

COMPLEXO FOTOVOLTAICO CARAÚBAS

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

agosto de 21 - Case Soluções Ambientais – CSA

ESTUDO
DE IMPACTO AMBIENTAL

COMPLEXO FOTOVOLTAICO CARAÚBAS

Este documento é de propriedade de Case Soluções Ambientais (CSA) e está dirigido exclusivamente ao destinatário que o recebe, consequentemente, não pode ser repassado a terceiros ou utilizado por estes sem o consentimento da CSA. Todos os direitos reservados. Nenhuma seção ou elemento deste documento poderá ser retirado a partir deste documento, reproduzido, armazenado ou transmitido em qualquer forma sem autorização por escrito da CSA. Case Soluções Ambientais – Todos os direitos reservados.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 19
1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO E DO EMPREENDEDOR 20

1.1. Dados do Empreendedor....21
1.2. Dados da Empresa Consultora....21
1.3. Dados do responsável pela equipe multidisciplinar....21
2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO....22
2.2 Módulos Fotovoltaicos....3
2.3 Inverores Fotovoltaicos....4
2.4 Estrutura mecânica de suporte dos módulos e suas fundações....5
2.5 Subestação Unitárias ou Centros de Transformação....7
2.6 Características da subestação elevadora....8
2.7 Conexão do empreendimento na rede de transmissão....8
3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE....9
4. ALTERNATIVA LOCACIONAL....16
5. ÁREAS DE INFLUÊNCIA....28
6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA....32
6.1. Meio Físico....32
6.1.1. Metodologia do diagnóstico ambiental....32
6.1.2. Caracterização do Clima e Condições Meteorológicas....35
6.1.3. Geologia....62
6.1.4. Geomorfologia....73
6.1.5. Solos....91
6.1.6. Recursos Minerais....105
6.1.7. Recursos Hídricos....107
6.1.8. Cavidades naturais....123
6.1.9. Sismicidades....128
6.1.10. Considerações Finais....133
6.2. Meio Biológico....137
6.2.1. Metodologia....137
6.2.2. Flora....138
6.2.3. Fauna....206
6.3. Meio Socioeconômico....292
6.3.1. Metodologia....293
6.3.2. Aspectos Socioeconômicos da Área de Influência Indireta....299
6.3.3. Aspectos de nível de vida da AII e AID....307
6.3.4. Infraestrutura produtiva e de serviços....341
6.3.5. Unidades da Paisagem....343
6.3.6. Uso e ocupação do solo....349
7. ANÁLISE INTEGRADA E PROGNÓSTICO AMBIENTAL....367
8. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS....375
8.1. Metodologia....376
8.2. Previsão, descrição e análise dos impactos ambientais....380
8.3. Síntese dos impactos ambientais....395
8.4. Descrição dos impactos ambientais....400
8.5. Avaliação de Impactos Cumulativos....414
8.5.1 Matriz de avaliação dos impactos cumulativos na implantação....417
8.5.2 Matriz de avaliação dos impactos cumulativos na operação....431
9. MEDIDAS DE CONTROLE, MAXIMIZAÇÃO, MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISTOS....435
10. PLANOS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS....473
10.1. Plano de Controle Ambiental associado à Execução das Obras....473

10.1.1. Introdução 473
10.1.2 Justificativa 474
10.1.3 Escopo geral 474
10.1.4 Público-alvo 475
10.1.5 Recursos necessários 475
10.1.6 Responsabilidade de execução 475
10.1.7 Atendimento a requisitos legais 476
10.1.8 Inter-relação com outros planos 476
10.2. Plano de Sinalização de Obras 476
10.2.1. Introdução 476
10.2.2. Objetivo 477
10.2.3. Escopo geral 477
10.2.4. Público alvo 478
10.2.5. Recursos necessários 479
10.2.6. Responsabilidade de execução 479
10.2.7. Atendimento a requisito legais 479
10.2.8. Inter-relação com outros planos 479
10.3. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos 479
10.3.1 Introdução 480
10.3.2 Justificativa 480
10.3.3 Objetivo 480
10.3.4 Escopo geral 480
10.3.5 Público-alvo 484
10.3.6 Recursos necessários 484
10.3.7 Responsabilidade de execução 484
10.3.8 Requesitos legais 484
10.3.9 Inter-relação com outros planos 485
10.4. Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho 485
10.4.1 Introdução 485
10.4.2 Justificativa 485
10.4.3 Objetivo 486
10.4.4 Escopo geral 486
10.4.5 Público-alvo 491
10.4.6 Recursos necessários 491
10.4.7 Responsabilidade de execução 491
10.4.8 Atendimento aos requisitos legais 491
10.4.9 Inter-relação com outros planos 492
10.5. Plano de educação e comunicação social 492
10.5.1 Introdução 492
10.5.2 Justificativa 493
10.5.3 Objetivo 493
10.5.4 Escopo geral 494
10.5.5 Público-alvo 495
10.5.6 Recursos necessários 495
10.5.7 Responsabilidade de execução 495
10.5.8 Atendimento aos requisitos legais 495
10.5.9 Inter-relação com outros planos 496
10.6. Plano de controle de processos erosivos e monitoramento do sistema de drenagem 496
10.6.1 Introdução 496

10.6.2 Objetivo 496
10.6.3 Justificativa 497
10.6.4 Escopo geral 497
10.6.5 Público-alvo 498
10.5.6 Recursos necessários 498
9.6.7 Responsabilidade de execução 498
10.6.8 Atendimento aos requisitos legais 499
10.6.9 Inter-relação com outros planos 499
10.7. Plano de monitoramento da fauna 499
10.7.1 Introdução 499
10.7.2 Objetivo 499
10.7.3 Justificativa 499
10.7.4 Escopo geral 500
10.7.5 Público-alvo 501
10.7.6 Recursos necessários 501
10.7.7 Responsabilidade de execução 501
10.7.8 Atendimento aos requisitos legais 501
9.7.9 Inter-relação com outros planos 502
10.8. Plano de controle de desmatamento 502
10.8.1 Introdução 502
10.8.2 Objetivo 502
10.8.3 Justificativa 502
10.8.4 Escopo geral 503
10.8.5 Público-alvo 503
10.8.6 Recursos necessários 503
10.8.7 Responsabilidade de execução 503
10.8.8 Atendimento aos requisitos legais 504
10.8.9 Inter-relação com outros planos 504
10.9. Plano de recuperação de áreas degradadas 504
10.9.1 Introdução 504
10.9.2 Objetivo 504
10.9.3 Justificativa 505
10.9.4 Escopo geral 505
10.9.5 Público-alvo 506
10.9.6 Recursos necessários 507
10.9.7 Responsabilidade de execução 507
10.9.8 Atendimento aos requisitos legais 507
10.9.9 Inter-relação com outros planos 507
10.10. Plano de eventual desativação do empreendimento 507
10.10.1. Justificativa 507
10.10.2. Objetivos 508
10.10.3. Objetivos específicos 508
10.10.4. Requesitos legais 508
10.10.5. Metodologia e descrição das atividades 508
10.10.6. Público alvo 510
10.10.7. Inter-relação com outros Programas 511
10.10.8. Especificações de metas 511
10.10.9. Indicadores de desempenho 511
10.11. Cronograma geral 512

11. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL....513
11.1. CÁLCULO DO VALOR DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL....514
11.2. CÁLCULO DO VALOR DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL....514
- GRAU DE IMPACTO (GI)....515
11.2.1. IMPACTO SOBRE A BIODIVERSIDADE (ISB)....515
11.2.2. COMPROMENTIMENTO DE ÁREA PRIORITÁRIA....515
11.2.3. INFLUÊNCIA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO (IUC)....516
11.3. ÍNDICES DE AVALIAÇÃO DOS IMAPCTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE....517
11.3.1. ÍNDICE MAGNITUDE (IM)....517
11.3.2. INDICE BIODIVERSIDADE (IB)....517
11.3.3. INDICE ABRANGÊNCIA (IA)....517
11.3.4. INDICE DE TEMPORIALIDADE (IT)....518
11.3.5. ÍNDICE COMPROMETIMENTO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS (ICAP)....518
11.4. VALORES DOS ÍNDICES DO EMPREENDIMENTO....519
11.5. RESULTADO DA ANÁLISE DOS ÍNDICES....521
11.6. SUGESTÃO DE APLICAÇÃO DOS RECURSOS....522
12. CONCLUSÃO....522
13. EQUIPE TÉCNICA....524
14. REFERÊNCIAS....526

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Especicação das usinas fotovoltaica que compõem o empreendimento....23
Figura 2 – Mapa com *layout* do Complexo Fotovoltaico Caraúbas. 0

Figura 3 – Percusso para acesso a área do Complexo Fotovoltaico Caraúbas. 0
Figura 4 – Mapa de propriedades de Complexo Fotovoltaico Caraúbas. 2
Figura 5- Características dos módulos fotovoltaicos....3
Figura 6 - Características do inversor fotovtaico. 4
Figura 7 - Disposição dos módulos fotovoltaicos sobre o eixo do seguidor com 2 séries de 34 módulos – vista superior. 5
Figura 8 - Corte transversal pelo eixo do sistema seguidor. 6
Figura 9 - Características técnicas do transformador da Subestação Unitária. 7
Figura 10- Características dos transformadores de potência 34,5/69 kV. 8
Figura 11- Características da linha de transmissão. 9
Figura 12– Localização do empreendimento. 15
Figura 13 - Mapa com a distância das alternativas locacionais do ponto de conexão a SE Caraúbas II. 17
Figura 14 - Localização das alternativas locacionais. 20
Figura 15 - Mapa de restrições ambiental da alternativa 01. 21
Figura 16 - Mapa de restrições ambiental da alternativa 02. 22
Figura 17 - Mapa de restrições ambiental da alternativa 03. 23
Figura 18- Delimitação das Áreas de influência do empreendimento. 31
Figura 19 – Mapa do percurso de campo do meio físico e pontos de levantamento aéreo com o uso de drone nas Áreas de Influência do empreendimento. 34
Figura 20 - (A) Diagrama Esquemático da Circulação de *Hadley-Walker* sobre a América do Sul tropical e o setor do Atlântico Sul Tropical. A nebulosidade sobre o oceano representa a atividade convectiva sobre a Zona de Convergência Intertropical-ZCIT; (B) diagrama esquemático da Célula de Hadley. 36
Figura 21 - Eixo de confluência dos ventos alísios de sudeste com os de nordeste formadores da ZCIT. 37
Figura 22 - Variações da radiação solar com a latitude, com destaque da zona intertropical (a); e por período estacional, sobre o globo (b). 38
Figura 23 - Evidência ilustrativa da ZCIT sobre o oceano Atlântico e Nordeste do Brasil captada pelo satélite METEOSAT-7. (A) e (B) Posição da ZCIT no mês de abril de 2003, período chuvoso na região Nordeste do Brasil; (C) e (D) ZCIT no mês de outubro de 2003, fora do período chuvoso da Região. 38
Figura 24 - (A) Evidência da nebulosidade associada à frente fria alcançando a porção oeste da região amazônica; (B) Posicionamento de nuvens associadas à frente fria sobre a região Nordeste. 40
Figura 25 - Nuvens associadas ao VCAN na Região Nordeste. Detalhe para as porções do centro e periférica, esta relacionada à formação de nuvens de chuva. 40
Figura 26 - Imagem do satélite METEOSAT-7, mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do estado do Maranhão até o estado do Rio Grande do Norte. 41
Figura 27 - Exemplo de uma Célula de CCM sobre a região Nordeste. 42
Figura 28 - Ondas de Leste captadas em direção ao litoral nordestino. 43
Figura 29 - Esquema representativo das brisas marítimas e terrestres. A figura da esquerda mostra a ocorrência da brisa marítima durante o dia aonde o ar frio vindo do mar penetra no continente impulsionado pelo ar quente continental devido à diferença de pressão entre as massas de ar. De forma oposta ocorre a brisa terrestre representada pela figura da direita seguindo a mesma lógica. 44
Figura 30 - Esquema mostrando, de maneira simplificada, os padrões oceânicos e atmosféricos que contribuem para a ocorrência de anos muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos, na parte norte da região Nordeste do Brasil. 45
Figura 31 - Climas do Estado do Rio Grande do Norte, destacando a região do empreendimento, municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN. 46
Figura 32 - Delimitação do Semiárido brasileiro. 47
Figura 33 - Climatologia da precipitação anula da Região Nordeste do Brasil. 48

Figura 34 - Climatologia da precipitação mensal da Região Nordeste do Brasil. 49
Figura 35 - Climatologia da temperatura do ar média anual para a Região Nordeste do Brasil. 51
Figura 36 - Delimitação do Semiárido Potiguar. 52
Figura 37 - Refletividade comparativa de superfícies comuns. 61
Figura 38 - Estrutura geológica da Plataforma Sulamericana. 63
Figura 39 - Compartimentação geológico-estrutural da Plataforma Sulamericana. 65
Figura 40 - Composição tecno-estrutural da Província Borborema localizando o Rio Grande do Norte. Fonte: Modificado de Delgado *et al*. (2003), *in* CPRM/FAPERN (2006) 66
Figura 41 - Mapa do Arcabouço Tectonoestrutural do Rio Grande do Norte. 67
Figura 42 – Geologia do município de Caraúbas/RN. 68
Figura 43 - Unidade geológica presente em todas as Áreas de Influência do Empreendimento. A Formação Açu abrange a ADA, AID e AII. 71
Figura 44 - Domínios morfoclimáticos do Brasil. 74
Figura 45 - Domínios geomorfológicos do estado do Rio Grande do Norte. 75
Figura 46 - Padrões de relevo do estado do Rio Grande do Norte. 82
Figura 47 - Geomorfologia das Áreas de Influência do empreendimento. 84
Figura 48 - Modelo Digital de Elevação - MDE das Áreas de Influência do empreendimento. 88
Figura 49 - Parâmetros morfométricos com perfis sentido L – W, destacando a hipsometria e a declividade das Áreas de Influência da UFV CARAÚBAS. 90
Figura 50 - Modelo Digital de Elevação – MDE em persperctiva 3D das Áreas de Influência da UFV CARAÚBAS e áreas adjacentes imediatas. Foi aplicado ao MDE um aumento (exagero) de 0,000045 para destacar as variações topográficas. 91
Figura 51 - Mapa de solos do Rio Grande do Norte. 92
Figura 52 - Solos presentes nas Áreas de Influência do Empreendimento. 97
Figura 53 – Núcleos de desertificação no Estado do Rio Grande do Norte e classes de intensidade. Fonte: Modificado de Carvalho (2000). 105
Figura 54 - Mapa de processos minerais nas áreas de influência do empreendimento. 106
Figura 55 - Localização da área do Empreendimento destacada dentro dos limites da Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró. 109
Figura 56 - Recursos hídricos superficiais registrados nas Áreas de Influência do empreendimento. 111
Figura 57 - Sistemas de aquíferos do Rio Grande do Norte. 113
Figura 58 - Domínio do Aquífero Açu nas Áreas de Influência do empreendimento. 116
Figura 59 - Poços presentes nas AII e AID da UFV CARAÚBAS, de acordo com banco de dados do SIAGAS (2021). 122
Figura 60 - Ocorrência de cavidades naturais mais próximas das Áreas de Influência do Empreendimento. Fonte: Banco de Dados do ICMBio (2012). Elaborado por CSA, junho, 2021. 125
Figura 61 - Mapa de probabilidade de ocorrência de cavidades naturais para a região do Empreendimento. 127
Figura 62 - Mapa de probabilidade sísmica na América do Sul, onde são indicadas as faixas de aceleração de pico, com probabilidade de 10% de serem excedidas nos próximos 50 anos. 129
Figura 63 - Mapa de intensidades máximas, que apresenta, ainda, as principais zonas de cisalhamento e falhas da bacia Potiguar e do embasamento cristalino adjacente. 130
Figura 64 – Ocorrência de abalos sísmicos entre 2020 e primeiro semestre de 2021 no Estado do Rio Grande do Norte. Predominância de microssismos e sismos muito pequenos na região do município de Caraúbas/RN onde estão inseridas as Áreas de Influência da UFV CARAÚBAS. 131
Figura 65 - Mapeamento da aceleração sísmica horizontal característica no Brasil para terrenos da classe B (“Rocha”). 132

Figura 66 – Mapa dos pontos amostrais para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Município de Caraúbas e Upanema/RN. 151
Figura 67 - Mapa dos pontos amostrais para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema/RN. 152
Figura 68 – Mapa das tipologias vegetais presentes nas Áreas de Influências do empreendimento fotovoltaico. 158
Figura 69 – Mapa das Áreas de Proteção Permanentes (APP) presentes nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico. 199
Figura 70 - Mapa das Unidades de Conservação próximas ao empreendimento fotovoltaico. 201
Figura 71- Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação da Caatinga próximas ao empreendimento fotovoltaico. 203
Figura 72 – Pontos amostrais distribuídos ao longo da área de influência do empreendimento, município de Caraúbas/RN e Upanema/RN. 209
Figura 73 - Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e aves da caatinga no RN. 266
Figura 74 - Áreas Importantes para Aves Migratórias (áreas regulares de rota, pousio, descanso, alimentação e reprodução) no estado do Rio Grande do Norte. 271
Figura 75 - Principais rotas migratórias de aves no Brasil. 272
Figura 76 - Mapa de caminhamentos e aplicação de questionários. Fonte: CSA, junho de 2021. 298
Figura 77 - Faixa etária da população por sexo em Caraúbas/RN no ano 2000. Fonte: IBGE, 2000. 303
Figura 78 - Faixa etária da população por sexo em Caraúbas/RN no ano 2010. Fonte: IBGE, 2010. 303
Figura 79 - Faixa etária da população por sexo em Upanema/RN no ano 2000. Fonte: IBGE, 2000. 304
Figura 80 - Faixa etária da população por sexo em Upanema/RN no ano 2010. Fonte: IBGE, 2010. 304
Figura 81 - Mapa de localização dos sítios arqueológicos próximos ao empreendimento. Fonte: CSA, junho de 2021. 333
Figura 82 – Potencialidade espeleológica do Rio Grande do Norte, com destaque pra área de AID. Fonte: Cruz, et al., 2007. 334
Figura 83 - Mapa de cavidades naturais próximas a área do empreendimento. Fonte: CSA, junho de 2021. 335
Figura 84 - Principal acesso da capital Natal até Caraúbas/RN. Fonte: Google Maps, 2021. 336
Figura 85 - Principal acesso da capital Natal até Caraúbas/RN. Fonte: Google Maps, 2021. 337
Figura 86 - Mapa do Geossistema do Rio Grande do Norte. 345
Figura 87 - Mapa de Unidades da Paisagem do Estado do Rio Grande do Norte. 347
Figura 88 – Mapa de Unidades da Paisagem da área do empreendimento. 348
Figura 89 – Mapa de uso e ocupação do solo da área do empreendimento. Elaboração: CSA, junho de 2021. 351
Figura 90 – Mapa de localização dos Assentamentos Tradicionais localizados nas áreas de influência do empreendimento. Elaboração: CSA, junho de 2021. 358
Figura 91 - Mapa de Unidades de Conservação próximas a área do empreendimento. Fonte: CSA, junho de 2021. 362
Figura 92 – Mapa dos impactos ambientais de alta magnitude. 399
Figura 93 – Mapa de impactos de vizinhança. 415
Figura 94 - Padrões de etiquetas adesivas para armazenamento de resíduos. 482

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Fundação com estacas metálicas batidas. 7
Foto 2 - Levantamento aéreo com auxílio de ARP (Aeronave Remotamente Pilotada). 33

Foto 3 – (A) Bloco de arenito localizado na porção NW da AID; (B) Argilito exposto em corte de estrada na porção NE da AII; (C) Aloramento de arenito em terreno na porção NW da AID (D) Rocha sedimentar tipo folhelho presente na AID. 72
Foto 4 – (A) Perspectiva de campo aberto mostrando padrão de relevo plano na porção norte da AID; (B) Perspectiva de terreno com predominância plana, intercalado por depressão limitante a N por relevo suavemente ondulado, localizado na porção Centro-Norte da AID; (C) Relevo ondulado localizado nos limites da AID na porção NW; (D) Terreno com suave declividade em direção a curso dágua localizado na porção NW da AID. 85
Foto 5 – (A) Perspectiva da ADA na porção NE; (B) Perspectiva da ADA na porção N apresentando suaves ondulações; (C) Perspectiva da porção central da ADA com predominância de relevo plano; (D) Perspectiva do relevo na porção Centro-Norte da ADA mostrando suaves ondulações com cotas mais baixas das Áreas de Influência; (E) Relevo em forma de domo circundado por áreas suavemente onduladas na porção NW da AID; (F) Perspectiva da porção W da ADA com predominância de topografia intercalada por domo. Detalhe para a seta vermelha. 86
Foto 6 – (A) Aspecto superficial de Latossolo com textura granular descompactada; (B) Perfil de Latossolo Vermmelho-amarelo em avançado estágio de laterização; (C) Latossolo exposto pela remobilização da vegetação para uso agrícola; (D) Aspecto superficial de Latossolo com cimentação ferruginosa. 98
Foto 7 – (A) Erosão laminar por escoamento superficial em solo exposto por corte no terreno; (B) Erosão laminar com fluxo de solo em drenagem natural do terreno; (C) Erosão em talude de barramento;(D) Filetes de erosão em perfil de solo exposto por corte de estrada. 102
Foto 8 – (A) Curso d'água efêmero na porção central da ADA, registrado em janeiro de 2021; (B) Curso d'água efêmero na porção ao W nos limites da ADA, registrado em janeiro de 2021; (C) Perspectiva aérea do curso d'água que corta os limites das Áreas de Influência na porção W, registrada em maio de 2021. Detalhe para o traçado em azul; (D) Barreiro com presença de água na porção NW da AID, registrado em maio de 2021. 113
Foto 9 - Fisionomias vegetais, características, bem como, detalhe de espécies vegetais ocorrentes na AII do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe indivíduo adulto isolado de *Handroanthus sp.* (Pau-D'arco) em área degradada presente no interior da AII, no período chuvoso; (B) – Detalhe das características de parte da vegetação ao longo de via de acesso no interior da AII, no período seco; (C) – Detalhe das características de outra parte da vegetação no interior da AII, no período seco; (D) – Detalhe das características de parte da vegetação ao longo de outra via de acesso no interior da AII, no período seco; (E) – Detalhe de área degradada presente na AII. Predominância de *Anacardium occidentale* (Cajueiro) e área de pasto, no período chuvoso; (F) – Detalhe de área degradada para cultivo agrícola presente na AII, no período chuvoso; (G) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da AII, UTM 24M 668304.04 m E / 9363898.00 m S, no período chuvoso; (H) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AII, UTM 24M 668292.78 m E / 9363903.08 m S, no período chuvoso; (I) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AII, UTM 24M 671436.64 m E / 9367052.14 m S, no período chuvoso; (J) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AII, UTM 24M 671451.77 m E / 9366838.48 m S, no período chuvoso. 141
Foto 10 – Registros dos aspectos metodológicos utilizados no levantamento florístico e fitossociológico utilizados nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico. (A) – Registro fotográfico do momento da realização de entrevista ocorrida no interior da AID; (B) – Registro fotográfico do momento da realização de outra entrevista ocorrida no interior da AID. (C) – Registro fotográfico do momento da realização de transecto, observação e registro de campo no interior da ADA, ocorrida no período seco; (D) – Ortofoto oblíqua mostrando momento da realização de transecto, observação e registro de campo. Ocorrido no interior da AID, UTM 24M 669710.41 m E / 9364082.27 m S, no período seco; (E) – Ortofoto oblíqua mostrando momento de caminhada na mata para observação e registro de campo. Ocorrida o interior da AID, UTM 24M 669674.15 m E / 9364061.66 m S, no período seco; (F) – Registro fotográfico de momento de realização observação e registro de campo. Ocorrida no

interior da ADA, no período chuvoso; (G) – Registro fotográfico dos equipamentos utilizados na metodologia de levantamento fitossociológico. No interior da ADA; (H) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 1) em um dos respectivos vértices observa-se as coordenadas geográficas centrais da parcela. No interior da ADA; (I) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 10) em um dos respectivos vértices observa-se as coordenadas geográficas centrais da parcela. No interior da ADA; (J) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 20) em um dos respectivos. 150
Foto 11 - Fisionomias vegetais, características, bem como, detalhe de espécies ocorrentes na AID do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe das características de parte da vegetação no interior da AID observa-se indivíduo adulto de *Poincianella bracteosa* (Catingueira), no período chuvoso; (B) – Detalhe das características de parte da vegetação ao longo de via de acesso no interior da AID, no período chuvoso; (C) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da AID, no período chuvoso; (D) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da AID, no período seco; (E) – Detalhe de indivíduo adulto de *Heliotropium indicum* (Fedegoso-Crista-de-Galo) no interior da AID, no período chuvoso; (F) – Detalhe de inflorescências de *Piptadenia moniliformis* (Catanduva) no interior da AID, no período chuvoso; (G) – Detalhe de frutos de *Cardiospermum corindum* (Balãozinho) no interior da AID, no período chuvoso; (H) – Detalhe de fruto de *Ziziphus joazeiro* (Juazeiro) no interior da AID, no período chuvoso; (I) – Detalhe de inflorescência de *Croton sonderianus* (Marmeleiro) no interior da AID, no período chuvoso; (J) – Detalhe de frutos de *Croton sonderianus* (Marmeleiro) no interior da AID, no período chuvoso; (L) – Detalhe de flor de *Ipomoea asarifolia* (Salsa) no interior da AID, no período chuvoso; (M) – Detalhe de inflorescência de *Cnidoscolus urens* (Urtiga) no interior da AID, no período chuvoso; (N) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da AID observa-se áreas degradadas, UTM 24M 668638.95 m E / 9367193.22 m S, no período chuvoso; (O) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AID observa-se áreas degradadas e a ADA ao fundo, UTM 24M 671348.18 m E / 9366846.24 m S, no período chuvoso; (P) – Ortofoto obliqua mostrando a características da vegetação outra área no interior da AID observa-se a vegetação muito ora preservada, UTM 24M 669634.50 m E / 9364140.26 m S, no período seco; (Q) – Ortofoto obliqua mostrando a características da vegetação de outra área no interior da AID observa-se a vegetação bem preservada, UTM 24M 669605.73 m E / 9364123.66 m S, no período seco; (R) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AID observa-se áreas bem degradadas, UTM 24M 668137.37 m E / 9366178.63 m S, no período chuvoso; (S) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AID observa-se áreas preservadas, UTM 24M 668726.96 9363991.82 m S, no período chuvoso; 162
Foto 12 - Fisionomias vegetais, características, bem como, detalhe de espécies ocorrentes na ADA do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe de indivíduo adulto de *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúba) no interior da ADA, no período chuvoso; (B) – Detalhe de vista inferior de copa de indivíduo adulto de *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúba) no interior da ADA, no período chuvoso; (C) – Detalhe das características de parte da vegetação no interior da ADA observa-se indivíduos adultos de *Copernica prunifera* (Carnaúba), no período chuvoso; (D) – Detalhe das características de outra parte da vegetação no interior da ADA observa-se indivíduos adultos de *Piptadenia moniliformis* (Catanduva), no período chuvoso; (E) – Detalhe das características de parte da vegetação presente em trilha no interior da ADA, no período chuvoso; (F) – Detalhe das características de parte da vegetação presente em outra parte da trilha no interior da ADA, no período seco; (G) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA, no período chuvoso; (H) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA, no período seco; (I) – Detalhe de indivíduo adulto de *Pilosocereus pachycladus* (Faxeiro) no interior da ADA, no período chuvoso; (J) – Detalhe de indivíduo adulto de *Pilosocereus gounellei* (Xique-Xique) no interior da ADA, no período chuvoso; (L) – Detalhe de concentração *Aristida setifolia* (Capim-Panasco) no interior da ADA, no período chuvoso; (M) – Detalhe de concentração *Froelichia humboldtiana* (Ervaço) *e Aristida setifolia* (Capim-Panasco) no interior da ADA, no período chuvoso; (N) – Detalhe de concentração de *Mimosa pudica* (Malícia) no interior da ADA, no

período chuvoso; (O) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA no período chuvoso observa-se o pouco espaçamento entre os indivíduos arbóreos; (P) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA no período chuvoso observa-se o espaçamento entre os indivíduos arbóreos; (Q) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA no período chuvoso observa-se o espaçamento entre os indivíduos arbóreos; (R) – Detalhe de inflorescências de *Lantana camara* (Cambará) no interior da ADA, no período chuvoso; (S) – Detalhe de flores de *Turnera subulata* (Chanana) no interior da ADA, no período chuvoso; (T) – Detalhe de flor de *Commelina erecta* (Santa-Luzia) no interior da ADA, no período chuvoso; (U) – Detalhe de flor de *Pombalia calceolaria* (Pepaconha) no interior da ADA, no período chuvoso; (V) – Detalhe de frutos de *Bromelia laciniosa* (Macambira) no interior da ADA, no período chuvoso; (X) – Detalhe de indivíduo adulto de *Melocactus bahiensis* (Coroa-de-Frade) no interior da ADA, no período chuvoso; (Z) – Detalhe de flores de *Mimosa acutistipula* (Malícia-de-Boi) no interior da ADA, no período chuvoso; (W) – Detalhe de flores de *Passiflora cincinnata* (Maracujá-do-Mato) no interior da ADA, no período chuvoso; (A1) – Detalhe de flor de *Allamanda blanchetii* (Sete-Patacas-Roxa) no interior da ADA, no período chuvoso; (B1) – Detalhe de inflorescência de *Richardia grandiflora* (Asa-de-Pato) no interior da ADA, no período chuvoso; (C1) – Ortofoto ortogonal mostrando as características da vegetação em área no interior da ADA observa-se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669478.15 m E / 9365162.67 m S, no período seco; (D1) – Ortofoto ortogonal mostrando as características da vegetação em outra área no interior da ADA observa-se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669204.59 m E / 9366715.17 m S, no período chuvoso; (E1) – Ortofoto obliqua mostrando a extensão e características da vegetação no interior da ADA observa-se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669180.52 m E / 9366401.00 m S, no período chuvoso; (F1) – Ortofoto obliqua mostrando a extensão e características da vegetação no interior da ADA observa-se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669559.92 m E / 9365387.42 m S, no período seco; (G1) – Ortofoto obliqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da ADA observa-se a vegetação bem preservada mais a direita e uma vegetação em regeneração mais a esquerda, UTM 24M 669384.24 m E / 9365111.30 m S, no período seco; (H1) – Ortofoto obliqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da ADA observa-se a vegetação bem preservada mais a direita e uma vegetação em regeneração mais a esquerda, UTM 24M 669627.88 m E / 9366608.04 m S, no período chuvoso.....170
Foto 13 - Aspectos do componente florístico mapeado como Áreas degradadas presentes nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico. (A) – Foto de área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Phaseolus vulgaris* (Feijão) e árvores frutíferas. No interior da AID; (B) – Foto de outra área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Sorghum bicolor* (Sorgo). No interior da AID; (C) – Foto de outra área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Phaseolus vulgaris* (Feijão) e *Pennisetum purpureum* (Capim-Elefante). No interior da AID; (D) – Foto de outra área antropizada para pasto e presença de árvores frutíferas no interior da AID; (E) – Foto de outra área antropizada para pasto ou cultivo agrícola no interior da AID; (F) – Foto de outra área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Sorghum bicolor* (Sorgo), presença de indivíduo isolado de *Handroanthus sp*. (Pau-D'arco). No interior da AID; (G) – Foto de etalhe de forno e material lenhoso cortado para a produção de carvão vegetal no interior da AID; (H) – Foto da presença de bovinos em outra área antropizada para pasto no interior da AID; (I) – Detalhe de tronco cortado de *Mimosa tenuiflora* (Jurema-Preta), indicando extração de madeira no interior da AID. (J) – Foto de descarte de lixo em outra área antropizada no interior da AID; (L) – Ortofoto ortogonal mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID observa-se a ausência da vegetação original, UTM 24M 668612.76 m E / 9367145.72 m S. No período chuvoso; (M) – Ortofoto oblíqua mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID, em contato com a ADA observa-se a ausência da vegetação original em grande parte, UTM 669249.88 m E / 9367089.54 m S. No período chuvoso; (N) – Ortofoto oblíqua mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID observa-se a ausência da vegetação original em grande parte, UTM 669811.67 m E / 9365089.06 m S. No período seco; (O) – Ortofoto oblíqua mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID observa-se a ausência da vegetação original

em grande parte, ADA a esquerda da foto. UTM 669372.75 m E / 9364352.15 m S. No período seco. Elaboração: CSA, maio de 2021. 174
Foto 14 - Fisionomia vegetal, bem como, detalhe de espécie aquática observada na ADA do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe de indivíduos *Echinodorus lanceolatus* (Língua-de-Vaca) em ambiente alagado no interior da ADA, no período chuvoso; (B) – Detalhe de acúmulo de água em pequeno barreiro no interior da ADA observa-se a vegetação ciliar muito bem preservada, no período chuvoso; (C) – Ortofoto ortogonal mostrando a presença acúmulo de água em outro barreiro no interior da ADA observa-se a vegetação ciliar muito bem preservada, UTM 24M 668137.45 m E / 9366178.91 m S. No período chuvoso; (D) – Detalhe de acúmulo de água em barreiro no interior da AII, no período chuvoso. 176
Foto 15 - Caules de *Amburana cearenses* (Cumaru), confirmando a presença da espécie no interior da ADA do empreendimento fotovoltaico. 196
Foto 16 - Registro da metodologia de campo, (A) Utilização de detector de ultrassom, (B) Aplicação de entrevista, realizada com morador local, (C) instalação de câmera trap, (D) Método de ponto de escuta, (E) Busca por colônia de morcegos, (F) Busca ativa e auditiva noturna por anfíbios, (G) Busca ativa por vestígios e (H) Realização de transecto. 217
Foto 17 – (A) Local com acúmulo d'água e presença de espumas de reprodução de anuros e (B) Barreiro d'água com concentração de anfíbios. 228
Foto 18 – (A)Registro de Physalaemus albifrons, (B) Pleurodema diplolister, (C) Pithecopus gonzagai e (D) Scinax x-signatus (E) Pseudopaludicola pocoto, (F) Rhinella diptycha, (G) Leptodactylus macrosternum e (H) Rhinella granulosa, registrados nos pontos de acúmulo de água encontrados na ADA do empreendimento. 229
Foto 19 – (A) Tropidurus hispidus registrado no transecto 04 (Coordenada UTM: 24S 669945E e 9366653N) e (B) Tropidurus semitaeneatus, registrado em afloramento rochoso, durante a realização do transecto 06, na ADA do empreendimento (Coordenada UTM: 24S 668295E e 9366779NS). 241
Foto 20 – (A) Hemidactylus agrius (ADA), (B) Iguana iguana (Coordenada UTM: 24S 670979E e 9367004N), (C) Gymnodactylus geckoides (ADA) e (D) Ameivula ocellifera (Coordenada UTM: 24S 668317E 9365274N). 242
Foto 21 – (A) Erythrolamprus poecilogyrus, (B) Boiruna sertaneja e (C) Oxyrhopus trigeminus (Coordenada geográfica UTM: 24 M 670272E e 9366237N) 243
Foto 22 – Registro fotográfico de (A) *Nothura maculosa* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 671280m E e 9367361m S), (B) *Eupsittula cactorum* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668309m E e 9365280m S), (C) *Columbina talpacoti* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 666893m E e 9365260 m S), (D) *Sporophila albogularis* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668363m E e 9367329m S), (E) *Herpetotheres cachinnans (*Coordenada Geográfica UTM 24 M 668429m E e 9364036m S), (F) *Heterospizias meridionalis* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 669453m E e 9364617m S), (G) *Colaptes melanochloros* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668309m E e 9365280m S), (H) *Sicalis flaveola* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 667729 m E e 9366053m S), (I) *Chrysolampis mosquitos* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668429m E e 9364036m S), (J) *Coccyzus melacoryphus* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668948m E e 9365333m S), (L) *Hydropsalis parvula* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 670982m E e 9367006m S), (M) *Lepidocolaptes angustirostris* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 669572m E e 9363814m S). 263
Foto 23 – (A) Pegadas de Cerdocyon thous (ADA); (B) Didelphis albiventris, registrado a partir de um transecto realizado durante o período noturno (ADA); (C) Pegadas de Dasypus novemcinctus registradas durante a busca ativa e (E) registro fotográfico de Galea spixii (ADA). 284
Foto 24 – (A) Cerdocyon thous registrado na Câmera Trap 04 durante o período diurno, (B) Dasypus novemcinctus registrado na Câmera Trap 05 instalada na ADA do empreendimento; (C) Euphractus sexcinctus registrado na Câmera Trap 02 (D) Didelphis albiventris registrados através da Câmera Trap 02 instalada na AID do empreendimento. 286
Foto 25 – Registro de *Bos taurus* na área de influência do empreendimento. 288

Foto 26 – Registro da atividade de caça denominada de “apostado” realizada por toda a área de influência do empreendimento A) pilhas utilizadas pelas lanternas usadas na caça, B e C) churrasqueira utilizada para tratar a caça, D) área de montagem do acampamento. 289
Foto 27 – (A) Aplicação de entrevista na secretaria de saúde do município de Upanema/RN para obtenção de dados primários; (B) Aplicação de questionários com moradores da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento; (C e D) Aplicação de questionários com moradores da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento; (E e F) Aplicação de questionários com moradores da Área de Influência Direta (AII) do empreendimento. (G e H) Aplicação de questionários com moradores do Assentamento Petrolina. Fonte: CSA, janeiro e maio de 2021. 296
Foto 28 – (A) Unidade Básica de Saúde Dr. João Marinaldo de Holanda, zona urbana de Caraúbas/RN; (B) Laboratório Feldman, zona urbana de Caraúbas/RN; (C) Hospital Regional de Caraúbas, zona urbana de Caraúbas/RN; (D) Unidade Básica de Saúde Manoel Auspicio Bezerra Magno, localizado na comunidade Miranda, zona rural de Caraúbas/RN. Fonte: CSA, janeiro e maio de 2021. 309
Foto 29 – (A) Secretaria Municipal de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (B) Unidade Mista de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (C) Unidade Básica de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (D) Unidade Básica de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN. 311
Foto 30 – (A) Escola municipal Manoel de Barros localizado na zona urbana de Caraúbas/RN; (B) Escola municipal Prof.ª Maria Barros Feitosa localizado na zona urbana de Caraúbas/RN; (C) Escola municipal Olavo Bilac localizado na zona urbana de Caraúbas/RN; (D) Escola municipal Rui Barbosa localizado na zona urbana de Caraúbas/RN. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 317
Foto 31 - Escola Estadual Alfredo Simonetti, localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (B) CMEI localizado na Zona Urbana de Upanema/RN; (C) Escola municipal Profª Maria Gorete de Carvalho Macêdo, Zona Urbana de Upanema/RN. 320
Foto 32 – (A) 2º Pelotão de Polícia Militar de Caraúbas/RN; (B) Fórum Adv. Theotônio Neves de Brito, Caraúbas/RN. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 321
Foto 33 - Quadra poliesportiva localizada no centro de Caraúbas/RN; Fonte: CSA, janeiro de 2021. 326
Foto 34 – Academia ao ar livre localizada no centro de Upanema/RN. Fonte: CSA, janeiro de 2021 326
Foto 35 – Igreja Matriz de São Sebastião, em Caraúbas/RN. 327
Foto 36 – Estação Ferroviária de Caraúbas/RN. 328
Foto 37 – Barragem de Umari, localizada em Upanema/RN. 328
Foto 38 – (A) Prefeitura Municipal, localizada na zona urbana de Caraúbas/RN; (B) Câmara Municipal dos Vereadores, localizada na zona urbana de Caraúbas/RN. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 331
Foto 39 – (A) Câmara municipal, localizada na zona urbana de Upanema/RN; (B) Centro Administrativo e Sede da Prefeitura, localizados na zona urbana de Upanema/RN. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 331
Foto 40 - Casa Grande da Fazenda Sabe Muito. Fonte: Alexandre Gurgel. 332
Foto 41 – (A) Tipo das estradas carroçáveis presente nas zonas rurais de Caraúbas/RN e Upanema/RN e na AID do empreendimento; (B) Área urbana de Caraúbas com presença de estravas pavimentadas, com a RN-233 em destaque. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 337
Foto 42 - Agência dos Correios, localizada na zona urbana de Caraúbas/RN. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 339
Foto 43 – Agência de Correios, localizada na zona urbana de Upanema/RN. Fonte: CSA, janeiro de 2021 340
Foto 44 – (A) Porção da ADA do empreendimento com presença de pasto/vegetação herbácea; (B) Acesso dentro da ADA com presença de Carnaúbas; (C) Porção da ADA com área de cultivo de Melancia; (D) Porção da ADA do com área de cultivo de milho. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 352
Foto 45 – A) Fotografia aérea de parte da ADA na porção leste do empreendimento; B) Fotografia aérea de parte da ADA na porção sul do empreendimento; C) Fotografia aérea de parte da ADA na porção oeste do empreendimento; D) Fotografia aérea de parte da ADA na porção norte do empreendimento. 353

Foto 46 – A) Telecentro localizado na comunidade Miranda; B) Unidade Básica de Saúde localizada na comunidade; C) Escola municipal localizada na Comunidade; D) Sede de Agência dos Correios localizada comunidade; E) Caixa D'água para o abastecimento da população da comunidade; F) Quadra de lazer localizada na comunidade. 360
Foto 47 - A) Assentamento Petrolina; B) Ponto de distribuição de água potável no assentamento; C) Escola municipal localizada no assentamento; D) Torre de transmissão de rede celular no assentamento; E) Centro comunitário do assentamento; F) Padrão de residências do assentamento. 361
Foto 48 – A) Residências localizadas no Assentamento Petrolina, ao oeste na AII do empreendimento; B) Acessos carroçáveis localizados na porção Norte da AII do empreendimento; C) Propriedade localizada na AII do empreendimento; D) Vegetação de Carnaúba localizada na AII do empreendimento. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 363
Foto 49 – A) Fotografia aérea de parte da AII na porção leste do empreendimento; B) Fotografia aérea de parte da AII na porção sul do empreendimento; C) Fotografia aérea de parte da AII na porção oeste do empreendimento; D) Fotografia aérea de parte da AII na porção norte do empreendimento. Fonte: CSA, maio de 2021. 364
Foto 50 - A) Fotografia aérea de parte da AII na porção oeste do empreendimento; B) Fotografia aérea de parte da AII na porção oeste do empreendimento; C) Fotografia aérea de parte da AII na porção central do empreendimento; D) Fotografia aérea de parte da AII na porção norte do empreendimento. Fonte: CSA, janeiro de 2021. 365

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classificação da variação da nebulosidade e classes equivalentes. 59
Tabela 2 - Classificação do albedo(%) 62
Tabela 3 - Classificação do relevo de acordo a de declividade (%). 89
Tabela 4 - Graus de limitação referentes à rochosidade e/ou pedregosidade = r. 99
Tabela 5 - Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização = m (declividade x rochosidade e/ou pedregosidade). 100
Tabela 6 – Ocorência do processo de desertificação no Rio Grande do Norte. 104
Tabela 7 - Intervalos de Sólidos Totais Dissolvidos – STD. 118
Tabela 8 - Qualidade das águas subterrâneas no município de Santana do Matos/RN, conforme a situação do poço analisados. 118
Tabela 9 – Qualidades das águas subterrâneas do município de Upanema/RN. 119
Tabela 10 - Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil de acordo com a litologia. 123
Tabela 11 – Efeito potencial dos sismos em função da magnitude (M_L). 130
Tabela 12 – Pontos Amostrais utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema / RN 145
Tabela 13 – Coordenadas geográficas Centrais das parcelas amostrais ralizadas no levantamento fitossociológico na ADA do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema/RN 147
Tabela 14 – Coordenadas geográficas iniciais e finais dos transectos realizados no levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema/RN 147
Tabela 15 - Classes de Uso do Solo na Área Diretamente Afetada (ADA) do Complexo Fotovoltaico Caraúbas. 174
Tabela 16 - Classes de Uso do Solo na Área de Influência Direta (AID) do Complexo Fotovoltaico Caraúbas. ...175
Tabela 17 – Lista de espécies da flora identificadas no levantamento florístico e na pesquisa bibliográfiaca para as Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Zona Rural do Município de Caraúbas/RN....177
Tabela 18 – Parâmetros gerais provenientes do levantamento fitossociológico no empreendimento fotovoltaico 185
Tabela 19 – Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento fotovoltaico. 186
Tabela 20 – Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento fotovoltaico. 187
Tabela 21 – Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das amostras realizadas na ADA do empreendimento fotovoltaico. 193
Tabela 22 – Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das amostras realizadas na ADA do empreendimento fotovoltaico 194
Tabela 23 – Quantitativo dos pontos de amostragem utilizados no levantamento Faunístico nas áreas de influência do empreendimento, Município de Caraúbas e Upanema/RN 207
Tabela 24 – Coordenadas dos Pontos de Amostragem utilizados para o levantamento Faunístico nas áreas de influência do empreendimento, Município de Caraúbas e Upanema/RN 210
Tabela 25 - Registrodas espécies de Anfíbios presentes na área de influência do empreendimento, em Caraúbas e Upanema/RN. 222
Tabela 26 - Índices de diversidade de anfíbios registrados durante o levantamento de campo do empreendimento. 225
Tabela 27 - Registro das espécies de Répteispresentes na área de influência do empreendimento, em Caraúbas e Upanema/RN. 232
Tabela 28 - Índices de diversidade de répteis registrados durante o levantamento de campo do empreendimento. 239
Tabela 29 - Espécies da avifauna presentes na área de influência do empreendimento, município de Caraúbas e Upanema/RN 246

Tabela 30 – Índices de diversidade de aves registradas durante o levantamento. 259
Tabela 31 - Mastofauna presente na Área de Influência do empreendimento, município de Caraúbas e Upanema/RN. 274
Tabela 32 – Índices de diversidade de mamíferos registrados durante o levantamento de campo do empreendimento. 280
Tabela 33 - Composição populacional por sexo nos municípios em apreço no ano 2000 e 2010. 302
Tabela 34 - Crescimento da população total do município. 305
Tabela 35 - Arranjo populacional por zona no município nos anos 2000 e 2010. 306
Tabela 36 - PEA por faixa etária do município em estudo conforme censos 2000 e 2010. 306
Tabela 37 – Consumidores e consumo de energia no ano de 2007. 340
Tabela 38 - Pecuária analisada nos anos de 2021 em Caraúbas/RN e Upanema/RN. 341
Tabela 39 - Produtos da lavoura permanente nos anos de 2017, em Caraúbas/RN e Upanema/RN. 341
Tabela 40 - Lavoura Temporária nos municípios analisados no ano de 2017. 342
Tabela 41 - Critérios de classificação dos Impactos Ambientais 377
Tabela 42 - Valoração dos atributos de acordo com sua classificação. 379
Tabela 43 - Correlação entre significância e duração, resultando na magnitude do impacto. 380
Tabela 44 - Matriz de Impacto Ambiental para Etapa de Planejamento 381
Tabela 45 - Matriz de Impacto Ambiental para Etapa de Implantação. 382
Tabela 46 - Matriz de Impacto Ambiental para Etapa de Operação. 393
Tabela 47 - Síntese quantitativa dos impactos ambientais. 397
Tabela 48 - Matriz de cumulatividade para a etapa de implantação. 417
Tabela 49 - Matriz de cumulatividade para a etapa de operação 431
Tabela 50 - Nº de Empregados do SESMT para Grau de Risco 3. 487

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Denominação e potência CA das UFV a serem implantadas. 22

Quadro 2 - Imóveis e usinas do Complexo Fotovoltaico Caraúbas. 1
Quadro 3 - Critérios ambientais. 18
Quadro 4 - Definição dos pesos para os critérios definidos. 19
Quadro 5 – Matriz de avaliação 24
Quadro 6 - Somatório dos pesos atribuídos para os critérios. 26
Quadro 7 - Estabelecimentos de saúde em Caraúbas no ano de 2020. 307
Quadro 8 - Estabelecimentos de saúde em Upanema no ano de 2020. 309
Quadro 9 – Número de leitos disponíveis em Caraúbas/RN e Upanema/RN, no mês de dezembro de 2020. ...312
Quadro 10 - Número de profissionais de saúde do ensino superior nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, no mês de dezembro de 2020. 312
Quadro 11 – Tipos de mortes no município em estudo conforme Capítulo CID-10 no ano 2009 e 2019. 313
Quadro 12 - Instituições de ensino do município de Caraúbas/RN. 314
Quadro 13 - Instituições de ensino do município de Upanema/RN. 317
Quadro 14 - Matrículas escolares de ensino básico dos municípios em análise no ano de 2020. 320
Quadro 15 - Formas abastecimento de água nos domicílios do município em estudo no ano de 2017. 322
Quadro 16 - Tipos de Esgotamento Sanitário nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN. 322
Quadro 17 - Formas de Coleta de Resíduos Sólidos, Caraúbas/RN e Upanema/RN. 324
Quadro 18 - Datas comemorativas de Caraúbas/RN 324
Quadro 19 - Datas comemorativas de Upanema/RN. 325
Quadro 20 – Pontos turísticos dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN. 327
Quadro 21 – Associações situadas nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN. 329
Quadro 22 - Índices de Desenvolvimento Humano Municipal de Caraúbas/RN e Upanema/RN. 330
Quadro 23 - Frota de veículos nos municípios de Caraúbas e Upanema em dezembro de 2020. 338
Quadro 24 – Análise integrada e prognóstico ambiental. 368
Quadro 25 - Matriz impacto vs medida mitigadora/potencializadora e seus enquadramentos. 437
Quadro 26 – Cronograma básco. 512
Quadro 27 - Valores referentes ao Índice Magnitude. 517
Quadro 28 - Valores referentes ao Índice Biodiversidade. 517
Quadro 29 - Valores referentes ao Índice de Abrangência. 518
Quadro 30 - Valores referentes ao Índice Temporalidade. 518
Quadro 31 - Valores Referentes ao Índice de Comprometimento de Áreas Prioritárias. 519

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação acumulada (mm) média mensal 53
Gráfico 2 - Velocidade média mensal do vento (m/s). 54
Gráfico 3 - Direção e velocidade dos ventos predominante na região do empreendimento. 55
Gráfico 4 - Médias mensais de temperaturas (°c). 56

Gráfico 5 - Umidade relativa do Ar média (%). 57
Gráfico 6 – Relação entre os valores médios de precipitação e umidade para a região de Caraúbas/RN. 57
Gráfico 7 - Insolação média ao longo do ano. 58
Gráfico 8 - Nebulosidade média mensal em décimos. 59
Gráfico 9 - Balanço hídrico anual da região do Empreendimento. 60
Gráfico 10 - Qualidade das águas subterrâneas do município de Caraúbas/RN. 118
Gráfico 11 – Qualidade das águas subterrâneas do município de Upanema/RN 119
Gráfico 12 - Uso da água no município de Caraúbas/RN. 120
Gráfico 13 – Uso da água no município de Upanema/RN. 120
Gráfico 14 - Riqueza de espécies da flora por família nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico. 184
Gráfico 15 - Riqueza de espécies e representatividade de acordo com seu habito de vida na área de influência do empreendimento fotovoltaico. 184
Gráfico 16 - Curva de rarefação mostrando como se comporta a riqueza de espécies arbóreas nativas em função do esforço amostral. 188
Gráfico 17 - Densidade Absoluta das espécies. 189
Gráfico 18 - Densidade Relativa das espécies. 189
Gráfico 19 - Dominância Absoluta das espécies. 190
Gráfico 20 - Dominância Relativa das espécies. 190
Gráfico 21 - Frequência Absoluta das espécies. 191
Gráfico 22 - Frequência Relativa das espécies. 191
Gráfico 23 - Índice do Valor de Cobertura. 192
Gráfico 24 - Índice do Valor de Importância. 192
Gráfico 25 - Altura média das espécies encontrada na área inventariada 193
Gráfico 26 – Riqueza de espécies por família do grupo de anfíbios presentes na área de influência do empreendimento. 224
Gráfico 27 - Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) com o desvio padrão das espécies de anfíbios registrados durante a realização de busca auditiva no empreendimento. 225
Gráfico 28 - Riqueza de espécies de anfíbios e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento. 226
Gráfico 29 - Abundância Absoluta e Relativa das espécies de anfíbios registradas durante o levantamento de campo. 227
Gráfico 30 – Riqueza de espécies por família do grupo de répteis presentes na área de influência do empreendimento. 236
Gráfico 31 - Abundância das espécies de répteis registradas durante o levantamento de campo. 237
Gráfico 32 – Densidade e frequência das espécies de répteis presentes no empreendimento a partir do método de transecto. 238
Gráfico 33 - Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) com o desvio padrão das espécies de répteis registradas durante a realização de transectos no empreendimento. 238
Gráfico 34 - Riqueza de espécies e representatividade por guinda trófica na área de influência do empreendimento. 240
Gráfico 35 - Riqueza de espécies da herpetofauna e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento. 240
Gráfico 36 – Riqueza de espécies de aves por família. 258
Gráfico 37 – Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) da avifauna registrada no empreendimento. 259
Gráfico 38 – Frequência e Abundância relativa das espécies registradas durante o levantamento. 261

Gráfico 39 - Riqueza de espécies e representatividade por guinda trófica na área de influência do empreendimento. 264
Gráfico 40 - Riqueza de espécies da avifauna e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento. 264
Gráfico 41– Número de espécies por ordem da classe Mammalia, registradas na área de influência do empreendimento, município de Caraúbas e Upanema/RN. 279
Gráfico 42- Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) com o desvio padrão das espécies de mamíferos registradas durante a realização de transectos no empreendimento. 280
Gráfico 43 - Riqueza de espécies e representatividade por guinda trófica na área de influência do empreendimento. 281
Gráfico 44 - Riqueza de espécies da mastofauna e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento. 282
Gráfico 45 - Abundância Absoluta e Relativa das espécies de mamíferos registrados durante o levantamento de campo. 283
Gráfico 46 – Frequência e Abundância Relativa das espécies de mamíferos registradas a partir das câmeras trap utilizadas no levantamento. 285
Gráfico 47 - Evolução do IDEB de Caraúbas/RN. 316
Gráfico 48 - Evolução do IDEB de Upanema/RN. 319
Gráfico 49 - Evolução da frota dos municípios em estudo ao longo dos anos. 338
Gráfico 50 - Estabelecimento de saúde na AID e AII do empreendimento. 353
Gráfico 51 - Estabelecimento de educação na AID e AII do empreendimento. 354
Gráfico 52 - Percentual de respostas sobre abastecimento de água. 355
Gráfico 53 - Percentual do destino de esgoto dos entrevistados. 355
Gráfico 54 - Percentual de entrevistados que possuem coleta de lixo. 356
Gráfico 55 - Percentual dos entrevistados que possuem celular. 356
Gráfico 56 - Percentual dos moradores que afirmaram possuir ronda policial na região. 357
Gráfico 57 - Percentual dos entrevistados que possuem conhecimento em algum empreendimento de energia solar. 365
Gráfico 58 - Percentual da expectativa dos moradores após a chegada do empreendimento. 365
Gráfico 59 - Panorama geral dos impactos ambientais para as etapas de planejamento, implantação e operação em relação a todos os atributos. (a) por etapa do empreendimento. (b) por critério de impacto 398
Gráfico 60 - Síntese dos impactos positivos e negativos para a etapa de planejamento. 401
Gráfico 61 - Síntese dos impactos por atributo da etapa de planejamento. 401
Gráfico 62 - Síntese dos impactos positivos e negativos para etapa de implantação 410
Gráfico 63 - Síntese dos impactos da etapa de implantação. 411
Gráfico 64 - Síntese dos impactos positivos e negativos para etapa de operação. 413
Gráfico 65 - Síntese dos impactos da etapa de operação. 413
Gráfico 66 - Comparativo de ocorrência de impactos quanto os impactos Cumulativos e Não-Cumulativos. 434
Gráfico 67 - Comparativo de ocorrência de impactos quanto à Cumulatividade e Natureza. 434

INTRODUÇÃO

O Brasil alcançou em 2014 uma capacidade instalada total de geração elétrica igual a 133,914 MW na soma das centrais de serviço público e autoprodutoras (BEN, 2015). Observa-se que a matriz de geração elétrica no Brasil é predominantemente renovável, com a geração interna hidráulica

correspondendo a 62,5% da oferta interna. Adicionando a este valor as importações de energia, que também são de origem renovável, aproximadamente 74,6% da energia elétrica no Brasil são originadas de fontes renováveis (BEN, 2015).

