	Quantidade de Profissionais
Nutricionista	11
Farmacêutico	14
Assistente social	20
Psicólogo	24

Fonte: DATASUS, Rede Assistencial 2021.

Na

Tabela **48** constam as principais causas de morbilidade, as quais resultam em internações no município, entre janeiro de 2021 e janeiro de 2022, disponíveis nos dados epidemiológicos e morbidade do DATASUS (2021). As internações por Gravidez parto e puerpério representa a maior causa de internações municipais (97), enquanto outras doenças como de olho e anexos; e do ouvido e da apófise mastoide não constam em registros.

Tabela 48 - Quantidade de internações de residentes no município de Macaíba por causa da internação entre janeiro de 2021 e janeiro de 2022.

Especialidade	Quantidade de Profissionais
Médico Cirurgião Geral	1
Médico Clínico Geral	31
Médico Ginecologista / Obstetra	14
Médico de Família	12
Médico Pediatra	12
Médico Psiquiatra	3
Médico Radiologista	5
Outras especialidades médicas	24
Enfermeiro	107
Fisioterapeuta	31
Fonoaudiólogo	13
Nutricionista	11
Farmacêutico	14
Assistente social	20
Psicólogo	24

Fonte: DATASUS, Epidemiológicas e Morbidade 2021.

Tratando especificamente das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, percebe-se uma diminuição na taxa de internações relacionadas a este fator. Os dados coletados no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil evidenciam que em 2013 a percentagem de internações era de 0,89%, ao passo que em 2017 caiu para 0,12%. É possível vislumbrar na Tabela 49 a comparação temporal entre os anos supracitados. Um fator que pode explicar esse decréscimo é o investimento em ações de políticas públicas ambientais no município, de modo a favorecer a saúde ambiental da população e melhorar a qualidade de vida.

Tabela 49 - Percentual de internações relacionadas ao saneamento ambiental inadequado nos municípios da AER 2013 e 2017

Município	% de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado				
	2013	2014	2015	2016	2017
Macaíba	0,89	0,64%	0,64%	0,32%	0,12%

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017.

Ainda no que diz respeito aos indicadores de saúde, a taxa de mortalidade infantil, que expressa o número de óbitos de menores de um ano de idade a cada mil nascidos vivos, registrou especificamente para o município de Macaíba uma diminuição entre os anos de 2015 e 2017; e um aumento entre os anos de 2018 e 2019 (Figura 132). A Tabela 50 ilustra o panorama de todos os municípios englobados no presente estudo, enfatizando o quadro do município frente aos demais.

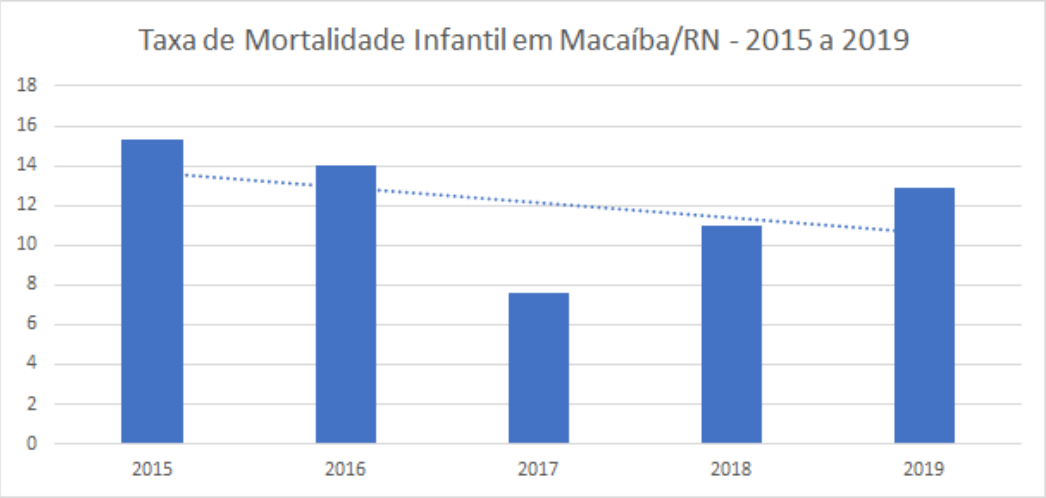


Figura 132 - Tendência da taxa de Mortalidade Infantil em Macaíba/RN - panorama entre os anos de 2015 e 2019. Fonte: PNUD, 2019.

Tabela 50 - Taxa de mortalidade infantil nos municípios da AII entre 2015 e 2019

Município	2015	2016	2017	2018	2019
Arês	9,9	9,66	21,62	10,05	21,39
Bom Jesus	-	8,93	24,19	6,71	-
Ceará-Mirim	19,45	16,98	13,26	12,95	9,61
Extremoz	22,89	19,5	15,82	24,62	14,29
Goianinha	16,1	20,96	12,12	7,87	16,29
Ielmo Marinho	-	20,27	30,3	14,18	22,06
Macaíba	15,27	13,99	7,6	11	12,91
Maxaranguape	19,23	21,58	15,63	14,71	15,15
Monte Alegre	14,44	6,73	17,79	10,45	3,8
Natal	14,46	13,2	13,31	10,96	12,88
Nísia Floresta	22,9	7,41	12,53	7,81	8,29
Parnamirim	12,53	13,64	8,47	11,94	11,02
São Gonçalo do Amarante	18,56	22	14,77	11,17	14,89
São José de Mipibu	14,96	8,05	12,48	11,78	11,02
Vera Cruz	30,3	6,06	5,92	11,76	18,18

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019.

4.3.1.7. Segurança

No que diz respeito à segurança pública nos municípios em apreço, analisou-se os dados referentes à taxa de mortalidade por homicídios, ao longo do período entre 2013 e 2017. Apenas nos municípios de Arês e Bom Jesus a taxa de mortalidade diminuiu. Dentre os demais municípios, observou-se um aumento mais expressivo em Ceará-Mirim, Extremoz, Monte Alegre e São Gonçalo do Amarante. Em relação a Natal, Goianinha e Parnamirim, a taxa não teve grande variação.

Tabela 51 - Taxa de mortalidade por homicídios nos municípios da AII entre 2013 e 2017.

Município	2013	2014	2015	2016	2017
Arês	29,06	35,96	56,97	35,27	20,97
Bom Jesus	20,07	59,76	69,21	39,27	19,5
Ceará-Mirim	65,41	80,14	74,1	115,85	171,97
Extremoz	48,73	66,4	79,93	53,7	172,96
Goianinha	20,43	48,21	23,72	23,36	26,85
Ielmo Marinho	30,6	37,77	22,39	36,88	58,33
Macaíba	117,81	76,82	80,75	74,48	108,71
Maxaranguape	17,51	8,6	42,26	58,19	98,18
Monte Alegre	41,22	13,64	22,57	26,89	102,4
Natal	56,91	60,55	51,5	62,78	65,07
Nísia Floresta	85,27	64,87	52,62	59,27	87,68
Parnamirim	42,28	50	54,87	61,94	59,68
São Gonçalo do Amarante	64,06	80,61	71,24	98,27	124,15
São José de Mipibu	94,46	95,85	57,88	103,22	95,47
Vera Cruz	42,94	25,35	16,64	57,4	105,08

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017.

Em relação à taxa de mortalidade por acidentes de trânsito, o município de Goianinha e Vera Cruz apresentaram um aumento considerável, quando observadas as variações entre 2016 e 2017. Os demais municípios apresentaram variações entre 1 e 3 pontos, para mais ou para menos.

Tabela 52 - Taxa de mortalidade por acidentes de trânsito nos municípios da AII entre 2013 e 2017.

Município	2013	2014	2015	2016	2017
Arês	-	-	21,36	7,05	6,99
Bom Jesus	10,04	-	-	-	19,5
Ceará-Mirim	23,66	24,87	20,58	14,99	16,25

Município	2013	2014	2015	2016	2017
Extremoz	22,49	25,82	14,53	7,16	7,06
Goianinha	24,51	12,05	23,72	7,79	30,69
Ielmo Marinho	15,3	-	7,46	22,13	7,29
Macaíba	19,85	14,32	10,25	20,2	19,99
Maxaranguape	8,76	25,8	-	-	16,36
Monte Alegre	18,32	18,19	9,03	22,41	17,81
Natal	9,02	7,31	9,54	7,06	9,83
Nísia Floresta	11,63	19,08	7,52	18,52	21,92
Parnamirim	10,9	11,87	9,08	11,66	11,78
São Gonçalo do Amarante	15,75	11,37	6,11	19,05	14,78
São José de Mipibu	35,42	14,03	30,1	38,99	11,36
Vera Cruz	17,18	-	-	16,4	32,33

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017.

Educação

Segundo dados do INEP (2021), o município de Macaíba tem 73 Instituições de ensino ativas nas modalidades de ensino: infantil, fundamental e médio. Algumas escolas dispõem de mais de uma etapa de ensino, podendo disponibilizar as modalidades de ensino fundamental e médio, por exemplo. Dessas, 54 são públicas e outras 19, privadas. Com relação a disponibilidade por modalidade de ensino, há mais instituições voltadas para o Ensino Fundamental (61), seguida do Ensino Infantil (48) e Ensino Médio (10), conforme observado na Figura 133 e na Figura 134 aborda alguns exemplos das instituições instaladas no município.

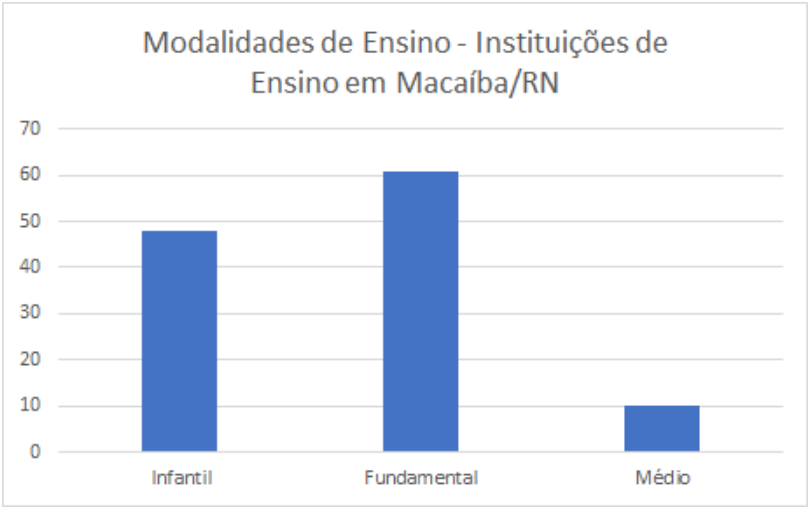


Figura 133 - Gráfico modalidade de ensino – Instituições de Ensino



(A) (B)

(C) (D)

(E) (F)

Figura 134 - Exemplares das Instituições de Ensino – Macaíba: (A) – Escola agrícola de Jundiaí (UFRN); (B) Escola Estadual (Ens. Médio); (C) Escola municipal (Ens. Infantil); (D) Escola particular; (E) Escola municipal (Ens. Infantil e EJA); (F) Creche municipal. Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Macaíba, 2019; 2015; 2017; 2019 e 2020.

Ao englobar todos os municípios tomados como estudo, percebe-se uma maior quantidade de escolas localizadas na capital potiguar, com 468 registros no INEP. Outros municípios como Parnamirim, São Gonçalo do Amarante e Ceará-Mirim também são expressivos, com 159, 95 e 67 instituições, respectivamente. A relação de quantidade de escolas por município encontra-se ilustrada na Figura 135 e discriminadas na Tabela 53.



Figura 135 - Quantidade de escolas nos municípios tomados como estudo.

Tabela 53 - Instituições de Ensino ativas nos municípios da AII

Município	Características das Instituições de Ensino			Quantidade de Instituições
Macaíba	Infantil	Pública	Urbano	7
			Rural	23
		Privada	Urbano	13
	Fundamental	Pública	Urbano	19
			Rural	24
		Privada	Urbano	13
	Médio	Pública	Urbano	4
			Rural	3
		Privado	Urbano	3
Arês	Infantil	Pública	Urbano	2
			Rural	4
		Privada	Urbano	1
	Fundamental	Pública	Urbano	2
			Rural	6
	Médio	Pública	Urbano	1
Bom Jesus	Infantil	Pública	Urbano	2
			Rural	3
	Fundamental	Pública	Urbano	4
			Rural	3
	Médio	Pública	Urbano	1
Ceará-Mirim	Infantil	Público	Urbano	4

Município	Características das Instituições de Ensino			Quantidade de Instituições
			Rural	32
		Privada	Urbano	8
			Privada	-
	Fundamental	Público	Urbano	14
			Rural	37
		Privado	Urbano	8
			Rural	-
	Médio	Público	Urbano	5
			Rural	2
Extremoz	Infantil	Público	Urbano	7
			Rural	10
		Privada	Urbano	8
			Rural	1
	Fundamental	Público	Urbano	15
			Rural	11
		Privado	Urbano	9
			Rural	1
	Médio	Público	Urbano	3
			Rural	1
Goianinha	Infantil	Público	Urbano	5
			Rural	11
		Privada	Urbano	6
			Rural	-
	Fundamental	Público	Urbano	9
			Rural	10
		Privado	Urbano	6
			Rural	-
	Médio	Público	Urbano	1
			Rural	-
Ielmo Marinho	Infantil	Público	Urbano	1
			Rural	10
		Privada	Urbano	-
			Privada	1
	Fundamental	Público	Urbano	2
			Rural	12
		Privado	Urbano	-

Município	Características das Instituições de Ensino			Quantidade de Instituições
			Rural	1
	Médio	Público	Urbano	1
			Rural	-
Maxaranguape	Infantil	Público	Urbano	2
			Rural	6
		Privada	Urbano	1
			Rural	-
	Fundamental	Público	Urbano	2
			Rural	10
		Privado	Urbano	1
			Rural	-
	Médio	Público	Urbano	1
			Rural	-
Monte Alegre	Infantil	Público	Urbano	3
			Rural	13
		Privada	Urbano	1
			Rural	-
	Fundamental	Público	Urbano	6
			Rural	14
		Privado	Urbano	1
			Rural	-
	Médio	Público	Urbano	1
			Rural	-
Natal	Infantil	Público	Urbano	83
			Rural	-
		Privada	Urbano	154
			Rural	-
	Fundamental	Público	Urbano	160
			Rural	-
		Privado	Urbano	169
			Rural	-
	Médio	Público	Urbano	53
			Rural	-
Nísia Floresta	Infantil	Público	Urbano	6
			Rural	19
		Privada	Urbano	2

Município	Características das Instituições de Ensino			Quantidade de Instituições
			Rural	2
	Fundamental	Público	Urbano	7
			Rural	20
		Privado	Urbano	2
			Rural	2
	Médio	Público	Urbano	1
			Rural	-
Parnamirim	Infantil	Público	Urbano	29
			Rural	-
		Privada	Urbano	67
			Rural	-
	Fundamental	Público	Urbano	46
			Rural	1
		Privado	Urbano	67
			Rural	-
	Médio	Público	Urbano	12
			Rural	1
São Gonçalo do Amarante	Infantil	Público	Urbano	14
			Rural	23
		Privada	Urbano	25
			Rural	2
	Fundamental	Público	Urbano	22
			Rural	27
		Privado	Urbano	24
			Rural	1
	Médio	Público	Urbano	8
			Rural	1
São José de Mipibu	Infantil	Público	Urbano	4
			Rural	15
		Privada	Urbano	3
			Privada	-
	Fundamental	Público	Urbano	9
			Rural	17
		Privado	Urbano	3
			Rural	1
	Médio	Público	Urbano	3

Município	Características das Instituições de Ensino			Quantidade de Instituições
			Rural	2
Vera Cruz	Infantil	Público	Urbano	1
			Rural	4
		Privada	Urbano	2
			Rural	-
	Fundamental	Público	Urbano	2
			Rural	5
		Privado	Urbano	2
			Rural	-
	Médio	Público	Urbano	1
			Rural	-

Fonte: INEP, Catálogo de Escolas, 2021

No que se refere a quantidade de alunos inscritos nas escolas de Macaíba, e tomando como recorte temporal os anos de 2010 e 2020, os dados coletados no INEP revelam que as inscrições de estudantes em nível fundamental diminuíram, caindo de 11.473 no ano de 2010 para 9.971 no ano de 2020, conforme ilustrado na Figura 136. Com relação às demais modalidades de ensino, a variação foi de 2.818 para 2.838 (ensino infantil) com pequeno aumento; e de 2.628 para 2.489 (ensino médio). Informações sobre os municípios da AII encontram-se sintetizadas na Tabela 54.

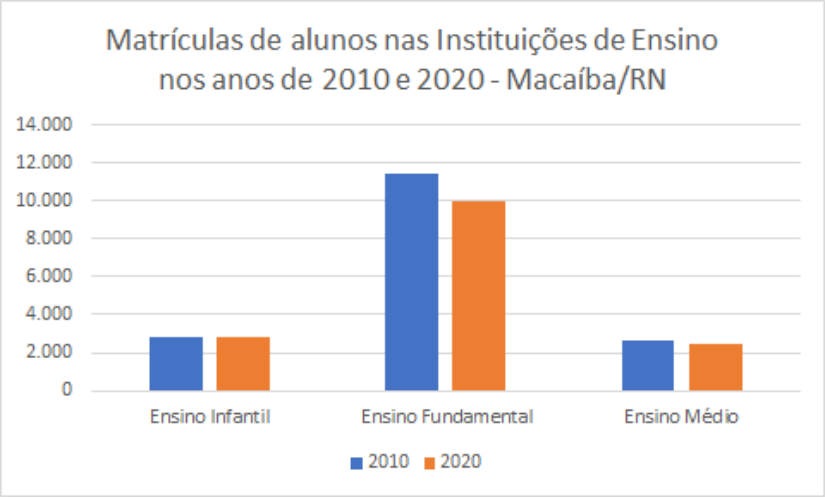


Figura 136 - Comparação de matrículas de alunos nas instituições de ensino de Macaíba entre os anos de 2010 e 2020. Fonte: INEP, Catálogo de Escolas, 2020

Tabela 54 - Crianças e adolescentes matriculadas na escola nos municípios da AII em 2010 e 2020.

Unidade Geográfica	Ensino Infantil		Ensino Fundamental		Ensino Médio	
	2010	2020	2010	2020	2010	2020
Arês	683	687	2.495	1.971	671	518
Bom Jesus	423	548	1.829	1.417	331	305
Ceará-Mirim	3.104	3.443	13.423	12.287	3.225	3.703
Extremoz	1.435	2.336	4.924	7.281	1.203	1.419
Goianinha	1.757	1.965	5.574	5.229	1.561	1.294
Ielmo Marinho	542	543	2.506	1.897	580	466
Macaíba	2.818	2.838	11.473	9.971	2.628	2.489
Maxaranguape	536	517	2.417	1.798	434	202
Monte Alegre	979	1.112	3.878	2.850	847	900
Natal	26.766	28.069	117.138	95.097	41.981	29.993
Nísia Floresta	1.090	1.590	4.775	4.165	695	502
Parnamirim	6.766	9.770	29.551	31.242	7.824	8.204
São Gonçalo do Amarante	3.270	4.356	14.157	14.589	2.403	4.046
São José de Mipibu	2.134	2.372	8.175	7.089	1.500	1.474
Vera Cruz	468	584	2.360	1.917	601	582

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010 e 2020.

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é um indicador do governo federal para medir a qualidade do ensino nas escolas públicas e revela dados importantes sobre o panorama educacional. Segundo dados catalogados no INEP, o município de Macaíba apresentou aumento do seu índice, subindo de 2,4 para 4,3 nos anos iniciais do Ensino Fundamental no ano de 2005; e de 2,6 para 3,1 nos anos finais do Ensino Fundamental no ano de 2019. Essa evolução pode ser visualizada na Figura 137.

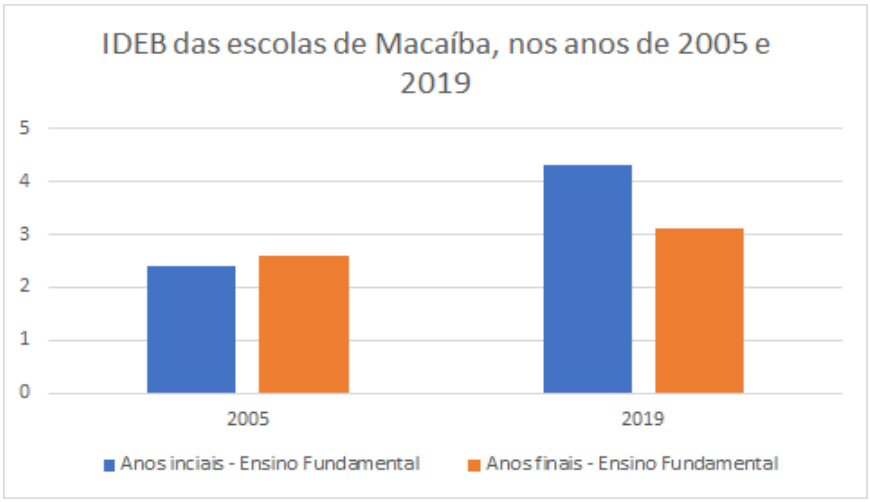


Figura 137 - Evolução do IDEB nas escolas de Macaíba - anos de 2005 e 2019. Fonte: INEP, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica 2005 e 2019.

Um panorama geral sobre as notas obtidas no IDEB nos municípios da AII encontra-se sintetizado na Tabela 55. Conforme ilustrado, no ano de 2005 o município com melhor IDEB nos anos iniciais do Ensino Fundamental foi Natal (nota 3,1) e nos anos finais Bom Jesus e Parnamirim (com 2,9); e no ano de 2019 destaque para Goianinha (5,1) nos anos iniciais e Extremoz (4,0) nos anos finais.

Tabela 55 - Notas no IDEB dos Municípios da AII e nos Estados em 2005 e 2019.

Unidade Geográfica	IDEB anos iniciais do ensino fundamental		IDEB anos finais do ensino fundamental	
	2005	2019	2005	2019
Arês	2,3	3,7	2,7	3,0
Bom Jesus	2,5	4,1	2,9	3,4
Ceará-Mirim	2,2	4,1	2,5	3,4
Extremoz	2,8	4,4	2,7	4,0
Goianinha	2,4	5,1	2,6	3,7
Ielmo Marinho	2,6	4,5	2,3	3,8
Macaíba	2,4	4,3	2,6	3,1
Maxaranguape	2,0	4,3	2,5	3,7
Monte Alegre	2,3	4,7	2,2	3,6
Natal	3,1	4,9	2,8	3,4
Nísia Floresta	2,5	4,2	2,4	3,2
Parnamirim	3,2	5,0	2,9	3,8

Unidade Geográfica	IDEB anos iniciais do ensino fundamental		IDEB anos finais do ensino fundamental	
	2005	2019	2005	2019
São Gonçalo do Amarante	2,7	4,5	2,8	3,5
São José de Mipibu	2,4	4,5	2,3	2,8
Vera Cruz	2,8	4,1	2,5	3,1

Fonte: INEP, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica 2005 e 2019

O percentual de docentes com formação adequada nos municípios tomados como estudo evidenciam que, de forma geral, houve avanços entre os anos de 2013 e 2017, com aumento de percentagem nos indicativos disponíveis no Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil. Destarte, mencionam-se alguns locais como Arês, Ielmo Marinho, Macaíba e Parnamirim que apresentaram queda no percentual no número de docentes do ensino fundamental com formação adequada; e Extremoz com docentes no ensino médio. O município de Maxaranguape é o que apresenta percentuais mais baixos se comparados com outros municípios; enquanto a capital potiguar apresenta os maiores indicadores. A relação discriminada dessas informações encontra-se na Tabela 56.

Tabela 56 - Percentual de docentes com formação adequada nos municípios da AII em 2013 e 2017

Unidade Geográfica	% de docentes do fundamental com formação adequada		% de docentes do médio com formação adequada	
	2013	2017	2013	2017
Arês	62,1	56,2	27,7	55,6
Bom Jesus	39,6	46,6	68,6	78,1
Ceará-Mirim	40,8	60,1	61	69,3
Extremoz	60,3	73,8	66,5	66,3
Goianinha	39,2	64,6	57	68,6
Ielmo Marinho	59	48,1	40,3	49,1
Macaíba	70,1	66,2	74,8	78
Maxaranguape	21,1	23,4	25,5	34,6
Monte Alegre	24,2	35,7	37,5	70,8
Natal	66,3	67,9	73	74,3
Nísia Floresta	39,3	61,5	21	59,2
Parnamirim	70,1	68,8	64,1	74,1
São Gonçalo do Amarante	49,5	53	69,2	75,4
São José de Mipibu	59,6	60,1	49,8	66,1

Unidade Geográfica	% de docentes do fundamental com formação adequada		% de docentes do médio com formação adequada	
	2013	2017	2013	2017
Vera Cruz	46,3	50,7	29,5	54,3

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013 e 2017

O ingresso no Ensino Superior representa uma etapa importante por parte da população, envolvendo fatores como melhoria de qualidade de vida e indicativo de permanência em academias para formações crítico-profissionais. Tendo isso em mente, destaca-se o percentual da população com mais de 25 anos com ensino superior completo nos municípios da AII entre os anos de 1991, 2000 e 2010. Conforme informações extraídas do Atlas do Desenvolvimento Humano, esses dados cresceram exponencialmente no decorrer dos anos supramencionados, havendo maior procura por parte da população. No entanto, evidencia-se o município de Ielmo Marinho com índices de 0,11% no ano de 1991 e 2000, e 1,3% no ano de 2010, considerado àquele com menor taxa de variação dentre os estudados. Ainda nessa perspectiva, ressalta-se Maxaranguape que teve diminuição no percentual entre os anos de 1991 e 2000, passando de 0,95% para 0,34%. Já em Parnamirim, constatou-se um grande avanço, indo de 7,1% em 2000 para 16,55% em 2010 – Tabela 57. A Figura 138 exemplifica algumas instituições de Ensino Superior instaladas nos municípios da AII.

Tabela 57 - Percentual da população com mais de 25 anos com ensino superior completo nos municípios da AII em 1991, 2000 e 2010.

Unidade Geográfica	% de 25 anos ou mais de idade com ensino superior completo		
	1991	2000	2010
Arês	0,2	0,4	3,93
Bom Jesus	0,15	0,86	3,75
Ceará-Mirim	0,69	1,05	4,07
Extremoz	0,45	1,53	4,34
Goianinha	0,71	1,44	3,24
Ielmo Marinho	0,11	0,11	1,3
Macaíba	0,59	1,02	3,86
Maxaranguape	0,95	0,34	3,02
Monte Alegre	0,24	0,66	3,87
Natal	9,07	10,1	14,87
Nísia Floresta	0,41	1,94	5,16
Parnamirim	4,21	7,1	16,55

Unidade Geográfica	% de 25 anos ou mais de idade com ensino superior completo		
	1991	2000	2010
São Gonçalo do Amarante	0,47	0,78	2,96
São José de Mipibu	0,89	1,33	4,54
Vera Cruz	0,16	0,26	2,69

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 1991, 2000 e 2010.



(A) (B) (C) (D) (E) (F)

Figura 138 - Exemplares das Instituições de Ensino Superior nos municípios da AII: (A) Campus da UFRN em Natal; (B) Polo EAD da UNP em Ceará Mirim; (C) IFRN Campus Parnamirim; (D) IFRN Campus São Gonçalo do Amarante; (E) IFRN Campus Ceará Mirim; (F) Polo EAD da Unicesumar em Extremoz.

Fontes: Levantamentos de campo, 2019; Portal IFRN, 2020 e Google Street View, 2022.

A expectativa de anos de estudo mostra-se enquanto uma ferramenta imprescindível para compreender os dados educacionais de determinado local. Nessa perspectiva, engloba-se os municípios da AII e percebe-se que o município de Ielmo Marinho permanece como sendo

aquele de menor índice, se comparado com os demais. Parnamirim é o de melhor índice, tendo variação de 7,1 em 2000 para 16,55 em 2010, conforme ilustrado na Tabela 58 a seguir.

Tabela 58 - Expectativa de anos de estudo da população aos 18 anos de idade nos municípios da AII em 1991, 2000 e 2010.

Municípios	Expectativa de anos de estudo aos 18 anos de idade		
	1991	2000	2010
Arês	0,2	0,4	3,93
Bom Jesus	0,15	0,86	3,75
Ceará-Mirim	0,69	1,05	4,07
Extremoz	0,45	1,53	4,34
Goianinha	0,71	1,44	3,24
Ielmo Marinho	0,11	0,11	1,3
Macaíba	0,59	1,02	3,86
Maxaranguape	0,95	0,34	3,02
Monte Alegre	0,24	0,66	3,87
Natal	9,07	10,1	14,87
Nísia Floresta	0,41	1,94	5,16
Parnamirim	4,21	7,1	16,55
São Gonçalo do Amarante	0,47	0,78	2,96
São José de Mipibu	0,89	1,33	4,54
Vera Cruz	0,16	0,26	2,69

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 1991, 2000 e 2010.

A taxa de analfabetismo nos municípios da AII sofreu diminuição entre os anos de 1991 e 2010, com evidências de melhoria educacional. Não se realiza menção a nenhuma cidade específica, haja vista que as informações se mostraram satisfatórias e sem índices alarmantes de aumento de analfabetismo no recorte temporal trabalhado. É possível consultar esses valores na Tabela 59.

Tabela 59 - Taxa de analfabetismo entre a população com mais de 25 anos nos municípios da AER em 1991, 2000 e 2010.

Municípios	Taxa de analfabetismo - 25 anos ou mais de idade		
	1991	2000	2010
Arês	57,77	43,98	32,94
Bom Jesus	63,51	48,31	40,1
Ceará-Mirim	51,5	38,4	27,81
Extremoz	44,63	29,77	21,78
Goianinha	59,68	39,69	30,7
Ielmo Marinho	71,79	55,55	36,39
Macaíba	52,07	37,47	28,38
Maxaranguape	55,7	40,58	28,21
Monte Alegre	66,42	46,32	36,6
Natal	20,18	14,67	10,15
Nísia Floresta	50,83	34,1	28,18
Parnamirim	30,29	17	9,86
São Gonçalo do Amarante	43,25	29,38	18,42
São José de Mipibu	54,22	40,42	31,07
Vera Cruz	67,59	54,93	40,73

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 1991, 2000 e 2010.

4.3.1.8. Comunicações

De acordo com os dados disponíveis no sítio eletrônico da ANATEL, no que se refere ao acesso à banda larga, normalmente associada à internet utilizada em domicílios e estabelecimentos comerciais, verifica-se que, em junho de 2021, havia em Natal 31,3 acessos à internet de banda larga fixa a cada 100 domicílios, e 64 acessos à telefonia móvel a cada 100 habitantes. Em São José de Mipibu eram 19,4 acessos à internet de banda larga fixa a cada 100 domicílios, e 61,6 acessos à telefonia móvel a cada 100 habitantes. Em Natal, eram 8,8 acessos à internet de banda larga fixa a cada 100 domicílios, e 31,3 acessos à telefonia móvel a cada 100 habitantes.

Dentre as tecnologias utilizadas para oferta de banda larga fixa, predominava em Natal a utilização da fibra óptica (92% dos acessos). Em São José de Mipibu, também predominava a utilização da fibra óptica (87% dos acessos). Em Natal, predominava a utilização do acesso à internet de banda larga via satélite (74%), seguida pela utilização dos cabos metálicos (21%).

No que se refere à tecnologia utilizada para a telefonia móvel, nota-se que o 4G já está bastante disseminado nos municípios da AII, chegando a cerca de 78% dos acessos em Natal, 75% dos acessos em São José de Mipibu e 72% dos acessos em Natal.

4.3.1.9. Economia e Mercado de Trabalho

O Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios que compõem a AII mostrou evolução significativa tomando como recorte temporal os anos de 2009 e 2019. A cidade de São José de Mipibu foi a mais expressiva, passando de R$ 224.220,00 no ano de 2009 para R$ 814.983,26 em 2019, resultando numa variação de 263,47%. Já a cidade de Ielmo Marinho foi a de menor variação (72,06%), somando em 2009 um PIB de R$65.575,00 e em 2019 R$112.827,47. É possível observar na Figura 139 a taxa de variação do PIB de cada município, bem como visualizar na Tabela 60 os valores referência de cada ano.

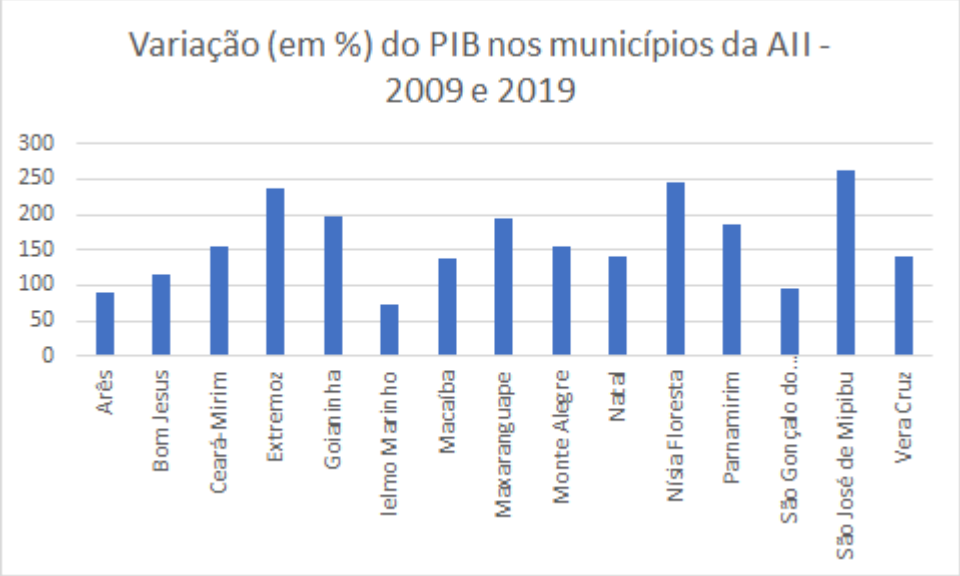


Figura 139 - Gráfico da variação (em %) do PIB nos municípios da AII - 2009 e 2019.Fonte: IBGE, Produto Interno Bruto dos Municípios, 2009 e 2019

Tabela 60 - Evolução do PIB dos Municípios da AII em 2009 e 2019

Unidade Geográfica	PIB a preços corrente (Mil Reais)		Variação
	2009	2019	(%)
Arês	162.634,00	309.640,26	90,39
Bom Jesus	41.567,00	89.038,21	114,20
Ceará-Mirim	351.104,00	899.286,44	156,13

Unidade Geográfica	PIB a preços corrente (Mil Reais)		Variação
	2009	2019	(%)
Extremoz	134.299,00	451.697,08	236,33
Goianinha	137.278,00	410.084,01	198,72
Ielmo Marinho	65.575,00	112.827,47	72,05
Macaíba	708.826,00	1.679.067,98	136,88
Maxaranguape	45.652,00	134.894,69	195,48
Monte Alegre	94.066,00	239.657,05	154,77
Natal	10.362.496,00	24.855.507,37	139,86
Nísia Floresta	120.997,00	418.100,91	245,54
Parnamirim	1.964.089,00	5.590.001,21	184,61
São Gonçalo do Amarante	817.521,00	1.604.260,37	96,23
São José de Mipibu	224.220,00	814.983,26	263,47
Vera Cruz	49.318,00	119.306,78	141,91

Fonte: IBGE, Produto Interno Bruto dos Municípios, 2009 e 2019

A participação dos setores de indústria, agropecuária, de serviços e de Administração Pública também foram consultados no Portal do IBGE e foram tomados os anos de 2013 e 2018 como referências. Por meio desses dados, é possível observar a participação percentual de cada setor da economia, sendo possível obter uma visão econômica centrada em compartimentos específicos municipais. A relação desses valores encontra-se sumarizada na Tabela 61 a seguir.

Tabela 61 - Participação percentual de cada setor da economia no Valor Adicionado Bruto dos Municípios, Microrregiões e Mesorregiões em 2013 e 2018

Unidade Geográfica	VAB indústria		VAB agropecuária		VAB serviços		VAB adm. Pública	
	2013	2018	2013	2018	2013	2018	2013	2018
Arês	52.761	45.820	27.042	170.791,40	33.892	49.534,12	59.334	81.016,65
Bom Jesus	2.213,00	3.426,34	2.196,00	2.611,00	17.427,00	23.036,62	35.999,00	47.380,57
Ceará-Mirim	95.851,00	42.089,22	24.601,00	41.570,67	230.454,00	322.466,71	261.779,00	367.939,87
Extremoz	46.997,00	64.027,49	10.458,00	12.146,65	63.250	136.169,79	107.437,00	152.715,64
Goianinha	11.941,00	34.447,00	19.126,00	38.927,03	79.761,00	136.714,24	102.333,00	145.063,26
Ielmo Marinho	4.197,00	2.895,11	7.093,00	9.725,02	11.092,00	16.368,76	53.644,00	72.121,77
Macaíba	456.926,00	373.276,75	16.924,00	29.418,52	390.166,00	536.143,45	272.624,00	377.858,64
Maxaranguape	4.174,00	4.891,50	6.542,00	14.362,19	20.855,00	29.107,67	43.768,00	64.581,71
Monte Alegre	11.221,00	21.771,43	6.810,00	12.476,40	36.040,00	56.453,60	85.768,00	114.379,85
Natal	2.979.331,00	2.823.244,52	16.570,00	21.776,81	10.122.367,00	23.206.658,81	3.126.281,00	4.287.181,88
Nísia Floresta	24.389,00	37.313,72	53.433,00	139.949,29	60.059,00	81.899,53	97.187,00	135.836,94
Parnamirim	862.449,00	670.760,24	35.276,00	38.687,23	1.890.078,00	2.509.361,39	805.378,00	1.206.104,65
São Gonçalo do Amarante	532.293,00	153.882,51	20.913,00	32.120,36	409.034,00	684.451,78	345.290,00	480.379,25
São José de Mipibu	146.853,00	105.529,81	32.371,00	42.265,08	182.409,00	308.164,53	156.189,00	211.891,74
Vera Cruz	5.473,00	7.949,33	4.105,00	6.248,34	17.675,00	27.667,99	44.879,00	60.993,08

Fonte: IBGE, Produto Interno Bruto dos Municípios, 2013 e 2018.

A ocupação das pessoas em cada setor também revela a participação econômica da sociedade. Entre os anos de 2000 e 2010, foram registrados dados em participação agropecuária, industrial, construtiva e de comércio e serviços das populações residentes em cada município, segundo dados do Atlas do Desenvolvimento Humano. No setor agropecuário, a tendência da maior parte dos municípios foi de diminuição de pessoal ocupado, sendo oposto a essa situação os municípios de Goianinha, Monte Alegre e Vera Cruz, os quais tiveram aumento. Já na Indústria, os seguintes municípios tiveram aumento de pessoal: Ceará-Mirim, Extremoz, Ielmo Marinho, Maxaranguape e São Gonçalo do Amarante. Na construção, apenas as cidades de Natal e Parnamirim tiveram diminuição de pessoal ocupado. Por fim, em comércio e serviços os municípios de Extremoz, Goianinha, Macaíba, Natal, São Gonçalo do Amarante, São José de Mipibu e Vera Cruz mostraram diminuição entre 2000 e 2010, conforme ilustrado na Tabela 62 em sequência.

Tabela 62 - Percentual de pessoas ocupadas em cada setor da economia nos municípios da AII em 2000 e 2010.

Unidade Geográfica	Taxa de desocupação		Indústria		Construção		Comércio e serviços	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Arês	35,36	26,91	9,6	7,92	3,75	8,21	49,43	52,12
Bom Jesus	50,37	39,51	4	3,16	4,79	8,84	39,73	46,61
Ceará-Mirim	23,54	15,52	9,01	11,48	6,78	10,08	57,63	55,42
Extremoz	19,19	11,38	11,31	15,77	11,25	11,82	56,36	52,56
Goianinha	11,39	15,48	19,33	10,99	4,78	10,59	63,36	55,8
Ielmo Marinho	65,01	53,65	2,6	6,42	4,62	7,32	23,99	29,02
Macaíba	19,04	15,66	16,33	15,26	10,92	11,09	51,94	49,68
Maxaranguape	38,23	26,61	1,88	2,13	10,42	10,63	48,29	57,4
Monte Alegre	31,5	32,92	10,99	6,2	7,59	8,13	47,98	48,43
Natal	1,54	0,88	10,75	9,63	6,9	6,8	79,21	76,16
Nísia Floresta	30,82	20,67	6,62	3,5	7,84	11,05	53,66	58,05
Parnamirim	2,91	1,21	13,55	9,24	8,92	7,58	72,13	75,41
São Gonçalo do Amarante	8,81	5,18	18,83	19,27	10,19	10,45	60,13	57,73
São José de Mipibu	25,81	23,87	10,22	9,47	7,35	8,96	55,72	50,15
Vera Cruz	42,98	43,65	13,27	7,41	4,33	7,46	39,41	38,8

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010.

No que tange a taxa de desocupação dos residentes das unidades geográficas tomadas como estudo, salienta-se o caso dos seguintes municípios: Goianinha superou 27,22% de desocupados em 2000 para 11,63% em 2010, sendo a cidade com melhor índice registrada frente às demais. Em contrapartida, em Maxaranguape houve um aumento de 10,64% em 2000 para 15,22% em 2010. Demais informações encontram-se sintetizadas na Tabela 63 seguinte.

Tabela 63 - Taxa de desocupação e grau de formalização da população maior de 18 anos de idade nos municípios da AII e no Estado entre 2000 e 2010.

Unidade Geográfica	Taxa de desocupação		Grau de formalização dos ocupados	
	2000	2010	2000	2010
Arês	16,41	16,56	44,2	44,33
Bom Jesus	12,73	8,46	19,05	31,15
Ceará-Mirim	19	12,06	38,82	50,27
Extremoz	16,54	12,16	39,37	52,58
Goianinha	27,22	11,63	49,84	52,95
Ielmo Marinho	7,31	5,35	19,75	25,81
Macaíba	18,2	10,95	44,65	52,35
Maxaranguape	10,64	15,22	27,7	38,1
Monte Alegre	15,49	11,57	34,7	35,04
Natal	16,89	9,87	59,66	67,02
Nísia Floresta	11,16	9,57	36,57	42,78
Parnamirim	16,24	9,22	57,63	64,77
São Gonçalo do Amarante	19,5	11,57	52,69	64,04
São José de Mipibu	13,24	10,49	35,85	40,51
Vera Cruz	7,57	3,68	14,74	28,73

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2000 e 2010.

Ao falar sobre economia, torna-se indispensável conhecer o rendimento médio das pessoas ocupadas e respectiva percentagem dos ocupados sem rendimento, uma vez que é possível traçar panoramas sobre o comportamento econômico das cidades/localidades/comunidades. Pesquisas realizadas no Atlas do Desenvolvimento Humano indicam que no ano de 2010 a cidade que apresentava melhor rendimento médio era a capital potiguar, totalizando R$1486,75, cuja taxa de ocupados sem rendimento em 2000 era de 1,49% e em 2010 de 1,26%. Já Ielmo Marinho era a de menor rendimento médio, totalizando R$365,86 com taxa de desocupados em 35,88% (2000) e 26,08% (2010), conforme observado na Tabela 64.