Mesmo com uma matriz energética predominantemente renovável, por outro lado, há o problema de que se encontra muito dependente de uma única fonte, e a qual tem seu desenvolvimento a custos ambientais muito altos, com um alto valor de transmissão. Com isso o Brasil tem incentivado nos últimos anos o desenvolvimento de energias renováveis de fontes alternativas, as quais tem um menor impacto ambiental, não privilegiando somente a matriz hidráulica, ao mesmo tempo, tendo como objetivo diversificar a matriz energética nacional.

O Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) reproduz dados do Atlas Solarimétrico do Brasil mostrando que essa radiação varia de 8 a 22 MJ/m² durante o dia, sendo que as menores variações ocorrem nos meses de maio a julho, com essa radiação variando de 8 a 18 MJ/m². Este documento informa também que o Nordeste brasileiro é a região de maior radiação solar, apresentando as melhores condições para o aproveitamento fotovoltaico. Praticamente todas as regiões recebem mais de 2.200 horas de insolação, com um potencial equivalente a 15 trilhões de MWh, correspondentes a 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade (WANDERLEY & CAMPO, 2013). Mesmo com todo este potencial, a energia solar tem pouca participação na matriz energética brasileira, não aparecendo no Balanço Energético Nacional (BEN), edição de 2015. Já o Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) traz uma quantidade de 39 unidades de Central Geradora Solar Fotovoltaica em operação, atualizado em junho de 2016.

Contudo, as vantagens da energia solar ficam evidentes quando os custos ambientais de extração, geração, transmissão, distribuição e uso final de fontes fósseis de energia são comparados à geração por fontes renováveis, como elas são classificadas.

A energia solar se caracteriza como inesgotável, sendo considerada uma alternativa energética muito promissora para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental.

Neste contexto, o respectivo estudo tem como objetivo caracterizar os aspectos físicos, biológicos e sociais da área do empreendimento que se pretende instalar o **Complexo Fotovoltaico Caraúbas**, localizado entre os Municípios de Caraúbas e Upanema, Estado do Rio Grande do Norte.

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO E DO EMPREENDEDOR

1.1. Dados do Empreendedor

O projeto do Complexo Fotovoltaico Caraúbas é um empreendimento da iniciativa privada, de interesse da empresa Verde Grande de Energia Ltda., estando assim identificada:

RAZÃO SOCIAL: VERDE GRANDE GERACAO DE ENERGIA LTDA

CNPJ: 28.483.529/0001-22

ENDEREÇO: Fazenda Contendas, S/N, Km 2 a direita R Joaquim de Freitas, zona rural, Mato Verde, Minas Gerais

ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO: Sítio Retiro S/N, zona rural do município de Caraúbas/RN

TELEFONE: (11) 98479-0107

E-mail: adriana.martins@lightsourcebp.com

RESPONSÁVEL: Adriana Martins

1.2. Dados da Empresa Consultora

Este Estudo de Impacto Ambiental - EIA, foi desenvolvido pela consultoria ambiental CSA – Case Soluções Ambientais, estando esta assim qualificada:

RAZÃO SOCIAL: CSA – Case Soluções Ambientais

NOME FANTASIA: CSA Consultoria

CNPJ: 20.966.152/0001-50

ENDEREÇO: Av. Amintas Barros, 3700. Corporate Tower Center – Bussiness. Sala 1207, Bloco B – 59075-810, Lagoa Nova.

TELEFONE: (84) 3206-4286

E-mail: iron.medeiros@consultoriacsa.com.br

RESPONSÁVEL: Iron Medeiros Bezerra

1.3. Dados do responsável pela equipe multidisciplinar

Iron de Medeiros Bezerra: Geógrafo - Especialista em Gestão Ambiental Urbana / Especialista em Meio Ambiente em Petróleo.

CREA: 2100447580.

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O presente Estudo de Impacto Ambiental - EIA, refere-se à implantação do Complexo Fotovoltaico Caraúbas. O empreendimento é composto por 3 (três) Usinas Fotovoltaicas denominadas UFV Caraúbas I, UFV Caraúbas II e UFV Caraúbas III (Quadro 1 abaixo).

As usinas serão instaladas em uma área de 283,09ha, no município de Caraúbas/RN.

O emprendimento é de responsabilidade da empresa Verde Grande Geração de Energia Ltda., pessoa jurídica de direito privado.

O Complexo Fotovoltaico Caraúbas está projetado para uma potência instalada de 151,86 MW. O empreendimento visa produzir e comercializar energia elétrica a partir do recurso solar abundante na região de Caraúbas e Upanema, assim como, contribuir para a diversificação da matriz energética brasileira, com a utilização de tecnologia sustentável para a geração de energia elétrica a partir da radiação solar.

Quadro 1 - Denominação e potência CA das UFV a serem implantadas.

Usina Fotovoltaica (UFV)	Potência CA (MW)	Área (ha)
Caraúbas I	50,62	96,88
Caraúbas II	50,62	92,47
Caraúbas III	50,62	93,74
TOTAL	**151,86**	**283,09**

Fonte: Lightsource bp, 2021.

O Complexo Fotovoltaico Caraúbas tem previsto como sistemas associados, a instalação do sistema de transmissão até o ponto de conexão que será na subestação Caraúbas II em uma tensão de 69 kV, localizada no município de Caraúbas/RN. O percurso para a subestação Caraúbas, a partir do complexo, será de aproximadamente 3,58 km.

- As características gerais da CFV Caraúbas são destacas abaixo:
  - Potência nominal / Potência pico: 151,85 MW / 173,17 MWp
  - Módulos Bifaciais de Silício Monocristalino de 655 Wp: 264.384 unidades
  - Estruturas com seguidor: 1.944 unidades
  - Inversores de 175 KVA (40 °C): 864 unidades
  - Centros de transformação de 6.000 KVA: 27 unidades

Os projetos têm como objetivos principais ampliar a oferta de energia elétrica, utilizando a irradiação solar como fonte de energia renovável, e a diversificação da matriz energética, para uma redução do risco à flutuação na oferta de energia hidrelétrica. Além de não ocasionar modificações ao meio ambiente, a implantação das UFV reduz a emissão de CO2 na geração de energia elétrica.

Localização do CFV Caraúbas I - III				
Município	Caraúbas			
Estado	Rio Grande do Norte			
Fuso	24 M			
UFV Caraúbas I				
Coordenadas geográficas	Latitude	5°44'32.08"S 9.365.063 m S	Longitude	37°28'30.12"O 668.864 m E
Altitude	206 m			
UFV Caraúbas II				
Coordenadas geográficas	Latitude	5°44'11.27"S 9.365.700 m S	Longitude	37°27'59.66"O 669.803 m E
Altitude	192 m			
UFV Caraúbas III				
Coordenadas geográficas	Latitude	5°43'55.26"S 9.366.194 m S	Longitude	37°28'33.37"O 668.767 m E
Altitude	184 m			

Figura 1 - Especificação das usinas fotovoltaica que compõem o empreendimento.
Fonte: Lightsource bp, 2021.

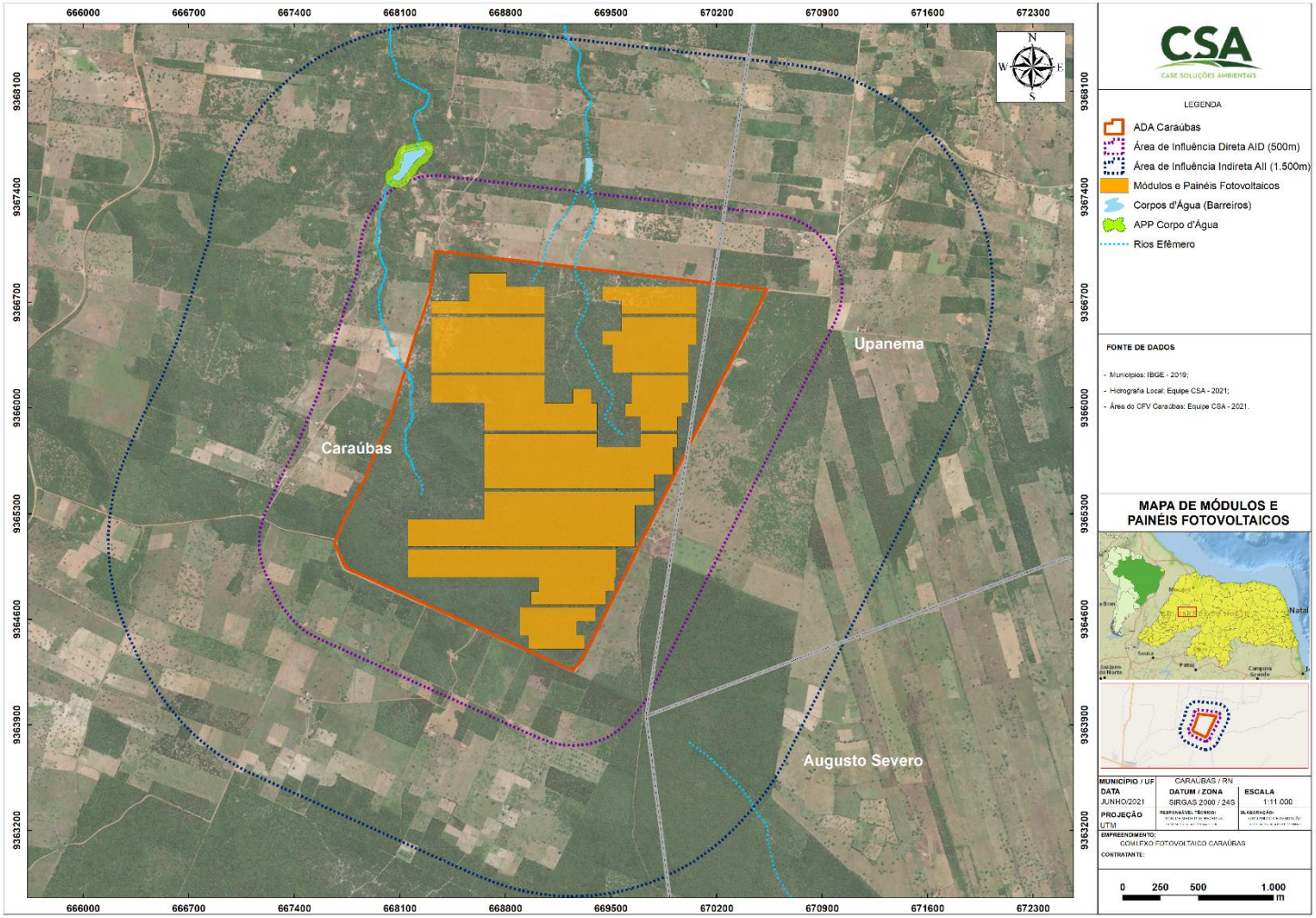


Figura 2 – Mapa com *layout* do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.
Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Localização do empreendimento

NOME: Complexo Fotovoltaico Caraúbas

MUNICÍPIO: Caraúbas/RN e Upanema/RN

Para o acesso ao CFV a partir do município de Caraúbas, deve-se tomar a Rua Ver. José Soares Filho por 400 m no sentido da rodovia RN-233. Na RN-233 percorrer 850 m e vire à direita na estrada de terra. Siga na estrada por 12,4 km até o terreno de implantação do complexo, o percurso total equivale a 13,6 km.

A figura 3 abaixo apresenta o percursso completo partindo da sede municipal de Caraúbas/RN até o empreendimento.

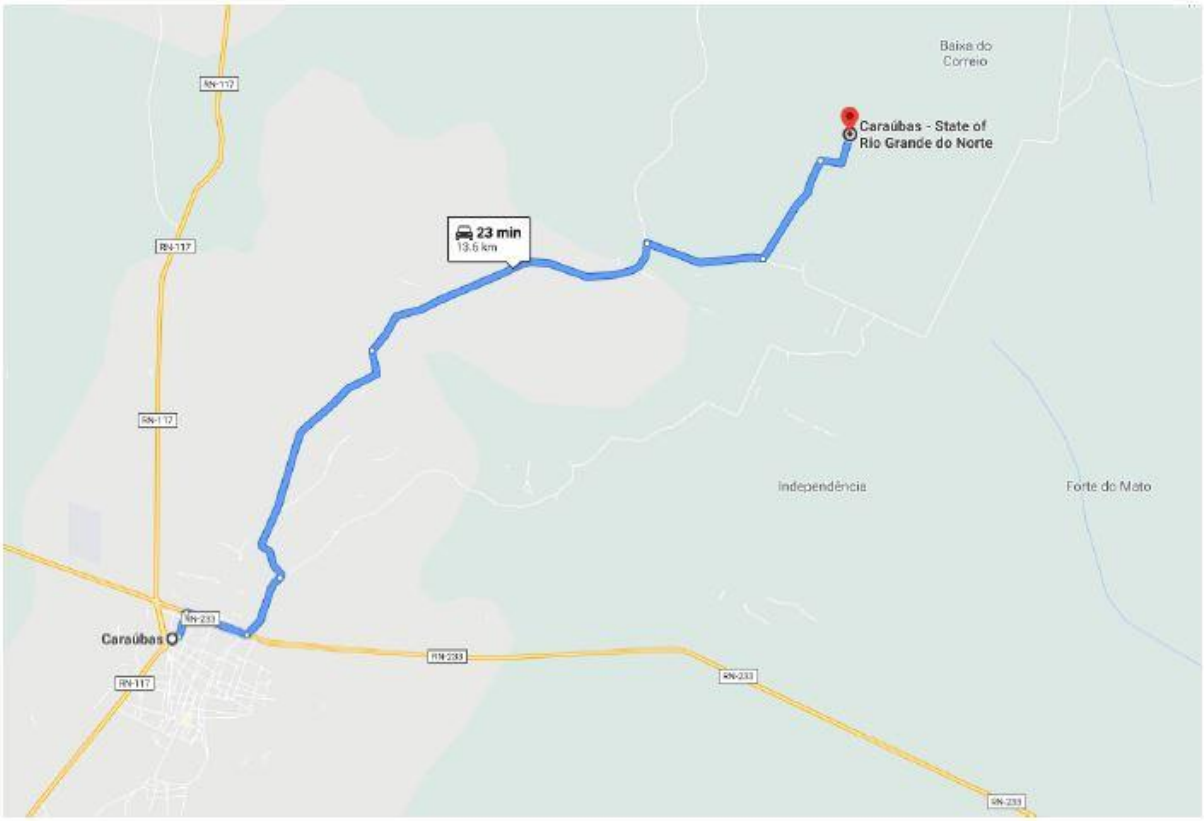


Figura 3 – Percurso para acesso a área do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.
Fonte: Google Maps (2021).

O Complexo Fotovoltaico Caraúbas está na zona rural dos municípios de Caraúbas e Upanema/RN, em imóvel rural arrendado particular. O imóvel utilizado na implantação do empreendimento está descrito no quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Imóveis e usinas do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.

Proprietário	Nº da Matrícula	CFV Caraúbas	Área do Imóvel
Maria Marilene de Holanda Dantas	4.830	UFV I, II e III	477,74

Fonte: Lightsource bp, 2021

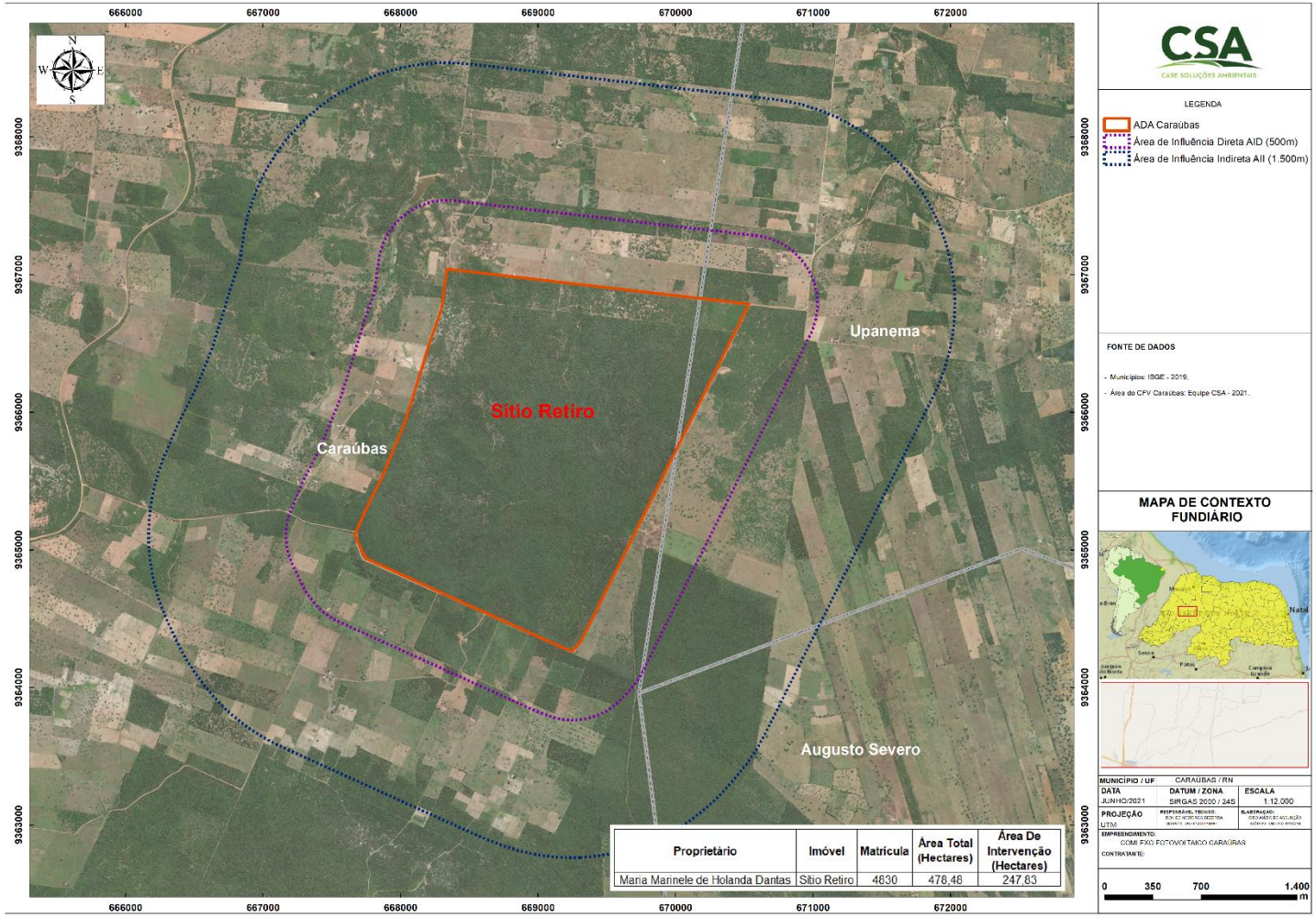


Figura 4 – Mapa de propriedades de Complexo Fotovoltaico Caraúbas.
Fonte: CSA, junho de 2021.

VÉRTICE	COORDENADAS		LADO	AZIMUTES		DISTÂNCIA
	E	N		PLANO	REAL	(m)
Pt0	668337.49	9367039.94	Pt0-Pt1	96°35'52.60"	96°26'43.32"	2210.36
Pt1	670533.21	9366785.97	Pt1-Pt2	206°29'0.62"	206°19'51.34"	2735.88
Pt2	669313.17	9364337.18	Pt2-Pt3	221°20'45.43"	221°11'36.15"	66.23
Pt3	669269.42	9364287.46	Pt3-Pt4	220°46'2.61"	220°36'53.33"	33.59
Pt4	669247.48	9364262.01	Pt4-Pt5	291°45'36.66"	291°36'27.38"	104.74
Pt5	669150.20	9364300.85	Pt5-Pt6	294°21'45.28"	294°12'36.00"	1528.47
Pt6	667757.84	9364931.35	Pt6-Pt7	323°03'0.88"	322°53'51.60"	43.17
Pt7	667731.89	9364965.85	Pt7-Pt8	335°01'13.81"	334°52'4.53"	154.84
Pt8	667666.50	9365106.21	Pt8-Pt9	23°09'10.12"	23°00'0.84"	195.67
Pt9	667743.43	9365286.12	Pt9-Pt10	26°50'2.90"	26°40'53.62"	280.13
Pt10	667869.89	9365536.09	Pt10-Pt11	22°24'29.12"	22°15'19.84"	212.51
Pt11	667950.89	9365732.55	Pt11-Pt12	22°31'56.88"	22°22'47.60"	209.20
Pt12	668031.06	9365925.78	Pt12-Pt13	17°33'57.58"	17°24'48.30"	285.11
Pt13	668117.11	9366197.59	Pt13-Pt14	16°47'17.81"	16°38'8.53"	295.52
Pt14	668202.46	9366480.52	Pt14-Pt15	19°08'12.32"	18°59'3.04"	287.08
Pt15	668296.57	9366751.73	Pt15-Pt0	8°04'46.31"	7°55'37.03"	291.10

Figura 5 - Tabela de cooordenadas dos vértices da poligonal do imóvel.
Fonte: CSA, junho de 2021.

2.2 Módulos Fotovoltaicos

Módulos de silício mono cristalino bifaciais foram selecionados, pois, devido à sua alta eficiência, é a tecnologia mais promissora para a data em que as usinas serão construídas.

As características técnicas dos módulos FV são apresentadas na Figura 5 abaixo. Cabe ressaltar que a escolha do fabricante, do módulo, bem como de suas características elétricas e mecânicas estão sujeitas a alterações em função da disponibilidade de fornecedores.

Figura 6- Características dos módulos fotovoltaicos.

Características do Módulo Fotovoltaico CFV Caraúbas		
Fabricante		Canadian Solar
Modelo		Canadian Solar CS7N-655MB-AG
Tipo de célula		Silício Mono-cristalino
Número de células		132 (6x22)
Características Elétricas		
Condições STC		
Potência nominal	[Wp]	655
Tensão nominal	[V]	38,1
Corrente nominal	[A]	17,20
Tensão em circuito aberto	[V]	45,2
Corrente em curto-circuito	[A]	18,43
Coeficiente de temperatura Pmpp	[%/°C]	-0,34
Tolerância da potência	[W]	0~+10
Características Mecânicas		
Dimensões do módulo	[mm]	2.384 x 1303 x 35
Peso	[kg]	39,4
Moldura	Mat.	Liga de alumínio anodizado
Seção do cabo	[mm²]	4

Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

2.3 Inverores Fotovoltaicos

A figura 6 abaixo apresenta o fabricante, modelo e características elétricas do inversor fotovoltaico.

Figura 7 - Características do inversor fotovtaico.

Características do Inversor Fotovoltaico – CFV Caraúbas I - III		
Fabricante		Huawei
Modelo		SUN2000-185KTL-H1
Características de Entrada (CC)		
Tensão máxima de entrada	[V]	1.500
Faixa de tensão de operação MPPT	[V]	500-1500
Corrente máxima por MPPT	[A]	26
Corrente máxima de curto circuito por MPPT	[A]	40
Número de entrada	Un.	18
Características de Saída (CA)		
Potência Nominal Aparente @40 °C	[kVA]	175
Fator de Capacidade Máxima	%	95
Potência máxima ativa	[kW]	185
Máxima corrente de saída	[A]	134.9
Tensão nominal de saída	[V]	800
Frequência de operação	[Hz]	50/60
FP na potência nominal		0,95
Eficiência máxima	%	98,69
Características Gerais		
Dimensões [a x l x p]	[mm]	1.035 x 700 x 365
Peso	[kg]	84
Temperatura de operação	[°C]	-25 °C até +60 °C
Nível de Proteção IP		IP 65

Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

2.4 Estrutura mecânica de suporte dos módulos e suas fundações

Os módulos fotovoltaicos serão montados em estruturas metálicas (“mesas fotovoltaicas”) compostas por perfis de aço e/ou alumínio. A estrutura de suporte dos módulos é do tipo móvel com sistema de seguimento do sol em dois eixos orientados N-S.

O sistema seguidor é composto por 2 eixos com 2 séries fotovoltaicas cada eixo de 34 módulos, ou seja, 136 módulos, conforme Figura abaixo. Os módulos serão montados de forma vertical (em relação ao eixo), sendo 2 linhas e 68 colunas.

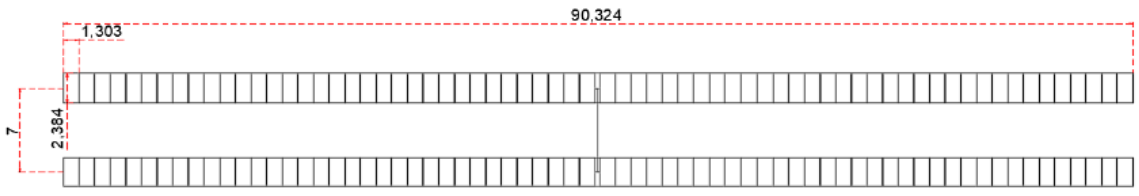


Figura 8 - Disposição dos módulos fotovoltaicos sobre o eixo do seguidor com 2 séries de 34 módulos – vista superior.
Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

O acionamento é independente para cada seguidor e é feito por meio de uma alavanca que move todo o eixo, conforme a Figura B-2. O motor está localizado ao centro do seguidor, conforme a figura abaixo. O motor está localizado ao centro do seguidor.

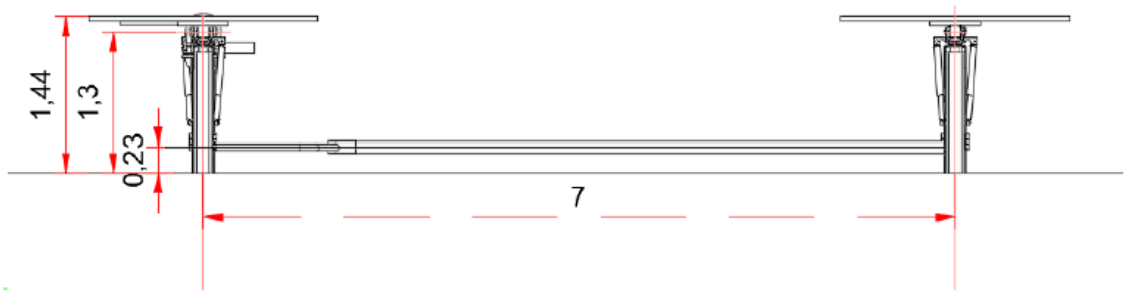


Figura 9 - Corte transversal pelo eixo do sistema seguidor.
Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

A distância Norte-Sul entre eixos de seguidores adjacentes é de 2 m.

O conjunto de 9 strings associados a 1 inversor forma um arranjo fotovoltaico.

A distância de fileira para fileira dos seguidores é de 7 m, e o ângulo de rotação de cada eixo é de ±55°. O sistema de seguimento é orientado ao norte (ângulo de azimute de 0°).

O controle do sistema de rastreamento é completamente automatizado por um PLC. O acionamento correto das mesas é monitorado. O sistema possui controle do tipo “backtracking” para evitar sombreamento dos módulos de fileira para fileira.

A fundação das estruturas deve ser realizada por perfis de aço cravados em solo, os quais acumulam a função de fundação e pilarete em único elemento estrutural. O dimensionamento deve ser conforme as normas aplicáveis para estacas cravadas em solo, considerando-se as cargas permanentes e variáveis, a resistência mecânica do solo e a corrosão das estacas cravadas no solo.

As estacas devem ser cravadas em solo até uma profundidade de 1,5 m – 2,0 m, conforme a carga de vento e o perfil da estaca usada. O processo de cravamento deve ser realizado por um equipamento bate-estacas, desenvolvido especificamente para a construção de plantas fotovoltaicas em solo. O tipo de equipamento de bate-estacas escolhido para o projeto é de um fornecedor alemão com centenas de máquinas entregues em diversos mercados internacionais, com muitos anos de experiência, e apresenta a capacidade de inserir estacas de comprimento total de até 4 m.



Foto 1 - Fundação com estacas metálicas batidas.
Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

A operação do equipamento deve ser por equipe treinada e com experiência no cravamento de postes/estacas para sistemas fotovoltaicos.

O dimensionamento final da fundação e do revestimento da superfície necessário deve ser realizado com a base de dados da análise mecânica e química do solo no local, considerando-se a corrosividade do solo e a tração de extração das estacas (perfis de aço). Opcionalmente pode ser feito um estaqueamento de teste com os perfis a serem usados, e a medição dos esforços horizontais e verticais sobre as estacas inseridas em profundidade variada.

2.5 Subestação Unitárias ou Centros de Transformação

Cada subestação unitária engloba 32 inversores, um transformador de elevação e as proteções para a conexão ao sistema de MT.

Os transformadores das subestações unitárias possuem as seguintes caraterísticas:

Figura 10 - Características técnicas do transformador da Subestação Unitária.

Características do Transformador		
Potência nominal	[kVA]	6.000
Tensão nominal	Enrolamento MT (kV)	34,5
	Enrolamento BT (kV)	0,800
Frequência nominal	[Hz]	60
Perdas em vazio	[%]	0,15
Perdas em carga	[%]	0,80

Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

Cada subestação unitária contém um painel de MT com os equipamentos necessários para manobra e proteção.

Os painéis possuem dimensões reduzidas e baixo peso, facilitando o manuseio e tornando a instalação rápida e fácil.

Um dispositivo de detecção de tensão detecta a presença ou ausência de tensão nas três fases da rede MT de 34,5 kV. Cada Subestação Unitária do ramal média tensão possui dois painéis de linha (1 x saída com disjuntor/seccionador em carga e 1 x entrada com disjuntor / seccionador em carga) e um painel de transformador com interruptor-fusível de saída.

2.6 Características da subestação elevadora

A subestação elevadora (SE) do CFV, SE CFV Caraúbas, será preparada para receber 12 circuitos de rede MT de 34,5 kV independentes. Será dotada de painéis de entrada com as devidas proteções.

A SE CFV Caraúbas possuirá dois transformadores de 160 MVA e contemplará: disjuntor, chave seccionadora, chaves e proteções para o seccionamento da barra de entrada em circuitos separados, para-raios, transformadores de corrente e potencial para os relés de proteção, além de um sistema de automação alternativo para operação remota e a alimentação dos serviços auxiliares. As características da SE CFV Caraúbas são demonstradas na Figura abaixo. A subestação elevadora acomoda os painéis de medição para o faturamento conforme as normas da CCEE.

Figura 11- Características dos transformadores de potência 34,5/69 kV.

Item	Característica
Tipo de transformador	Elevador, trifásico a óleo
Classe de tensão	69 kV
Potência nominal do transformador	160 MVA
Tensão primária nominal F-F / secundária nominal	34,5 kV / 96 kV
Frequência	60 Hz
Perda de magnetização do núcleo (perda em vazio)	≤0,1% da potência nominal
Perdas devido à indução e perdas ôhmicas (perdas variáveis)	≤1,0% da potência atual

Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

2.7 Conexão do empreendimento na rede de transmissão

O ponto de conexão do empreendimento será na SE Caraúbas II, localizada no município de Caraúbas. Essa conexão se dará via linha de transmissão com uma distância de aproximadamente 3,58 km.

Figura 12- Características da linha de transmissão.

Item	Característica
Denominação da linha	LT 69 kV Caraúbas II - SE CFV Caraúbas
Origem	SE CFV Caraúbas
Destino	LT 69 kV Caraúbas II
Tensão nominal	69 kV
Potência do circuito da LT	160,00 MVA
Fator de potência	1
Frequência	60 Hz
Nº de fases	3
Nº de circuitos	1
Nº de cabos por fase	1
Cabo condutor	Parrot 1510,5 MCM
Disposição dos condutores	A ser especificado no projeto executivo
Cabo para-raios	A ser especificado no projeto executivo
Material das estruturas	Suportes metálicos treliçados
NBI	350 kV
Extensão	3,58 km
Perdas (ΔV)	0,13%

Fonte: Fotovoltec/Lightsource bp, 2021.

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

Entre a legislação ambiental pertinente para análise do referido empreendimento em tela são identificadas as legislações a nível Federal, Estadual e Municipal. Dentre estas se observa:

Legislação Federal

- **Constituição Federal Brasileira – 1988;**
- **Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981:** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação;
- **Lei nº 9.433/1997:** Define a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- **Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998:** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente;

- **Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000:** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências;
- **Lei Complementar nº 140/2011:** Define as competências da União, Estados e municípios na tutela do Meio Ambiente, as ações supletivas e dá outras providencias;
- **Lei Complementar nº 12.651/2012:** Dispõe sobre o novo Código Florestal Brasileiro e dá outras providencias;
- **Portaria nº 1.469/GM de 19 de dezembro de 2000:** Aprova a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, que dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, e dá outras providências;
- **Instruções Normativas do IPHAN 001 de 25 de março de 2015:** Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe
- **Decreto Federal de 5 de junho de 2012:** Dispõe sobre a criação do Parque Nacional da Furna Feia;
- **Portaria Federal Nº 1.127, de 10 dezembro de 2020:** Aprova o Plano de Manejo do Parque Nacional da Furna Feia (Processo 02070.001489/2019-57)
- **Instruções Normativas do CONAMA, dentre as quais se destaca as resoluções abaixo.**

Resoluções pertinentes do CONAMA

- **RESOLUÇÃO CONAMA nº. 303, de 20 de março de 2002:** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente;
- **RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002:** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil;
- **RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005:** Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;
- **RESOLUÇÃO CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006**: Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP;

- **RESOLUÇÃO CONAMA nº 397, de 03 de abril de 2008:** Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n. 357, de 2005.
- **RESOLUÇÃO CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010:** Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.

Legislação Estadual do RN

- **Constituição Estadual do RN;**
- **Lei complementar 272, de 3 de março de 2004:** Dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual de Meio Ambiente, regulamenta os artigos 150 e 154 da Constituição Estadual do RN; revoga as Leis Complementares Estaduais n.º 140, de 26 de janeiro de 1996, e n.º 148, de 26 de dezembro de 1996, e dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ambientais, as unidades;
- **Lei Complementar no. 336, de 12 de dezembro de 2006:** Altera a Lei Complementar Estadual no. 272, de 03 de março de 2004, define empreendimentos de significativo impacto ambiental e potencial poluidor, estabelece critérios para a compensação ambiental;
- **Lei no. 6367, de 14 de janeiro de 1993:** Institui o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- **Lei no. 6621, de 12 de julho de 1994:** Dispõe sobre o controle da poluição sonora e condicionantes do meio ambiente no Estado do Rio Grande do Norte;
- **Lei no. 6.908, de 01 de julho de 1996:** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH;

O município de interesse não possui Plano Diretor Municipal, entretanto vale destacar que o empreendimento não se encontra em área urbana e respeitas todas as diretrizes de ordenamento territorial, possuindo viabilidade nesse quesito conforme certidão de uso e ocupação emitida pelo município. Vale ressaltar que o empreendimento irá buscar sempre manter o bem coletivo da segurança e do bem-estar da comunidade, assim como o equilíbrio ambiental.

O empreendimento em foco consta do licenciamento de um empreendimento fotovoltaico estando este correndo de maneira sequencial pelos trâmites legais necessários ao licenciamento ambiental. Sendo assim, a compensação ambiental ocorre por ocasião do licenciamento conforme previsto e solicitado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA).

No contexto da legislação ambiental pertinente, o Código Florestal e em especial as Áreas de Preservação Permanente (APP), consoante estabelece o art. 4º da Lei 12.651/2012, pela qual são consideradas APP's:

> 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: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros;
> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
> III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
> IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
> V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
> VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
> VII - os manguezais, em toda a sua extensão;
> VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
> IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
> X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
> XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Outra questão que envolve o Código Florestal é a delimitação da reserva legal, com necessidade de proteção florestal à razão de 20% (vinte por cento) da área, no entanto, há de se ressaltar que as propriedades não possuem reserva legal averbada em matrícula, algumas já possuem cadastro no CAR com demarcação da Reserva Legal, e as outras estão em processo de regularização no CAR.

A lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, através de seu artigo 36, impõe ao empreendedor a obrigatoriedade de apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do grupo de proteção integral, quando, durante o processo de licenciamento e com fundamento em EIA/RIMA, um empreendimento for considerado como de significativo impacto ambiental.

Devem ser obedecidas as ações prioritárias para aplicação dos recursos de compensação ambiental, descritas no Decreto 4.340/2002, quais sejam:

I - regularização fundiária e demarcação das terras;

II - elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo;

III - aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento;

IV - desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova unidade de conservação;

V - desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da unidade de conservação e área de amortecimento.

De acordo com o Decreto Federal N°. 6.848 de 14 de maio de 2009, para fins de regulamentação da compensação ambiental, o qual alterou artigos do Decreto Nº 4.340/2002, sendo este o decreto regulamentador da Lei Nº 9.985/2000 que instituiu o Sistema Nacional das Unidades de Conservação - SNUC.

> "Art 31. Para os fins de fixação da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei n° 9.985, de 2000, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA estabelecerá o grau de impacto a partir de estudo prévio de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, ocasião em que considerará, exclusivamente, os impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente.
> § 1° O impacto causado será levado em conta apenas uma vez no cálculo.
> § 2° O cálculo deverá conter os indicadores do impacto gerado pelo empreendimento e das características do ambiente a ser impactado.
> § 3° Não serão incluídos no cálculo da compensação ambiental os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais.".

No que diz respeito às "Áreas Prioritárias para a Conservação, **Utilização Sustentável** e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade", vale destacar que não é um sinônimo de Unidades de Conservação, servem, também, como um instrumento de política pública orientadora para o desenvolvimento de diversas ações, dentre elas, o licenciamento ambiental. Ressalta-se que as Áreas Prioritárias são insumos para o planejamento de empreendimentos e dos órgãos ambientais, não sendo impeditivo de quaisquer tipo de intervenção humana.

O governo federal editou o Decreto nº 5092/2004, que atribuiu ao Ministério do Meio Ambiente a competência de definir as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira, o qual deve-se ressaltar o art 5º do Decreto 5.092/2004, que diz:

> Art. 5o O disposto neste Decreto não implica restrição adicional à legislação vigente.

Assim, fica entendido que apesar do ponto de vista biológico, essas áreas prioritárias são consideradas de grande biodiversidade associada, além dos relevantes serviços prestados pelos ecossistemas, porém, o uso sustentável através do licenciamento ambiental é permitido.

Por fim, entende-se que as legislações ambientais pertinentes citadas acima, as quais ditam o trâmite e os aspectos para o licenciamento ambiental da atividade na área de interesse, inicialmente, não se apresentam como restritivas a utilização e licenciamento da área.

Planta de localização do empreendimento

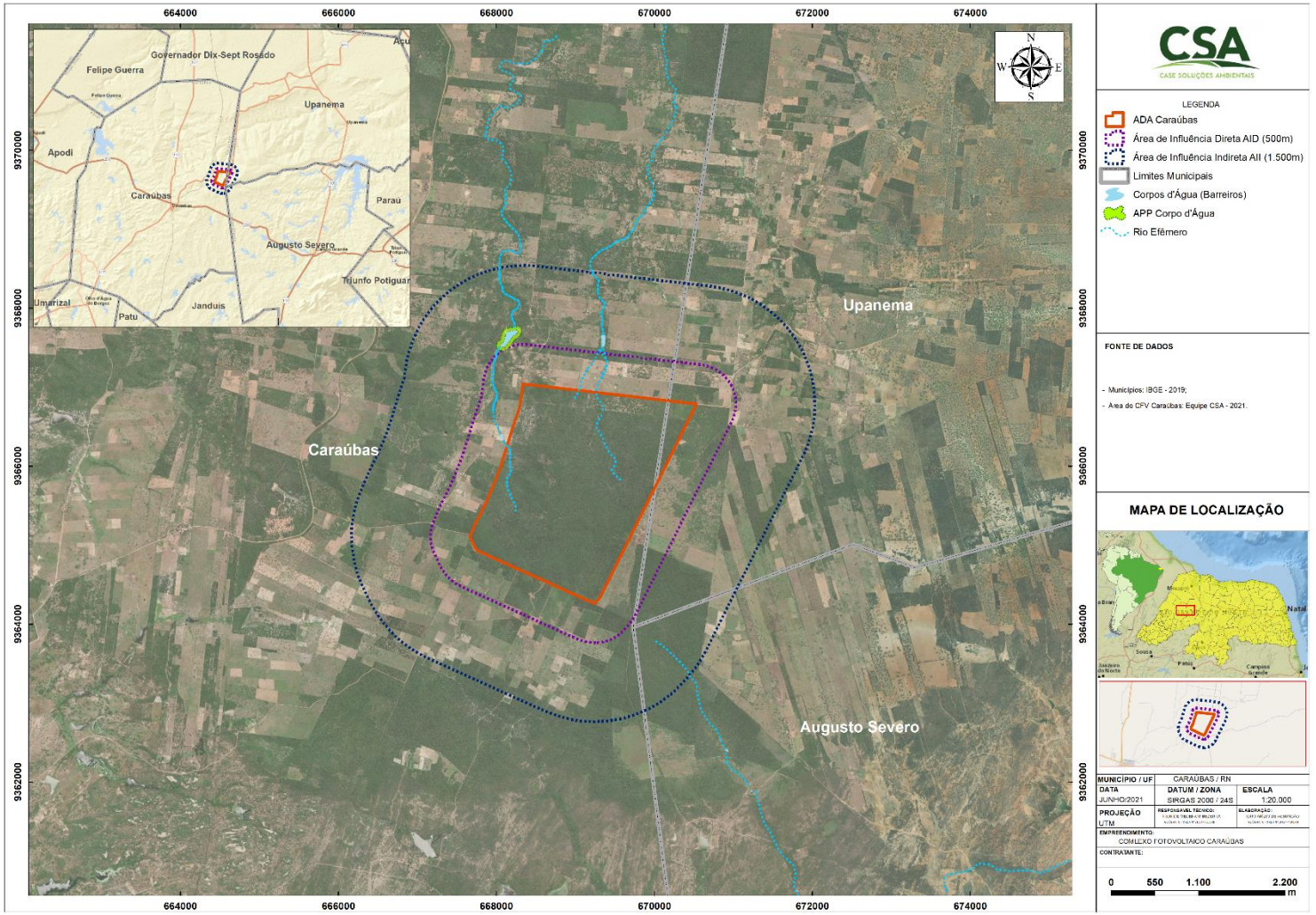


Figura 13– Localização do empreendimento.
Elaboração: CSA, janeiro de 2021

4. ALTERNATIVA LOCACIONAL

Apresentamos as alternativas locacionais do Complexo Fotovoltaico Caraúbas, de acordo com as determinações da Resolução CONAMA nº 001/86, que foram concebidas considerando estudos de restrições ambientais através de mapeamento e critérios técnicos.

As alternativas locacionais desse estudo foram elaboradas como forma de analisar a melhor alternativa técnica e ambiental de forma criteriosa para instalação do respectivo empreendimento. Foram analisadas as características ambientais da área de implantação de cada alternativa locacional e apresentado no final deste capitulo a alternativa de melhor viabilidade, sendo levado em consideração as áreas de restrições e fragilidade ambiental.

Desta forma, selecionamos três alternativas locacionais para o Complexo Fotovoltaico Caraúbas.A implantação do empreendimento visa a participação em leilões de energia regulados, e para participar é necessário que toda a documentação da propriedade esteja regularizada. Nesta região muitas propriedades não possuem regularização fundiária, ou tem débitos fiscais, e isso reduziu as opções de áreas disponiveis, limitando-se as áreas que serão apresentadas abaixo.

Apesar de ser uma exigência legal e constar no termo de Referência elaborado pelo órgão Ambiental, há de se ressaltar que a apresentação de alternativas locacionais, tem como objetivo obter a opção mais viável técnica e ambientalmente, e isto depende de diversos aspectos técnicos, que podem inviabilizar o empreendimento.

No entanto, desde a contratação da área, foram observados vários critérios no que diz respeito a alternativa locacional e minimização de possíveis impactos nos fatores ambientais e sociais.

Com isso, para um projeto desta potência, a distância do ponto de conexão não deve ser superior a 10km, pois torna-se inviável investir em uma LT muito longa. Além disso, quanto mais longe do ponto de conexão, maior o impacto ambiental para passagem da LT e maior o número de processos de desapropriação de áreas. Desta forma, escolhemos propriedades que estivessem próximas do ponto de conexão.

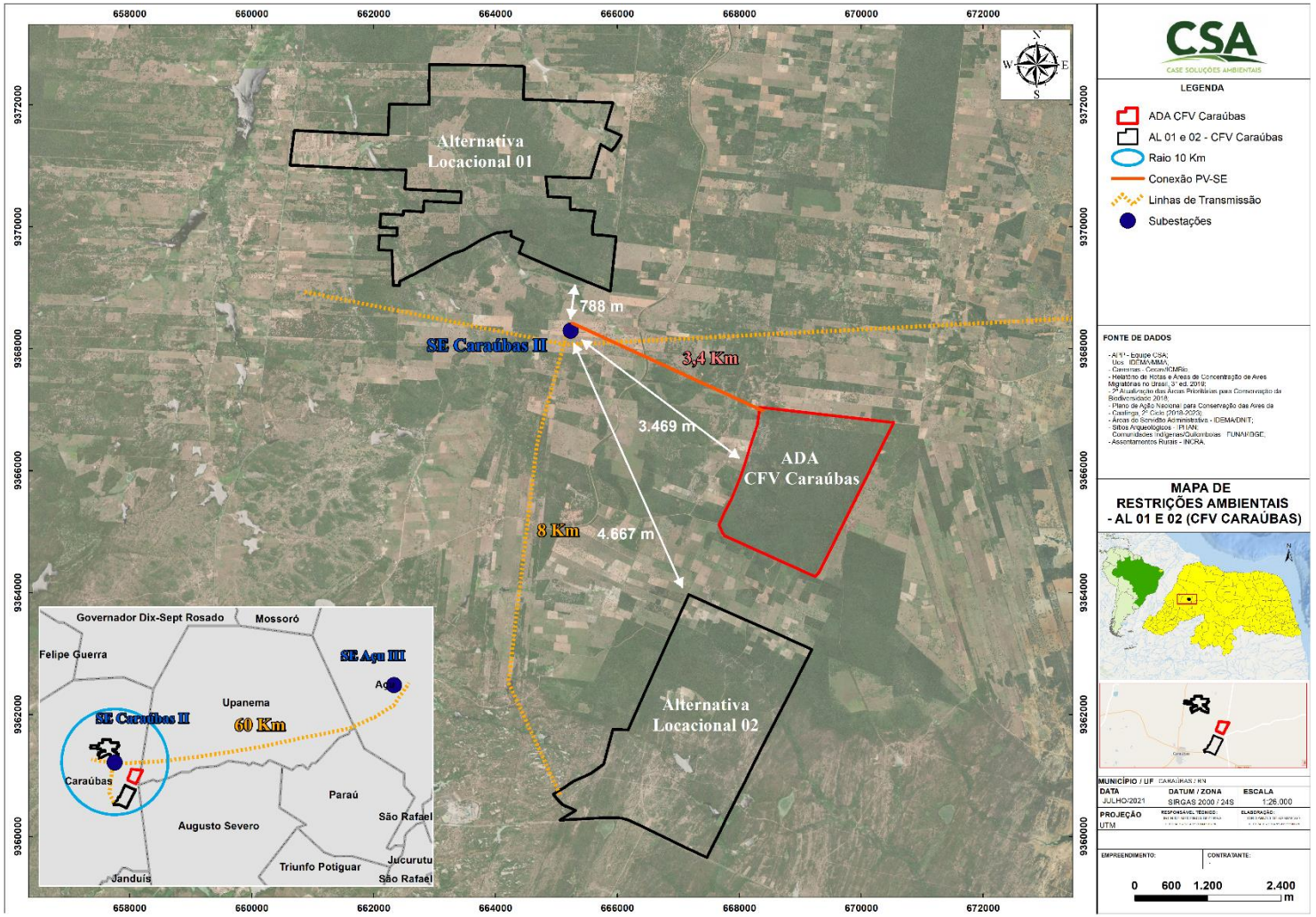


Figura 14 - Mapa com a distância das alternativas locacionais do ponto de conexão a SE Caraúbas II.
Elaboração: CSA, junho de 2021.

4.1. Metodologia

4.1.1. Definição e análise dos critérios

A partir do uso e ocupação e restrições legais e ambientais, foi elaborado o zoneamento com as alternativas locacionais selecionadas e avaliados os critérios abaixo para escolha da área que acarretasse no menor impacto ambiental possível:

- Interferências em Recursos Hídricos superficiais e APP's;
- Interferência na cobertura Vegetal nativa (Rendimento lenhoso, Supressão e Fragmentação);
- Interferência em Unidades de Conservação;
- Interferências com comunidades quilombolas;
- Interferência em Patrimônio Espeleológico;
- Interferência em Patrimônio Arqueológico, Histórico, Cultural e Áreas de Beleza Cênica;
- Interferência em áreas de concentração e rotas de aves migratórias;
- Interferências em áreas de prioridade para conservação da Caatinga;
- Interferências em áreas de prioridade para conservação da Aves da Caatinga;
- Interferência em Dunas fixas/móveis e outros ecossistemas costeiros;
- Utilização de áreas com topografia/declividade desfavorável, acarretando maiores trabalhos de movimentação de terra;
- Áreas regularizadas do ponto de vista fiscal e fundiário;
- Proximidade com o ponto de conexão;
- Assentamentos rurais do INCRA;
- Impacto em Adensamentos/edificações Urbanos e Rurais.

Após verificarmos que as áreas propostas não iriam interferir em alguns critérios, estes foram descartados, sendo utilizados apenas aqueles que de fato sofrerão possíveis intervenções, conforme quadro abaixo:

Quadro 3 - Critérios ambientais.

CRITÉRIOS AMBIENTAIS	
1	Interferências em Recursos Hídricos superficiais e APP's

2	Interferência na cobertura Vegetal (Rendimento lenhoso, Supressão e Fragmentação)
3	Interferências em áreas de prioridade para conservação da Caatinga
4	Utilização de áreas com topografia/declividade desfavorável, acarretando maiores trabalhos de movimentação de terra
5	Áreas regularizadas do ponto de vista fiscal e fundiário
6	Proximidade com o ponto de conexão
7	Assentamentos rurais do INCRA
8	Impacto em Adensamentos/edificações Urbanos e Rurais

4.1.2. Matriz de avaliação

Neste item iremos comparar através de uma matriz de avaliação a área em licenciamento com outras duas áreas fornecidas pelo empreendedor, de forma a subsidiar a escolha correta em termos de atributos socioambientais que por sua vez influenciam na avaliação de impactos e na própria viabilidade ambiental da área para instalação do empreendimento proposto.

Nessa avaliação iremos levar em consideração a presença dos seguintes indicadores e seus pesos relevantes (valores na matriz). Quanto maior for a somatória final desses pesos na matriz, melhor será a área escolhida para instalação do empreendimento proposto.

Quadro 4 - Definição dos pesos para os critérios definidos.

CRITÉRIOS AMBIENTAIS		PESOS
1	Interferências em Recursos Hídricos superficiais e APP's	Serão considerados os valores de 1 a 5. Sendo o maior valor correspondente ao maior nível de intervenção do empreendimento e fragilidade do componente analisado.
2	Interferência na cobertura Vegetal (Rendimento lenhoso, Supressão e Fragmentação)	
3	Interferências em áreas de prioridade para conservação da Caatinga	
4	Utilização de áreas com topografia/declividade desfavorável, acarretando maiores trabalhos de movimentação de terra	
5	Áreas regularizadas do ponto de vista fiscal e fundiário	
6	Proximidade com o ponto de conexão	
7	Assentamentos rurais do INCRA	
8	Impacto em Adensamentos/edificações Urbanos e Rurais	

4.2. Análise das alternativas

Neste item iremos apresentar as alternativas locacionais e realizar a análise de cada área de acordo com os critérios ambientais definidos. As áreas selecionadas para as alternativas locacionais 01 e 03 estão localizadas na microregião Serra de Santana, ambas no município de Santana do Matos/RN, possuindo caraterística ambientais distintas, e alternativa 02 localizada na microregião do Vale do Açu, no município de Jucurutu/RN (**Figura 15**).



Figura 15 - Localização das alternativas locacionais.
Fonte: Adaptado de Google Earth.

4.2.1. Alternativas locacionais selecionadas

ALTERNATIVA 1: Área com 1.035,22 hectares situada na divisa do município de Caraúbas.

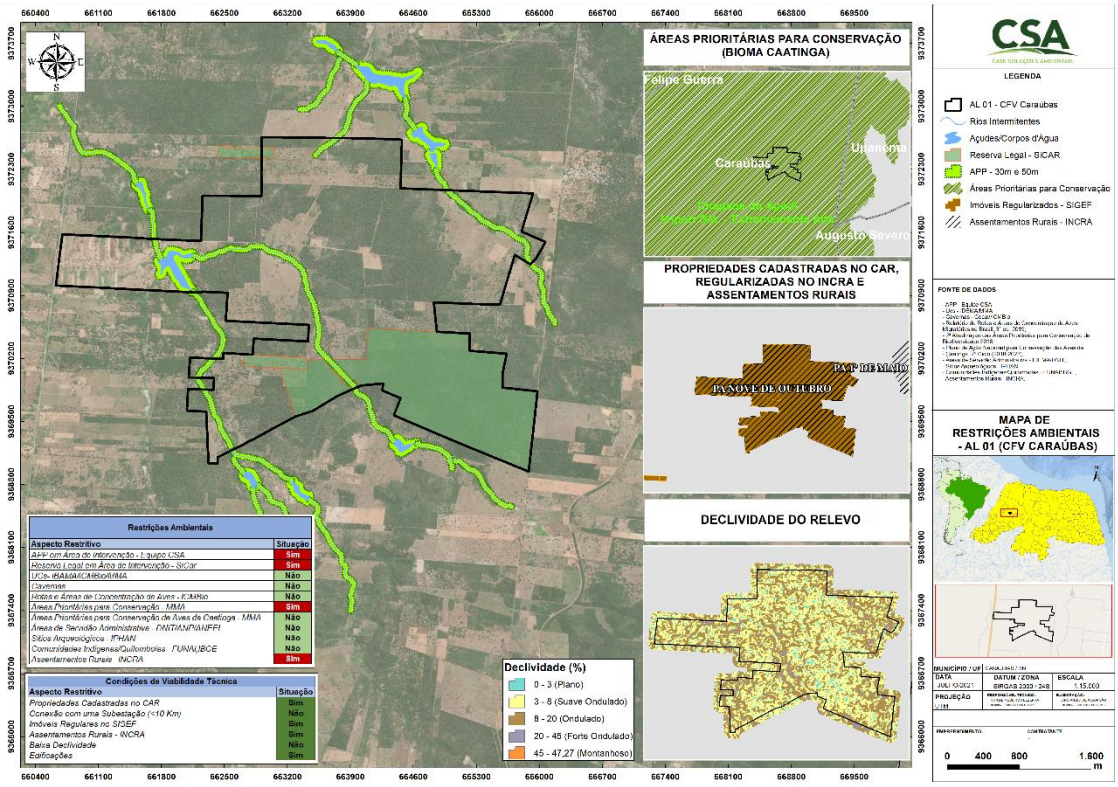


Figura 16 - Mapa de restrições ambiental da alternativa 01.
Elaboração: CSA – Case Soluções Ambientais, junho de 2021.

Área 2: Área com 865,018 hectares situada no município de Caraúbas/RN.

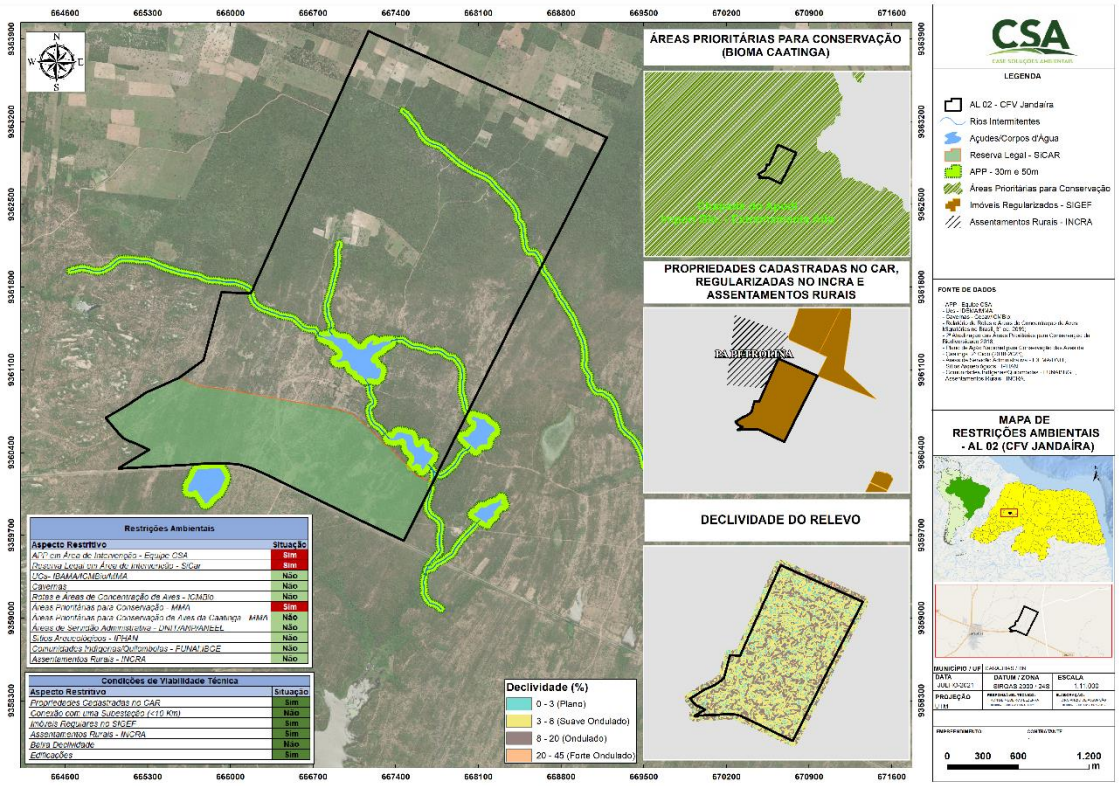
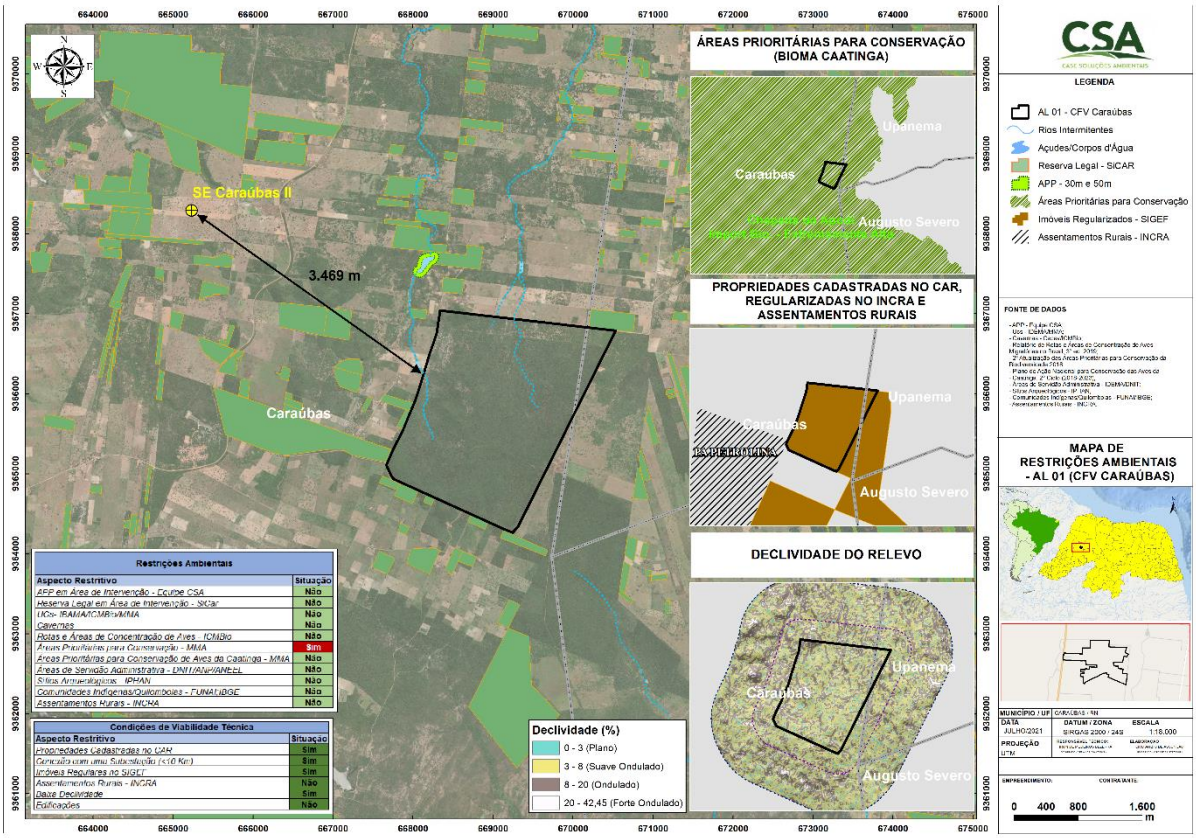


Figura 17 - Mapa de restrições ambiental da alternativa 02.
Elaboração: CSA, junho de 2021.

Área 3: Área com 478,48 ha situada na divisa do município de Caraúbas/RN (**Figura 18**).



Restrições Ambientais	
Aspecto Restritivo	Situação
APP em Área de Intervenção - Equipe CSA	Não
Reserva Legal em Área de Intervenção - SICar	Não
UCs- IBAMA/ICMBio/MMA	Não
Cavernas	Não
Rotas e Áreas de Concentração de Aves - ICMBio	Não
Áreas Prioritárias para Conservação - MMA	Sim
Áreas Prioritárias para Conservação de Aves da Caatinga - MMA	Não
Áreas de Serviço Administrativa - DNIT/ANP/ANEEL	Não
Sítios Arqueológicos - IPHAN	Não
Comunidades Indígenas/Quilombolas - FUNAI/IBGE	Não
Assentamentos Rurais - INCRA	Não

Condições de Viabilidade Técnica	
Aspecto Restritivo	Situação
Propriedades Cadastradas no CAR	Sim
Gerada com uma Subdivisão (<10 Km)	Sim
Imóveis Regulares no SIGEF	Sim
Assentamentos Rurais - INCRA	Não
Baixa Declividade	Sim
Edificações	Não

Figura 18 - Mapa de restrições ambiental da alternativa 03.
Elaboração: CSA, junho de 2021.

Quadro 5 – Matriz de avaliação

Critério 1	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Interferências em Recursos Hídricos superficiais e APP's	A área apresenta uma grande concentração de drenagens intermitentes que dificultaria a implantação de um projeto solar fotovoltaico apesar de seu potencial solarimétrico, acarretando em intervenção em APP's. Consideramos o valor de **3** para este critério.	A área apresenta uma concentração de drenagens intermitentes e corpos hidrícos e terraços de inundação que fazem de um ambiente com grande conectividade a jusante, o que dificultaria a implantação de um projeto solar fotovoltaico apesar de seu potencial solarimétrico, acarretando em intervenção em APP's. Consideramos o valor de **3** para este critério.	Observa-se que dentro da poligonal do empreendimento, existem 03 drenagens efêmeras que não que possuem Área de Preservação Permanente (APP). Ressalta-se que não ocorrerá o interferência em APP de acordo com o projeto de engenharia concebido. Consideramos o valor de **0** para este critério.
Critério 2	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Interferência na cobertura Vegetal (Rendimento lenhoso, Supressão e Fragmentação)	Na área predomina a Savana-Estépica Antropizada ou Degradada, composta basicamente por pasto, culturas agrícolas e vegetação herbácea-arbustiva nativa que cresce espontaneamente em áreas antes desnudas vegetação presente na área do empreendimento é formada por Savana-Estépica Florestada. Em outras porções da propriedade ocorre uma vegetação densa classificada como Savana-Estépica Florestada, que formam as APPs das drenagens intermitentes. Consideramos o valor de **3** para este critério.	A vegetação é caracterizada Savana-Estépica Antropizada ou Degradada, composta basicamente por pasto, culturas agrícolas e vegetação herbácea-arbustiva nativa que cresce espontaneamente em áreas antes desnudas vegetação presente na área do empreendimento é formada por Savana-Estépica Florestada. Em outras porções da propriedade ocorre uma vegetação densa classificada como Savana-Estépica Florestada, que formam as APPs das drenagens intermitentes. Consideramos o valor de **3** para este critério.	A vegetação presente na área do empreendimento é formada por Savana-Estépica Florestada. Esta fisionomia é predominantemente arbórea, de forma mais densa e alta. Consideramos o valor de **5** para este critério.
Critério 3	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**

Interferências em áreas de prioridade para conservação da Caatinga	A propriedade está inserida na Área Prioritária para Conservação, com importância biológica classificada como alta.. Consideramos o valor de **5** para este critério.	A propriedade está inserida na Área Prioritária para Conservação, com importância biológica classificada como alta. Consideramos o valor de **5** para este critério.	A propriedade está inserida na Área Prioritária para Conservação, com importância biológica classificada como alta. Consideramos o valor de **5** para este critério.
Critério 4	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Utilização de áreas com topografia/declividade desfavorável, acarretando maiores trabalhos de movimentação de terra	O relevo é predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividades isoladas mais acentuadas, correspondentes a relevos dômicos residuais com inclinações que variam, especificamente, entre 10% a 15%, classificadas na classe de relevo ondulado. Consideramos o valor de 2 para este critério.	O relevo é predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividades isoladas mais acentuadas, correspondentes a relevos dômicos residuais com inclinações que variam, especificamente, entre 10% a 20%, classificadas na classe de relevo ondulado. Consideramos o valor de **3** para este critério.	O relevo é predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividades isoladas mais acentuadas, correspondentes a relevos dômicos residuais com inclinações que variam, especificamente, entre 10% a 15%, classificadas na classe de relevo ondulado. Consideramos o valor de 2 para este critério.
Critério 5	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Áreas regularizadas do ponto de vista fiscal e fundiário	A propriedade não está com status fundiário em dia, ou tem débitos fiscais, impossibilitando o arrendamento do imóvel desenvolvimento do projeto. Consideramos o valor de **5** para este critério.	A propriedade não está com status fundiário em dia, ou tem débitos fiscais, impossibilitando o arrendamento do imóvel desenvolvimento do projeto. . Consideramos o valor de **5** para este critério.	O imóvel da alternativa 3 possui documentação fundiária sem débitos e status fundiário em dia, ou seja, habilitado para participar dos leilões de energia. . Consideramos o valor de **0** para este critério.
Critério 6	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Proximidade com o ponto de conexão	A alternativa 01 encontra-se a 788 metros, sendo a mais próxima da SE Caraúbas II.	A alternativa 02 apresenta mais dificuldades no quesito conexão, pois está lozalizada a uma maior distância da SE Caraúbas II (4,6 km),	Para esta esta alternativa em comparação as duas nateriores. Possui praticamente metade de

	Consideramos o valor de para este 0 critério.	exigindo uma linha de transmissão de 8 km (quase 3 vezes o tamanho da LT para a alternativa 03), causando maior impacto ambiental, custo de implantação e questões fundiárias para passagem da LT. Vale ressaltar que a linha teria que atrevessar um assentamento rural ou contornar (acarrentado em mais custos e impactos socioambientais). Consideramos o valor de **05** para este critério.	extensão da alternativa dois, como 3,4 KM em linha reta (sem deflexões), diminuindo seu custo de implantação de forma considerável. Consideramos o valor de **01** para este critério
Critério 7	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Assentamentos rurais do INCRA	A área da alternativa 01 está totalmente localizada totalmente inserida na PA Nove de Outubro. Consideramos o valor de **04** para este critério.	Na área 2 o PA Petrolina faz limite como imóvel, estando inserido em parte considerável de sua AID. Consideramos o valor de **03** para este critério.	Na área 3 em pequena porção da sua AID encontra-se o PA Petrolina. Porém, a vila agrícola do assentamento está a mais de 2 km de distância do projeto. Consideramos o valor de **02** para este critério.
Critério 08	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Impacto em Adensamentos/edificações Urbanos e Rurais	Dentro do polígono da alternativa 01, está localizado a a vila agrícola PA Nove de Outubro. Consideramos o valor de **05** para este critério	Na área existem diversas edificações o que implica em prováveis impactos a população local e dificuldade em projetar o layout adequado para o porte do projeto. Consideramos o valor de **04** para este critério.	Na área da alternativa 03 não há existência de adensamentos populacionais e edificações. Consideramos o valor de **0** para este critério.

Quadro 6 - Somatório dos pesos atribuídos para os critérios.

Critérios	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**

Interferências em Recursos Hídricos superficiais e APP's	3	3	0
Interferência na cobertura Vegetal (Rendimento lenhoso, Supressão e Fragmentação)	3	3	5
Interferências em áreas de prioridade para conservação da Caatinga	5	5	5
Utilização de áreas com topografia/declividade desfavorável, acarretando maiores trabalhos de movimentação de terra	2	3	2
Áreas regularizadas do ponto de vista fiscal e fundiário	5	5	0
Proximidade com o ponto de conexão	0	5	1
Assentamentos rurais do INCRA	4	3	2
Impacto em Adensamentos/edificações Urbanos e Rurais	5	4	0
Soma dos valores dos Critérios	**27**	**31**	**15**

4.3. Considerações Finais

Concluindo, após resultado da matriz acima, que a Alternativa 03 (15) proposta para o empreendimento do Complexo Fotovoltaico Caraúbas, é a que obteve a melhor pontuação final, seguida da Alternativa 1 (27), e por último, pela Alternativa 2 (31).

A alternativa 03 teve a menor somatória dos principais impactos ambientais negativos, logo, é a alternativa que promove um menor impacto socioambiental, diferentemente das outras.

Tão importante quanto, vale ressaltar a viabilidade técnica e econômica do projeto, o qual também é analisado no estudo de alternativa técnica e locacional. A alternativa 03 é a única opção viável tendo em vista a:

- Viabilidade técnica e econômica de escoar a energia a ser gerada para a região através da Subestação próxima ao empreendimento;
- Viabilidade da utilização dos dados solarimétricos somente para a área da alternativa 03. Não é possível utilizar os mesmos dados, certificar e participar dos Leilões de Energia nas outras alternativas;

Portanto, a Alternativa 03 é, dentre essas três alternativas avaliadas, a melhor do ponto de vista socioambiental para implantação do empreendimento proposto e a única possível do ponto de vista técnico e econômico

5. ÁREAS DE INFLUÊNCIA

As áreas de influência de um empreendimento são definidas como o espaço suscetível de sofrer alterações como consequência da sua implantação, manutenção e operação ao longo de sua vida útil (CONAMA Nº 001/1986).

Paulo Affonso Leme Machado (2003, p. 216 *apud* MPF/PGR, 2007) chama a atenção para o vínculo indissociável entre a área de influência e os impactos de um projeto: A definição da área geográfica a ser estudada não fica ao arbítrio do órgão público ambiental, do proponente do projeto ou da equipe multidisciplinar. A possibilidade de se registrarem impactos significativos é que vai delimitar a área chamada de influência do projeto (g.n.). Portanto, é necessário esclarecer os conceitos de impacto ambiental para melhor compreender a problemática que envolve a delimitação da área de influência. A Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como:

> [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: i) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; ii) as atividades sociais e econômicas; iii) a biota; iv) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e v) a qualidade dos recursos ambientais.

Todavia, a área de influência do empreendimento é aquela onde são previstos os impactos ambientais do empreendimento, sejam eles diretos ou indiretos, em todas as suas fases: planejamento, instalação, operação e desativação.

Diante destas premissas, foi realizada uma vistoria técnica de reconhecimento da área de interesse e de seu entorno e, levando em consideração ainda o tipo do empreendimento e suas características, optou-se neste estudo pela adoção de três áreas de influência para os três meios estudados: biótico, físico e socioeconômico:

- Área de Diretamente Afetada (ADA);
- Área de Influência Direta (AID);
- Área de Influência Indireta (AII).

Assim sendo, neste estudo foram consideradas as seguintes áreas:

ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA - A ADA corresponde ao terreno a ser efetivamente ocupado pelo empreendimento em suas fases de implementação (construção) e operação, a àrea onde haverá a implantação das unidades físicas do empreendimento. Nessa área são contemplados os ambientes naturais (físicos e bióticos) efetivamente alterados pela implantação deste projeto, não sendo levado em consideração o meio socioeconômico, já que não há comunidades e/ou áreas urbanas a serem diretamente afetadas.

ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA - AID - É a área geográfica diretamente afetada pelos impactos mais significativos decorrentes do empreendimento, os quais podem ser tanto positivos quanto negativos. Os impactos e efeitos são induzidos pela existência do empreendimento e não como consequência de uma atividade específica do mesmo. Foram consideradas áreas de influência direta iguais para os meios físico (solo, água e ar), biótico(flora e fauna) e socioeconômico(uso e ocupação do solo, aspectos sociais e econômicos)s.

Considera-se como AID uma área com delimitação de 500 (quinhentos) metros a partir da ADA. Esta área é delimitada levando em conta principalmente que é nessa onde se espera que ocorra o desenvolvimento dos impactos ambientais relacionados a emissão de particulados, ruídos, afugentamento e acidentes com fauna.

ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII – Área onde os impactos se fazem sentir de maneira secundária ou indireta e, de modo geral, com menor intensidade, em relação ao anterior, alcançando os elementos dos meios físico, socioeconômico e biótico.

Para os meios físico e biótico é resguardado um raio de 1.500 metros a partir da ADA, definido como AII destes meios.

Já para o meio socioeconômico, leva-se em consideração os limites municipais onde o empreendimento fica inserido, neste caso os municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, tendo como foco principalmente a geração de impostos e tributos, os quais contribuem com o desenvolvimento econômico dos municípios de instalação do empreendimento. Tendo em vista um maior desenvolvimento econômico no município.

O mapeamento das áreas de influência, conforme foram descritos neste capítulo, encontra-se na figura a seguir e em mapa com escala de detalhe em apêndice.

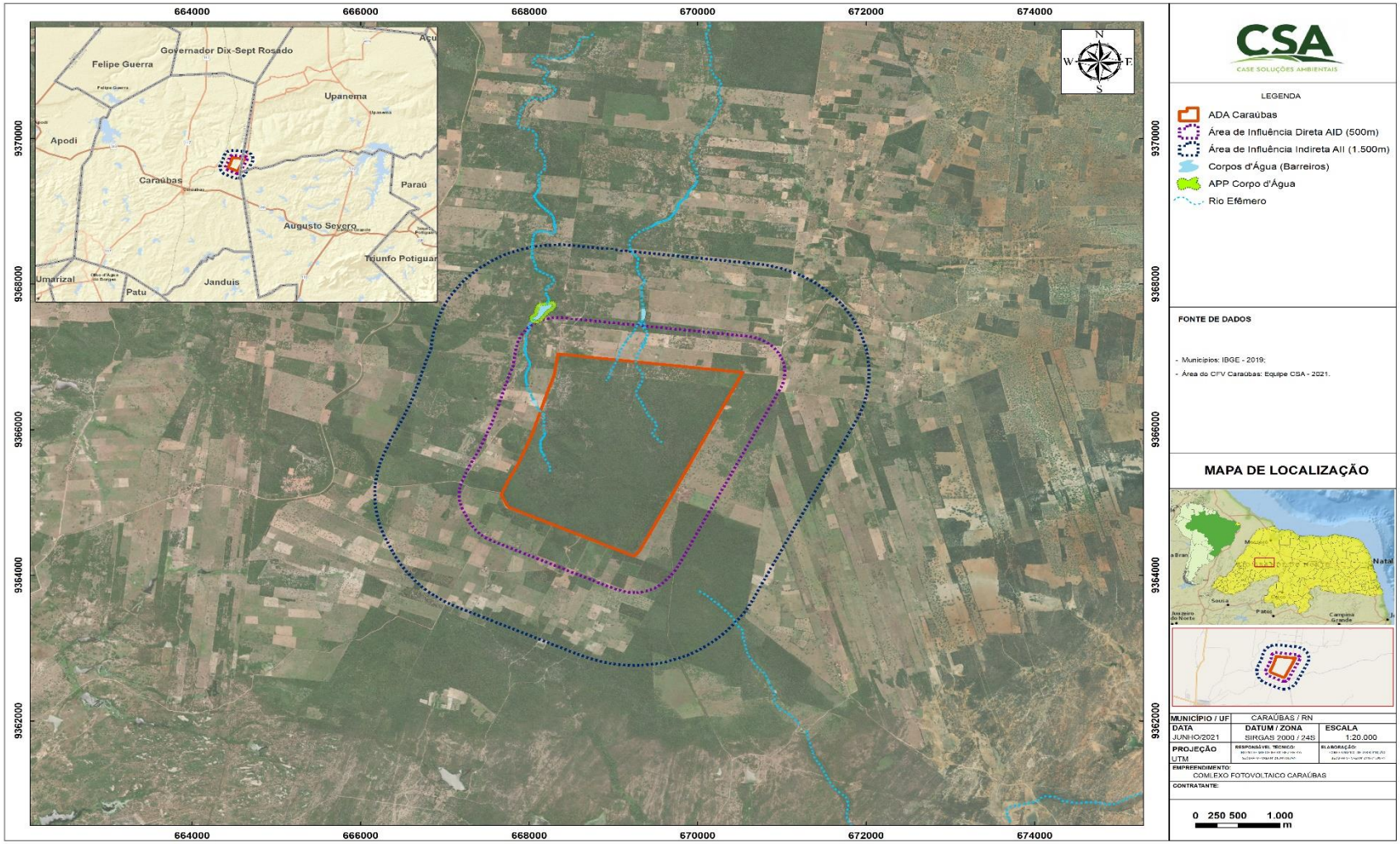


Figura 19- Delimitação das Áreas de influência do empreendimento.
Elaboração: CSA, janeiro de 2021

6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

6.1. Meio Físico

6.1.1. Metodologia do diagnóstico ambiental

O capítulo do meio físico corresponde a uma abordagem integrada das condições fisiográficas de âmbito regional e local presentes nas circunscrições definidas no presente Estudo. O texto se atem em expor as condições dos sistemas físicos dominantes, contemplando suas interrelações e as características primordiais evidenciadas durante os trabalhos de campo.

As Áreas de Influência de implantação do **CFV CARAÚBAS** estão situadas nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN As Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) do empreendimento foram definidas e delimitadas com 500 e 1.500 metros, respectivamente, contadas a partir da Área Diretamente Afetada (ADA) que receberá os equipamentos a serem instalados.

Sobre a metodologia utilizada para a elaboração desse capítulo, inicialmente, obteve-se determinadas informações preliminares (*briefing*) para reconhecimento prévio dos aspectos do local de estudo, e mapas básicos foram elaborados a fim de planejar os trabalhos de campo. Em seguida, foram realizados mapeamentos na área de estudo, (utilizando o *software Arcgis* 10.8) com o objetivo de descrever, *in loco*, dados referentes aos aspectos geológicos, geomorfológicos, hídricos, pedológicos, dentre outros, e confirmar as informações obtidas previamente, além de obter registros fotograficos e coordenadas geográficas dos locais percorridos. Os dados coletados nessas etapas foram então compilados e utilizados na elaboração de texto descritivo e de mapas específicos, os quais seguem citados e anexados nesse estudo, juntamente com informações obtidas em pesquisa bibliográfica disponível. O mapeamento na área de estudo foi subsidiado com o uso de GPS (*Global Positioning System*), caderneta de campo, mapas, câmera fotográfica e levantamento aéreo com auxílio de uma Aeronave Remotamente Pilotada - ARP (foto 2).



Foto 2 - Levantamento aéreo com auxílio de ARP (Aeronave Remotamente Pilotada).
Fonte: CSA, maio de 2021.

Os trabalhos de campo foram realizados nos meses de janeiro e maio de 2021. A análise dos aspectos físicos foi subsidiada com o uso de drone, no intuito de se obter um panorama geral das Áreas de Influência, bem como fazer registros fotográficos em localidades onde os acessos não foram possíveis por terra. O mapa abaixo apresenta os principais transectos em campo e os pontos de levantamento de drone.



Figura 20 – Mapa do percurso de campo do meio físico e pontos de levantamento aéreo com o uso de drone nas Áreas de Influência do empreendimento. Elaboração: CSA, junho de 2021.

A seguir, apresentamos em detalhes os itens do meio físico: Clima e Condições Meteorológicas, Geologia, Geomorfologia, Solos, Cavidades e Recursos Hídricos.

6.1.2. Caracterização do Clima e Condições Meteorológicas

✓ Clima Regional

A região em que se localiza o empreendimento está inserida na Região Nordeste do Brasil, no estado do Rio Grande do Norte, entre os municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN. Assim, se faz necessário abordar tanto os fatores meteorológicos quanto climáticos da região e da área em foco como se segue.

A análise do fator meteorológico considera a descrição e exposição de sistemas sinóticos atuantes na região onde será instalado o empreendimento, os quais são conjuntos de nuvens que atuam de forma organizada em escala entre 1.000 km e 10.000 km, compreendendo áreas extensas da superfície da Terra, passando por faixas, zonas e até regiões, compondo fenômenos meteorológicos dominantes.

Por outro lado, a climatologia corresponde à análise das características das seguintes variáveis: precipitação (mm), ventos (m/s), temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), evaporação (mm), insolação (horas), dentre outros.

O clima de uma região é determinado em grande parte pela circulação geral da atmosfera. Esta resulta, em última análise, do aquecimento diferencial do globo pela radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e continentes e também das características topográficas sobre os continentes. Padrões de circulação gerados na atmosfera redistribuem calor, umidade e *momentum* (quantidade de movimento) por todo o globo. Porém, essa redistribuição não é homogênea, atuando em alguns casos no sentido de diminuir as variações regionais dos elementos climáticos, tais como, temperatura e precipitação, as quais, têm significativa influência nas atividades humanas.

Azevedo *et al*. (1998) afirmam que do ponto de vista climático a região Nordeste do Brasil é predominantemente semiárida por apresentar substanciais variações temporal e espacial da precipitação pluviométrica, e elevadas temperaturas ao longo do ano. Apesar das elevadas temperaturas registradas durante todo o ano, as amplitudes térmicas máximas são em torno de 6°C.

Em geral, segundo Uvo e Berndtsson (1996), quatro mecanismos governam o regime de chuva da região: Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS); Temperatura da superfície do mar (TSM) na bacia do oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); Zona de Convergência

Intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico; Frentes Frias, e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). Ainda, Ramos *et al*. (1994) indicam que além desses mecanismos há a atuação das linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e do efeito das brisas marítima e terrestre na precipitação.

Na zona tropical a circulação atmosférica é fortemente modulada e modificada pelos padrões termodinâmicos sobre as bacias dos oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais. Em anos nos quais se verificam anomalias positivas ou negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas bacias desses oceanos, a célula de *Hadle*y, que atua no sentido meridional (ramo ascendente sobre os trópicos e ramos descendentes nas latitudes subtropicais), e a célula de *Walke*r, que atua no sentido zonal (ramo ascendente no Pacífico oeste e ramo descendente no Pacífico leste) são perturbadas, causando fortes anomalias na circulação atmosférica sobre os trópicos, visto que essas células são deslocadas de suas posições climatológicas normais. Consequentemente a intensidade e duração do período chuvoso dessa zona também são afetadas (Figura 21).

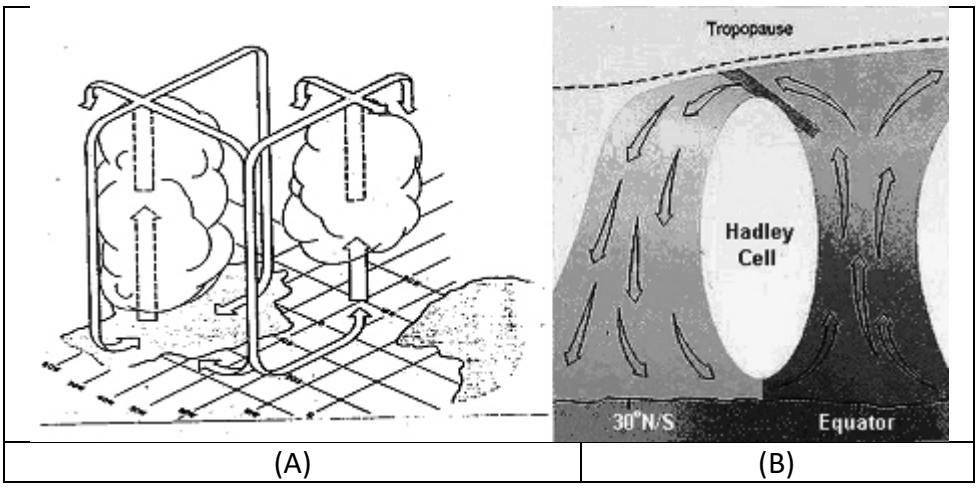


Figura 21 - (A) Diagrama Esquemático da Circulação de *Hadley-Walker* sobre a América do Sul tropical e o setor do Atlântico Sul Tropical. A nebulosidade sobre o oceano representa a atividade convectiva sobre a Zona de Convergência Intertropical-ZCIT; (B) diagrama esquemático da Célula de Hadley.
Fonte: Modificado de FUNCEME, 2005

Os principais sistemas sinóticos atuantes na região Nordeste do Brasil, a qual a área do empreendimento está inserida, que possuem maior relevância no que se refere a maior ou menor ocorrência de chuvas são descritos de forma sucinta a seguir.

- Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical representa um sistema sinótico que se origina, segundo Silva (2006), da confluência de sistemas convectivos dos ventos alísios decorrente das zonas de alta pressão do Hemisfério Norte (HN), assim como os do Hemisfério Sul (HS) geográficos (Figura 22).

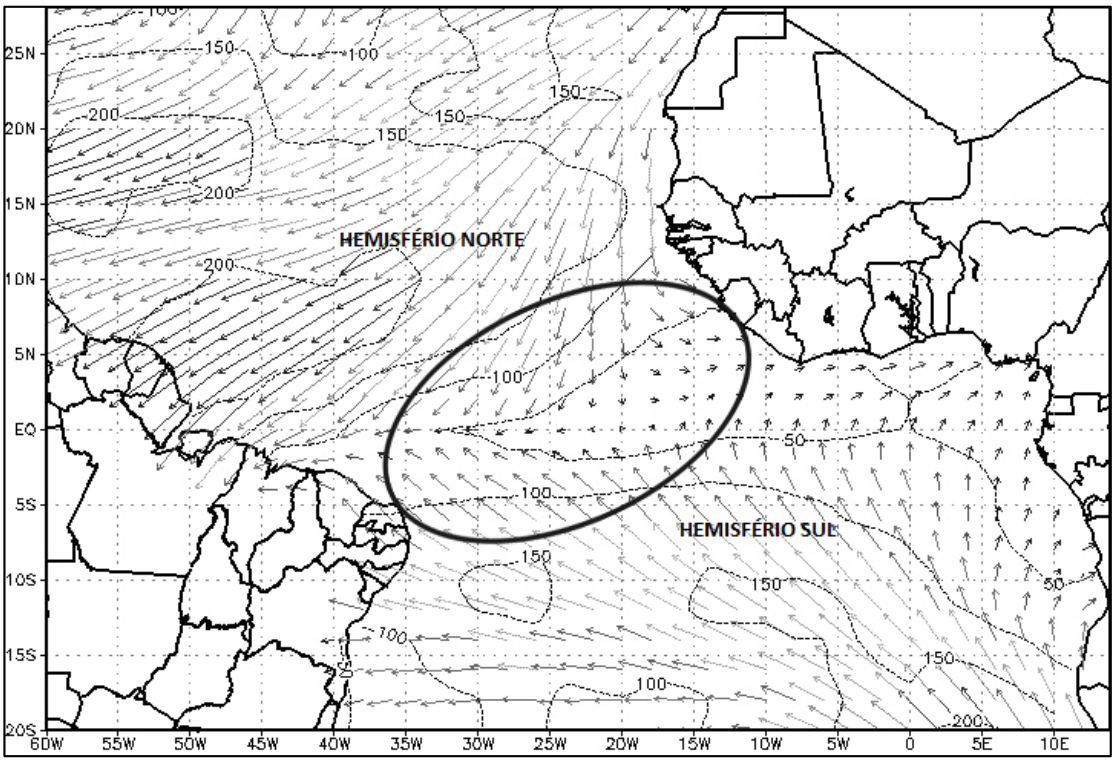


Figura 22 - Eixo de confluência dos ventos alísios de sudeste com os de nordeste formadores da ZCIT.
Fonte: Modificado de FUNCEME, 2005.

Assim, a ZCIT constitui-se como uma faixa de baixas pressões acompanhadas de um aspecto atmosférico característico de uma região de precipitação e cuja origem física advém dos processos convectivos de evapotranspiração das florestas equatoriais tropicais, assim como da evaporação dos oceanos.

Sob o plano astronômico, o sistema ZCIT se origina em função da declinação do plano astronômico da Terra em relação ao plano astronômico solar que consequentemente varia os níveis de intensidade da insolação por porção espacial da Terra (Figura 23).

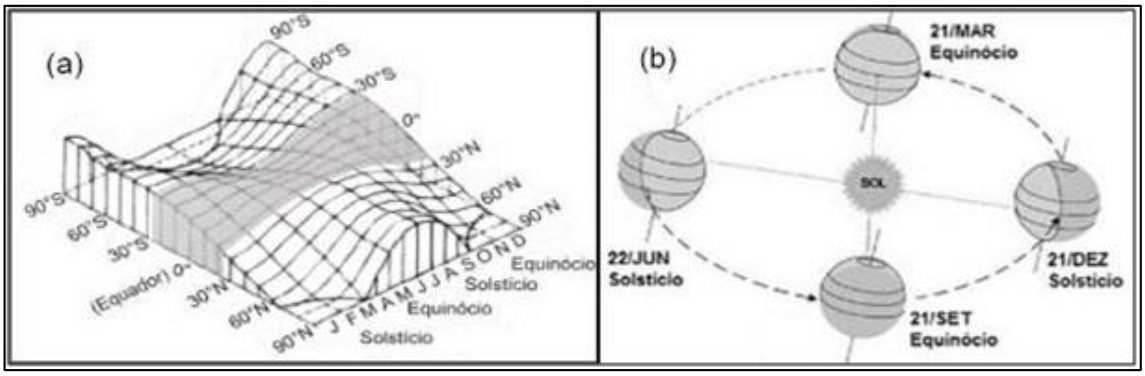


Figura 23 - Variações da radiação solar com a latitude, com destaque da zona intertropical (a); e por período estacional, sobre o globo (b).
Fonte: Santos, 2014.

Decorrente dessa variação ao longo do ano, a configuração espacial e física atmosférica que contribuem para a formação da ZCIT (e dos demais sistemas precipitantes) apresentam alterações que consequentemente, possibilitam oscilações latitudinais no espaço-tempo do sistema.

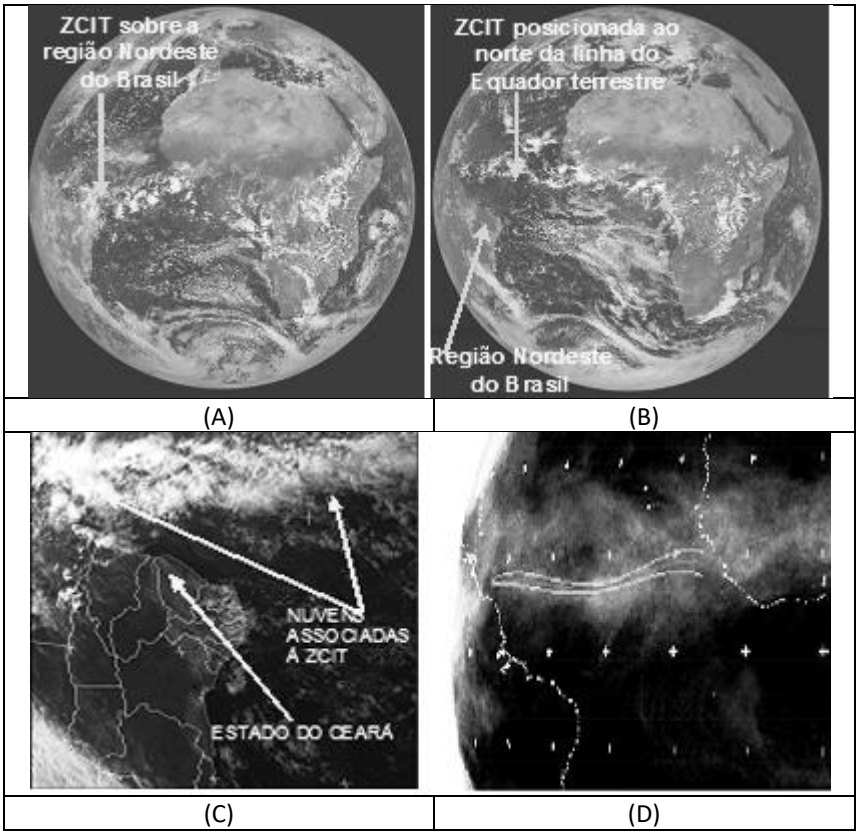


Figura 24 - Evidência ilustrativa da ZCIT sobre o oceano Atlântico e Nordeste do Brasil captada pelo satélite METEOSAT-7. (A) e (B) Posição da ZCIT no mês de abril de 2003, período chuvoso na região Nordeste do Brasil; (C) e (D) ZCIT no mês de outubro de 2003, fora do período chuvoso da Região.
Fonte: Adaptado de FUNCEME, 2005.

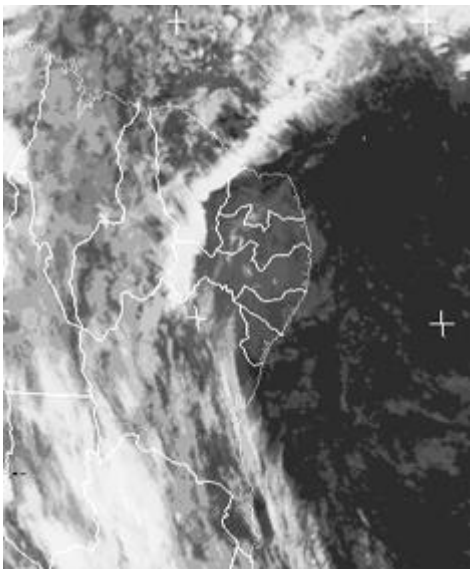
No Verão austral, a ZCIT desloca-se para mais ao sul da linha equatorial, devido à existência de maiores níveis de insolação nesse período, o que por sua vez reduz a pressão atmosférica na região favorecendo a ascensão de vapor. Muitas vezes ela se une com a Massa Equatorial Atlântica o que corrobora na formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A ZCIT é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. Normalmente ela migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 14° N em agosto-outubro para posições mais ao sul, aproximadamente 2 a 4° S entre fevereiro a abril. Esse deslocamento da ZCIT está relacionado aos padrões da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre essa bacia do oceano Atlântico Tropical. Ademais, é mais significativa sobre os oceanos, e por isso, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é um dos fatores determinantes na sua posição e intensidade (FERREIRA & MELLO, 2005).

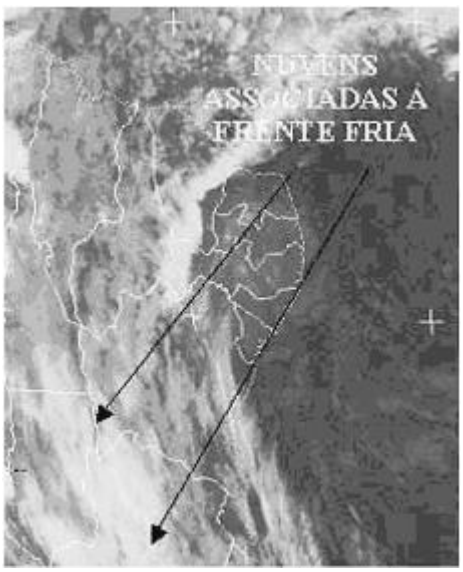
- Frente Fria

Outro importante mecanismo causador de chuvas no Nordeste do Brasil está ligado à penetração de frentes frias até às latitudes tropicais entre os meses de novembro e janeiro.

As frentes frias são conjuntos de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e, consequentemente, as chuvas.



(A)



(B)

Figura 25 - (A) Evidência da nebulosidade associada à frente fria alcançando a porção oeste da região amazônica; (B) Posicionamento de nuvens associadas à frente fria sobre a região Nordeste.
Fonte: Imagens do METEOSAT-7 (Modificado de FUNCEME, 2005).

- Vórtice Ciclônico de Altos Níveis

Os VCANs são um conjunto de nuvens que, observado pelas imagens de satélite, têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Em sua porção periférica há formação de nuvens causadoras de chuva e na porção central há movimentos de ar de cima para baixo (subsidência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (Figura 26).