Tabela 64 - Ocupados sem rendimento e rendimento médio dos ocupados nos municípios da AII em 2000 e 2010.

Unidade Geográfica	Rendimento médio dos ocupados em 2010	% dos ocupados sem rendimento em 2000	% dos ocupados sem rendimento em 2010
Arês	555,01	9,72	14,74
Bom Jesus	526,86	35,83	26,9
Ceará-Mirim	674,08	4,56	7,8
Extremoz	730,94	3,34	3,61
Goianinha	807,35	0,79	8,93
Ielmo Marinho	365,86	35,88	26,08
Macaíba	671,37	8,36	7,89
Maxaranguape	615,51	4,14	7,43
Monte Alegre	607,1	10,42	12,91
Natal	1486,75	1,49	1,26
Nísia Floresta	656,25	6,25	9,21
Parnamirim	1478,08	1,84	1,24
São Gonçalo do Amarante	720,53	3,52	2,69
São José de Mipibu	660,15	6,32	8,12
Vera Cruz	473,7	7,8	6,09

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2000 e 2010.

4.3.1.10. Caracterização das Atividades Agropecuárias

Para a análise das atividades agropecuárias na área de influência do empreendimento, considerou-se o número total de estabelecimentos rurais de cada município e sobretudo, a análise dos dados referentes ao município de Macaíba, onde encontra-se a área de influência direta do empreendimento. O município com maior número de estabelecimentos rurais é Ceará-Mirim, que conta com 1.288 e o com menor número, Parnamirim, que possui 10 estabelecimentos.

Tabela 65 - Quantidade de estabelecimentos rurais nos municípios da AII em 2017.

Município	Número de Estabelecimentos
Arês	147
Bom Jesus	319
Ceará-Mirim	1.288
Extremoz	165

Município	Número de Estabelecimentos
Goianinha	181
Ielmo Marinho	746
Macaíba	943
Maxaranguape	237
Monte Alegre	561
Natal	80
Nísia Floresta	295
Parnamirim	10
São Gonçalo do Amarante	153
São José de Mipibu	612
Vera Cruz	242

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017.

Tratando especificamente da condição do produtor em relação à terra nos municípios da AII, o censo agropecuário disponível no IBGE datado do ano de 2017 evidenciam que a cidade de Macaíba é aquela com maior número de proprietários (12.891 pessoas), dispondo de 2.814 concessionários ou assentados, 300 comodatários e 210 ocupantes. Não constam registros para arrendatários, parceiros e produtores sem área para o ano em análise. Já Parnamirim conta apenas com 6 proprietários, 1 arrendatário, 1 parceiro e 2 comodatários. É possível observar a situação municipal de cada município na Tabela 66 a seguir.

Tabela 66 - Condição do produtor em relação à terra nos municípios da AII em 2017 - Estabelecimentos.

Município	Proprietário	Concessionário ou assentado	Arrendatário	Parceiro	Comodatário	Ocupante	Produtor sem área
Arês	123	-	9	5	6	-	4
Bom Jesus	300	1	-	-	17	1	-
Ceará-Mirim	676	488	13	4	17	12	78
Extremoz	144	-	11	-	8	2	-
Goianinha	147	1	9	4	-	14	6
Ielmo Marinho	579	101	19	11	35	1	-
Macaíba	12.891	2.814	-	-	300	210	-
Maxaranguape	223	8	4	-	-	-	2
Monte Alegre	438	10	36	11	55	6	5
Natal	64	-	4	-	9	-	3
Nísia Floresta	251	-	17	5	10	4	8

Município	Proprietário	Concessionário ou assentado	Arrendatário	Parceiro	Comodatário	Ocupante	Produtor sem área
Parnamirim	6	-	1	1	2	-	-
São Gonçalo do Amarante	133	-	9	-	11	-	-
São José de Mipibu	427	105	20	13	42	2	3
Vera Cruz	160	1	41	11	27	2	-

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017.

No município de Macaíba, destaca-se o fato de que a cana-de-açúcar atingiu 34.761 toneladas no ano de 2017, considerado o produto de maior produção agrícola da região. Outros como caju, mamão, maracujá, abóbora, cebola, fava, milho, sorgo, tomate e palma forrageira somente foram catalogadas no ano de 2017, conforme observado na Tabela 67.

Tabela 67 - Produção agrícola em Macaíba, em toneladas, entre os anos de 2006 e 2017.

Produto	Produção agrícola (toneladas)	
	2006	2017
Banana	59	22
Cana-de-açúcar	651	34.761
Feijão (em grãos)	5	-
Mandioca	9.491	10.577
Milho	486	59
Cajú	-	167
Mamão	-	45
Maracujá	-	5
Aboborá, moranga, jerimum	-	54
Cebola	-	2
Fava (em grãos)	-	7
Melancia	-	8
Milho forrageiro	-	19
Sorgo forrageiro	-	608
Tomate rasteiro	-	2
Palma forrageira	-	276

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2006 e 2017

A quantidade de animais criados em Macaíba entre os anos de 2006 e 2017 envolvem asininos, galináceos, bovinos, caprinos, equinos, muares, ovinos, suínos, codornas, patos, gansos, marrecos, perdizes, faisões e perus (

Tabela **68** e Figura 140), com destaque para os bovinos no ano de 2006 e 2010 - 13.313 e 10.150 cabeças, respectivamente.

Tabela 68 - Quantidade de animais criados em Macaíba entre 2006 e 2017

Rebanho	Quantidade de animais (cabeça)	
	2006	2017
Asininos	23	27
Galináceos	497	544
Bovinos	13.313	10.150
Caprinos	253	329
Equinos	384	673
Muares	21	44
Outras aves	407	-
Ovinos	9.639	2.515
Suínos	966	1.810
Codornas	-	1.132
Patos,gansos, marrecos, perdizes e faisões	-	832
Perus	-	296

Fonte: IBGE, Pesquisa da Pecuária Municipal, 2006 e 2017.



Figura 140 - Exemplares de animais criados em Macaíba - Fonte: Lima, 2019

4.3.1.11. Patrimônio Histórico, Cultural, Natural e Turismo

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN é vinculado ao Ministério do Turismo, responsável pela preservação do patrimônio cultural brasileiro, de acordo com o que preconiza o artigo 216 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988). Sua finalidade é promover, em todo o país e de modo permanente, o tombamento, a conservação, o enriquecimento e a disseminação do conhecimento sobre o patrimônio histórico e artístico nacional (BRASIL, 1937).”

O Instituto disponibiliza base de dados acerca dos Processos de Tombamento e Bens Tombados no território nacional, do Patrimônio Cultural Ferroviário e do Patrimônio Arqueológico nacional, através do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos – CNSA, bem como o registro de Bens Imateriais, consultados para a caracterização do Patrimônio Histórico, Cultural e Natural dos municípios da AII.

A consulta à base de dados dos Processos de Tombamento e Bens Tombados retornou os resultados da Tabela 69, para os municípios da AII abordando alguns exemplares dos bens tombados.

Tabela 69 - Bens tombados nos municípios da AII do empreendimento.

Município	Classificação	Nome Atribuído	Estágio
Natal	Edificação	Forte dos Reis Magos	Tombado
Natal	Bem móvel ou integrado	Imagens, 13: Nossa Senhora das Candeias (02), Santos Reis Magos (02 conjuntos), Senhor Morto (02), Nossa Senhora das Dores e Nossa Senhora da Conceição (02)	Tombado
Arês	Infraestrutura ou equipamento urbano	Portão do Cemitério de Arês	Tombado
Natal	Edificação	Casa à Rua da Conceição, 601, atual Museu Histórico	Tombado
São Gonçalo do Amarante	Edificação e Acervo	Igreja de São Gonçalo	Tombado
São José de Mipibu	Bem móvel ou integrado	Imagens, 08: Nossa Senhora das Dores, São Pedro, Santana Mestra, São Joaquim, Nossa Senhora da Conceição, Jesus ressuscitado, Nossa Senhora do Rosário com menino Jesus, São Sebastião e lavabo	Tombado
Natal	Edificação	Palácio do Governo, à Praça Sete de Setembro	Tombado
Natal	Conjunto Urbano	Centro Histórico de Natal	Tombado

Fonte: IPHAN, 2020.

A consulta à base de dados dos Processos Bens de Patrimônio Cultural Ferroviário, retornou os resultados da Tabela 70, para o município de Natal. Não foram identificados bens para os demais municípios analisados.

Tabela 70 - Bens do Patrimônio Cultural Ferroviário identificados nos municípios da AII.

Município	Identificação do Bem	Data de publicação
Natal	Armazém da antiga carpintaria	08/04/2009
	Terreno	08/04/2009
	Parcela de terreno da Estrada de ferro central do Rio Grande do Norte	08/04/2009
	Administração da estrada de ferro central do RN	08/04/2009
	Antiga Rotunda	03/10/2014
	Oficina metálica	03/10/2014

Fonte: IPHAN, lista do Patrimônio Cultural Ferroviário, 2021 (Organizado por CWM, 2021).

Dados disponibilizados no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos do IPHAN (2021) evidenciaram que em Extremoz há 7 sítios arqueológicos, apenas 1 em Goianinha, Maxaranguape e Parnamirim, 6 em Ielmo Marinho, 2 em Monte Alegre e São José de Mipibu, 5 em Natal e 9 em Nísia Floresta. Não foram encontradas buscas para os municípios de Arês, Bom Jesus, Ceará-Mirim, São Gonçalo do Amarante e Vera Cruz. A localidade, bem como o nome do (s) sítio arqueológico (s) e código no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA) encontram-se sintetizadas no Tabela 71. Esses locais são importantes pois há testemunhos e evidências de atividades antepassadas e que revelam histórias pré-históricas.

Tabela 71 - Sítios Arqueológicos identificados entre os municípios da AII.

Município	Nome do Sítio Arqueológico	Código CNSA
Arês	-	-
Bom Jesus	-	-
Ceará-Mirim	-	-
Extremoz	Fim do mundo	RN00040
	Pitangui	RN00041
	Loteamento	RN00042
	Platagi	RN00043
	Sítio Maracajaú 1	RN00171
	Sítio Maracajaú 2	RN00172
	Genipabu	RN01322

Município	Nome do Sítio Arqueológico	Código CNSA
Goianinha	Sítio Engenho Bosque - KM 185	RN00280
Ielmo Marinho	Ocorrência 4 - km 113-114	RN00273
	Ocorrência 5 - Km 111-112	RN00274
	Ocorrência 6 - Km ‘s 112-113	RN0275
	Ocorrência 7 - Km’s 109-110	RN0276
	Sítio Jurema Kms - 106 - 107	RN00284
	Sítio MV42	RN00309
Macaíba	Ocorrência 08 - km’s 142-143	RN00277
Maxaranguape	Barra de Maxaranguape	RN00045
	Ana	RN00046
	Baía Gorda	RN00047
	Beira da estrada	RN00048
	Maceió	RN00049
	Zumbi	RN00050
	Cabo de São Roque	RN00064
	Caraúbas	RN00065
	Enseada de Pititinga	RN00066
Monte Alegre	Sítio Monte Alegre - Km 158-159	RN00283
	Sítio MV34	RN00308
Natal	Via Costeira	RN00061
	Praia dos artistas	RN00062
	Morro do careca	RN00086
	Cemitério Antigo da Redinha (Cemitério dos Ingleses)	RN01358
	Sítio Arqueológico Histórico da Estação do Coroa	RN01359
Nísia Floresta	Torre celular	RN00051
	André	RN00052
	Jegue	RN00053
	Malembar	RN00060
	Camurupim	RN00080
	Lagoa de Arituba	RN00081
	Pontal da Barra da Tabatinga	RN00082
	Machado Polido	RN00083
	Sítio do Bugódromo	RN00084
Parnamirim	Barreira do Inferno	RN00085

Município	Nome do Sítio Arqueológico	Código CNSA
São Gonçalo do Amarante	-	-
São José de Mipibu	Sítio Engenho Lagoa do Fumo - Km 160	RN00281
	Sítio Mipibu - Km 168-169	RN00282
Vera Cruz	-	-

Fonte: IPHAN, Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos, 2021 (Organizado por CWM, 2022).

Como complementação da caracterização do Patrimônio Histórico, Cultural e natural dos municípios da AII, foram consultadas bases de dados referentes à presença de Unidades de Conservação em seus territórios. Foram identificadas cinco Unidades de Conservação entre os municípios da AII, conforme apresenta a Tabela 72 abaixo.

Tabela 72 - Unidades de Conservação identificados entre os municípios da AII.

Município	Nome da UC	Tipo	Bioma	Imagem da UC
Nísia Floresta	Flora de Nísia Floresta	Estação Ecológica	Mata Atlântica	
Arês **Goianinha** **Nísia Floresta** **São José de Mipibu**	APA Bonfim-Guarairas	Área de Proteção Ambiental	Mata Atlântica	
Goianinha	APA Piquiri-Una	Área de Proteção Ambiental	Mata Atlântica	
Maxaranguape	APA dos Recifes dos Corais	Área de Proteção Ambiental	Zona Costeira e Marítima	
Natal	Parque Estadual Dunas do Natal Jornalista Luiz Maria Alves	Parque Estadual	Mata Atlântica	
Natal	Bosque dos Namorados - Parque das Dunas	Parque Estadual	Mata Atlântica	

Fonte: IDEMA - Sistema Estadual de Informações Ambientais – SEIA, 2021; Unidades de Conservação no Brasil, 2021. (Organizado por CWM, 2022).

4.3.1.12. Povos e Comunidades Tradicionais

Este tópico apresenta as informações referentes aos povos e comunidades tradicionais existentes nos municípios da AII. De acordo com o Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007, entende-se por comunidades e povos tradicionais aqueles grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais. Eles apresentam características próprias de organização social, ocupam e usam territórios tradicionais, bem como recursos naturais, como forma de reproduzir suas tradições, no âmbito cultural, social, religioso, ancestral e econômico.

4.3.1.12.1. Povos Indígenas

O levantamento realizado nas bases de dados da Fundação Nacional do Índio (FUNAI, 2021), aponta a presença de 2 (duas) terras Indígenas no estado de Rio Grande do Norte, em diversas fases do processo de regularização. Entre os municípios de Goianinha, Macaíba e São Gonçalo do Amarante, foram identificadas duas Terras Indígenas, como pode ser visto na Tabela 73 e Figura 141 abaixo.

Tabela 73 - Terras Indígenas identificadas na AII do empreendimento.

Município	Terra Indígena	Etnia	Área (ha)
Goianinha	Eleotérios do Katu	Potiguara	Não possuem município demarcado
Macaíba **S.G do Amarante**	Tapará	Tapuia	-

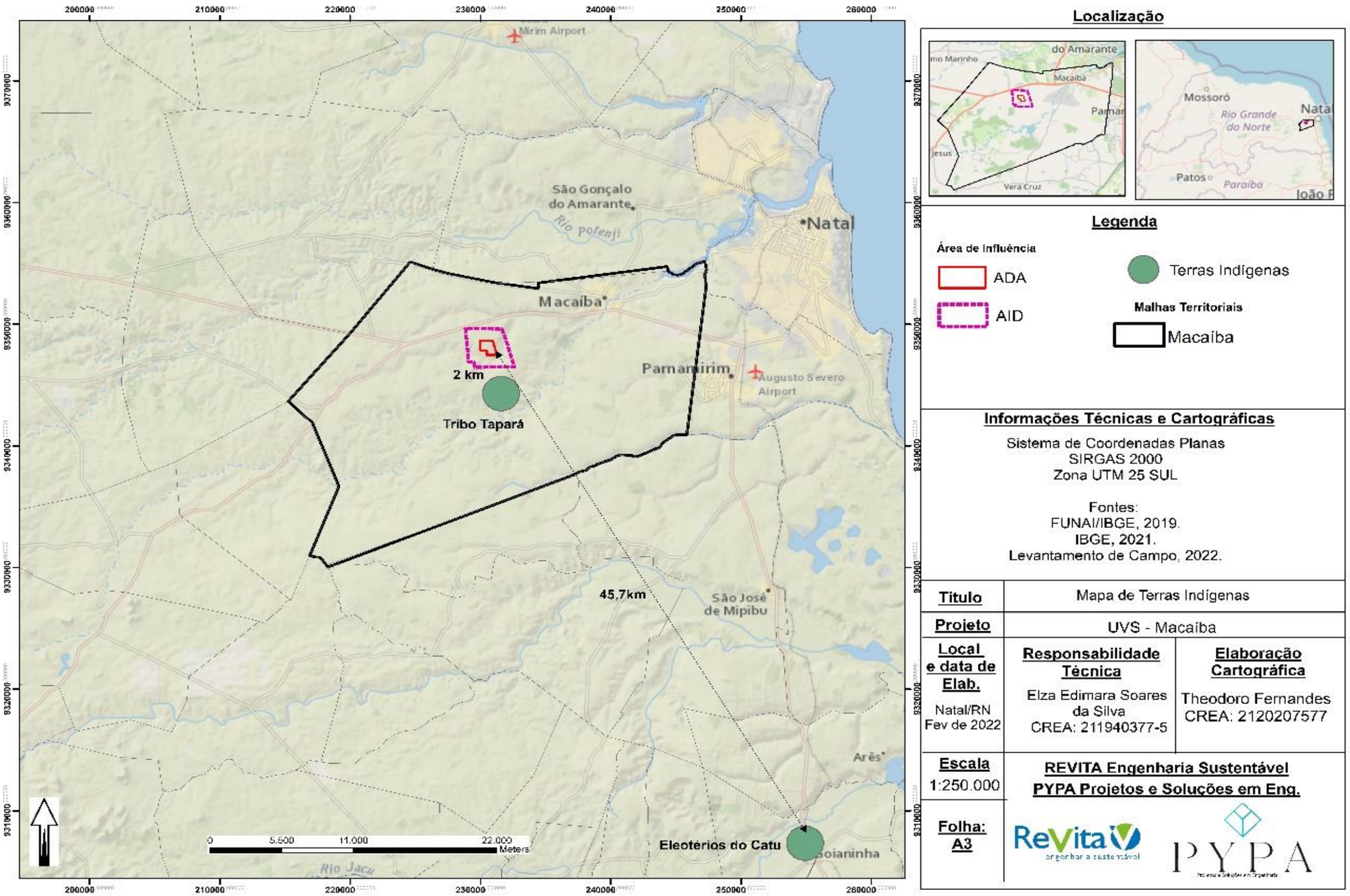


Figura 141 - Mapa de Terras Indígenas.

Fonte: FUNAI, 2021.

4.3.1.12.2. Comunidades Remanescentes de Quilombos

Segundo dados disponibilizados pela Fundação Cultural Palmares (2021), foram identificados cinco municípios com comunidades remanescentes de Quilombolas na AII. As duas mais antigas datam do ano de 2006, pertencendo aos municípios de Parnamirim e Bom Jesus, e a mais recente do ano de 2017 no município de Ceará-Mirim, conforme a Tabela 74 e Figura 142.

Tabela 74 - Comunidades Remanescentes de Quilombos identificadas nos municípios da AII.

Município	Comunidade	Nº Processo na FCP	Abertura do Processo	Etapa do Processo
Parnamirim	Sítio Moita Verde	01.420.000752/2006-96	15/05/2006	Certificada
Bom Jesus	Sítio Grossos	01420.002314/2006-62	13/12/2006	Certificada
Macaíba	Capoeiras	01420.002137/2006-14	13/03/200	Certificada
Ielmo Marinho	Nova Descoberta	01420.003430/2008-61	19/11/2009	Certificada
Ceará-Mirim	Coqueiros	01420.000800/2016-18	14/02/2017	Certificada

Fonte: Fundação Cultural Palmares, 2021 (Organizado por CWM, 2021).



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Figura 142 - Comunidades Remanescentes de Quilombos identificadas nos municípios da AII: (A) - Sítio Moita Verde, Parnamirim; (B) - Sítio Grossos, Bom Jesus; (C) – Capoeiras, Macaíba; (D) - Nova Descoberta, Ielmo Marinho; (E) – Coqueiros, Ceará-Mirim.

Fonte: Fundação Cultural Palmares, 2021.

O mapa a seguir, Figura 143 mostra a localização das comunidades remanescentes de quilombola que estão mais próximas da Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta da Unidade de Valorização Sustentável de Macaíba.

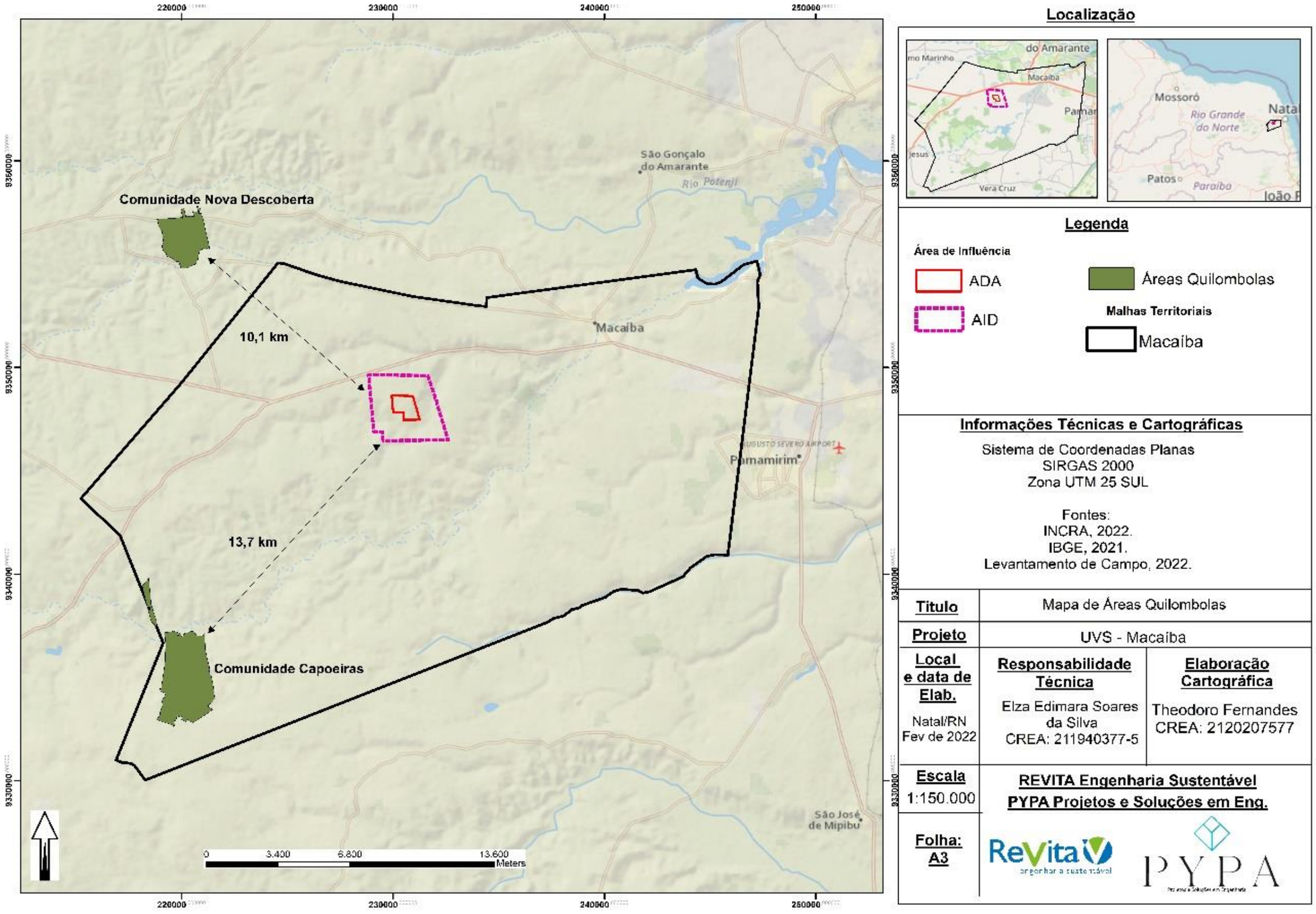


Figura 143 - Mapa de Comunidades Quilombola.

4.3.1.13. Projetos de Assentamento

Dados disponibilizados pelo INCRA (2022) indicaram que em Macaíba existem 9 (nove) projetos de assentamentos identificados, dos quais oito foram obtidos de forma desapropriada e um por reconhecimento. O projeto cujo número de famílias assentadas de maior destaque é o PA Eldorado dos Carajás, resultando em 80 famílias. Já o de menor número é Zumbi dos Palmares, registrando apenas 8. A Tabela 75 sintetiza demais informações como área (hectares), capacidade (famílias), famílias assentadas, forma de obtenção e data de criação do projeto.

Tabela 75 - Projetos de Assentamento identificados em Macaíba/RN.

Nome do PA	Área (hectares)	Capacidade (Famílias)	Famílias Assentadas	Forma de obtenção	Data de Criação
José Coelho da Silva	1.220,9823	70	69	Desapropria	22/07/1998
Eldorado dos Carajás	880,6625	80	80	Desapropria	09/07/1999
Caracaxá	821,7185	60	59	Desapropria	27/09/2000
Zumbi dos Palmares	289,0893	12	8	Desapropria	08/08/2013
Margarida Alves	1.190,3590	80	76	Desapropria	31/07/2003
Quilombo dos Palmares II	486,8836	47	45	Desapropria	17/06/2005
Libertação	377,0528	31	31	Desapropria	26/11/2010
Chico Mendes III	388,2991	40	38	Desapropria	26/12/2013
RTQR TQ Capoeiras	906,7744	232	-	Reconhecimento	25/06/2018

Fonte: INCRA, 2022 (organizado por CWM, 2022).

O mapa a seguir, Figura 144, mostra a localização dos Projetos de Assentamento que estão mais próximos da Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta da Unidade de Valorização Sustável de Macaíba.

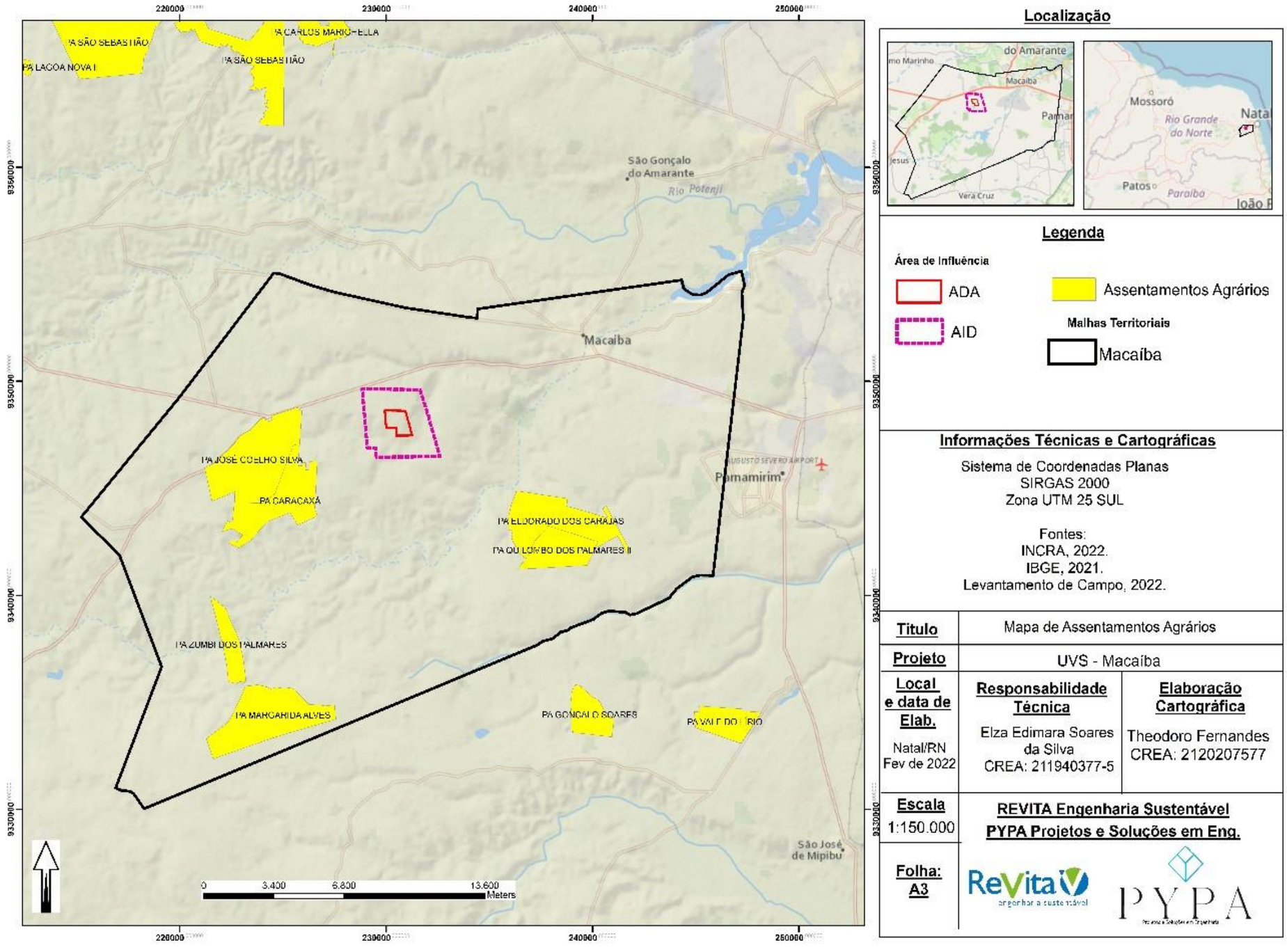


Figura 144 - Mapa de Assentamentos Agrários.

4.3.1.14. Conflitos Socioambientais

A sociedade civil do município também se organiza por meio de Associações e outros tipos de organizações, conforme relação disposta na Tabela 76. No que tange os conflitos socioambientais dos municípios da AII, o MAPA DE CONFLITOS - Injustiça ambiental e saúde no Brasil, desenvolvido por EITA Cooperativa aponta os seguintes: acusação de atividade de carcinicultura por degradação ambiental (em Nísia Floresta), acusação de desastre ambiental no Rio Potengi por empresa de carcinicultura e governo estadual (em Natal); e mal uso do solo e recursos hídricos acarretando em desertificação no nordeste com sinal de estresse de mal uso da água (em São José do Seridó).

Tabela 76 - Organizações da Sociedade Civil dos municípios da AII em 2021.

Município	Total de Associações
Arês	33
Bom Jesus	38
Ceará-Mirim	206
Extremoz	100
Goianinha	63
Ielmo Marinho	37
Macaíba	234
Maxaranguape	40
Monte Alegre	36
Natal	2.469
Nísia Floresta	56
Parnamirim	469
São Gonçalo do Amarante	192
São José de Mipibu	78
Vera Cruz	28

Fonte: IPEA, NM

4.3.2. Diagnóstico da Área de Influência Direta - AID

A Área de Influência Direta de um empreendimento é definida em função de determinados segmentos ambientais, componentes e variáveis diversas. É o ambiente onde se

manifestam os efeitos diretos da implantação e da operação do empreendimento (instalação do canteiro de obras, construção propriamente dita, locais por onde trafegarão os materiais, ocupações periféricas etc.). Portanto, é a área geográfica diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento e corresponde ao espaço territorial contíguo e ampliado da ADA (buffer de 1.500 metros), e como esta poderá sofrer impactos, tanto positivos quanto negativos, devendo ser minimizados, compensados ou potencializados (se positivos) pelo empreendedor. Os impactos e efeitos são induzidos, não por consequência de uma atividade específica do empreendimento, mas sim pela existência do mesmo.

O diagnóstico ambiental socioeconômico de comunidades localizadas próximos a empreendimentos de porte elevado é de extrema importância para a Avaliação de Impactos Ambientais. A geração de dados primários, coletados in loco, atribui um papel de protagonismo a essas pessoas que são impactadas de forma mais direta. Para Bishop (1975) a participação da sociedade no processo de AIA tem como objetivos: (i) coordenar, difundir e educar; (ii) identificar os recursos ambientais mais importantes para a comunidade; (iii) identificar os problemas e necessidades ambientais; (iv) conceber ideias e solucionar os problemas; (v) sondar opiniões do público; (vi) valorizar as alternativas apresentadas pelas comunidades afetadas; e (vii) resolver conflitos por consenso.

Á área de interesse, onde se pretende instalar a UVS Macaíba, está localizada na zona rural do município de Macaíba/RN, especificamente em uma propriedade chamada Fazenda Cajazeiras, conforme mapa a seguir, Figura 145.

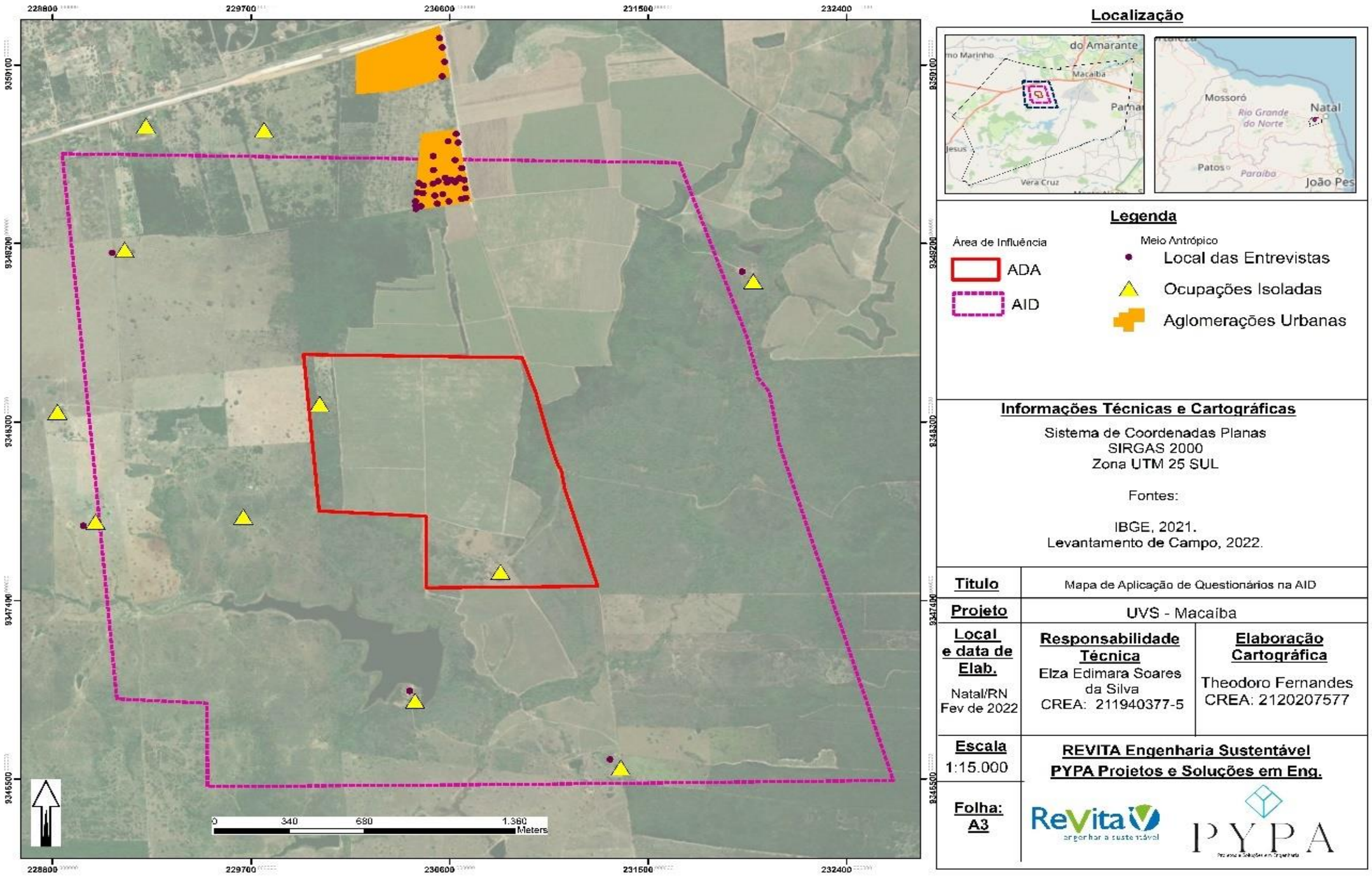


Figura 145 - Mapa de Aplicação dos questionários da AID do Meio Socioeconômico.

Segundo informações obtidas através de conversas informais com moradores que habitam imóveis contidos dentro dos limites da AID, tempos atrás, a localidade era conhecida como “Comunidade Rua da Palha”, porém, com as obras de infraestrutura que estão sendo realizadas na última década, o local passou a integrar o bairro Reta da Tabajara, pertencente ao município de Macaíba. Portanto, de acordo com o que é entendido nos dias atuais pelos próprios habitantes, a AID da UVS Macaíba compreende uma pequena parte do bairro Reta Tabajara, além de residências isoladas, como sedes de fazendas, sendo estas áreas rurais (Figura 146).



Figura 146 - Imagens Terrestres das Residências na AID

4.3.2.1. Metodologia

A metodologia adotada na elaboração desse subtópico levou em consideração a inter-relação dos dados sociais das Áreas de Influência Direta e as Áreas de Influência Indireta da UVS Macaíba, tendo como norte as solicitações do Termo de Referência emitido pelo órgão ambiental. Portanto, o trabalho se desenvolveu através do levantamento bibliográfico dos dados secundários e, principalmente, da pesquisa de campo com 3 visitas técnicas na AID (entre os meses de fevereiro e março de 2022), realizando a aplicação de questionários, registros fotográficos terrestres e aéreos além de conversas informais com lideranças comunitárias, o que permitiu observar e a realidade socioeconômica relacionada aos aspectos populacionais, infraestrutura social e organizacional, estrutura produtiva e de serviços e demais aspectos antrópicos pertinentes.

Serão apresentados os dados obtidos através de pesquisa de campo com as visitas técnicas, referente aos resultados e tabulação dos dados das entrevistas realizadas com os moradores do aglomerado urbano presente da AID bem como das residências e sedes de fazendas isoladas na parte rural ainda contida nos limites da AID. Foram realizadas ao todo 40 entrevistas (esforço amostral de 33% ou 1/3 do total de domicílios), sendo 35 no bairro Reta Tabajara e cinco (5) nos imóveis da zona rural, conforme imagens a seguir. Para a aplicação dos

referidos questionários, fez-se uso do aplicativo KoboCollect, o qual permite a tabulação automática dos dados em formato .xls para posterior análise e descrição. Os referidos questionários utilizados para a apreensão da realidade social e ambiental da AID podem ser visualizados no Anexo 10.

4.3.2.2. Infraestrutura Organizacional e Urbana

4.3.2.2.1. População Residente e Assentamento Humano

De acordo com as observações feitas em campo e com os resultados das entrevistas realizadas foi possível inferir de maneira aproximada a totalidade da população residente na AID. Uma vez que se percorreu todos os acessos disponíveis, foi realizada uma contagem do número total de imóveis dentro do Raio de 1.500 metros da ADA, totalizando cerca de 120 domicílios. Dentre esses 120 domicílios, 111 são da área urbana (Reta Tabajara) e 9 (nove) são residências isoladas e sedes de propriedades rurais.

Em relação à quantidade de pessoas residentes, através dos questionários foi evidenciada uma média de 4 pessoas por residência, totalizando uma estimativa de 480 habitantes na AID. Aproximadamente 85% dos entrevistados afirmaram que os imóveis que residem são próprios, 20% alugados e os 5% restantes disseram que moram em imóveis cedidos por terceiros. As informações acima citadas estão resumidas na Tabela 77. Ressalta-se que, do universo de 120 domicílios totais, cerca de 25 se encontravam desocupados.

Tabela 77 - Resumo da demografia da AID

TIPOLOGIA	QUANTIDADE
Domicílios Total	120
Domicílios Urbanos	111
Domicílios Rurais	9
Média de Moradores por Domicílio	4
Estimativa Total de Moradores	480

Em relação a condição da infraestrutura das habitações visitadas, observou-se que grande parte dos imóveis foram construídos em alvenaria e possuem ao menos um banheiro para uso dos moradores. Existem algumas habitações construídas com taipa, conforme se observa na Figura 147 abaixo.



Figura 147 - Padrão Construtivo das Habitações na AID.

4.3.2.2.2. Trabalho e Renda

Através das informações obtidas pelos questionários realizados, observou-se uma realidade preocupante dos moradores da AID em relação a emprego e renda. A grande maioria das pessoas, informou estar desempregada, tendo ganhos mensais abaixo de 1 salário-mínimo. Apenas 4 entrevistados, 20 % do total, afirmaram trabalhar sob os regimes da CLT e receberem 1 salário mínimo atuando como Assistente de Serviços Gerais (ASG), vigia noturno e professora, além de 4 aposentados que também recebem apenas 1 salário mínimo. Os 80% restantes afirmaram estarem desempregados e sobreviverem de bicos e trabalhos informais. Ressalta-se também que do universo dos 40 domicílios onde ao menos uma pessoa foi entrevistada, 30 recebiam auxílio do Bolsa Família e, atualmente, recebem o auxílio do atual Governo Federal, o Renda Brasil.

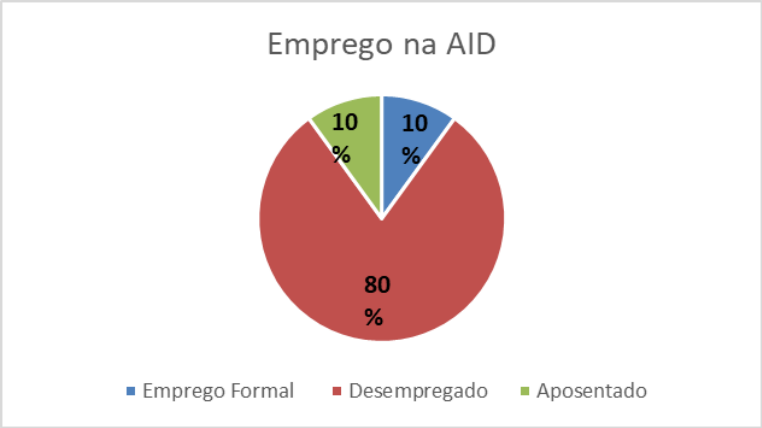


Figura 148 - Emprego e Renda dos Entrevistados na AID

90% dos entrevistados, mesmo os que não tinham informação sobre a futura instalação questionaram se o empreendimento irá gerar empregos e renda para a população do entorno, mostrando uma expectativa positiva dessas pessoas quanto à implantação do futuro aterro sanitário.

4.3.2.2.3. Educação

Segundo a pesquisa de campo, existe apenas um estabelecimento escolar dentro dos limites da AID, trata-se da Escola Municipal Professor Bartolomeu Fagundes (código INEP 24053368). Segundo dados do INEP (2019), a escola compreende os ensinos infantil e fundamental, totalizando 173 matrículas, sendo 30 da pré-escola e as demais do ensino fundamental. A Tabela 78 também aponta 11 profissionais docentes.

Tabela 78 - Dados sobre a E. M. Profº Bartolomeu Fagundes

Dados Escola Municipal Professor Bartolomeu Fagundes (24053368)		
	Matrículas	**Docentes**
Ensino Infantil	30	3
Ensino Fundamental	143	8
TOTAL	173	11

Fonte: INEP, 2019.



Figura 149 - E. M. Profº Bartolomeu Fagundes.

Deve se ressaltar que os habitantes da AID em idade escolar posterior ao ensino infantil e fundamental devem recorrer à estrutura educacional de Macaíba ou até mesmo de Natal devido à falta de estabelecimentos de ensino dos níveis de ensino posteriores como o ensino médio, superior e tecnólogo.

4.3.2.2.4. Saúde

Constatou-se nas pesquisas de campo que não existe nenhum estabelecimento de saúde na AID. Quando perguntados sobre qual é o estabelecimento de saúde que se configura como principal quando os entrevistados têm alguma necessidade, 100% dos entrevistados responderam que procuram a Unidade de Pronto Atendimento de Macaíba (Figura 150) ou a Unidade de Saúde da Família do distrito de Lagoa dos Cavalos, distante cerca de 6,5 km da localidade. A USF de Lagoa dos cavalos realiza serviços de atenção básica. Já a UPA de Macaíba funciona 24 horas por dia, sete dias por semana, e pode atender grande parte das urgências e emergências, inclusive nas fases de instalação e operação da UVS Macaíba.



(A) (B)

Figura 150 – Unidades de saúde: (A) - USF de Lagoa dos Cavalos; (B) UPA de Macaíba

4.3.2.2.5. Sistema Viário e de Transportes

O sistema viário do entorno de um empreendimento como será a UVS Macaíba é um aspecto preponderante no desenvolvimento da atividade de destinação final de resíduos sólidos. Para que a atividade ocorra de forma satisfatória e sem causar impactos significativos para a população na área diretamente afetada é preciso que exista uma infraestrutura viária razoavelmente estabelecida. Para isso, foi realizado um estudo prévio que pode ser visualizado no Anexo 1.

A área foi selecionada devido à sua facilidade de acessos e por estar às margens de uma das rodovias mais movimentadas do estado, a BR-304 que, inclusive, se encontra em obras com finalidade de duplicação do trecho da Reta da Tabajara, com previsão de término ainda para o ano de 2022. Com a conclusão dessa obra a situação de acesso à localidade será ainda melhor, propiciando um transporte mais rápido e seguro nas fases de instalação e operação da UVS Macaíba.



Figura 151 - Obra de Duplicação da Rodovia Federal BR-304

Fonte: DNIT, 2021.

Portanto, no que diz respeito ao sistema viário, se observa na AID uma estrutura já existente, além da BR-304 e de diversas estradas vicinais conforme Figura 152 a seguir e mapa da Figura 153.



Figura 152 - Rodovia Federal BR-304, localizada na AID do empreendimento.

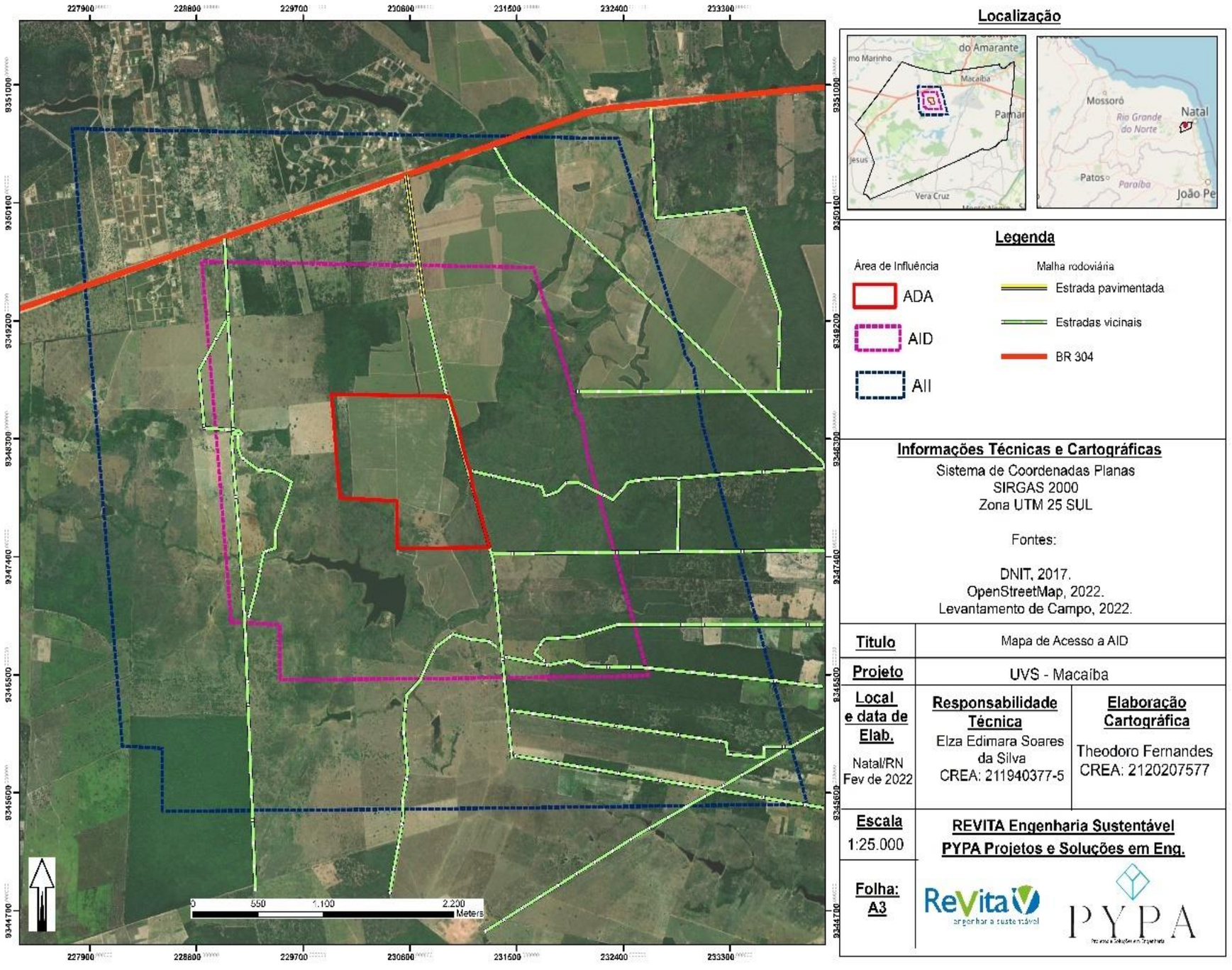


Figura 153 - Mapa de Estradas e Acessos ao Empreendimento.

4.3.2.2.6. Coleta de Resíduos Sólidos

Segundo os entrevistados, o serviço de coleta de resíduos sólidos é realizado pela prefeitura de Macaíba, e todos os entrevistados informaram que a coleta é realizada três vezes na semana, geralmente às terças-feiras, quintas-feiras e sábados. Alguns entrevistaram afirmaram não haver coleta em algumas semanas, o que acarreta no acumulo de resíduos em frente as residências. Alguns moradores estão na expectativa de que a situação melhore com a instalação do aterro sanitário.



Figura 154 - Pequeno Acúmulo de Resíduos Sólidos na AID.

4.3.2.2.7. Sistema de Telecomunicações e Energia Elétrica

Durante a visita de campo se observou uma situação positiva em relação ao sistema de telecomunicações e rede de energia elétrica., já que existe sinal de telefone e celular e, em alguns locais da AID, existe ainda sinal de telefonia 3G, permitindo o uso de dados móveis no celular. Em relação ao fornecimento de energia elétrica, este é realizado pela COSERN e todas os 40 entrevistados afirmaram que possuem energia elétrica em pleno funcionamento em suas residências.



Figura 155 - Infraestrutura de Energia e Telecomunicações na AID.

4.3.2.2.8. Saneamento Básico

Devido à indisponibilidade de dados sobre o saneamento básico do bairro Reta Tabajara na prefeitura, tais dados foram levantados através das perguntas constantes nos 40 questionários aplicados na AID do empreendimento.

O abastecimento de água apresenta uma situação satisfatória, na qual todos os entrevistados afirmaram possuir ligação na rede geral de água, administrada pela CAERN. Alguns disseram que também possuem cisternas para casos de falta de abastecimento público.



Figura 156 - Abastecimento de Água na AID

Em relação ao saneamento básico, apenas 55% dos entrevistados afirmaram possuir ligação à rede de esgoto e 45% disseram que utilizam fossas sépticas ou até mesmo rudimentares para destinar seus resíduos.

Alguns ainda afirmaram ter expectativas de melhorias quanto a esse quesito e questionaram se o empreendimento poderá trazer um impacto positivo para o bairro de Reta Tabajara.

4.3.2.2.9. Economia

Nas visitas de campo realizadas dentro dos limites da AID se observou uma estrutura econômica bastante limitada. Foram encontrados apenas dois imóveis onde são desenvolvidas atividades do 3º setor (serviços), uma mercearia e um mini mercadinho. Em cinco residências são realizadas atividades de agricultura e pecuária, todas elas para subsistência. Foram observados em campo pequenas criações de galináceos e de bovinos. Quanto a cultivos de subsistência, existem apenas alguns temporários de feijão, milho e palma. Também foi observada uma propriedade onde se desenvolvia a atividade de piscicultura, onde o morador informou que a atividade não é mais realizada desde o ano de 2019 devido à poluição da água do açude onde a criação se estabelecia.



Figura 157 - Atividades Econômicas Desenvolvidas na AID

Cabe também destacar a atividade de cultivo de cana-de-açúcar, desenvolvida em boa parte das propriedades rurais pertencentes à AID, inclusive na Fazenda Cajazeiras, local que futuramente será instalada a UVS Macaíba.



Figura 158 - Cultivo de Cana-de-açúcar desenvolvido na AID.

Alguns dos moradores entrevistados disseram desejar uma melhoria na infraestrutura econômica da localidade devido à falta de estabelecimentos de alimentação e de lazer, e esperam, com a chegada do empreendimento, o aumento d a circulação de pessoas o que formentará o comércio e afins.

4.3.2.2.10. Patrimônio Histórico e Arqueológico

O município de Macaíba possui características naturais e ambientais que formam os principais atrativos para a implantação e crescimento de diversas atividades econômicas. É necessário destacar neste item que, segundo dados levantados no IPHAN, Fundação Palmares (FCP) e FUNAI, a área do empreendimento não possui nenhum sítio arqueológico, área indígena e/ou quilombolas.

Os Sítios Arqueológicos mais próximos ao empreendimento, segundo dados do IPHAN, são os identificados pelos códigos RN2407104BAST00001 e RN2404606BAST00005, respectivamente localizados a aproximadamente 9 km e 6 km da área do empreendimento.

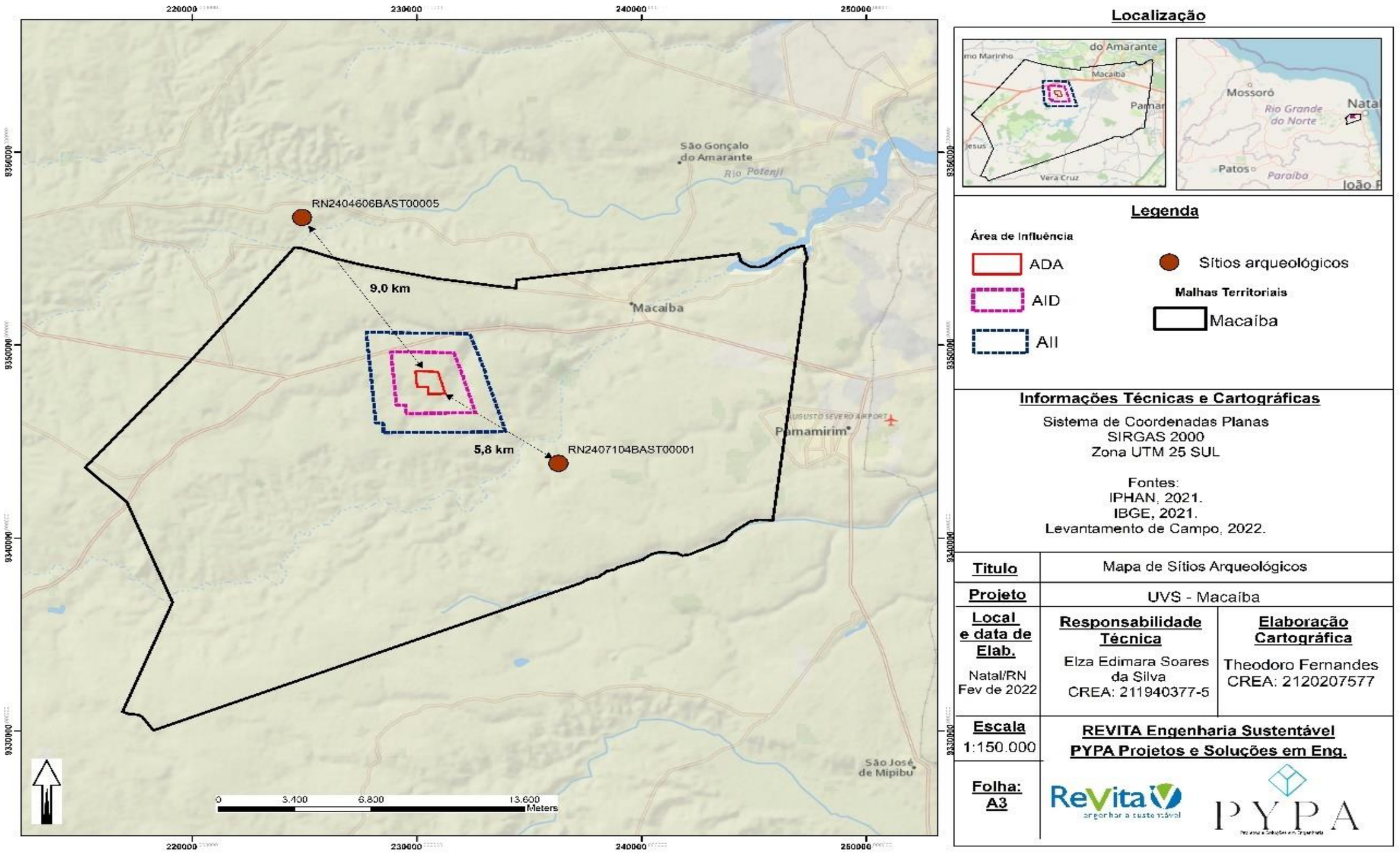


Figura 159 - Mapa de Sítios Arqueológicos mais próximos a AID.

Em Macaíba os principais monumentos arquitetônicos são a Igreja Matriz, Mercado público, Solar Ferreiro Torto, Capela de Nossa Senhora da Soledade, as Ruínas dos Guarapes, Palácio Nair Mesquita, a Prefeitura Municipal, Casarões que mantêm as suas características originais e não estão inseridos nas áreas de influência da UVS Macaíba. Destaca-se que algumas edificações públicas embora recuperadas pelo Estado são atualmente mantidas pela prefeitura.

4.3.3. Uso e Ocupação do Solo

Este tópico tem como objetivo realizar a análise do uso e ocupação do solo das áreas de influência do empreendimento. Tal análise se define em função das normas relativas ao regime de atividades, funções e intensidade de utilização, sendo de suma importância para compreender aspectos físicos, ambientais e socioeconômicos do espaço.

O diagnóstico de uso e ocupação do solo é um elemento de grande importância no que tange o planejamento e ordenamento físico, territorial e ambiental do espaço, possibilitando um melhor conhecimento da disposição espacial das atividades humanas, suas formas de ocupação, necessidades de alteração do espaço para adequação destas atividades, com vistas ao planejamento urbano e ambiental.

De acordo com Turner e Meyer (1994), o termo “Uso do solo” representa a destinação que o Homem dá à terra. Skole (1994 apud BACKES, 2010, p.18) afirma que “uso do solo é o emprego humano de uma certa cobertura da terra, o meio pelo qual a atividade humana se apropria dos resultados da produção primária líquida, conforme determinado por um complexo de fatores socioeconômicos”, estando diretamente ligada à ação antrópica.

Como explicitado no início deste capítulo, para a coleta de dados primários foram realizadas pesquisas de campo que consistiram em visitas técnicas no local de interesse para reconhecimento da área onde será instalado o empreendimento e de suas unidades geoambientais. Foram realizados registros fotográficos aéreos e em terra e entrevistas com pessoas com notório saber sobre o local de interesse a fim de contemplar o universo da área de estudo. É importante enfatizar que, devido a Pandemia do Covid-19, foram seguidos rigorosamente todos os protocolos exigidos pelos Decretos Estadual e Municipal, com uso de máscaras, álcool em gel e distanciamento de no mínimo 1,5 metros.

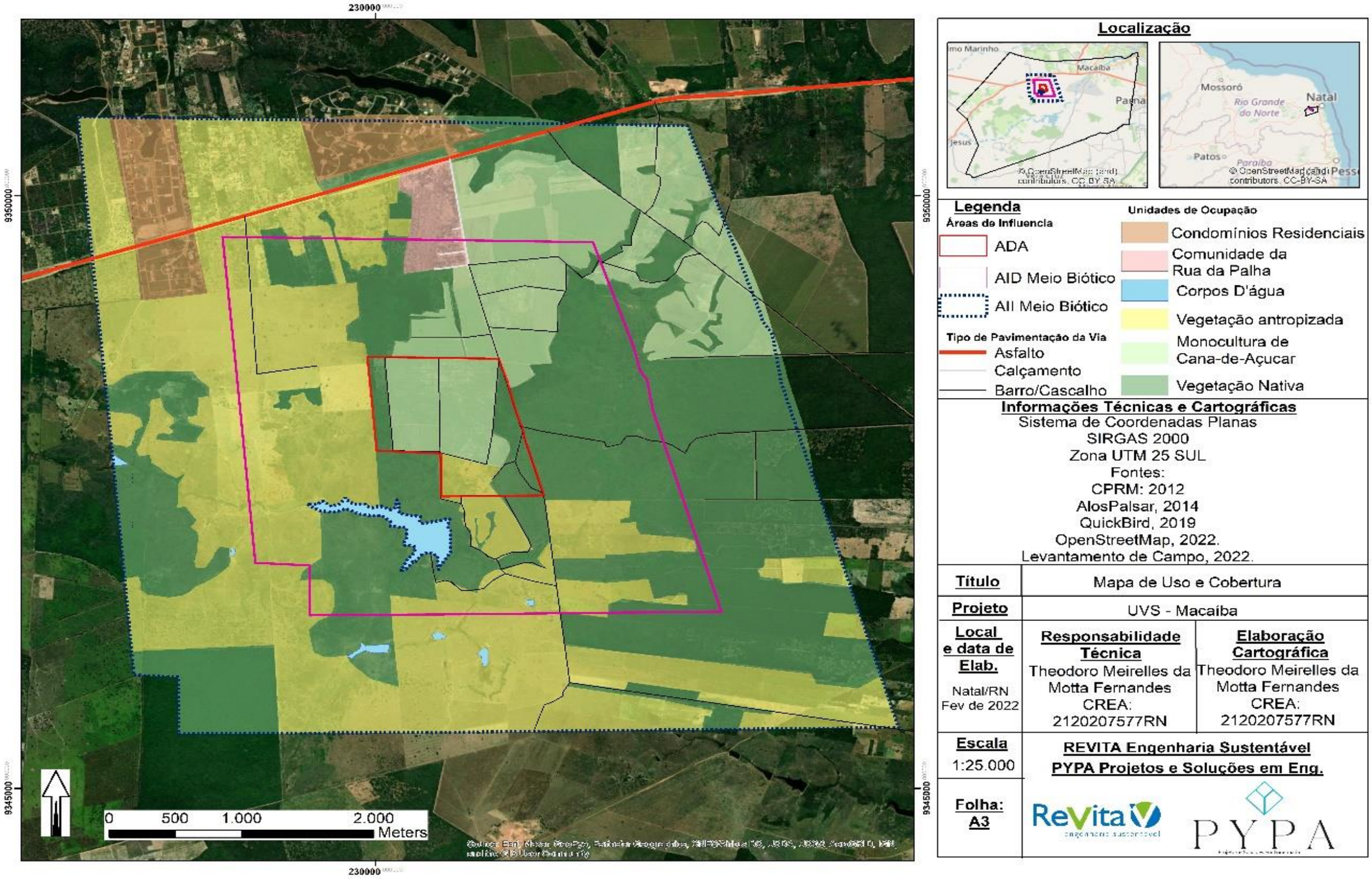


Figura 160 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo.

No que diz respeito às áreas de influência da UVS Macaíba, o mapeamento do uso e ocupação do solo detectou que a região é utilizada de forma bastante diversa, possuindo características de sítios urbanos e rurais.

Em relação à cobertura vegetal se observa, principalmente, a monocultura de cana-de-açúcar intercalando com trechos de vegetação nativa e antropizada, conforme se observa nas imagens a seguir.



Figura 161 - Cobertura Vegetal das Áreas de Influência do Empreendimento

Também são encontradas no espaço das áreas de influência, condomínios residenciais, parte do bairro Reta da Tabajara e diversas infraestruturas de acesso como a BR-304, ruas com calçamento de paralelepípedo e estradas vicinais.

Além disso, foram observadas locais onde se formam acumulações de água na época mais chuvosa do ano e o açude Cajazeiras, onde se desenvolvia a atividade de piscicultura já mencionada neste capítulo, interrompida no ano de 2019 devido aos baixos índices de qualidade da água.



Figura 162 - Diversas Unidades do Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo.

5. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo a norma ISO 14001, aspecto ambiental é, o "*elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente"* e os impactos ambientais são *"qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização"* (ABNT, 2004).

Outra excelente definição de impacto ambiental é a citada na Resolução n° 01/1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, *"qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, sendo causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades antrópicas que, de forma direta ou indireta, possam afetar: a saúde, a segurança e o bem-estar da população e suas atividades sociais e econômicas, bem como a biota (fauna e flora), as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos ambientais".*

Os aterros sanitários fazem parte de uma infraestrutura essencial para manutenção da saúde pública e gestão ambientalmente correta dos resíduos sólidos. Consistem numa ferramenta fundamental para implantação de um sistema integrado de gerenciamento desses resíduos, além de ser a tecnologia mais usada para sua disposição final em todo o mundo. (SELURB e PwC 2019; TEIXEIRA *et al*, 2006)

Contudo não se pode negligenciar os impactos ambientais, sejam positivos ou negativos, tendo em vista que, uma das atividades técnicas fundamentais em um AIA se refere à "*análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas, a distribuição de ônus e benefícios sociais.*" Conforme descrito no Art. 6° da CONAMA n° 01/1986.

Por fim, tendo em vista, ser uma exigência do Órgão Estadual em seu Termo de Referência padrão para o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto no Meio Ambiente – EIA/RIMA, foram incluídos os impactos cumulativos nesta Avaliação de Impacto Ambiental.

5.1. METODOLOGIA

A fim de oferecer uma compreensão clara das interações ocasionadas pelo empreendimento objeto do estudo para com o meio, buscou-se fundamentar nos processos ambientais presentes e nas alterações tecnológicas necessárias para a instalação da atividade.

Para identificação e avaliação dos impactos ambientais do Empreendimento UVS Macaíba foi utilizado inicialmente o método de "*Check List*" do tipo descritiva. Este método permite traçar um paralelo entre os componentes impactantes e os respectivos efeitos gerados (impactos ambientais), ficando explícita uma visão holística da relação "causa x efeito" das atividades sobre o sistema ambiental que as comportará.

O método *Check List* - Descritiva, foi escolhido, principalmente, por permitir que, além de listar os possíveis impactos, seja possível classificá-los de acordo com sua natureza (positivo ou negativo) e relaciona-lo com os meios impactados (físico, biótico e antrópico).

Após concluída a listagem inicial dos impactos, utilizou-se do método *Ad Hoc* para avaliação dos impactos ambientais. Através de reuniões com a equipe técnica envolvida na elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto no Meio Ambiente - EIA/RIMA, foi possível reunir/discutir conhecimentos teóricos e práticos sobre o tema, tornando assim possíveis, a definição de parâmetros capazes de estimar e qualificar os possíveis impactos causados pela operação do empreendimento objeto do estudo.

Baseada na conceituação da proposta de SÁNCHEZ (2020) e na discussão da equipe técnica responsável pela elaboração do EIA/RIMA, os critérios utilizados para a na análise dos impactos ambientais estão descritos na Tabela 79.

Tabela 79 - Tabela de Conceituação dos Atributos Utilizados no "Check List".

ATRIBUTOS	PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO	SÍMBOLO
NATUREZA Indica se o impacto é positivo ou negativo da seguinte forma	POSITIVO – quando, a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.	+
	NEGATIVO – quando, a ação resulta em um dano à qualidade e um fator ou parâmetro ambiental.	-
ABRANGÊNCIA Reflete a área física em que o impacto ocorre.	LOCAL – quando, os impactos ocorrem apenas nas imediações da ação associada. Adotou-se a área diretamente afetada (ADA) e a área de influência direta (AID) neste caso.	AL

ATRIBUTOS	PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO	SÍMBOLO
	REGIONAL – quando, os efeitos se propagam por áreas geográficas mais abrangentes. Adotou-se a área de influência indireta (AII) neste caso.	AR
INCIDÊNCIA Indica o quão diretamente um aspecto ambiental estão associadas as atividades do empreendimento	DIRETA – quando, ocorre diretamente de uma ação desenvolvida durante a atividade.	ID
	INDIRETA – quando, ocorre a partir de uma ação que não esteja relacionada diretamente a atividade.	II
REVERSIBILIDADE É quando é possível reverte o impacto, levando-se em conta a aplicação de medidas para reparação do mesmo, ou a suspensão da atividade geradora, podendo então ser considerada:	REVERSÍVEL – quando, o fator ou parâmetro ambiental afetado, cessada a ação, retorna às suas condições originais.	RR
	IRREVERSÍVEL – quando, uma vez ocorrida a ação, o fator ou parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível.	RI
DURAÇÃO É o tempo que o impacto atua na área em que se manifesta, variando entre:	PERMANENTE – quando, uma vez executada a atividade transformadora, o efeito não cessa de se manifestar num horizonte temporal conhecido.	DP
	TEMPORÁRIOS – quando, o efeito tem duração determinada.	DT
	CÍCLICOS – quando, o efeito se manifesta em intervalos de tempos determinados.	DC
TEMPORABILIDADE Considera o tempo que o impacto leva para se manifestar	LONGO PRAZO – quando, o impacto ambiental (efeito) ocorrer muito tempo depois da ocorrência da atividade transformadora (causa).	LP
	MÉDIO PRAZO – quando é necessário algum tempo para o impacto ambiental (efeito) ocorrer após a atividade transformadora (causa).	MP
	CURTO PRAZO – quando, o impacto associado(efeito) ocorre logo após a atividade transformadora (causa).	CP
SIGNIFICÂNCIA Foi calculada pela somatória dos valores dos parâmetros de abrangência, incidência, reversibilidade, duração e	NÃO SIGNIFICATIVA – quando, o impacto associado não apresentar consequências significativas ao meio ambiente.	SN
	MODERADA – quando, a avaliação dos critérios tiver um caráter de média significância.	SM

ATRIBUTOS	PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO	SÍMBOLO
temporalidade. Podendo ser classificada da seguinte forma:	SIGNIFICATIVA – quando, a avaliação dos critérios for significativa.	SS
MAGNITUDE Indica a intensidade do impacto em face de um determinado fator ambiental ou área de ocorrência, considerando a relação entre a importância e a duração dos impactos ambientais	GRANDE – quando, os impactos são significativos, intermitentes ou permanentes.	MG
	MÉDIA – quando, os impactos são temporários, porém significativos.	MM
	PEQUENA – quando, o impacto é temporário e não significativo.	MP

Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ (2020).

Baseado na metodologia de ponderação de atributos de BLOCK (1999) e em conjunto com o conhecimento técnico-científico da equipe envolvida na elaboração do EIA/RIMA, foi elaborada uma pontuação para cada atributo a ser utilizado na classificação dos impactos ambientais. Para essa ponderação de atributos, foi instituída o somatório de cada valor.

De acordo com SÁNCHEZ (2020), depois da aplicação da metodologia de ponderação de atributos, é conveniente estabelecer uma escala para interpretação qualitativa da significância, sendo a escala estabelecida neste relatório demonstrada na Tabela 80 a seguir.

Tabela 80 - Valoração dos Impactos de acordo com sua classificação.

ATRIBUTO	CLASSIFICAÇÃO	SÍMBOLO	PONTUAÇÃO
NATUREZA	Positivo	+	+
	Negativo	-	-
ABRANGÊNCIA	Local	AL	1
	Regional	AR	5
INCIDÊNCIA	Indireta	II	1
	Direta	ID	5
REVERSIBILIDADE	Reversível	RR	1
	Irreversível	RI	5
DURAÇÃO	Temporários	DT	1
	Cíclicos	DC	3
	Permanente	DP	5
TEMPORABILIDADE	Longo Prazo	LP	1
	Médio Prazo	MP	3

ATRIBUTO	CLASSIFICAÇÃO	SÍMBOLO	PONTUAÇÃO
	Curto Prazo	CP	5
SIGNIFICÂNCIA	Não significativa	SN	Somatória ≤9
	Moderada	SM	Somatória ≥10 ≤17
	Significativa	SS	Somatória≥18

Fonte: Adaptado de Block (1999).

Para definir a magnitude de cada impacto ambiental listado, foi utilizado o método proposto por SÁNCHEZ (2020) de combinação de atributos. Este método consiste na correlação entre dois ou mais atributos de forma a resultar em uma terceira classificação. Para o caso, utilizou-se a combinação associada dos critérios de Significância x Duração, resultando na Magnitude do impacto ambiental correspondente, podendo ser visualizada na Figura 163.

SIGNIFICÂNCIA / DURAÇÃO	NÃO SIGNIFICATIVA (1)	MODERADA (3)	SIGNIFICATIVA (5)
TEMPORÁRIO (1)	BAIXA (1)	BAIXA (3)	MÉDIA (5)
CICLÍCO (3)	BAIXA (3)	MÉDIA (9)	ALTA (15)
PERMANENTE (5)	MÉDIA (5)	ALTA (15)	ALTA (25)

Figura 163 – Tabela de Correlação entre os atributos de Significância e Duração, que resultam na Magnitude do Impacto Ambiental.

Fonte: Adaptado de SANCHÉZ (2020).

Por fim, este estudo baseou-se no modelo de LEOPOLD et al. (1971), para construir uma Matriz de Impactos Ambientais, adaptada criteriosamente, através da qual foi possível demonstrar de forma objetiva as interações das atividades desenvolvidas na instalação de uma Unidade de Valorização Sustentável em relação ao meio ambiente que a comportará.

Como forma de reduzir a subjetividade das avaliações de impactos ambientais, e a complexidade desses tipos de matriz, é bastante comum no Brasil e no Mundo adaptações da metodologia citada.

5.2. PROGNÓSTICO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para elaboração da Matriz de Impactos Ambientais foram consideradas as etapas de Planejamento, Implantação, Operação, Encerramento e Pós Encerramento do Empreendimento UVS Macaíba, assim como, todos os parâmetros descritos e valorados anteriormente neste capítulo.

Nas imagens das tabelas a seguir (Figura 164 a Figura 167), foram feitos os prognósticos e a classificação dos impactos ambientais para todas as etapas do empreendimento, associando-os aos três meios impactados (físico, biótico e antrópico) e os correlacionando aos atributos pré-estabelecidos neste estudo.

5.2.1. Fase de Planejamento

N.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Planejamento -	MEIO AMBIENTAL IMPACTADO			CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO														
		MF	MB	MA	N	A		I		R		D		T		S		M
1	Caracterização Geológica				+	AL	1	II	1	RI	5	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
2	Caracterização Geomorfológica				+	AL	1	II	1	RI	5	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
3	Caracterização Hidrogeológica				+	AL	1	II	1	RI	5	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
4	Caracterização Pedológica				+	AL	1	II	1	RI	5	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
5	Ensaios Geotécnicos				+	AL	1	ID	5	RR	1	DC	3	CP	5	SM	3	MÉDIA
6	Caracterização da Flora				+	AL	1	II	1	RI	5	DT	1	MP	3	SM	3	BAIXA
7	Caracterização da Flora				+	AL	1	II	1	RI	5	DT	1	MP	3	SM	3	BAIXA
8	Risco de acidentes com a Fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
9	Caracterização da população da região				+	AR	5	II	1	RI	5	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
10	Incertezas da população				-	AR	5	II	1	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
11	Expectativas da população				+	AR	5	II	1	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
12	Uso racional e planejado da área				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	MP	3	SS	5	ALTA
13	Contratação de serviços especializados				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	MP	3	SM	3	BAIXA
14	Desenvolvimento tecnológico da região				+	AR	5	II	1	RI	5	DP	5	LP	1	SM	3	ALTA
15	Maior arrecadação tributária na região				+	AR	5	ID	5	RR	1	DC	3	MP	3	SM	3	MÉDIA
16	Geração de empregos				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
17	Risco de acidentes no trabalho				-	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA

Legenda:
MF - Meio Físico; MB - Meio Biótico; MA - Meio Antrópico
N - Natureza; A - Abrangência; I - Incidência; R - Reversibilidade; D - Duração; T - Temporalidade; S -Significânca; M - Magnitude.

Figura 164 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Planejamento.

5.2.2. Fase de Implantação

N.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEIO AMBIENTAL IMPACTADO			CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO													
		MF	MB	MA	N	A		I		R		D		T		S		M
CANTEIRO DE OBRAS																		
1	Mudança na qualidade do ar				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
2	Mudança da sonoridade da área				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
3	Mudança na paisagem				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
4	Risco de contaminação do solo				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
5	Risco de formação e/ou aumento de processos erosivos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
6	Afugentamento da fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
7	Risco de acidentes com da fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
8	Aumento da circulação de pessoas				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
9	Aumento no tráfego local pela mobilização de equipamentos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
10	Risco de acidentes de trânsito local				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
11	Risco de acidentes no trabalho				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
12	Geracão de efluentes líquidos e resíduos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
13	Aumento do setor de serviços				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
14	Aumento da arrecadação tributária sob serviços				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
15	Contratação de serviços especializados				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
16	Geração de empregos				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
17	Aumento da circulação monetária no mercado local				+	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	MP	3	SM	3	BAIXA
REFORMA/CONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS DE APOIO À OPERAÇÃO																		
18	Mudança na qualidade do ar				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
19	Mudanca da sonoridade da área				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
20	Mudanças na topografia local				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
21	Mudança na paisagem				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
22	Risco de contaminação do solo				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
23	Mudança no escoamento das águas superficiais				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA

Figura 165 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Implantação.

Continuação

N.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEIO AMBIENTAL IMPACTAD			CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO													
		MF	MB	MA	N	A		I		R		D		T		S		M
REFORMA/CONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS DE APOIO À OPERAÇÃO																		
24	Afugentamento da fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
25	Risco de acidentes com da fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
26	Aumento da circulação de pessoas				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
27	Aumento no tráfego local pela mobilização de equipamentos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
28	Risco de instabilidade do solo e eventos erosivos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
29	Geracão de efluentes líquidos e resíduos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
30	Aumento do setor de serviços				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
31	Risco de acidentes no trabalho				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
32	Risco de acidentes de trânsito local				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
33	Aumento da arrecadação tributária sob serviços				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
34	Contratação de serviços especializados				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
35	Geração de empregos				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
36	Aumento da circulação monetária no mercado local				+	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	MP	3	SM	3	BAIXA
ÁREA DE OPERAÇÃO - ATERRO/ LAGOAS/ ETE																		
37	Mudança na qualidade do ar				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
38	Mudanca da sonoridade da área				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
39	Mudança na paisagem				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
40	Mudanças na topografia local				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
41	Risco de contaminação do solo				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
42	Risco de contaminação do lençol freático				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
43	Risco de instabilidade do solo e eventos erosivos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
44	Mudança no escoamento das águas superficiais				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
45	Afugentamento da Fauna				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
46	Risco de acidentes com a fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
47	Aumento da circulação de pessoas				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA

Continuação

N.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEIO AMBIENTAL IMPACTADO			CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO													
		MF	MB	MA	N	A		I		R		D		T		S		M
ÁREA DE OPERAÇÃO - ATERRO/ LAGOAS/ ETE																		
48	Aumento no tráfego local pela mobilização de equipamentos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
49	Risco de acidentes de trânsito local				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	5	BAIXA
50	Risco de acidentes no trabalho				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
51	Geracão de efluentes líquidos e resíduos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
52	Geração de empregos				+	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
53	Contratação de serviços especializados				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
54	Aumento da arrecadação tributária sob serviços				+	AR	5	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
55	Aumento da circulação monetária no mercado local				+	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	MP	3	SM	3	BAIXA

Legenda:
MF - Meio Físico; MB - Meio Biótico; MA - Meio Antrópico
N - Natureza; A - Abrangência; I - Incidência; R - Reversibilidade; D - Duração; T - Temporalidade; S -Significânca; M - Magnitude.

Elaboração: PYPA, 2022.

5.2.3. Fase de Operação

N.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Operação -	MEIO AMBIENTAL IMPACTAD			CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO													
		MF	MB	MA	N	A		I		R		D		T		S		M
1	Mudança na qualidade do ar				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
2	Mudanca da sonoridade da área				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
3	Mudanca no microclima				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
4	Mudança na paisagem				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
5	Mudanças na topografia local				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
6	Mudancas nas características dos solos do maciço de resíduos				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
7	Risco de contaminação sobre o lençol freático e na instabilidade dos solos do maciço de resíduos				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	MP	3	SS	5	ALTA
8	Risco de formação e/ou aumento de processos erosivos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DC	3	MP	3	SM	3	MÉDIA
9	Acidentes com a fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
10	Atração de fauna sinantrópica e de espécies necrófagas da fauna				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
11	Pesquisa e monitoramento nas diversas áreas do estudo ambiental				+	AR	5	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
12	Geração de empregos				+	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
13	Aumento no tráfego local pelo transporte de resíduos				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
14	Melhoria na Infraestrutura viária local				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
15	Risco de acidentes de trânsito local				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	ALTA
16	Risco de acidentes regionais de trânsito				-	AR	5	II	1	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
17	Melhoria da condição de vida de pessoas em condição de vulnerabilidade social				+	AR	5	II	5	RR	1	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
18	Incremento tecnológico com a instalação da Unidade de Valorização Sustentável				+	AR	5	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
19	Aumento na arreacadação de tributos				+	AR	5	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
20	Aumento na oferta regional de resíduos tríados para reciclagem				+	AR	5	ID	5	RR	1	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
21	Geracão de efluentes líquidos para reúso interno (umectação)				+	AL	1	ID	5	RR	1	DP	5	CP	5	SM	3	ALTA

Legenda:
MF - Meio Físico; MB - Meio Biótico; MA - Meio Antrópico
N - Natureza; A - Abrangência; I - Incidência; R - Reversibilidade; D - Duração; T - Temporalidade; S -Significânca; M - Magnitude.

Figura 166 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Operação

Elaboração: PYPA, 2022.

5.2.4. Fase de Encerramento e Pós Encerramento

N.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Encerramento e Pós Encerramento -	MEIO AMBIENTAL IMPACTAD			CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO													
		MF	MB	MA	N	A		I		R		D		T		S		M
1	Mudança na qualidade do ar				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	MP	3	SM	3	ALTA
2	Mudança na paisagem				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
3	Mudanças nas características do solo nos taludes de resíduos				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
4	Atração de fauna sinantrópica				-	AL	1	ID	5	RR	1	DP	5	CP	5	SM	3	ALTA
5	Risco de invasão de espécies exóticas da fauna				-	AL	1	ID	5	RR	1	DT	1	CP	5	SM	3	BAIXA
6	Mudança no microclima				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
7	Alteração na qualidade do ar pela implantação e manutenção de vegetação fixadora de taludes				+	AL	1	ID	5	RR	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
8	Revegetação				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	AITA
9	Risco de contaminação sobre o lençol freático e na instabilidade dos taludes de resíduos				-	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	MP	3	SS	5	ALTA
10	Risco de formação e/ou aumento de processos erosivos				-	AL	1	ID	5	RR	1	DC	3	MP	3	SM	3	MÉDIA
11	Diminuição do tráfego local pelo transporte de resíduos				+	AL	1	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
12	Pesquisa e monitoramento nas diversas áreas do estudo ambiental				+	AR	5	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA
13	Queda na dinâmica econômica devido ao fechamento dos postos de trabalho da fase de operação				-	AL	1	II	1	RI	5	DP	5	CP	5	SM	3	ALTA
14	Destituição dos trabalhadores				-	AR	5	ID	5	RI	5	DP	5	CP	5	SS	5	ALTA

Legenda:
MF - Meio Físico; MB - Meio Biótico; MA - Meio Antrópico
N - Natureza; A - Abrangência; I - Incidência; R - Reversibilidade; D - Duração; T - Temporalidade; S -Significânca; M - Magnitude.

Figura 167 - Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental – Etapa de Encerramento e Pós Encerramento.Elaboração: PYPA, 2022.

5.3. RESUMO DA ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

De acordo com a análise dos Impactos ambientais realizada, demonstrada através das imagens das tabelas Figura 164 a Figura 167 acima, foi possível prever que o empreendimento deverá ocasionar:

- 17 impactos ambientais na Etapa de Planejamento;
- 55 impactos ambientais na Etapa de Implantação;
- 21 impactos ambientais na Etapa de Operação; e
- 14 impactos ambientais na Etapa de Encerramento e Pós Encerramento.

Totalizando 107 impactos ambientais identificados, onde 44 foram avaliados como POSITIVOS (41%) e 63 NEGATIVOS (59%).

Na Etapa de Planejamento do Empreendimento (etapa de pesquisas e estudos) a análise dos impactos ambientais resultou em 17 impactos ambientais, sendo:

- 14 impactos ambientais POSITIVOS: Destes, 5 sobre o Meio Físico, 2 sobre o meio Biótico e 7 sobre o Meio Antrópico.
- 3 impactos ambientais NEGATIVOS: Destes, 1 sobre o meio Biótico e 2 sobre o Meio Antrópico.

Para a Etapa de Implantação do Empreendimento (etapa de obras) a análise dos impactos ambientais resultou em 55 impactos ambientais, sendo estes:

- 14 impactos ambientais POSITIVOS: Sendo todos os 14 sobre o Meio Antrópico.
- 41 impactos ambientais NEGATIVOS: Destes, 20 sobre o Meio Físico, 12 sobre o meio Biótico e 24 sobre o Meio Antrópico.

Para a Etapa de Operação do Empreendimento a análise dos impactos ambientais resultou em 21 impactos ambientais, sendo estes:

- 9 impactos ambientais POSITIVOS: Destes, 2 sobre o Meio Físico, 1 sobre o meio Biótico e 7 sobre o Meio Antrópico.
- 12 impactos ambientais NEGATIVOS: Sendo, 7 sobre o Meio Físico, 5 sobre o meio Biótico e 7 sobre o Meio Antrópico.

Para a Etapa de Encerramento e Pós Encerramento do Empreendimento a análise dos impactos ambientais resultou em 14 impactos ambientais, sendo estes:

- 7 impactos ambientais POSITIVOS: Destes, 4 sobre o Meio Físico, 5 sobre o meio Biótico e 3 sobre o Meio Antrópico.
- 7 impactos ambientais NEGATIVOS: Sendo, 3 sobre o Meio Físico, 2 sobre o meio Biótico e 3 sobre o Meio Antrópico.

A avaliação dos impactos ambientais foi realizada considerando as Etapas de Planejamento, Implantação, Operação, Encerramento e Pós Encerramento e correlacionando-as com os meios físico, biótico e antrópico.