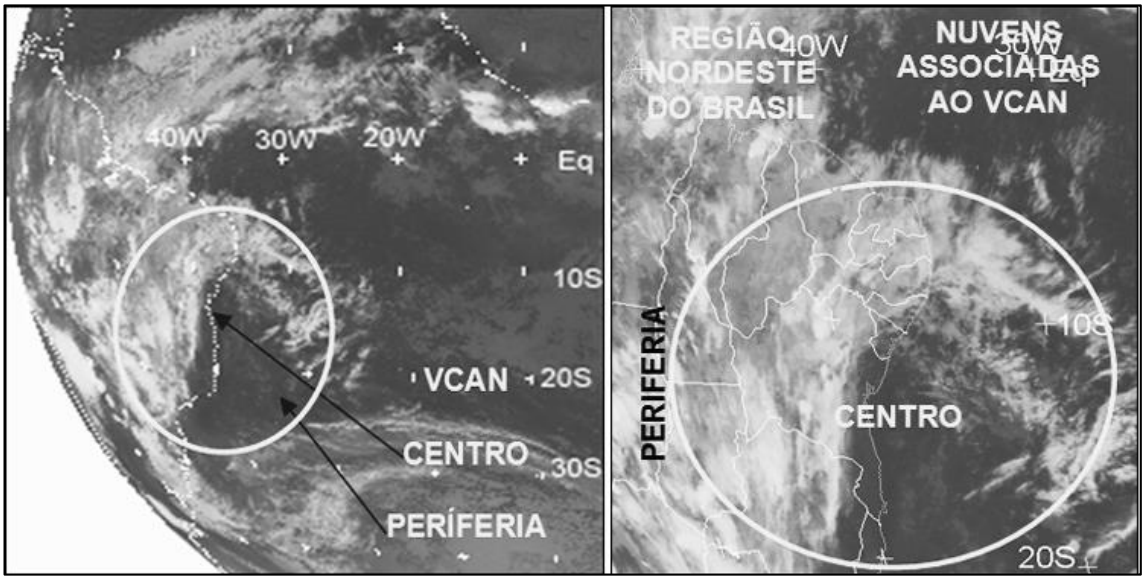


Figura 26 - Nuvens associadas ao VCAN na Região Nordeste. Detalhe para as porções do centro e periférica, esta relacionada à formação de nuvens de chuva.
Fonte: Fonte: Imagens do METEOSAT-7 (Modificado de FUNCEME, 2005).

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que penetram na região Nordeste do Brasil formam-se no oceano Atlântico, principalmente entre os meses de novembro e março, e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. O tempo de duração desses sistemas varia em média, entre 7 a 10 dias (GAN & KOUSKY, 1982).

- Linhas de Instabilidade

As Linhas de Instabilidade (LI) são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo *cumulus*, organizadas em forma de linha, conforme exposto na Figura 27.

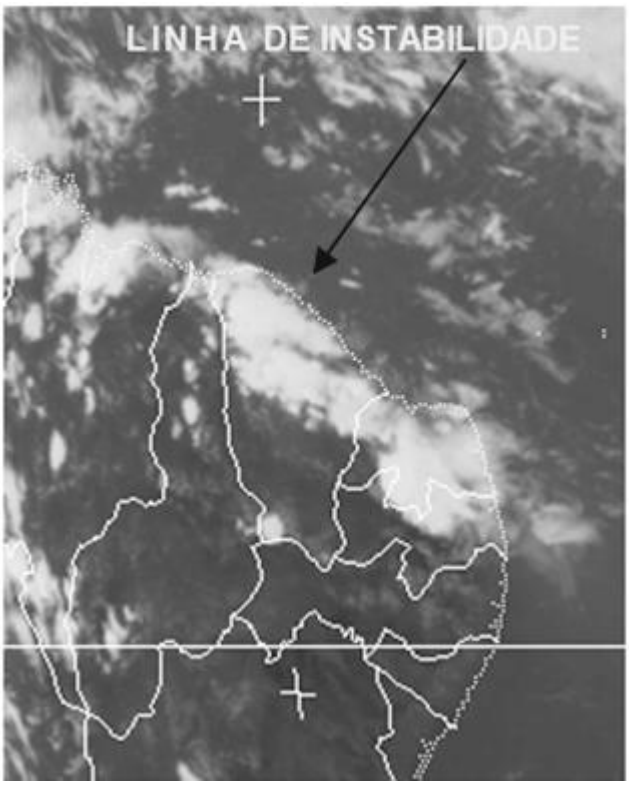


Figura 27 - Imagem do satélite METEOSAT-7, mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do estado do Maranhão até o estado do Rio Grande do Norte.
Fonte: Ferreira e Mello, 2005.

Souza *et al*., 2001 explicam que sua formação se dá pela grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical que promove o desenvolvimento das nuvens tipo *cumulus*, que atingem um número maior à tarde e início da noite, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas.

Cavalcanti *et al*. (2009) indicam que outro fator que contribui para o incremento das LI, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.

- Complexos Convectivos de Mesoescala

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis como temperatura, relevo, pressão, entre outros, e provocam chuvas fortes de curta duração, normalmente acompanhadas de fortes rajadas de vento. Os CCMs, na região subtropical, ocorrem preferencialmente durante os meses de primavera e de verão no hemisfério sul, formando-se no período noturno com um ciclo de permanência entre 10 e 20 horas (SOUZA *et al*., 1998).

Normalmente as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada (Figura 27).

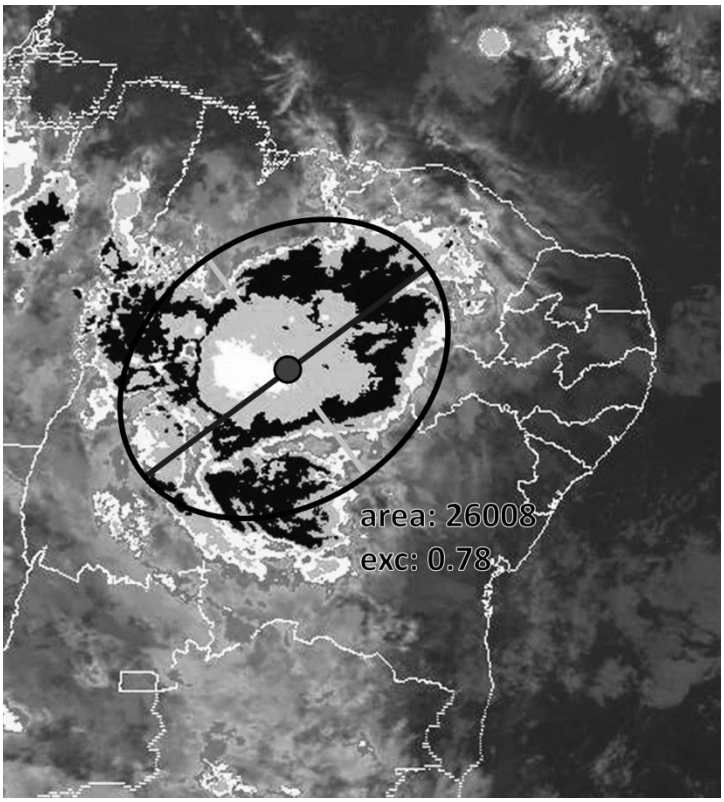


Figura 28 - Exemplo de uma Célula de CCM sobre a região Nordeste.
Fonte: Lyra *et al.*, 2020.

- Ondas de Leste

As Ondas de Leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. Provocam chuvas principalmente na Zona da Mata que se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte, mas, quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis, as Ondas de Leste também provocam chuvas na porção mais setentrional da região Nordeste.

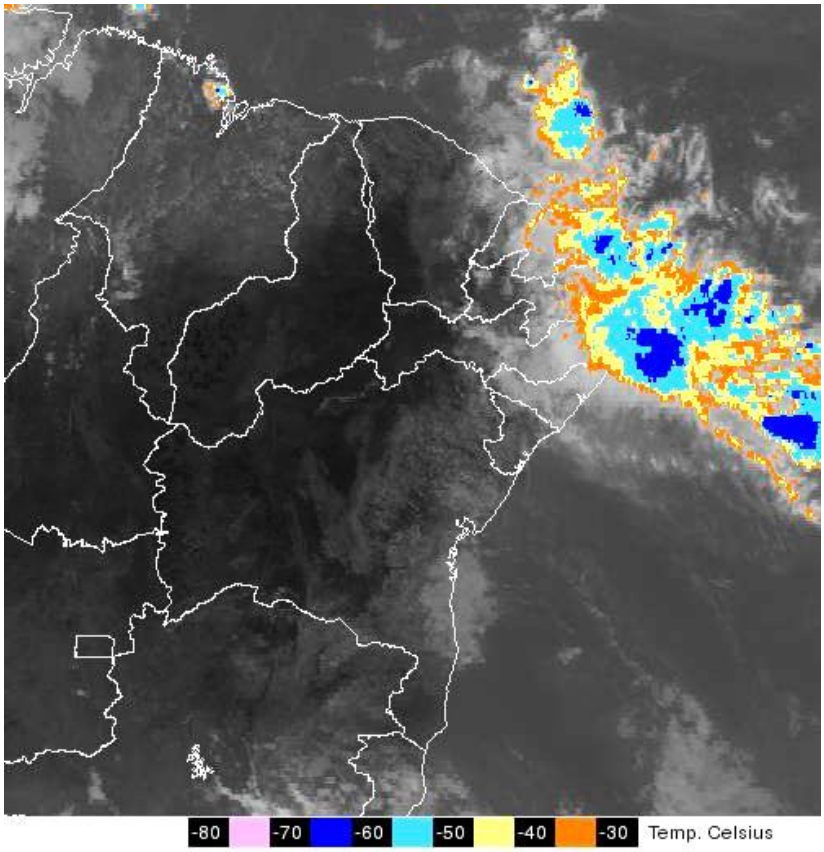


Figura 29 - Ondas de Leste captadas em direção ao litoral nordestino.
Fonte: CPTEC, 2013

- Brisas Marítimas e Terrestres

Federova (2001) explica que as brisas marítimas e terrestres resultam do aquecimento e resfriamento diferenciais que se estabelecem entre a terra e a água. Durante o dia o continente se aquece mais rapidamente que o oceano adjacente, fazendo com que a pressão sobre o continente seja mais baixa que sobre o oceano. Isto faz com que o vento à superfície sopre do oceano para o continente, vento esse denominado de brisa marítima. A brisa marítima chega a penetrar até 100 km para dentro do continente. No período da noite o continente perde calor mais rapidamente que o oceano, fazendo com que esse fique com temperaturas mais elevadas se comparadas às do continente. Dessa forma a pressão fica maior sobre o continente, fazendo com que o vento sopre do litoral para o oceano, vento esse chamado de brisa terrestre. A brisa terrestre também afeta até 100 km para dentro do mar (Figura 30).

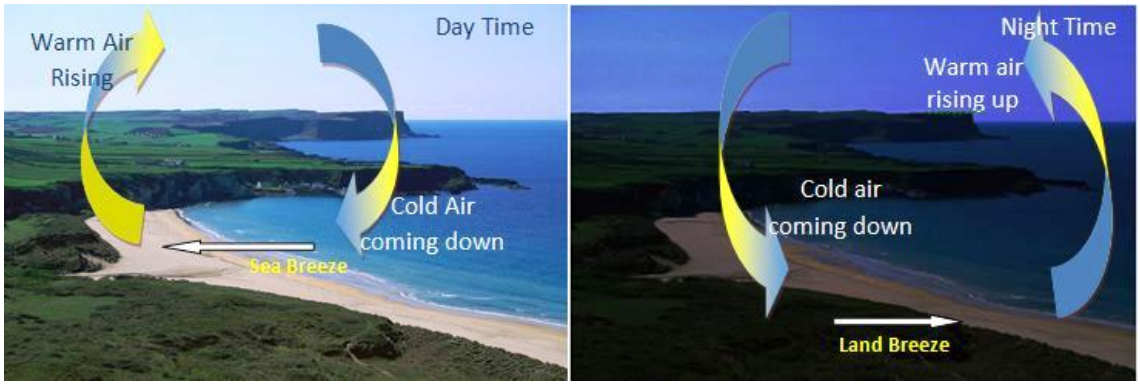


Figura 30 - Esquema representativo das brisas marítimas e terrestres. A figura da esquerda mostra a ocorrência da brisa marítima durante o dia aonde o ar frio vindo do mar penetra no continente impulsionado pelo ar quente continental devido à diferença de pressão entre as massas de ar. De forma oposta ocorre a brisa terrestre representada pela figura da direita seguindo a mesma lógica.
Fonte: Modificado de meteorology121blog., 2021.

As brisas terrestre e marítima nem sempre são percebidas. No nordeste do Brasil, por exemplo, onde os ventos alísios são persistentes e intensos durante todo o ano, quase sempre as brisas apenas contribuem para mudar um pouco a direção e a velocidade dessas. Dependendo da orientação da costa, a velocidade do vento, resultante da superposição alísio-brisa, pode ser maior ou menor que a do alísio (Varejão-Silva, 2001).

- Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima do Nordeste Brasileiro

Em anos de *El Niño* (aquecimento acima do normal das águas do Oceano Pacífico Equatorial), quando as águas superficiais da Bacia do Pacífico, em torno do Equador e sobre o lado centro-leste estão mais aquecidas, toda a convecção equatorial também se desloca para o leste, alterando assim o posicionamento da Célula de Walker. Devido à continuidade da circulação atmosférica, o ar quente sobre aquela região é empurrado, originando uma célula descendente sobre o Oceano Atlântico, próximo à região Nordeste do Brasil (NEB) e à Amazônia oriental. Dependendo da intensidade dessa célula de circulação e de sua fase de ocorrência, pode haver inibição da formação de nuvens e descida da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, consequentemente, pode haver deficiência das chuvas na região do NEB. Assim, o fenômeno *El Niño*, é um dos responsáveis pela redução das chuvas na região norte do Nordeste do Brasil (NEB). Entretanto, muitos trabalhos, segundo Ferreira & Mello (2005), mostram a influência do Oceano Atlântico Tropical na distribuição das chuvas nas regiões tropicais do continente Sul-Americano, principalmente sobre o setor norte do Nordeste do Brasil

O fenômeno El Niño dependendo da intensidade e período do ano em que ocorre, é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos, principalmente quando acontece conjuntamente com o dipolo positivo do Atlântico (Dipolo do Atlântico: diferença entre a anomalia da

Temperatura da Superfície do Mar -TSM na Bacia do Oceano Atlântico Norte e Oceano Atlântico Sul), que é desfavorável às chuvas. Por outro lado, O fenômeno La Niña (resfriamento anômalo das águas do oceano Pacífico) associado ao dipolo negativo do Atlântico (favorável às chuvas), é normalmente responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região.



Figura 31 - Esquema mostrando, de maneira simplificada, os padrões oceânicos e atmosféricos que contribuem para a ocorrência de anos muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos, na parte norte da região Nordeste do Brasil.
Fonte: Modificado de Ferreira & Mello (2005).

Em função disso, o monitoramento dos padrões oceânicos e atmosféricos durante a estação das chuvas é de fundamental importância para que as previsões de tempo e de clima possam ser geradas com maior grau de confiabilidade possível.

De acordo com o IBGE (2014), na classificação de *Köppen*, o tipo de clima predominante nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN é definido como semiárido BSh (Clima semiárido quente), que possui um longo período seco, influenciado diretamente pelas correntes de ar de circulação perturbada de norte e leste, ocasionando as chuvas na região Nordeste.

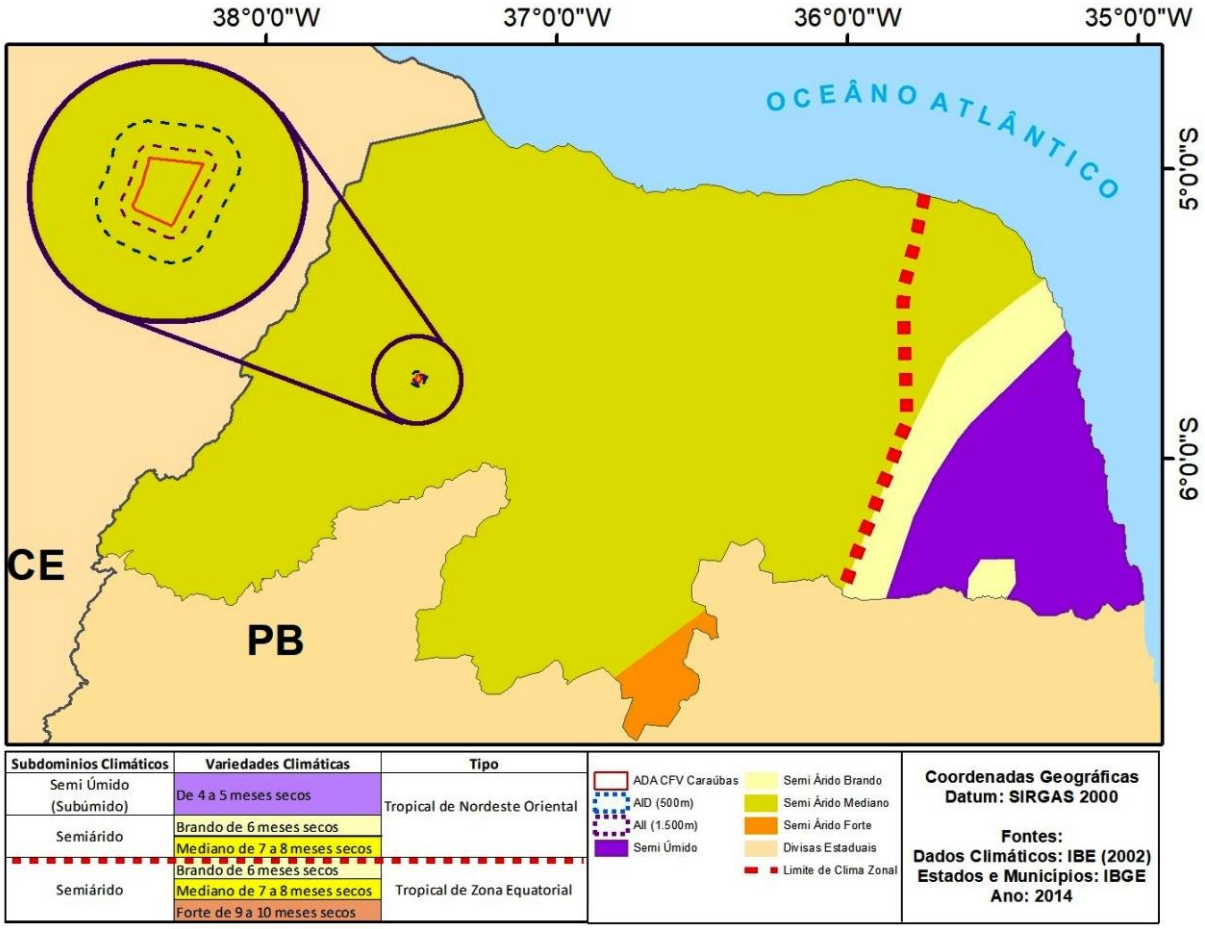


Figura 32 - Climas do Estado do Rio Grande do Norte, destacando a região do empreendimento, municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN.
Fonte: Modificado de IBGE, 2002.

O Semiárido brasileiro ocupa uma área de 969.589 km^2 e inclui os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende em Minas Gerais, seguindo o Rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha (BRASIL, 2005).

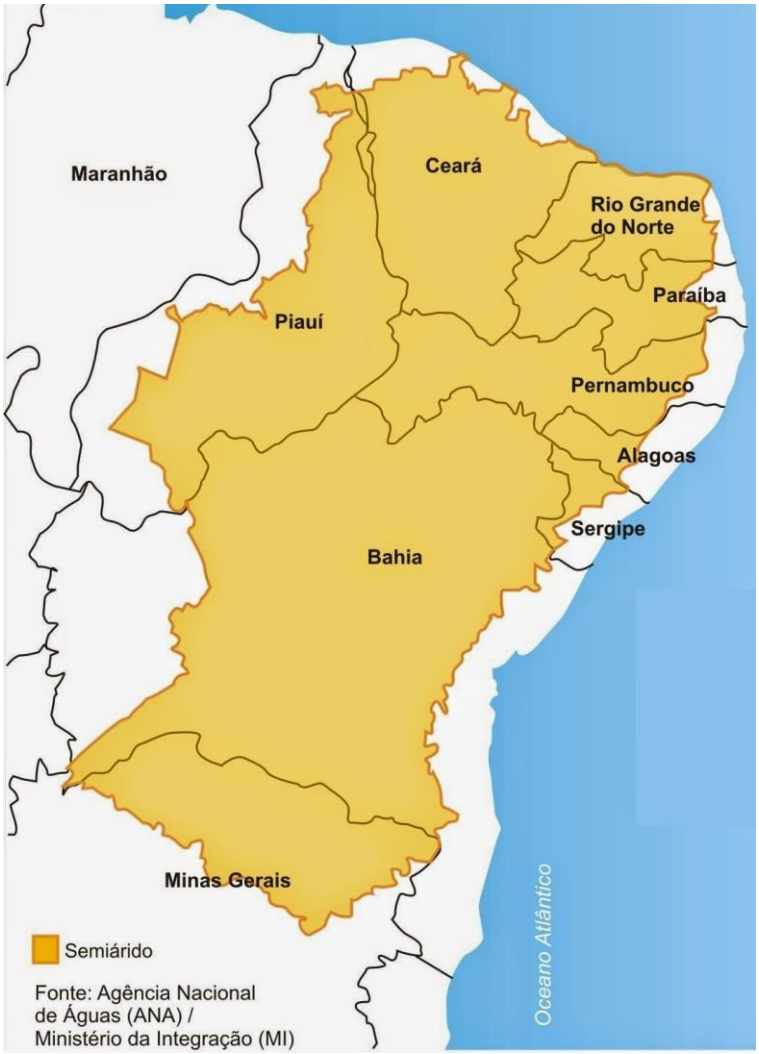


Figura 33 - Delimitação do Semiárido brasileiro.
Fonte: ANA, 2010.

A precipitação pluviométrica é marcada pela variabilidade espaço-temporal, que, associada aos baixos totais anuais sobre a região, resulta na frequente ocorrência de dias sem chuva, ou seja, veranicos, e consequentemente, em eventos conhecidos como “secas”. O Semiárido brasileiro sempre foi acometido de eventos extremos de secas, por outro lado, não é rara a ocorrência de grandes enchentes.

Há de se destacar que, pela grande variabilidade espacial da precipitação no semiárido, pode haver locais nos quais os totais pluviométricos estejam dentro dos valores médios em um ano considerado seco, ou vice-versa, assim, podem existir áreas com valores de chuva superiores à média. Entretanto, salienta-se que os anos definidos como secos são característicos da maior parte dos postos pluviométricos monitorados no Nordeste.

A ocorrência de veranicos, fenômeno meteorológico que consiste em um período de estiagem, acompanhado por calor intenso, forte insolação e baixa umidade relativa em plena estação chuvosa ou em pleno inverno, e a própria variabilidade interanual da precipitação são, em muitos casos, decorrentes de fenômenos meteorológicos de grande escala, como o El Niño (SOUZA et al., 2001). Além deste fenômeno, esta variabilidade está associada a variações de padrões de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, os quais afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico (NOBRE; MELO, 2001), influenciando na ocorrência das precipitações, em sua quantidade, intensidade e frequência.

No que se refere ao total anual, pode ser observada a climatologia da precipitação sobre o Nordeste do Brasil, onde se encontra a maior parte do Semiárido.

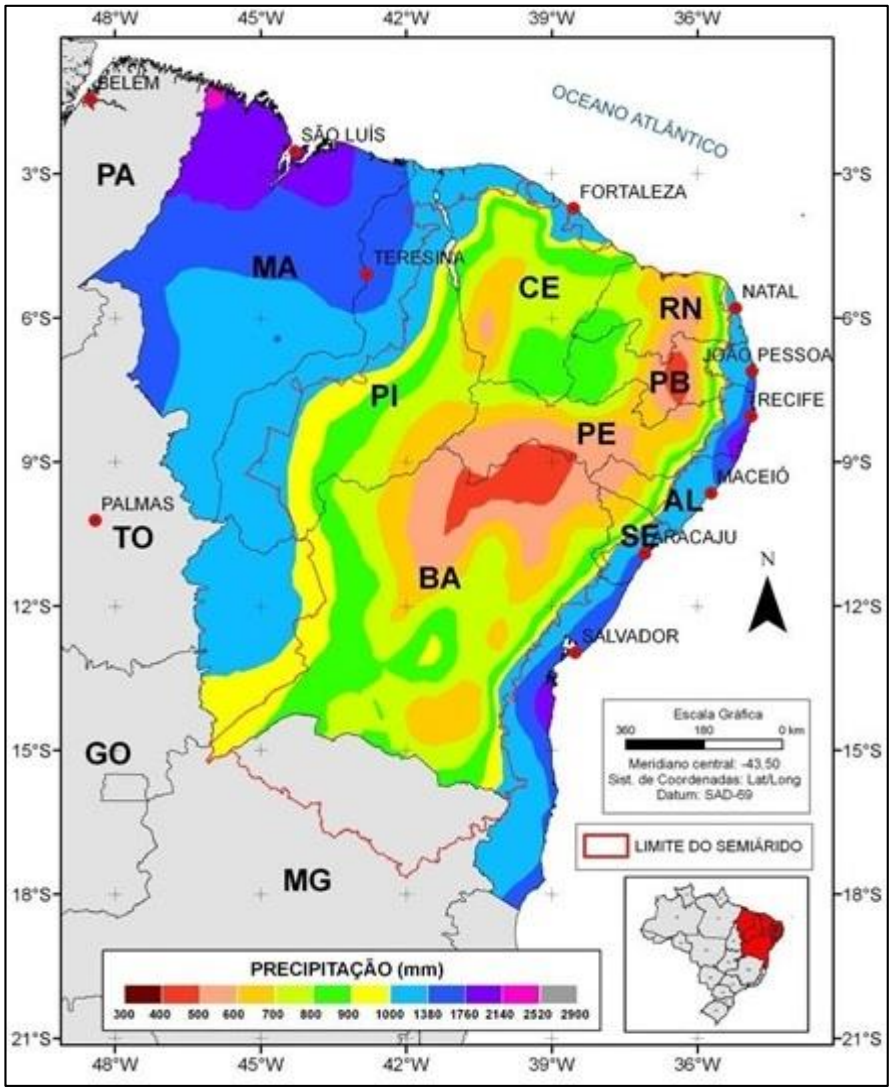


Figura 34 - Climatologia da precipitação anula da Região Nordeste do Brasil.
Fonte: SUDENE, 1990.

Os totais médios mensais da precipitação no Semiárido podem ser observados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. As chuvas são concentradas em poucos meses (3-4 meses), geralmente intensas e ocorrem em poucos dias do ano.

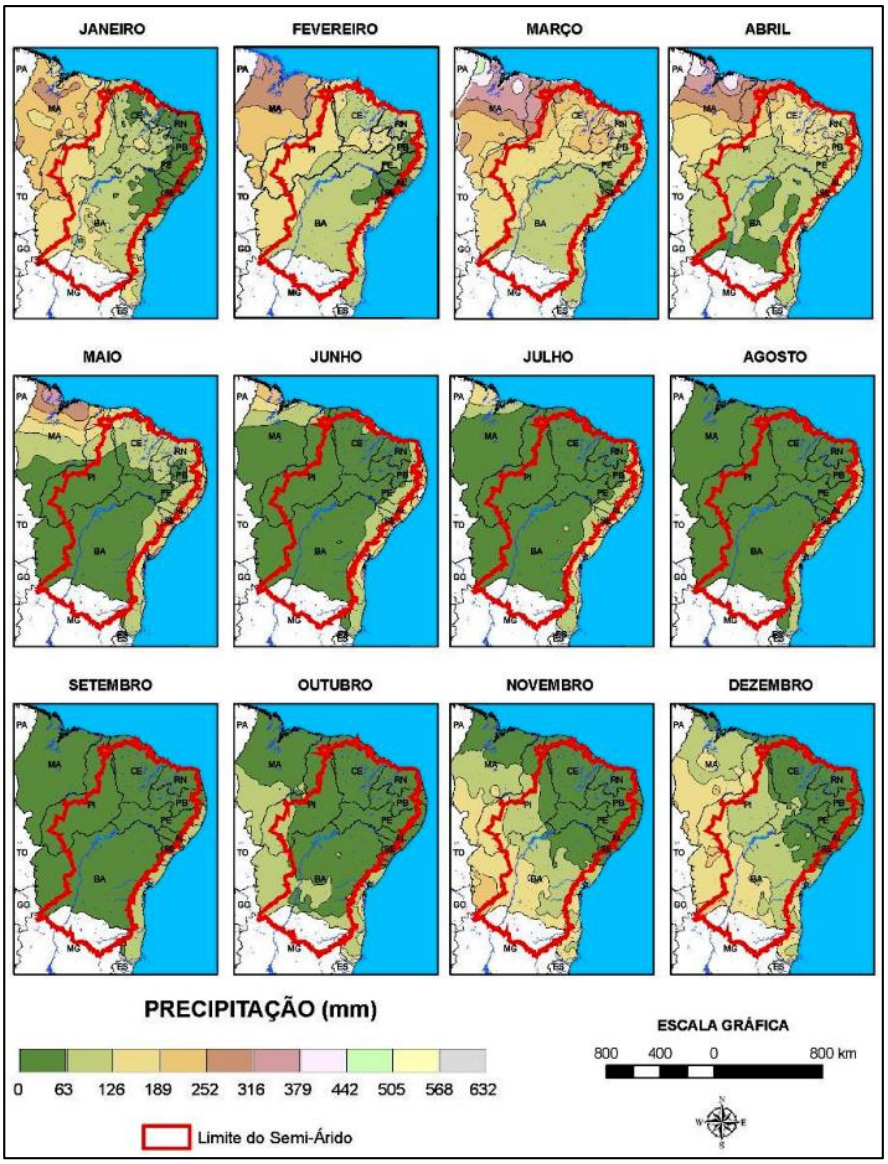


Figura 35 - Climatologia da precipitação mensal da Região Nordeste do Brasil.
Fonte: SUDENE, 1990.

Verifica-se que os quatro meses mais chuvosos para Estados do Norte, a exemplo do Rio Grande do Norte, ocorrem de fevereiro a maio, enquanto para o Oeste da Paraíba, Pernambuco, Leste do Piauí e região Norte da Bahia, a quadra chuvosa (quatro meses com maiores totais pluviométricos)

são janeiro, fevereiro, março e abril, sendo que, em algumas dessas regiões, já é possível observar a ocorrência de alguma precipitação no mês de dezembro.

Estudos sobre o regime de chuvas têm sido realizados por meteorologistas de vários Estados do Nordeste. Dentre os grupos com regimes homogêneos, os autores verificaram que 81,71% dos postos pluviométricos estudados apresentaram estação chuvosa entre janeiro e maio, sendo que, em 65,71% dos postos do grupo do semiárido, o período chuvoso ocorre de fevereiro a maio (CORREIA et al, 2011).

Os altos níveis de radiação solar incidente nas áreas de baixas latitudes resultam em elevadas taxas evapotranspiratórias, que reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios, o que em conjunto com a precipitação reduzida e irregular durante o ano promovem um balanço hídrico climático anual negativo.

A radiação solar incidente influencia diretamente na temperatura à superfície. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, apresenta-se a climatologia da temperatura do ar média anual para a região Nordeste do Brasil. Em função da pequena quantidade de estações com dados históricos de temperatura, utilizou-se metodologia de estimativa conforme Cavalcanti e Silva (1994). Tem-se observado que, com exceção de algumas áreas de maior altitude dos Estados do Ceará, Bahia e Pernambuco, onde os valores anuais da temperatura média do ar variam de 20º a 24º, o Semiárido apresenta elevados valores médios de temperatura média anual do ar. Para a maior parte da região Nordeste, verificam-se valores de temperatura média anual em torno de 26º, sendo que existem algumas porções com valores ainda mais elevados, com destaque para a cor vermelha.

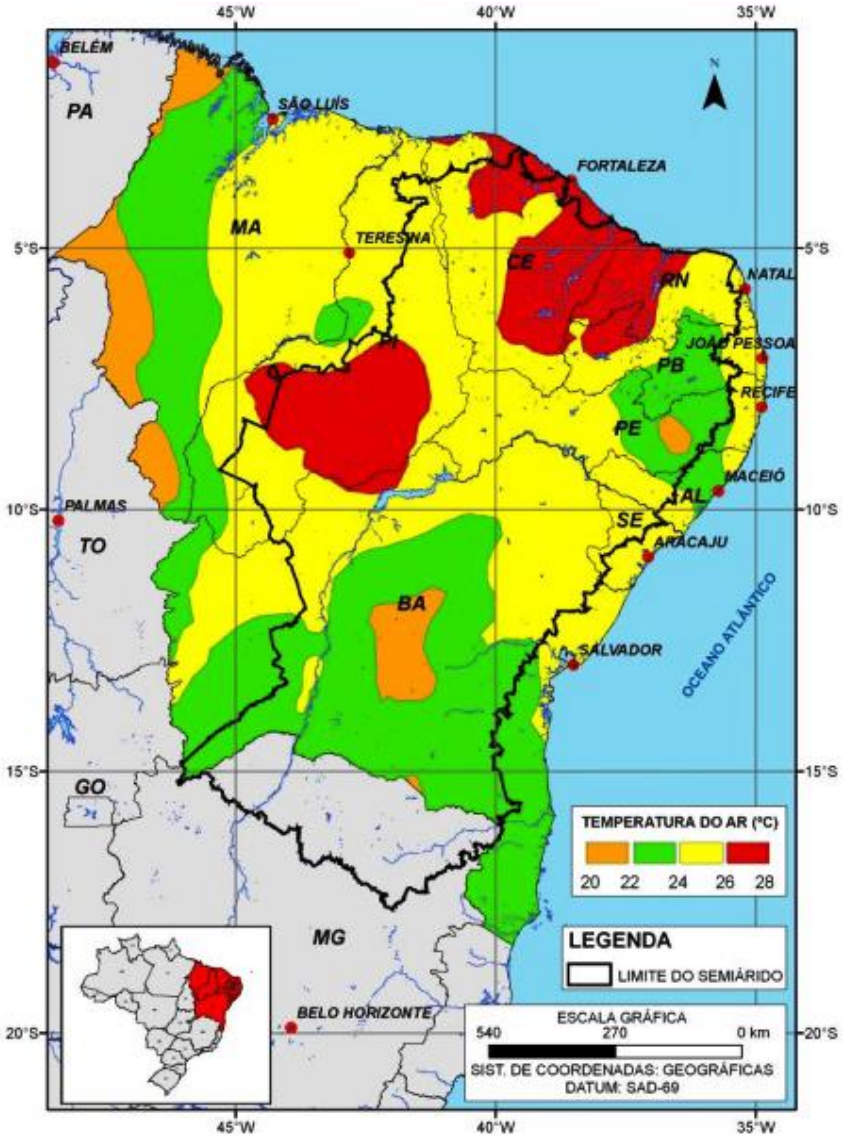


Figura 36 - Climatologia da temperatura do ar média anual para a Região Nordeste do Brasil.
Fonte: IBGE, 2010.

Tendo exposto as condições climáticas de âmbito regional, a seguir encontram-se expostas e descritas às principais variáveis climatológicas do município de Caraúbas/RN onde está inserida a área pleiteada para a instalação do CFV CARAÚBAS.

- ✓ Clima Local

A área do empreendimento localiza-se nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN sob as condições climáticas do semiárido (BSh – Clima semiárido quente), como já exposto, conforme a classificação de *Köppen* (1936), caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição; baixa nebulosidade; forte insolação; índices elevados de evaporação, e temperaturas

médias elevadas que abrangem a maior parte do Estado do Rio Grande do Norte (**Erro! Fonte de r eferência não encontrada.**).

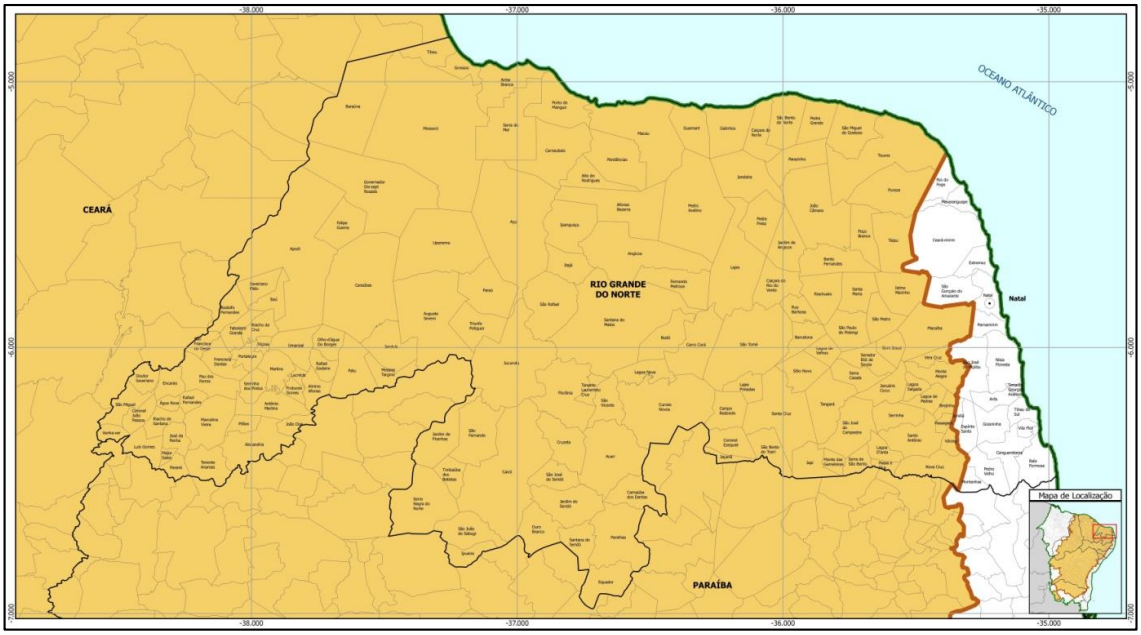


Figura 37 - Delimitação do Semiárido Potiguar.
Fonte: SUDENE, 2017.

Considerando os padrões de análise estabelecidos pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM), ao se fazer um estudo climatológico de um espaço em que não há estação meteorológica, a análise climática desse pode ser realizada baseada em dados extraídos de locais dentro de um raio de no máximo 150 km. Assim, os dados climatológicos para caracterizar os municípios de interesse foram coletados em duas estações meteorológicas, ambas no município de Apodi: A Estação Automática de Apodi (A340) e a Estação Convencional de Apodi (82590).

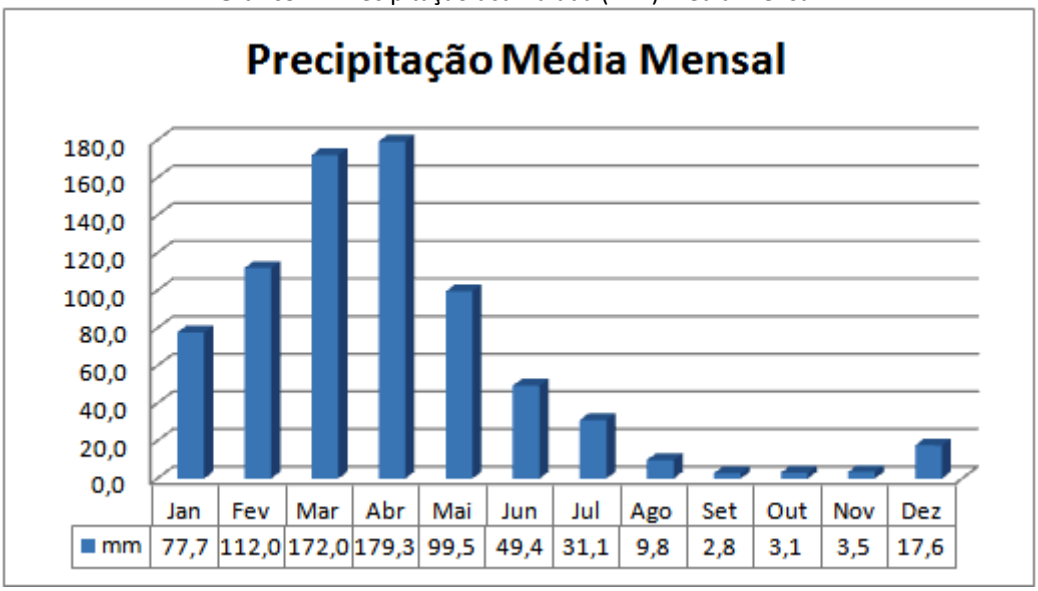
As duas Estações estão localizadas a aproximadamente 37 km a NW das Áreas de Influência da UFV Caraúbas (Coordenadas: 631238.97 m E / 9377931.12 m S) e altitude de 131 m em relação ao nível do mar. Os dados coletados na Estação Automática correspondem aos dados de vento entre os anos de 2008 a 2021. Os dados disponíveis foram selecionados por oferecer maior representatividade e precisação quanto ao comportamento eólico da região, uma vez que foram registrados no intervalo de hora em hora. Por outro lado, os demais dados climatológicos foram coletados na Estação Convencional. Os dados disponibilizados por esta estação apresentaram um conjunto maior das variantes climáticas em intervalos mensais, entre os anos de 1963 a 2021, suficientes para a caracterização das condições climáticas regional.

✓ Precipitação Puviométrica

A área de estudo, por estar em região de clima semiárido, tem níveis médios de precipitação muito baixos, com médias mensais bem definidas. No tocante as maiores precipitações registradas mensalmente, destacam-se os meses de março (172,0 mm) e abril (179,3 mm), conforme disposto no gráfico a seguir (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A pluviosidade média acumulada total a nual é de 757,80 mm, considerada muito baixa e característica desta região.

O clima local é influenciado diretamente pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que se localiza sobre a área de estudo, durantes as estações de verão (dezembro a março) e outono (final de março e junho), coincidindo assim com os valores dispostos no gráfico abaixo, influenciando na precipitação pluviométrica média da região. Durante o período seco este fenômeno ocorre de forma inversa, estacionando no hemisfério norte, cessando o período chuvoso na região.

Gráfico 1 - Precipitação acumulada (mm) média mensal



Fonte: Normal Climatológica de 1963 a 2021. Estação Climatológica Convencional de Apodi/RN (82590). (INMET).

Durante a estação chuvosa a precipitação mensal atinge a média de 179,3 mm, como é o caso do mês de abril. No período mais seco (agosto a novembro), que compreende as estações de inverno e primavera no hemisfério sul, observa-se as médias climatológicas, com destaque para os meses de setembro (2,8 mm) e outubro (3,1 mm).

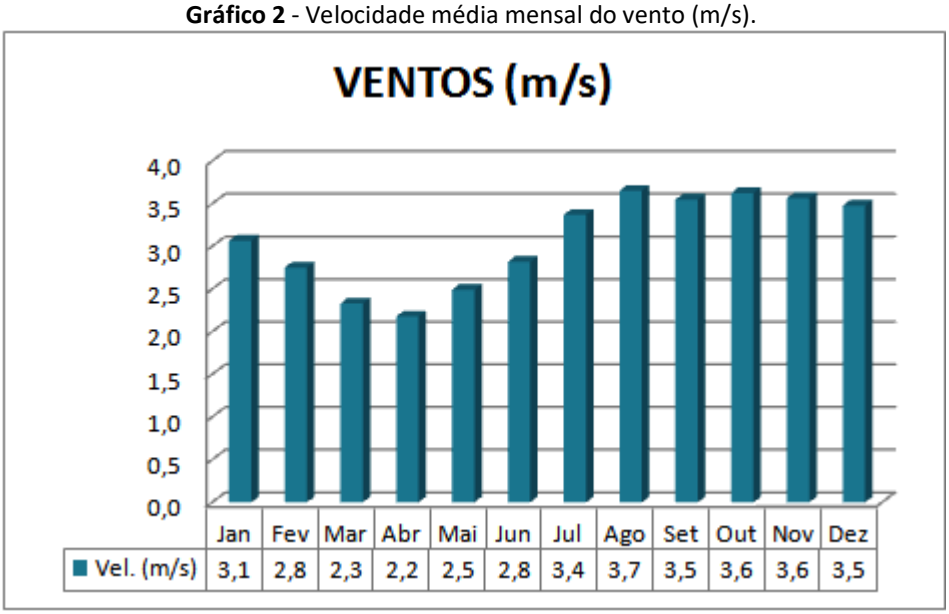
- Ventos

Na região da área de estudo o regime dos ventos é condicionado, principalmente, pela ação dos ventos alísios, que são controlados pelo movimento da zona de convergência intertropical (ZCIT).

Estes ventos sopram na direção equatorial sofrendo desvios para esquerda em consequência da Força de Coriollis.

Os ventos que sopram na região possuem uma velocidade média anual de 3,07 m/s e, apesar de variáveis, são constantes ao longo do ano (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Velocidade média mensal do vento (m/s).

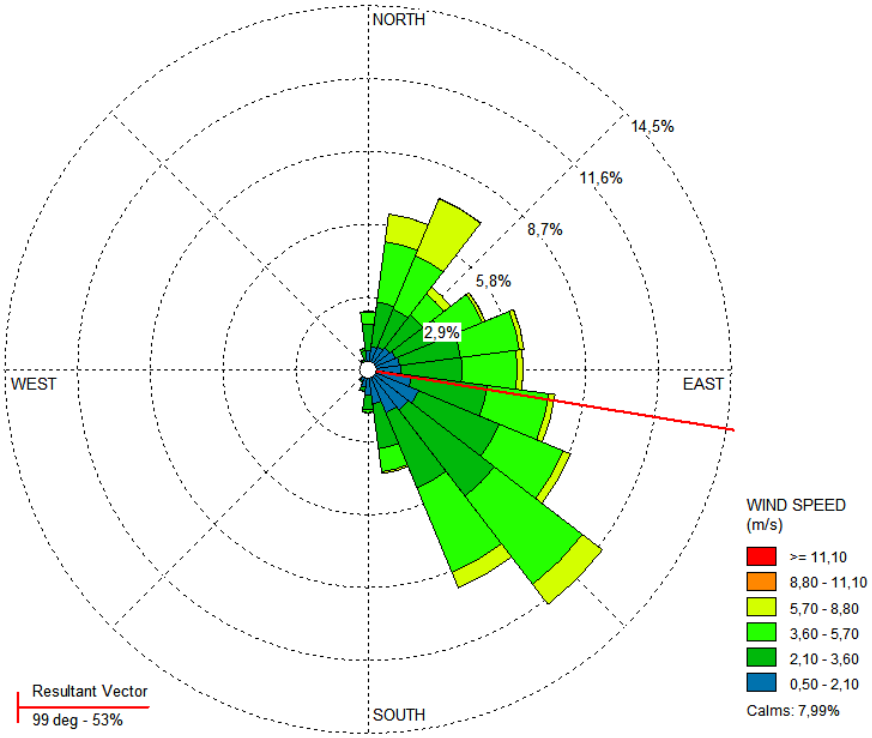


Fonte: Normal Climatológica de 2008-2021. Estação Climatológica Automática de Apodi/RN (A340). (INMET).

A velocidade média mensal para a região indica ventos mais fracos nos meses de março (2,3 m/s), abril (2,2 m/s) e maio (2,5 m/s), coincidindo com o período mais chuvoso. Os ventos mais fortes foram registrados nos meses de agosto (3,7 m/s), setembro (3,5 m/s),e outubro, ambos com média de 3,6 m/s, no período onde as precipitações pluviométricas diminuem.

Os registros mostraram a direção predominante do vento advinda do quadrante SE, conforme apresentado no gráfico abaixo.

Gráfico 3 - Direção e velocidade dos ventos predominante na região do empreendimento.



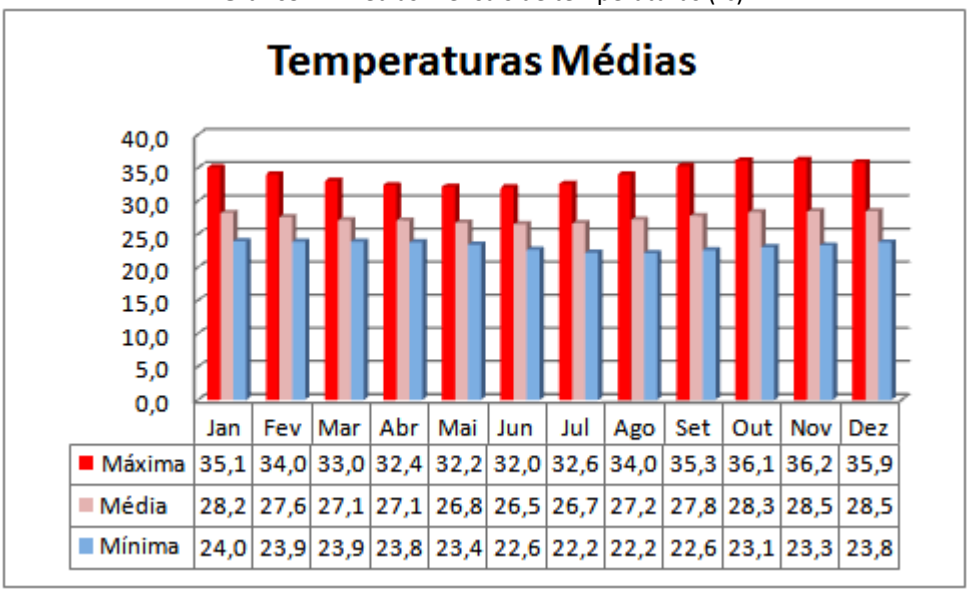
Fonte: Normal Climatológica de 2008-2021. Estação Climatológica Automática de Apodi/RN (A340). (INMET).

Os ventos do quadrante SE predominam durante todo o ano possuindo azimute médio de 99^0, equivalente a 53% do total. Não obstante, foram registrados ventos advindos do quadrante NE, seguidos de ventos menos expressivos de quadrante N e S.

- Temperatura do Ar

A temperatura da região é apresentada abaixo com valores médios mensais máximos, médios e mínimos (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Médias mensais de temperaturas (ºc).



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	35,1	34,0	33,0	32,4	32,2	32,0	32,6	34,0	35,3	36,1	36,2	35,9
Média	28,2	27,6	27,1	27,1	26,8	26,5	26,7	27,2	27,8	28,3	28,5	28,5
Mínima	24,0	23,9	23,9	23,8	23,4	22,6	22,2	22,2	22,6	23,1	23,3	23,8

Fonte: Normal Climatológica de 1963-2021. Estação Climatológica Convencional de Apodi/RN (82590). (INMET).

Ao analisar o Gráfico 4 observa-se pouca a amplitude térmica e temperatura constantemente elevada ao longo do ano. Os valores médios máximos foram registrados em outubro ($36,1^0$) e novembro ($36,2^0$). As temperaturas médias mínimas foram registradas nos meses de junho ($22,6^0$), julho e agosto, ambos com registros de $22,2^0$.

De modo geral, a média anual registrada para o período analisado é de $27,5^0$C ao longo do ano.

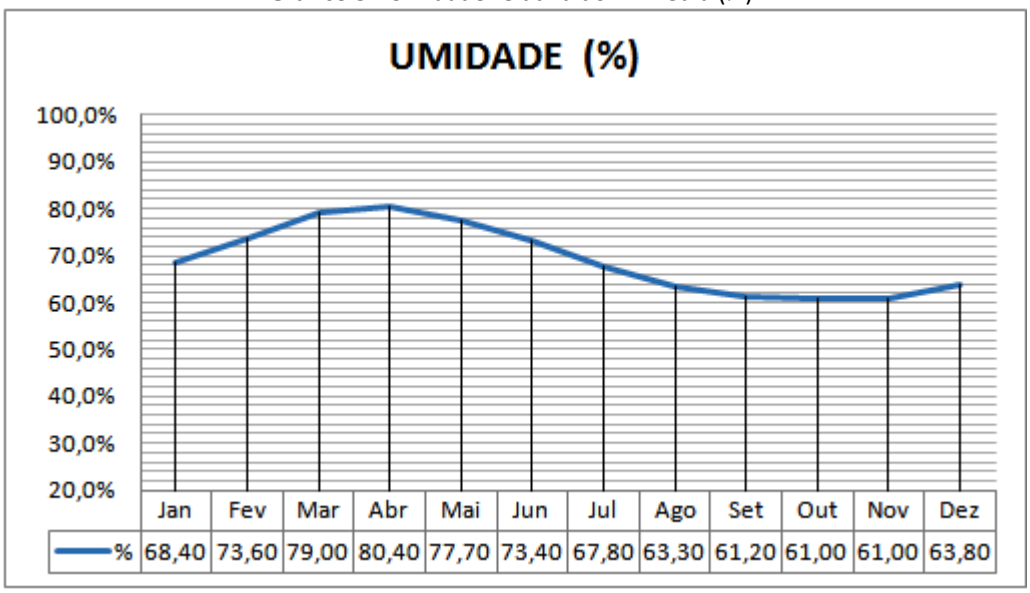
- Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar para a região de estudo tem média anual registrada de 69,2% aproximadamente.

De modo geral, este grau de umidade é considerado médio a baixo para os padrões de umidade do Brasil. Isto caracteriza uma região de estudo com ar quente e seco, o que é típico do semiárido, clima predominante na área.

O Gráfico 5 demonstra o comportamento médio anual deste parâmetro climático. Pode-se perceber que os meses de março (79%), abril (80,4%) e maio (77,7%) são os meses com maior umidade em detrimento dos meses de setembro (61,2%), outubro (61%) e novembro (61%) considerados os mais secos do ano conforme as normais climatológicas.

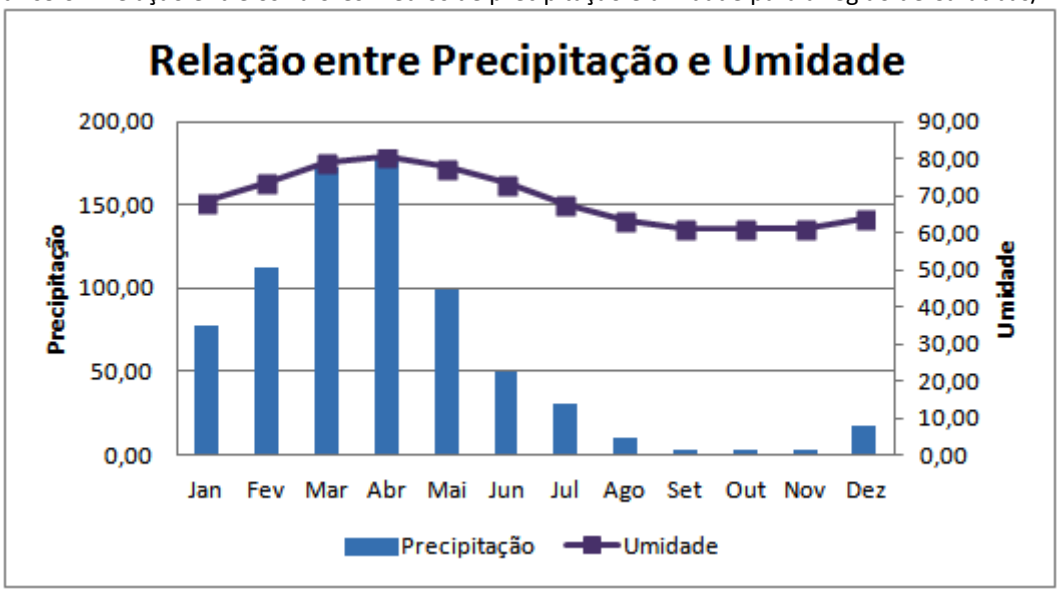
Gráfico 5 - Umidade relativa do Ar média (%).



Fonte: Normal Climatológica de 1963-2021. Estação Climatológica Convencional de Apodi/RN (82590). (INMET).

Os períodos de maior ou menor umidade coincidem com o comportamento de pluviosidade para a região, onde há a inter-relação lógica dos dois parâmetros, inerentes a períodos de menor ou maior precipitação pluviométrica, como pode ser observado no climograma abaixo (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Relação entre os valores médios de precipitação e umidade para a região de Caraúbas/RN**.**

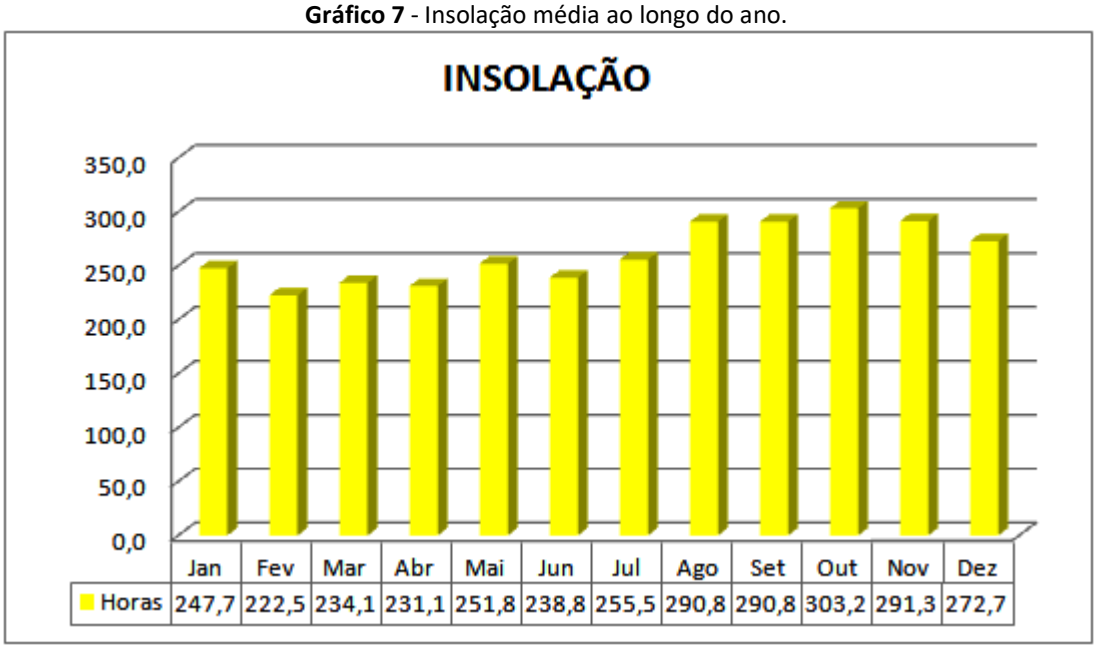


Fonte: Normal Climatológica de 1963-2021. Estação Climatológica Convencional de Apodi/RN (82590). (INMET).

- Insolação

Ao visualizar o Gráfico 7 constata-se que a insolação varia entre 222,5 horas (fevereiro) a 303,3 horas (outubro). Os menores valores de insolação ocorrem no período entre fevereiro a abril, oscilando ente 222,5 horas (fevereiro) a 234,1 horas (março); e os maiores entre agosto a novembro, com valores entre 290,8 horas (agosto) e 303,2 (outubro).

Gráfico 7 - Insolação média ao longo do ano.



Fonte: Normal Climatológica de 1963-2021. Estação Climatológica Convencional de Apodi/RN (82590). (INMET).

A insolação média anual total para a região reside em 3130,3 horas/ano. Estes valores registrados são considerados um dos mais altos do país, com constância ao longo do ano, variando muito pouco, onde o clima semiárido, com configuração quente e seca, é relacionado com períodos de baixa nebulosidade e, consequentemente maior insolação.

- Nebulosidade

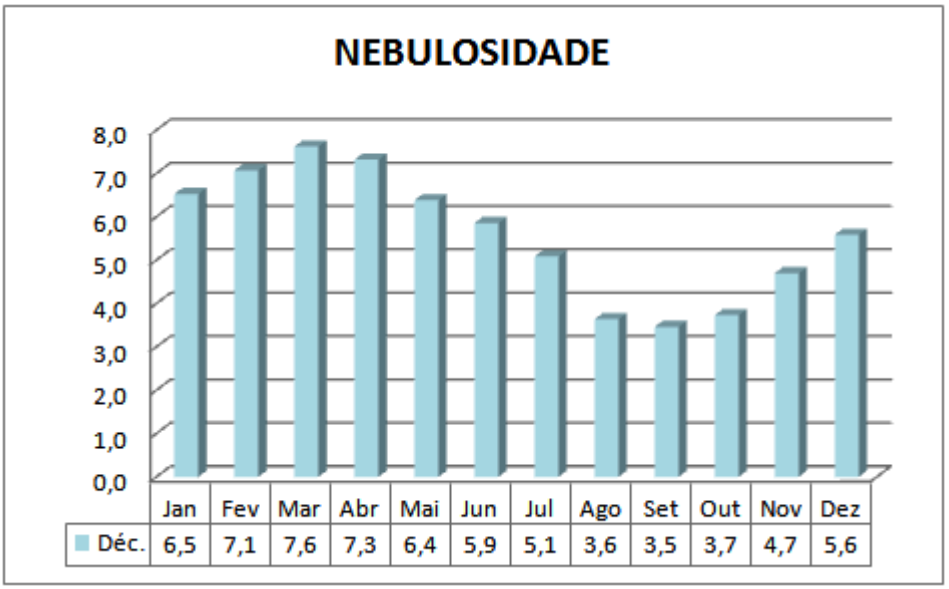
No tocante a nebulosidade, foram registrados, de acordo com o método usado por Wollmann e Sartori (2010), com classificação de nebulosidade expressa na Tabela 1, valores relativos para a região entre 3,5 e 7,6 décimos (Gráfico 8) em uma escala de 0 – 10. Os meses de maior nebulosidade são fevereiro (7,1), março (7,6) e abril (7,3), e de menor nebulosidade os meses de agosto (3,6), setembro (3,5) e outubro (3,7).

Tabela 1- Classificação da variação da nebulosidade e classes equivalentes.

Classes Equivalentes de Nebulosidade (0/10 de céu coberto)	Classificação da Variação da Nebulosidade
0 - 3	Pouca nebulosidade
4 - 6	Parcialmente nublado
7 - 10	Muita nebulosidade

Fonte Wollmann e Sartori, 2010.

Gráfico 8 - Nebulosidade média mensal em décimos.



Fonte: Normal Climatológica de 1963-2021. Estação Climatológica Convencional de Apodi/RN (82590). (INMET).

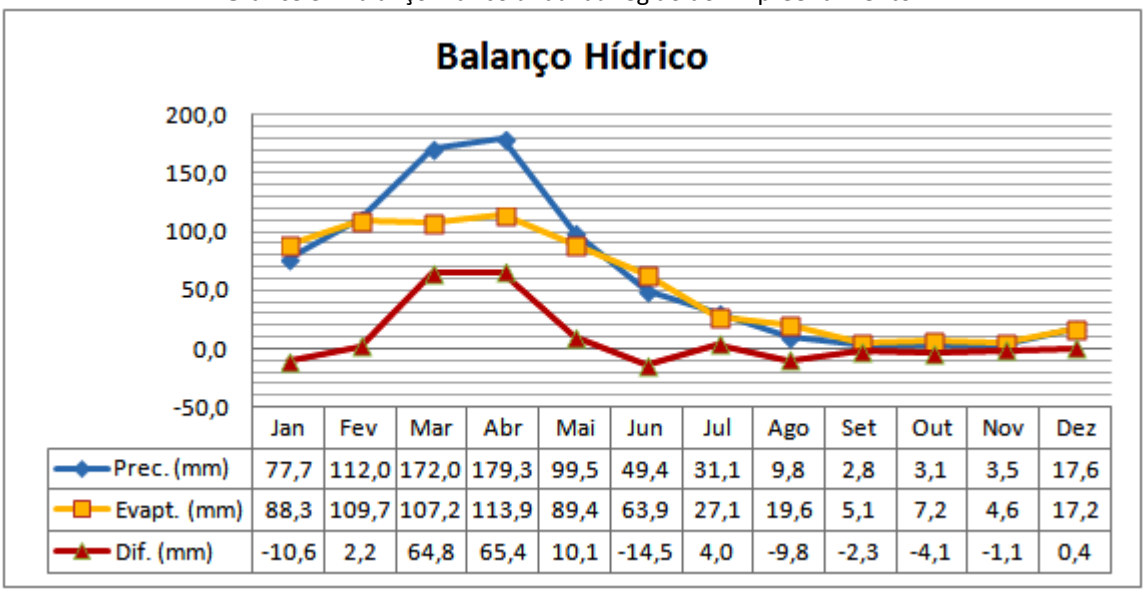
Considerando a correlação entre os intervalos das classes de nebulosidade e a classificação da variação da nebulosidade a região é classificada como parcialmente nublada e com períodos com pouca nebulosidade. Entretanto, importante notar que os períodos de maior nebulosidade não significa valores significativos de precipitação pluviométrica, visto as características das variáveis climáticas predominantes do semiárido.

- Balanço hídrico

Os valores de precipitações pluviométricas registradas na região combinados ao aumento da insolação e, consequentemente, menor nebulosidade, contribuem para o incremento do fenômeno de evapotranspiração. Por sua vez, quando os valores de evapotranspiração ultrapassam a quantidade de precipitação pluviomética a região registra déficit hídrico.

Considerando os valores de precipitação e evapotranspiração da região de Caraúbas/PE, percebe-se que o balanço hídrico varia ao longo do ano, uma vez que a quantidade média de água introduzida dentro do sistema hídrico regional oscila entre valores positivos e negativos (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Balanço hídrico anual da região do Empreendimento.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prec. (mm)	77,7	112,0	172,0	179,3	99,5	49,4	31,1	9,8	2,8	3,1	3,5	17,6
Evapt. (mm)	88,3	109,7	107,2	113,9	89,4	63,9	27,1	19,6	5,1	7,2	4,6	17,2
Dif. (mm)	-10,6	2,2	64,8	65,4	10,1	-14,5	4,0	-9,8	-2,3	-4,1	-1,1	0,4

Fonte: Normal Climatológica de 1963-2021. Estação Climatológica Convencional de Apodi/RN (82590). (INMET).

Em termos absolutos a região registra déficit hídrico ao longo de 6 (seis) meses entre junho a janeiro, com excessão do mês de julho; e de saldo positivo entre os meses de fevereiro a maio e os meses de julho e dezembro. Comparando os valores de precipitação com os valores de evapotranspiração o menor índice foi registrado no mês de junho, com valor hídrico negativo de -14,5 mm. Por outro lado, o maior índice foi registrado em abril, com valor positivo de 65,4 mm.

Nessa perpectiva, atribui-se aos meses março e abril o momento de maior contribuição em recarga de água e, de forma oposta, os meses de janeiro e junho o momento de menor contribuição de água dentro do sistema hídrico regional onde tecnicamente os valores em mm (milímtros) são menores que zero.

Entretanto, deve-se destacar que os valores médios registrados sevem como parâmetros gerais para caracterização do balanço hídrico regional. Assim, variações dos elementos que compõe o sistema climático podem variar trazendo como resultado episódios de déficits hídricos, principalmente por se tratar de uma região de clima semiário.

- Grau de Albedo

O coeficiente de reflexão (razão entre os fluxos de radiação solar refletido e incidente a superfície) e um parâmetro indispensável para se estabelecer o balanço de radiação na superfície. Este coeficiente, também chamado de refletância ou albedo da superfície, para uma área vegetada

depende da configuração de plantio, umidade do solo, arranjo foliar, ângulo de inclinação do Sol, quantidade e tipo de nuvens (AZEVEDO *et al*.,1990).

Os Módulos Fotovoltaicos não têm um grau de Albedo significativo, estes módulos são mais eficientes quando menos refletem a luz do sol e por isso fundo é escuro, para absorver o máximo da radiação solar. Os painéis modernos refletem apenas 2% da luz solar recebida.

Normalmente são azul escuro ou preto, o vidro é cortado com forma de serra para não deixar sair o raio do sol, ou seja, toda a engenharia dos módulos fotovoltaicos é feita para tornar eles menos refletivos, ou contrário da termo solar, onde esquenta-se um líquido a muito alta temperatura por meio de espelhos focados num ponto, e se tem uma grande refletância para focalizar a energia solar em um só ponto. Isso não ocorre no processo de geração de energia solar fotovoltaica, pois possui características inversas, sendo de absorção e não de reflectância.

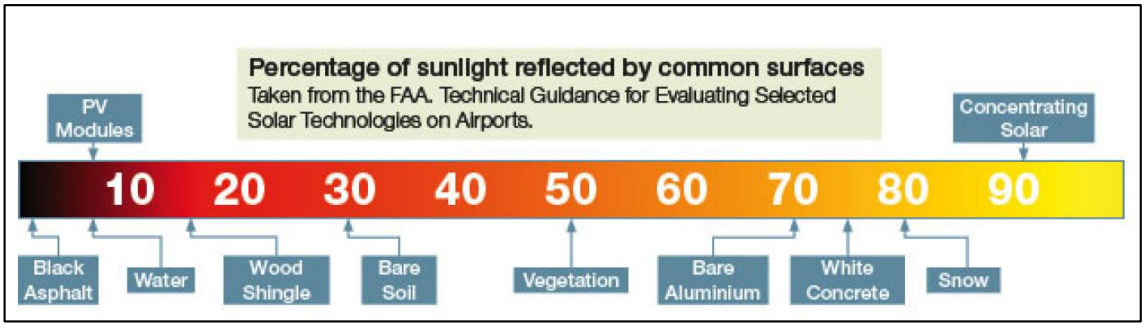


Figura 38 - Refletividade comparativa de superfícies comuns.
Fonte: Colton (2014).

O índice de albedo é a fração da radiação global refletida pelo solo ou por objetos que encontrem à frente dos módulos inclinados. O albedo varia principalmente em função das características físico-químicas da superfície, da cor, do ângulo zenital solar, dentre outras. Por isso, para cada tipo de cobertura terrestre há uma resposta espectral diferenciada, ou seja, o albedo de um solo descoberto, por exemplo, é diferente de um mesmo solo com cobertura vegetal. Numa comunidade vegetal, o albedo merece uma atenção especial haja vista que está diretamente relacionado ao saldo de energia disponível.

Quanto mais escura fora vegetação, menor será a refletividade dos raios solares incidentes, resultado numa maior absorção e consequentemente maior saldo de energia disponível à superfície terrestre (Pereira *et al*. 2006).

Tabela 2 - Classificação do albedo (%)

SUPERFÍCIES	ALBEDO (%)
Dunas de areia seca	35-35
Dunas de areia molhada	20-30
Solo escuro	10-20
Solo argiloso seco	15-35
Solo arenoso seco	25-45
Solo claro	40-50
Concreto seco	17-27
Estrada de asfalto	5-10
Deserto	20-40
Caatinga – Estação seca	25-30
Caatinga – Estação chuvosa	15-20
Pastagens verdes	10-25
Mata	5-20

Fonte: Modificado de PEREIRA *et al.* (2006)

6.1.3. Geologia

✓ Geologia Regional

O Brasil está inserido em sua totalidade na plataforma continental de margem passiva da América do Sul. Uma região estável tectonicamente, portanto, protegida de sismos de grandes magnitudes e zonas de vulcanismo. Esta plataforma é definida por três escudos pré-cambrianos, denominados: Brasil Central ou Guaporé; das Guianas; e Atlântico, além de extensas áreas de coberturas plataformais fanerozóicas, com relevo esculpido por bacias sedimentares, através das intempéries climáticas locais (Figura 39).

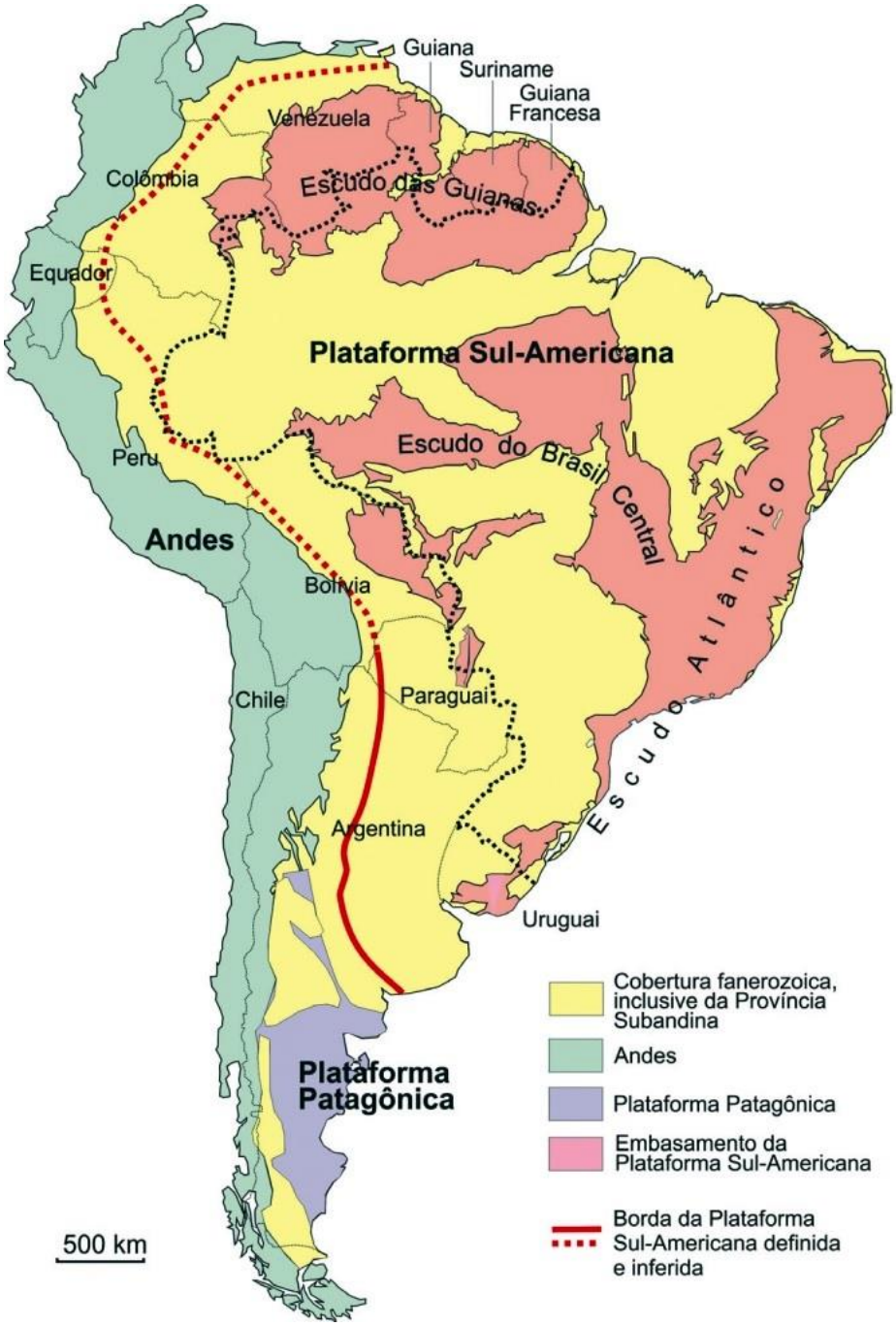


Figura 39 - Estrutura geológica da Plataforma Sulamericana.
Fonte: Modificado de Almeida et al., 1976. In Hasui (2013).

Ainda sobre a Plataforma Sul-americana, Schobbenhaus e Neves (2003) acrescentam que:

> *(...) O Brasil ocupa a parte principal (>75%) dessa plataforma fanerozóica, compartilhando-a ao norte com a Colômbia, Venezuela (de forma parcial), Guiana, Suriname e Guiana Francesa. Parte do território boliviano está incluída na porção mais ocidental desta plataforma, e ao sul o Paraguai, Uruguai (inteiramente incluído) e parte central e norte da Argentina (ao norte do Rio Colorado), também estão incluídos nesta unidade tectônica. O limite da plataforma com as faixas móveis*

> *fanerozóicas é em grande parte convencional e geralmente está encoberto por depósitos modernos (a "dala cisandina").*
> *Nesse domínio formaram-se as bacias subandinas de antepaís durante o Neocenozóico, estendendo-se desde a Venezuela até o sul da Argentina. (SCHOBBENHAUS E NEVES 2003, p. 8).*

A exposição do embasamento da plataforma continental brasileira, originado por processos termo-tectônicos (incluindo soerguimentos), recebeu a denominação de escudo. Os escudos cristalinos do Brasil possuem idade pré-cambriana, ou seja, geologicamente muito antiga, com gênese que remonta à formação da Plataforma Sul-americana.

Considerando a compartimentação geológico-estrutural, o estado do Rio Grande do Norte insere-se na Província Borborema (Figura 40).

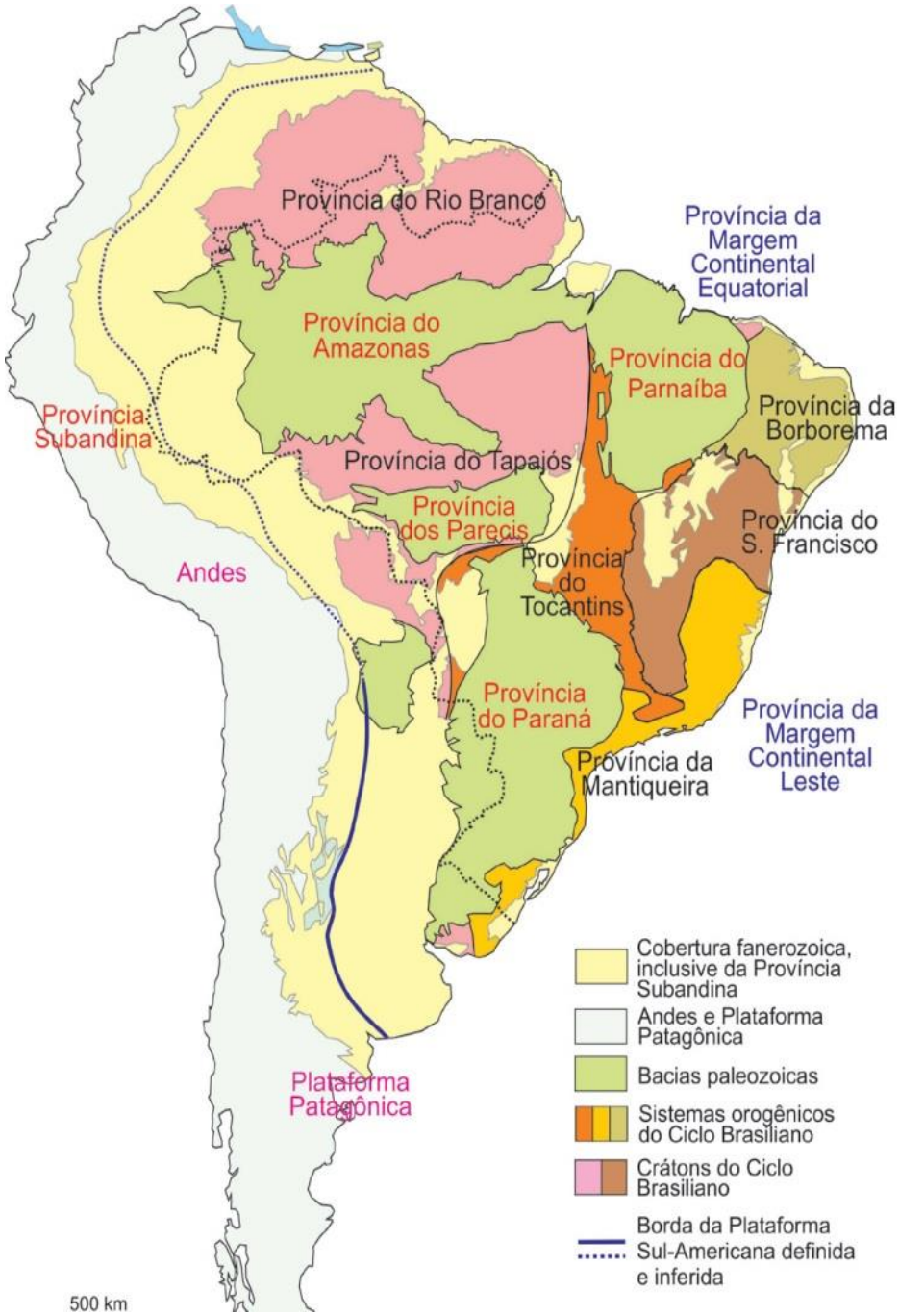


Figura 40 - Compartimentação geológico-estrutural da Plataforma Sulamericana.
Fonte: Modificado de Almeida et al., 1976. In Hasui (2013).

A Província Borborema cobre uma área de aproximadamente 380.000 km² no nordeste do Brasil, sendo uma das principais áreas de faixas de dobramento neoproterozoicas do país, delimitada pelo Cráton São Francisco a sul, pela Bacia do Parnaíba a oeste, e por bacias litorâneas da margem passiva brasileira a leste. Grande parte da área que ocupa está sob o contexto de clima semiárido, com cotas altimétricas que raramente atingem mais de 1000 metros.

Possui três principais domínios estruturais: Setentrional, Central e Meridional. Tais estruturais possuem uma complexa composição tecno-estrutural, como pode ser visualizada na figura abaixo.

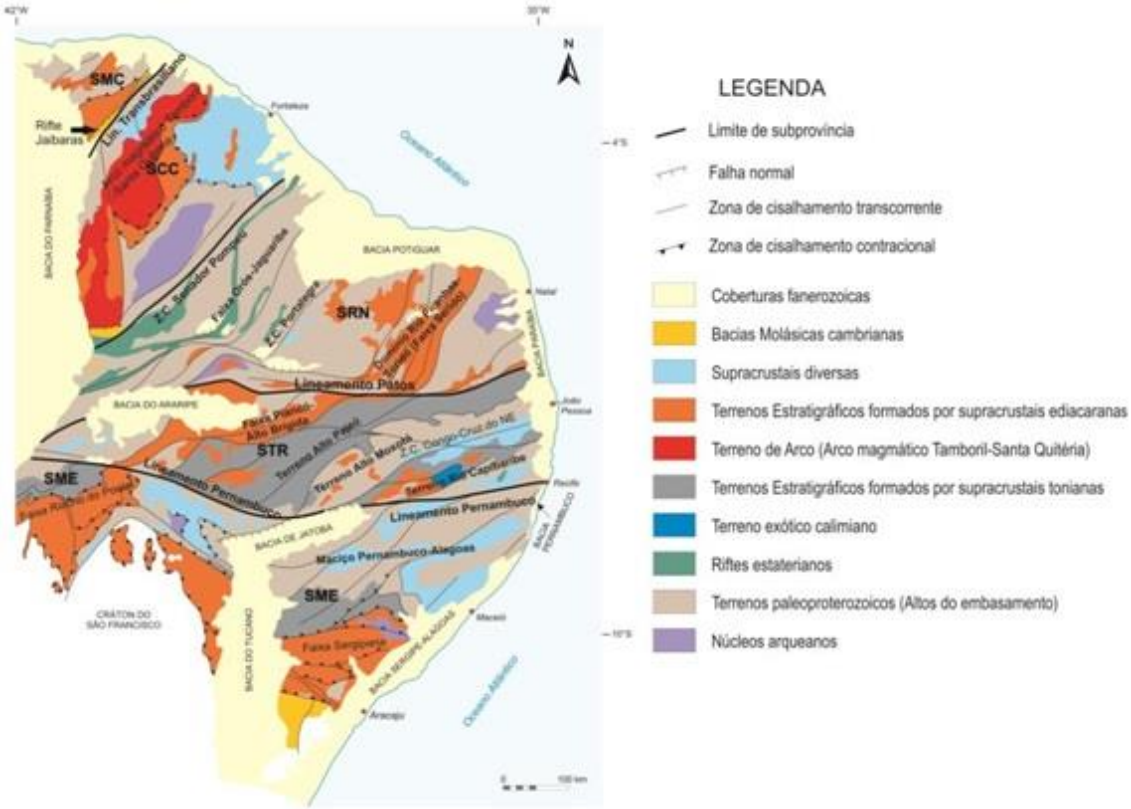


Figura 41 - Composição tecno-estrutural da Província Borborema localizando o Rio Grande do Norte. Fonte: Modificado de Delgado *et al*. (2003), *in* CPRM/FAPERN (2006)

No que se refere à Província Borborema no tocante ao estado do Rio Grande do Norte, pode-se dizer que:

> (...) compreende, em sua maior parte, rochas pré-cambrianas da Província Borborema as quais são recobertas por sedimentos fanerozóicos da Província Costeira e Margem Continental, conforme definido por Almeida et al. (1977). A Província Borborema é constituída por seqüências metassedimentares e metavulcânicas de idades meso e neoproterozóicas, com blocos de embasamento de idade paleoproterozóica, com alguns remanescentes do Arqueano, configurando um cinturão orogênico meso-neoproterozóico, envolvendo microplacas e terrenos/domínios mais antigos. Sua evolução culminou com uma colagem tectônica brasiliana/pan-africana de 600 Ma (Brito Neves et al., 2000), a qual foi acompanhada de um importante plutonismo granítico. (in CPRM/FAPERN 2006).

Conforme o mapa tectônico regional acima exposto foi possível identificar o arcabouço tecnoestrutural do Rio Grande do Norte, a partir do qual, pode-se perceber a distinção entre a zona

de estruturas sedimentares (Bacia da margem passiva fanerozóica) na porção setentrional e oriental do estado, e a zona de estruturas do complexo cristalino na porção central do mapa (Figura 42).

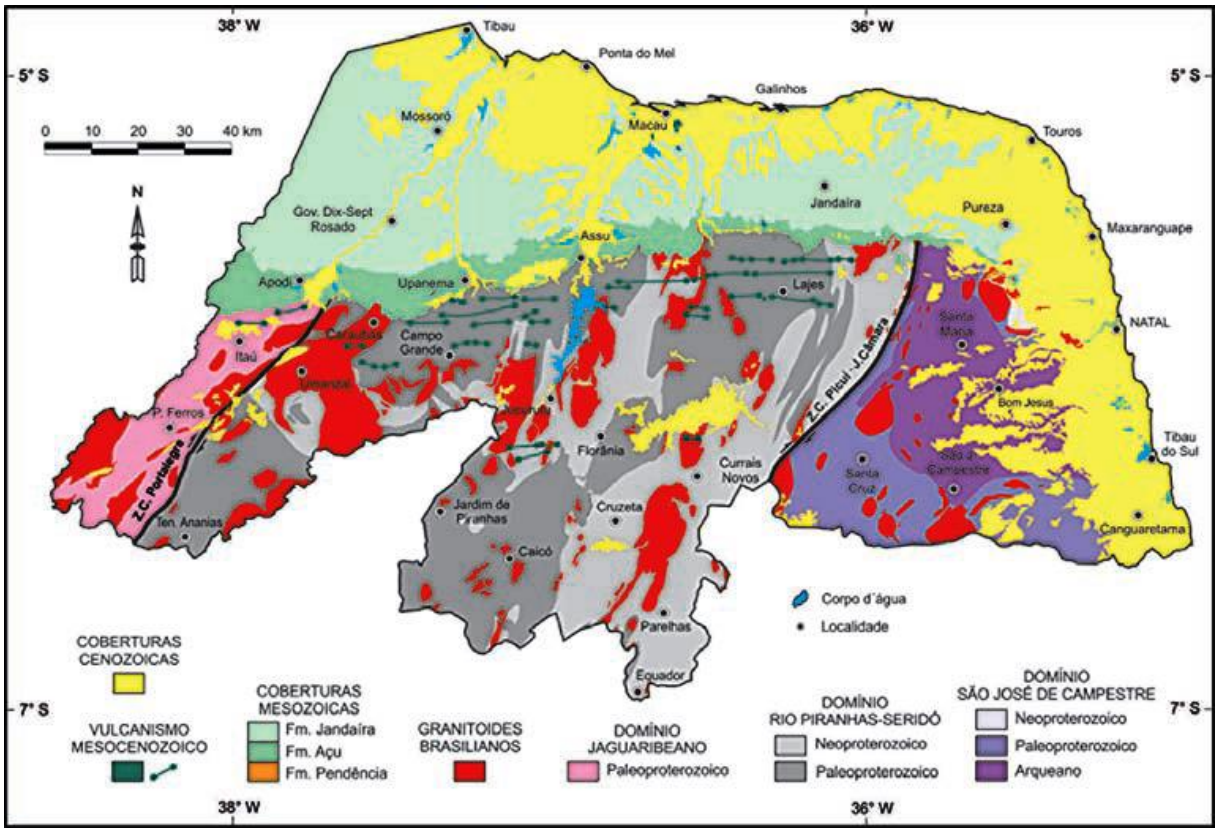


Figura 42 - Mapa do Arcabouço Tectonoestrutural do Rio Grande do Norte.
Fonte: Modificado de CPRM, 2005.

Dentro desse contexto geológico regional, o município de Caraúbas/RN, local pleiteado para a instalação do Empreendimento, está inserido na Província Borborema, sendo constituído por litótipos dos Complexos Jaguaretama e Caicó, das Suites Poço da Cruz e Calcialcalina de Médio a Alto Potássio Itaporanga, dos Granitóides de Quimismo Indiscriminados das formações Jucurutu, Açu e Jandaíra além dos depósitos Colúvio-eluviais e Aluvionares, como podem ser observados (Figura 43).

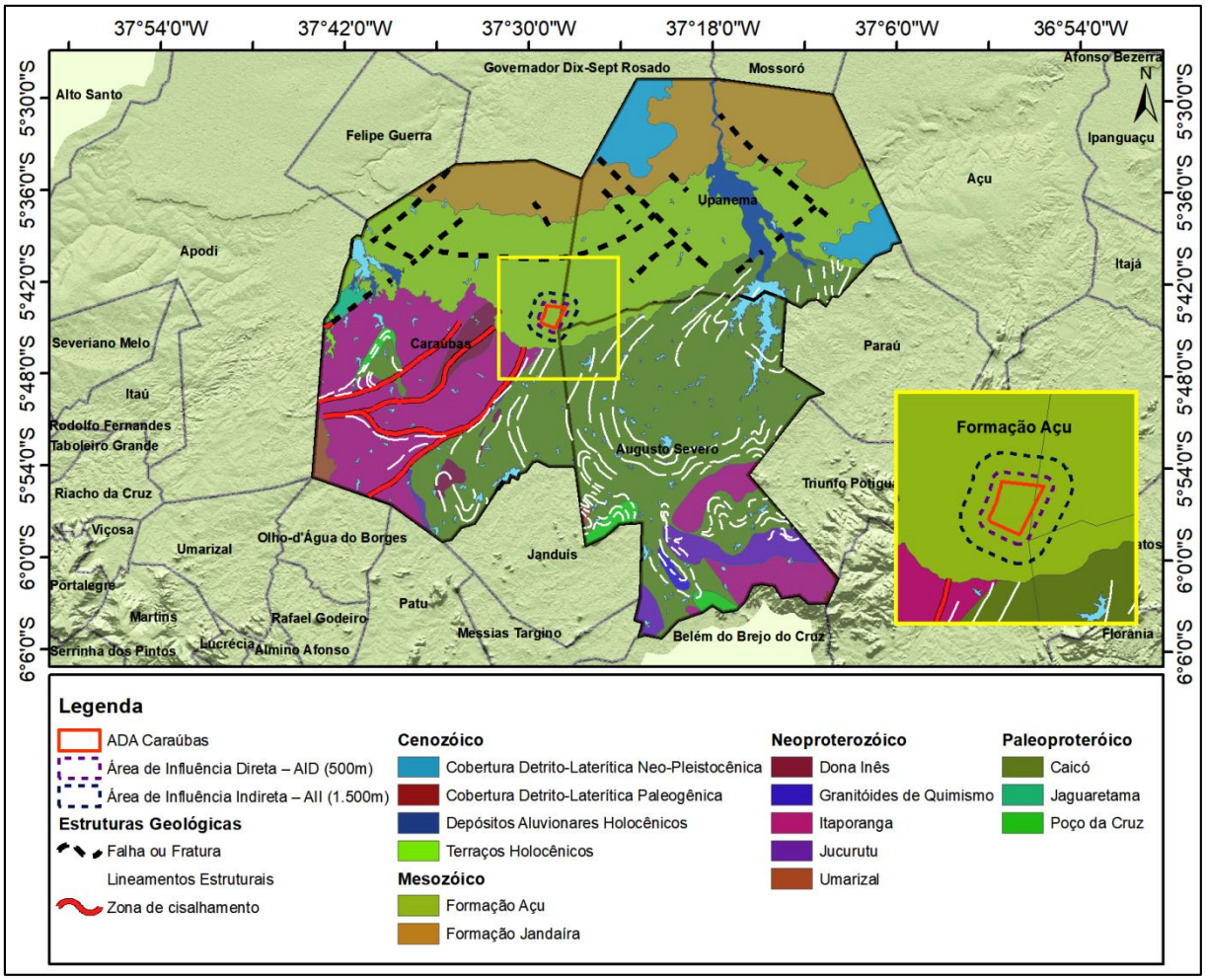


Figura 43 – Geologia do município de Caraúbas/RN.
Fonte: Modificado de CPRM, 2005. Elaborado por CSA, junho de 2021.

De acordo com a classificação da CPRM (2005), os litotipos possuem as seguintes características:

- Complexo Caicó é constituído por uma unidade inferior (mais antiga) de natureza metavulcanossedimentar e outra unidade metaplutônica (mais jovem). Entretanto, em vários locais essas unidades encontram-se cartografadas de forma indivisa;

A unidade metavulcanossedimentar é formada por paragnaisses, anfibolitos, anfibólio-gnaisses, gnaisses calcissilicáticos, gnaisses xistosos, quartzitos ferríferos, formações ferríferas, gnaisses bandados, por vezes, migmatizados, e migmatitos.

A unidade metaplutônica é representada por ortognaisses tonalítico-granodiorítico-graníticos e leuco-ortognaisses graníticos com lentes de rochas anfibolíticas e migmatitos;

- Complexo Jaguaretama representa as rochas metaplutônicas com intercalações de rochas supracrustais que afloram no extremo-oeste do estado.

Essa unidade é constituída por ortognaisses graníticos a granodioríticos, gnaisses bandados e migmatitos com intercalações de mármores, gnaisses anfibolíticos, quartzitos, xistos e rochas calcissilicáticas;

- A Suíte Intruziva Dona Inês é composta por biotita (e/ou anfibólio) granitos a tonalitos, equigranulares, de granulação fina a média e coloração cinza-clara, além de variações microporfiríticas de composição granítica. Fácies com muscovita primária e granada são relativamente raras. Ocorrem como corpos isolados, bem como na forma de diques com espessura centimétrica a decimétrica;

- A Suíte Intrusiva Umarizal é formada por quartzomonzonitos e quartzossienitos de cor rósea a verde-escura ou cinzenta, com faialita ou ferro-hiperstênio, hedenbergita e ferro-edenita em sua mineralogia. Possuem textura equigranular fina a média;

- A Suíte Poço da Cruz corresponde à anfibólio-biotita-augengnaisses de composição quartzomonzonítica a granítica, leucocrática, apresentando granulação grossa e porfiroclastos de K-feldspato, imersos em matriz quartzofeldspática. Alguns enclaves de composição diorítica também são observados;

- A suíte calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga está constituída por granitos e granodioritos, associados à dioritos;

- A Formação Jucurutu é representada por biotita (± epidoto ± anfibólio – paragnaisses) como unidade principal, com intercalações de mármores, rochas calcissilicáticas e *skarns*, além de micaxistos, quartzitos, formações ferríferas, metavulcânicas (dominantemente básicas e intermediárias), metaconglomerados basais e níveis de metacherts. As formações ferríferas, metaconglomerados, metavulcânicas e metaultramáficas são consideradas como sua porção inferior.

Segundo Jardim de Sá (1994 *apud* CPRM, 2005), os mármores, as formações ferríferas e os paragnaisses indicam um ambiente de sedimentação marinho raso, enquanto os quartzitos e metaconglomerados basais sugerem deposição em ambiente continental.

Os principais depósitos de scheelita da Província Scheelitífera do Nordeste são encontrados em rochas calcissilicáticas dessa formação;

- A Formação Açu é constituída por camadas espessas de arenitos médios a muito grossos, de cor esbranquiçada, com intercalações de folhelhos, argilitos verde-claros e siltitos castanho-avermelhados. As rochas sedimentares desta formação foram depositadas em ambientes de leques aluviais, fluviais entrelaçados/meandrantes e estuarinos;

- A Formação Jandaíra refere-se às rochas carbonáticas sobreposta aos arenitos da Formação Açu. É constituída por calcarenitos bioclásticos com foraminíferos bentônicos, por vezes associados a

algas verdes; calcilutitos com marcas de raízes, dismicrito, além de dolomitos e, subordinadamente, argilitos. Esses litotipos foram depositados em ambientes de planície de maré, laguna rasa, plataforma rasa e mar aberto;

- Os Depósitos Colúvios-Eluviais são sedimentos arenosos e areno-argilosos esbranquiçados e avermelhados, por vezes, constituindo depósitos conglomeráticos com seixos de quartzo predominantes, localmente de natureza polimítica, proveniente do retrabalhamento de sedimentos da Formação Serra dos Martins. Esses depósitos são originados por processos viscosos do tipo fluxo de detritos, constituindo fácies de leques aluviais de enxurradas.

- Os Depósitos Aluvionares formam os terraços fluviais dos vales mais antigos, principalmente nas margens do rio Piranhas-Açu. São constituídos por conglomerados/cascalhos, areias grossas e médias com intercalações subordinadas de areias finas e argilas, representando fácies fluviais meandrantes proximais a distais e depósitos de transbordamento associados Esses terraços estão associados à migração do paleocanal do rio Piranhas-Açu para leste até a posição atual.

✓ Geologia Local

No que se refere à geologia local, o presente relatório buscou caracterizar as unidades geológicas inerentes à Área Diretamente Afetada (ADA) dentro do polígono do empreendimento, Área de Influência Direta (AID) com raio de 500 metros, e a Área de Influência Indireta (AII) com raio de 1500 metros de acordo com a poligonal de implantação.

Durante os trabalhos de campo e levantamentos de dados do Banco de Dados de Informações Ambientais do IBGE (2021) identificou-se 1 (uma) unidade geológica que incide sobre todas as Áreas de Influência do Empreendimento: a Formação Açu (Figura 44).

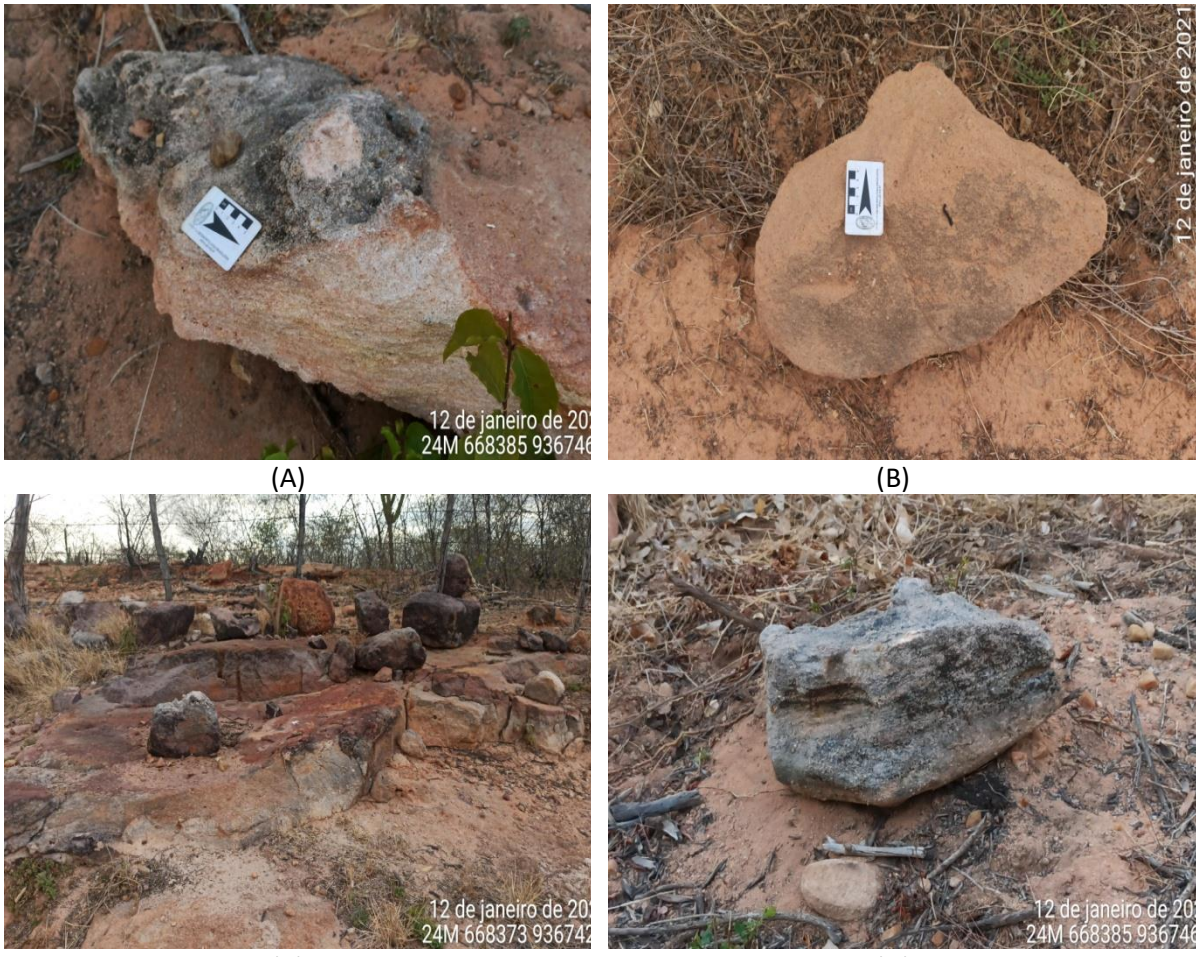


Figura 44 - Unidade geológica presente em todas as Áreas de Influência do Empreendimento. A Formação Açu abrange a ADA, AID e AII.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Seguindo a descrição das unidades geológicas dos municípios de Caraúbas e Upanema/RN, o IBGE (2021) a Formação Açu possui caráter local em três seções: inferior, média e superior. A seção inferior é composta por arenitos grosseiros; a seção média é formada por arenitos finos de composição argilosa e a seção superior por arenitos calcíferos.

Dentre as litologias predominantes destacam-se arenitos, argilitos, folhelhos e *hornsfels*; esta última litologia corresponde a uma rocha de grãos muito finos que se formam como resultado da intrusão de um magma em outras rochas, em especial nas rochas sedimentares mais argilosas.

Os litotipos da Formação Açu afloram em sequência aleatória e pouco expressiva ao longo das Áreas de Influência Do CFV Caraúbas, conforme pode ser observado nas fotos abaixo.



(A) (B)

(C) (D)

Foto 3 – (A) Bloco de arenito localizado na porção NW da AID; (B) Argilito exposto em corte de estrada na porção NE da AII; (C) Aloramento de arenito em terreno na porção NW da AID (D) Rocha sedimentar tipo folhelho presente na AID.
Fonte: CSA.