Analisando os impactos sob o ponto de vista da Abrangência, verificou-se que os mesmos se distribuem em:

- 81 impactos na Abrangência LOCAL sendo 22 POSITIVOS e 59 NEGATIVOS; e
- 26 impactos na Abrangência REGIONAL sendo 22 POSITIVOS e 4 NEGATIVOS.

Para o atributo da Incidência, temos:

- 13 impactos de Incidência INDIRETA sendo 10 POSITIVOS e 3 NEGATIVOS; e
- 94 impactos de Incidência DIRETA sendo 34 POSITIVOS e 60 NEGATIVOS.

No atributo de Reversibilidade do impacto, foram previstos:

- 68 impactos REVERSÍVEIS sendo 24 POSITIVOS e 44 NEGATIVOS; e
- 39 impactos IRREVERSÍVEIS sendo 20 POSITIVOS e 19 NEGATIVOS.

Com relação ao atributo de Duração, elencaram-se:

- 65 impactos TEMPORÁRIOS sendo 25 POSITIVOS e 40 NEGATIVOS;
- 4 impactos CÍCLICOS sendo 2 POSITIVOS e 2 NEGATIVOS; e
- 38 impactos PERMANENTES sendo 17 POSITIVOS e 21 NEGATIVOS.

Para o atributo da Temporalidade dos impactos, foram prognosticados:

- 1 impacto de LONGO PRAZO sendo este POSITIVO;
- 13 impactos de MÉDIO PRAZO sendo 9 POSITIVOS e 4 NEGATIVOS; e
- 93 impactos de CURTO PRAZO sendo 34 POSITIVOS e 59 NEGATIVOS;

Quanto à análise da Significância, classificou-se:

- Nenhum impacto de Significância NÃO SIGNIFICATIVA.
- 75 impactos de Significância MODERADA sendo 30 POSITIVOS e 45 NEGATIVOS; e

- 32 impactos de Significância SIGNIFICATIVA sendo 14 POSITIVOS e 18 NEGATIVOS;

Quando analisado, o atributo Magnitude demonstrou:

- 64 impactos de BAIXA Magnitude sendo 25 POSITIVOS e 39 NEGATIVOS;
- 4 impactos de MÉDIA Magnitude sendo 2 POSITIVOS e 2 NEGATIVOS; e
- 39 impactos de ALTA Magnitude sendo 17 POSITIVOS e 22 NEGATIVOS.

Por fim, ao analisar e relacionar os impactos ambientais com cada meio afetados, verificou-se:

- 41 impactos concentrados no MEIO FÍSICO sendo 11 POSITIVOS e 30 NEGATIVOS;
- 28 impactos concentrados no MEIO BIÓTICO sendo 8 POSITIVOS e 28 NEGATIVOS; e
- 67 impactos concentrados no MEIO ANTRÓPICO sendo 31 POSITIVOS e 36 NEGATIVOS,

evidenciando o benefício que o empreendimento trará ao meio socioeconômico da região.

Vale a pena frisar, que alguns dos impactos ambientais previstos, podem afetar mais de um meio, sendo possível inclusive afetar os três meios, justificativa essa, para a soma do número de impactos ambientais ser maior que o total.

A síntese quantitativa dos impactos ambientais para todas as etapas do empreendimento, com o total do percentual por etapa e em relação ao todo está descrito na Figura 168.

SÍNTESE QUANTITATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO EMPREENDIMENTO			ETAPA DE PLANEJAMENTO						ETAPA DE IMPLANTACÃO						ETAPA DE OPERACÃO						ETAPA DE ENSERRAMENTO E PÓS ENCERRAMENTO						SOMATÓRIO DOS IMPACTOS			
			Impactos POSITIVOS	% Etapa	% Total	Impactos NEGATIVOS	% Etapa	% Total	Impactos POSITIVOS	% Etapa	% Total	Impactos NEGATIVOS	% Etapa	% Total	Impactos POSITIVOS	% Etapa	% Total	Impactos NEGATIVOS	% Etapa	% Total	Impactos POSITIVOS	% Etapa	% Total	Impactos NEGATIVOS	% Etapa	% Total	SIP	SIN	SIT	=
ABRANGÊNCIA	Local	AL	8	47,06%	7,48%	1	5,88%	0,93%	4	7,27%	3,74%	41	74,55%	38,32%	4	19,05%	3,74%	11	52,38%	10,28%	6	42,86%	5,61%	6	42,86%	5,61%	22	59	81	
	Regional	AR	6	35,29%	4,72%	2	11,76%	1,87%	10	18,18%	9,35%	0	0,00%	0,00%	5	23,81%	4,67%	1	4,76%	0,93%	1	7,14%	0,93%	1	7,14%	0,93%	22	4	26	107
INCIDÊNCIA	Indireta	II	9	52,94%	7,09%	1	5,88%	0,93%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	1	4,76%	0,93%	1	4,76%	0,93%	0	0,00%	0,00%	1	7,14%	0,93%	10	3	13	
	Direta	ID	5	29,41%	3,94%	2	11,76%	1,87%	14	25,45%	13,08%	41	74,55%	38,32%	8	38,10%	7,48%	11	52,38%	10,28%	7	50,00%	6,54%	6	42,86%	5,61%	34	60	94	107
REVERSIBILIDADE	Reversível	RR	5	29,41%	3,94%	3	17,65%	2,80%	14	25,45%	13,08%	34	61,82%	31,78%	4	19,05%	3,74%	4	19,05%	3,74%	1	7,14%	0,93%	3	21,43%	2,80%	24	44	68	
	Irreversível	RI	9	52,94%	7,09%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	7	12,73%	6,54%	5	23,81%	4,67%	8	38,10%	7,48%	6	42,86%	5,61%	4	28,57%	3,74%	20	19	39	107
DURAÇÃO	Temporários	DT	10	58,82%	7,87%	3	17,65%	2,80%	14	25,45%	13,08%	34	61,82%	31,78%	1	4,76%	0,93%	3	14,29%	2,80%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	25	40	65	
	Cíclicos	DC	2	11,76%	1,57%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	1	4,76%	0,93%	0	0,00%	0,00%	1	7,14%	0,93%	2	2	4	
	Permanente	DP	2	11,76%	1,57%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	7	12,73%	6,54%	8	38,10%	7,48%	8	38,10%	7,48%	7	50,00%	6,54%	6	42,86%	5,61%	17	21	38	107
TEMPORALIDADE	Longo Prazo	LP	1	5,88%	0,79%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	1	0	1	
	Médio Prazo	MP	5	29,41%	3,94%	0	0,00%	0,00%	3	5,45%	2,80%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	2	9,52%	1,87%	1	7,14%	0,93%	2	14,29%	1,87%	9	4	13	
	Curto Prazo	CP	8	47,06%	6,30%	3	17,65%	2,80%	11	20,00%	10,28%	41	74,55%	38,32%	9	42,86%	8,41%	10	47,62%	9,35%	6	42,86%	5,61%	5	35,71%	4,67%	34	59	93	107
SIGNIFICÂNCIA	Não significativa	SN	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0	0	
	Moderada	SM	13	76,47%	10,24%	3	17,65%	2,80%	14	25,45%	13,08%	34	61,82%	31,78%	2	9,52%	1,87%	4	19,05%	3,74%	1	7,14%	0,93%	4	28,57%	3,74%	30	45	75	
	Significativa	SS	1	5,88%	0,79%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	7	12,73%	6,54%	7	33,33%	6,54%	8	38,10%	7,48%	6	42,86%	5,61%	3	21,43%	2,80%	14	18	32	107
MAGNITUDE	Baixa	Baixa	10	58,82%	7,87%	3	17,65%	2,80%	14	25,45%	13,08%	34	61,82%	31,78%	1	4,76%	0,93%	2	9,52%	1,87%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	25	39	64	
	Média	Média	2	11,76%	1,57%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	1	4,76%	0,93%	0	0,00%	0,00%	1	7,14%	0,93%	2	2	4	
	Alta	Alta	2	11,76%	1,57%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	7	12,73%	6,54%	8	38,10%	7,48%	9	42,86%	8,41%	7	50,00%	6,54%	6	42,86%	5,61%	17	22	39	107
MEIO AMBIENTAL IMPACTADO	Físico	MF	5	29,41%	36,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	20	28,57%	14,71%	2	6,90%	1,47%	7	24,14%	5,15%	4	20,00%	2,94%	3	15,00%	2,21%	11	30	41	
	Biótico	MB	2	11,76%	1,47%	1	5,88%	0,74%	0	0,00%	0,00%	12	17,14%	8,82%	1	3,45%	0,74%	5	17,24%	3,68%	5	25,00%	3,68%	2	10,00%	1,47%	8	20	28	
	Antrópico	MA	7	41,18%	5,15%	2	11,76%	1,47%	14	20,00%	10,29%	24	34,29%	17,65%	7	24,14%	5,15%	7	24,14%	5,15%	3	15,00%	2,21%	3	15,00%	2,21%	31	36	67	136

Legenda:
% Etapa - percentual equivalente ao impacto na etapa em questão; % Total - percentual equivalente ao impacto em relação ao todo.
SIP - Somatório dos Impactos POSITIVOS; SIN - Somatório dos Impactos NEGATIVOS; SIT - Somatório dos Impactos TOTAIS

Figura 168 - Síntese Quantitativa dos Impactos Ambientais do Empreendimento.

Elaboração: PYPA, 2022.

Analisando a Figura 168, é possível identificar que os impactos NEGATIVOS, se concentram em maior volume na ETAPA DE IMPLANTAÇÃO do Empreendimento. Possuindo dentre estes, impactos de abrangência LOCAL, incidência DIRETA, REVERSÍVEIS, TEMPORÁRIOS e de CURTO PRAZO, com significância MODERADA e com 62% de MÉDIA à BAIXA magnitude.

5.4. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos ambientais inerentes as etapas de Planejamento, Implantação, Operação, Encerramento e Pós Encerramento estão descritas a seguir, onde foi considerado o sequencial das ações utilizadas na matriz de impacto ambiental.

5.4.1. Etapa de Planejamento

5.4.1.1. Pesquisas e Projetos

Foram previstas para essa fase do processo um total de 17 impactos ambientais, que representam 16% do total de impactos analisados (107).

Durante essa etapa, não acontecem intervenções significativas na área de interesse do empreendimento, pois trata-se de uma fase de levantamento de dados, mapeamentos e análise da área por equipe multidisciplinar.

Para essa fase, faz-se necessário a realização de quatro estudos principais que norteiam o empreendimento, são eles: O EIA/RIMA, Levantamento Topográfico da área, Ensaios Geotécnicos e o Projeto Básico do Empreendimento.

O EIA/RIMA são instrumentos de planejamento elaborados a partir de parâmetros e informações coletadas em campo, literatura especializada e conhecimento técnico adquirido, que tem como objetivo o uso coerente e planejado da área, visando a manutenção da qualidade do meio ambiente em paralelo ao atendimento das leis e normas vigentes.

No que tange o levantamento topográfico da área, o mesmo causou impactos irrelevantes ao meio, considerando o mínimo de intervenções necessárias para o levantamento dos dados in loco.

Com relação aos estudos geotécnicos realizados no local, estes possibilitaram o mapeamento das características de permeabilidade, estabilidade e resistência dos solos da ADA, causando impactos irrisórios, tendo em vista que, apesar de terem sido a partir de escavações em alguns pontos, ou até mesmo perfuração, a movimentação do solo ocorreu em escala mínima, sendo o material devolvido aos seus locais de interferência logo ao final do estudo, e gerando informações valiosas que contribuem significativamente para o futuro do uso racional dos solos em questão.

A fim de garantir o melhor layout para o Empreendimento, o projeto básico se utilizou do estudo topográfico, das informações contidas no EIA/RIMA, do resultado dos ensaios geotécnicos, além de informações específicas dos ventos na área.

Para essa fase, faz-se necessário a contratação de serviços especializados, além de guias e transporte, de regiões próximas ao empreendimento, gerando assim emprego e renda, e consequentemente, contribuindo para a dinamização da economia local.

5.4.2. Etapa de Implantação

Foram previstas para essa etapa um total de 55 impactos ambientais, que representam 51% do total de impactos analisados (107). Como é comum em toda atividade, essa fase é a que apresenta a maior quantidade de intervenções na área do projeto, por esse motivo é a etapa que resulta na ocorrência da maior quantidade de impactos ambientais.

Conforme já citado anteriormente os Impactos previstos para essa etapa são 14 (25%) POSITIVOS e 41 (75%) NEGATIVOS. Contudo, conforme demonstrado na Figura 168, é possível identificar que apesar do maior volume de impactos NEGATIVOS se concentrarem na ETAPA DE IMPLANTAÇÃO do Empreendimento, nessa fase, eles possuem em sua maioria abrangência LOCAL, incidência DIRETA, REVERSÍVEIS, TEMPORÁRIOS e de CURTO PRAZO, com significância MODERADA e com 62% de MÉDIA à BAIXA magnitude.

5.4.2.1. Canteiro de obras

Com o início da Etapa de Implantação começarão a aparecer uma série de mudanças no ambiente. Durante a instalação do canteiro de obras, haverá a necessidade de compra de equipamentos e materiais imprescindíveis para a construção do Aterro Sanitário, o que resultará em mudanças na qualidade do ar, decorrentes da dispersão de poeiras e particulados, emissão de ruídos e poluentes atmosféricos, fruto da necessidade de circulação dos veículos e maquinários pesados, seja para transporte de equipamentos ou da mão de obra trabalhadora.

Vale salientar que, embora a abertura das células ocorra ao longo da operação do empreendimento, o canteiro de obras será instalado e operado apenas na fase de instalação das infraestruturas de apoio a operação. E, mesmo tratando-se de uma construção temporária, o canteiro de obras acaba por incomodar visualmente, pois geralmente não se utiliza de projeto paisagístico nem de ambientação em sua construção.

O aumento do tráfego durante essa fase irá contribuir para o risco de acidentes de trânsito na região, decorrente de toda a movimentação em prol da instalação do canteiro de obras. Cresce também o risco de acidentes (atropelamentos) com a fauna.

Nessa fase começam a surgir também os impactos visuais, principalmente os que modificam a paisagem da área.

As estruturas de apoio ao canteiro de obras (oficinas, banheiros, cozinha, almoxarifado, central de lavagem e concreto etc.) também são causadoras de impactos ambientais. Quando citada a geração de efluentes líquidos e resíduos, fazia-se referência principalmente a essas estruturas e as dezenas de trabalhadores que elas podem vir a comportar, pois juntos esses colaboradores geram uma quantidade significativa de efluentes e resíduos, incluindo os de construção civil, que podem contribuir com a contaminação do solo e para a proliferação de vetores e pragas, caso não sejam tomadas medidas preventivas a fim de evitá-los.

Para a execução das obras, será realizada uma limpeza da área inicial nos pontos onde serão locados as estruturas civis, os depósitos de bota-fora e o pátio de máquinas do canteiro de obras da empresa construtora. Posteriormente, será feita limpeza também nos traçados das vias de acesso internos já existentes, o que poderá ocasionar em afugentamento da fauna e também formação e/ou aumento de processos erosivos.

Durante essa etapa, faz-se necessária também a aquisição de materiais específicos, sublocação de equipamentos, máquinas e veículos, bem como mão-de-obra especializada, além da compra de produtos alimentícios, de limpeza, higiene, de construção civil, entre outros, que resultará em maior circulação de moeda no mercado local, contribuindo com o desenvolvimento econômico no entorno do empreendimento.

Todas essas transações comerciais, bem como a renda gerada com os empregos na região contribuirão para o crescimento do comércio e consequentemente em maior arrecadação de impostos.

Com a contratação de maquinário pesado, irá ocorrer um acréscimo no setor de serviços, bem como um crescimento do mercado de produtos, máquinas e equipamentos da região.

5.4.2.2. Reforma/Construção das Estruturas de Apoio à Operação

A etapa de reforma/construção das edificações do empreendimento é caracterizada como sendo uma das ações mais impactantes do projeto, haja vista a necessidade de limpeza das porções do terreno que serão utilizados, como também a execução da terraplenagem para que o solo esteja em condições adequadas ao recebimento das construções, ou ainda a necessidade de cortes no terreno.

Cabe destacar também, que esta ação introduzirá edificações em área rural, pouco adensada e sem muita evidência de acréscimos tecnológico.

Como já citado, dentro da área do terreno do empreendimento existe um casarão e uma casa que servirão como ponto de apoio para o canteiro de obras. Desta forma, será necessário a reforma destes locais para preservação da edificação e conservação das estruturas, possibilitando assim uma melhor acomodação dos colaboradores, armazenamento de materiais, ou para a finalidade que for destinado. A reforma irá acarretar na geração de Resíduos Sólidos de Construção Civil – RSCC, e ainda mudanças na qualidade do ar com a emissão de poeiras e particulados.

Além dos RSCC, também haverá a geração de resíduos sólidos urbanos e efluentes líquidos devido ao número de colaboradores necessários a uma obra desse porte.

Apesar da atividade principal ocorrer na área de aterramento, o Empreendimento necessita de infraestrutura operacional de suporte a execução da atividade, que vão desde serviços administrativos àqueles requeridos pela operação, como: Estação de Tratamento de Chorume, balança rodoviária, poços de monitoramento, portaria, cabine de controle de balança, dois galpões, um para triagem do resíduo seco advindo da coleta seletiva e outro para o tratamento dos resíduos de serviços de saúde, entre outros, como é caso da incorporação de novas tecnologias de tratamento e valorização de resíduos e de sustentabilidade ambiental.

Para tanto, além da reforma das edificações existentes, será necessário a construção das estruturas citadas, as quais precisarão da conformação do terreno através de nivelamento, compactação, e até mesmo escavação, como é o caso dos poços de monitoramento e edifício administrativo. Tais intervenções, modificam a topografia local, aumenta o risco de instabilidade do solo, e consequentemente o risco da ocorrência de processos erosivos. Ademais, tendo em vista que a configuração natural do terreno está sendo alterada, e que estará ocorrendo a impermeabilização dos solos devido as construções, o escoamento superficial consequentemente será modificado.

Em paralelo a fase de construções das edificações, ocorrerá a mobilização de materiais e maquinários pesados, prevendo assim o lançamento de poeiras e a emissão de ruídos, alterando a qualidade do ar e a sonoridade do ambiente. Esse processo de construção deverá resultar em afugentamento da fauna.

É importante citar ainda que a utilização de veículos e maquinários pesados podem acarretar na contaminação do solo, por meio do vazamento de óleo. Isto geralmente ocorre pela falta de manutenção ou até mesmo por algum problema mecânico.

Como em qualquer atividade que envolve a necessidade de mão de obra humana, principalmente às que envolvem maquinários de grande porte, é incorporado o risco de acidentes no trabalho. Apesar de ser um risco possível de ser mitigado e até eliminado, a atenção a ele não pode ser dispensada. Sendo previstos também o risco de acidente com a fauna (atropelamento), devido ao aumento do fluxo de veículos e pessoas circulando na área de abrangência durante essa etapa.

Pode-se citar ainda que o aumento do fluxo de veículos e maquinários também eleva o risco de acidentes locais de trânsito, principalmente considerando que a região se caracteriza como zona rural.

Em conjunto com a necessidade de locação/sublocação de maquinários pesados, do consumo de matérias primas para construção civil, e do consumo de combustíveis e peças de reposição, o empreendimento acabará gerando nessa fase, um aumento na demanda da oferta de emprego do entorno. Evidenciamos ainda, que haverá também a necessidade da contratação de serviços e mão-de-obra especializada, desde as equipes de engenheiros e arquitetos que estarão diretamente envolvidos nos projetos do empreendimento, passando pela equipe de RH do escritório, bem como de operadores de máquinas, garantindo assim, na maioria dos casos, a dinamização do conhecimento.

O comércio local de alimentação será extremamente beneficiado com a implantação do Aterro Sanitário, tendo em vista que com ele, haverá uma maior circulação de dinheiro na economia local, resultantes das ofertas de emprego e renda possibilitados pelo empreendimento. Podendo citar ainda o aumento da arrecadação tributária sob serviços, levando em considerações as atividades que estarão sendo executadas e requeridas pela implantação do empreendimento.

5.4.2.3. Área de operação – Aterro/Lagoas/ETE

A etapa de aterramento, ou abertura das células, também se caracteriza como uma das ações mais impactantes do projeto, senão a maior. Esta fase constitui-se na maior área de intervenção de todo o empreendimento, embora venha a ocorrer de forma escalonada, ainda assim gera impactos significativos, principalmente no que diz respeito a topografia local e mudança na paisagem. Estes mesmo impactos serão gerados para construção das lagoas e das estruturas da ETE, tendo em vista principalmente a necessidade de escavação das bases do platô que comportarão as lagoas.

Os trabalhos realizados nessas áreas iniciam-se através da limpeza do terreno, causando o afugentamento da fauna existente naquele local. Em seguida, dá-se início ao processo de abertura da

célula e lagoas por meio da escavação. Esta ação pode impulsionar o surgimento de processos erosivos em razão da movimentação do solo e retirada de vegetação que, mesmo em baixa quantidade, auxiliam na estabilidade do sedimento. No entanto, a modificação da configuração natural do terreno, afeta no escoamento superficial das áreas visto que este é diretamente condicionado a superfície.

Após as áreas das células e lagoas estarem abertas, inicia-se a conformação de sua base para receber a dupla camada de impermeabilização, bem como outras estruturas, como é o caso dos equipamentos que auxiliarão na coleta dos gases e do líquido percolado (os drenos, por exemplo). Este processo, eleva o risco de contaminação do solo ou até mesmo o risco de contaminar o lençol freático, uma vez que os serviços provavelmente serão executados por maquinários pesados que podem derramar óleo sobre o terreno e, dada ocorrência de precipitações, lixiviar os poluentes até o aquífero subterrâneo.

Nos pontos baixos da base impermeabilizada do aterro, serão instaladas caixas de passagem, as quais farão a transferência do líquido percolado proveniente dos drenos de coleta, para o emissário. O processo de construção das caixas de passagem pode impactar diretamente sobre a estabilidade do solo, uma vez que existe a necessidade de escavação do solo, bem como a instalação de anéis de concreto. Além da estabilidade do solo, a partir dessa ação também existe o risco de que processos erosivos sejam formados ou intensificados.

No decorrer das atividades, ocorrerá lançamento de particulado (poeira) resultantes do uso de equipamentos para manejo dos materiais terrosos, podendo ocasionar em mudanças na qualidade do ar. Além da mudança na sonoridade, provenientes dos ruídos provocados pelo funcionamento dos equipamentos.

Existirá ainda, a geração de resíduos e efluentes diversos inerente a quantidade de colaboradores que estarão trabalhando durante a etapa, como também o risco de acidentes no trabalho, que poderá ser minimizado com a adoção de planos e equipamentos de segurança no trabalho. Também vale a pena citar que uma obra de tamanha magnitude aumenta significativamente a circulação de pessoas, bem como no tráfego de automóveis e equipamentos de grande porte, podendo aumentar o risco de acidentes de trânsito e com a própria fauna.

A geração de empregos na região, resultará em ocupação e renda temporária, gerando um incremento na economia local, tanto pelo fato da maioria da mão de obra contratada poderá ser composta por moradores da região, quanto pela arrecadação tributária sob serviços ser maior.

5.4.3. Etapa de Operação

Na Etapa de Operação da UVS Macaíba, foram prognosticados 21 impactos ambientais, ou seja, 20% dos 107 de impactos ambientais previstos para todas as etapas do empreendimento.

Os impactos previstos para a Etapa de Operação estão divididos em 9 POSITIVOS que equivalem a 43% e 12 NEGATIVOS, equivalentes a 57% do total de impactos nessa etapa.

Conforme foi possível verificar no Figura 168 os impactos dessa etapa são predominantemente NEGATIVOS, incidindo em sua maioria sobre os Meios Físico e Biótico.

Apesar de nesta etapa as mudanças de natureza negativas tenderem a ser reduzidas, em virtude do término das obras da fase de implementação, para o desenvolvimento das atividades do Aterro Sanitário isto ocorre diferente. A operação desta atividade implica em mudanças diretas e constantes, principalmente sobre o Meio Físico, os quais necessitam ser severamente monitorados para se garantir a eficiência do aterro, e reduzir os riscos de impacto no meio ambiente.

5.4.3.1. Operação

Embora a Etapa de Implantação apresente o maior número de impactos, é na Etapa de Operação em que a maioria será significativa. Apesar da atividade do Empreendimento realizar o tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, quando não implantada de forma ambientalmente adequada, ou não operacionalizada corretamente, pode gerar sérios impactos ao equilíbrio do meio ambiente em que está inserido.

A formação das células impacta diretamente na topografia local, devido a cota máxima que o maciço de resíduos pode atingir ser bastante alta, interferindo na dinâmica dos ventos e sombreamento, o que consequentemente acarretará em mudanças no microclima. E apesar disso também impactar na paisagem, a UVS Macaíba conta com projeto paisagístico em que os acessos e pátios serão gramados e aproveitados para o plantio de árvores e canteiros, destacando-se a implantação de cinturão verde ao longo do perímetro do imóvel que irá lapidar a paisagem local, e ainda ajudará a minimizar a propagação de eventuais ruídos e odores.

Uma vez aterrados, os resíduos passam por um processo de decomposição química e bacteriológica. Este processo gera o chorume, seja pela umidade dos próprios resíduos, ou pela infiltração de água das chuvas. No entanto, o líquido percolado é extremamente poluente e nocivo, e quando não drenado de forma correta, ou até mesmo em caso de falha do sistema de impermeabilização implantado, trazem o risco de contaminação sobre o lençol freático e na

instabilidade dos solos do maciço de resíduos, modificando até mesmo as características dos solos do maciço de resíduos.

Devido ao potencial poluidor deste subproduto, a UVS Macaíba contará com um sistema de tratamento do chorume, o qual passará por tratamento primário, secundário e terciário, e ao final, o efluente tratado será destinado a umectação das vias internas do empreendimento, para controle da suspensão de partículas provocada pelo tráfico de veículos e para irrigação das áreas com vegetações.

Os gases também são subprodutos gerados a partir da degradação dos resíduos, e quando não coletados da maneira ideal, desempenharão riscos a estabilidade geotécnica do maciço, por isso a necessidade de monitoramento geotécnico. E no caso da não ocorrência da queima do biogás na saída dos drenos, estes serão lançados a atmosfera, alterando a qualidade do ar e contribuindo na formação do efeito estufa.

Vale ressaltar que o empilhamento e compactação dos resíduos, aliado aos subprodutos produzidos, resulta no aumento da pressão interna sobre o maciço (poropressão). E em caso de falha em alguns dos sistemas de drenagem, seja do percolado, dos gases, ou até das águas pluviais, o desempenho geotécnico do maciço fica completamente instável, aumentando, assim, o risco de formação e/ou aumento de processos erosivos.

Diariamente ocorrerá o processo de cobertura operacional das células a fim de se minimizar a infiltração de águas pluviais no maciço, melhorar o aspecto do aterro e minimizar a geração de odores. No entanto, essa movimentação do solo além de aumentar a emissão de poeiras e particulados, modificando assim a qualidade do ar, altera a sonoridade da área devido ao tipo de maquinário utilizado para execução dessa atividade.

Durante a Fase de Operação do Empreendimento, pode ocorrer a atração da fauna sinantrópica e de espécies necrófagas da fauna, em virtude do odor da matéria orgânica em decomposição. Desta mesma forma, a Operação da atividade poderá ocasionar até mesmo em acidentes com a fauna em função da grande movimentação de pessoas, uma vez a fauna sinantrópica atraída, poderá ocorrer eventos como de escorpião picando pessoas, por exemplo.

Outro fator decorrente da Operação, é o aumento do risco de acidentes de trânsito tanto locais como regionais, considerando que a UVS Macaíba receberá resíduos provenientes de outros municípios. Vale considerar que com o grande fluxo de veículos diários, haverá ações esporádicas em função da melhoria da estrutura viária local.

Em consequência dos impactos listados a partir da Operação do Empreendimento, faz-se necessário a implantação de um sistema de pesquisa e monitoramento ambiental e demais áreas de estudos, a fim de evitar, ou mitigar, os danos que o desempenho da atividade pode ocasionar.

Dado o início da operação da UVS Macaíba haverá geração de empregos, sejam cargos técnicos administrativos ou àqueles direcionados a operação da atividade em si. Vale salientar que o empreendedor pretende também contratar os moradores locais para execução da mão-de-obra necessária. Com isso, haverá a melhoria da condição de vida de pessoas em condição de vulnerabilidade social, principalmente tendo em vista que a maioria das pessoas entrevistadas para a realização do diagnóstico socioeconômico estavam desempregadas.

Conforme projeto básico, a UVS Macaíba comportará um centro de triagem de material oriundo da coleta seletiva de Macaíba, como também de outros municípios. Isto caracteriza-se como um incremento tecnológico na região, levando em conta a escassez de atividades voltadas ao desenvolvimento da reciclagem. Ademais, poderá aumentar a arrecadação dos impostos dos municípios envolvidos, considerando que o resíduo que antes iria ser tratado como rejeito, será valorizado e voltar a ser visto como matéria prima.

5.4.4. Etapa de Encerramento e Pós Encerramento

Na Etapa de Encerramento e Pós Encerramento da UVS Macaíba, foram prognosticados 14 impactos ambientais, ou seja, 13% dos 107 de impactos ambientais previstos.

Durante esta etapa, as mudanças de natureza negativas tendem a ser reduzidas em virtude do término da operação da atividade, mas que necessitam ser monitoradas a fim de se evitar a poluição ou contaminação do ecossistema.

Os impactos previstos para a Etapa de Encerramento e Pós Encerramento estão divididos em 7 POSITIVOS que equivalem a 50% e 7 NEGATIVOS, equivalentes a 50% do total de impactos nessa etapa.

5.4.4.1. Encerramento e Pós Encerramento

A Etapa de Encerramento e Pós Encerramento é marcada pela finalização da operação da atividade fim do Empreendimento. No entanto, a degradação de todo o resíduo aterrado perdura até a sua completa estabilização, e devido a isso, o risco de contaminação sobre o lençol freático e na instabilidade dos taludes de resíduos, bem como o risco de formação e/ou aumento de processos

erosivos, continuarão a existir, pois os subprodutos (líquido percolados, gases, etc) ainda estarão sendo gerados.

Deste modo, faz-se necessário o mantimento das atividades de pesquisas de monitoramento, mesmo reduzindo-se a frequência, principalmente do líquido percolado, gases, qualidade da água subterrânea e estabilidade geotécnica das células. Pois estes fatores continuam em risco de causar impactos severos ao meio ambiente.

Conforme mencionado em projeto, as células receberão cobertura operacional diária de solo, o que, após 35 anos de operação, resultará na modificação das propriedades físico-químicas e biológicas do sedimento que está sendo adicionado, sendo isso responsável pelas mudanças nas características do solo nos taludes de resíduos.

Outro fator importante a ser pontuado nesta fase, constitui-se da atração da fauna sinantrópica (baratas, ratos, dentre outros), e/ou até mesmo do risco de invasão de espécies exóticas da fauna (cães, gatos, equinos, asininos e muares), tanto devido ao odor proveniente da decomposição da matéria orgânica que continuará à ser gerado, como pelo fato do decréscimo na circulação de pessoas e automóveis.

Com o fim da Etapa de Operação, o ar tem a sua qualidade melhorada, seja pelo fato de não haver mais a movimentação de solo, bem como pelo decaimento da circulação de pessoas, automóveis transportando resíduos e maquinários.

A Etapa de Encerramento e Pós Encerramento é marcada tanto pelo monitoramento ambiental, como também pela revegetação de toda área e ainda manutenção/implantação da vegetação fixadora de taludes. Isto gera melhoria na qualidade do ar, no microclima da área afetada e circunvizinha, e ainda restaura a paisagem local.

Vale salientar que esta etapa, é marcada pelo encerramento da atividade fim do Empreendimento, o que diminuirá consideravelmente o tráfego local pelo transporte de resíduos, ocasionando do mesmo modo na destituição da grande massa trabalhadora, e consequentemente uma queda na dinâmica econômica local.

6. ANÁLISE INTEGRADA

A Análise Integrada em um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), visa cumprir uma obrigatoriedade programática imposta no artigo 6º da Resolução CONAMA 001/1986, que em seu inciso II versa sobre a análise dos impactos ambientais dos projetos submetidos ao licenciamento ambiental, com levantamento das alternativas técnicas e locacionais destes, bem como a análise das propriedades cumulativas e sinérgicas dos impactos previstos para os três meios.

Desta forma, a análise integrada tem como finalidade analisar as áreas de influências como um todo homogêneo, ressaltando as relações entre os atributos ambientais que compõem aquele recorte geográfico, apontado às potencialidades e vulnerabilidades identificadas durante a elaboração do Diagnóstico Ambiental.

Tem por pretensão objetiva, projetar como o meio onde se quer desenvolver a atividade, poderá ficar durante a instalação e operação do projeto, inclusive na hipótese de o empreendimento não ser instalado. Enfim, será a comparação dos Cenários atuais e futuros, nos meios físicos, biótico e antrópico, como também o Cenário futuro sem a implantação do empreendimento (Manutenção das condições ou cenários atuais).

Neste trabalho, a analise integrada fez uso do método descritivo, que visa analisar e descrever de forma empírica as relações ambientais e socioeconômicas observadas no meio, usando como base o Diagnostico Ambiental apresentado neste estudo. Diante desta descrição, e seguindo-se os critérios determinados pelo Termo de Referência emitido pelo IDEMA, será apresentado a análise descritiva de dois cenários possíveis para esta mesma área: uma sem a implementação do empreendimento, e outra com a implementação do empreendimento.

Além do método descritivo, a fim de facilitar a leitura da análise integrada, anexamos para consulta o Anexo 11 com o uso conceitual do Método dos Modelos de Simulação, descritos por BRAGA et al (2005, p. 281). Os modelos de Simulação possuem a finalidade de representar, o mais próximo possível da realidade, a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais, explorando as relações entre seus fatores físicos, biológicos e socioeconômicos.

Chamamos a atenção de que por mais que sejam prognosticados cenários futuros, o mesmo é incerto, complexo e imprevisível, com inúmeras variáveis que podem afetar a sua realidade, desde variáveis naturais como as mudanças climáticas, às variáveis antropogênicas associadas as flutuações econômicas, por exemplo. Cabe destacar que pensar o futuro é uma forma de construção social e

apenas observando sua realidade é que teremos certeza de seus desdobramentos, transformando-o em um presente onde o tempo para a decisão poderá ter ficado no passado.

6.1. CENÁRIO ATUAL

6.1.1. Meio Físico

A área de estudo encontra-se inserida no campo de domínio do clima As', clima tropical chuvoso quente com verão seco, segundo a classificação de W. Köppen. Com base na classificação climática de Thornthwaite & Mather (1955) descrita por Vianello & Alves (2000, p. 395), esta porção do litoral potiguar possui o tipo climático C2s2A', ou seja, subúmido com grande deficiência hídrica no verão (novembro dezembro e janeiro), megatérmico, com evapotranspiração potencial anual de 1.582,2mm e concentração de evapotranspiração potencial no "verão" (três meses mais quentes – janeiro, fevereiro e março) igual a 28,3%.

Na Área Diretamente Afetada do empreendimento em análise, atualmente encontra-se uma área de plantio de monocultura de cana-de-açúcar. Nesta área e na AID a qualidade do ar tende a sempre ser alterada em dois períodos: no de cultivo e no de colheita: As alterações da qualidade do ar no período de plantio se dão em face a permanência do solo exposto e ao trânsito de maquinas pesadas para o arado do solo e plantio da cana, o que associado aos ventos constantes que atingem a região, com rajadas de mais de 35 km/h, findam por promover intensa erosão eólica que transporta grande quantidade de material particulado. Por sua vez, no período da colheita da cana, há o uso do fogo para queima da palha, o que resulta na emissão de grande quantidade de gases tóxicos e fuligem, gerando afugentamento de fauna na AID e grandes prejuízos a saúde da comunidade residente a sotavento, tanto na AID quanto na AII.

A Geologia de toda a área de influência do empreendimento é composto por uma base rochosa pertencente ao Complexo Presidente Juscelino. Contudo, não são observados afloramentos deste embasamento na área de intervenção do empreendimento ADA. Já na AID afloramentos estão restritos à porção SW. Os principais afloramentos ocorrem na AII, sobretudo em sua porção Sul, ocupando grande parte desta porção.

Por sua vez, a Formação Barreiras está sobreposta ao Complexo Presidente Juscelino, e é caracterizada por ser constituída por rochas sedimentares de granulometria variada, entre argilitos e conglomerados, possuindo cores variadas, desde tons de bege claro a vermelho, além de localmente apresentarem concreções ferruginosas (Lateritas). Na área de estudo, a Formação Barreiras se mostra

presente como pequenos afloramentos tanto na ADA, quanto nas AID e na AII. A Formação Barreiras é a principal responsável pela manutenção de uma topografia plana e monótona na área de interesse. Estas superfícies são caracterizadas por padrões de relevo residuais de altura negligenciável, distribuídos ao longo de extensas áreas planas a suavemente onduladas, não tendo a presença de planícies de inundação.

Sobreposto a Formação Barreiras são encontrados sedimentos arenosos e argilo-arenosos, que são observados em praticamente toda a ADA e na porção central, Norte e Oeste das AID e AII, sendo compostos por sedimentos argilosos e arenosos com granulometria que varia entre fina e média, possuindo colorações que variam entre vermelho e cinza claro, produto da erosão das litologias circundantes

A área do empreendimento está assentada na área de abrangência dos Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, caracterizados por serem solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. São solos muito homogêneos, com uma mineralogia da fração argila predominantemente caulinítica ou caulinítica-oxídica, que se reflete em valores de relação Ki baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização. Localmente estes solos são utilizados para a monocultura da cana-de-açúcar, e o intenso manejo destes solos ao longo dos anos, não favoreceu a preservação de possíveis materiais neolíticos que pudessem contar parte da história da ocupação destas terras.

Ainda sobre a pedologia da área de interesse, ensaios de absorção realizados a partir do Horizonte B, permitiram classificar estes solos como de absorção rápida, variando entre 44 e 60 segundos para ocorrer o rebaixamento de 1cm de água após a saturação do solo. Os ensaios foram feitos no Horizonte B, sendo encontradas areias bem selecionadas e limpas.

A área de Estudo está inserida dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi. Entretanto, a ADA não possui corpos hídricos de superfície, que são encontrados apenas na AID, e a Sul da ADA. Neste caso, o principal corpo hídrico é o Açude Cajazeiras, marcado por um barramento em um tributário de 3º ordem do Rio Jundiai.

As águas precipitadas na ADA tendem a infiltrar-se nos solos, alimentando os aquíferos subterrâneos, e estes por sua vez, através de deslocamentos horizontais do aquífero, alimentam este pequeno tributário. A baixa declividade encontrada atualmente na ADA, não favorece ao escoamento superficial, que quando ocorre é o do tipo em lençol, e desloca-se por pequena área.

Encontram-se ainda na área de interesse, 02 sistemas de aquíferos distintos: o fissural, presente na região sudeste da AII; e o poroso (bem mais abrangente), denominado Aquífero Barreiras, presente no restante da área, este marcado por ser um aquífero semiconfinado a livre.

Localmente tem-se a presença de apenas 01 poço relativo ao aquífero fissural, cadastrado dentro da AII, e que apresenta uma profundidade de 66,6m e uma vazão de 2 m³/h, no nível estático (NEst) a 1,5m, e nível dinâmico (ND) a 28,6m.

O Aquífero poroso está presente tanto na ADA, quando AID e na maior parte da AII. Localmente são exploradas águas deste aquífero por dois poços, sendo o primeiro com 30m de profundidade e baixa vazão (0,4 m³/h). O segundo poço, situado no extremo NW da AII, possui uma profundidade de 60 m, NEst a 16,5 m e ND a 32,2 m e uma vazão de 1,5 m³/h.

6.1.2. Meio Biótico

A área do empreendimento está localizada em área de Tensão Ecológica, que marca a transição de dois Biomas Brasileiros: Bioma da Mata Atlântica e o Bioma da Caatinga. Nesta área não se tem uma sobreposição de um bioma sobre o outro, ocorrendo uma grande mistura de indivíduos florísticos que resultam em uma importante heterogeneidade de amostras da flora.

Contudo, a intensa pressão exercida pelas atividades humanas na área, tem resultado na redução das áreas cobertas com fragmentos florestais, ficando estes restritos as áreas de reserva legal.

A área diretamente afetada foi a muitas décadas desmatada, e a floresta heterogênea que outrora abundava na área deu lugar a monocultura de cana-de-açúcar, e eventualmente por herbáceas que crescem consorciadas a monocultura. A fauna presente na região de Macaíba é composta por espécies que apresentam registros em outras localidades do Brasil, ocupando áreas florestadas, antropizadas e urbanizadas. Dentre os grupos de vertebrados, o Diagnóstico Ambiental compilou uma maior riqueza para o grupo das aves (159 espécies), seguido pelos anfíbios (34 espécies), répteis (24 espécies) e mamíferos (06 espécies).

6.1.3. Meio Antrópico

É inegável o impacto social do projeto nos municípios que compreendem a Região Metropolitana do Natal, sobretudo no que concerne a eliminação da figura dos famigerados “lixões” que ainda se encontram presentes em alguns municípios, bem como na reorganização da vida dos catadores de recicláveis destes municípios.

A Área de Influência Direta do empreendimento, que envolve um raio de 1.500m da ADA, envolve praticamente toda comunidade da Fazenda Cajazeiras, que atualmente compõe o bairro macaibense da Reta Tabajara, além de residências isoladas, como sedes de fazendas, sendo estas áreas já percebidas como rurais pelos próprios moradores.

Na AID foram identificados cerca de 120 domicílios, e uma população estimada de 480 habitantes, dos quais apenas 20% admitiram estar empregados ou aposentados e perceber até 01 salários mínimos. Os 80% restantes afirmaram estarem desempregados e sobreviverem de bicos e trabalhos informais, recebendo menos de 1 salário mínimo.

O acesso ao Bairro Reta Tabajara, que está inserida dentro da AID, e por sua vez o acesso a ADA, é feita por uma misto de via pavimentada com paralelepípedo, a partir da BR 304, e estrada carroçável composta por piso de chão batido, em função da característica rural da área.

Na AID, é encontrado um único estabelecimento educacional, composta por uma Escola Municipal de ensino infantil e fundamental, onde estão matriculadas 173 crianças. Os habitantes da AID em idade escolar posterior ao ensino infantil e fundamental devem recorrer à estrutura educacional da sede de Macaíba ou até mesmo se deslocar até Natal, devido à falta de estabelecimentos de ensino dos níveis de ensino posteriores como o ensino médio, superior e tecnólogo. Isso resulta na presença de um grupo populacional de baixa escolarização, e por tanto, uma mão de obra com baixo valor agregado.

No que concerne á Saúde, os moradores da AID não têm acesso a atendimento básico na comunidade, e quando da necessidade de atendimento médico, devem deslocar-se até a sede do município de Macaíba ou procurar a Unidade de Saúde da Família do distrito de Lagoa dos Cavalos, distante cerca de 6,5 km da localidade.

A infraestrutura de saneamento tanto da área urbana do município de Macaíba quanto da área rural, apresenta deficiências. Quanto ao abastecimento de água, todo o município utiliza-se de poços, e apenas na área urbana, há algum tipo de tratamento para a água, cujo serviço é prestado pela CAERN, inclusive na AID. Parte da população faz uso ainda de cisternas instaladas nos imóveis. Não há rede coletora de esgotamento sanitário na AID, apesar de parte da população ter citado em entrevista ser atendida por esta, cuja população se utiliza de fossas negras ou tanques sépticos e sumidouros.

A cobertura de Esgotos na AII atinge apenas uma pequena parte da população urbana. Quanto aos resíduos sólidos, o levantamento junto a comunidade pode observar que a coleta ocorre 03 vezes por semana. Entretanto foram identificados casos de deposição irregular em terrenos baldios e a

queima destes resíduos. Este tipo de deposição é mais comum sobretudo na periferia das zonas urbanas e na Zona Rural, como é o caso da AID. Entretanto importa ressaltar que na área urbana e em boa parte da área rural eles são coletados pela prefeitura, tendo por destino o Aterro Sanitário operado no Município de Ceará-Mirim, o que onera muito a sua operação.

Conforme citamos anteriormente, o manejo do solo para o desenvolvimento da monocultura da cana-de-açucar resultou na impossibilidade de hoje encontrar-se material neolítico que possa contar a história da ocupação destas terras. Esta afirmação é corroborada pelo IPHAN, Fundação Palmares (FCP) e pela FUNAI, que não possuem registros na área do empreendimento de nenhum sítio arqueológico, área indígena e/ou quilombolas. Cumpre citar que os Sítios Arqueológicos mais próximos ao empreendimento, segundo dados do IPHAN, são os identificados pelos códigos RN2407104BAST00001 e RN2404606BAST00005, respectivamente localizados a aproximadamente 9 km e 6 km da área do empreendimento.

Não foram listados no estudo Organizações Sociais em operação na AID. Entretanto, no Município de Macaíba foram identificadas 234 Organizações Sociais ativas, sua grande maioria atuando na Zona Urbana do município.

6.2. CENÁRIO SEM O EMPREENDIMENTO

6.2.1. Meio Físico

A não instalação do empreendimento implica na manutenção da monocultura de cana-de-açúcar e consequentemente dos impactos gerados pelo seu ciclo de plantio e colheita, tanto na AID quanto na AII.

As mudanças climáticas observadas ultimamente a nível global, em face o aquecimento global, tem intensificado a ocorrência de estiagens mais prolongadas, bem como a ocorrência de precipitações torrenciais. As temperaturas ao nível do solo têm sofrido uma considerável elevação, muito em decorrência da urbanização observada nos centros urbanos e o desmatamento nas zonas rurais, que findam por deixar o solo exposto.

A pratica da monocultura de cana-de-açúcar e a forma com que se dá sua colheita, a base da queima da palha, libera para a atmosfera grande quantidade de CO_2 e particulados, contribuindo localmente para mudanças de parâmetros climáticos. No que se refere ao clima regional, a tendência não é de alteração do tipo climático observado para o município de Macaíba.

Quando se fala no cenário de manutenção das condições atuais, ou seja, a não implementação do empreendimento que se quer, isso implique na não alteração nas características geológicas, geomorfológicas e nem no comportamento e qualidade das águas subterrâneas ou nas superficiais.

Entretanto, a manutenção da monocultura de cana-de-açúcar, associado as atuais práticas de manejo dos solos, com uso de arado na fase de preparo dos solos e do fogo, na fase de colheita, associado a não realização de rodizio e práticas de pousio do solo, tenderá a levar estes solos a exaustão, com o passar do tempo, e consequentemente ao abandono do cultivo da cana no local, em face a perda de produtividade. Para compensar a perda de eficiência do solo, inicialmente o produtor tenderá a fazer uso de defensivos agrícolas e enriquecimento químico do solo, que com o passar do tempo deverá lixiviar e percolar no solo, podendo atingir e contaminar os lençóis de águas subterrâneas, comprometendo sua qualidade e potabilidade. Já os solos tenderão a acidificar, e tornar-se improprio ao cultivo, favorecendo a instalação de uma área desertificada.

6.2.2. Meio Biótico

A manutenção dos quadros atuais, em primeira análise, não implicará em alteração na Flora presente na AID e na AII. Entretanto, a falta de uma atividade econômica que permita a geração de emprego e renda para a população residentes nas AID e AII bem como os quadros de incerteza econômica no país deverão seguir implicando no continuo uso dos recursos naturais para fins de sobrevivência destas comunidades, sobretudo a supressão vegetal observada nos fragmentos florestais ainda presentes na AID e na AII para obtenção de lenha e carvão vegetal como matriz energética de seus fornos, ou mesmo para ampliação de áreas para o cultivo de subsistência com culturas de ciclo curto.

A manutenção da monocultura de cana-de-açúcar não interferirá na dinâmica atual da fauna silvestre, tanto na ADA quanto na AID. Entretanto, as repercussões previstas para o solo da área, e o consequente uso de defensivos e químicos de correção para o solo, podem comprometer a microfauna do solo, e com isso todo o ecossistema local, já que interferirá diretamente nas cadeias tróficas. A possibilidade futura de exaustão do solo e seu abandono, também poderá acarretar no desaparecimento de fauna no local.

6.2.3. Meio Antrópico

Analisando os Aspectos Sociais da Área de Influência do Empreendimento, não se observa grandes tendências de mudanças nas variáveis estudadas. A irregularidade dos serviços públicos ou mesmo a sua ausência nas comunidades parte da AID e da AII, implicam na manutenção da gestão predatória dos resíduos sólidos, que são descartados em terrenos baldios ou queimados, contribuindo para a degradação da qualidade do ar e poluição ambiental. A falta de oportunidades de trabalho para a população residente na AID, muito decorrente de sua baixa escolarização, ou a geração precária e temporária de empregos na época de colheita da cana-de-açúcar não favorece a construção de perspectivas de melhoria para a comunidade.

A característica rural da área de estudo, associada a não observação de tendência de expansão urbana do município de Macaíba em direção à localidade, implicam no não incremento de melhorias na infraestrutura de acessos rodoviários para a localidade. A mesma análise é expandida para a infraestrutura de saneamento, que tenderá a apresentar deficiências.

A manutenção dos quadros de incertezas na população local, bem como a falta de infraestrutura em saneamento, e consequente de gestão dos resíduos sólidos, deverão resultar na intensificação da deposição irregular de resíduos em terrenos baldios e consequente uso do fogo na queima destes.

Não são previstas alterações nas características dos Aspectos históricos, culturais e arqueológicos da Área de Influência do empreendimento, bem como das características das Organizações Sociais.

A princípio não são previstas alterações nas características da Estrutura econômicas da Área de Influência do empreendimento. Entretanto, por ser a monocultura da cana-de-açúcar uma comodities, a manutenção desta atividade está sujeita a interferências internas e externas, como a manutenção de um câmbio favorável, políticas de fomento ao consumo dos derivados da cana-de-açúcar e a existência de mercado consumidor, além dos fatores climáticos que podem levar a uma perda de safra.

6.3. CENÁRIO COM O EMPREENDIMENTO

6.3.1. Meio Físico

As mudanças climáticas observadas ultimamente a nível global, em face o aquecimento do planeta, tem intensificado a ocorrência de estiagens mais severas e prolongadas, bem como intensificado a realização de precipitações torrenciais associadas a graves desastres, como alagamentos, enxurradas e movimentos de massa.

As temperaturas ao nível do solo têm sofrido uma considerável elevação, muito em decorrência da urbanização observada nos centros urbanos e o desmatamento nas zonas rurais, que findam por deixar o solo exposto, inclusive para eventos erosivos.

A natureza do empreendimento sugere para a existência de um potencial em contribuir com o aquecimento global, em face da geração de gases de efeito estufa, sobretudo NH4 e CO2, no entanto esta alteração será minimizado com a cobertura diária dos resíduos, com a drenagem do biogás conduzida para queima, e possível geração de energia elétrica. No que se refere ao clima regional, a tendência não é de alteração do tipo climático observado para o município de Macaíba.

A instalação do empreendimento resultará inicialmente no acréscimo de particulados livres no ar, sobretudo finos como silte, argila e matéria orgânica que serão deslocados pela erosão eólica na superfície do solo exposto e no deslocamento de maquinas pesadas e veículos, bem como em face aos eventos de terraplenagem e abertura das células, o que será minimizado com a adoção de medidas mitigadoras nesta fase. Este impacto será mais perceptível nas comunidades situadas a sotavento, na AID.

Já na fase de operação, a emissão de gases derivados da decomposição dos resíduos sólidos dentro das células, bem como decorrentes da lagoa de chorume, são atividades inerentes a este tipo de empreendimento. Desta sorte, faz-se necessário a adoção de medidas que visem mitigar estes impactos na qualidade do ar local, inclusive a manutenção permanente de sensores de monitoramento. Importa ressaltar que gases como o CH_4 podem ser utilizadas como importantes matrizes energéticas para a geração de energia termoelétrica.

Em que pese a não geração de impactos nas características geológicas da ADA, esta área sofrerá alteração de topografia com a instalação das células de resíduos. O aquecimento heterogêneo da superfície entre os taludes e o topo plano das células, poderá acarretar mudança no comportamento

dos ventos na ADA, atuando diretamente no comportamento dos ventos na ADA e com repercussão na AID, sobretudo a sotavento.

A implantação do empreendimento resultará na alteração total da superfície do solo na ADA, sobretudo na perda da capacidade de percolação em face da abertura das células, compactação do solo e instalação do conjunto de mantas impermeabilizantes. A capa de solo superficial retirada para a abertura das células, poderá ser separado, para uso posterior na recuperação da área das células, à medida que estas vão sendo recobertas.

A operação do empreendimento resultará em possível contribuição de água derivada de enxurradas nos tributários situados a sul da ADA em face a evento erosivos junto aos taludes criados na formação das células. Estes eventos erosivos, quando não corrigidos imediatamente, poderão carrear para os corpos de superfície, além de material de origem, resíduos depositados nas células.

A fim de evitar eventos erosivos como estes, deve-se executar ações de mitigação, como um Plano de Monitoramento de eventos erosivos e estabilização de taludes.

Em caso de operação inadequada do Aterro Sanitário, e defeitos na impermeabilização das células e do lago de coleta e tratamento de chorume, há possibilidade de contaminação direta dos aquíferos encontrados na área, e cuja a vulnerabilidade do aquífero varia entre moderada e alta graças a interdigitação litológica encontrada na área de interesse. Desta sorte, apesar da vulnerabilidade de contaminação das águas destes aquíferos e, consequentemente, das águas que afloram nos corpos hídricos de superfície situadas a sul da AID, ser moderada, o risco de contaminação pode ser consideravelmente reduzido mediante a adoção de medidas mitigadoras.

É necessário estabelecer um padrão mínimo através de poços de monitoramento, cujo monitoramento deve ser realizado durante toda a vida útil do projeto para proteção das águas subterrâneas e superficiais tendo em vista o seu uso para o abastecimento público, logo, estas devem atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação vigente

6.3.2. Meio Biótico

O empreendimento manterá a área de reserva legal existente, além de ampliar a vegetação por meio do plantio de espécies vegetais que funcionará como uma zona de amortecimento e uma barreira, tornando o empreendimento menos visível às regiões contíguas, e minimizando a propagação de eventuais ruídos e odores.

A instalação da atividade resultará na substituição imediata do uso do solo, com a remoção da monocultura de cana-de-açúcar e seus empregos temporários para instalação das estruturas do aterro e abertura das células de deposição dos resíduos. Tanto na instalação quanto na operação das atividades, serão gerados empregos diretos e indiretos, formais e informais, que deverão absorver a mão de obra nas comunidades situadas na AID e na AII. Esta possibilidade de oferta de emprego perene, poderá resultar na diminuição da dependência das comunidades do extrativismo vegetal predatório, favorecendo a manutenção dos fragmentos florestais ainda presentes na AID e na AII, bem como do fomento a recuperação de outras áreas já desmatadas

Outro importante impacto da instalação do empreendimento é o que resultará no afugentamento imediato da fauna dentro da ADA, com possível repercussão na AID em face do aumento de populações ocupando este território. Na entrada em operação do empreendimento, poderá haver a atração de animais necrófilos, dentre eles avifauna (especialmente o urubu e a garça).

6.3.3. Meio Antrópico

A implantação do empreendimento, favorecerá o combate a grande quantidade de lixões atualmente existentes na região de estudo, o que permitirá o afastamento das pessoas que tem atividades irregulares em função do mesmo, como é o caso dos catadores. Como medida mitigadora para a Instalação e Operação do Empreendimento, será sugerido que a contratação de mão-de-obra seja, preferencialmente, das pessoas em situação de vulnerabilidade social e do município de Macaíba, permitindo uma melhoria na condição de vida dos mesmos, bem como o fomento ao cooperativismo e profissionalização destas pessoas.

Para a Instalação do Empreendimento, poderá ser necessário a realização de melhoria da via de acesso, por meio da regularização da pista de rolamento e da aplicação de cascalho, proporcionando um ganho para a localidade situada na AID nessa infraestrutura e correlatas, como a própria drenagem.

O Aterro Sanitário é uma solução ambientalmente adequada para a destinação final de resíduos sólidos, não gerando impactos sobre o solo, águas superficiais e subterrâneas quando as medidas mitigadoras e os programas de monitoramento são bem implementados. Também não são observados impactos sociais negativos, pois trata-se de um local onde só é permitido o acesso de pessoas autorizadas, em contraponto aos lixões a céu aberto e dispersos pelos municípios, onde a degradação social é percebida no universo de catadores que disputam entre si e com animais os

elementos descartados irregularmente nestes locais, gerando inclusive importantes problemas sanitários e ambientais para as comunidades do entorno.

A instalação do empreendimento é uma possibilidade de melhorar o acesso dos munícipes a infraestrutura de saneamento, de reduzir os custos operacionais da gestão de resíduos sólidos na Prefeitura Municipal de Macaíba, bem como de devolver dignidade a um universo de moradores esquecidos e depauperados pela falta de oportunidades. Atua ainda reduzindo o custo do transporte dos resíduos gerados em outras cidades, dentre elas Natal e Parnamirim, que atualmente transportam seus resíduos para o aterro sanitário de Ceará Mirim, localizado na comunidade de Massaranduba.

Não são previstas alterações nas características dos Aspectos históricos, culturais e arqueológicos da Área de Influência do empreendimento, visto que esta área já se encontra antropizada com a pratica da monocultura de cana-de-açúcar. Não custa lembrar que na pratica desta atividade, o modelo de manejo do solo aplicado durantes todos estes anos, já descaracterizou todo e qualquer possibilidade de vestígio arqueológico que pudesse existir na área em uma camada até 1m de solo.

Quanto as organizações sociais, espera-se que com a implementação do Empreendimento, possam surgir novas organizações relacionadas ao tipo de serviço prestado, tais como sindicatos, associações etc.

Para a Instalação e Operação do Empreendimento, serão necessários a compra de insumos e a subcontratação de serviços especializados. Nesse contexto será indicada, como medida mitigadora potencializadora a priorização de empresas e pessoas residentes no município de Macaíba, o que poderá gerar um incremento econômico ainda maior neste município. Importa ressaltar que além dos empregos diretos gerados nas fases de instalação e operação da atividade, está fomentará a geração de empregos indiretos, com o surgimento de serviços de apoio aos trabalhadores do empreendimento, tais como panificadora, restaurantes e mercearias.

Além disso, o empreendimento aumentará a arrecadação de tributos para o município durante todo seu período de Instalação e Operação, possibilitando também a solicitação de incentivos tributários relacionados às questões ambientais, tais como ICMS ecológico, crédito de carbono etc

6.4. CONSIDERAÇÕES

A metodologia descritiva apresentada na presente Análise Integrada, permite concluir que a manutenção da atual configuração da ADA na paisagem da Área de Influência Direta implicará em uma série de incertezas para as comunidades ali residentes, cuja a insegurança social é marcada pela geração de empregos temporários e insalubres durante a fase de colheita da monocultura da cana-de-açúcar. O fato desta monocultura tratar-se de uma commodity amplia ainda mais este quadro de incerteza, visto que a continuidade das atividades pode ser afetada por fatores econômicos externos, tais como a presença de um câmbio desfavorável, ou simplesmente a perda de mercado consumidor.

A geração de impactos ao meio ambiente é equivalente entre as atividades que atualmente são desenvolvidas e a que se quer desenvolver. Ambas envolvem a geração de gases de efeito estufa, com potencial para contaminação do ar, ao risco de contaminação do solo e dos recursos hídricos. Contudo, apenas a atividade que se quer implantar pode mitigar estes impactos, e no caso da geração de gases de efeito estufa, é a única que ainda pode coletar e gerar energia elétrica a partir destes gases, com a instituição de Pequenas Centrais Termoelétricas (PCTE).

As possibilidades de geração de empregos diretos e indiretos decorrentes da entrada em operação da atividade em análise, além de vislumbrar uma melhoria social e econômica nas comunidades afetadas, termina por impactar também ambientalmente, visto que reduz a pressão sobre os fragmentos florestais presentes na AID e na AII, preservando a flora e a fauna silvestre, e possibilitando ainda a recuperação de áreas anteriormente degradadas.

Desta sorte, conclui-se que a mudança de uso do solo a que se requer, se configura em um fator positivo para a comunidade e para o município, sobretudo considerando as possibilidades de implementação dos Planos e Programa Ambientais previstos neste estudo e que visam mitigar os impactos adversos ao meio ambiente e a comunidade.

O Anexo 11 – Matriz de Análise Integrada, parte integrante deste capítulo, permite visualizar de forma espacial e comparativa, os componentes ambientais dos meios, através da análise e prognóstico dos impactos, de acordo com os cenários possíveis da área estudada.

Esta metodologia foi adotada como complementar a metodologia descritiva como forma de facilitar a análise integrada dos meios de forma simultânea entre os componentes ambientais e os cenários.

7. MEDIDAS MITIGADORAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A análise ambiental em conjunto com as descrições das atividades desenvolvidas em cada fase do projeto da UVS Macaíba foram as informações chaves para a avaliação dos impactos ambientais do empreendimento, sendo estes por sua vez a base para a proposição das medidas mitigadoras que tem o objetivo de evitar, eliminar ou em último caso minimizar a ocorrência de impactos negativos ao meio ambiente.

Dentre as alternativas para disposição final de resíduos sólidos urbanos, um aterro é considerado atualmente como uma das formas ambientalmente mais adequadas. Isso não significa necessariamente que ele não gere impactos, contudo levando em consideração a impermeabilização do solo apropriada, sistema de coleta de gases, e a maneira como o chorume é tratado, tudo isso atrelado a uma correta metodologia de gerenciamento e operação da atividade, acaba por colaborar com o tratamento dos resíduos, resultando em interferências menos negativas nos componentes ambientais.

Dado ao fato atividade estar enquadrada como alto potencial poluidor, a adoção de medidas mitigadoras é extremamente importante para viabilizar ambientalmente o projeto, uma vez que, na fase de implantação, são gerados vários impactos que afetam diretamente a estabilidade do meio.

Dessa maneira, como forma de integrar o Aterro Sanitário ao ambiente que o comportará, foram recomendadas medidas mitigadoras aos impactos provocados, que deverão ser inseridas no projeto básico de implantação da UVS Macaíba. As medidas propostas foram pensadas de modo a atender os critérios técnicos, as normas de segurança, as de saneamento, como também a legislação em vigor.

As medidas propostas, serão apresentadas através das imagens das tabelas na Figura 169 a Figura 171, estando descritas uma medida para cada impacto ambiental que foi identificado na Matriz de Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais, considerando os seguintes pontos:

- Quanto ao meio ambiental impactado (meio físico, meio biótico e meio antrópico);
- Quanto a fase em que será executada (fase de implantação, fase de operação e fase de Encerramento e Pós Encerramento);
- Quanto ao caráter (preventivo ou corretivo);
- Quanto ao responsável pela execução e monitoramento (empreendedor, poder público e outros).

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
CANTEIRO DE OBRAS														
1	Mudança na qualidade do ar	A melhoria das vias de acesso internas com a utilização de cascalho e/ou regularização seguida da umectação quando o tempo estiver muito seco, dos trechos de circulação dos veículos (caminhões, máquinas pesadas, equipamentos, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes, e/ou fluxo de pessoas. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Deve-se elaborar e executar o **Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas;** e também o **Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).**	X	X	X	X			X	X	R$ 76.000,00 ano	X		
2	Mudança da sonoridade da área	Os horários de trabalho devem ser previamente organizados e obedecidos, de forma a evitar incômodos à população do entorno e aos colaboradores da obra, sendo essa, a principal medida mitigadora para esse impacto. As manutenções periódicas e preventivas dos equipamentos, bem como uso dos equipamento de retenção de ruído também contribuem para minimização dos ruídos. Deve-se elaborar e executar o **Plano de Monitoramento de Ruídos.** Além de ser recomendado ainda que a localização do canteiro de obras seja o mais distante possível da cidade, e/ou habitações.	X	X	X	X			X		R$ 60.000,00 ano	X		
3	Mudança na paisagem	O canteiro de obras deve se instalar em conformidade com a NBR 1.367 (Áreas de Vivência em Canteiros de obras), e com a NR-18 (Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria de Construções), visando fornecer instalações compatíveis e de forma que as estruturas "mal-acabadas" características dos canteiros de obras sejam menos contrastantes com a paisagem local. A execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO), é fundamental na mitigação deste impacto.	X			X			X		já citado	X		
4	Risco de contaminação do solo	Em locais onde os materiais combustíveis, óleos e fluídos ficarão dispostos, o piso deverá ser impermeável e conter calha de contenção, caixa separadora de água/óleo e demais dispositivos de prevenção contra contaminação do solo e da água. Devem ainda, ser instalados na área do canteiro de obras, depósitos para bota-fora e para disposição temporária de materiais reaproveitáveis ou recicláveis, tudo alinhado à execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X			X			X		já citado	X		

Figura 169 - Medidas mitigadoras propostas.

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
CANTEIRO DE OBRAS														
5	Risco de formação e/ou aumento de processos erosivos	A melhor remediação é evitar que o processo erosivo ocorra, para isso faz-se necessário um acompanhamento contínuo de todas as áreas do empreendimento, além da elaboracao e execução do **Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial,** aliado à execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X			X			X	X	R$ 36.000,00 ano	X		
6	Afugentamento da fauna	A elaboraçao e execução do **Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna terrestre** é a principal medida mitigadora para esse impacto. Se ocorrerem acidentes, as medidas contidas no Plano devem ser imediatamente executadas.		X		X			X	X	R$ 54.000,00 ano	X		
7	Risco de acidentes com a fauna	Executar as medidas do Plano de Monitoramento e /afugentamento da Avifauna e Fauna Terrestre é a principal medida mitigadora para esse impacto. No caso de acidentes e/ou incidentes, deve-se tomar as medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna, como também a elaboração e execução do **Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho.**		X		X			X	X	R$ 24.000,00 ano	X		
8	Aumento da circulação de pessoas	Visando evitar conflitos ou constrangimentos, os trabalhadores devem ser conscientizados acerca da temporalidade das obras, bem como sobre o comportamento destes para com a população da área de entorno do empreendimento, que na medida do possível, deve ser previlegiada com as vagas de emprego geradas na obra. **O Plano de Comunicação Social** em paralelo com o **Plano de Educação Ambiental**, devem ser elaborados e implantados considerando a relação entre a população e o trabalhador da obra.			X	X			X		R$ 66.000,00 ano	X		
9	Aumento no tráfego local pela mobilização de equipamentos	Em conformidade com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), é recomendado a instalação de placas de sinalização ao longo da via principal de acesso, para que haja o cuidado e controle da circulação dos veículos, assim evitando acidentes. A entrada e saída de veículos pesados também devem ser sinalizadas com placas de advertência, assim como o correto acompanhamento desse tráfego por profissionais habilitados e treinados.			X	X			X		N/A	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
CANTEIRO DE OBRAS														
10	Risco de acidentes de trânsito local	A movimentação dos equipamentos e materiais para o canteiro de obras, deverá ser realizada atendendo todos os princípios de segurança, sendo feito o transporte, preferencialmente em dias e horários de pouco fluxo nas vias de acesso. As estradas de serviços, que são usadas para o transporte e carregamento de materiais, devem conter sinalizações, a fim de orientar os sentidos de fluxo dos veículos.			X	X			X	X	N/A	X		
11	Risco de acidentes no trabalho	Execução do **Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO)**; e **Elaboração e execução do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho,** são as medidas mitigadoras para esse impacto ambiental.			X	X			X		já citado	X		
12	Geração de efluentes líquidos e resíduos	A elaboracao e execução do **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos e da Construção Civil**; e do **Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos**, são as principais medidas mitigadoras para esse impacto. O destino final dos efluentes e dos Residuos devem ser comprovados mediante apresentação dos devidos CDF (Certificado de Destinacão Final), devendo todos os envolvidos estarem devidamente licenciados pelos orgãos ambientais competentes.			X	X			X		R$ 72.000,00 ano	X		
13	Aumento do setor de serviços	A principal medida potencializadora é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
14	Aumento da arrecadação tributária sob serviços	A principal medida potencializadora é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
15	Contratação de serviços especializados	A principal medida potencializadora é tentar priorizar a contratação de todos os serviços diversos necessários à obra no próprio município de Macaíba ou na microrregião, gerando renda e conhecimento técnico para o local.			X	X			X	X	N/A	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
CANTEIRO DE OBRAS														
16	Geração de empregos	A principal medida potencializadora é o Empreendedor tentar priorizar a contratação realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
17	Aumento da circulação monetária no mercado local	A principal forma de potencializar o aumento da circulação monetaria no mercado local é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
REFORMA/CONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS DE APOIO À OPERAÇÃO														
18	Mudança na qualidade do ar	A melhoria das vias de acesso internas com a utilização de cascalho e/ou regularização seguida da umectação quando o tempo estiver muito seco, dos trechos de circulação dos veículos (caminhões, máquinas pesadas, equipamentos, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes, e/ou fluxo de pessoas. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Primordial a execução do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas; e também do **Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO)**.	X	X	X	X			X	X	já citado	X		
19	Mudança da sonoridade da área	Os horários de trabalho devem ser previamente organizados e obedecidos, de forma a evitar incômodos à população do entorno, sendo essa, a principal medida mitigadora para esse impacto. As manutenções periódicas e preventivas dos equipamentos também contribuem para minimização dos ruídos.	X	X	X	X			X		já citado	X		
20	Mudanças na topografia local	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliado à execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X		X	X			X		já citado	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
REFORMA/CONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS DE APOIO À OPERAÇÃO														
21	Mudança na paisagem	Como medida mitigadora, deve-se, sempre que possível, procurar soluções que valorizem a paisagem a fim de restaurar e manter as estruturas já existentes na área, bem como buscar utilizar ao máximo materiais sustentáveis e cuja matriz seja a reciclagem, tudo isso aliados a correta execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X			X			X		já citado	X		
22	Risco de contaminação do solo	A execução do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos e da Construção Civil; e do Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos são as principais medidas mitigadoras para evitar a contaminação do solo. Durante as obras, e no uso de maquinários, faz-se necessário que seja realizado monitoramento dos equipamentos que usem óleo/graxas, de modo a evitar vazamentos em solo exposto, tanto nas horas de trabalho quanto nos momentos que estiverem parados, por isso, é importante que o local de armazenamento das máquinas seja sob superfície impermeabilizada e disponha de calhas de contenção direcionando os eventuais efluentes para caixa coletora com separação de água/óleo, principal resíduo potencial. Kits de contenção contra vazamentos de óleos/graxas devem ser mantidos na obra para caso não seja possível conter eventuais vazamentos.	X			X			X	X	já citado	X		
23	Mudança no escoamento das águas superficiais	Utilizar materiais drenantes, sempre que possível de maneira que seja impermeabilizado a menor parcela de solo. Nas áreas impermeabilizadas, as calhas de drenagem podem atuar como direcionadores das águas pluviais para um local de infiltração adequado definido em projeto de drenagem pluvial. A execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial a medida mitigadora para esse impacto ambiental.	X			X			X	X	já citado	X		
24	Afugentamento da fauna	A execução das medidas do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna Terrestre é a principal medida mitigadora para esse impacto ambiental. Caso ocorram acidentes ou incidentes, deve-se tomar as medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna.		X		X			X		já citado	X		
25	Risco de acidentes com a fauna	Executar as medidas do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna terrestre é a principal medida mitigadora para esse impacto. No caso de acidentes e/ou incidentes, deve-se tomar as medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna, como também a elaboração e execução do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho.		X		X			X	X	já citado	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
REFORMA/CONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS DE APOIO À OPERAÇÃO														
26	Aumento da circulação de pessoas	Visando evitar conflitos ou constrangimentos, os trabalhadores devem ser conscientizados acerca da temporalidade das obras, bem como sobre o comportamento destes para com a população da área de entorno do empreendimento, que na medida do possível, deve ser previlegiada com as vagas de emprego geradas na obra. O Plano de Comunicação Social em paralelo com o Plano de Educação Ambiental, devem ser implantados considerando a relação entre a população e o trabalhador da obra.			X	X			X		já citado	X		
27	Aumento no tráfego local pela mobilização de equipamentos	Em conformidade com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), é recomendado a instalação de placas de sinalização ao longo da via principal de acesso, para que haja o cuidado e controle da circulação dos veículos, assim evitando acidentes. A entrada e saída de veículos pesados também devem ser sinalizadas com placas de advertência, assim como o correto acompanhamento desse trafego por profissionais habilitados e treinados.			X	X			X		N/A	X		
28	Risco de instabilidade do solo e eventos erosivos	Como forma de mitigar esse impacto, faz-se necessario a execução dos Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, como também é recomendado a execução do Plano de Controle Ambiental Das Obras (PCAO).	X		X	X			X	X	já citado	X		
29	Geracão de efluentes líquidos e resíduos	A Execução do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos e da Construção Civil; e do Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos são as principais medidas mitigadoras para esse impacto ambiental.			X	X			X	X	já citado	X		
30	Aumento do setor de serviços	A principal medida potencializadora é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
31	Risco de acidentes no trabalho	Execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO); e do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho, são as medidas mitigadoras para esse impacto ambiental.			X	X			X		já citado	X		
32	Risco de acidentes de trânsito local	A movimentação dos equipamentos e materiais para o canteiro de obras, deverá ser realizada atendendo todos os princípios de segurança, sendo feito o transporte, preferencialmente em dias e horários de pouco fluxo nas vias de acesso. As estradas de serviços, que são usadas para o transporte e carregamento de materiais, devem conter sinalizações, a fim de orientar os sentidos de fluxo dos veículos.			X	X			X	X	N/A	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
REFORMA/CONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS DE APOIO À OPERAÇÃO														
33	Aumento da arrecadação tributária sob serviços	A principal medida potencializadora é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
34	Contratacão de serviços especializados	A principal medida potencializadora é tentar priorizar a contratação de todos os serviços diversos necessários à obra no próprio município de Macaíba ou na microrregião, gerando renda e conhecimento técnico para o local.			X	X			X	X	N/A	X		
35	Geração de empregos	A principal medida potencializadora é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
36	Aumento da circulação monetária no mercado local	A principal forma de potencializar o aumento da circulação monetaria no mercado local é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
ÁREA DE OPERAÇÃO - ATERRO/ LAGOAS/ ETE														
37	Mudança na qualidade do ar	A melhoria das vias de acesso internas com a utilização de cascalho e/ou regularização seguida da umectação quando o tempo estiver muito seco, dos trechos de circulação dos veículos (caminhões, máquinas pesadas, equipamentos, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes, e/ou fluxo de pessoas. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Será implantada ainda, uma cortina de árvores odoríferas no entorno das areas de operação do empreendimento, como forma de mitigar os impactos de emissão de gases. Primordial a execução do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas; e também do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X	X	X	X			X	X	já citado	X		
38	Mudanca da sonoridade da área	Os horários de trabalho devem ser previamente organizados e obedecidos, de forma a evitar incômodos à população do entorno, sendo essa, a principal medida mitigadora para esse impacto. As manutenções periódicas e preventivas dos equipamentos também contribuem para minimização dos ruídos. Deve-se assegurar a correta execução do Plano de Monitoramento de Ruídos.	X	X	X	X			X		já citado	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
ÁREA DE OPERAÇÃO - ATERRO/ LAGOAS/ ETE														
39	Mudança na paisagem	A mudança na paisagem é inerente a ação humana de reconstrução contínua desta paisagem. Desta sorte, não existe uma medida mitigadora para esse impacto, que não seja a própria conclusão das obras.	X			X			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
40	Mudanças na topografia local	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliado à execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X		X	X			X		já citado	X		
41	Risco de contaminação do solo	Tendo em vista, que o projeto visa impermeabilizar a àrea de aterramento e também a área de lagoas como forma de minimizar os riscos de contaminação do solo, faz-se necessário que até a conclusão dessa etapa, o monitoramento dos equipamentos que usem óleos/graxas seja realizado de modo a evitar vazamentos em solo exposto, devendo existir ainda, disponiblidade de Kit`s de contenção contra vazamentos de óleo/graxas na obra para caso não seja possível conter eventuais vazamentos e/ou eventos extremos, tudo aliado à execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X			X			X	X	já citado	X		
42	Risco de contaminação do lençol freático	A mitigacão para esse impacto, está ligada diretamente à execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO), fazendo-se necessário que seja realizado monitoramento dos equipamentos que usem óleo/graxas, de modo a evitar vazamentos em solo exposto, devendo existir ainda, disponiblidade de Kit`s de contenção contra vazamentos de óleo/graxas na obra para caso não seja possível conter eventuais vazamentos e/ou eventos extremos. Quando falamos das Lagoas, para mitigar o risco de contaminação do lençol freático, as mesmas serão escavadas no platô regularizado e deverá ter sua superfície regularizada e preparada para receber a impermeabilização, que deverá ser ancorada em trincheira de ancoragem, perimetral a lagoa. A impermeabilização será realizada com geomembrana de PEAD de 2,0 mm de espessura. A geomembrana será implantada sobre a base compactada com controle de compactação.	X		X	X			X		já citado	X		
43	Risco de instabilidade do solo e eventos erosivos	Para mitigar esse impacto o projeto prevê que quando uma célula for aberta, como forma de evitar que os taludes fiquem altamente instáveis e sujeitos a ocorrência de eventos erosivos, sobretudo quando da ocorrência de precipitações, será praticada a cobertura vegetal na superfície dos taludes, solos expostos, bermas e platôs. NA área das lagoas, como forma de mitigar esse impacto o cronograma do projeto prevê que a construção destas se dará fora da quadra chuvosa, como forma de evitar que os taludes fiquem altamente instáveis e sujeitos a ocorrência de eventos erosivos. Em caso de precipitações isoladas, deverá ser feito o monitoramento continuado dos taludes, solos expostos, bermas e platôs, e na medida do possível, deverá ser colocado manta sobre a superfície, a fim de proteger o solo exposto dos eventos de lixiviação, tudo isso aliados à execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO).	X		X	X			X		já citado	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
ÁREA DE OPERAÇÃO - ATERRO/ LAGOAS/ ETE														
44	Mudança no escoamento das águas superficiais	Como forma de mitigar as mudanças ocorridas no escoamento das águas superficiais, está previsto em projeto um sistema de drenagem superficial a ser implantado sobre o maciço de resíduos considerando as deformações que ocorrem no mesmo ao longo do tempo, com a adoção de materiais e elementos flexíveis. Para garantir a correta drenagem dos taludes e bermas do maciço de resíduos serão ainda empregadas canaletas meia cana, pré moldadas em concreto, assim como descidas revestidas com manta de gabião, aliadas a execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial.	X			X			X		já citado	X		
45	Afugentamento da fauna	A execução das medidas do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna terrestre é a principal medida mitigadora para esse impacto ambiental. Caso ocorram acidentes ou incidentes, deve-se tomar as medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna.		X		X			X		já citado	X		
46	Risco de acidentes com a fauna	Executar as medidas do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna terrestre é a principal medida mitigadora para esse impacto. No caso de acidentes e/ou incidentes, deve-se tomar as medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna, como também a elaboração e execução do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho.		X		X			X	X	já citado	X		
47	Aumento da circulação de pessoas	Visando evitar conflitos ou constrangimentos, os trabalhadores devem ser conscientizados acerca da temporalidade das obras, bem como sobre o comportamento destes para com a população da área de entorno do empreendimento. O Plano de Comunicação Social em paralelo com o Plano de Educação Ambiental, devem ser implantados considerando a relação entre a população e o trabalhador da obra.			X	X			X		já citado	X		
48	Aumento no tráfego local pela mobilização de equipamentos	Em conformidade com o Código Nacional de Trânsito, é recomendado a instalação de placas de sinalização ao longo da via principal de acesso, para que haja o cuidado e controle da circulação dos veículos, assim evitando acidentes. A entrada e saída de veículos pesados também devem ser sinalizadas com placas de advertência.			X	X			X		N/A	X		

Fase de Implantação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Implantação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
ÁREA DE OPERAÇÃO - ATERRO/ LAGOAS/ ETE														
49	Risco de acidentes de trânsito local	A movimentação dos equipamentos e materiais para a àrea da obra, será realizada atendendo todos os princípios de segurança. As estradas de serviços, que são usadas para o transporte e carregamento de materiais, devem conter sinalizações, a fim de orientar os sentidos de fluxo dos veículos.			X	X			X	X	N/A	X		
50	Risco de acidentes no trabalho	Execução do Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO); e do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho, são as medidas mitigadoras para esse impacto ambiental.			X	X			X		já citado	X		
51	Geracão de efluentes líquidos e resíduos	A execução do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos e da Construção Civil; e do Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos são as principais medidas mitigadoras para esse impacto ambiental.			X	X			X		já citado	X		
52	Geração de empregos	A principal medida potencializadora é tentar priorizar a contratação de todos os serviços diversos necessários à obra no próprio município de Macaíba.			X	X			X		N/A	X		
53	Contratação de serviços especializados	A principal medida potencializadora é tentar priorizar a contratação de todos os serviços diversos necessários à obra no próprio município de Macaíba ou na microrregião, gerando renda e conhecimento técnico para o local.			X	X			X	X	N/A	X		
54	Aumento da arrecadação tributária sob serviços	A principal medida potencializadora é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		
55	Aumento da circulação monetária no mercado local	A principal forma de potencializar o aumento da circulação monetaria no mercado local é o Empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no município de Macaíba e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.			X	X			X		N/A	X		

Legenda:
MF - Meio Físico; MB - Meio Biótico; MA - Meio Antrópico
FI - Fase de Intalação; FO - Fase de Opeaçao; FD - Fase de Desmobilização.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Operação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
1	Mudança na qualidade do ar	A melhoria das vias de acesso internas com a utilização de cascalho e/ou regularização seguida da umectação quando o tempo estiver muito seco, dos trechos de circulação dos veículos (caminhões, máquinas pesadas, equipamentos, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes, e/ou fluxo de pessoas. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Além, da cortina de árvores odoríferas no entorno das áreas de operação do empreendimento, como forma de mitigar os impactos de emissão de gases, sendo primordial a execução do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas e do **Programa de Monitoramento de Biogás.**	X	X	X		X		X	X	36.000,00 ano	X		
2	Mudanca da sonoridade da área	Os horários de trabalho devem ser previamente organizados e obedecidos, de forma a evitar incômodos à população do entorno, sendo essa, a principal medida mitigadora para esse impacto. As revisões periódicas e preventivas dos equipamentos também contribuem para minimização dos ruídos. O estabelecimento de uma cortina verde no projeto paisagístico, composta por vegetais arbóreos odoríferos, ajudarão na absorção da energia sonora e consequente redução dos ruídos que possam chegar a comunidade local. Deve-se assegurar a execução do Plano de Monitoramento de Ruídos.	X	X	X		X		X		já citado	X		
3	Mudanca no microclima	Além da cortina de árvores odoríferas implantadas no entorno das áreas de operação do empreendimento, como forma de mitigar os impactos de emissão de gases é primordial a execução do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas e do Programa de Monitoramento de Biogás.	X	X	X		X		X		já citado	X		
4	Mudança na paisagem	Como forma de mitigar o desconforto visual causado pelas células de resíduos, o recobrimento dos resíduos será realizado diariamente ao final do dia de trabalho, além do paisagismo estratégicamente implementado, com estabelecimento de cortina verde composta por vegetais arbóreos odoríferas, e que atuarão a fim de mitigar o desconforto ambiental causado pela mudança na paisagem.	X				X		X	X	N/A	X		

Figura 170 - Medidas Metigadoras Propostas para A Fase de Operação

Fase de Operação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Operação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
5	Mudanças na topografia local	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao **Plano de Monitoramento Geotécnico**.	X				X		X		R$ 16.000 ano	X		
6	Mudancas nas caracteristicas dos solos do maciço de resíduos	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao Plano de Monitoramento Geotécnico.	X				X		X		já citado	X		
7	Risco de contaminação sobre o lençol freático e na instabilidade dos solos do maciço de resíduos	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao Plano de Monitoramento de Qualidade das Águas; e ao **Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados**.	X		X		X		X		R$ 16.000,00 ano	X		
8	Risco de formação e/ou aumento de processos erosivos	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao Plano de Monitoramento Geotécnico.	X				X		X		já citado	X		
9	Acidentes com da fauna	Executar as medidas do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna terrestre é a principal medida mitigadora para esse impacto. No caso de acidentes e/ou incidentes, deve-se tomar as medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna, como também a elaboração e execução do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho.		X			X		X	X	já citado	X		
10	Atração de fauna sinantrópica e de espécies necrófagas da fauna	O monitoramento continuado da gestão das células, a fim de evitar a formação de condições favoráveis a proliferação de animais sinantrópicos, ainda é a principal medida mitigadora. A realização de eventos de detetização periódica das instalações do empreendimento, favorecem ao controle destas pragas urbanas, como também a execução do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna terrestre é a principal medida mitigadora para esse impacto.		X			X		X	X	já citado	X		
11	Pesquisa e monitoramento nas diversas áreas do estudo ambiental	Executar os Planos e Programas ambientais sugeridos nesse Estudo ambiental e os que o Órgão ambiental eventualmente solicitar/sugerir.	X	X			X		X		já citado	X		
12	Geração de empregos	A principal medida potencializadora é tentar priorizar a contratação de todos os serviços diversos necessários ao desenvolvimento da atividade no próprio município de Macaíba.			X		X		X		já citado	X		

Fase de Operação – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa de Operação -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
13	Aumento no tráfego local pelo transporte de resíduos	Efetuar um bom planejamento considerando a logística de chegada dos caminhões com resíduos em períodos maiores ao longo do dia.			X		X		X		N/A	X		
14	Melhoria na Infraestrutura viária local	Para potencializar esse impacto o empreendimento visa garantir as manutenções da via de acesso principal (rua da palha).			X		X		X		N/A	X		
15	Risco de acidentes de trânsito local	A movimentação dos equipamentos e materiais para o canteiro de obras, deverá ser realizada atendendo todos os princípios de segurança, sendo feito o transporte, preferencialmente em dias e horários de pouco fluxo nas vias de acesso. As estradas de serviços, que são usadas para o transporte e carregamento de materiais, devem conter sinalizações, a fim de orientar os sentidos de fluxo dos veículos.			X		X		X		já citado	X		
16	Risco de acidentes regionais de trânsito	Os caminhões pesados devem ser orientados a trafegar nas vias com faróis ligados, bem como com suas extremidades sinalizadas e em baixa velocidade. Em conformidade com o Código Nacional de Trânsito, é recomendado a instalação de placas de sinalização ao longo da via principal de acesso, para que haja o mínimo controle a cerca da circulação dos veículos, assim evitando acidentes. A entrada e saída de veículos pesados também devem ser sinalizadas com placas de advertência.			X		X		X	X	N/A	X		
17	Melhoria da condição de vida de pessoas em condição de vulnerabilidade social	A potencialização desse impacto se da devido a implantação de um empreendimento que contribui para a eliminação de lixões, além de proporcionar geração de empregos e renda para a população da região.			X		X		X		N/A	X		
18	Incremento tecnológico com a instalação da Unidade de Valorizacao Sustentável	A instalação de novas tecnologias na região, sem dúvidas favorece o munícipio e atrai outros investimentos que poderão desenvolver ainda mais a reciclagem de materiais, garantindo oportunidades de emprego e renda para a população.			X		X		X		N/A	X	X	
19	Aumento na arreacadação de tributos	Com o efetivo funcionamento do empreendimento o município terá uma nova arrecadação, com isso poderá investir mais em melhorias para a população.			X		X			X	N/A	X	X	
20	Aumento na oferta regional de resíduos triados para a reciclagem	O aumento da oferta desses materiais surge em paralelo com oportunidades de crescimento para empresas de reciclagem na região, aumentando assim a demanda por oportunidades de emprego e renda.			X		X		X	X	N/A	X		
21	Geração de efluentes líquidos tratados para reúso interno (umectação)	O uso sustentável (umectação dos trechos de circulacão de veículos) de efluentes tratados pelo próprio empreendimento contribui com a mitigação da Emissão de poeiras e particulados, assim como na melhoria da qualidade do ar.			X		X		X	X	N/A	X		

Legenda:
MF - Meio Físico; MB - Meio Biótico; MA - Meio Antrópico
N - Natureza; A - Abrangência; I - Incidência; R - Reversibilidade; D - Duração; T - Temporalidade; S -Significânca; M - Magnitude.