6.1.4.Geomorfologia

✓ Geomorfologia Regional

O estado do Rio Grande do Norte apresenta uma grande variedade de formas de relevo, esculpidas em sedimentos da Bacia Potiguar e terrenos mais antigos do embasamento cristalino. A evolução do relevo do território potiguar foi condicionada por um conjunto de fatores que interferiram na geomorfogênese, tais como a estrutura geológica, a evolução morfoclimática e os processos atuais, resultando em diversificada variedade de paisagens. Os condicionantes tectonoestruturais estão marcados por terrenos das coberturas continentais cenozoicas, bacias sedimentares mesozoicas (notadamente a Bacia Potiguar) e embasamento cristalino, subdividido nas unidades: Magmatismo Brasiliano, Domínio Jaguaribeano, Domínio Rio Piranhas-Seridó e Domínio São José do Campestre. Tomando-se como base a classificação dos domínios morfoclimáticos do Brasil, de acordo com 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 45).

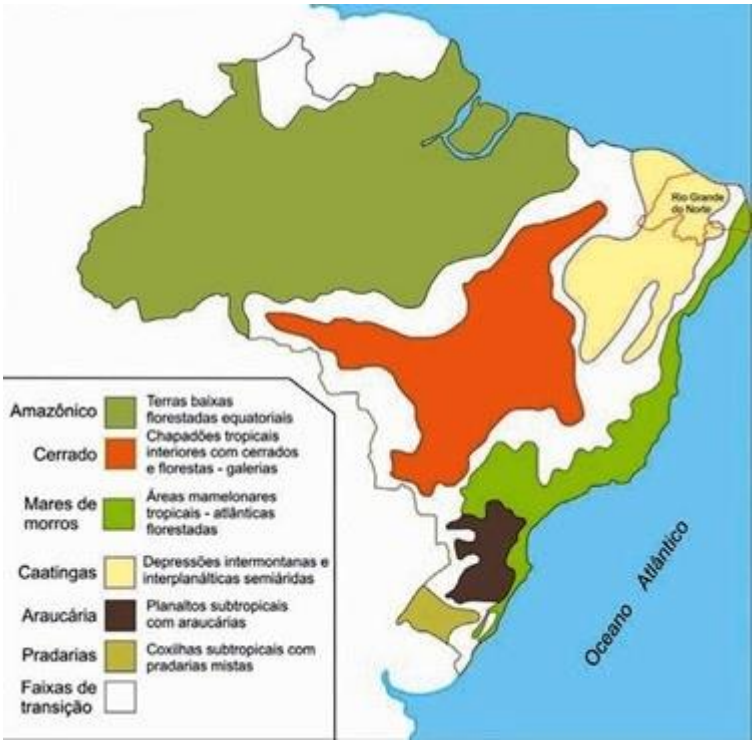


Figura 45 - Domínios morfoclimáticos do Brasil.
Fonte: Ab´Saber (1969).

Com base na análise dos produtos de sensoriamento remoto disponíveis, perfis de campo e estudos geomorfológicos regionais anteriores (IBGE, 1995; ROSS, 1985, 1997), o estado do Rio Grande do Norte foi compartimentado em sete domínios geomorfológicos.

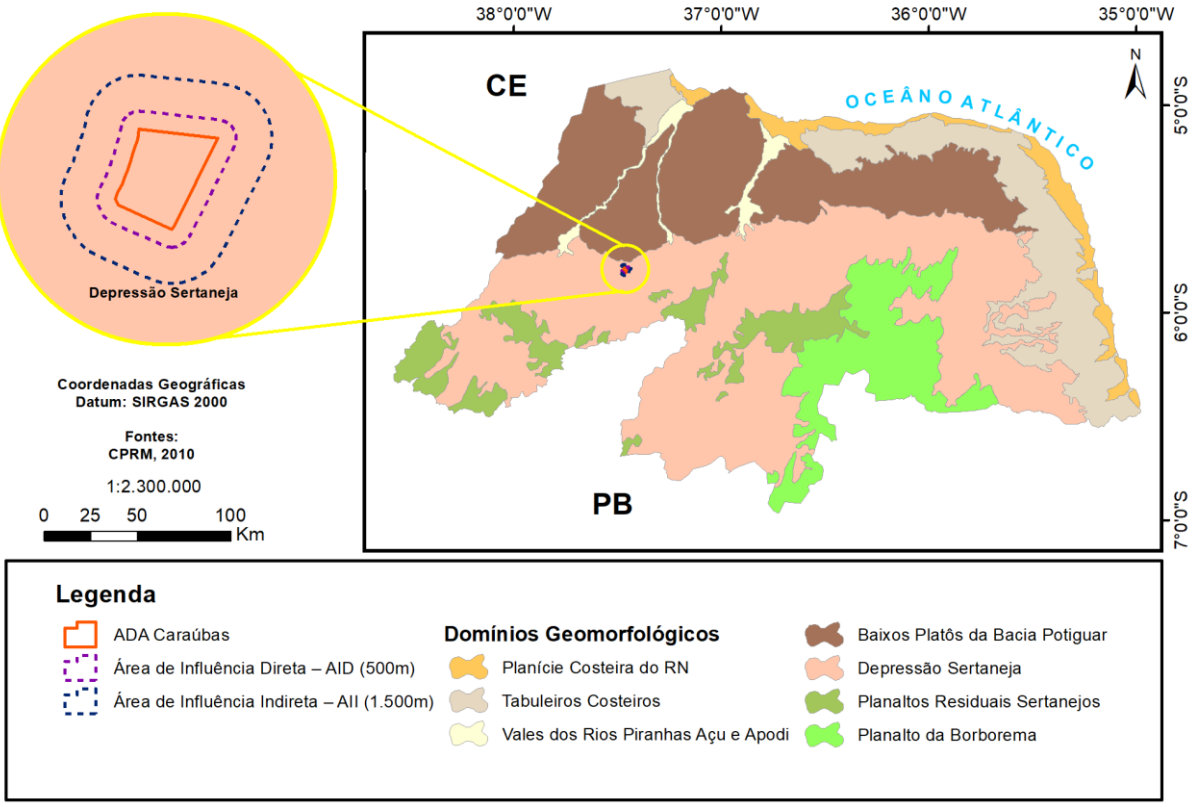


Figura 46 - Domínios geomorfológicos do estado do Rio Grande do Norte.
Fonte: BDIA/IBGE, 2020.

Deste modo, a seguir são apresentadas as principais características dos domínios geomorfológicos do Rio Grande do Norte.

- Planície costeira

A Planície Costeira do Rio Grande do Norte abrange uma estreita, mas extensa franja 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 poucos litificadas do Grupo Barreiras ou, em muito menor expressão, por rochas sedimentares das formações Tibau e Jandaíra. Por vezes, esses tabuleiros estão diretamente colocados junto à linha de costa, formando falésias com desnivelamentos superiores a 20 m 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 origens eólica, fluvial e marinha, dentre os quais se destacam campos de dunas e planícies fluviomarinhas, apresentando extensos manguezais.

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

- Tabuleiros Costeiros

Os Tabuleiros Costeiros, seguindo denominação proposta pelo IBGE (1995), 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.

Estão posicionados em cotas entre 30 e 100 m, sendo que estas são crescentes à medida que as 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 e 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. No caso do litoral norte, estão embasados em rochas sedimentares, pouco litificadas, de idade terciária, do grupo Barreiras e formação Tibau, e por calcários e calcarenitos da Formação Jandaíra (esta, pertencente à Bacia Potiguar). Esses tabuleiros estão compreendidos pelas planícies costeiras a norte; a sul, pelos baixos platôs da Bacia Potiguar.

- Vales dos rios Piranhas-Açú e Apodi

Dentre as planícies fluviais do estado do Rio Grande do Norte, destacam-se os extensos fundos de vales dos rios Piranhas-Açu e Apodi, situados no norte do Estado.

Essas unidades deposicionais recentes consistem de vastas planícies de inundação em superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, com terrenos imperfeitamente drenados, sendo periodicamente inundados. Os solos presentes nessa 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 Formação Jandaíra, apresentando, assim, boa fertilidade natural.

- Baixos Platôs da Bacia Potiguar

Os Baixos Platôs da Bacia Potiguar, englobados pelo IBGE (1995) no Domínio dos Tabuleiros Costeiros, estão posicionados em altitudes um pouco mais elevadas e inseridos em um contexto geológico-pedológico diferenciado comparado aos Tabuleiros costeiros, segundo a 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. Ocorre, assim como nos Tabuleiros, um amplo predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão.

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.

Esse domínio geomorfológico está delimitado, a norte, pelas planícies e tabuleiros costeiros do litoral norte e, a sul, pela Depressão Sertaneja. 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.

Geologicamente estão invariavelmente embasados por calcários, calcarenitos, folhelhos e calcilutitos da Formação Jandaíra. Os rebordos erosivos, por sua vez, estão sendo escavados sob arenitos e siltitos da Formação Açu, unidade esta sotoposta à Formação Jandaíra.

Predominam solos espessos, de alta fertilidade natural e elevado potencial agrícola, devido ao amplo domínio de rochas carbonáticas, tais como Cambissolos Háplicos eutróficos e, subordinadamente, Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos, Luvissolos Crômicos, Neossolos Litólicos eutróficos, Chernossolos Rêndzicos, Vertissolos Ebânicos carbonáticos (EMBRAPA, 2001 apud CPRM, 2010).

Destacam-se, ainda, formações dômicas, de grande expressão areal em meio aos baixos platôs da Bacia Potiguar, que se elevam de dezenas de metros a mais de 100 m da superfície. Representam formas de relevo muito amplas, de suaves elevações, em forma de meia esfera, como modelado de extensas vertentes convexas e topos planos a levemente arredondados. Essa morfologia deriva de processos de intrusão do Basalto Macau durante o Terciário que promoveram o arqueamento da superfície do terreno, podendo gerar estruturas dobradas do tipo braquianticlinais. Apresenta padrão de drenagem radial e centrífugo e um sistema de drenagem principal em processo inicial de entalhamento, sem deposição de planícies aluviais.

- Depressão Sertaneja

A Depressão Sertaneja 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 inselbergs e maciços montanhosos isolados (que, invariavelmente, destacam-se na paisagem monótona das superfícies aplainadas), por vezes, desfeitos em um relevo de morros e serras baixas (IBGE, 1995 apud 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 e do Seridó potiguar. Inserem-se, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas. É o domínio geomorfológico 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.

Há predomínio de um conjunto de solos rasos com fertilidade natural baixa a alta, em um ambiente de atuação dominante do intemperismo físico em um clima semiárido, com revestimento de vegetação de caatinga hiperxerófita. Trata-se de típica paisagem do sertão nordestino.

No que se refere a sua espacialização, 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. Esse domínio geomorfológico estende-se indiscriminadamente por vastas superfícies através dos estados adjacentes, em especial, o Ceará e a Paraíba. Essas extensas zonas topograficamente rebaixadas abrangem as principais bacias hidrográficas do estado, como as bacias dos rios Apodi, Piranhas-Açu, Ceará-Mirim, Potengi e Japi. Essa rede de canais percorrendo, em grande extensão, os terrenos aplainados, com solos rasos de baixa capacidade de armazenamento de água e vegetação de caatinga em clima semiárido, explica o caráter intermitente de toda a rede de drenagem e a crônica escassez de água na maior parte do estado do Rio Grande do Norte (excetuando-se, apenas, o litoral oriental úmido). Isso também explica a profusão de barragens e açudes em toda a região, a despeito de parte da água estocada se perder pela evaporação. Assim, As planícies fluviais são, via de regra, pouco expressivas nesse domínio.

O substrato geológico pré-cambriano desse domínio é constituído por grande diversidade de litologias englobadas em três grandes domínios tectonoestruturais (ANGELIM et al., 2006 apud CPRM, 2010): Domínio São José do Campestre; Domínio Rio Piranhas-Seridó; e Domínio Jaguaribeano, composto por paragnaisses e ortognaisses, predominantemente.

Nessas superfícies, encontram-se solos pouco espessos, por vezes pedregosos e de moderada a boa fertilidade natural, tais como: Luvissolos Crômicos e Neossolos Litólicos eutróficos e, subordinadamente, Planossolos Nátricos, Neossolos Regolíticos, Planossolos Hidromórficos eutróficos e Afloramentos de Rocha (Lajedos).

- 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 Terciário. Apresentam-se, dessa forma, como feições residuais em meio às vastas superfícies de aplainamento da Depressão Sertaneja e estão concentrados no extremo sudoeste do estado, com algumas unidades na região do Seridó.

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 Formação 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. Essas escarpas serranas apresentam vertentes com paredões rochosos abruptos e dissecados por uma densa rede de canais, demonstrando um ativo recuo erosivo diferencial, como observado junto ao Lineamento de Portalegre.

As Escarpas Serranas são relevos de degradação em qualquer litologia, com morfologia muito acidentada, compostas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, e topos de cristas alinhadas, com amplitude de relevo acima de 300 m e inclinação das vertentes de 25° a 45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60° a 90°), aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. O sistema de drenagem principal apresenta-se em franco processo de entalhamento. Representam um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

Há predomínio, nessas unidades, de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). É bastante frequente a atuação de processos de erosão laminar e de movimentos de massa, com a geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

Nos topos, há predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, em clima semiúmido (associado a chuvas orográficas de típicos brejos de altitude). Nas Escarpas Serranas, por sua vez, predominam Neossolos Litólicos e Afloramento de Rocha, em um embasamento granítico-gnáissico.

No extremo sudoeste do Estado, ressaltam um conjunto de alinhamentos serranos com relevo montanhoso e alguns platôs elevados (serras do Câmara, do Miguel, das Porteiras e Areia Branca), estando alçados em cotas que variam entre 500 e 800 m de altitude. Esse conjunto serrano caracteriza-se por um relevo com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus e um sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento.

As litologias predominantes são rochas graníticas intrusivas, de idade neoproterozoica, e ortognaisses e paragnaisses de idade paleoproterozoica do Complexo Jaguaretama. Há predomínio de

solos pouco profundos e de moderada a boa fertilidade natural, tais como: Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e Neossolos Litólicos eutróficos, em clima de brejos de altitude (CPRM, 2010).

- Planalto da Borborema

O Planalto da Borborema localiza-se na porção oriental do Nordeste brasileiro, ocupando 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 de 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 cenozoicas, delimitados por curtos rebordos erosivos e escarpas serranas, com alguns segmentos de relevo montanhoso destacados, representando relevos residuais remanescentes do grande planalto. No extremo norte da área planáltica, encontra-se entremeando o domínio serrano, um conjunto de colinas dissecadas com as cotas mais baixas desse conjunto de relevos.

Nos planaltos, predominam os processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão, com predomínio de Luvissolos Crômicos, Neossolos Litólicos eutróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos). Apresentando-se ocorrências erosivas esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

A vertente interiorana é drenada pelo rio Piranhas-Açu para a Depressão Sertaneja em localidades como Caicó. Essa região é conhecida como Seridó, área de progressivo processo de desertificação devido à perda completa da exígua cobertura de solo e exposição irreversível da rocha aflorante. Trata-se de área semiárida, situada na vertente a sotavento da Borborema (DANTAS et al., 2008 apud CPRM, 2010).

No que se refere aos padrões de relevo, o Rio Grande do Norte possui uma variedade de formas relacionadas de acordo com a estrutura geológica associada às condições de clima e solo (Figura 47).

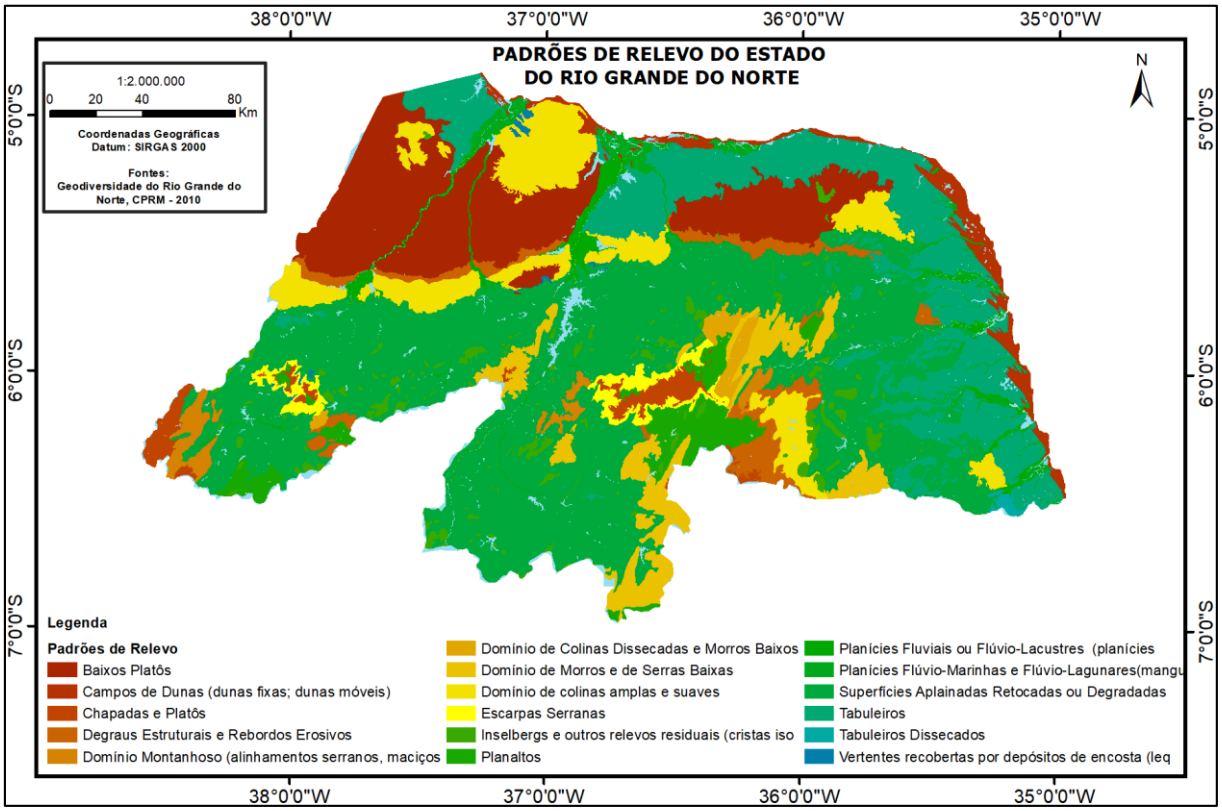


Figura 47 - Padrões de relevo do estado do Rio Grande do Norte.
Fonte: Modificado de CPRM, 2010.

✓ Geomorfologia local

Considerando o método de classificação utilizado neste Estudo, que consiste nas semelhanças entre as formas de relevo e sua gênese em relação aos fatores litológicos, estruturais e climáticos, a predominância das formas de relevo que marcam toda a área de influência do empreendimento é plana a suavemente ondulada com presença de relevos residuais isolados oriundos de intensos processos de aplainamento das rochas da Formação Açu, classificadas, conforme apresentado pelo CPRM (2010) no mapa de domínios geomorfológicos do RN (

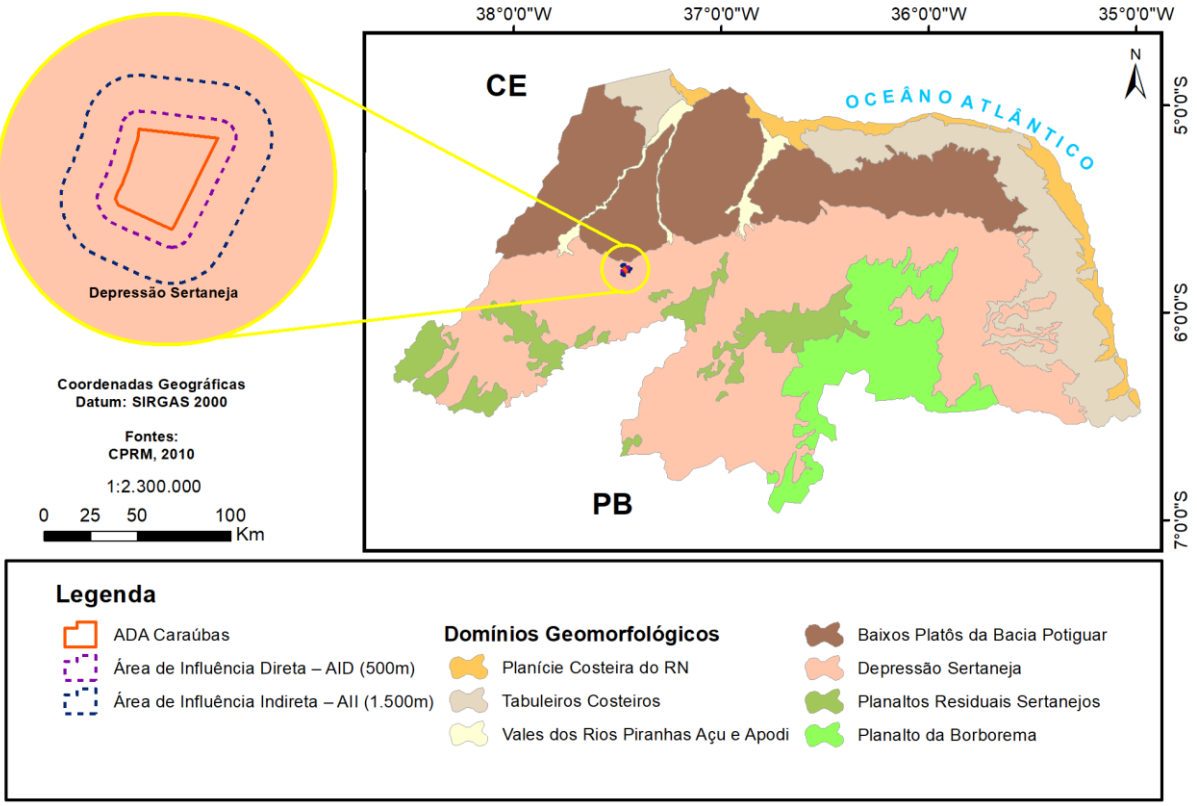


Figura **46**), como Depressão sertaneja.

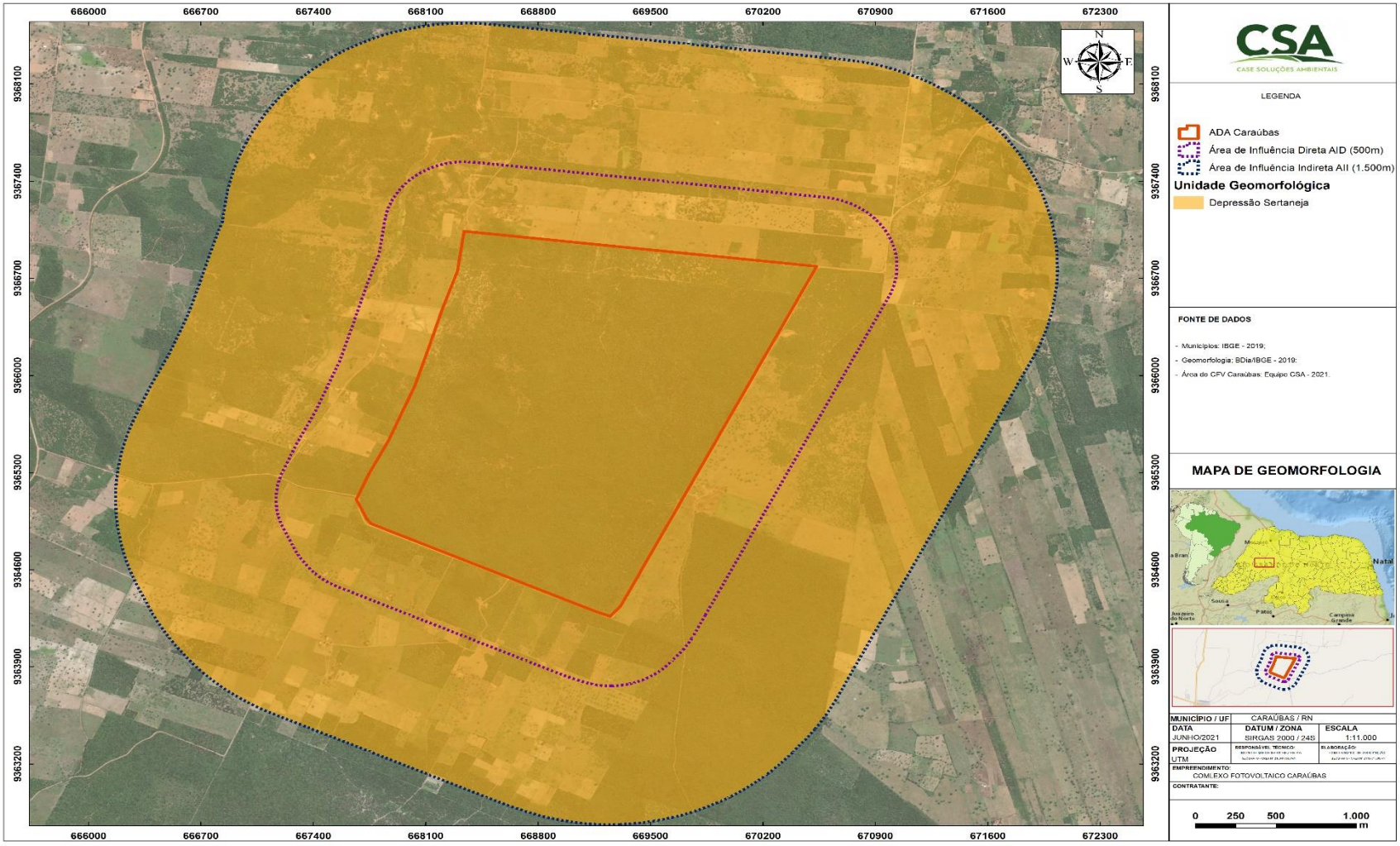
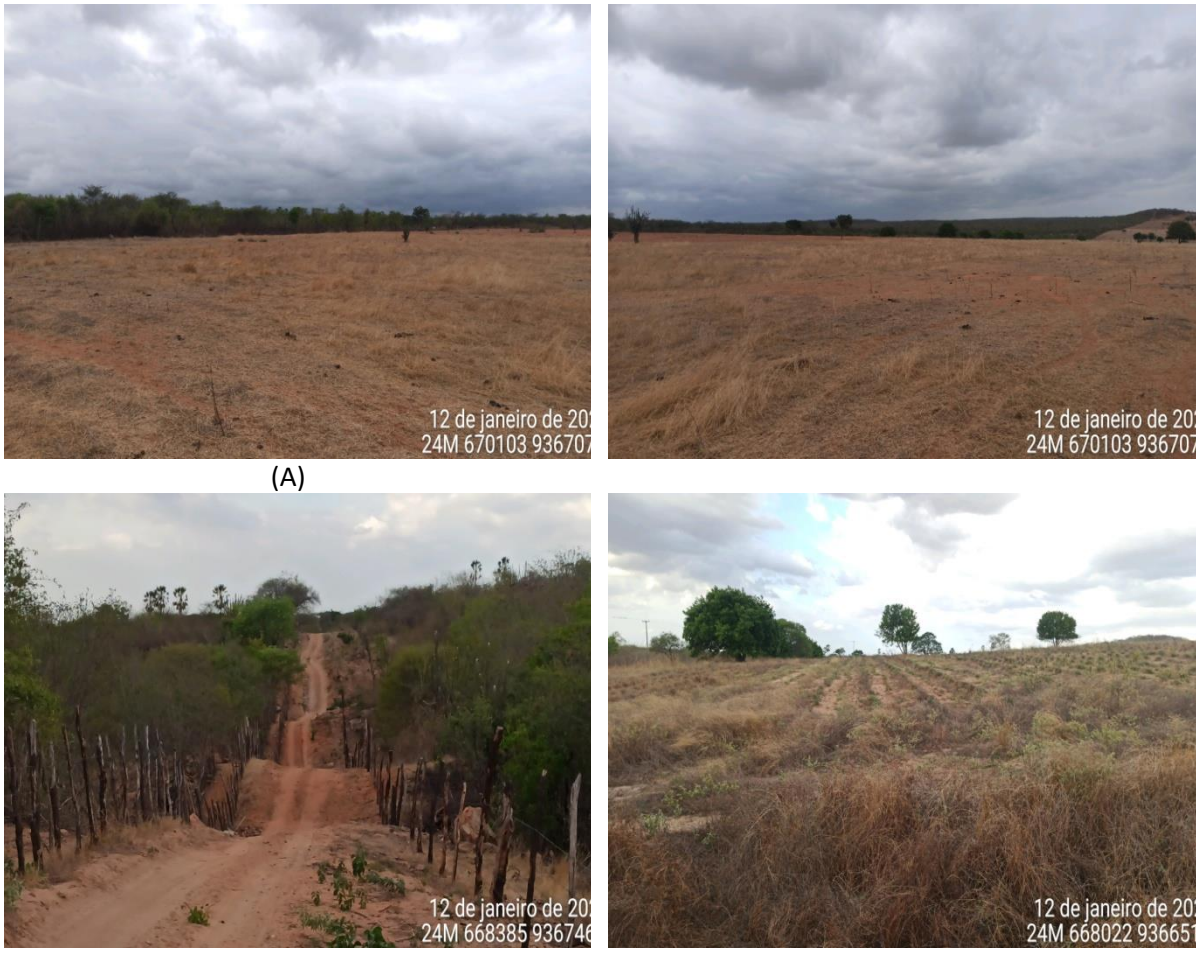


Figura 48 - Geomorfologia das Áreas de Influência do empreendimento.
Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Na área relativa ao Empreendimento, a Depressão Sertaneja apresenta padrões de relevo predominantemente plano e com suaves ondulações onde há a presença de domos q se sobressaem de forma isolada e espaçada, altura negligenciável. Em terrenos mais baixos há a presença de escassos canais de drenagem de caráter efêmero, pouco expressivo e de difícil identificação. Ondulações com declividades mais acentuadas são raras. (Foto 4).



(A)

(C) (D)

Foto 4 – (A) Perspectiva de campo aberto mostrando padrão de relevo plano na porção norte da AID; (B) Perspectiva de terreno com predominância plana, intercalado por depressão limitante a N por relevo suavemente ondulado, localizado na porção Centro-Norte da AID; (C) Relevo ondulado localizado nos limites da AID na porção NW; (D) Terreno com suave declividade em direção a curso dágua localizado na porção NW da AID.
Fonte: CSA.

Em perspectiva aérea, as fotos registram as extensas áreas predominantemente planas com suaves ondulações que abrigam isoladamente relevos residuais de baixa elevação (Foto 5).



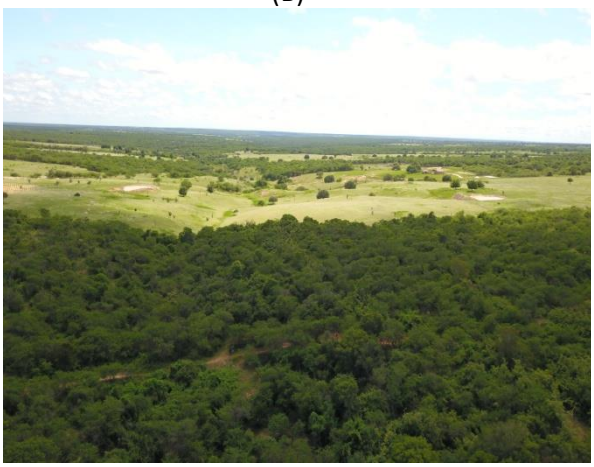
(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Foto 5 – (A) Perspectiva da ADA na porção NE; (B) Perspectiva da ADA na porção N apresentando suaves ondulações; (C) Perspectiva da porção central da ADA com predominância de relevo plano; (D) Perspectiva do relevo na porção Centro-Norte da ADA mostrando suaves ondulações com cotas mais baixas das Áreas de Influência; (E) Relevo em forma de domo circundado por áreas suavemente onduladas na porção NW da AID; (F) Perspectiva da porção W da ADA com predominância de topografia intercalada por domo. Detalhe para a seta vermelha.
Fonte: CSA, maio de 2021.

- Topografia

Na área do empreendimento as cotas médias correspondem à elevação máxima de 216 m e elevação mínima de 112 m, em relação ao Nível Médio do Mar (NM), conforme análises de campo e dos processamentos de imagens de Radar *TopoData* (INPE, 2019). Deste modo há uma variação topográfica de 104 m entre os pontos mais altos relacionados aos relevos residuais e os pontos mais baixos ligados às bases topográficas.

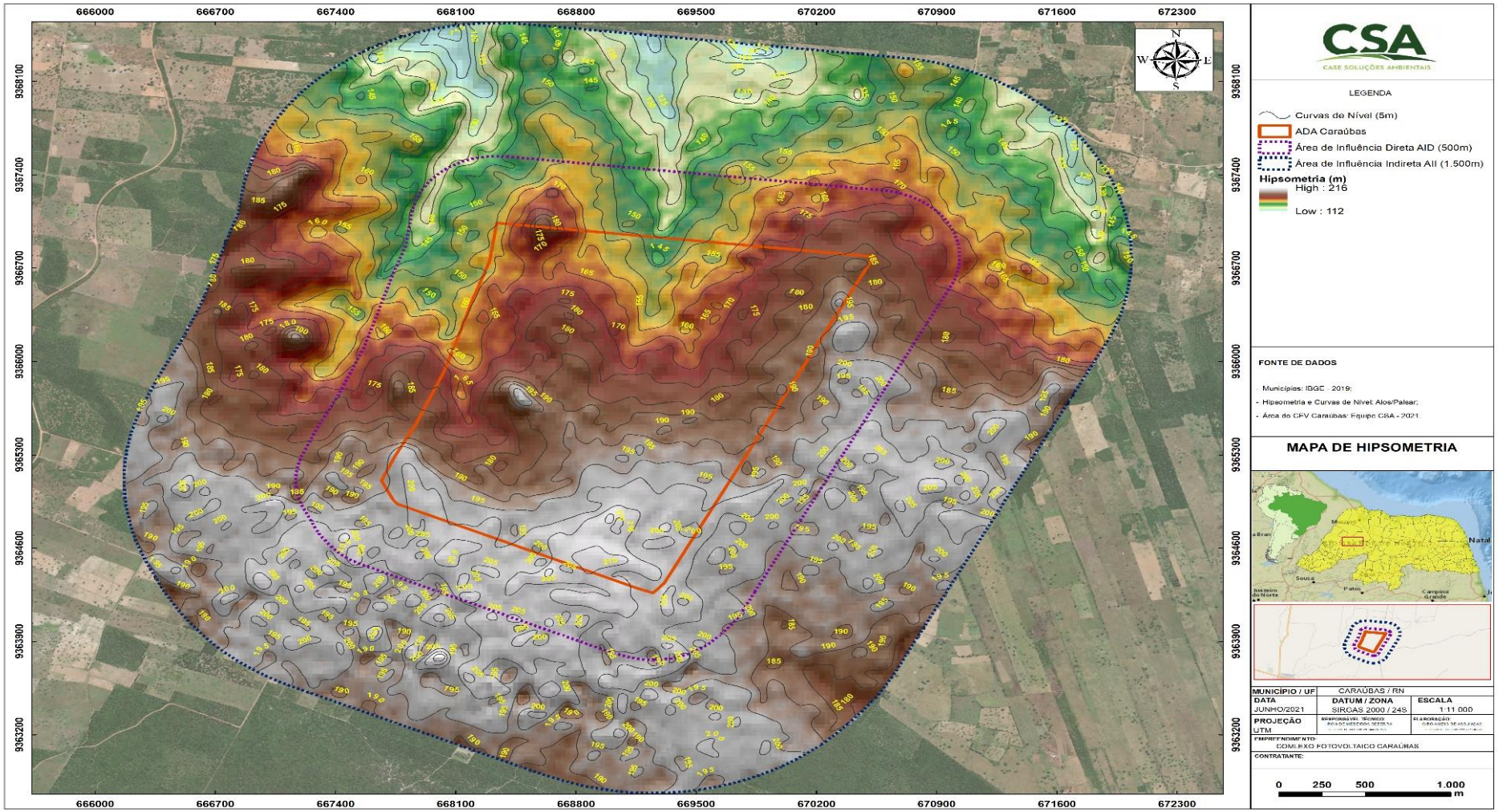


Figura 49 - Modelo Digital de Elevação - MDE das Áreas de Influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

- Declividade

A partir da análise das classes de relevo, foi possível caracterizar as classes de relevo e os graus de declividade das Áreas de Influência doa CFV CARAÚBAS, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação do relevo de acordo a de declividade (%).

CLASSE DE RELEVO	GRAU DE DECLIVIDADE (%)
Plano	0-3
Suave ondulado	3-8
Ondulado	8-20
Forte ondulado	20-45
Montanhoso	45-75
Escarpado	>75

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek, 1995.

Considerando os parâmetros apontados na Tabela 3 referente a declividade, o relevo é predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividades isoladas mais acentudas, correspondentes a relevos dômicos residuais com inclinações que variam, especificamente, entre 10% a 15%, classificadas na classe de relevo ondulado.

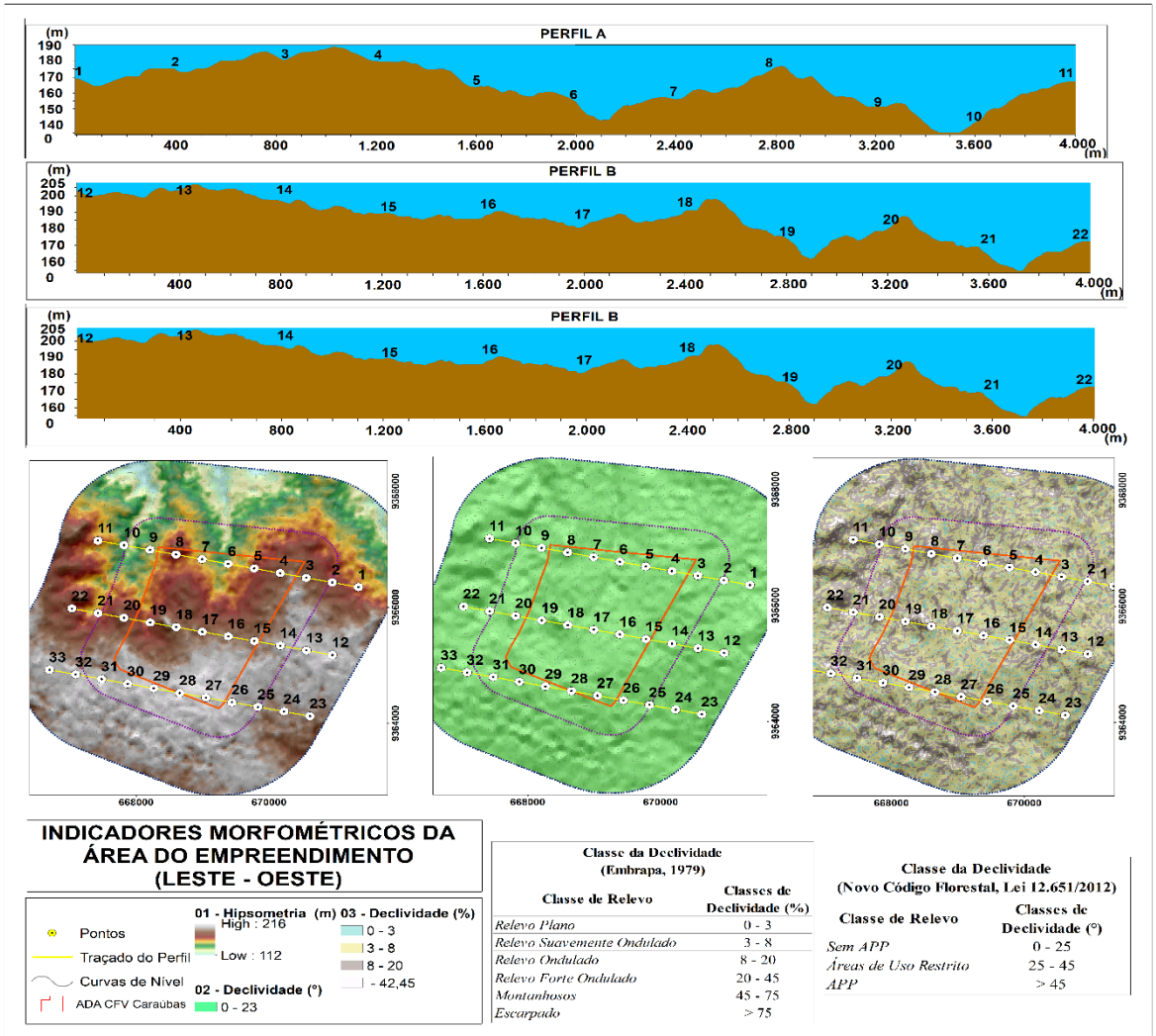


Figura 50 - Parâmetros morfométricos com perfis sentido L – W, destacando a hipsometria e a declividade das Áreas de Influência da UFV CARAÚBAS.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Em síntese, os parâmetros morfométricos mostraram as cotas de relevo mais altas e declividades mais acentuadas pontuais na porção Centro-Sul e W da ADA a AII geradas pela presença de relevos residuais dômicos. (Figura 51).

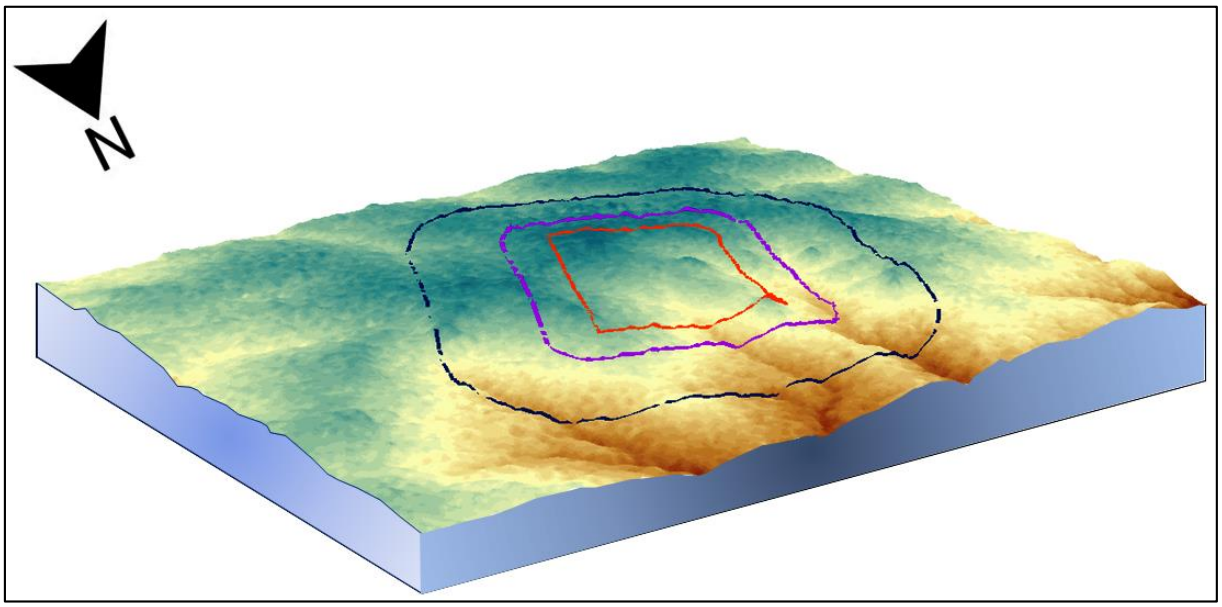


Figura 51 - Modelo Digital de Elevação – MDE em persperctiva 3D das Áreas de Influência da UFV CARAÚBAS e áreas adjacentes imediatas. Foi aplicado ao MDE um aumento (exagero) de 0,000045 para destacar as variações topográficas.
Fonte: CSA, junho de 2021.

6.1.5.Solos

✓ Aspecto pedológico regional

Conforme IDEMA (2002), os solos identificados no Rio Grande do Norte são classificados como: Argissolos, Cambissolos, chernossolos, gleissolos, latossolos, Luvissolos, neossolos, organossolos, planossolos e vertissolos (Figura 52).

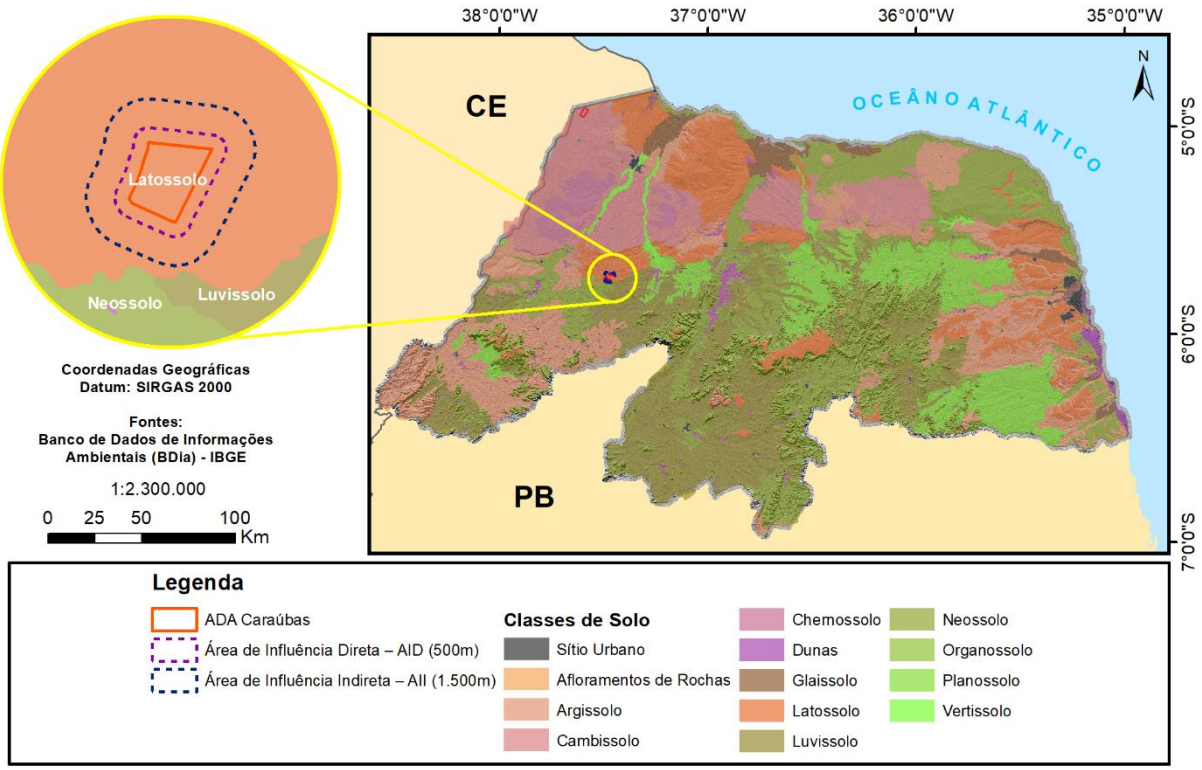


Figura 52 - Mapa de solos do Rio Grande do Norte.
Fonte: Adapatdo e BDIA/IBGE (2020).

- Argissolos

São solos medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados, com horizonte B textural (horizonte diagnostico que caracteriza a classe de solo), de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica. Apresentam argila de atividade baixa e saturação por bases alta (proporção na qual o complexo de adsorção de um solo está ocupado por cátions alcalinos e alcalino-terrosos, expressa em percentagem, em relação à capacidade de troca de cátions). Desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso. A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B (horizonte de máxima iluviação ou de máxima expressão das características do horizonte B) para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e B é, usualmente clara, abrupta ou gradual.

Em geral, devido ao alto grau de suscetibilidade a erosão, mesmo em relevo suave ondulado, práticas de conservação de solos são recomendáveis (EMBRAPA, 2010).

Aparece com maior destaque nos estados do Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba perfazendo um total de 110.000 km2 e constituem 14,7% da região.

- Cambissolos

Compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Estes solos são pouco desenvolvidos, que apresentam grande variação em sua espessura, ocorrendo desde rasos a profundos.

Apresentam horizonte A, de qualquer tipo, sobreposto a horizonte B incipiente (Bi), de características muito variáveis. Muitas vezes, são cascalhentos, pedregosos e rochosos. Esse solo está localizado em quase toda a extensão do município de Alto do Rodrigues e em boa parte do município de Pendências. Possui, como material de origem, o arenito ou calcário, apresentando alto teor de silte. Esse solo está sujeito a encharcamento, sempre que houver precipitação acentuada no local.

- Chernossolos

Os Chernossolos apresentam bom grau de fertilidade, proporcionando um crescimento mais robusto das culturas.

O presente tipo de solo é sucptível ao encharcamento, sempre que houver precipitação acentuada no local, devido a seu material de origem, o calcário. Esses solos, que estão localizados a oeste do município de Assu, possuem coloração escura, devido à alta concentração de matéria orgânica em sua composição.

- Gleissolos

São solos característicos de áreas sujeitas a alagamento (margens de rios, ilhas, grandes planícies, lagoas etc.) e, consequentemente, com problemas de aeração e drenagem deficiente. Devido à redução de ferro, possuem cores acinzentadas ou esverdeadas.

O Gleissolo Sálico é um dos tipos de solo mais pobres encontrados no Vale do Açu, estendendo-se por quatro municípios (Alto do Rodrigues, Pendências, Carnaubais e Porto do Mangue). Bastante encharcado, mal drenado, rico em sódio e apresentando alta concentração de argila 1:1, esse solo é inviável do ponto de vista agrícola.

- Latossolos

São solos profundos e muito profundos com horizonte B latossólico (Bw). Estes solos tem avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, chamados popularmente de solos velhos, sendo definidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006) pela presença de horizonte diagnóstico latossólico e características gerais como: argilas com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade (baixa CTC), fortemente ácidos e baixa saturação de bases.

Dentre os solos que se encontram no Vale do Açu, o Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (Latossolo) é o de maior predominância, ocupando uma área total de 125.891,694 ha (26,43%), sendo encontrado em cinco dos nove municípios da região: Porto do Mangue, Pendências, Carnaubais, Assu e Ipanguaçu. Esse solo, assim como o Latossolo Vermelho- Amarelo Distrófico, está no grupo dos Latossolos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Os Latossolos da microrregião do Vale do Açu apresentam boas características físicas e estrutura granular; dessa forma, possibilitam o plantio de diversas culturas, proporcionando-lhes um bom desenvolvimento do sistema radicular.

- Luvissolos

Os Luvissolos encontrados no Estado do Rio Grande do Norte, de modo geral, apresentam sequências de horizontes A, Bt e C, com espessura variando de 31 a 90 cm, sendo, portanto, solo de pouco a medianamente profundo. São solos minerais não hidromórficos definidos pelo SiBCS (Embrapa, 2006). O relevo do Luvissolo tem características suave ondulado com declive é variável entre 3 a 8%. A diferença observada no teor de argila, a diminuição no teor de areia e certa constância no teor de silte, entre os horizontes A e B do Luvissolo, representam, segundo Ernesto Sobrinho et al. (1983), o inverso do que ocorre nos solos Neossolos Flúvicos. Nestes, a variação observada no perfil evidencia a estratificação nos solos marcada pela granulometria do sedimento, refletindo, portanto, a energia da água no transporte de materiais formadores desses solos, representando ciclos diferentes de sedimentação.

Os teores de silte e, consequentemente, a relação silte/argila dos Luvissolos Crômicos, são baixos, uma vez que esses solos são produtos da alteração de rochas pré-cambrianas. Assim, a relação silte/argila é própria do material de origem, não expressando bem a maturidade genética do solo

(EMBRAPA, 2006). Dentre os solos observados em campo, o Luvissolo é o que está situado mais a sul do Vale do Açu, estendendo-se pelos municípios de Jucurutu e São Rafael.

Esses solos são bastante férteis, possuindo alta Capacidade de Troca Catiônica (CTC). Nesse tipo de solo, os mais encontrados no semiárido brasileiro, cultivam-se milho e feijão. As principais limitações desse solo são: material de origem raso, presença de cascalho e localização em região muito seca.

- Neossolos

Compreendem solos pouco desenvolvidos, sem qualquer tipo de horizonte B. Reúnem solos rasos (rocha a menos de 50 cm de profundidade): Neossolos Litólicos; solos profundos e arenosos: Neossolos Quartzarênicos; com horizonte A sobre C e presença de minerais primários de fácil decomposição: Neossolo Regolítico; solos de natureza aluvionar: Neossolos Flúvicos.

Neossolos também estão presentes no Vale do Açu, por exemplo, o Neossolo Flúvico. Esse solo recebe bastante influência da água e está sujeito a alagamento em determinadas épocas do ano. Ao contrário do Neossolo Litólico, esse solo é bastante profundo, alcançando 100 cm de profundidade. Seu horizonte é bastante uniforme, dificultando distingui-los.

O tipo de solo de menor proporção encontrado no Vale do Açu refere-se aos Neossolos Quartzarênicos, localizados em uma pequena porção a leste do município de Pendências.

- Organossolos

São solos pouco profundos, compostos de grande parte de material orgânico (acumulação de restos vegetais em grau variável de decomposição), mal a muito mal drenados, ou ambientes úmidos de altitude elevada, saturados por água por poucos dias no período chuvoso. Coloração preta, cinzenta muito escura, com elevados teores de C orgânico.

Apresentam horizontes H ou O hístico sobre camadas orgânicas, com materiais minerais em proporções variáveis. São solos fortemente ácidos, com elevada CTC. No Rio Grande do Norte, esse solo é encontrado em grandes manchas na região do rio dos Fogos, na cidade de Touros.

- Planossolos

São solos de baixíssima fertilidade, com horizonte subsuperficial bastante argiloso, dificultando a penetração das raízes. Por tais características, esses solos não possuem boas qualidades para plantios, além de apresentarem cascalho.

O Planossolo Háplico apresenta sequência de horizontes A, B e C, com os horizontes B e C apresentando características semelhantes, por exemplo, a consistência muito firme e muito plástica. Tais propriedades podem explicar a predisposição do solo ao fenômeno da capilaridade, consequentemente, maior salinização superficial do solo.

Esse tipo de solo, diferentemente dos solos anteriormente estudados, apresenta redução em sua porosidade e aumento em sua densidade com variação de profundidade, em consequência da elevada atividade da fração argila, que dificulta a infiltração de água e facilita a perda de água por fluxo superficial. Os Planossolos do Vale do Açu apresentam transição abrupta e plana entre seus horizontes, tendendo a formar estruturas em forma de prismas.

- Vertissolo

Os Vertissolos são solos minerais com horizonte vértico entre 25 e 100 cm e pequena variação textural. Apresentam mudanças em seu volume com aumento no teor de umidade do solo, devido aos argilominerais 2:1, formando fendas profundas na época seca. O microrrelevo “gilgai” e a estrutura cuneiforme são aspectos inerentes a esse solo, além das superfícies de fricção (slickensides).

Normalmente, são solos com grande variação na dimensão de seus parâmetros; como exemplo, pouco profundos a profundos, imperfeitamente a mal drenados, cores variadas, ruins fisicamente, textura argilosa a muito argilosa, mas bastante férteis, com elevada CTC. É um solo com ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico. No Rio Grande do Norte, pode ser encontrado em várias cidades, com maior ocorrência em várzea de lagoas e açudes.

✓ Pedologia das Áreas de Influência do Empreendimento

A pedologia das Áreas de Influência do CFV CARAÚBAS é formada por 1 (um) tipo de Solo: O Latossolo.

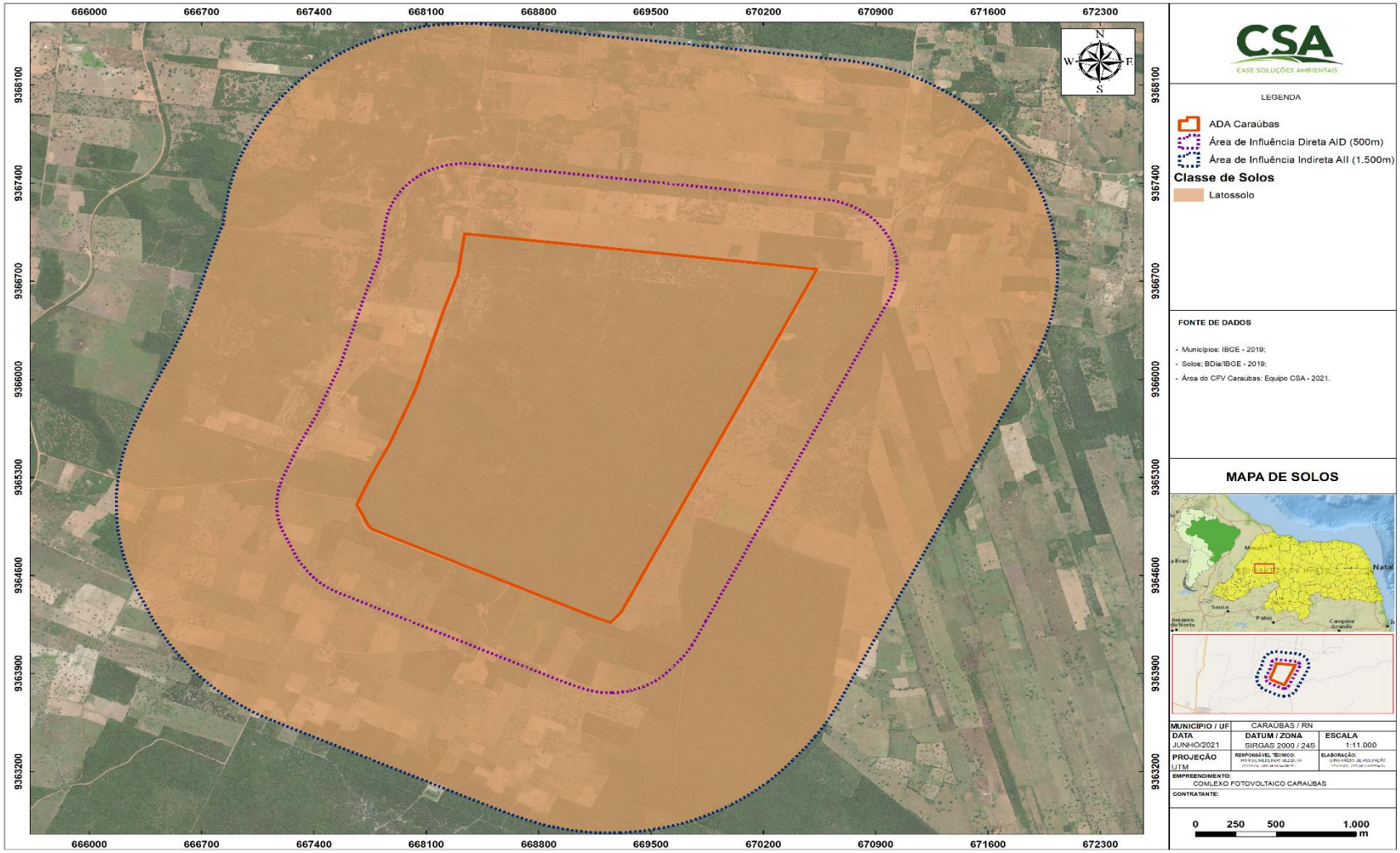


Figura 53 - Solos presentes nas Áreas de Influência do Empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

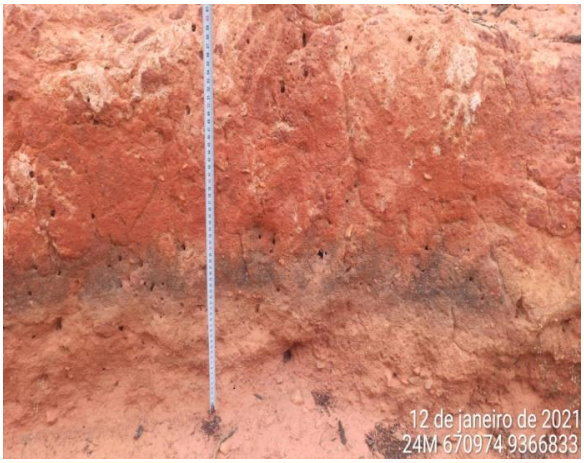
A seguir são apresentadas as principais características do solo presente nas Áreas de Influência do CFV CARAÚBAS.

- Latossolos

Seguindo classificação dada pelo IBGE (2019), os Latossolos presentes nas Áreas de Influência do Empreendimento são do tipo Latossolos Vermelho-Amarelos. Estes solos estão associados aos relevos planos, suave ondulado ou ondulado, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura. Essas características foram observadas em campo de forma bem definida (Foto 6).



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 6 – (A) Aspecto superficial de Latossolo com textura granular descompactada; (B) Perfil de Latossolo Vermmelho-amarelo em avançado estágio de laterização; (C) Latossolo exposto pela remobilização da vegetação para uso agrícola; (D) Aspecto superficial de Latossolo com cimentação ferruginosa.
Fonte: CSA.

Ainda, os Latossolos Vermelho-Amarelos são muito utilizados para agropecuária apresentando limitações de ordem química em profundidade ao desenvolvimento do sistema radicular se forem álicos, distróficos ou ácricos. Em condições naturais, os teores de fósforo são baixos, sendo indicada a adubação fostatada. Outra limitação ao uso desta classe de solo é a baixa quantidade de água disponível às plantas. O relevo plano ou suavemente ondulado permite a mecanização agrícola. Por serem profundos e porosos ou muito porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, sendo ampliadas estas condições se em solos eutróficos (de alta fertilidade).

- ✓ Suceptibilidade a erosão

Para as áreas de do empreendimento, considerou-se à mecanização, com a combinação de "pedregosidade/rochosidade x declividade", dada a grande importância desses atributos, no que se refere ao uso e manejo das terras.

Os critérios adotados para pedregosidade/rochosidade, foram com base em Lepsch, *et al*. (1991) e Lemos & Santos (1996), que definem pedregosidade como a proporção de fragmentos grosseiros (calhaus: 2 - 20 cm de diâmetro; matacões: 20 - 100 cm de diâmetro) sobre a superfície e/ou na massa do solo; e rochosidade diz respeito à exposição de rochas (>100 cm de diâmetro), conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Graus de limitação referentes à rochosidade e/ou pedregosidade = r.

Graus de Limitação	Rochosidade (% exposição rochosa em relação à massa do solo)	Pedregosidade (% de fragmentos grosseiros em relação à massa do solo)
0 : Nulo	Sem rochas	Sem fragmentos
1 : Ligeiro	< 2	< 15
2 : Moderado	2 a 15	15 a 50
3 : Forte	15 a 50	50 a 75
4 : Muito Forte	>50	> 75

Fonte: Lepsch *et al.*(1991) ; Lemos & Santos (1996).

Os graus de limitação para o atributo impedimento à mecanização (pedregosidade/rochosidade x declividade) foram estabelecidos, conforme demonstrado na Tabela 5

A análise do fator impedimento à mecanização tem maior relevância no nível "C" de manejo, uma vez que este nível avançado contempla o uso de máquinas e implementos agrícolas nas diversas fases de preparo e uso das terras.

Tabela 5 - Graus de limitação referentes ao impedimento à mecanização = m (declividade x rochosidade e/ou pedregosidade).

Declividade		Relevo	Rochosidade e/ou pedregosidade				
			Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito forte
Classe	(%)	Tipo	Graus de Limitação *				
A	0 a 3	Plano	0	1	3	4	4
B	3 a 8	Suave ondulado	1	2	4	4	4
C	8 a 13	Moderadamente ondulado	2	3	4	4	4
D	13 a 20	Ondulado	3	4	4	4	4
E	20 a 45	Forte ondulado	4	4	4	4	4
F	> 45	Montanhoso e escarpado	4	4	4	4	4

Fonte: adaptações de Giboshi (1999); e Ramalho-Filho & Beek (1995).
* Graus de Limitação: 0 = Nulo ; 1 = Ligeiro ; 2 = Moderado ; 3 = Forte ; 4 = Muito Forte.

Fonte: Giboshi (1999); e Ramalho-Filho & Beek (1995), adaptado por EMBRAPA (2004).

Pelo exposto, seguem os parâmetros para os graus de limitação:

0: Nulo – terras que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipo de máquinas e implementos agrícolas de uso comum, e com o máximo rendimento. Apresentam relevo plano, com declividade inferior a 3% e ausência de rochosidade/pedregosidade.

1: Ligeiro – terras que permitem o emprego de todo tipo de máquinas e implementos agrícolas, durante praticamente todo o ano. Possuem relevo plano, com rochosidade/pedregosidade em grau ligeiro, ou relevo suave ondulado (declividade varia entre 3 a 8%), com rochosidade/pedregosidade em grau de limitação nulo.

2: Moderado – terras que não permitem o emprego de máquinas e implementos agrícolas, utilizados comumente, durante grande parte do ano. Terras com declividade de 3 a 8%, com grau ligeiro quanto à rochosidade/pedregosidade, ou com declividade de 8 a 13%, porém com grau de limitação nulo, quanto à rochosidade/pedregosidade.

3: Forte – terras que apresentam sérias restrições ao emprego de máquinas e implementos agrícolas de uso comum. Permitem, em quase sua totalidade, o uso de tração animal e máquinas especiais. Podem apresentar relevo plano, com declividade de 0 a 3%, porém, possuem limitação de grau moderado, no tocante à rochosidade/pedregosidade. Ou podem apresentar declividade de 8 a 13%, com grau de limitação quanto à rochosidade/pedregosidade ligeiro. Podem também possuir relevo, com declividadede 13 a 20%, desde que apresente grau nulo de rochosidade/pedregosidade.

4: Muito Forte - terras impróprias para mecanização em qualquer época do ano, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal. Terras que apresentam condições muito adversas à mecanização (por declividade ou rochosidade/pedregosidade, ou ambos), permitindo somente o uso de máquinas especiais. Nos relevos menos movimentados, como o suave ondulado e moderadamente ondulado, a limitação ocorre devido à presença de rochosidade/pedregosidade com grau moderado a

muito forte. Nos relevos muito acidentados – forte ondulado, montanhoso e escarpado, cuja declividade varia de 20 a 45% e acima de 45%, respectivamente, a limitação se dá pelas próprias condições de relevo, além das limitações dominantemente moderadas à muito forte, quanto à rochosidade/pedregosidade.

Considerando às características físicas do solo presente nas Áreas de Influência do CFV CARAÚBAS, os Latossolos possuem, de modo geral, boa permeabilidade. Por outro lado, a compactação do solo, seja por processos antrópicos ou naturais e retirada da cobertura vegetal pode desencadear processos que resultam em formas erosivas. Consequentemente, a rápida saturação de base propicia a formação de lençol de água em superfície que, por sua vez, incrementa o escoamento superficial responsável pela formação de feições erosivas como ravinas e voçorocas. Nos relevos mais declivosos, apresenta limitações para o uso agrícola relacionadas à restrição a mecanização e suscetibilidade aos processos erosivos. De acordo com suas limitações, o manejo adequado resume-se na utilização de práticas conservacionistas, mesmo onde os aspectos ambientais não favoreçam a formação de processos erosivos. Os registros de campo mostraram a formação de feições erosivas do tipo ravinas e voçorocas em pontos isolados onde o solo sofreu alterações de mecanização (Foto 7).



(A)



(B)





(C) **(D)**

Foto 7 – (A) Erosão laminar por escoamento superficial em solo exposto por corte no terreno; (B) Erosão laminar com fluxo de solo em drenagem natural do terreno; (C) Erosão em talude de barramento;(D) Filetes de erosão em perfil de solo exposto por corte de estrada.
Fonte: CSA.

Utilizando os valores empregados na citada metodologia, correlacionados com as características principais dos solos presentes nas Áreas de Influência do Empreendimento, quais sejam: textura homogênia, relativamente profundos em terrenos planos a suavemente ondulados, a sua susceptibilidade a erosão é de ligeira a moderada. Assim, na instalação e operação do empreendimento é importante a implementação de programa de controle e monitoramento de processos erosivos. Ainda, no que se refere aos aspectos de conservação, é importa registrar as observações empregadas pela EMBRAPA (2010) que em face à susceptibilidade à erosão, mesmo em relevo suave ondulado, práticas de conservação de solos são recomendáveis.

- ✓ Suceptibilidade a desertificação

A desertificação, segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e aos Efeitos da Seca (*UNCCD*), é a degradação de terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas do planeta, designadas como terras secas. Significa a destruição da base de recursos naturais, como resultado da ação antrópica sobre o meio ambiente, e de fenômenos naturais, como a Variabilidade climática (BRASIL, 2004). É um processo, quase sempre lento, que pouco a pouco diminui a capacidade de sobrevivência de uma comunidade. A degradação da terra está ocorrendo em todas as zonas do planeta. A desertificação por sua vez descreve a degradação nas chamadas terras secas, que cobrem cerca de 41% da superfície da Terra e que abrigam mais de 38% da população global (REYNOLDS *et al*., 2007). As mudanças nos padrões climáticos podem fazer com que o domínio do clima semiárido se

amplie e que em algumas partes passe a ser árido, processo que vem sendo chamado de aridização. Isso não só ampliaria as áreas suscetíveis à desertificação como intensificaria o grau de suscetibilidade em diversas partes.

Os vínculos entre clima global e local, habitats naturais e degradação da terra são muitos, complexos e variados. Em nível global, o desmatamento, a degradação do solo e a desertificação contribuem diretamente para aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, reduzindo a cobertura vegetal e prejudicando a capacidade de retenção de água do solo e, portanto, a capacidade da vegetação de armazenar carbono. Em nível local, o desmatamento aumenta a erosão do solo, reduzindo a sua fertilidade e a produtividade agrícola.

As muitas interações entre os processos biológicos e o clima, por exemplo, podem iniciar ou reforçar a seca em algumas regiões, com graves consequências para as populações mais pobres.

Dada à característica multidisciplinar da desertificação, os trabalhos sobre o tema, normalmente, utilizam um conjunto de indicadores da mais variada natureza. As diferenças no número e tipo de indicadores e, também, nos critérios de classificação das áreas potencialmente suscetíveis à desertificação, têm levado à produção de mapas que diferem na área e/ou no grau de ocorrência da desertificação. Desta forma, quando se considera as classes no intervalo entre muito grave e moderada, a desertificação no Nordeste do Brasil pode atingir uma área que varia entre 182.000 e 665.500 km2, segundo Sá *et al*. (1994) e Ferreira et al. (1994), respectivamente.

Entre os indicadores utilizados para avaliar a desertificação, a erosão dos solos é o que tem sido utilizado com maior frequência (RODRIGUES, 1997). Por sua vez, Sá *et al*. (1994), relatam que os processos de desertificação no semiárido brasileiro não só se manifestam pela sensibilidade natural do ambiente, mas, sobretudo, pelo uso a ele imposto, a exemplo da práticas agrícolas inapropriadas.

Segundo Sá (2007), a vegetação nativa do Bioma Caatinga, como um dos parâmetros mais importantes para avaliar o grau de perturbação ambiental da região semiárida, tem sido bastante modificada por ações antrópicas. Os estudos mais recentes indicam que a remoção dessa vegetação tem acarretado o empobrecimento dos solos, uma vez que aceleram os processos de desertificação (AZEVEDO, *et al*., 2020).

Suscetibilidade, no âmbito das geociências, pode ser sintetizada como a predisposição ou propensão dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico (BITAR, 2015), podendo ser expressa segundo classes de probabilidade de ocorrência. Não indica frequência de ocorrência e parâmetros são analisados em conjunto para determiná-la. Ainda, refere-se às características internas do sistema que o tornam mais ou menos suscetível a um determinado

estímulo. Pode ser entendida como a propensão do sistema em ser modificado/ afetado, sofrer impactos, danos ou perdas quando exposto a um distúrbio (LINDOSO, 2017; ADGER, 2006; GALLOPÍN, 2006). No semiárido, a exposição à variabilidade climática, principalmente aos eventos de seca, e também aos efeitos das mudanças do clima, além das questões ligadas a vulnerabilidade social, ampliam significativamente a propensão de se instalar processos de desertificação.

Carvalho *et al*. (2000) afirmam que tratando-se especificamente da problemática da desertificação no Rio Grande do Norte, é possível evidenciar na bibliografia pertinente que frações do território estadual já foram inseridas como representativas deste processo. As áreas susceptíveis ao fenômeno foram classificadas pelos autores segundo o Grau de Susceptibilidade, em áreas com intensidade muito grave, grave e moderada (Tabela 6).

Tabela 6 – Ocorência do processo de desertificação no Rio Grande do Norte.

CLASSE DE INTENSIDADE	ÁREA		POPULAÇÃO	
	KM^2	%	ABSOLUTA	%
Muito Grave	12.965	24,3	289.767	11
Grave	20.545	38,5	591.158	22,5
Moderada	5.120	9,6	512.112	8,2
Total afetado no RN	38.630	72,5	1.096.037	41,7
Estado	53.307	100	2.630.000	100

Fonte: Modificado de Carvalho (2000).

As informações apresentadas permitem inferir que, possivelmente no início dos anos de 1990, a desertificação já tinha afetado 72,5% do território potiguar, em níveis de intensidade variados e sinalizavam para estatísticas preocupantes, principalmente em função da representatividade que assumia as áreas com estágios de ocorrência classificados como grave e muito grave. Outro aspecto importante refere-se à abrangência populacional, visto que nas áreas afetadas moravam 41,7% do contingente estadual, ressaltando-se que, na região com nível de desertificação muito grave, residiam 11% dos potiguares.

A projeção dos dados da desertificação no espaço norte riograndense revela o mapa de ocorrência do fenômeno, explicitando a classe de intensidade, segundo as regiões afetadas (Figura 54).

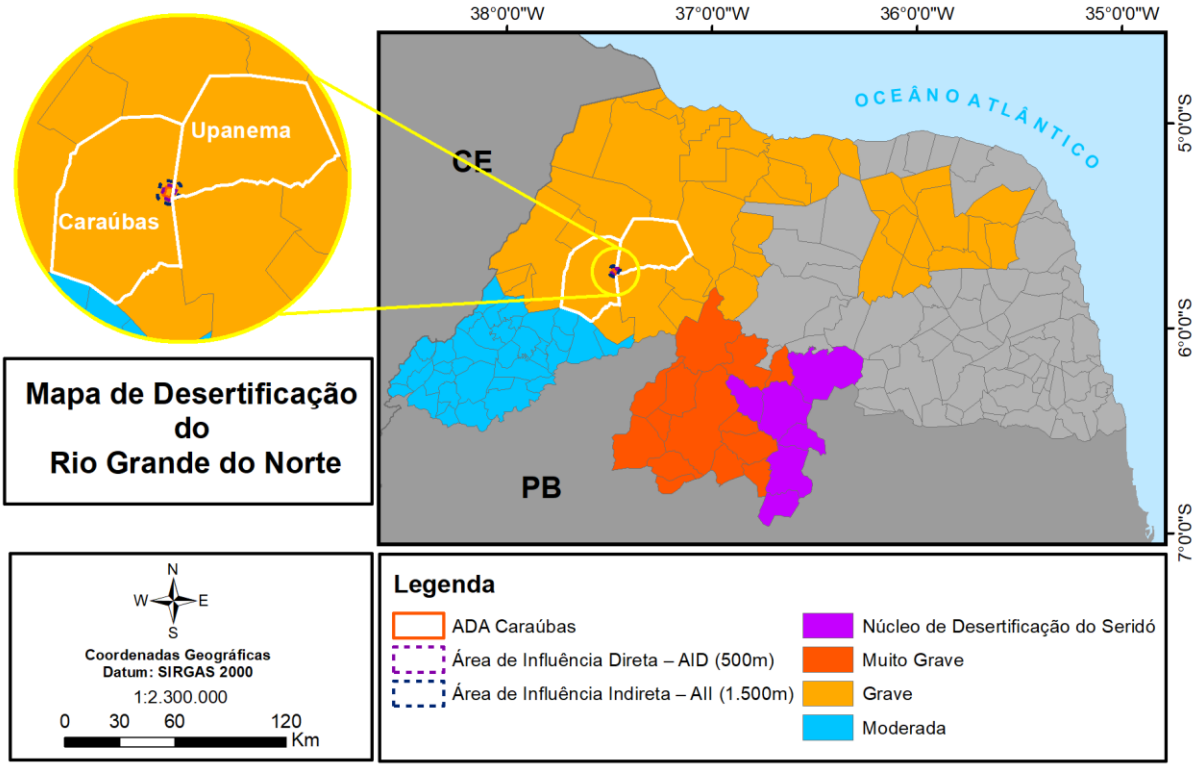


Figura 54 – Núcleos de desertificação no Estado do Rio Grande do Norte e classes de intensidade. Fonte: Modificado de Carvalho (2000).

No arcabouço geral os estudos apontaram para uma região que possui suscetibilidade a desertificação grave. Deste modo, intervenções antrópicas, principalmente aquelas relacionadas à supressão vegetal, devem ser aplicadas considerando a suscetibilidade a processos de desertificação como parâmetro inicial no estabelecimento de programas e medidas mitigadoras correlacionadas.

6.1.6. Recursos Minerais

Nesta sessão foi pesquisado o banco de dados mais atualizado do Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE, da ANM, com acesso no dia 4 de junho de 2021, sendo adquirido o *shapefile* dos processos minerários para o estado do Rio Grande do Norte. Analisando o acervo digital disponibilizado pela ANM e as Áreas de Influência dos empreendimentos, foram identificadas todas as áreas requeridas que proximas as áreas de influência do CFV Caraúbas, como podem ser vistos no mapa a seguir.

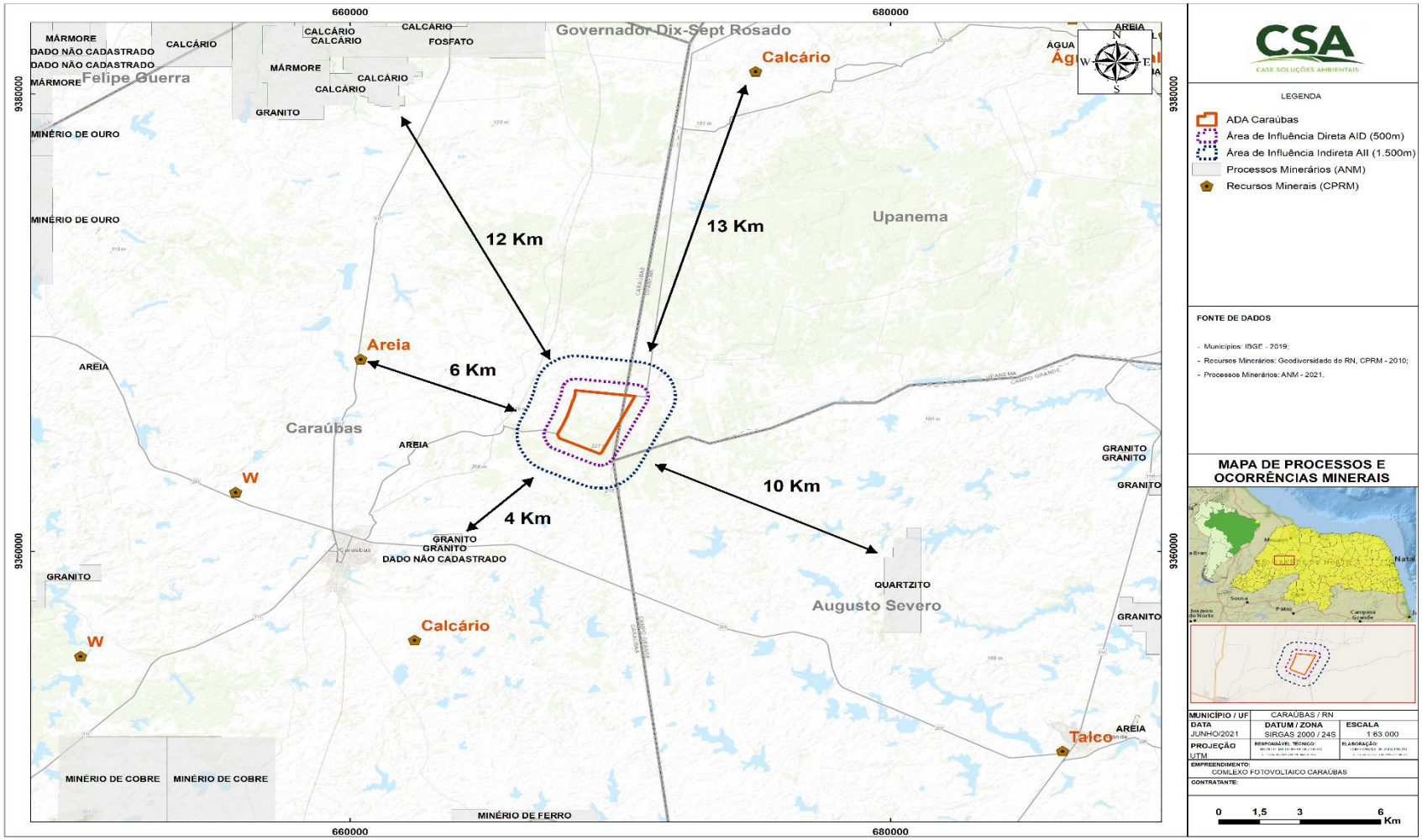


Figura 55 - Mapa de processos minerais nas áreas de influência do empreendimento.
Fonte: SIGMINE/ANM (2019). Elaboração: CSA, junho de 2021.

Conforme observado, não há registro de processos minerários que incidem sobre as Áreas de Influência do empreendimento. Os processos minerários identificados na região referem-se a extração de areia, calcário, granito e cobre. Destes, o mais próximos corresponde a extração de granito (4 km a SW) e areia (6 km a NW).

6.1.7. Recursos Hídricos

Quanto ao cenário hidrográfico da região destaca-se a predominância de cursos d'água intermitentes e efêmeros em detrimento de corpos d'água perenes, tal fato pode ser atribuído, principalmente, ao clima e as condições geológicas do terreno encontrado nesta região.

> "A razão básica da intermitência sazonária reside na descompensação entre as precipitações que tombam na estação das águas, em contraponto com a evaporação totalizante ocorrida na estação seca. No pano de fundo, constituído pelos sertões, todas as áreas que recebem precipitações anuais de 400 a 700 mm, sob a elevada temperatura de 27º a 29º, perdem o fluxo das correntezas fluviais durante seis a sete meses, ou eventualmente um pouco mais. No entanto, dada as irregularidades do clima semi-árido regional, a conjuntura hidrológica apresenta ritmos totalmente anômalos." (AB'SÁBER,1999, p. 46).

Assim, entende-se que as águas superficiais, incluindo os rios, riachos, lagos e lagoas, dependem de um conjunto de fatores naturais que os condicionam, tais como, clima, geologia, pedologia e os aspectos geomorfológicos. São estes elementos que irão definir a qualidade do recurso, bem como seu regime hidrológico.

É importante destacar que, para efeitos de legislação, de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012), existe uma classificação para os tipos de cursos d'água no tocante ao regime hídrico, que será seguida neste trabalho:

- Cursos d'água perenes - possuem naturalmente escoamento superficial durante todo o ano;

- Cursos d'água intermitentes - por natureza, não apresentam escoamento superficial durante todo o ano;

- Cursos d'água efêmeros - possuem escoamento superficial apenas ou imediatamente após períodos de chuvas.

✓ Águas superficiais

Os municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN possuem seu território inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró.

A bacia Apodi-Mossoró compreende uma área de 14.276 km2 e ocupa cerca de 26,8% do território do estado do Rio Grande do Norte; totalmente inserida nos limites territoriais do Estado.

Com relação ao clima, encontra-se majoritariamente em região de clima semiárido, com exceção no extremo sudoeste da bacia, onde ficam as suas nascentes, onde o clima é tropical chuvoso. Na maior parte da bacia, as chuvas anuais são em torno de 700 mm, onde os meses compreendidos entre janeiro e julho são considerados períodos de grande pluviosidade (estação chuvosa) e os meses compreendidos entre agosto e dezembro são de baixa pluviosidade.

No que concerne à geologia, o sistema Apodi/ Mossoró é dividido em duas regiões: a área cristalina e a área sedimentar, com respectivamente 6.500 km² e 4.500 km². A região meridional desta bacia é composta pela Depressão Sertaneja e Planaltos Residuais. A primeira possui um relevo predominantemente tabular e poucas áreas com relevo aguçado. A segunda compõe as feições mais elevadas da bacia e se caracteriza por superfícies tabulares, limitadas por escarpas erosivas, com topos planos de origem sedimentar (JUSTO *et al*., 2016).

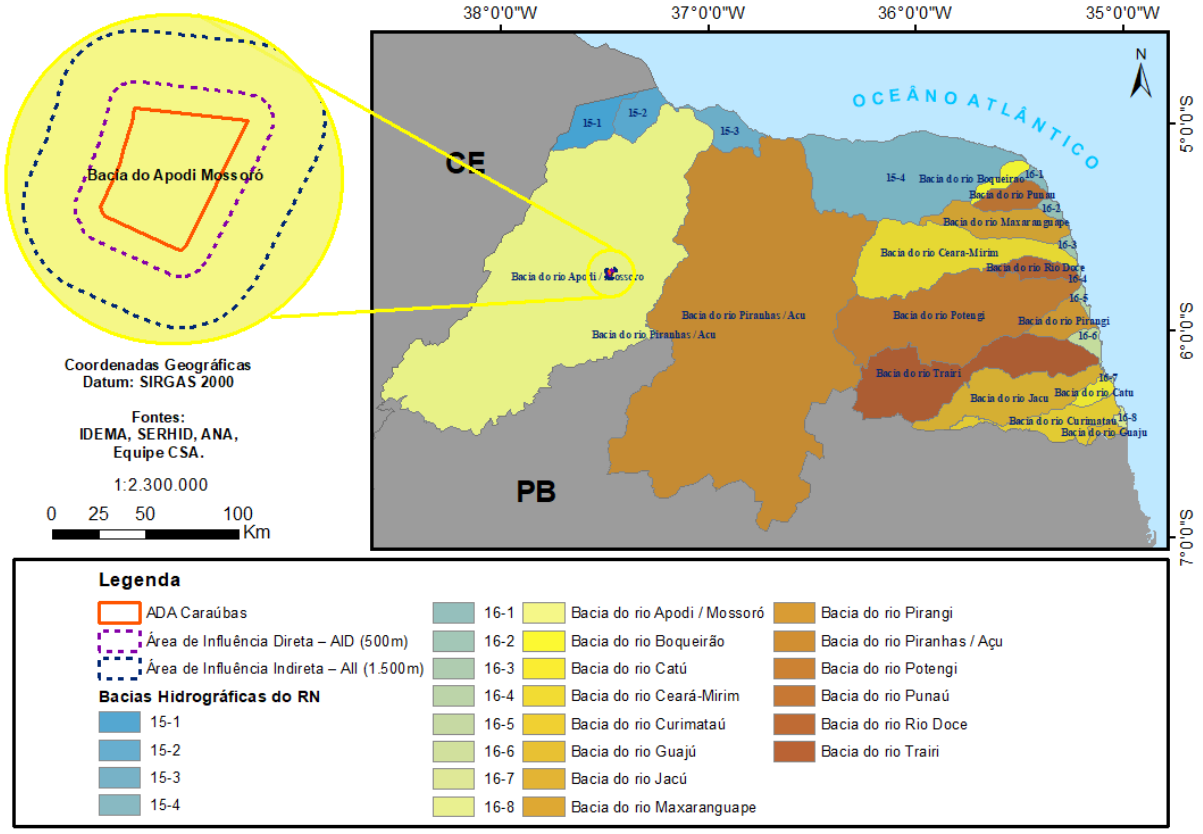


Figura 56 - Localização da área do Empreendimento destacada dentro dos limites da Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró.
Fonte: Modificado de Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte - IDEMA (2009).

Segundo dados do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA (2014) e a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – SEMARH (2015), nela estão presentes 618 açudes, atingindo um volume de 469.714.600 m3, correspondendo 27,4% e 10,7% dos totais de açudes e volumes acumulados do Rio Grande do Norte. Contabilizam 51 reservatórios principais (incluindo açudes, barragens e lagoas), responsáveis pelo abastecimento das populações. Desses reservatórios, 21 têm capacidade superior a 5.000.000 m^3 e estão distribuídos em 19 municípios do semiárido potiguar.

- Contexto Local

Quanto à presença de corpos hídricos superficiais, dentro das Áreas de Influência do empreendimento, há a presença de 3 cursos dáguas principais de regime Efêmero. Dois (2) desses canais localizam-se na porção N-NW cruzando todas as Áreas de Influência do Empreendimento até a porção Central da ADA. A drenagem desses canais contribui para a alimentação de pequenos

“barreiros” que são mantidos por águas oriundas dos períodos de chuva. O outro curso dágua percorre a porção SE, dentro dos limites da AII.

Comportam-se essencialmente como canais de drenagem encaixados em declividades mais baixas do terreno sem contribuição significativa dentro do contexto da bacia hidrográfica na qual está inserido.

Ademais, pequenas porções de corpos dágua, formados a partir da criação de barramentos artificiais, são encontradas nos limites das AID e AII, mas em grande parte do ano não possuem água acumulada. Dos registros feitos durante o presente estudo, apenas um barramento apresentou acúmulo de água localizado na porção NW dentro dos limites da AII.

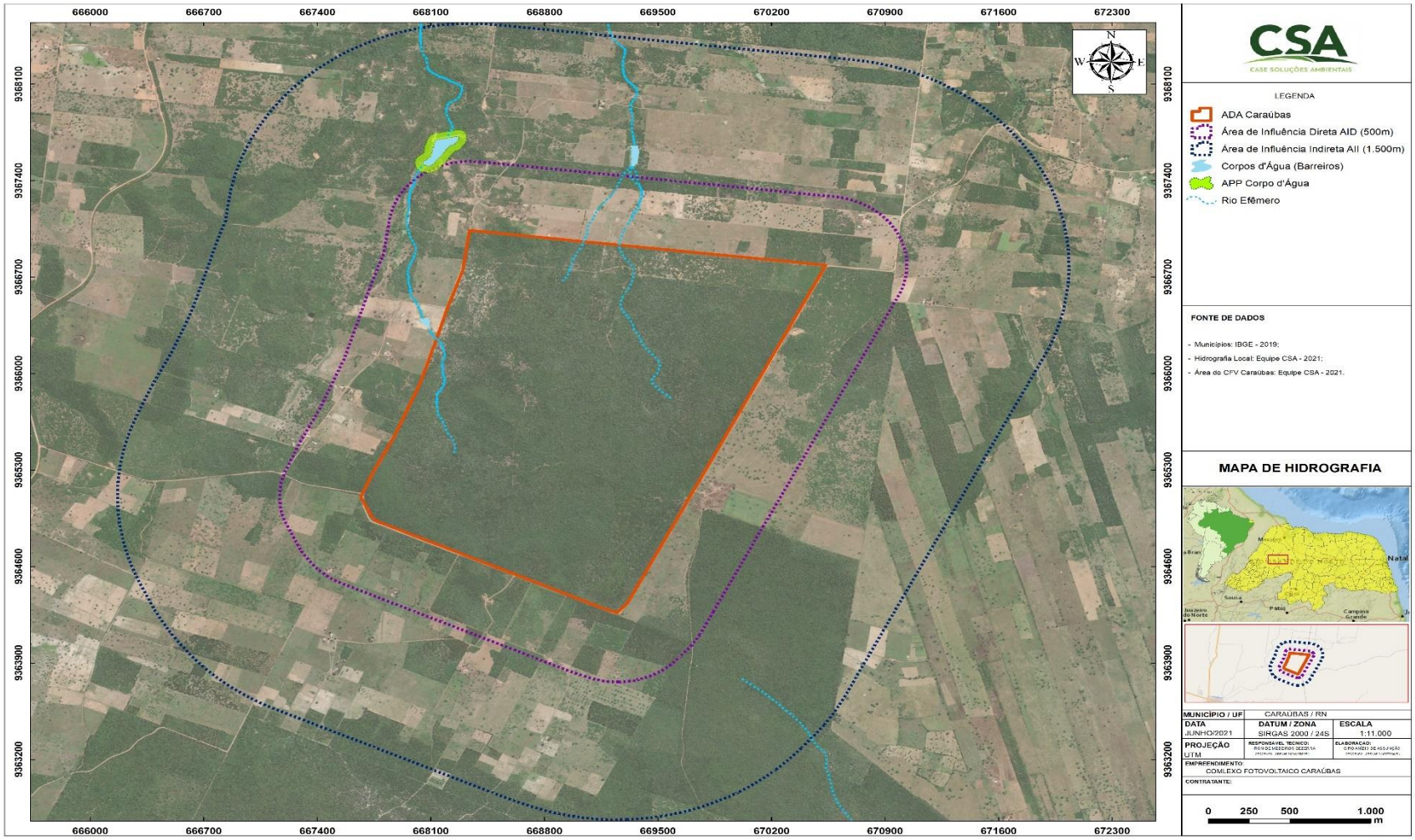


Figura 57 - Recursos hídricos superficiais registrados nas Áreas de Influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

O mapeamento realizado registrou padrões de drenagem lódicos que não apresentam o acúmulo de água por longo período no ano. Deste modo, pode ser caracterizado, seguindo os conceitos estabelecidos pelo Decreto 7.830/2012, que "*dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei N° 12.651/12 e dá outras providências*", como rios efêmeros. Em seu artigo 2º, o referido decreto estabelece:

> *"(...) XIV – rio efêmero – corpo de água lótico que possui escoamento superficial apenas durante ou imediatamente após períodos de precipitação".*

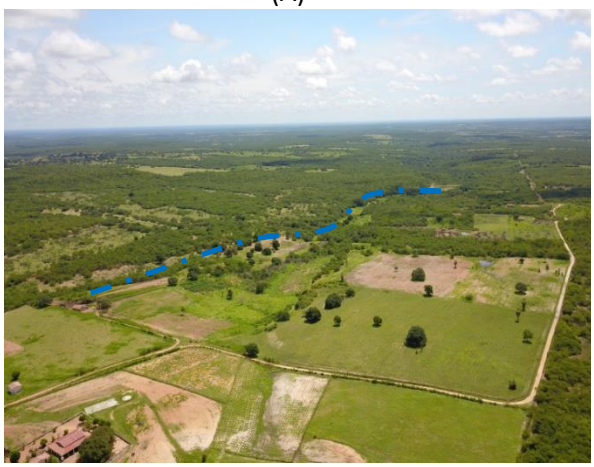
Os cursos d'água efêmeros apresentam grandes variações no fluxo de suas águas ao longo do ano, apresentando cheias durante o período de chuvas e chegando a desaparecer nos períodos de seca. Em campo, foram observados canais de drenagem que estão associados ao leito do curso d´agua presente nas Áreas de influência do empreendimento (Foto 8).



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 8 – (A) Curso d'água efêmero na porção central da ADA, registrado em janeiro de 2021; (B) Curso d'água efêmero na porção ao W nos limites da ADA, registrado em janeiro de 2021; (C) Perspectiva aérea do curso d'água que corta os limites das Áreas de Influência na porção W, registrada em maio de 2021. Detalhe para o traçado em azul; (D) Barreiro com presença de água na porção NW da AID, registrado em maio de 2021.
Fonte: CSA, janeiro e maio de 2021.

- Hidrogeologia (Recursos Hídricos Subterrâneos)
    - Contexto Regional

O estado do Rio Grande do Norte possui 5 (cinco) sistema de aquíferos: Açu, Barreiras, Aluvião, Jandaíra e Cristalino (Figura 58).

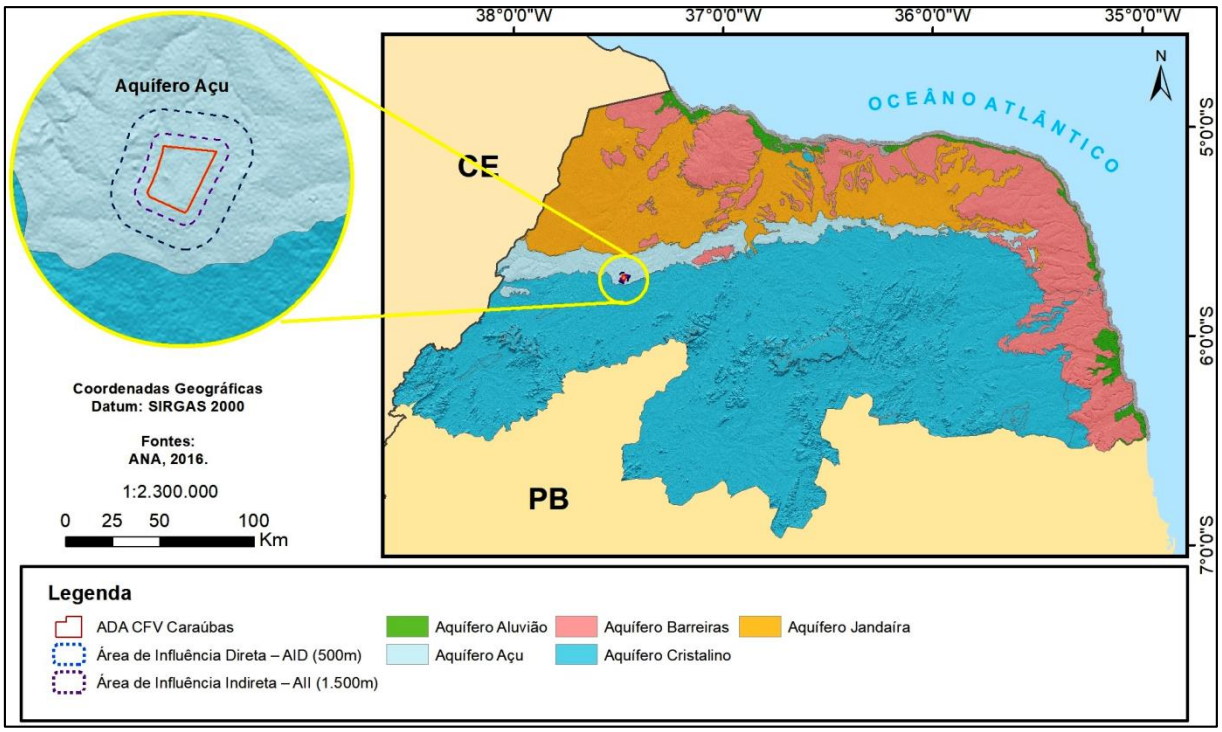


Figura 58 - Sistemas de aquíferos do Rio Grande do Norte.
Fonte: Modificado de ANA, 2016.

O Aquífero Açu é predominantemente arenosa, apresentando arenitos grossos, médios, e finos. Esse aquífero proporciona uma descarga total da ordem de 45,9 x 106 m³/ano, a qual pode ser mantida nesse mesmo nível ao longo de 20 anos de exploração, podendo até produzir vazões da ordem de 400 m³/hora. (Vasconcelos, 2006).

O Aquífero Barreiras, por sua vez, "apresenta-se, sob o ponto de vista litológico, bastante heterogêneo, envolvendo desde arenitos pouco argilosos a conglomeráticos, até argilas" (Lucena, Rosa Filho & Bittencourt, 2004.. Segundo os autores suas vazões explotáveis podem chegar a valores que

variam de 5 a 100 m³/hora. Porém, considerando o seu elevado ritmo de exploração, aliado a irregularidade pluviométrica, estima-se que por volta do ano de 2025 já apresentaria sinais de esgotamento, o que exigiria a prospecção em outros aquíferos (Costa, 2000).

Já o Aquífero Aluvião é uma fonte de água subterrânea e ocorre em faixas de largura entre 50 e 400 m ao longo do leito de rios. Sua recarga se dá de duas formas: através das precipitações e por meio do próprio fluxo superficial dos rios nos períodos de cheias. Poços tubulares nessa área podem produzir vazões de até 12 m³/hora (Vasconcelos, 2006).

O aquífero Jandaíra, constituído por calcários cinzas e cremes, margas, siltitos, folhelhos, argilitos e dolomitos, é importante por sua disponibilidade hídrica (Vasconcelos, 2006). Apresenta vazões que variam de 10 a 100 m³/hora, sendo que os maiores valores se concentram nas áreas mais próximas da faixa litorânea setentrional (Melo, 2006).

Por fim, o Aquífero Cristalino ocupa a maior extensão territorial do estado, tendo sua composição geológica relacionada às rochas do embasamento cristalino. Funcionalmente esse aquífero é limitado tanto em quantidade, pois suas vazões variam de 2 a 16 m³/hora, quanto em qualidade, uma vez que a água captada apresenta elevado teor de salinidade (Vasconcelos, 2006). Essa característica dificulta o uso para abastecimento humano, uma vez que para o processo de dessalinização é necessário o investimento em equipamentos específicos, elevando o custo da mesma e o volume dessalinizado é limitado por cada equipamento.

Segundo Melo (2006), esses cinco sistemas de aquíferos são utilizados principalmente para o abastecimento humano e para a prática da irrigação de culturas agrícolas. É nesses afloramentos que as bacias hidrográficas recebem recargas de águas subterrâneas, o que tende a influenciar no regime pluvial ao longo do tempo.

- Contexto Local

Considerando a classificação da CPRM (2005), os municípios de Caraúbas e Upanema/RN estão no Domínio Hidrogeológico Intersticial, Domínio Hidrogeológico Karstico-fissural e no Domínio Hidrogeológico Fissural. O Domínio Intersticial é composto de rochas sedimentares dos Depósitos Aluvionares e dos Depósitos Colúvio-eluviais. O Domínio Karstico-fissural é constituído dos calcários da Formação Jandaira. O Domínio Fissural é composto de rochas do embasamento cristalino que englobam o subdomínio de rochas metamórficas constituído do Complexo Caicó e da Formação

Jucurutu e o subdomínio rochas ígneas da Suíte intrusiva Umarizal, Granitóides, Suíte calcialcalina Itaporanga e da Suíte Poço da Cruz.

Dentro do contexto regional, a área de estudo insere-se totalmente no Sistema correspondente ao Aquífero Açu.