Elaboração: PYPA, 2022.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa Encerramento e Pós Encerramento -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
1	Mudança na qualidade do ar	Será realizado cobertura vegetal nos taludes, além da manutenção contínua da cortina de árvores odoríferas implantadas estrategicamente no entorno das áreas de operação, a fim de mitigar os gases gerados, além da execução continuada dos monitoramentos ambientais, através do **Plano de Gestão Ambiental** e do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas, aliados ao **Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação de Áreas;** e ao Programa de Monitoramento de Biogás por aproximadamente 20 anos.	X	X	X			X	X	X	R$ 84.000 ano	X		
2	Mudança na paisagem	Como forma de mitigar esse impacto ambiental o Projeto de desativacao do empreendimento prevê toda uma recuperação paisagística da área, como forma de reintegra-la o mais próximo possível na paisagem natural da região onde está inserida, aliado ao Plano de Gestão Ambiental e ao Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação de Áreas.	X					X	X		já citado	X		
3	Mudanças nas características do solo nos taludes de resíduos	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao Plano de Monitoramento Geotécnico, e ao Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação de Áreas, que será realizado por aproximadamete 20 anós após o encerramento das atividades do Empreendimento.	X					X	X		já citado	X		
4	Atração de fauna sinantrópica	O encerramento das atividades implicam o fechamento das células, o que por si só evita a formação de condições favoráveis a proliferação de animais sinantrópicos. A realização de eventos de detetização geral das instalações do empreendimento, favorecerá o controle destas pragas urbanas.		X				X	X	X	já citado	X		
5	Risco de invasão de espécies exóticas da faur	A execução do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna Terrestre continuará presente dentro do monitoramento ambietal que ocorrerá por ate 20 anos após o encerramento das atividades da UVS Macaíba.	X	X				X	X		já citado	X		
6	Mudança no microclima	Como forma de mitigar a possibilidade de ocorrência deste impacto, será continuado todo o processo de reflorestamento dos taludes, além da manutenção frequente da cortina de árvores odoríferas implantadas estrategicamente no entorno das áreas de operação a fim de mitigar os gases, além da execução dos monitoramentos ambientais, através do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas por aproximadamente 20 anos.	X	X	X			X	X		já citado	X		

Figura 171 - Medidas Mitigadoras Propostas para A Fase de Encerramento e Pós Encerramento

Fase de Encerramento e Pós Encerramento – Continuação.

N.	IMPACTOS AMBIENTAIS - Etapa Encerramento e Pós Encerramento -	MEDIDAS MITIGADORAS	COMPONENTE AMBIENTAL AFETADO			FASE DE EXECUÇÃO			CARÁTER		VALOR APROXIMADO DOS INVESTIMENTOS EM PLANOS E PROGRAMAS	REPONSÁVEL		
			MF	MB	MA	FI	FO	FD	PREVENTIVO	CORRETIVO		Empreendedor	Poder Público	Outros
7	Alteração na qualidade do ar pela implantação e manutenção de vegetação fixadora de taludes	Será realizado todo um processo de reflorestamento dos taludes, além da manutenção contínua da cortina de árvores odoríferas implantadas estrategicamente no entorno das áreas de operação a fim de mitigar os gases, além da execução contínuada dos monitoramentos ambientais, através do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas por aproximadamente 20 anos.	X	X	X			X	X	X	já citado	X		
8	Revegetação	Como forma de potencializar esse impacto, o Empreendimento assegura a execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao Plano de Monitoramento Geotécnico, e ao Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação de Áreas, que será realizado por aproximadamete 20 anós após o encerramento das atividades do Empreendimento.	X	X	X			X	X	X	já citado	X		
9	Risco de contaminação sobre o lençol freático e na instabilidade dos taludes de resíduos	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao Plano de Monitoramento de Qualidade das Águas; Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquido; e ao Programa de Monitoramento de Biogás.	X		X		X		X		já citado	X		
10	Risco de formação e/ou aumento de processos erosivos	A medida mitigadora para esse impacto é a garantia da execução do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, aliados ao Plano de Monitoramento Geotécnico.	X				X		X		já citado	X		
11	Diminuição do tráfego local pelo transporte de resíduos	O ponto forte desse impacto é a melhoria da infraestrura viária da àrea, pois após a desativaçao do Empreendimento, esta, terá seu fluxo diminuido, consequentemente tendo sua vida útil aumentada.			X			X	N/A	N/A	N/A		X	
12	Pesquisa e monitoramento nas diversas áreas do estudo ambiental	Executar os Planos e Programas ambientais sugeridos nesse Estudo ambiental e os que o Órgão ambiental eventualmente solicitar/sugerir.	X	X			X		X		já citado	X		
13	Queda na dinâmica econômica devido ao fechamento dos postos de trabalho da fase de operação	Tentar buscar o aproveitamento do pessoal local de modo a manter o máximo possível a dinâmica econômica, com circulação de moeda e geração de renda.			X		X		X		já citado	X		
14	Destituição dos trabalhadores	Tentar buscar o aproveitamento do pessoal local de modo a manter o máximo possível a dinâmica econômica, com circulação de moeda e geração de renda.			X			X	X		já citado	X		

Legenda:
MF - Meio Físico; MB - Meio Biótico; MA - Meio Antrópico
N - Natureza; A - Abrangência; I - Incidência; R - Reversibilidade; D - Duração; T - Temporalidade; S -Significânca; M - Magnitude.

Elaboração: PYPA, 2022.

Com relação às informações referentes a estimativa de custos à serem investidos na execução dos Planos e Programas (solicitadas pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA, contido no Termo de Referência para esse Estudo), os valores apresentados na Figura 169 a Figura 171 , levam em consideração somente as informações monetárias de orçamento para elaboração dos Planos, tendo em vista que apenas na etapa de solicitação da Licença de Instalação - LI, momento em que o planejamento e organograma das obras em si serão de fato apresentados, embasando-nos informação referente aos custos de investimento necessários para a execução dos planos e programas propostos, já que tudo depende do tempo previsto em cada etapa construtiva.

8. PLANOS E PROGRAMAS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O Monitoramento Ambiental é uma das ferramentas mais importantes para a gestão e acompanhamento da qualidade ambiental, dada a importância em avaliar os impactos das ações humanas ou até mesmo as transformações naturais sobre o meio ambiente, a tempo de tomada de decisões.

Trata-se, de um conjunto de processos para a coleta de dados de forma contínua e sistemática, com a finalidade de acompanhar a evolução das variáveis ambientais, que podem ou não se alterar, positiva ou negativamente, em decorrência de ações do homem ou mesmo alterações naturais, em determinado local. As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são monitoradas, pois exercem influências sobre o meio ambiente.

O objetivo principal é identificar, avaliar e monitorar a qualidade ambiental de determinado ambiente visando a adoção, quando necessário, de medidas de mitigação para preservação e conservação do meio ambiental.

A execução dos planos e programas de monitoramento é de responsabilidade do empreendedor, independentemente deste terceirizar o serviço através da contratação de empresas especializadas. Na ocasião da Licença de Instalação – LI, o empreendedor deverá apresentar os Relatórios de Detalhamento dos Planos e Programas aqui propostos, uma vez que para o atual momento, as descrições se dão em caráter genérico e informativo, sem possuir as devidas quantificações necessárias à realização de cada ação proposta.

Os planos e programas identificados como primordiais à implantação e operação sustentável da nova UVS Macaíba estão listados abaixo e descritos nos tópicos seguintes.

1- Plano de Gestão Ambiental;
2- Plano de Controle Ambiental Das Obras (PCAO);
3- Plano de Educação Ambiental;
4- Plano de Comunicação Social;
5- Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil;
6- Programa de Emergência e Contingência;
7- Plano de Monitoramento de Qualidade das Águas;
8- Plano de Monitoramento Geotécnico;

9- Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial;

10- Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna Terrestre;

11- Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos;

12- Plano de Monitoramento de Ruídos;

13- Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas;

14- Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho;

15- Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação da Área.

8.1. PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL

Introdução

O Programa de Gestão Ambiental para instalação da UVS Macaíba levará em consideração, sobretudo a aplicação ou fiscalização do emprego de medidas de gestão ambiental, incluindo medidas mitigadoras e de monitoramento, durante todas as etapas do Empreendimento respeitando a legislação em vigor.

Objetivo

O objetivo geral do Plano de Gestão Ambiental é prover o Empreendimento de mecanismos eficientes que garantam a execução e o controle das ações planejadas e a correta condução ambiental das obras, no que se refere aos procedimentos ambientais, mantendo-se um elevado padrão de qualidade na sua implantação e operação.

Justificativa

Este Programa visa coordenar e articular todo o sistema de gestão ambiental do Empreendimento, a fim de garantir que a interdependência entre os Planos e Programas de cunho ambiental sejam atendidos de forma eficaz.

Escopo e medidas de controle

Gerenciar todos os documentos técnicos ambientais, além de fiscalizar todas as atividades ligadas ao Empreendimento que possam causar impactos ambientais; Gerenciar o atendimento às condicionantes e exigências estabelecidas pelos órgãos ambientais; Estruturar equipe multidisciplinar responsável por articular, supervisionar e gerir a execução dos Planos e Programas propostos e, ainda, supervisionar as obras para aferir a implantação das medidas e procedimentos ambientais propostos nos estudos ambientais por parte da construtora, assim como assegurar que a interdependência entre

todos os Planos ambientais seja atendida; Definir profissional habilitado a fim de estabelecer uma íntima relação com os órgãos de controle ambiental da região/estado.

Visando garantir que as atividades relacionadas ao escopo deste Plano transcorram de forma correta, no que tange ao sistema de gestão ambiental do empreendimento, algumas medidas de controle devem ser adotadas pelo profissional designado para gerenciar este Plano, dentre as quais podemos citar:

- Verificação das sinalizações dos trechos que possuam riscos ao meio ambiente;
- Inspeção dos trabalhos de movimentação de terra, de modo a evitar processos erosivos;
- Fiscalização do fiel cumprimento dos demais Planos e Programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos ambientais.

Público-Alvo

Considera-se público-alvo as pessoas que direta ou indiretamente venham a trabalhar no empreendimento como um todo. Também os prestadores de serviços e órgãos de fiscalização ambiental.

Recursos Necessários

Tanto a elaboração como a execução do Plano de Gestão Ambiental deverá ser realizada por Gestores ou Engenheiros Ambientais, devidamente credenciados. Necessitará também dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte e material didático).

Responsabilidade de Execução

A administração do empreendimento é responsável pela implementação do Programa de Gestão Ambiental, bem como pela elaboração e implementação de uma política ambiental. Para a execução desse Plano, deve-se contar com o apoio dos empreiteiros e todas as empresas terceirizadas que estejam atuando diretamente no empreendimento, que deverão assumir o compromisso de serem os facilitadores desse Plano.

Atendimento aos Requisitos Legais

O Plano de Gestão Ambiental do empreendimento deverá considerar como diretriz principal em sua elaboração a NORMA ABNT NBR ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestão Ambiental, como também a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS.

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Gestão Ambiental se relaciona com todos os outros Planos/Programas previstos para o empreendimento.

Resultados Esperados

Instituir o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em todas as fases do empreendimento, garantindo que as atividades sejam desenvolvidas de forma sustentável, com eficiência e bem estruturada quanto aos atributos ambientais.

Cronograma de Execução

O Plano de Gestão Ambiental deverá ser executado durante todas as fases do empreendimento. Com isso, o seu período inicial, será conforme o início das obras de implantação.

8.2. PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL DAS OBRAS

Introdução

O Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO) representa uma orientação para o desenvolvimento das atividades de maneira planejada, equilibrada e ambientalmente saudável. O PCAO estabelece os princípios e diretrizes a serem seguidas pelas empresas contratadas na construção do Aterro Sanitário.

O PCAO apresenta as precauções a serem adotadas, visando a preservação da qualidade ambiental das áreas que irão sofrer intervenção e a minimização dos impactos ao meio ambiente, bem como às comunidades do entorno do empreendimento e aos trabalhadores envolvidos nas obras de sua instalação.

Justificativa

A harmonia entre o aterro e o seu entorno dependerá da correta execução de todos os planos ambientais propostos, garantindo assim uma instalação em conformidade com os princípios mais adequados para a área. As obras necessárias à implantação da Unidade de Valorização Sustentável ocasionarão mudanças no ambiente proposto, principalmente relacionados a geração de resíduos, efluentes, ruídos e emissões atmosféricas. Portanto, fazendo-se necessária a execução das medidas preventivas e corretivas contidas neste e nos demais planos/documentos associados ao Projeto.

Escopo

O PCAO tem por objetivo assegurar a tomada de decisão mais correta, visando a preservação da qualidade das áreas que irão sofrer intervenção e à minimização dos impactos ao meio ambiente, às comunidades próximas ao empreendimento e aos trabalhadores envolvidos nas obras do Aterro Sanitário.

O escopo deste plano é:

- Minimizar os impactos ambientais causados com a implantação das obras civis na área de interferência direta ou indireta do empreendimento;

- Evitar acidentes e resguardar a sanidade dos colaboradores, assegurando a saúde do canteiro de obras do empreendimento;
- Informar, conscientizar e motivar os colaboradores e a comunidade do entorno sobre a importância dos cuidados de segurança ambiental;
- Dispor de um projeto de soluções que contemplem a segurança operacional, levando em consideração não apenas os aspectos técnicos, mas também os ambientais;
- Evitar a obstrução de obras de drenagem ou redução de suas seções de vazão;
- Proporcionar proteção contra a propagação de ruídos, emissões atmosféricas e proteção de áreas de interesse específico;
- Executar um controle de pragas, evitando assim a proliferação de vetores indesejáveis, principalmente mosquitos que transmitem doenças e de répteis venenosos e/ou peçonhentos nas áreas de obras do empreendimento.

Público-Alvo

O PCAO tem como público-alvo:

- A equipe responsável pela Unidade de Valorização Sustentável;
- A empresa responsável pelas obras, suas subcontratadas, além do pessoal envolvido no processo de construção, incluindo os fornecedores e demais prestadores de serviços.
- A comunidade do entorno, inserida na área de interferência direta do empreendimento.

Recursos Necessários

Para que seja executado, o PCAO necessitará dos recursos básicos materiais (infraestrutura, transporte, multimídia e material didático) e humanos (coordenador habilitado responsável pela supervisão das obras, e especialistas pela execução das ações).

Responsabilidade de Execução

A responsável pela implementação deste plano é a empresa responsável pela construção do Aterro Sanitário, devendo o empreendedor fiscalizar (em caso de terceirização) a execução adequada deste plano, a fim de assegurar a prática sustentável em todos os serviços realizados.

Atendimento aos Requisitos Legais

O PCAO considera as Normas Regulamentadoras relacionadas a atividade, estando as principais listadas abaixo.

- NR-9 – Programa Gerenciamento de Riscos (PGR);
- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

- NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR-12 – Máquinas e Equipamentos;
- NR-18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção;
- NR-20 – Líquidos Combustíveis e Inflamáveis;
- NR-23 – Proteção Contra Incêndio;
- NR-24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho;
- NR-26 – Sinalização de Segurança.

Inter-Relação com outros Planos

O PCAO está relacionado com todos os outros Planos do empreendimento.

Resultados Esperados

Espera-se que todas as intervenções advindas da implantação do empreendimento sejam realizadas de forma sustentável, eficaz e segura.

Cronograma de Execução

Este Plano deve ser executado de forma criteriosa durante toda a fase de instalação do empreendimento.

8.3. PLANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Introdução

Através da criação da Lei 9.795/1999, o Brasil instituiu sua Política Nacional de Educação Ambiental. Esta lei define como educação ambiental:

> "[...] *os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade*. " (Senado Federal – Lei nº 9.975 de 27 de abril de 1999. Art.1.].

Desse momento em diante, a educação ambiental passa a ser vista como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo ser presente, de forma planejada, em todos os níveis do processo educativo seja em caráter formal ou informal.

Objetivo

O Plano de Educação Ambiental tem como objetivo principal não só a conscientização dos colaboradores envolvidos na implantação e operação da atividade, mas também fazer com que a população do entorno se integre ao empreendimento, buscando elevar os níveis de conhecimento acerca do correto tratamento dos resíduos sólidos no âmbito das comunidades situadas nas áreas de influência direta ou indireta.

Dentre algumas das ações prioritárias para serem desenvolvidas no futuro Programa de Educação Ambiental, estão:

- Informar e sensibilizar a população local, colaboradores compreendidos em todas as etapas do empreendimento e visitantes sobre a importância de se preservar e conservar a natureza, possibilitando que o indivíduo possa identificar-se como um membro constituinte do meio;
- Informar e conscientizar os colaboradores, população envolvida e os visitantes acerca da importância de investimentos na área do desenvolvimento sustentável, o qual deve estar voltado à proteção e conservação ambiental bem como com a integração aos seus ecossistemas associados, atributos, objetivos e diretrizes;
- Criar e incrementar atitudes de respeito e proteção aos recursos naturais e culturais da área;
- Integrar a problemática ambiental ao contexto educacional da região de Macaíba/RN;
- Organizar e executar serviços para transmitir aos visitantes e aos moradores, conhecimentos e valores do patrimônio natural e cultural local.

Justificativa

O desenvolvimento de uma consciência com foco na sustentabilidade e na educação ambiental, além do conhecimento das leis que regem cada uma dessas práticas são extremamente importantes. Em uma obra do porte da UVS Macaíba é indispensável a implementação dessas práticas, por meio de um Plano. Logo, o Plano de Educação Ambiental junto aos colaboradores e a população do entorno do Aterro Sanitário, buscará garantir a interação entre as partes no que diz respeito a preservação do meio ambiente.

Escopo e medidas de controle

Os colaboradores e a população diretamente afetada com a implantação do projeto precisam ter a educação ambiental como parte integrante do cotidiano. Diante disso, a metodologia deste Plano, tem por base a integração contínua dos participantes e instrutores, buscando desenvolver

multiplicadores de conhecimento nas áreas da sustentabilidade e da educação ambiental, através da troca de saber, das experiências e das mudanças comportamentais de ambas as partes.

Para que o Plano seja aplicado de forma eficaz, seguem algumas medidas de controle a serem adotadas:

- Realizar campanhas de divulgação efetiva, através de carros de som, banners, oficinas etc., como maneira de informar a população sobre a instalação do aterro sanitário e capacitando-os para desempenhar a função de cidadãos na cobrança de melhorias para sua comunidade;
- Desenvolver estratégia voltada para a preservação e conservação dos recursos naturais e culturais da região, estabelecendo a integração deste Plano com as demais iniciativas do empreendimento, além de priorizar a rede de educação ambiental, a formação dos professores no tema, e na memória regional e cultural da comunidade; e
- O Empreendedor dará apoio a implantação de projetos de educação ambiental articulados à comunidade local. Outra ação relevante é o desenvolvimento de material publicitário direcionado à educação ambiental, a fim de informar a população e os visitantes sobre a importância e os cuidados na manutenção da qualidade ambiental do meio em que vivem.

Vale salientar que tais medidas serão desenvolvidas de acordo com as diretrizes para as campanhas, ações e projetos de educação ambiental estabelecidas pela Resolução Conama nº 422/2010.

Público-Alvo

O Plano de Educação Ambiental será desenvolvido visando abranger todos os colaboradores, população local, visitantes e funcionários da Prefeitura Municipal de Macaíba, como forma de atender as normas e legislações específicas, garantindo assim a segurança, principalmente na obra e na operação da atividade, aplicando-as inclusive sobre as empresas terceirizadas.

Recursos Necessários

Os profissionais necessários para a execução do Plano de Educação Ambiental poderão ser: Pedagogos, ou profissionais licenciados em ciências diversas; Engenheiros e bacharéis em biologia que possuam especialização em educação ambiental. Necessitará também dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte e material didático).

Responsabilidade de Execução

A responsável pela implementação deste Plano é a empresa responsável pela construção do aterro, devendo o empreendedor fiscalizar (em caso de terceirização) a execução adequada deste

Plano, como também do próprio empreendedor no decorrer da operação da atividade, a fim de assegurar a prática sustentável em todos os serviços realizados.

Atendimento aos Requisitos Legais

A principal legislação a ser seguida no desenvolvimento deste Plano é a Lei Federal 9.795/1999 que dispõe sobre a educação ambiental, e institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providencias.

- Materiais de referência ex.: cartilhas e livros de educação ambiental também deverão ser considerados.

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Educação Ambiental se relaciona com todos os outros Planos previstos para o empreendimento, mesmo que em alguns deles, de maneira mais subjetiva uma vez que a educação ambiental é dever de todos.

Resultados Esperados

A expectativa a partir do desenvolvimento do Plano de Educação Ambiental é que tanto a comunidade envolvida, direta e indiretamente, com o empreendimento, bem como todos os seus colaboradores estejam de fato informados e instruídos quanto as atividades desempenhadas no empreendimento, possam reconhecer seus impactos, sejam eles negativos ou positivos, bem como estejam aptos a implementar as medidas de prevenção e correção necessárias em caso de sinistros ambientais.

Cronograma de Execução

Para o referido Plano, será apresentado um cronograma simplificado que será praticado de acordo com as fases do projeto.

8.4. PLANO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Introdução

O Plano de Comunicação Social visa estabelecer meios de comunicação regular entre o empreendedor e os mais diversos segmentos sociais, e com isso manter todos os envolvidos bem informados e atualizados quanto as fases de planejamento, implantação, operação e desativação do Aterro Sanitário.

Além de almejar um relacionamento harmônico entre empreendedor e a população das áreas de influência direta e indireta, este Plano requer metodologias específicas de mobilização e repasse

de informações, a partir de instrumentos que corroborem com a disseminação dessas informações da forma mais clara e objetiva possível, e principalmente que as divulgações estejam alinhadas com a ética ambiental e responsabilidade social.

O Plano de Comunicação Social deve atender os anseios da população, como também divulgar e garantir a correta compreensão quanto aos possíveis impactos negativos e positivos que poderão afetar a vida dos grupos sociais envolvidos, em função da instalação e funcionamento do empreendimento. Deixando claro ainda, o porquê da possível ocorrência dos eventos, os direitos que imputam os afetados e ainda como poderão ser ressarcidos, se assim for o caso.

Objetivo

O plano tem como objetivo principal manter uma relação harmônica entre comunidade e empreendedor, estabelecendo com isso um contato contínuo, claro e permanente entre as partes, e ainda incentivar a participação popular em todas as etapas do empreendimento.

Justificativa

A comunicação social é uma excelente ferramenta de poder, pois tem a capacidade de influenciar todo um conjunto de pessoas a passar a adotar uma determinada prática, ou a seguir um dado caminho. A difusão da informação gera empoderamento nas pessoas, e as encoraja a tomar partido e adotar providencias.

Quando utilizada de forma adequada, a comunicação social, além de aproximar o empreendedor da comunidade direta e indiretamente afetadas, permitirá que estas comunidades passem a ter atendidas parte de seus anseios (focado na perda do medo do que elas não conhecem) e deixando-as bem informados quanto as intervenções ocasionadas pelo empreendimento.

Escopo e medidas de controle

Para a consolidação do programa, é necessário estabelecer instrumentos específicos e estratégicos com a intenção de que todos os atores envolvidos sejam alcançados. Com isso, deverá ser criado canais de comunicação diretos com a comunidade, através de recursos bem definidos e estruturados, aproveitando ao máximo o que a tecnologia oferece de melhor.

Além disso, para um relacionamento mais real e humanizado, se faz necessário a adoção das seguintes medidas:

- Levantamento e identificação da população e pontos comerciais do entorno, e assim divulgar as informações de início, duração das obras, desenvolvimento da atividade, como também informar quais são os canais de comunicação direto para dúvidas e esclarecimentos que forem surgindo durante todas as fases de implantação da atividade;

- Realizar reuniões, oficinas e palestras a fim de estimular a comunidade, como também mantê-los sempre informados e atualizados quanto as intervenções e atividades que forem sendo desenvolvidas, tanto através de materiais impressos como de ações porta à porta;
- Sempre divulgar previamente todas as ações e eventos previstos, através de cartazes, cartilhas, etc; e
- Criar e manter atualizado um Portal/Site do empreendimento, fomentando na comunidade a busca de informações bem como a possibilidade desta avaliar periodicamente a atuação da empresa junto à comunidade, a partir de ferramentas de obtenção de dados qualitativos.

Vale ressaltar que todas as atividades e ações executadas deverão ser devidamente documentadas através de relatórios, conter lista de presença que comprove a participação popular (quando se aplicar), registros fotográficos, filmagem, etc. A partir de então deverá ser criado um banco de dados contendo todas as informações coletadas durante todas as fases do empreendimento, bem como as medidas adotadas para atender as demandas e prerrogativas da comunidade.

Recursos Necessários

Para a execução do Plano de Comunicação Social será necessário a contratação de profissionais devidamente especializados na área de comunicação social e afins, como jornalismo, publicidade, relações públicas, entre outras, além de infraestrutura básica, como maquinas fotográficas e computadores equipados com *softwares* de edição de texto, imagens e vídeo, além de livre acesso a Internet.

Responsabilidade de Execução

O empreendedor fica responsável pela execução deste plano durante as fases de planejamento, operação e desativação.

Atendimento aos Requisitos Legais

O referido plano atende ao que dispõe o Artigo 3º, da Lei Federal 9.795/1999, a qual considera os meios de comunicação em massa como uma forma de "*colaborar de maneira ativa e permanente na disseminação de informações e práticas educativas sobre meio ambiente e incorporar a dimensão ambiental em sua programação*".

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Comunicação Social se relaciona com todos os outros planos previstos para o Empreendimento, principalmente com o Plano de Educação Ambiental pois consiste em um instrumento fundamental para sua consolidação.

Resultados Esperados

Através da consolidação do Plano de Comunicação Social objetiva-se fixar canais de informação e comunicação aliado a todos os diferentes atores envolvidos nas etapas do empreendimento, sendo estes impactados pela atividade direta ou indiretamente. Espera-se também que a comunicação no desenvolver de todas as fases do Aterro Sanitário sejam consolidadas e obedeçam uma sequência.

Cronograma de Execução

Os procedimentos de comunicação devem ser realizados durante todas as fases do empreendimento, estabelecendo ainda períodos prévios de um à dois meses para o devido debate e detalhamento das fases, bem como os impactos associados e que irão afetar a população das áreas de influência direta e indireta.

8.5. PLANO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Introdução

Vivemos num mundo no qual os recursos são limitados, mas cujo crescimento é ilimitado, e onde os recursos existentes são fortemente inter-relacionados e interdependentes.

A preocupação com a proteção e conservação ambiental é crescente no panorama mundial, inclusive considerado como aspecto essencial e condicionante na sociedade moderna. A degradação ambiental traz prejuízos, na grande maioria das vezes irreparáveis ao ecossistema e consequentemente a toda a sociedade.

A Industria da Construção Civil é uma indústria pautada na transformação da matéria prima em outros elementos que dão sustento a sua atividade, e neste processo de transformação e recriação de novos materiais e elementos, há a geração de grande quantidade de resíduos sólidos responsáveis por significativos impactos ao meio ambiente.

Todo resíduo gerado pela indústria da Construção Civil, se bem gerido, pode ser reciclado, seja na própria obra onde foi gerado, ou servir como base e matéria prima para outras obras.

Objetivo

O principal objetivo do Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil, é a correta gestão dos resíduos inerentes à implantação e operação do Empreendimento. Em síntese, o objetivo é garantir a gestão eficiente dos resíduos gerados até o seu destino, seja ele perigoso ou não.

Justificativa

Embora a atividade do empreendimento trate-se do tratamento e disposição final de resíduos, faz-se necessário o seu gerenciamento tendo em vista que a produção de resíduos sólidos, em maior ou menor quantidade, está intrínseco as atividades humanas.

É importante ressaltar que em paralelo à disposição final dos resíduos Classe II, a UVS Macaíba também poderá executar o tratamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde para posterior aterramento, como também executará a triagem de resíduos oriundos da coleta seletiva. Desta forma, um plano que auxilie no gerenciamento dos resíduos gerados tanto pelos colaboradores, como aqueles oriundos das atividades de suporte operacional.

A execução de um Plano de gestão de resíduos em construções é de fundamental importância devido a utilização de diversos tipos de material em etapas diferentes do processo, como forma de padronizar desde a fonte geradora até o destino destes resíduos, de forma a minimizar os potenciais impactos ambientais.

Escopo e medidas de controle

A gestão de resíduos se caracteriza por apresentar medidas relativas ao manejo dos resíduos sólidos no âmbito das obras de implantação do Empreendimento, contemplando a separação na origem, a coleta, o manejo, o acondicionamento, o armazenamento, o transporte, a minimização, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e o destino dos resíduos gerados.

O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil, trata de etapas integrantes de um manejo adequado dos resíduos sólidos do Empreendimento, de forma a disciplinar a gestão de resíduos do Aterro Sanitário em todas as suas etapas.

Reforçando que, na etapa da Licença prévia - LP, o documento apresentado é mais conciso, uma vez que se trata de um Plano Ambiental. Por esse motivo, apresentado de forma resumida, contudo destacando as etapas a serem seguidas durante a execução de um futuro Programa (Licença de Instalação - LI).

- Geração de Resíduos

Durante a etapa de instalação do empreendimento, a geração dos resíduos concentra-se na área do canteiro de obras. Os resíduos gerados nessa etapa são em sua maioria, não perigosos e inertes, uma vez que se trata de resíduos de construção civil, material de escritório, que se assemelham à entulhos, comercial e doméstico.

O volume de geração de resíduos durante a operação da UVS Macaíba é basicamente proveniente das unidades de apoio como nas áreas administrativas, que são caracterizados como resíduo classe II

- Identificação dos Resíduos

Os resíduos sólidos são classificados de diversas maneiras, as quais se baseiam em determinadas características ou propriedades. A classificação é importante para a seleção do Plano de gerenciamento mais viável. Os resíduos podem ser classificados quanto: à natureza física, a origem, a composição química, aos riscos potenciais ao meio ambiente.

Durante a fase de instalação serão gerados resíduos sólidos inorgânicos e orgânicos diversos, este último principalmente do refeitório. Haverá também os resíduos de construção civil, tais como ferros, concreto etc.

Todos serão identificados de acordo com a NR 10004 da ABNT, para posterior acondicionamento.

- Acondicionamento dos Resíduos

Há também os resíduos que poderão ser gerados ao decorrer das obras de implantação e operação como embalagens, toalhas e estopas usadas, peças, pneumáticos, baterias automotivas, lâmpadas e os de restos de frentes de obras como carretéis, sobras de material elétrico, ferragens e outros.

Para o manejo adequado de tais resíduos, durante o período das obras, recomenda-se:

- Parte dos materiais, como pneumáticos e baterias, devem ser devolvida aos fornecedores; peças podem ser geridas como sucata; e embalagens diversas não contaminadas, como lixo comum. Materiais contaminados com óleo/graxa ou produtos químicos considerados perigosos devem ser dispostos de acordo com a sua especificidade e periculosidade seguindo a legislação vigente;

Os restos de frentes de obra também apresentarão grande variedade de tipos, porém podem ser facilmente segregados em materiais recicláveis e não recicláveis, sendo viável, portanto, o seu encaminhamento para reuso ou reciclagem, devolução para os fornecedores, venda para recicladoras ou dispostos em locais licenciados;

- Se houver contaminação de solo, ele deve ser removido e destinado após análise prévia e enquadramento, a local de destino previamente aprovado e licenciado pelo órgão ambiental.

- Coleta e Transporte dos Resíduos

É importante que haja pessoal capacitado para efetuar a coleta dos resíduos sólidos previamente acondicionados conforme a sua classificação para posterior transporte até o destino de forma correta.

Os procedimentos de coleta e transporte durante a etapa de operação devem ser executados por equipe interna previamente estabelecida, com equipamentos corretos e de acordo com a demanda

de geração. Recomenda-se a coleta pelo menos uma vez na semana visando evitar a proliferação de pragas.

Público-Alvo

O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil tem como público-alvo:

- A equipe responsável pela UVS Macaíba;
- Subcontratadas, além do pessoal envolvido no processo de construção, incluindo os supervisores da obra, fornecedores e demais prestadores de serviço

Recursos Necessários

A execução do Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil necessitará dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte, material didático), e humano (coordenador responsável pela supervisão e especialistas responsáveis pela execução das ações).

Responsabilidade de Execução

A responsável pela implementação deste Plano é a empresa responsável pela construção do empreendimento, devendo o Empreendedor fiscalizar (em caso de terceirização) a execução adequada deste Plano, a fim de assegurar a prática sustentável em todos os serviços realizados.

Atendimento aos Requisitos Legais

Para desenvolvimento do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos e da Construção Civil, deve-se usar como diretrizes os documentos abaixo listados:

- NBR 10004/2004 – Resíduos Sólidos - Classificação;
- NBR 10005/2004 – Lixiviação de resíduos – Procedimento;
- NBR 10006, 2004 - Solubilização de resíduos – Procedimentos;
- NBR 10007/2004 – Amostragem de resíduos – Procedimento;
- NBR 13221/2007 – Transporte de resíduos – Procedimento;
- NBR 11174/1090 – Armazenamento de resíduos classe II (não inertes) e III (inertes);
- Resolução CONAMA nº 275/2001 – Código de cores para diferentes tipos de resíduos;
- Resolução CONAMA nº 358/2005 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências;
- Decreto 10.936, de 12 de janeiro de 2022 – Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;

- Resolução RDC Nº 306/2004 – Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde;
- Resolução RDC Nº 222/2018 - Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil possui inter-relação com os seguintes Planos abaixo listados:

- Plano de Gestão Ambiental;
- Plano de Controle Ambiental Das Obras (PCAO);
- Plano de Educação Ambiental;
- Plano de Comunicação Social;
- Programa de Emergência e Contingência Ambiental;
- Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho.

Resultados Esperados

A partir da implantação desse plano espera-se que os resíduos gerados durante as fases de implantação do empreendimento sejam geridos da forma correta, de acordo com as Legislações e Normas vigente, e de maneira que os impactos ambientais sejam mitigados ou minimizados.

Cronograma de Execução

Este plano deverá ser executado periodicamente, de forma ininterrupta, e durantes todas as fases de Implantação e principalmente na Operação do empreendimento.

8.6. PROGRAMA DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

Introdução

O Programa de Emergência e Contingência visa planejar sua resposta a emergências levando em conta as necessidades das partes interessadas e pertinentes, considerando a natureza dos perigos locais e medidas a serem tomadas no caso de emergências ambientais, de segurança e saúde.

Objetivo

Tem como objetivo identificar cenários emergenciais e definir ações que devem ser seguidas no caso do desencadeamento dessas ocorrências emergenciais.

Justificativa

O Programa de Emergência e Contingência, é elaborado para definir os procedimentos necessários na tomada de ação estratégica, quando na ocorrência de alguma situação de emergência, assegurando assim, a eficiência das ações e minimizando os impactos negativos, em relação aos riscos potenciais inerentes ao empreendimento.

Escopo e medidas de controle

O Programa irá definir os procedimentos a serem adotados pelos colaboradores e prestadores de serviço da UVS Macaíba em situações de emergência. Este visa o mapeamento dos riscos de acidentes ambientais, tanto quanto aos colaboradores, infraestrutura e comunidade local, como forma de se antecipar as ocorrências em casos reais de emergência, e assegurar a melhor resposta possível em casos de sinistros.

O Programa deverá assegurar a capacitação e o desenvolvimento da consciência dos colaboradores envolvidos, a fim de:

- Controlar o pânico e orientar os funcionários e prestadores de serviço em casos de sinistro;
- Minimizar danos ambientais e patrimoniais quando da ocorrência de acidentes;
- Possibilitar as ações de salvamento e prestações de primeiros socorros em casos de emergência;
- Assegurar, em casos de incêndios, o combate imediato pelos colaboradores treinados ou da área, bem como a convocação de reforços para a complementação dos trabalhos;
- Prevenir e, quando inevitável, conter de forma emergencial, os impactos gerados por acidentes ocorridos com qualquer substância agressiva ao meio ambiente; e,
- Manter a coordenação, ordem e segurança necessárias durante as operações de emergências.

As ações previstas no Programa serão implementadas durante as fases de implantação e operação do Empreendimento.

A empresa responsável pelo Aterro Sanitário, precisa apresentar no ato da Licença de instalação – LI, no mínimo, planos de contingência para riscos tais como:

- Desmoronamento ou deslocamento de maciços de resíduos;
- Vazamento de gás dos tubos de drenagem;
- Vazamento de percolado;
- Acidentes automobilísticos com remoção de vítimas;
- Salvamento de espécies da fauna e avifauna nativa;

Além de implementação da NR-5 com a instituição da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA.

Público-Alvo

Considera-se público-alvo as pessoas que direta ou indiretamente venham a trabalhar no Empreendimento como um todo. Também os prestadores de serviços e órgãos de fiscalização ambiental.

Recursos Necessários

Tanto a elaboração como a execução do Programa de Emergência e Contingência deverá ser realizada por Gestores ou Engenheiros Ambientais especialistas em Segurança no trabalho, devidamente credenciados. Necessitará também dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte e material didático), e recursos específicos (mangueiras, mantas, blocos de contenção, etc) que serão definidos após análise crítica de cada risco potencial mapeado pelo Programa.

Responsabilidade de Execução

A responsabilidade pela implementação do Programa de Emergência e Contingência é do Empreendedor, na figura do Coordenador Operacional de Emergência, cabendo-lhe ainda julgar a necessidade de acionamento do Coordenador de SSMA - Segurança, Saúde no Trabalho e Meio Ambiente, e envolvendo os terceirizados em todas as fases do Empreendimento.

Atendimento aos Requisitos Legais

O Programa de Emergência e Contingência do Empreendimento deverá considerar como diretrizes principais em sua elaboração a NBR ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestão Ambiental e a NR – 20 em seu item 20.14.2: Plano de respostas às emergências.

Inter-Relação com outros Planos

O Programa de Emergência Ambiental se relaciona com todos os outros Planos previstos para o Empreendimento.

Resultados Esperados

A partir da implantação desse Programa, objetiva-se que a possibilidade de episódios de falhas, bem como a gravidade das consequências sejam reduzidas. Com isso, também se espera que as condições de controle frente aos eventos de emergência sejam realizadas em tempo hábil e com eficiência máxima, antes que sejam gerados danos irreversíveis.

Cronograma de Execução

O Programa de Emergência e Contingência deverá ser executado durante as etapas de implantação e operação do empreendimento, por meio de treinamentos e ações de monitoramento frequentes e permanentes.

8.7. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Introdução

Durante as Fases de Instalação e Operação das atividades, poderão ocorrer impactos sobre a qualidade das águas superficiais na área de influência do empreendimento, principalmente pelo carreamento de sólidos para os corpos d'água, em função da exposição e erosão do solo, pelo derramamento de óleos e combustíveis decorrente da movimentação e circulação de máquinas, equipamentos e veículo, e pela alteração na vazão e hidrodinâmica local em função da implantação dos sistemas de proteção ambiental e sanitária. Porém todos esses impactos estão previstos e deverão ser minimizados com as práticas adotadas durante a fase de implantação, descritas no âmbito do Programa de Controle Ambiental das Obras.

Objetivo

O Programa tem como objetivo monitorar as águas subterrâneas e superficiais, e identificar possível degradação da qualidade dessas águas por líquidos percolados, óleos e sedimentos em suspensão provenientes da operação do empreendimento.

Justificativa

O monitoramento da qualidade das águas superficiais ou dos aquíferos subterrâneos, tem como finalidade principal inspecionar a eficiência do aterro sanitário no que diz respeito a poluição ambiental, seja por irregularidades nas camadas de impermeabilização, seja por derramamento de óleo, ou qualquer outra atividade desempenhada durante a operação do aterro que venha a causar impactos.

Escopo e medidas de controle

Os padrões de qualidades das águas superficiais e subterrâneas são definidos, respectivamente, de acordo com a classe de cada corpo d'água e conforme o uso desses aquíferos, podendo ser também por meio de parâmetros definidos pelo órgão fiscalizador. A definição de seus padrões, como o efetivo e periódico acompanhamento das características dessas águas é primordial a atenuação dos impactos. Com isso, é necessário que algumas medidas sejam tomadas, como:

- O monitoramento de qualidade das águas deve ter início antes da implantação do empreendimento;
- Durante a operação, o monitoramento deverá ter frequência periódica, ou conforme estabelecido pelo órgão ambiental, e após a sua desativação, deverá ocorrer de forma anual;
- O monitoramento deve ser realizado através da rede de poços de monitoramento prevista no projeto, a serem instalados conforme norma NBR 15495-1/2007 e conforme procedimentos a serem estabelecidos no licenciamento ambiental;
- De acordo com a NBR 13.895/1997, as coletas de monitoramento da qualidade da água subterrânea, deverão ocorrer por meio de pelo menos um poço à montante e três à jusante do Aterro Sanitário, conforme fluxo das águas subterrâneas.

No projeto básico, prevê-se que o acompanhamento através de poços de monitoramento, os quais tiveram sua localização definida em projeto considerando que os gradientes preferenciais de direção do fluxo da água subterrânea ocorrem de acordo com a topografia local e que os corpos de água, externos ao imóvel, são os locais de descarga.

Devem ser analisados, no mínimo, os seguintes parâmetros:

- Parâmetros físico-químicos (pH, EH, condutividade, salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido);
- VOC, DBO, DQO, metais totais, metais dissolvidos e coliformes

Para as análises das amostras de água superficial, além dos parâmetros acima listados deve-se analisar em campo a presença ou ausência de materiais flutuantes.

O laboratório deve adotar métodos analíticos que propiciem limites de quantificação (LQ) que atendam aos valores da Resolução CONAMA 357/05 para água superficial. Todas as amostras devem ser encaminhadas para o laboratório acompanhadas de cadeia de custódia. Todas as análises devem ser realizadas em laboratório acreditado pela ISO 17.025.

Público-Alvo

Este Programa serve de indicador técnico quanto a operação do aterro, bem como para atendimento de condicionantes estabelecidas pelo órgão ambiental. Desta forma, considera-se público-alvo deste o empreendedor, órgãos de fiscalização ambiental e sociedade em geral.

Recursos Necessários

Tanto a elaboração como a execução do Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas é do empreendedor, e deverá ser realizada por Químicos, e/ou Engenheiros Químicos ou Engenheiros

Ambientais, devidamente credenciados. Necessitará também dos recursos básicos materiais (laboratório, recipientes adequados, infraestrutura, etc).

Responsabilidade de Execução

A responsabilidade pela implementação do Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas é do empreendedor. A sua execução deve acontecer por profissionais devidamente qualificados e laboratórios com tecnologia necessária a análise, podendo estes serem terceirizados ou não.

Atendimento aos Requisitos Legais

Este Programa deverá considerar como diretrizes principais em sua elaboração a Resoluções CONAMA nº 397/2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e CONAMA nº 396/2008, a qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, além da NBR ISO 15847:2010 – Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento — Métodos de purga; NBR 13896/1997 – Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação; NBR 15495-1:2007 – Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aqüíferos granulados – Parte 1: Projeto e construção; e NBR 15495-2:2008 – Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aqüíferos granulares – Parte 2: Desenvolvimento.

Inter-Relação com outros Planos

O Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas se relaciona com os seguintes planos: Plano de Gestão Ambiental, Plano de Emergência e Contingência, Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial e Plano de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos.

Resultados Esperados

A partir da implantação e operação desse Programa, objetiva-se que os parâmetros de qualidade da água do empreendimento e seu entorno sejam preservados, bem como que possíveis impactos advindos da operação da atividade sejam minimizados.

Cronograma de Execução

Comumente a coleta e análise das amostras de água deve ocorrer trimestralmente, no entanto o empreendedor e o órgão ambiental definirão juntos a frequência de coleta apropriada.

8.8. PLANO DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

Introdução

O Plano de Monitoramento Geotécnico possui principalmente um caráter preventivo, tendo fundamental importância para o desenvolvimento da atividade em um aterro sanitário. Considera-se que este plano subsidia no controle operacional, através de um monitoramento constante da estabilidade dos maciços de resíduos quanto as movimentações verticais, horizontais e de recalques, trazendo ainda um entendimento de como os resíduos se comportam geotecnicamente.

Objetivo

O objetivo principal deste programa está atrelado ao monitoramento da estabilidade dos maciços, com o intuito de se constatar, em tempo hábil, quaisquer comportamentos adversos ou instalação de processos erosivos, e com isso amenizar possíveis riscos geoambientais. Ademais, também objetiva-se a partir desse monitoramento, analisar a integridade dos sistemas de drenagem, cobertura e revestimento.

Justificativa

O Plano de Monitoramento Geotécnico justifica-se pela necessidade de obter-se informações quanto a segurança da estabilidade do maciço, e que a partir disso sejam adotadas medidas de prevenção e reparação quando da identificação dos vestígios de início de movimento da massa.

Escopo e Medidas de Controle

Conforme previsto em projeto, para a execução do monitoramento geotécnico do aterro será implantada instrumentação composta por marcos superficiais e piezômetros, os quais forneçam informações quanto ao seu comportamento geotécnico, tendo em vista:

- Medir os deslocamentos horizontais e verticais do aterro, através de marcos superficiais;
- Medir a pressão de gases e nível de percolado no interior do maciço de resíduos.

Os pontos de monitoramento dos marcos superficiais e piezômetros devem ser escolhidos para obtenção de dados do comportamento geotécnico do maciço e em especial nas seções analisadas no cálculo de estabilidade.

Trabalhos de leituras e medições deverão ser feitos em campo, através de equipes especializadas. As medições deverão ocorrer com frequência ajustada conforme a situação geométrica do aterro e os resultados verificados.

Deverão ser realizadas as seguintes:

- Posição dos marcos superficiais (X, Y, Z);
- Pressões de gás e nível piezométrico do percolado, nos piezômetros;
- Superfície do aterro (as built da topografia).

A partir das informações obtidas, deverá ser avaliada a condição geotécnica e estabilidade do maciço do aterro no que diz respeito a:

- Pressões internas ao maciço (poropressões);
- Deslocamentos verticais (recalques) e deslocamentos horizontais;
- Deformações nos taludes;
- Precipitação total e vazão/volume de percolado gerado;
- Fator de segurança.

O resultado da análise junto com o estabelecimento de critérios de desempenho e segurança, possibilitam que providências sejam tomadas prontamente de acordo com a situação verificada. O acompanhamento sistemático resultará na consolidação das hipóteses adotadas na realização das análises de estabilidade e consolidação de níveis de alerta. Este monitoramento deverá ser apresentado em relatório após cada período de monitoramento.

Público-Alvo

Tratando-se de um programa específico, têm-se como público-alvo o empreendedor, profissionais técnicos ligados a operação e possivelmente instituições de ensino.

Responsabilidade de Execução

O registro dos dados operacionais, a conformação geométrica do aterro e os dados obtidos através da instrumentação devem ser analisados por equipe composta por engenheiros e técnicos especialistas na área geotécnica. No entanto, a responsabilidade da execução do programa e contratação do pessoal é inteiramente do empreendedor.

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Monitoramento Geotécnico se relaciona com os seguintes planos: Plano de Gestão Ambiental, Plano de Emergência e Contingência, Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial e Plano de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos.

Atendimento aos Requisitos Legais

Este Programa deverá considerar como diretrizes principais em sua elaboração:

- NBR 13896/1997 - aterros de resíduos não perigosos - critérios para projeto, implantação e operação.
- NBR 11682/1991 – Estabilidade de Taludes;

- NBR 11682/2009 – Estabilidade de Encostas;
- NBR 6502/1995 - Rochas e Solos.

Resultados Esperados

Visa-se, a partir da instituição desse Programa, que o monitoramento ocorra de maneira regular, mantendo-se a segurança das estruturas, assim como de todos os envolvidos na operação do empreendimento. De maneira geral, espera-se otimizar o volume das células bem como manter a estabilidade da estrutura dos taludes.

Objetiva-se ainda, que o Programa viabilize para os técnicos envolvidos, condições de intervenções necessárias no caso da ocorrência de erros de projeto ou operação.

Cronograma de Execução

A definição de um cronograma para esse programa será em função da etapa na qual encontrar-se o empreendimento. Na fase de operação, por exemplo, é de fundamental importância que ocorra de maneira contínua.

Já para a etapa de desativação, a frequência pode ser amenizada, tendo em vista que devesse analisar de acordo com o período após a desativação que se está verificando. Isto é possível devido a estabilização do maciço que vai ocorrendo no decorrer do tempo. No entanto, vale ressaltar que o empreendedor, junto ao órgão ambiental licenciador, poderá definir oficialmente a frequência de monitoramento.

8.9. PLANO DE CONTROLE DOS PROCESSOS EROSIVOS E MONITORAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

Introdução

Um dos principais, senão o principal impacto proveniente do uso e ocupação dos solos são as erosões. Isso acontece na maioria das vezes devido a retirada da cobertura vegetal, o que acaba por tornar o solo propício a sofrer processos erosivos, principalmente em áreas inclinadas, onde o solo apresente transição granulométrica entre horizontes, e nos períodos chuvosos.

Analisando que a área da UVS Macaíba é, em sua maioria, plana, e no intuito de garantir o bom funcionamento dos equipamentos de drenagem pluvial ao longo das fases de abertura das células, operação da atividade, bem como de toda a infraestrutura de suporte operacional do empreendimento, esse Plano indicará as medidas ligadas principalmente ao monitoramento da integridade destes equipamentos e áreas.

Além disso, as precipitações que incidem sobre as células atuam como o fator de indução da produção de líquido percolado, com isso faz-se necessário a implantação de um efetivo sistema de drenagem pluvial que auxilie a minimizar a geração desse chorume.

Objetivo

O principal objetivo do Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, é apresentar ações direcionadas a manutenção e controle do sistema de drenagem/escoamento superficial principalmente durante as Etapas de Implantação e Operação do Empreendimento, sobretudo na área de aterramento e nas vias de acesso, com vistas a prevenir e controlar possíveis danos aos equipamentos de drenagem e identificar potenciais riscos ao meio ambiente. Como também orientar sobre as intervenções antrópicas, buscando reduzir o aparecimento de processos erosivo e de sedimentação, que possam vir a comprometer a estabilidade ambiental da área.

Justificativa

De modo a garantir a preservação do meio físico, a minimização de processos erosivos com a execução das obras de drenagem, redução da incidência das águas pluviais sobre a área de aterramento visando a minimizar a geração de chorume, e o auxílio no monitoramento de controle e correção dos danos nas estruturas de drenagem estão como principais justificativas deste Plano.

Escopo e medidas de controle

O Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, visa minimizar os impactos provenientes das mudanças ocasionadas ao meio ambiente pela atividade, podendo variar desde processos erosivos pontuais nos taludes dos maciços de resíduos, como nos taludes das próprias vias de acesso, até o surgimento destes em áreas à princípio sem nenhuma intervenção, mas que sofrem com o aumento do escoamento superficial em decorrência da retirada do material vegetal durante as obras, por exemplo.

Para que o Aterro se instale de forma coesa e os processos erosivos sejam devidamente monitorados, sugere-se algumas medidas de controle, são elas:

- Identificação e cadastramento de processos erosivos através de análises fotográficas, cartografia e vistorias de campo;
- Delimitação das áreas com processos erosivos e acompanhamento de sua evolução, sobretudo quanto ao tipo de evento erosivo que está sendo desencadeado;
- Delimitar e proteger as áreas que possuem processos erosivos, a fim de conter seu avanço. A proteção pode ser através de plantio de vegetação rasteira com sistema radicular profundo, colocação

de lonas plásticas, realização de obras estruturantes etc. Em caso de ocorrência de sulcos erosivos, é fundamental que a recuperação seja feita rapidamente e utilizando material de boa qualidade geotécnica;

- Identificação dos processos, estruturas ou ações geradoras dos processos erosivos;
- Diagnosticar cada situação, a fim de se criar um histórico onde se consiga mapear os eventos erosivos associados, buscando então alternativas para minimizá-los ou até eliminá-los;
- Proposição de medidas mitigadoras preventivas e corretivas com o intuito de minimizar e/ou evitar os processos erosivos.

Público-Alvo

O Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial tem como público-alvo:

- A equipe responsável pela UVS Macaíba e suas subcontratadas.

Recursos Necessários

Para que seja executado, o Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial necessitará dos recursos básicos materiais (infraestrutura, transporte, multimídia e material didático) e humanos (coordenador habilitado responsável pela supervisão das obras, e especialistas pela execução das ações).

Responsabilidade de Execução

A responsável pela implementação deste Plano é a empresa designada para promover a construção do Empreendimento, devendo o empreendedor fiscalizar (em caso de terceirização) a execução adequada deste Plano, a fim de assegurar a prática sustentável em todos os serviços realizados, como também durante toda a fase de Operação da atividade.

Atendimento aos Requisitos Legais

Os requisitos técnicos, práticas recomendadas e medidas preventivas a fim de evitar o desenvolvimento de processo erosivos em cada etapa da construção estão reunidos nas Normas Técnicas específicas à atividade.

Os responsáveis pela execução deste Plano deverão conhecer as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, para os procedimentos em sistemas de drenagem.

Inter-Relação com outros Planos

O presente Plano se relaciona principalmente com o Plano de Controle Ambiental das Obras – PCAO, Plano de Monitoramento Geotécnico, Plano de Monitoramento de Líquidos Percolado e Efluentes Líquidos.

Resultados Esperados

A partir do desenvolvimento deste plano, espera-se que os processos erosivos sejam frequentemente monitorados e mitigados de forma eficaz, e em tempo hábil, principalmente sobre os taludes das células, auxiliando no mantimento da estabilidade. Além disso, objetiva-se que as águas pluviais sejam corretamente drenadas, de forma que o menor volume possível incida sobre a área de aterramento, e com isso a produção de chorume venha a ser minimizada.

Cronograma de Execução

Para o Plano em questão, é necessário que se tenha início antes mesmo da implantação do empreendimento, tendo em vista que as áreas sob ação de processos erosivos precisam ser identificadas, e posteriormente definidas estratégias de mitigação ou até mesmo serem isoladas antes mesmo de toda a conformação de projeto. Durante as etapas de Implantação e Operação, esse monitoramento deve ser contínuo e frequentemente, principalmente nos períodos chuvosos, onde o monitoramento das áreas de risco devem se dar sempre após um evento.

8.10. PLANO DE MONITORAMENTO DE RUÍDOS

Introdução

Tanto as obras de implantação, como a operação da UVS Macaíba poderão emitir ruídos em diferentes graus de intensidade e frequência, que podem vir a causar problemas às pessoas e aos animais. Por esse motivo, é importante que sejam realizadas medições dos níveis e critério de ruídos durante as obras e funcionamento das atividades, a fim de verificar a importância dos impactos e a garantia do conforto acústico dos indivíduos.

Objetivo

O Plano tem como objetivo mitigar e controlar os impactos gerados pela emissão de energia sonora, seja quanto ao aspecto do ruído ou da frequência das ondas sonoras, e decorrentes das atividades desenvolvida na implantação e operação do Aterro Sanitário.

Justificativa

A instalação e operação da atividade que se requer, deverá alterar a qualidade sonora do ambiente local, considerando que tanto as atividades referentes ao canteiro de obra, bem como as obras civis para implantação do Aterro Sanitário, ou ainda o tráfego diário de caminhões com resíduos para destinação final, dentre as outras atividades, poderão gerar/aumentar os níveis de ruído na região de implantação do empreendimento. Desta forma, faz-se necessário a execução deste Plano a fim de monitorar e acompanhar os níveis de pressão sonora (NPS) gerados e propor medidas mitigatórias, caso verificado que os níveis de ruídos medidos estão causando incomodo a população circunvizinha e para fauna local.

Escopo e Medidas de Controle

O Plano de Monitoramento de Ruídos visa acompanhar através de medições, os ruídos gerados durante as etapas de implantação e operação do Aterro Sanitário, além de aplicar as medidas de controle para minimizar o impacto causado ao meio. O Plano será de fundamental relevância na detecção do raio de abrangência da energia sonora dispersada e no controle do nível de incômodos à população, fauna e outros.

Para que se possa fazer uma avaliação precisa das alterações geradas à qualidade sonora do ambiente em decorrência das emissões geradas pelas atividades de implantação e operação da UVS Macaíba, o monitoramento deverá ser realizado em momentos distintos no decorrer do dia, considerando horários de pico da execução das atividades e em diferentes pontos da área do aterro e seu entorno. Para auxiliar o monitoramento, será necessário a utilização de um sonômetro, o qual consiste em um equipamento projetado para realizar a medição dos níveis de pressão sonora, ou seja, aferir a intensidade da energia sonora dispersada a partir de uma ou mais fontes.

Com relação as medidas a serem adotadas para desenvolvimento do programa, pode-se destacar as seguintes:

- Utilização e instalação de equipamentos devidamente compatíveis com a legislação aplicável. A operação deve estar dentro dos limites aceitáveis de emissão de vibrações e de geração de ruídos;
- Acompanhamento e monitoramento rigoroso dos equipamentos utilizados no desenvolvimento das atividades, além de todas outras fontes de emissão, averiguando sempre o atendimento aos padrões estabelecidos;
- Fiscalização da utilização de equipamentos de segurança.

Conforme mencionado, os parâmetros adotados devem estar de acordo com a norma ABNT NBR 10.151/2019. Com relação aos equipamentos de medição utilizados, devem estar devidamente

calibrados e ajustados de acordo com o item 4 da NBR. Já com relação aos pontos de coleta, deve-se medir no exterior das edificações, e no caso de reclamações, também deve ocorrer dentro das edificações atingidas. Para tanto, deve ser obedecido os seguintes requisitos:

- No exterior das edificações que contêm a fonte, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc. Na impossibilidade de atender alguma destas recomendações, a descrição da situação medida deve constar no relatório;
- No exterior da habitação do reclamante, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc;
- As medições em ambientes internos devem ser efetuadas a uma distância de no mínimo 1 m de quaisquer superfícies, como paredes, teto, pisos e móveis;
- Os níveis de pressão sonora em interiores devem ser o resultado da média aritmética dos valores medidos em pelo menos três posições distintas, sempre que possível afastadas entre si em pelo menos 0,5 m;
- Caso o reclamante indique pontos diferentes dos citados, os mesmos devem constar no relatório.

A análise dos dados coletados acontecerá de duas maneiras:

- Serão utilizados como parâmetro de análise os valores estabelecidos pela NBR 10.151/2019 no caso das medições realizadas nas áreas próximas do Aterro Sanitário, como também nas comunidades de seu entorno;
- Os resultados das medições coletadas nos pontos onde foram realizadas as medições de background serão comparados com esse para verificar o nível de contribuição do empreendimento para com o aumento dos ruídos.

Essa comparação será realizada subtraindo os valores medidos com os valores de *background* (eq. 01), no caso de resultado igual a zero ou negativo, considera-se que o mesmo não está contribuindo para o aumento dos ruídos naquela área. No caso de valores positivos, o resultado será o nível de contribuição dos ruídos para a área.

$$N = m - b \quad \text{(eq. 01)}$$

Onde,

N = Nível Contribuição

m = Medição atual

b = medição de background

Com relação a cronologia das medições, deve ser escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão. A medição pode envolver uma única amostra ou uma sequência delas.

Público-Alvo

A empresa responsável pelas obras, suas subcontratadas, além do pessoal envolvido no processo de construção e operação da atividade, incluindo os fornecedores e demais prestadores de serviços. O empreendedor fica responsável por monitorar em caso de terceirização.

Recursos Necessários

Tanto a elaboração como a execução do Plano de Monitoramento de Ruídos deverá ser realizada por Gestores e/ou Engenheiros Ambientais especialistas em Segurança no trabalho, devidamente credenciados. Necessitará também dos recursos básicos materiais (infraestrutura, transporte e material didático), além de recursos específicos para medições (sonômetro e dosímetro) que serão escolhidos após mapeadas e definidas as necessidades específicas de cada medição.

Responsabilidade de Execução

A execução do Plano de Monitoramento de Ruídos ficará sob responsabilidade do empregador, que deverá cobrar de todas as empresas parceiras (em caso de terceirização) que estejam desenvolvendo atividades em todas as etapas do Empreendimento.

Atendimento aos Requisitos Legais

Em sua elaboração o Plano de Monitoramento de Ruídos deverá considerar os seguintes documentos abaixo listados:

- Resolução CONAMA nº 01/90 – Os critérios e diretrizes para o controle da emissão de ruídos;
- Resolução CONAMA nº 272/2000 – Define novos limites máximos de emissão de ruídos por veículos automotores;
- ABNT NBR 10.152/2017 – Níveis de ruído para conforto acústico;
- ABNT NBR 10.151:2019 - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral;
- Lei Federal nº 6.938/1981 - Política Nacional do Meio Ambiente.

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Monitoramento de Ruídos possui inter-relação com os seguintes Planos abaixo listados:

- Plano de Gestão Ambiental;
- Plano de Controle Ambiental das Obras (PCAO);
- Plano de Educação Ambiental;
- Plano de Comunicação Social;
- Programa de Emergência Ambiental;
- Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil
- Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna Terrestre; e
- Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho.

Resultados Esperados

A partir do desenvolvimento do programa espera-se que os processos ecológicos atrelados a fauna local sejam impactados minimamente, assim como toda comunidade envolvida direta e indiretamente com o empreendimento.

Cronograma de Execução

Para este programa em específico, sugere-se uma periodicidade da amostragem do monitoramento do nível de ruído deverá ser mensal na fase de instalação do Empreendimento e trimestral na fase de operação e manutenção.

8.11. PLANO DE MONITORAMENTO E AFUGENTAMENTO DA AVIFAUNA E FAUNA TERRESTRE

Introdução

Embora a área utilizada para implantação do empreendimento tenha sido usada durante muito tempo para a monocultura da cana-de-açúcar, sendo, portanto, uma área cuja vegetação plantada era periodicamente suprimida, a implantação do empreendimento bem como o desenvolvimento de suas atividades, deverá impactar na circulação da fauna silvestre local, com a possibilidade de ocasionar o afugentamento da fauna, ou ainda atrair fauna sinantrópica. O aumento da circulação de veículos e pessoas na área também causará impactos ambientais na rotina da fauna silvestre, gerando inclusive o risco de acidentes por atropelamento desses animais.

Objetivo

O principal objetivo do Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna Terrestre é monitorar os fluxos de fauna silvestre, e quando possível, mitigar os impactos ambientais

causados à fauna local em decorrência da intervenção humana. O Plano apresenta diversas medidas que devem ser adotadas durante e após a fase de implantação do Aterro Sanitário.

Justificativa

A implantação da UVS Macaíba demandará modificações no meio ambiente, haja vista a mudança do uso ocupação do solo local, com a necessidade de limpeza da área, realização de eventos de terraplanagem, e o incremento de nova atividade na dinâmica local, o que poderá ocasionar a fuga da avifauna e fauna terrestre comum na região, e que utilizam a área como local de abrigo ou para fins de alimentação.

Escopo e Medidas de Controle

O Plano de Monitoramento da Avifauna e Fauna Terrestre, naturalmente necessitará do levantamento e detalhamento de dados referentes aos espécimes, hábitos e demais informações associadas, de forma que o Plano possa ser executado da maneira mais eficaz.

Como forma de garantir um bom desempenho no monitoramento da Avifauna e Fauna Terrestre algumas informações devem ser cuidadosamente levantadas, sendo elas:

- Inventário da avifauna e fauna, usando como base o Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico e as informações dos moradores da região;
- Identificação das espécies ameaçadas de extinção, que constem na lista oficial do IBAMA, tendo como base informações de moradores da região e as vistorias de campo.
- Levantamento de dados sobre a frequência, a densidade, os períodos de reprodução, a migração, o tamanho aproximado da população e a evolução a partir da instalação do Aterro Sanitário;
- Realizar, levantamento faunístico, utilizando informações da área de influência direta (estabelecida no Estudo de Impacto Ambiental) e procurar identificar informações sobre os detalhes culturais da região ligados a atividades com a fauna, (por ex. prática de caça), além das características de habitat, e das possibilidades de interação da fauna com as atividades do empreendimento.

Em paralelo aos levantamentos acima listados, existem ainda algumas atividades que devem ser adotadas a fim de guiar a equipe de execução deste Plano listadas abaixo visando assim garantir um monitoramento eficaz e fidedigno da avifauna e fauna terrestre, sendo elas:

- Elaboração da ficha cadastral das espécies para preenchimento durante as visitas de campo;
- Locação dos pontos observados/visitados e locais de ocorrência de espécies, com as áreas destinadas a dessedentação;
- Definição do período de monitoramento;
- Definição do cronograma de visitas;

- Definição da malha amostral e os pontos estratégicos;
- Determinação da diversidade na área objeto do empreendimento.

Como forma de evitar acidentes, é importante que seja definida ainda a malha viária do empreendimento, além da conscientização diária junto aos colaboradores para que não molestem os animais silvestres. Em caso de ocorrências envolvendo animais, o responsável ambiental do empreendimento deverá ser imediatamente avisado, a fim de viabilizar o resgate.

Público-Alvo

O Plano de Controle da Avifauna e Fauna Terrestre tem como público-alvo:

- A equipe responsável pelo Aterro Sanitário;
- A equipe responsável pelas obras, suas subcontratadas.

Recursos Necessários

Para que seja executado, o Plano de Monitoramento e Afugentamento da Avifauna e Fauna Terrestre necessitará dos recursos básicos materiais (infraestrutura, transporte, multimídia, vestimentas e material didático) e humanos (coordenador habilitado responsável pela supervisão das obras, e especialistas pela execução das ações).

Responsabilidade de Execução

A responsável pela implementação deste Plano é a empresa responsável pela construção do aterro, devendo o empreendedor fiscalizar (em caso de terceirização) a execução adequada deste Plano, a fim de assegurar a prática sustentável em todos os serviços realizados. Além disso, a equipe de execução desse plano deve ser composta por Biológos e Médicos Veterinários devidamente capacitados.

Atendimento aos Requisitos Legais

Os requisitos técnicos, práticas recomendadas e medidas preventivas a fim de minimizar o desequilíbrio da avifauna e fauna terrestre em cada etapa da construção, estão reunidos em procedimentos específicos que tem por finalidade reduzir os efeitos adversos causados ao meio ambiente.

Inter-Relação com outros Planos

O presente Plano se relaciona principalmente com o Plano de Controle das Obras e com o Plano de Comunicação Social, Plano de Educação Ambiental e Plano de Emergência e Contingência.

Resultados Esperados

Como já mencionado, a área destinada ao empreendimento é antropizada, com isso supõe-se que o grau de ocorrência de espécies durante a limpeza do terreno seja baixo. Com relação a Avifauna,

sabe-se que a partir da operação da atividade do empreendimento, principalmente no momento de chegada, espalhamento e compactação dos resíduos, poderá haver a atração de espécies de Avifauna necrófagas e saprófagas. Já no que se refere a Avifauna mais sensível às perturbações externas, presumisse que estas se dispersarão para outras regiões devido ao aumento do ruído no local, seja pela presença de maquinários, seja pela execução das atividades, e em resultado disso, estas não serão identificadas ou aparecerão em um quantitativo baixo nos relatórios de monitoramento a serem feitos.

Com a consolidação do programa de monitoramento, será possível entender melhor a dinâmica dessa fauna local, e consequentemente os impactos provenientes da implantação do empreendimento. E assim, será possível que a equipe técnica avalie se as técnicas de afugentamento e monitoramento adotadas estão sendo apropriadas ou não.

Cronograma de Execução

A execução desse Programa deve ser feita de maneira constante durante as etapas de implantação e operação do aterro, utilizando de treinamentos e simulações de situações de risco.

8.12. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS E EFLUENTES LÍQUIDOS

Introdução

O líquido percolado consiste em um dos subprodutos gerados a partir da operação do empreendimento. A sua composição está atribuída ao chorume, resultado da decomposição dos resíduos, como também a água da chuva a qual pode incidir sobre o maciço de resíduos e carrear as substâncias ali presentes. Devido a sua composição, o líquido percolado precisa ser drenado e tratado, pois, uma vez que seu manejo não ocorre da forma correta, apresenta grandes chances de chegar até o subsolo e contaminar as águas subterrâneas como também o próprio solo.

Além do líquido percolado, haverá a geração de efluentes sanitários inerentes as atividades a serem realizadas em cada fase. Para garantir a manutenção da qualidade ambiental nos recursos naturais, faz-se necessário um controle do manejo e disposição final dos efluentes provenientes das atividades da UVS Macaíba.

Objetivo

Este programa tem como objetivo principal monitorar qualitativamente e quantitativamente o líquido percolado, afim de se analisar e adequar, quando necessário, a eficiência da operação de suas medidas de drenagem e tratamento adotadas, quanto ao que foi dimensionado e projetado.

Ademais, o programa visa monitorar a eficácia do sistema de esgotamento sanitário que será utilizado nas fases de implantação e operação do Empreendimento, dessa forma minimizando os impactos negativos decorrentes da geração e descarte dos efluentes gerados.

Justificativa

A eventual contaminação do solo e subsolo por líquidos percolados demanda a aplicação de um monitoramento rigoroso e contínuo durante a decomposição dos resíduos nas células do aterro. Além disso, a eventual presença de infiltração de chorume no solo pode ser um indicador da ocorrência de falhas operacionais, como também de projeto, ensejando a necessidade de reparação imediata da célula em operação.

O Programa prevê também a adoção de procedimentos operacionais de acondicionamento, armazenamento temporário, coleta e destinação final dos efluentes líquidos gerados pelo Empreendimento, que considerem as legislações e normas técnicas vigentes.

Escopo e Medidas de Controle

Líquido percolado

Para a drenagem e tratamento dos líquidos percolados gerados no interior do maciço de resíduos serão instalados drenos posicionados na base do Aterro, drenos verticais e drenos horizontais, instalados na massa de resíduos. O líquido captado será então interligado a um sistema de drenagem de percolado, e seus elementos os destinarão às lagoas de acumulação e evaporação de percolado.

Desta forma, deverão ser realizadas coletas de amostras do líquido percolado a fim de se analisar os parâmetros físico-químicos, o qual terá de ser feita por laboratório devidamente qualificado e específico. A periodicidade da amostragem, bem como os parâmetros a serem monitorados, será definido posteriormente.

Com relação a quantificação do líquido percolado que se está sendo gerado com a operação do empreendimento, deverá acontecer por meio da medição de vazão. Como já mencionado, após drenagem, o líquido seguirá para um sistema de lagoas voltado ao seu tratamento, desta forma a aferição das vazões deverá ser condizente com o sistema projetado e instalado, tendo em vista as diversas formas existentes de se aferir vazão. Vale salientar que deve se correlacionar as vazões aos dados pluviométricos, no intuito de se estabelecer o balanço hídrico do aterro.

Efluente Sanitário

Para o período de implantação do Empreendimento prever-se utilização de banheiros químicos. Os banheiros químicos são largamente utilizados em obras de grandes construções que não contam com instalações sanitárias fixas e redes de esgoto. A limpeza de cada cabine só é realizada até que o uso seja finalizado, os resíduos permanecem concentrados em caixas de detritos com capacidade de até 220 litros, onde são lançadas substâncias desodorizantes que tendem a ser biodegradáveis. O efluente oriundo dos banheiros químicos enquadra-se na categoria de resíduos líquidos domésticos e devem ser adequadamente retirados e encaminhados para tratamento, por uma empresa especializada, evitando que seu despejo irregular no ambiente ocasione impactos negativos tanto para o meio ambiente como para a saúde pública.

Para a Fase de Operação, por se tratar de uma área rural e em que o sistema de esgotamento sanitário público é inexistente, os esgotos gerados nas atividades da portaria, sala de controle, edifício técnico/administrativo e galpões, serão conduzidos por rede enterrada a sistemas de tratamento que será realizado por sistema biológico do tipo fossa séptica e filtro anaeróbio, seguido de sumidouro. No projeto básico é previsto um total de geração de esgotos de até 5,0 m³/dia. No entanto, o sistema de coleta e tratamento de esgotos deverá ser detalhado no projeto executivo.

Público-Alvo

Neste Programa, estarão envolvidos diferentes setores, dentre eles podemos citar os seguintes: Empreendedor, Empresas Terceirizadas, Governo Estadual, Órgãos de Meio Ambiente e, possivelmente, instituições de ensino.

Recursos Necessários

Para desenvolvimento do Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos, faz necessário equipe técnica devidamente qualificada e composta por Engenheiros Químicos ou Ambientais, bem como químicos e/ou técnicos em química, em controle ambiental, dentre outros. Também se faz necessário equipamentos de medição e proteção adequados, bem como laboratório equipado para as análises, o qual poderá ser terceirizado.

Responsabilidade de Execução

A reponsabilidade de execução do programa é do empreendedor, que poderá ter uma equipe direcionado ao monitoramento, e devidamente capacitado, como também, poderá terceirizar este tipo de serviço.

Atendimento aos Requisitos Legais

Este Programa deverá considerar como diretrizes principais em sua elaboração as seguintes normas:

- NBR 13.896/1997 - Aterros de Resíduos Não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação;
- NBR 8.419/1992 - Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos;
- NBR 10.703/1989 – Degradação do solo;
- Lei Federal nº 14.026 de julho de 2020, legislação que atualizou o marco legal do saneamento básico.

Inter-Relação com outros Planos

O presente Programa se relaciona principalmente com Plano de Gestão Ambiental, Plano de Emergência e Contingência, Plano de Monitoramento de Qualidade das Águas, Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos e da Construção Civil, Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial, Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho e o Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação da Área.

Resultados Esperados

A partir do desenvolvimento deste Programa, espera-se que possíveis falhas advindas da operação da atividade, como também de projeto, sejam identificadas em tempo hábil e prontamente corrigidas. Com o monitoramento, também será possível ter conhecimento quantitativo e qualitativo dos líquidos percolados gerados com a operação da atividade, e assim melhor gerir o tratamento e destino final. Além disso, espera-se que os efluentes sanitários tenham a destinação adequada, assim como o gerenciamento seja eficaz.

Cronograma de Execução

Quanto ao líquido percolado, as vazões devem ser aferidas continuamente, de acordo com o sistema implantado, já a frequência de análise das amostras deve ser pelo menos a cada três meses. No entanto, de modo geral, a definição do cronograma deve ser feita junto ao órgão ambiental licenciador.

Já com relação aos efluentes sanitários, deverão ser monitorados frequentemente durante as etapas de implantação e operação.

8.13. PROGRAMA DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Introdução

As emissões atmosféricas associadas as obras civis mais comuns são de material particulado e fumaça. As principais atividades responsáveis pela geração desses poluentes nos canteiros de obras são oriundas de: operação de maquinário pesado, estruturação de edificações, soldagem, transporte de materiais, movimentação de veículos automotores, entre outros (NSW EPA, 2013). Essas atividades, principalmente o tráfego de veículos pesados em vias não pavimentadas, produzem emissões diretas de material particulado na atmosfera, caracterizadas como emissões primárias, por meio da ressuspensão de partículas depositadas no solo.

Objetivo

O monitoramento da qualidade do ar tem como objetivo apresentar as concentrações de poluentes atmosféricos e as características ambientais do local antes da implantação e operação do Empreendimento, além de assegurar a adoção de medidas mitigadoras eficientes a fim de garantir a preservação da qualidade do ar da região e redução dos particulados em suspensão.

Justificativa

Os canteiros de obras são causadores em potencial de diversos impactos ambientais relacionados ao consumo de recursos, à geração de poluição atmosférica e de incômodos que afetam a região no entorno dessas áreas. Dentre as fontes de poluição está a emissão de material particulado na atmosfera, responsável por uma série de problemas respiratórios, danos a fauna e à flora, danos ao solo e à qualidade do ar (RESENDE, 2007). O tráfego intenso de veículos e equipamentos pesados durante etapas de implantação e operação da atividade poderão alterar a qualidade do ar, devido a suspensão de particulados e a emissão de poluentes da combustão interna.

Além disso, no entorno da área estabelecida para implantação do empreendimento existe a Comunidade da Palha, a qual poderá ser diretamente afetada com o aumento da dispersão desse material particulado, podendo até ser um causador de doenças respiratórias para esta população, bem como dos funcionários da UVS Macaíba. Desta forma, é imprescindível a aplicação de medidas para o controle, redução ou, se possível, a não geração destas, a fim de gerenciar e mitigar estes impactos ambientais.

Escopo e Medidas de Controle

Os parâmetros à serem monitorados, bem como a metodologia utilizada por este Programa usará como base a Resolução CONAMA nº 491/2018, a qual dispõe sobre padrões de qualidade do ar e atua como um instrumento complementar e referencial do Programa Nacional de Controle da

Qualidade do Ar – PRONAR. A periodicidade de monitoramento, bem como os critérios à serem utilizados, deverão ser estabelecidos pelo órgão ambiental competente, representado neste caso pelo IDEMA.

Público-Alvo

O Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas tem como público alvo o empreendedor, empreiteiras, colaboradores e comunidades lindeiras que possam vir a ser afetadas.

Recursos Necessários

Os profissionais necessários pela elaboração e execução do Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas são Gestores Ambientais, técnicos mecânicos, e/ou engenheiros credenciados. Necessitará também dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte e material didático), entre outros recursos específicos, como por exemplo, carros pipa para umectação de vias de acesso, opacímetro para inspeção da fumaça preta dos motores a óleo diesel, demais equipamentos pertinentes a medição da concentração de poluente, entre outros.

Responsabilidade de Execução

Este Programa é de responsabilidade do empreendedor, que deverá comunicar formalmente à empresa contratada para a execução da obra, e de duração quando das atividades da fase de instalação do empreendimento, visa prevenir a emissão de particulados no ar, assim como de gases tóxicos emitidos por motores fora das especificações técnicas. O mesmo se aplica para a fase de operação.

Atendimento aos Requisitos Legais

Algumas das principais diretrizes a serem consideradas na elaboração e execução deste Programa, são:

- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 005/1989 - Instituir o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 491/2018 – Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 18/1986 - Instituir o Programa de Controle de Emissões Veiculares – PROCONVE.
- Lei Federal Nº 8.723/1993 – Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 433/2011 - dispõe sobre a inclusão no Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores – PROCONVE.

Inter-Relação com outros Planos

O Programa de Controle e Monitoramento de Emissões Atmosféricas se relaciona com os seguintes Planos abaixo listados:

- Plano de Gestão Ambiental;
- Plano de Controle Ambiental das Obras – PCAO;
- Plano de Educação Ambiental;
- Plano de Comunicação Social.

Resultados Esperados

A partir do desenvolvimento desse plano, espera-se haja a manutenção das características originais do ar do entorno do aterro.

Cronograma de Execução

De acordo com a Resolução CONAMA nº 491/2018, o monitoramento da qualidade do ar consiste numa atribuição estadual, desta forma o cronograma será estabelecido conforme orientações do órgão ambiental estadual.

8.14. PLANO DE PROTEÇÃO DO TRABALHADOR E SEGURANÇA DO AMBIENTE DE TRABALHO

Introdução

A segurança no trabalho foi durante muito tempo relacionada apenas ao uso de equipamentos de proteção a fim de evitar acidentes que pudessem machucar os colaboradores durante o desempenhar de suas atividades.

Nos dias atuais, a segurança no trabalho e saúde do trabalhador é tratada de forma multidisciplinar e está diretamente vinculada a adoção de medidas de prevenção de riscos no ambiente profissional.

Objetivo

O Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho tem por objetivo sugerir a adoção de medidas preventivas, a fim de evitar acidentes, e/ou minimizar danos ao trabalhador (quando da ocorrência de acidentes), atendendo as normas e legislações vigentes relacionadas à segurança no ambiente de trabalho.

As metas e orientações existentes neste Plano deverão guiar a empresa construtora do empreendimento no que tange ao cumprimento dos serviços de execução das obras de acordo com as

normas, leis e decretos trabalhistas em vigor, buscando estabelecer e adotar medidas ligadas a capacitação dos colaboradores, certificação e inspeção de equipamentos e maquinário, investigação e análise de acidentes e incidentes, além de identificar e prevenir a possibilidade de riscos inerentes aos processos.

Os principais indicadores desse Plano, são diretamente relacionados à ocorrência ou não de acidentes, com afastamento ou não do colaborador; outro indicador muito relevante é a real eficácia das medidas adotadas, resultante do quantitativo destes acidentes, além da conscientização dos colaboradores no que tange o uso correto dos equipamentos de proteção individual e coletivas (EPI e EPC) durante o trabalhado e na ocorrência de eventuais acidentes no ambiente.

Justificativa

Empreendimentos similares possuem particularidades e histórico que se complementam para justificar, por si só, o Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho, sendo este tipo de ferramenta primordial para a execução das obras de forma segura e em concordância com a legislação específica vigente no país.

Escopo

O Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho é desenvolvido com base na legislação específica do setor de segurança e saúde do trabalho, considerando todas as exigências legais que sejam aplicáveis ao desenvolvimento sadio das atividades. Em seu detalhamento busca-se sempre traçar diretrizes e mecanismos que garantam um ambiente de trabalho seguro e saudável.

A execução do Plano deve ser conduzida por uma equipe do Serviço Especializado em Engenharia e Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT, seguindo os parâmetros de dimensionamento dispostos na NR-4, considerando sempre os trabalhadores totais (diretos ou terceirizados) em atuação, conforme histograma de obra e as fases de execução do contrato. A jornada de trabalho também deve ser considerada para todos, exceto quando justificada em contrário.

O Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho também usa como base norteadora a NR-18, que é a norma que regulamenta o processo de segurança no meio ambiente de trabalho em construções. Essa norma estabelece que é vedado o ingresso ou a permanência de trabalhadores e/ou visitantes no canteiro de obras, sem que estejam assegurados pelas medidas previstas nesta NR, e compatíveis com a fase em que a obra se encontra. Assim, todos os colaboradores e/ou visitantes que porventura precisem adentrar ao espaço da obra, deverão cumprir

e fazer cumprir esse regulamento, o que não desobriga os empregadores ao atendimento de determinadas legislações federais, estaduais e municipais, caso sejam mais restritivas.

Na etapa de implantação, momento em que estão sendo construídas a infraestrutura física e montagem dos equipamentos, que antecedem ao início das operações, o empreendedor será o responsável direto pelo cumprimento de todas as normas de segurança e saúde ocupacional do ambiente de trabalho, mesmo em caso de terceirização para execução de quaisquer serviços ligados ao empreendimento. O empreendedor será um curador, porém não executor, onde serão seus funcionários que deverão se certificar do cumprimento das normas de segurança e saúde ocupacional no ambiente de trabalho.

Durante a Etapa de Operação, o maior cargo hierárquico da administração direta do empreendimento deverá assumir a responsabilidade primária de garantir que todos os procedimentos legais aplicáveis sejam rigorosamente cumpridos.

Em relação a prevenção de riscos ocupacionais no trabalho, a obra deverá dispor de um Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR, conforme diretrizes previstas na NR-1. A NR-1 é a norma que prevê, dentre outras informações, etapas como a antecipação e reconhecimento dos riscos; estabelecimento de prioridades; metas de avaliação de controle; avaliação dos riscos de exposição dos trabalhadores; implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia; monitoramento da exposição aos riscos; e registro e divulgação dos dados.

Outra norma que fará parte do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho é a NR-5, norma que estabelece as diretrizes relacionadas à criação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, sendo esta composta por representantes do empregador e dos empregados.

A NR-6 – norma que discorre sobre o a obrigação do uso de EPI também será contemplada pelo Plano, sendo a empresa responsável pela construção obrigada a disponibilizar gratuitamente os EPI adequados ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento. No que diz respeito aos EPC, estes deverão fazer parte das ferramentas da terceirizada responsável pelas obras.

Todos os registros de serviços com eletricidade deverão dispor de todos os cuidados contidos na NR-10, devendo ser mantido atualizada a lista de profissionais qualificados e autorizados a desenvolverem atividades em instalações elétricas, que devem seguir também as instruções da NR-18.

Os cuidados relativos a incêndios deverão basear-se na NR-23 – Proteção Contra Incêndios, ficando a cargo do empreendedor providenciar para todos os colaboradores informações e

treinamentos sobre a utilização correta dos equipamentos de combate a incêndios; dos procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança; e dos dispositivos de alarme existentes. Além de infraestrutura adequadas, em número de saídas suficientes e dispostas de modo que em caso de emergências, todos que se encontrem no local tenham a possibilidade de abandono. A sinalização dessas áreas, devem ser claras e feitas a partir de placas ou sinais luminosos, que indiquem a direção de saída mais próxima. Nenhuma saída de emergência deverá ser fechada com chaves ou obstruída durante as jornadas de trabalho. Essas saídas de emergência podem, no entanto, ser equipadas com dispositivos de travamento que permitam a sua fácil abertura.

Além dessas áreas a sinalização de segurança deverá incluir toda a obra e vias de acesso próximas ao Empreendimento, além das comunidades do entorno, devendo atender ao disposto na NR-26. Ressaltando que a utilização de cores, deve ser reduzida, como forma de gerar menos distração, confusão ou qualquer outro tipo de falta de entendimento por parte dos trabalhadores ou pessoas envolvidas.

Outra norma que está sendo respeitada pelo Plano é a NR-24 que dispõe de diretrizes sobre as condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho, principalmente o canteiro de obras e escritórios de possíveis empresas terceirizadas.

Para os trabalhos realizados à céu aberto deverão se cumprir rigorosamente o disposto na NR-21, principalmente quando se tem uma alta incidência de raios solares e a falta de abrigos na área de empreendimento.

Por fim, recomenda-se que o empreendedor observe o disposto na Lei n. 7410/1985 - que dispõe sobre a Especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenharia de Segurança do Trabalho, a profissão de Técnico de Segurança do Trabalho e dá outras providencias, e na NR-28 que trata da fiscalização e penalidades, como forma de garantir a contratação de profissionais qualificados e prevenir sobre as fiscalizações e penalidades adotadas.

Público-Alvo

O Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho será desenvolvido com vistas a abranger todos os colaboradores da etapa de instalação e operação do Aterro como forma de atender as normas e legislações específicas, garantindo assim a segurança na obra, aplicando-as inclusive sobre as empresas terceirizadas.

Recursos Necessários

Os profissionais necessários para a execução do Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho poderão ser: Engenheiros e/ou técnicos de Segurança do

trabalho, além de Auxiliar de Enfermagem, enfermeiros e/ou médicos caso haja necessidade. Necessitará também dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte e material didático).

Responsabilidade de Execução

A responsável pela implementação deste Plano na fase de implantação é a empresa responsável pela construção do empreendimento, que migrará para o responsável pela operação da Aterro na fase de operação, devendo o empreendedor fiscalizar (em caso de terceirização) a execução adequada deste Plano, a fim de assegurar a prática sustentável em todos os serviços realizados.

Atendimento aos Requisitos Legais

Algumas das principais normas consideradas na elaboração e que deverão ser consideradas na execução deste Plano, são:

- NR-1 – Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR);
- NR-5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA;
- NR-6 – Equipamentos de Proteção Individual;
- NR-8 – Edificações;
- NR-9 – Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos;
- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR-12 – Máquinas e Equipamentos;
- NR-18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção;
- NR-21 – Trabalho a Céu Aberto;
- NR-23 – Proteção Contra Incêndio;
- NR-24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho;
- NR-26 – Sinalização de Segurança.
- NR-27 – Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho;
- NR-28 – Fiscalizações e Penalidade;
- NBR 7628 – Segurança na execução de obras e serviços de construção.

Todas as normas e legislações relacionadas à proteção e segurança do trabalhador deverão ser seguidas independentes de constarem na lista acima.

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho se inter-relaciona com todos os outros planos listados nesse Estudo de Impacto Ambiental.

Resultados Esperados

Com o desenvolvimento deste Programa, almeja-se que os riscos e acidentes sejam reduzidos ou até mesmo inexistentes, e no caso de ocorrência, existam diretrizes bem definidas ou estabelecidas para que todos os envolvidos atuem de maneira que venha a minimizar os impactos sob os colaboradores, sob o meio ambiente e sob a comunidade do entorno.

Cronograma de Execução

Este programa deve ser desenvolvido continuamente durante todas as etapas do empreendimento. As atividades à serem desenvolvidas necessitam estar devidamente estabelecidas entre o empreendedor, profissionais da área de segurança do trabalho, órgãos pertinentes à fiscalização das condições de trabalho e ambiente, como também o órgão ambiental estadual.

8.15. PLANO DE DESATIVAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E RECUPERAÇÃO DA ÁREA.

Introdução

É sabido que mesmo após o encerramento das atividades, os resíduos que foram dispostos nas células de tratamento, continuam a se decompor devido a ação microbiológica, e por isso, a geração de subprodutos gasosos e líquidos também não param. Estes precisam ser efetivamente monitorados a fim de assegurar a estabilidade física do aterro, bem como evitar a contaminação dás águas subterrâneas.

É necessário também que haja um plano de recuperação ambiental da área degradada, tendo em vista que a recuperação do solo só é possível através do seu correto manejo, possibilitando, desta forma, novos usos para área. Os usos futuros podem ser diversos, como: unidade de conservação, parque, estruturas de lazer, novos empreendimentos, entre outros. (ABNT, 1989)

Objetivo

O Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação das Atividades tem como objetivo principal promover condições adequadas de monitoramento dos impactos decorrentes da desativação do aterro. Seu foco principal é indicar ações que deverão ser adotadas para a recuperação da área conforme legislação vigente, bem como para que danos ambientais venham a ser evitados, e com isso reintegrar a área o mais próximo possível na paisagem natural da região onde está inserido.

Justificativa

Tratando-se de uma obra de engenharia, a qual objetiva dispor os resíduos de forma segura, atendendo ao desempenho e resultados esperados, sendo estes mantidos ao longo do tempo, faz-se necessário a aplicação de ações e medidas rotineiras as quais devem manter-se por um período estabelecido, geralmente adotados para fins de planejamento, da ordem de 20 anos, ou até que se adquira evidências suficientes de que os resíduos atingiram a estabilidade física e química.

Escopo e Medidas de Controle

Com relação a gestão do percolado, bem como monitoramento geotécnico e dos gases, devem seguir os métodos adotados em seus respectivos planos e programas durante a operação da atividade. Características como periodicidade de amostragem deverão ser ajustadas de acordo com a época, assim como atender aos requisitos das leis aplicáveis ao momento.

A metodologia de recuperação da área será definida apenas pós-encerramento da atividade, tendo em vista que a possibilidade de outros usos para o local poderá ser estabelecida conforme a evolução da estabilização do aterro.

No entanto, dado o encerramento da atividade deverá ser realizada a revegetação do local no intuito de reintegrar a área o mais próximo possível da paisagem natural da região onde está inserido. Para tanto, sugere-se o plantio de mudas nativas local, contendo plantas herbáceas e arbustivas, devendo ser realizado com o objetivo de apressar o processo natural de sucessão ecológica, levando em consideração as diretrizes impostas pelas Resoluções vigentes para época.

As mudas deverão ter o acompanhamento de seu crescimento, em solo corretamente adubado, e quando preciso, efetuar a proteção contra fatores físicos por meio de cercas, propiciando o livre crescimento e o aumento das relações interespecíficas e a manutenção dos ciclos naturais.

Público-Alvo

Este programa visa atender diversos setores, mas principalmente a segurança ambiental e da própria sociedade civil, além de requisitos e/ou determinações do órgão ambiental competente, bem como está de acordo com normas e legislações vigentes na época do desenvolvimento.

Recursos Necessários

Todos os recursos e equipamentos necessários à execução do programa, bem como mão-de-obra devidamente especializada para todas as atividades que precisarão acontecer.

Responsabilidade de Execução

A responsabilidade de execução deste Programa é do empreendedor, o qual poderá terceirizar a mão-de-obra, bem como empresas habilitadas para execução das metodologias de monitoramento adotadas, desde que monitore e fiscalize o desenvolvimento da correta execução.

Atendimento aos Requisitos Legais

O desenvolvimento do plano deverá atender as legislações e normas vigentes na época da efetiva execução, tendo em vista que o início de execução do plano ocorrerá após o encerramento das atividades.

Inter-Relação com outros Planos

O Plano de Desativação do Empreendimento e Recuperação da Área se relaciona com os planos listados a seguir:

- Plano Educação Ambiental;
- Plano de Comunicação Social;
- Programa de Emergência e Contingência;
- Plano de Monitoramento de Qualidade das Águas;
- Plano de Monitoramento Geotécnico;
- Programa de Monitoramento de Líquidos Percolados e Efluentes Líquidos;
- Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem Pluvial
- Plano de Gestão de Resíduos Sólidos e da Construção Civil.

Resultados Esperados

A partir do desenvolvimento deste Programa, objetiva-se que os subprodutos que continuarão a ser gerados atinjam a estabilidade, e com isso venham a ser evitados impactos sob o meio e, principalmente, sob a população do entorno, tendo em vista que deverá estar inserida no uso que a área receberá.

Cronograma de Execução

Como já mencionado, este Plano deve ser desenvolvido por período de 20 anos, ou até que os subprodutos que continuam a ser gerados atinjam uma estabilidade. No entanto, com relação a frequência do monitoramento, deverá ser definida de acordo com o estabelecido junto ao órgão competente.

Já com relação aos processos de recuperação da área degradada, o cronograma deverá ser definido conforme o uso que se objetiva para a área. Vale ressaltar que toda a análise precisa ser executada de forma periódica, até a real concretização de recuperação da área.

9. CONCLUSÕES

A Revita Engenharia é uma empresa do Grupo Solví Essencis que possui 64 UVSs - Unidades de Valorização Sustentável, atuando nas áreas de tratamento, destinação e valorização de resíduos, contribuímos com o saneamento e com a saúde pública das cidades. O principal compromisso do Grupo é proteger o meio ambiente, trabalhando para atender as necessidades básicas da sociedade e se comprometendo em deixar um legado sustentável para as futuras gerações.

A UVS Macaiba está projetada para uma capacidade de destinação final de 1.000 toneladas por dia, com vida útil de 35 anos, sendo 900 ton/dia de RSU e 100 ton/dia de resíduos industriais classe IIA com características semelhantes ao de resíduos sólidos domiciliares e ainda uma unidade de triagem de material reciclável com capacidade de 50 ton/dia e outra unidade de tratamento de resíduo de serviço de saúde com capacidade de 15 ton/dia.

A definição da área mais adequada para implantação do empreendimento se deu através do levantamento rigoroso de todas as alternativas locacionais existentes na área de interesse, considerando as premissas básicas fundamentais, incluindo os programas e planos governamentais que possuem sinergia com os objetivos do desenvolvimento do empreendimento, tendo sido selecionadas 05 diferentes áreas e, posteriormente, com o intuido de escolher a que garantisse ao empreendimento um potencial adequado de instalação sob as circunstâncias de um baixo risco de comprometimento, as alternativas locacionais elencadas foram avaliadas criteriosamente levando em consideração as diretrizes apresentadas pela NBR 13.896/1997 em função de suas características técnicas, ambientais e socioeconômicas.

A avaliação do prognóstico da qualidade ambiental realizado nas áreas de influência do empreendimento, considerando as etapas de Planejamento, Implantação, Operação, Encerramento e Pós Encerramento, concluiu que o empreendimento deverá ocasionar 107 impactos ambientais, sendo 17 impactos ambientais na Etapa de Planejamento, 55 impactos ambientais na Etapa de Implantação, 21 impactos ambientais na Etapa de Operação; e 14 impactos ambientais na Etapa de Encerramento e Pós Encerramento, tendo sido planejadas as medidas mitigadoras a serem implantadas para potencializar os impactos positivos e minimizar ou excluir os impactos negativos.

A intervenção na área, que já é bastante antropizada, será realizada a partir de adoção destas medidas mitigadoras com o objetivo de minimizar os impactos negativos ao meio e potencializar os positivos. Com um planejamento adequado e execução das medidas voltados para o conciliamento do desenvolvimento econômico e social com o meio ambiente.

A instalação do empreendimento também dará condições para que os municípios da Região Metropolitana de Natal mantenham as condições ambientais, necessárias para garantir os ganhos ambientais em relação aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, solo, fauna e flora; o que caracteriza o potencial sinérgico deste empreendimento.

A geração de impactos ao meio ambiente é menor com a atividade que se quer desenvolver em relação as atividades que atualmente desenvolvidas na área, sendo que ambas envolvem a geração de gases de efeito estufa, com potencial para contaminação do ar, ao risco de contaminação do solo e dos recursos hídricos. Contudo, apenas a atividade que se quer implantar pode mitigar estes impactos, e no caso da geração de gases de efeito estufa, é a única que ainda pode coletar e gerar energia elétrica a partir destes gases, com a instituição de Pequenas Centrais Termoelétricas (PCTE).

A instalação da UVS Macaíba atenderá as condições ambientais e locacionais mais favoráveis possíveis, tendo em vista que o terreno escolhido para implantação apresenta histórico de uso agrícola, distanciamento adequado de centros urbanos e, ainda, outros parâmetros físicos e socioeconômicos que justificam sua construção, atendendo os aspectos legais da atividade, destacando-se o atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), ao novo marco legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026/2020), a Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 9.264/2009), e a consonância com o Plano Diretor (Lei Complementar nº 01/2018).

Desta sorte, conclui-se que a mudança de uso do solo a que se requer, se configura em um fator positivo para a comunidade e para o município, sobretudo considerando as possibilidades de implementação dos Planos e Programa Ambientais previstos neste estudo e que visam mitigar os impactos adversos ao meio ambiente e a comunidade.

As possibilidades de geração de empregos diretos e indiretos decorrentes da entrada em operação da atividade em análise, além de vislumbrar uma melhoria social e econômica nas comunidades afetadas, termina por impactar também ambientalmente, visto que reduz a pressão sobre os fragmentos florestais presentes na AID e na AII, preservando a flora e a fauna silvestre, e possibilitando ainda a recuperação de áreas anteriormente degradadas.

Desta forma, o empreendimento analisado constitui-se em uma opção para a destinação segura dos resíduos urbanos, beneficiando todos os municípios da Região Metropolitana de Natal em função da possibilidade de encerramento do Aterro Metropolitano, garantido segurança sanitária e ambiental na destinação desses resíduos.

A geração de empregos na implantação e operação da UVS Macaíba representa um impacto socioeconômico positivo e muito relevante para a região em que o empreendimento está inserido,

causando impacto nas receitas fiscais, condição importante, pois incidirão sobre as despesas e receitas operacionais do empreendimento, assim como, encargos, contribuições, taxas e impostos, essenciais para manutenção das condições econômicas de Macaíba.

O empreendimento poderá se constituir em vetor de educação para o manejo adequado dos resíduos sólidos, podendo receber visitantes (estudantes, técnicos e moradores) para conhecer os procedimentos operacionais utilizados no empreendimento, bem como ser objeto de estudos acadêmicos.

Por fim, o aterro também proporcionará uma nova opção para os municípios da Região Metropolitana de Natal e das empresas particulares que prestam o serviço de coleta de resíduos de Classe II e RSS, sendo mais uma possibilidade de destinação final em condição diferenciada, ampliando o mercado e estimulando a competição.

Diante do exposto, e considerando o atual cenário dos resíduos sólidos na Região Metropolitana de Natal, entendemos que os benefícios socioeconômicos e ambientais decorrentes da implantação e operação do empreendimento, são suficientes para viabilizá-lo, levando a equipe técnica a opinar pela sua viabilidade ambiental.

MANOEL JAMIR FERNANDES JUNIOR:40586197400

Assinado de forma digital por MANOEL JAMIR FERNANDES JUNIOR:40586197400
Dados: 2022.06.28 00:33:22 -03'00'

10. EQUIPE TÉCNICA

Equipe Técnica Responsável pelos Estudos			
Profissional	**Formação**	**Atuação**	**Registro**
Manoel Jamir Fernandes Júnior	Engenheiro Agrônomo	Coordenação na Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto do Meio Ambiente	CREA 210519248-3
Crystiane Saraiva de Queiroz	Engenheira Sanitarista e Ambiental; Engenheira de Segurança do Trabalho; Gestora Ambiental – Especialista	Avaliação de Impactos Ambientais, Medidas Mitigadoras e Planos e Programas Ambientais	CREA 211451549-4
Gustavo Szilagyi	Bacharel e Licenciado em Geografia. Mestre em Desenvolvimento Regional pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRN	Resp. pela elaboração da Análise Integrada e Auxílio na Avaliação de Impactos Ambientais, Medidas Mitigadoras e Planos e Programas Ambientais	CREA 210191729-7
Ana Paula de Paula Camargo	Bacharel em Ciências e Tecnologia e Graduanda em Engenharia Ambiental	Auxílio na Avaliação de Impactos Ambientais, Planos e Programas Ambientais e Editoração	-
Theodoro Meirelles da Motta Fernandes	Bacharel em Geologia	Meio Físico	CREA 212020757-7
Mateus Amorim Rocha	Bacharel em Geologia	Meio Físico	CREA 211940003-2
Elza Edimara Soares Da Silva	Bacharel em Geografia. Mestra em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da UFRN (PPGE/UFRN)	Meio Socio Economico	CREA 211940377-5
Gabriella Cristina Araújo de Lima	Bacharel e Licencianda em Geografia. Mestra em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da UFRN (PPGE/UFRN)	Meio Socio Economico	-
Glauber Henrique Borges de Oliveira Souto	Bacharel em Biologia, mestre em ciências biológicas	Meio Biótico (Fauna e Flora)	CRbio 77341/05-D

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11.1. BIBLIOGRAFIA LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

SILVA FILHO, Raimundo Inácio da. **A Gestão dos Resíduos Sólidos na Microrregião do Vale do Açu**: desafios e perspectivas do consórcio regional de saneamento básico. 2019. 309 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019

ABRELPE. 2020. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**

ENG Consultoria e Projetos S/S LTDA - RELATÓRIO TÉCNICO PARA ESCOLHA DE ÁREA – Julho de 2021 - RT - ENG - REV - 210702-00 - Marcio Antonio Costanzi & Carlos Vinicius dos S. Benjamim

BRASIL, GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – **Plano Estadual de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos – PEGIRS** - Estudos de regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos do RN e Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos estadual – Relatório Síntese – Janeiro de 2012

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – SINIR - **Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos** - https://sinir.gov.br/relatorios/estadual/

11.2. BIBLIOGRAFIA MEIO FÍSICO

AB'SABER, A. N.: **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil**. Revista de Geomorfologia, 20. Instituto de Geografia. São Paulo, USP: 1969.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Estudos hidrogeológicos para a orientação do manejo das águas subterrâneas da Região Metropolitana de Natal**. ANA, Brasília, 2012. 5 volumes

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Sistema de informações hidrológicas: hidroweb. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/1a1693f1-68f6-4697-9232-fecb8f42a035. Acesso em: Fevereiro de 2022.

ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETTI, D.F.; GOES, A.M. 1988. **Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do Estado do Pará**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, Pará, 1988. Anais ... Belém, S.B.G., v. 2, p. 738-752.

ARAI, M. **A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras**. Geologia USP: Série Científica. São Paulo, v. 6 (2), p. 1-6, 2006.

ARARIPE, P.T., FEIJÓ, F.J. **Bacia Potiguar**. Revista Geociências da Petrobrás. v.8, n. 1, p.127-141, 1994.

ARAÚJO, V. D. et al. **Fácies e Sistema Deposicional da Formação Barreiras na região da Barreira do Inferno, litoral oriental do Rio Grande do Norte**. Revista do Instituto de Geociências, São Paulo, v.6, n.2, p.43-49, out. 2006.

ANGELIM, L. A. A. et al. Folha SB.24 Jaguaribe. In: CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**: sistema de informações geográficas - SIG: folha SB.24 Jaguaribe. Geological map of Brasil 1:1.000.000 scale: geographic information system - GIS. Brasília: CPRM. 41 CD ROM CD 17/41. 2004b.

ANGELIM, L. A. A. et al. Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. **Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/SEDEC-RN/FAPERN, 119p. anexo + 2 mapas. 2006.

BARRETO, A. B., ARAGÃO, M. R. S.; BRAGA, C. C. **Estudo do ciclo diário do vento à superfície no Nordeste do Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz de Iguaçu. Anais... XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2002.

BARRETO, A. M. F. et al. **Geologia e Geomorfologia do Quaternário costeiro do Rio Grande do Norte**. Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v.4, n.2, p.1-12, 2004.

ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETTI, D.F.; GOES, A.M. 1988. **Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do Estado do Pará**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, Pará, 1988. Anais ... Belém, S.B.G., v. 2, p. 738-752.

CORREIA, E. R. C.; COSTA SANTOS, A. **Caracterização da vulnerabilidade natural do aquífero Boa Viagem no Município do Recife** - Método GOD. 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. *Mapa Geológico do Brasil*, 2003. Escala 1:2.500.000. CD-ROM.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte**, Ed. 1. Cap. Relevo do Estado do Rio Grande do Norte, CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2010. Editores: Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff, Fernanda Soares de Miranda Torres, pp.77-92 COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS –

CPRM. Sistema de Banco de Dados Geológicos – GEOBANK. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro. Disponível em: www.geobank.cprm.gov.br. Acesso em Fevereiro de 2022.

CPRM/FAPERN 2006. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte** Escala 1:500.000. EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

CREMONINI O.A., GOULART J.P.M., SOARES U.M. 1996. **O Rifte Potiguar: novos dados e implicações tectônicas**. In: IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil. Rio Claro, Boletim do Rio Claro, p. 89-93.

CUNHA, J. A. O., CÓRDOBA, V. C., SOARES, U. M., do Carmo Sousa, D., & Vital, H. (2021). **Evolution of shallow and deep-water deposits included in the regressive drift succession of the Potiguar Basin (Brazilian Equatorial Margin) during the Late Cretaceous to Holocene.** *Journal of South American Earth Sciences*, *110*, 103420.

DANTAS, E. L. **Geocronologia U/Pb e Sm/Nd de terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do maciço Caldas Brandão, NE do Brasil**. Rio Claro, 1997. 208p. 3 mapas Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.

DANTAS, E. L. et al. **The 3.3-3.5 Ga São José do Campestre massif, NE Brazil: remmants of the oldest crust in South America**. Precambrian Research, v.130, p.113-137, 2004.

DUIJVENBOODEN, W. V. & WAEGENINGH, H.G. **Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants**. Proceedings and Information No. 1987.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Disponível em: http://solos.ufmt.bridocs/solos3/SIBCs2009.pdf. Acesso em Fevereiro de 2022

Estudos Hidrogeológicos para a Orientação do Manejo das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana de Natal. Volume 1 Apêndices Brasília: ANA, 2012 1. 2. I. II. Recursos Hídricos Aquífero Barreiras Agência Nacional de Águas ANA SERVMAR Serviços Técnicos Ambientais Ltda.

FOSTER, S. Fundamental **Concepts in Aquifer Vulnerability, Pollution Risk and Protection Strategy**: International Conference, 1987, Noordwijk Aan Zee, the Netherlands Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. Netherlands Organization for Applied Scientific Research, The Hague, 69-86. 1987.

FONSECA, V. P. da et al. Folha Natal SB.25-V-C-V: **carta geológica - escala 1:100.000. Natal**: CPRM; UFRN, 2012. 1 mapa, color. Escala 1:100.000.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapas Base dos municípios do Estado do Rio Grande do Norte.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil** / IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2a edição. Rio fe Janeiro, v. 2. 208p. 1997

GOMES, J. R. C. et al. Geologia. BRASIL MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto RADAMBRASIL. **Folhas SB.24/25 Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1981. 728p. (Levantamento de Recursos Naturais, 23).

JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. **Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000**. *Revista Brasileira de Espeleologia*, Brasília, 2012, v. 2, n.1.

LIMA, M. G.; DANTAS, E. P. **Geologia e recursos minerais da folha São José de Mipibu**, SB.24-Y-A-II (III). Recife: CPRM, 2016

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA, 34º volume do ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO RIO GRANDE DO NORTE – 2007

INMET. Estação Climatológica de Ceara-Mirim/RN. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/planilhas.xls

MENEZES, M. R. F., SOUZA FILHO, L. V., BARROS, S. D. S. **Discordâncias e inundações no Grupo Barreiras, litoral leste do Rio Grande do Norte**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40,1998, Belo Horizonte. Anais do... Belo Horizonte: SBG. Núcleo Minas Gerais, 1998. p.75.

MORAIS, R. M. O. et al. **Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro.** Revista do Instituto de Geociências – USP. v.6, n.2, p.19-30. 2006.

NOGUEIRA, A. M. B., et al. **Evolução ambiental da faixa costeira entre Ponta do Calcanhar e Ponta do Marcos-RN**. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. Anais do... Natal: [s.n.], v.2. 1990. p. 784-795. 1990.

PESSOA NETO, O. C, SOARES, U. M., SILVA, J. G. F., ROESNER, E. H., FLORÊNCIO, C. P., SOUZA, C. A. V. 2007. **Bacia Potiguar**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.357-369, 2007.

PILÓ, L. B.; AULER, A. *Introdução à Espeleologia*. In: CECAV. **III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental.** Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011. Cap. 1, p. 7-23.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1995

ROIG, H. L.; DANTAS, E. L**. Folha SB.25-Y-A-I São José do Campestre: carta geológica - escala 1:100.000**. [Brasília]: CPRM, 2013. 1 mapa, color. Escala 1:100.000.

ROSSETTI, D. F. **Evolução sedimentar miocênica nos estados do Pará e Maranhão.** Revista do Instituto de Geociências – USP. v.6, n.2, p.7 – 18. 2006.

SILVA, J. K.; (2000); **Estruturas de acumulação de água em rochas cristalinas: Estudo geofísico e geológico de casos no estado do Rio Grande do Norte**. Dissertação (mestrado) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 92p.

SIQUEIRA, L. (1963**). Contribuição da geologia à pesquisa de água subterrânea no cristalino**. SUDENE, Recife/PE, 51p.

11.3. BIBLIOGRAFIA MEIO BIÓTICO (Fauna)

ABREU, E. F.; CASALI, D. M.; GARBINO, G. S. T.; LORETTO, D.; LOSS, A. C.; MARMONTEL, M.; NASCIMENTO, M. C.; OLIVEIRA, M. L.; PAVAN, S. E.; TIRELLI; F. P. 2020. Lista de Mamíferos do Brasil. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz). Disponível em: <https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2022.

ALBA-TERCEDOR J. BMWP', un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Store System. **Biologia Ambientale**, 14: 65-67. 2000.

ALVES, S. A. M. 2018. Método para monitoramento da atividade de insetos por meio de fotos. Comunicado Técnico 208, Empraba.

AMBIENTAL CONSULTORIA E PROJETOS, 2008. Estudo de Impacto Ambiental Usina Termelétrica de Macaíba. Macaba-Rio Grande do Norte. IDEMA, RN.

BONECKER, A.C.T.; BONECKER, S.L.C. & BASSANI, C. Plâncton marinho. In: Pereira, RC & AS Gomes (Eds.). Biologia Marinha, p. 103-25, 2002.

CETESB (São Paulo) Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo [recurso eletrônico] / CETESB ; Mônica Luisa Kuhlmann ... [et al.]. – – São Paulo : CETESB, 2012.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. 2018. Répteis do Brasil e suas unidades federativas: lista de espécies. Herpetologia Brasileira 4: 11-57.

FARANI, G. L. **Tolerância do gastrópode bioinvasor Melanoides tuberculatus (Müller 1774) à salinidade**. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Bahia. 35p., 2013.

GIOVANELLI, A., VIEIRA, M. V., DASILVA, C. L. P. A. C. Apparent Competition Through Facilitation between Melanoides tuberculatus and Biomphalaria glabrata and the Control of Schistosomiasis Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 98(3): 429-431, 2003.

GREGORIC, D. E. G.; NÚÑEZ, V.; FERRANDO, N. S.; RUMI, A. First record of invasive snail *Melanoides Tuberculatus* (Müller) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) for the Iguazú River Basin, Argentina - Brazil. **Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay**, v. 9, n. 90, p. 109-112, 2007.

GUIMARÃES, C. T.; SOUZA, C. P.; SOARES, D. M. Possible Competitive Displacement of Planorbids by Melanoides tuberculatus in Minas Gerais, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Suppl., 96: 173-176, 2001.

HAROLDO AZEVEDO, 2017. Relatório de Controle ambiental Aterro de Resíduos de construção e podação. IDEMA, RN

ICMBIO/CEMAVE. 2019. Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Brasília: MMA.

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org/> Acessado em 20 fevereiro 2022.

LIRA-DA-SILVA, R.; MISE, Y. F.; CASAIS-E-SILVA, L. L.; ULLOA, J.; HAMDAN, B.; BRAZIL, T. K. 2009. Serpentes de importância médica do nordeste do Brasil. 79 (1): 7-20

MAGALHÃES, F. M.; DANTAS, A. K. P.; BRITO, M. R. M.; MEDEIROS, P. H. S.; OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, T. C. S.; QUEIROZ, M. H. C.; SILVA, W. P. GARDA, A. A. 2013. Anurans from an Atlantic Forest-Caatinga ecotone in Rio Grande do Norte, State, Brazil. **Herpetology Notes, 6:1-10.**

MERRITT, R. W.; CUMMINS. K. W.; BERG, M. B. **An introduction to the aquatic insects of North America**, 4 ed. Dubuque, IA: Kendall/Hunt, 1158 p., 2008.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do rio Meia Ponte-GO. **Oecologia Brasiliensis**., 12 (3): p. 553-563, 2008.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444 de 17 de Dezembro de 2014, 2014.

PACHECO, J. F.; SILVEIRA, L. F.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; BENCKE, G.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R.; COHN-HAFT, M.; MAURÍCIO, G. N.; NAKA, L. N.; OLMOS, F.; POSSO, S. R.; LEES, A. C.; FIGUEIREDO, L. F. A.; CARRANO, E. GUEDES, R. C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F.; PIACENTINI, V. Q. 2021. Annoted checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committe – second edition. Ornithology Research 29 (2). https://doi.org/10.1007/s43388-021-00

POINTIER, J. P., GUYÃRD, A.; MOSSER, A. Biological control of *Biomphalaria glabrata and B. straminea* by the competitor snail *Thiara* tuberculata in a transmission site of schistosomiasis in Martinique, French West Indies. **Annals of Tropical and Medical Parasotology**, 83*:* 263-269, 1989.

POINTIER, J. P., FREDERIC, M.; MAZILLE, V. Biological control of *Biomphalaria glabrata* by *Melanoides tuberculata* on Désirade island, French West Indies. **Journal of Medical and Applied Malacology**, 3*:* 49-52, 1991.

POINTIER, J. P. The introduction of *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) to the island of Saint Lucia (West Indies) and its role intermediate host of *Schistosoma mansoni.* **Acta Tropica**, 54: 13018, 1993.

POINTIER, J. P., THALER, L., PERNOT, A. F.; DELAY, B. Invasion of the Martinique Island by the parthenogenetic snail Melanoides tuberculata and the succession of morphos. **Acta Ecologica**, 14: 33-42, 1993.

POINTIER, J. P., Invading freshwater gastropods: some conflicting aspects for public health**. Malacologia**, Chicago, USA, 41: 403-411, 1999.

RICARDO MARQUES; GUEDES, T. B.; LANNA, F. M.; PASSOS, D. C.; SILVA, W. P.; GARDA, A. A. 2021. Species richness and distribution patterns of the snake fauna of Rio Grande do Norte stat, northeastern Brazil. An Acad Bras Cienc 93(Suppl. 3): e20191265 DOI 10.1590/0001-3765202120191265

ROCHA-MIRANDA, F.; MARTINS-SILVA, M. J. First record ofthe invasive snail Melanoides tuberculatus (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in the Paranã River basin, GO, Brazil. **Braz. J. Biol**., 66(4): p. 1109-1115, 2006.

ROCHA NETO, M. 2001. Guia Ilustrado: Fauna da Escola das Dunas de Pitangui, Ecossistemas Terrestres. 1. ed. João Pessoa: Moura Ramos Gráfica e Editora, v. 01. 113p

ROCHA NETO, M.; SALES, C. B. 2017. Fauna em um Fragmento de Mata Atlântica no Rio Grande do Nortw. Área de Proteção Ambiental Jenipabu. 1. ed. Natal: Caule de Papiro, 278p.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; LANGONE, J. A. 2021. Lista de espécies brasileiras. Herpetologia Brasileira 8: 65-96

SIEBURTH, J., SMETACEK, V. & LENZ, J. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartiments of plankton and their relation ship to plankton size fractions. Limnol. & Oceanogr, 231: 256-1263, 1978.

SILVA, M.; B.R.A. FRANÇA; J.B. IRUSTA; G.H.B.O. SOUTO; T.M. OLIVEIRA JR.; M.C. RODRIGUES; M. PICHORIM. 2012. Aves de treze áreas de caatinga no Rio Grande do Norte, Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia 20(3):312-328.

VARGAS-MENA, J. C.; ALVES-PEREIRA, K.; BARROS, M. A. S.; BARBIER, E.; CORDERO-SCHMIDT, E.; LIMA, S. M. Q.; RODRÍGUEZ-HERRERA, B.; VENTICINQUE, E. M. 2018. The bats of Rio Grande do Norte state, northeastern Brazil. Biota Neotrop. 18 (2) https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0417.

WIKIAVES. 2022. Espécies em Macaíba/RN. Disponível em: https://www.wikiaves.com.br/especies.php?t=c&c=2407104

11.4. BIBLIOGRAFIA MEIO BIÓTICO (Flora)

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S.B.; ARAÚJO, E. L. **Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil**. Acta bot. bras. 19(3): 615- 623, 2005.

ANDRADE-LIMA, D. 1960. **Estudos fitogeográficos de Pernambuco**. Arquivos do Instituto de Pesquisa Agronômica 5(1): 305-341.

ANDRADE-LIMA, D. 1981. **The caatingas dominium.** Revista Brasileira de Botânica 4: 149-163. BARBOSA, LETÍCIA RAMEH. Educação Como Prática da Liberdade. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1967 (19 ed., 1989).

ANDRADE, L. A.; LEITE, I. M.; TIBURTINO, U.; BRABOSA, M. R. **Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba**. Cerne 11: 253-262, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portal Eletrônico Eletrônico**. Brasília: disponível em http://www.mma.gov.br/. Consultado em Fev 2022.

CESTARO LA, SOARES, JJ. **Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil.** Acta Botanica Brasilica 18(2): 203-218. 2004.

DURIGAN, M.F.B. **Injúrias mecânicas na qualidade de mangas 'Palmer' e 'Keitt'** 2003. 63f. Dissertação (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinarias Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

EGLER, W.A. 1957. **O Agreste e os Brejos** (Nota de uma excursão a Pernambuco). Boletim Geográfico 138: 294-306.

EGLER, IONE. **Perspectivas brasileiras de desenvolvimento sustentável**. Anais do Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Poder Local. UNICAP/AUSJAL. Recife. Nov. 1999, p.43-47.

FERNANDES, A. 1998. **Fitogeografia Brasileira**. Multigraf, Fortaleza.

FABRICANTE, J. R. ANDRADE L.A. **Análise estrutural de um remanescente de caatinga no Seridó paraibano**. Oecologia Brasiliensis 11: 341-349, 2007.

FORZZA, R.C. et al. 2017. **Angiospermas in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. 2014. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil. Acesso em janeiro de 2019.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/. Acesso em: Mar 2022.

GIULIETTI, A.M., DU BOCAGE NETA, A.L., CASTRO, A. A.J.F., GAMARRA-ROJAS, C.F.L., SAMPAIO, E.V. S.B., VIRGÍNIO, J.F., QUEIROZ, L.P., FIGUEIREDO, M.A., RODAL, M.J.N., BARBOSA, M.R.V. & HARLEY, R.M. 2004. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. MMA, UFPE, Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas, Embrapa Semi-Árido, Brasília, p.33-35.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T,W. - 1972. **Forest mensuration**. New York, The Ronald Press Company. 410p.

IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1992. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. CDDI-IBGE, Rio de Janeiro. (série Manuais Técnicos de Geociências, n. 1).

IBGE. 1993. **Mapa de vegetação do Brasil**. 2a ed. IBGE, Rio de Janeiro. Escala 1:5.000.000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2ª ed. revisada e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br. Acesso em 30/02/2022.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu Município, 2008**. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br. Acesso em 02/03/2022.

JACOMINE, P.K.T.; SILVA, F.B.R.; FORMIGA, R.A.; ALMEIDA, J.C.; BELTRÃO, V.A.; PESSÔA, S.C.P. & FERREIRA, R.C. 1971. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte**. SUDENE/Divisão de Pesquisa Pedológica, Recife, v. 1. (série Boletim Técnico, n. 21, série Pedologia, n. 9).

LEAL, I.R., M. TABARELLI & J.M.C. SILVA. 2003a. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

Livro vermelho da flora do Brasil / texto e organização Gustavo Martinelli, Miguel Avila Moraes; tradução Flávia Anderson, Chris Hieatt. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p. ; 30 cm.

MARACAJÁ, P. B.; BATISTA, C. H. F.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E. **Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes na vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN**. Revista de Biologia e Ciências da Terra 3: 25-32, 2003.

PEREIRA, I. M. *et al*. **Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano**. In: **Acta Botânica Brasílica**, v.**15**, n.**3**, p.431 426, 2001.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; BARBOSA, M. R. V.; SAMPAIO, E. V. S. B. **Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste paraibano**. Acta Botânica Brasílica 16: 357-369, 2002.

RATTER, J.A. 1992. **Transitions between Cerrado and forest vegetation in Brazil**. Pp. 417-429. In: P.A. Furley; J. Proctor & J.A. Ratter (eds.). Nature and dynamics of forest-savanna boundaries. Chapman & Hall, London.

RIZZINI, C.T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil: Aspectos sociológicos e florísticos**. v. 2. Hucitec Ed., São Paulo.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito Cultural** Edições Ltda., Rio de Janeiro. 1997. 747p.

SALGADO, O. A.; JORDY-FILHO, S.; CARDOSO-GONÇALVES, L. M. 1981. **Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos; Estudo fitogeográfico**. In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, p. 485-544. 1981. Série Levantamento de Recursos Naturais, v. 23.

11.5. BIBLIOGRAFIA MEIO SÓCIO ECONÔMICO

ANATEL. Agência Nacional de Telecomunicações. 2021. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/paineis/acessos/panorama>. Acesso em 18/02/2022.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. 2019. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 18/02/2022.

BRASIL. Decreto nº 6.040 de 7 fev. 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm>. Acesso em: 25/06/2021.

CLEMENTINO, Maria do Livramento Miranda (org.). **Duas décadas da Região Metropolitana de Natal.** 1ª Ed. - Rio de Janeiro: Letra capital: observatório das metrópoles, 2019. 310 p.

CNES/DATASUS – CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE. 2021. Estabelecimentos de Saúde. Disponível em: <http://cnes.datasus.gov.br/pages/estabelecimentos/consulta.jsp>. Acesso em: 15/02/2022.

DATASUS. Epidemiológicas e Morbidade. 2021. Informações de Saúde (TABNET). Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso em: 03/02/2022.

DATASUS. Rede Assistencial. 2021. Informações de Saúde (TABNET). Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso em: 03/02/2022.

FCP. Fundação Cultural Palmares. Certificação Quilombola (dados atualizados até 15/06/2022). Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551>. Acesso em: 21/02/2022.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil. Disponível em: <http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/>. Acesso em: 21/02/2022.

FRANCA, Rosana Silva de. **A dispersão urbana na "Região Metropolitana de Natal:** novas espacialidades e velhas contradições. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal/RN: 2016.

FUNAI. Fundação Nacional do Índio. Índios no Brasil. Dados atualizados de 2021. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em: 17/02/2022.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Proposta de modelo de gestão da Região Metropolitana de Natal** (Produto 8) - Plano estratégico de Desenvolvimento Sustentável para Região Metropolitana de Natal. Recife/PE: 2007.

GRACIOSI PINTO, Matheus; SILVA, Gabriel Marques da; MATTEO, Giulia Farran; TOBIAS, Tamara Portis. **Regiões metropolitanas sob a ótica do planejamento territorial:** uma reflexão sobre o caso de Natal. Anais do XVII ENANPUR, Natal/RN: 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2000, 2010. Censos Demográficos. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010RgaAdAgsn.asp>. Acesso em: 15/02/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Censo Agropecuário. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=11&i=P> Acesso em: 15/02/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>. Acesso em: 02/02/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2018. Cadastro Central de Empresas. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/cempre/default.asp?o=1&i=P>. Acesso em: 02/02/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2018. Produto Interno Bruto. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>. Acesso em: 17/02/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2019. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019>. Acesso em: 17/02/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Estimativas Populacionais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>. Acesso em: 16/02/2022.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atributos das Unidades de Conservação Federais. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/tabela-de-atributos-e-informacoes-das-unidades-de-conservacao-federais>. Acesso em: 18/02/2022.

INCRA – Instituto Nacional de Reforma Agrária. Sistema de Informações de Projetos de Reforma Agrária – SIPRA. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos-relacao-de-projetos>. Acesso em: 02/09/2021.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Índice de Desenvolvimento de Educação Básica. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/ideb >. Acesso em: 14/02/2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **As dificuldades de governança na Região Metropolitana de Natal/RN** - Relatório de Pesquisa, Projeto Governança Metropolitana no Brasil. Disponível em:<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10426/1/Pgmb_rm_natal_complemento_b.pdf>. Acesso em: 20/02/2022.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Atlas da Vulnerabilidade Social. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em: 14/02/2022.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Mapa das Organizações da Sociedade Civil. Disponível em: <https://mapaosc.ipea.gov.br/>. Acesso em: 14/02/2022.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Bens Tombados. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126>. Brasília/DF. Acesso em: 14/02/2022.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126>. Brasília/DF. Acesso em: 14/02/2022.

SILVA, Anieres Barbosa da.; GOMES, Rita de Cássia da Conceição. **Dinâmica e organização do espaço metropolitano de Natal/RN:** uma leitura a partir do setor terciário. Anais do IX Coloquio Internacional de Geocrítica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 2007.

11.6. BIBLIOGRAFIA AIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14001: sistema de gestão ambiental: requisitos com orientação para uso.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

BLOCK, M. R. **Identifying environmental aspects and impacts** S.I.: s.n., 1999.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 1986.7

LEOPOLD, L. B. **A procedure for evaluating environmental impact**. Geological Survey Circular, Washington, n. 645, p. 1-16, 1971.

TEIXEIRA, G. P. FRANÇA, R. A. LACERDA, G. B. M**. METODOLOGIA DE OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA – MG.** ABES/MA – Seção Maranhão da ABES. VIII SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS "Responsabilidade Sócio-ambiental". Tema III: Resíduos Sólidos – Destino Final. Disponível em: <http://www.thecnna.com/pdf/aterro.pdf> Acesso em: 03/02/2022.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impactos ambientais: conceitos e métodos**. 3 edição – Atualizada e aprimorada. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SELURB – Sindicado Nacional das Empresas de Limpeza Urbana. PwC – PricewaterhouseCoopers. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana.** Rio de Janeiro. Edição de 2019. Disponível em:.< https://selur.org.br/wp-content/uploads/2019/09/ISLU-2019-7.pdf>. Acesso em: 03/02/2022.

12. ANEXOS

Anexo 1 – Projeto Básico

Anexo 1.1 – Ensaios e sondagens

Anexo 1.2 – Planilha de quantitativos e estimativa de custos

Anexo 1.3 – Desenhos

Anexo 1.4 – ART

Anexo 2 – Viabilidade Operacional – ENERGIA

Anexo 3 – Relatório PEGIRS – RN

Anexo 4 – Sondagens SPT

Anexo 5 – Relatório Ensaio de Permeabilidade

Anexo 6 – Relatório Ensaio de Infiltração

Anexo 7 – Análises Físico-Química de Solo

Anexo 8 – Oficio Encaminhado ao IDEMA

Anexo 9 – Análises Físico-Química de Água

Anexo 10 – Questionário das Entrevistas Aplicadas na AID

Anexo 11 – Matriz de Análise Integrada

Anexo 12 – ARTs da Equipe

Anexo 13 – Arquivos SHP Meio Físico

Anexo 14 – Arquivos SHP Meios Biótico e Socioeconômico

Anexo 15 – Arquivos DWG Projeto Básico