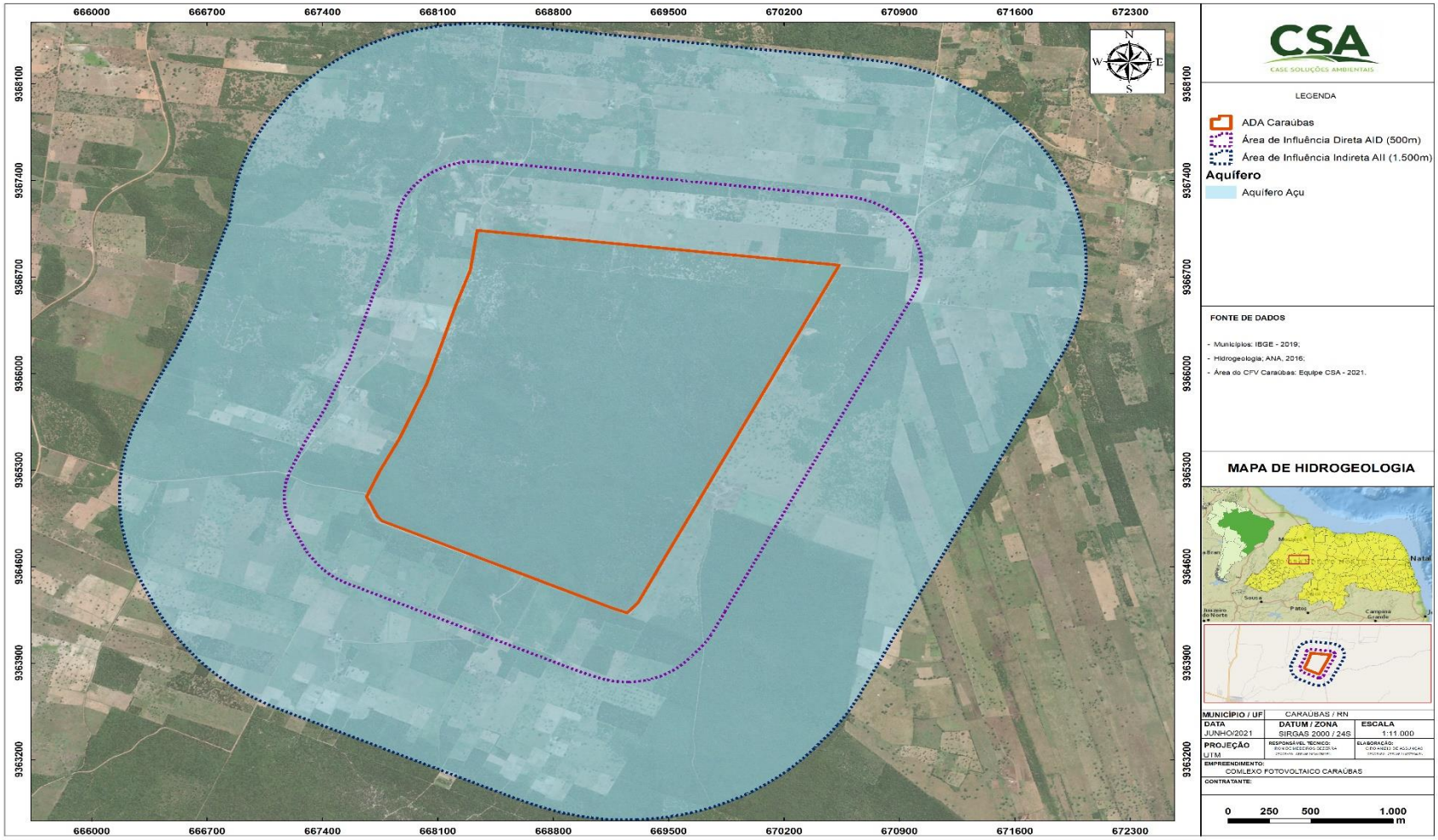


Figura 59 - Domínio do Aquífero Açu nas Áreas de Influência do empreendimento.
Fonte: CPRM, 2010. Elaborado por CSA, junho de 2021.

A CPRM (2010) informa que o Aquifero Açu compreende um sistema aquífero essencialmente confinado no topo pelas litologias da Formação Açu (argilitos arenosos e siltitos) e, na base, pelo aquitard representado pela Formação Alagamar. No entanto, apresenta-se como um aquífero de natureza livre na zona de afloramento de direção aproximada este-oeste, cuja largura varia de 5 km (setor leste) a 20 km (setor oeste). Na porção sul da Bacia Potiguar, no estado, o Aquífero Açu mantém contato discordante sobrejacente ao aquífero fissural.

Sua geologia compõe-se de rochas siliciclásticas depositadas em ambiente continental que englobam desde sistemas deposicionais de leques aluviais, fluviais entrelaçados e meandrantes (definindo as unidades Açu I, II, III), até rochas siliciclásticas, formadas em ambiente transicional de sistemas costeiros e estuarinos (unidade Açu IV).

Tal padrão de distribuição de sequências deposicionais caracteriza uma sucessão hidroestratigráfica do Aquífero Açu na parte emersa da Bacia Potiguar, na qual se tem uma seção basal essencialmente arenosa e mais permeável, gradando para uma seção mais argilosa e menos permeável no topo (siltitos, folhelhos e argilitos).

- Qualidade das águas

De acordo com a análise realizado pela CPRM em 2005, no diagnóstico do município de Caraúbas/RN, para os parâmetros da qualidade da água, foram realizadas in loco medidas de condutividade elétrica, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica estando diretamente ligada ao teor de sais dissolvidos sob a forma de íons.

Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 a 0,75, gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD) na água.

Para as águas subterrâneas analisadas, a condutividade elétrica multiplicada pelo fator 0,65 fornece o teor de sólidos dissolvidos.

Conforme a Portaria no 1.469/FUNASA, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, o valor máximo permitido para os sólidos dissolvidos (STD) é 1000 mg/l.

Teores elevados deste parâmetro indicam que a água tem sabor desagradável, podendo causar problemas digestivos, principalmente nas crianças, e danifica as redes de distribuição.

Para efeito de classificação das águas dos pontos cadastrados no município, a CPRM considerou os seguintes intervalos de STD (Sólidos Totais Dissolvidos):

Tabela 7 - Intervalos de Sólidos Totais Dissolvidos – STD.

0 a 500 mg/l	**água doce**
501 a 1.500 mg/l	**água salobra**
> 1.500 mg/l	**água salgada**

Fonte CPRM, 2005.

Para o município de Caraúbas/RN foram coletadas e analisadas amostras de 63 pontos d' água. Os resultados das análises mostraram valores oscilando de 177,00 e 6259,50 mg/l, com valor médio de 937,79 mg/l.

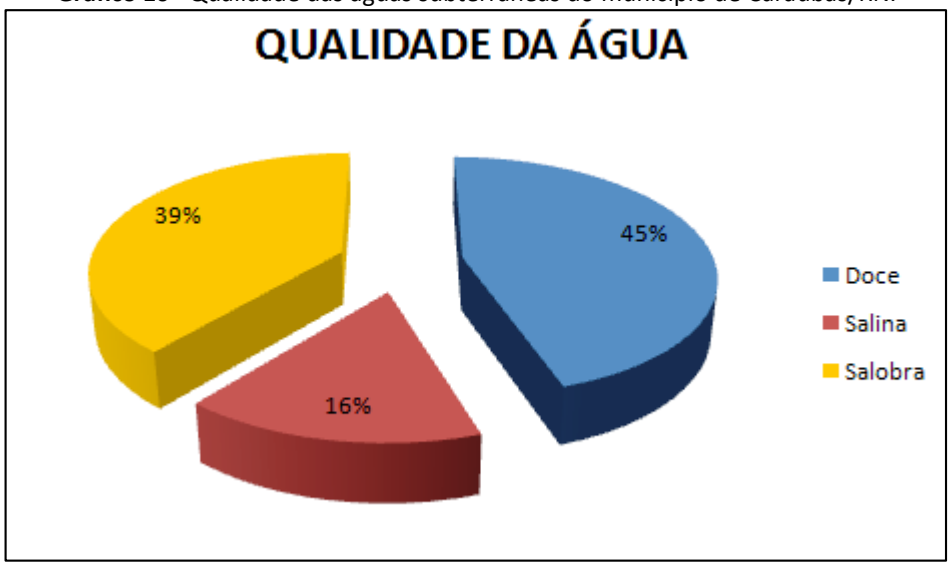
Observando Tabela 8 e o Gráfico 10 que ilustra a classificação das águas subterrâneas no município, verifica-se a predominância de água salina em 39% dos pontos amostrado, seguida da água salobra, com 36%, e da água doce, com 25%.

Tabela 8 - Qualidade das águas subterrâneas no município de Santana do Matos/RN, conforme a situação do poço analisados.

Qualidade da água	Em Uso	Não Instalado	Paralisado	Indefinido	Total
Doce	23	3	2	-	**29**
Salobra	20	4	1	-	**25**
Salina	6	1	3	-	**10**
Total	**49**	**8**	**6**	**0**	**63**

Fonte: CPRM, 2005.

Gráfico 10 - Qualidade das águas subterrâneas do município de Caraúbas/RN.



Fonte: Adaptado de CPRM, 2005.

Para o município de Upanema/RN foram coletadas e analisadas amostras de 147 pontos d' água. Os resultados das análises mostraram valores oscilando de 109,85 e 4082,00 mg/l, com valor médio de 831,16 mg/l.

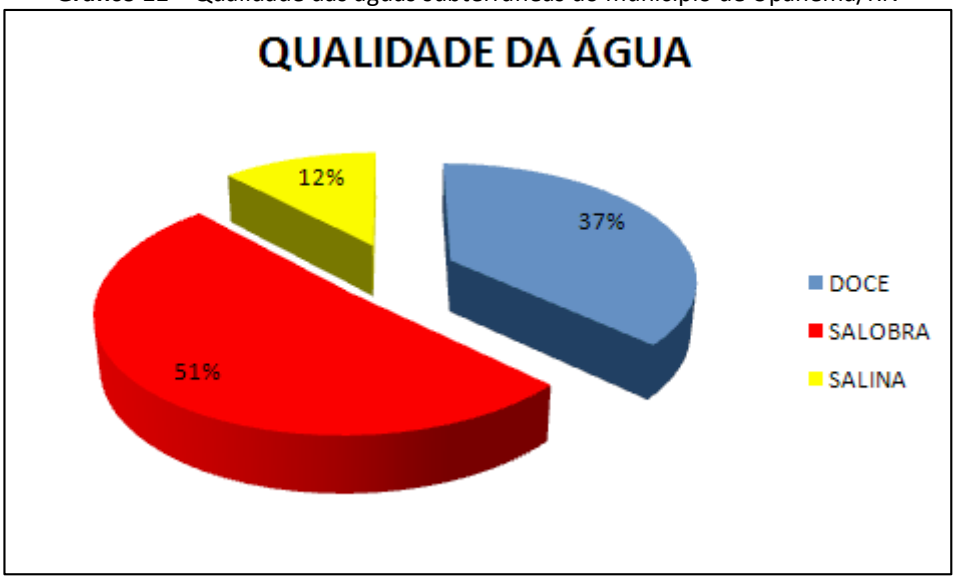
Observando Tabela 89 e o Gráfico 10 que ilustra a classificação das águas subterrâneas no município, verifica-se a predominância de água salobra em 51% dos pontos amostrado, seguida da água doce, com 37%, e da água salina, com 12%.

Tabela 9 – Qualidades das águas subterrâneas do município de Upanema/RN.

Qualidade da água	Em Uso	Não Instalado	Paralisado	Indefinido	Total
Doce	50	2	4	-	**56**
Salobra	64	3	8	-	**75**
Salina	9	3	4	-	**16**
Total	**123**	**8**	**16**	**0**	**147**

Fonte: CPRM, 2005.

Gráfico 11 – Qualidade das águas subterrâneas do município de Upanema/RN



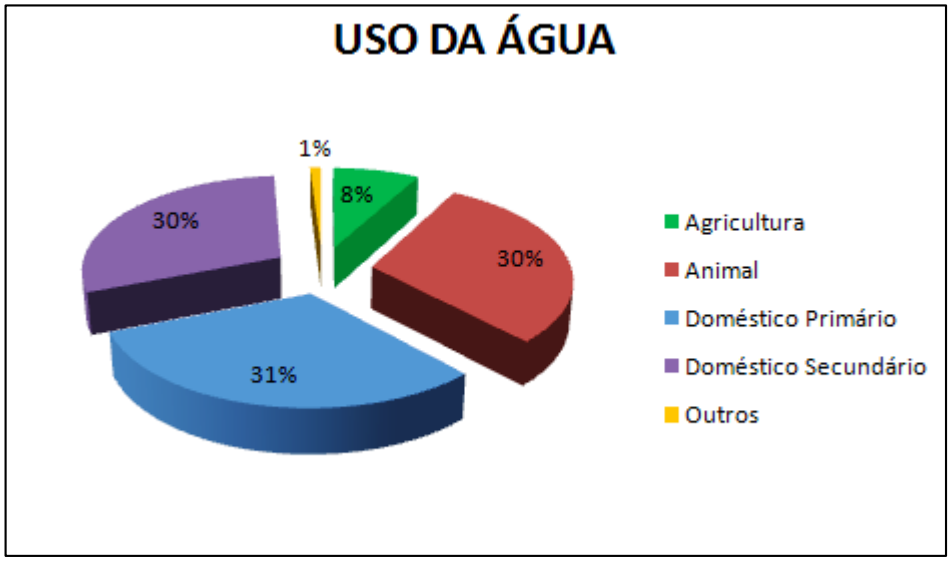
Fonte: Adaptado de CPRM, 2005.

- Uso das águas

Em relação ao uso da água no município de Caraúbas/RN, a CPRM (2005) afirma que 31% dos pontos cadastrados são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano para beber); 30% são utilizados para o uso doméstico secundário (água de consumo humano para uso geral); 30%

para dessedentação animal, 8% para a agricultura e 1% para outros usos, conforme mostra o Gráfico 12.

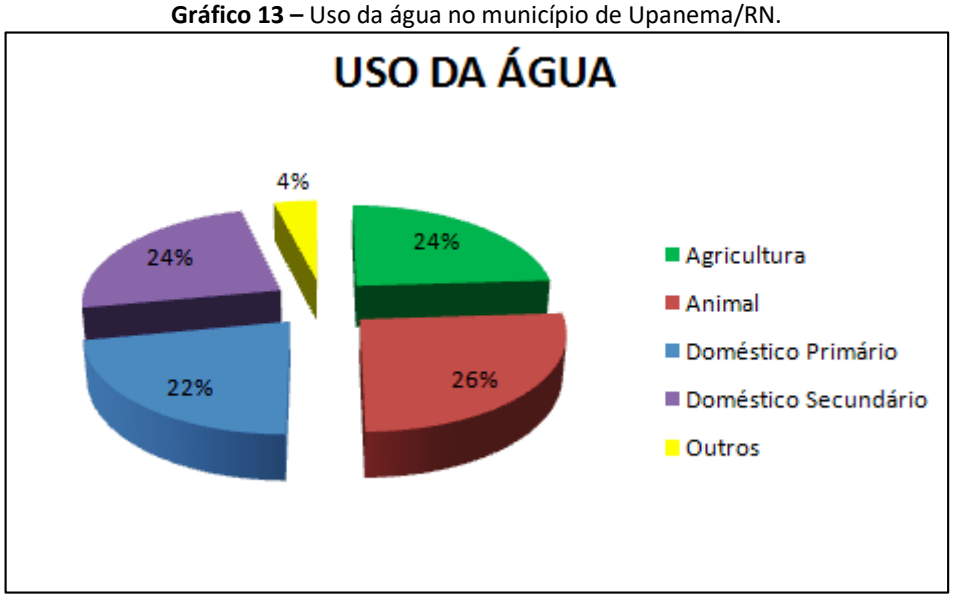
Gráfico 12 - Uso da água no município de Caraúbas/RN.



Fonte: Adaptado de CPRM, 2005.

Em relação ao uso da água no município de Upanema/RN, a CPRM (2005) afirma que 22% dos pontos cadastrados são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano para beber); 24% são utilizados para o uso doméstico secundário (água de consumo humano para uso geral); 26% para dessedentação animal, 24% para a agricultura e 4% para outros usos, conforme mostra o Gráfico 13.

Gráfico 13 – Uso da água no município de Upanema/RN.



Fonte: Adaptado de CPRM, 2005.

Tendo como base as informações fornecidas pelo Banco de Dados da CPRM (SIAGAS, 2021), existem 5 (cinco) poços localizados nas Áreas de Influência do Empreendimento, e concentrados nas porções SW e NW, nos limites da AII e AID, respectivamente.

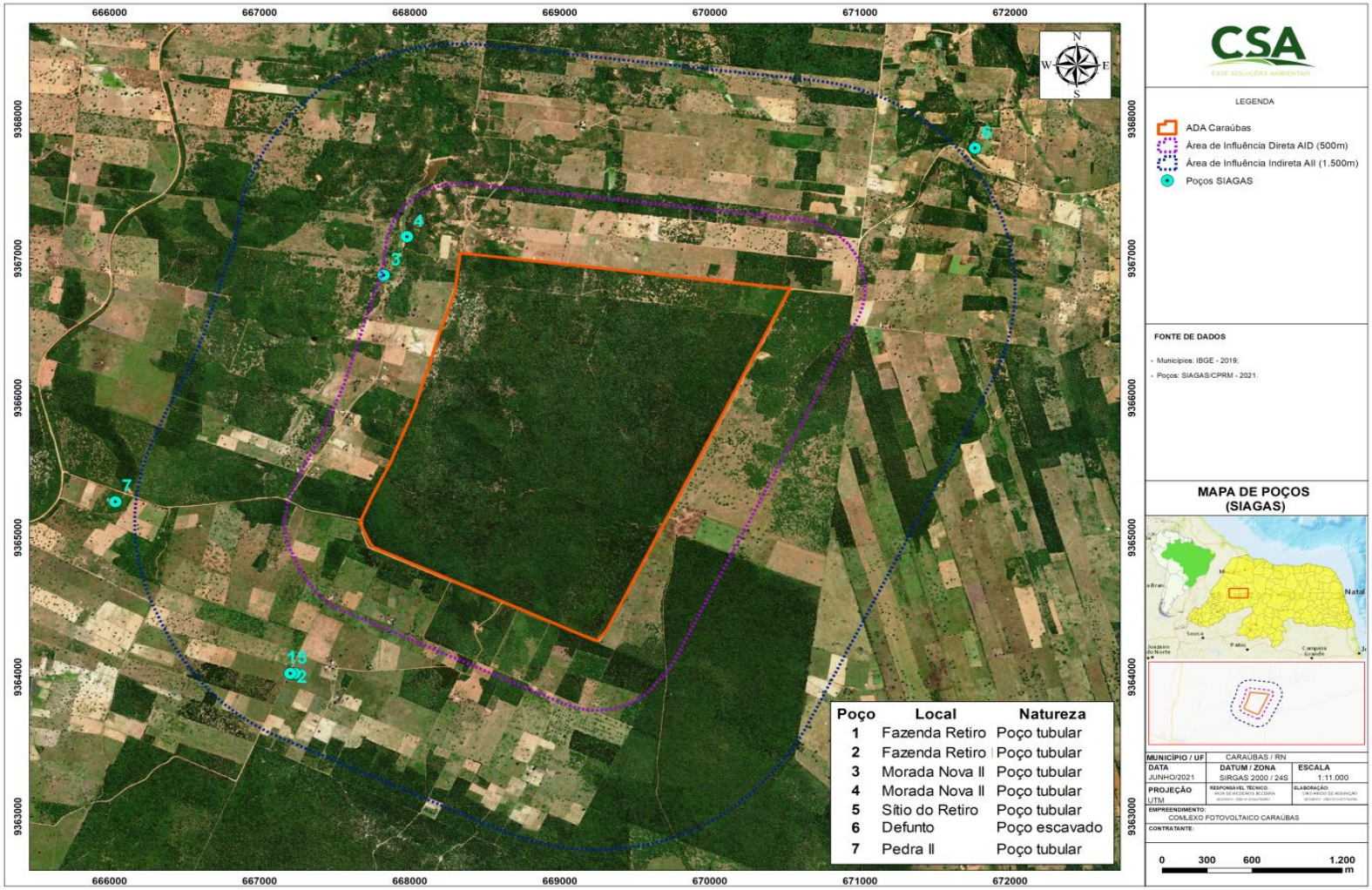


Figura 60 - Poços presentes nas AII e AID da UFV CARAÚBAS, de acordo com banco de dados do SIAGAS (2021).
Fonte: Banco de dados do SIAGAS (2021). Elaborado por CSA, junho de 2021.

Todos os poços são do tipo tubular. Os poços enumerados como 1,2 e 5 inserem-se na propriedade denominada Fazenda Retiro. Já os poços 3 e 4 estão localizados na propriedade Morada Nova. Ainda foram identificados mais 2 (dois) poços, mas esses não incidem nas Áreas de Influência do Empreendimento: poços enumerados 6 e 7. O poço 6 localiza-se na porção NE próximo ao limite externo da AID, na propriedade Defunto e corresponde a um poço escavado. O poço 7 está localizado na porção SW, no limite externo da AII, na propriedade Pedra II e possui natureza tubular.

6.1.8. Cavidades naturais

A Caverna é um ecossistema frágil e delicado a intervenções antrópicas. Neste ambiente um fluxo de energia está se processando a cada momento.

A Portaria nº 78/2009, do Instituto Chico Mendes, criou os Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação. A partir de então, o CECAV passou a ser denominado Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas e está vinculado à Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade do Instituto.

Em relação à potencialidade espeleológica do Brasil, em geral, o CECAV definiu classes de potencialidade pelo seu grau, em função de cada litotipo predominante. A **Erro! Fonte de referência n ão encontrada.** mostra esta configuração para os litotipos principais em que são encontradas cavidades naturais no Brasil.

Tabela 10 - Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil de acordo com a litologia.

Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, Dolomito, Evaporito, Metacalcário, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito Alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calci-silicática, Siltito e Xisto.	Médio
Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbito, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfibolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros litotipos.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e outros sedimentos.	Ocorrência Improvável

Fonte: CEVAC, 2009. Elaborado por CSA, junho de 2021.

Esta formação geológico-Geomorfológica é encontrada, predominantemente, associada ao ambiente de Cárste, com litotipo calcário, associado a regiões bem drenadas, ou seja, com influência determinante da água no processo de sua gênese e desenvolvimento, onde a ação da água, em algum momento e de diferentes formas, dissolveu a rocha matriz.

Este tipo de ocorrência no estado do Rio Grande do Norte está associado à formação Jandaíra (calcário), que compreende toda bacia potiguar, porção meridional. É constituída predominantemente por Calcarenito, Folhelho e Calcilutito. Em certos estratos são encontrados associados à Siltitos e Evaporitos. Também foram encontradas cavidades naturais, conforme banco de dados do CECAV/ICMBIO (2017), para o RN, associada a corpos rochosos cristalinos como granitos e mármores. Estas características naturais são explicáveis pela susceptibilidade à dissolução do mármore com água, mais especificamente o ácido carbônico (H_2CO_3) contido na água, assim como o granito, que geralmente está associado a rochas mais susceptíveis ao intemperismo, as quais são removidas formando as cavidades em seu lugar (erosão diferencial).

Segundo o mapeamento do CECAV/ICMBIO (2012) e levantamentos de campo (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) realizados em vistoria, não há a ocorrência de cavidades naturais inseridas nos limites das Áreas de Influência do CFV CARAÚBAS. As cavidades mais próximas são:

- ✓ Caverna Sem Noção e o Abrigo Sem Noção, ambas localizadas no município de Caraúbas (aproximadamente 13 km a NW dos limites da AII do Empreendimento).

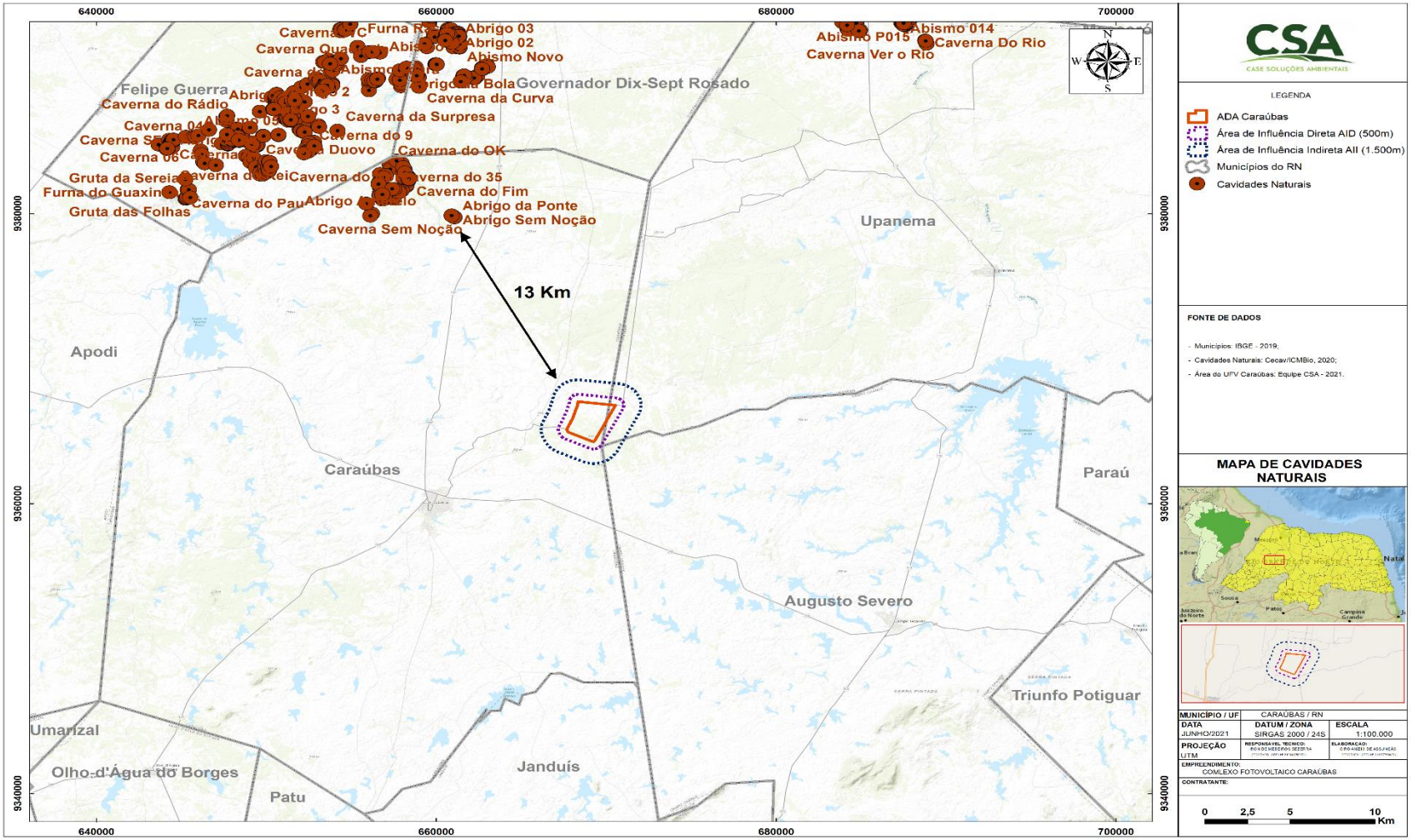


Figura 61 - Ocorrência de cavidades naturais mais próximas das Áreas de Influência do Empreendimento.
Fonte: Banco de Dados do ICMBio (2012). Elaborado por CSA, junho, 2021.

De acordo com a relação entre os litotipos das Áreas de Influência do Empreendimento e grau de potencialidade, a localidade possui **médio grau de potencialidade** para a ocorrência de cavidades naturais.

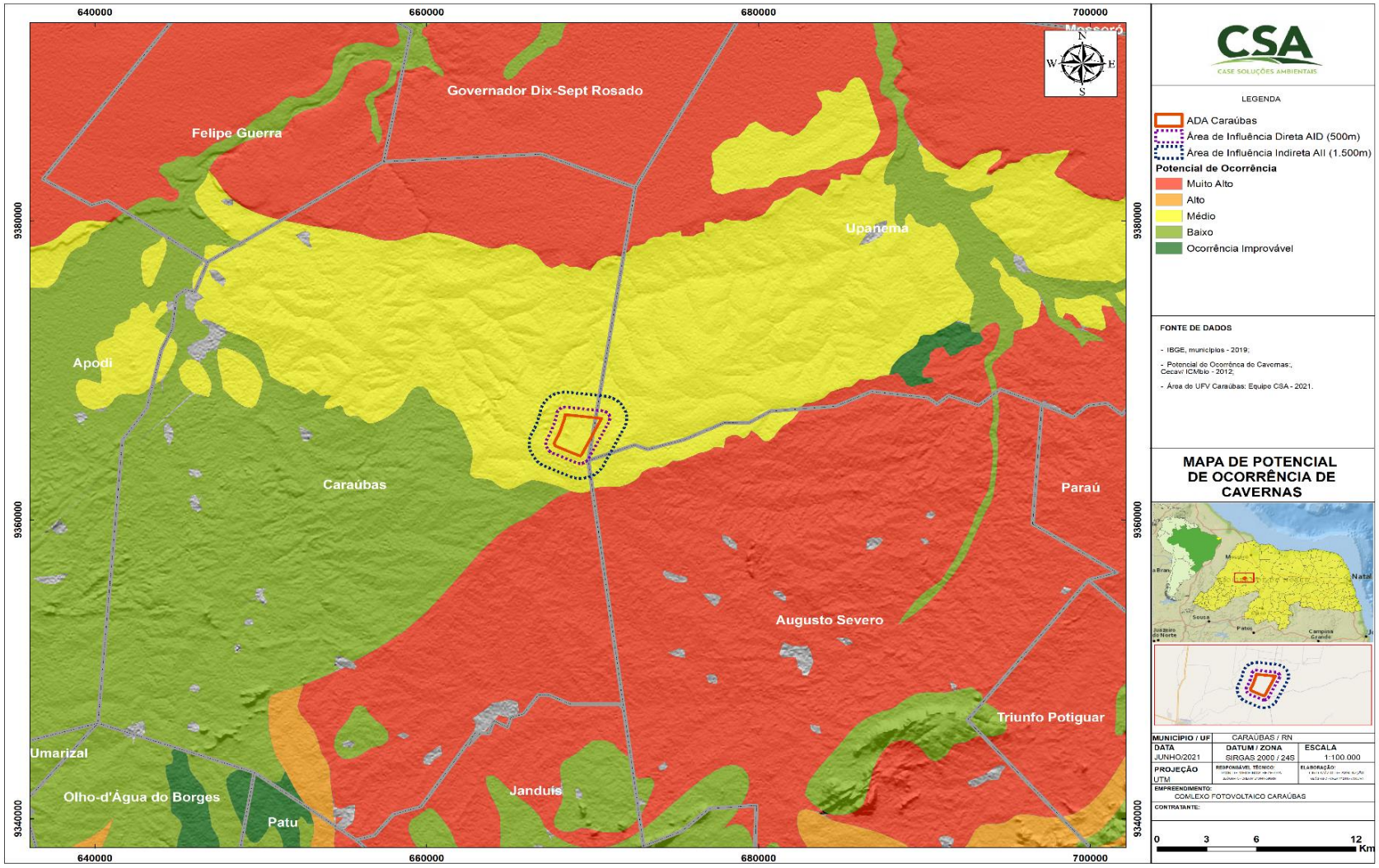


Figura 62 - Mapa de probabilidade de ocorrência de cavidades naturais para a região do Empreendimento.
Fonte: Banco de Dados do ICMBio (2012). Elaborado por CSA, junho de 2021.

6.1.9.Sismicidades

O primeiro levantamento da atividade sísmica no Brasil foi feito pelo Barão de Capanema, em meados do século XIX (CAPANEMA, 1859 *apud* BERROCAL *et al*., 1984) mostrando a ocorrência de sismos no país. Posteriormente, várias relações de sismos no Nordeste foram elaboradas, culminando nas compilações de Ferreira e Assumpção (1983), para o Nordeste do Brasil, e de Berrocal et al. (1984), para todo o país, que vêm sendo atualizadas desde então pelo Boletim Sísmico da Revista Brasileira de Geofísica (CPRM, 2010).

O primeiro evento sísmico de que se tem notícia no Rio Grande do Norte ocorreu em 1808 e, desde então, sismos têm sido sentidos em várias localidades do estado. Importantes sismos foram registrados: Assu (1808), Touros (1854), Natal (1879), Lajes (1963), Dr. Severiano (1968), Parazinho (1973) e João Câmara (1986 – 1991), por exemplo.

A borda da Bacia Potiguar, em uma faixa de 100 km para o interior, que abrange a quase totalidade do território do Rio Grande do Norte, é a região de maior probabilidade sísmica no país. Esse fato, associado à alta densidade populacional e a várias e importantes instalações e infraestruturas existentes na região, tornam-na, também, uma das regiões de maior risco sísmico no país (Figura 63).

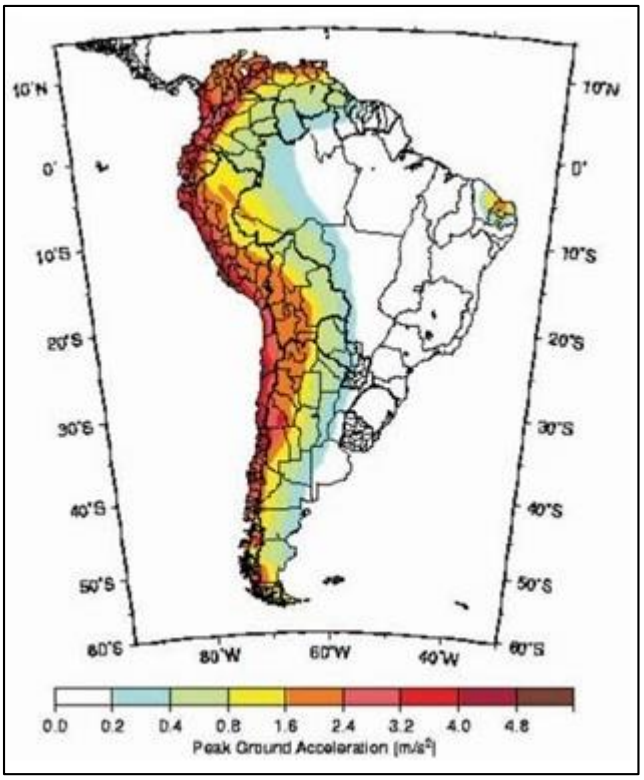


Figura 63 - Mapa de probabilidade sísmica na América do Sul, onde são indicadas as faixas de aceleração de pico, com probabilidade de 10% de serem excedidas nos próximos 50 anos.
Fonte: Mapa de Shedlock e Tanner (1999), CPRM (2010).

Esse mapa foi obtido a partir das magnitudes dos sismos, estimando-se a sua aceleração. Outra forma de se visualizar a probabilidade e/ou risco sísmico é por meio de um mapa de intensidades máximas observadas (Figura 64). Para o Rio Grande do Norte, à luz dos dados até agora coletados, as áreas de maior probabilidade sísmica seriam as regiões de: João Câmara-Touros-Parazinho; Açu; Dr. Severiano. Entretanto, isso não significa que sismos de magnitude superior a 4.0 mb não possam ocorrer em outras regiões do estado a qualquer momento.

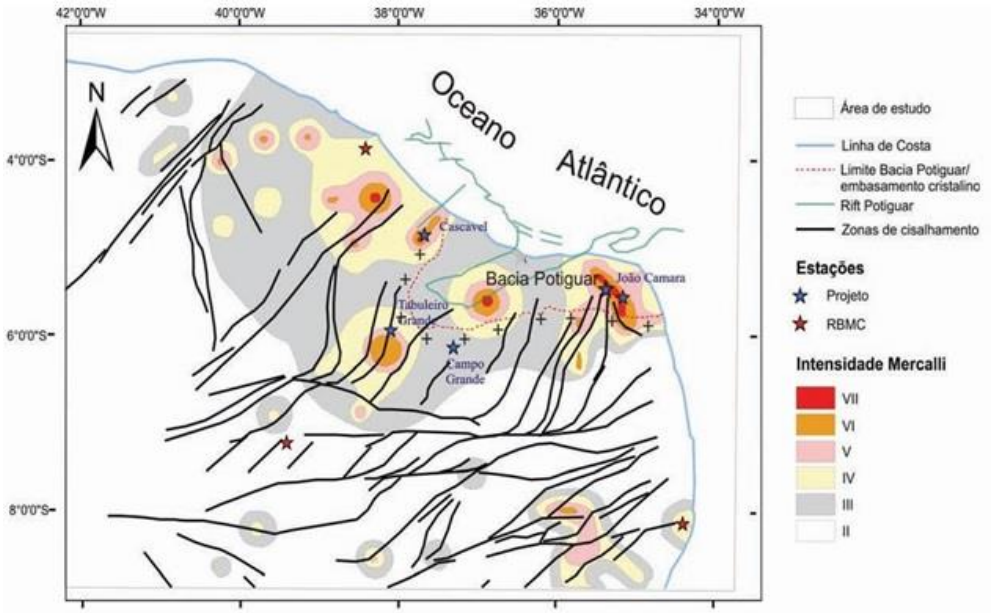


Figura 64 - Mapa de intensidades máximas, que apresenta, ainda, as principais zonas de cisalhamento e falhas da bacia Potiguar e do embasamento cristalino adjacente.
Fonte: Mapa de Ferreira *et al*. (1990) *in* CPRM (2010).

Em estudos desenvolvidos Por Vassiliou e Kanamori (1982) mostraram a correlação entre os efeitos dos sismos sobre a superfície de acordo com as Escalas de magnitude local (ML), como podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 11 – Efeito potencial dos sismos em função da magnitude (M_L).

DESCRIÇÃO	MAGNITUDE	EFEITOS
Microssismos	< 2,0	Microssismos não perceptíveis pelos humanos.
Muito pequeno	2,0 – 2,9	Geralmente não sentido, apenas detectado/registado por sismógrafos.
Pequeno	3,0 – 3,9	Frequentemente sentido, mas raramente causa danos.
Ligeiro	4,0 – 4,9	Tremor notório de objectos no interior de habitações, ruídos de choque entre objectos. Sismo significativo, mas com danos importantes improváveis.
Moderado	5,0 – 5,9	Pode causar danos importantes em edifícios mal concebidos e em zonas restritas. Provoca apenas danos ligeiros em edifícios bem construídos.
Forte	6,0 – 6,9	Pode ser destruidor em áreas habitadas num raio de até 160 quilómetros em torno do epicentro.
Grande	7,0 – 7,9	Pode provocar danos graves em zonas vastas.
Importante	8,0 – 8,9	Pode causar danos sérios num raio de várias centenas de quilómetros em torno do epicentro.
Excepcional	9,0 – 9,9	Devasta zonas num raio de milhares de quilómetros em torno do epicentro.
Extremo	> 10	Desconhecido (Extremamente raro).

Fonte: Modificado de Vassiliou & Kanamori (1982)

De acordo com dados do Laboratório de Sismologia da UFRN – LABSIS/UFRN (2021), no último ano, os abalos sísmicos com ocorrência na região do Empreendimento, foram detectados sismos com magnitudes que variam entre 1,5 a 2,7 M_L. São considerados microssismos ou sismos muito pequenos. (Figura 65).

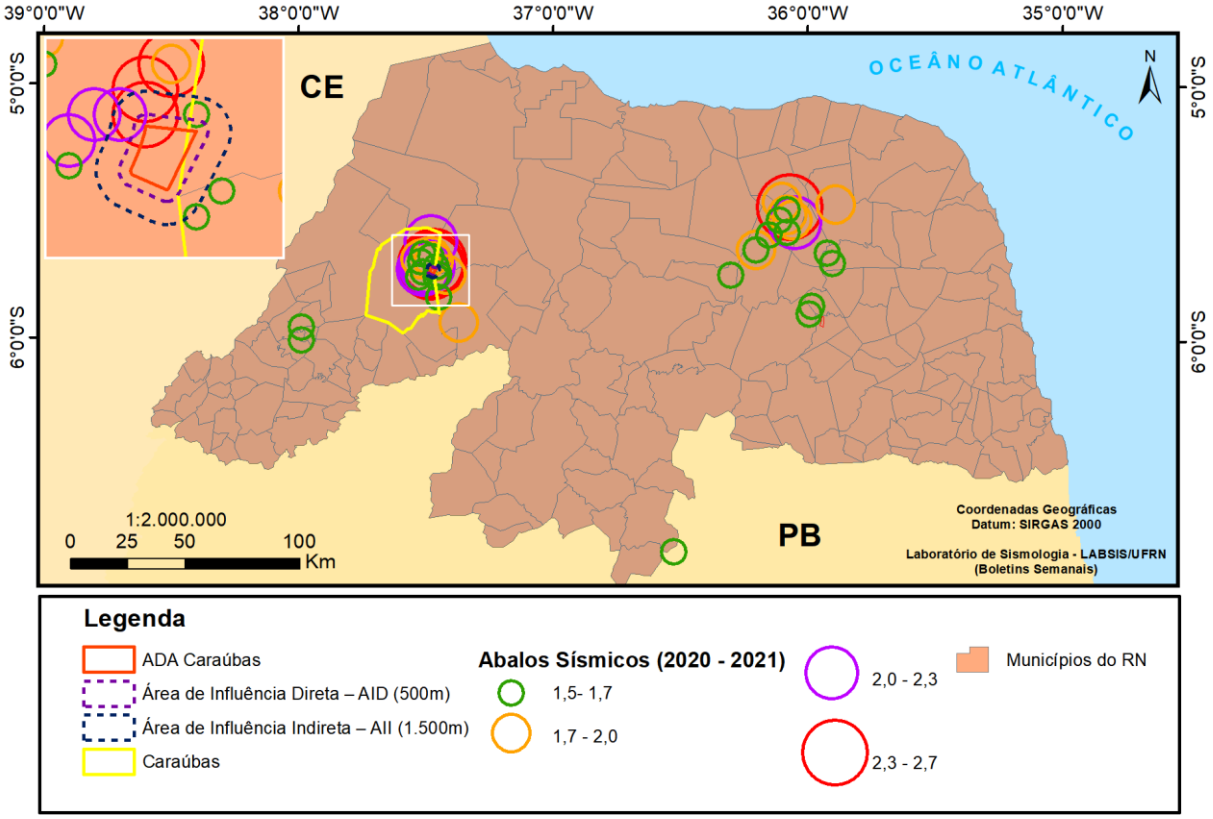


Figura 65 – Ocorrência de abalos sísmicos entre 2020 e primeiro semestre de 2021 no Estado do Rio Grande do Norte. Predominância de microssismos e sismos muito pequenos na região do município de Caraúbas/RN onde estão inseridas as Áreas de Influência da UFV CARAÚBAS.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Como descrito por Vassiliou e Kanamori (1982), são sismos imperceptíveis ou geralmente não sentido, apenas detectado/registado por sismógrafos. De todo modo, por se tratar de um fenômeno imprevisível e sem padrões de ocorrência e intensidade ao longo do tempo, para a instalação do Empreendimento deve-se atentar, dentre outras, para as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técncias – ABNT (Projeto 02:122.15-001 - **Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento**).

De acordo com seus objetivos *"Esta Norma fixa os requisitos exigíveis na verificação da segurança das estruturas usuais da construção civil relativamente às ações de sismos, e os critérios de quantificação destas ações e das resistências a serem consideradas no projeto das estruturas de edificações, relativamente a estas ações, quaisquer que sejam sua classe e destino,*

salvo os casos previstos em Normas Brasileiras específicas. [...] As disposições desta Norma têm como objetivo estabelecer requisitos de projeto para estruturas civis, visando a preservação de vidas humanas, a redução nos danos esperados em edificações e a manutenção da operacionalidade de edificações críticas durante e após um evento sísmico. Requisitos relativos a sistemas elétricos e mecânicos, de abastecimento de água e de combate a incêndio, entre outros, assim como os relativos ao planejamento e à aplicação de ações de caráter social referentes à minização do impacto de um sismo, serão definidos em Normas Brasileiras específicas".

Ainda, esta Norma faz menção ao zoneamento sísmico brasileiro, onde são definidas 5 (cinco) zonas sísmicas para efeito da definição das ações sísmicas a serem consideradas no projeto (Figura 66).

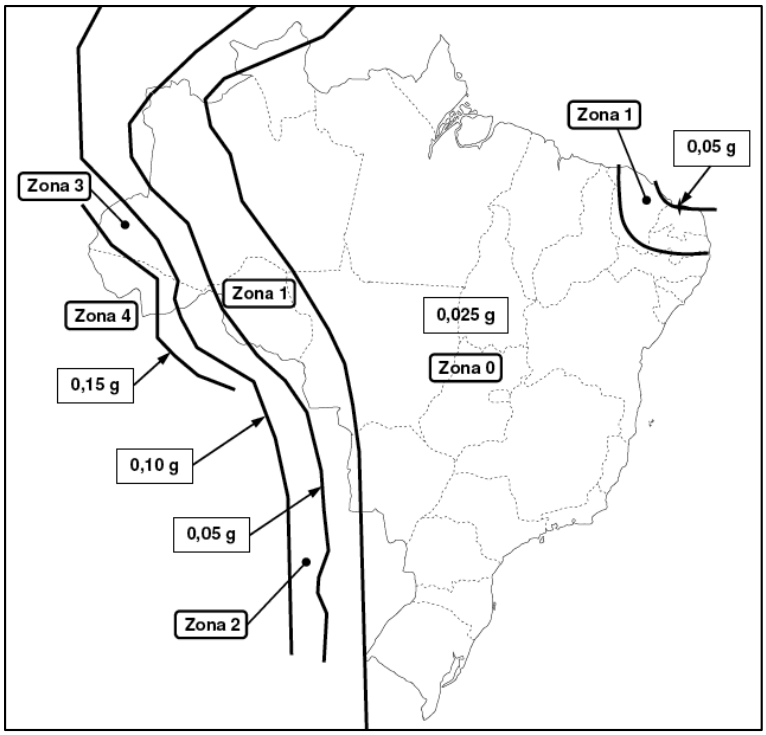


Figura 66 - Mapeamento da aceleração sísmica horizontal característica no Brasil para terrenos da classe B ("Rocha").
Fonte: ABNT, 2006.

Pelo exposto, percebe-se que a região onde estão inseridas as Áreas de Influência do Empreendimento compreende a Zona 1 e, deste modo, deve-se seguir as orientações estipuladas pela supracitada Norma.

Avaliações mais precisas devem levar em conta não somente dados dos sismos conhecidos em tempos históricos como também de paleossismos identificáveis em campo por

métodos neotectônicos. Exemplos desse tipo de evento foram localizados em diversas regiões do estado, como, por exemplo, em Afonso Bezerra, Parazinho e Macaíba (NOGUEIRA, 2008).

6.1.10. Considerações Finais

O presente tópico apresentou as principais características do meio físico referente às Áreas de Influência do empreendimento, a saber: a ADA, a AID e a AII da UFV CARAÚBAS, localizado nos municípios de Caraúbas e Upanema/RN. Em síntese, seguem-se as conclusões inerentes a cada aspecto do meio físico abordado.

A área do empreendimento localiza-se sob as condições climáticas do semiárido que, como já discutido, apresenta grande variabilidade e irregularidade na distribuição das chuvas.

Conforme a classificação de Koppen (1936), o clima é do tipo BSh (Clima semiárido quente), caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição; baixa nebulosidade; forte insolação; índices elevados de evaporação, e temperaturas médias elevadas.

Durante a estação chuvosa a precipitação mensal atinge a média de 179,3 mm, como é o caso do mês de abril. No período mais seco (agosto a novembro), que compreende as estações de inverno e primavera no hemisfério sul, observa-se as médias climatológicas, com destaque para os meses de setembro (2,8 mm) e outubro (3,1 mm).

Os ventos que sopram na região possuem uma velocidade média anual de 3,07 m/s e, apesar de variáveis, são constantes ao longo do ano com direção predominante advinda do quadrante SE. A velocidade média mensal para a região indica ventos mais fracos nos meses de março (2,3 m/s), abril (2,2 m/s) e maio (2,5 m/s), coincidindo com o período mais chuvoso. Os ventos mais fortes foram registrados nos meses de agosto (3,7 m/s), setembro (3,5 m/s) outubro e outubro, ambos com média de 3,6 m/s, no período onde as precipitações pluviométricas diminuem. Não obstante, foram registrados ventos advindos do quadrante NE, seguidos de ventos menos expressivos de quadrante N e S.

A região possui pouca a amplitude térmica e temperatura constantemente elevada ao longo do ano. Os valores médios máximos foram registrados em outubro (36,10) e novembro (36,20). As temperaturas médias mínimas foram registradas nos meses de junho (22,60), julho e agosto, ambos com registros de 22,20. De modo geral, a média anual registrada para o período analisado é de 27,50C ao longo do ano.

A umidade relativa do ar para a região de estudo tem média anual registrada de 69,2% aproximadamente. De modo geral, este grau de umidade é considerado médio a baixo para os

padrões de umidade do Brasil. Isto caracteriza uma região de estudo com ar quente e seco, o que é típico do semiárido, clima predominante na área.

A insolação varia entre 222,5 horas (fevereiro) a 303,3 horas (outubro). Os menores valores de insolação ocorrem no período entre fevereiro a abril, oscilando ente 222,5 horas (fevereiro) a 234,1 horas (março); e os maiores entre agosto a novembro, com valores entre 290,8 horas (agosto) e 303,2 (outubro). A média anual total para a região reside em 3130,3 horas/ano. Estes valores registrados são considerados um dos mais altos do país, com constância ao longo do ano.

No tocante a nebulosidade, foram registrados valores relativos para a região entre 3,5 e 7,6 décimos em uma escala de 0 – 10. Os meses de maior nebulosidade são fevereiro (7,1), março (7,6) e abril (7,3), e de menor nebulosidade os meses de agosto (3,6), setembro (3,5) e outubro (3,7). Considerando a correlação entre os intervalos das classes de nebulosidade e a classificação da variação da nebulosidade a região é classificada como parcialmente nublada e com períodos com pouca nebulosidade.

Em termos absolutos a região registra déficit hídrico ao longo de 6 (seis) meses entre junho a janeiro, com exceção do mês de julho; e de saldo positivo entre os meses de fevereiro a maio e os meses de julho e dezembro. Comparando os valores de precipitação com os valores de evapotranspiração o menor índice foi registrado no mês de junho, com valor hídrico negativo de -14,5 mm. Por outro lado, o maior índice foi registrado em abril, com valor positivo de 65,4 mm. Nessa perpectiva, atribui-se aos meses março e abril o momento de maior contribuição em recarga de água e, de forma oposta, os meses de janeiro e junho o momento de menor contribuição de água dentro do sistema hídrico regional onde tecnicamente os valores em mm (milímtros) são menores que zero.

Dentro do contexto geológico regional, os municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN estão inseridos na Província Borborema, sendo constituído por litótipos dos Complexos Jaguaretama e Caicó, das Suites Poço da Cruz e Calcialcalina de Médio a Alto Potássio Itaporanga, dos Granitóides de Quimismo Indiscriminados das formações Jucurutu, Açu e Jandaíra além dos depósitos Colúvio-eluviais e Aluvionares.

No que se refere à geologia local, durante os trabalhos de campo e levantamentos de dados do Banco de Dados de Informações Ambientais do IBGE (2021), identificou-se 1 (uma) unidade geológica que incide sobre todas as Áreas de Influência do Empreendimento: a Formação Açu. Dentre as litologias predominantes destacam-se arenitos, argilitos, folhelhos e hornsfels; esta última litologia corresponde a uma rocha de grãos muito finos que se formam como

resultado da intrusão de um magma em outras rochas, em especial nas rochas sedimentares mais argilosas.

Sobre os aspectos geomorfológicos, considerando o método de classificação utilizado neste Estudo, que consiste nas semelhanças entre as formas de relevo e sua gênese em relação aos fatores litológicos, estruturais e climáticos, a predominância das formas de relevo que marcam toda a área de influência do empreendimento é plana a suavemente ondulada, com presença de relevos residuais isolados oriundos de intensos processos de aplainamento das rochas da Formação Açu, classificadas como Depressão sertaneja.

Na área relativa ao Empreendimento, a Depressão Sertaneja apresenta padrões de relevo predominantemente plano e com suaves ondulações onde há a presença de domos q se sobressaem de forma isolada e espaçada, altura negligenciável. Em terrenos mais baixos há a presença de escassos canais de drenagem de caráter efêmero, pouco expressivo e de difícil identificação. Ondulações com declividades mais acentuadas são raras.

As cotas médias correspondem à elevação máxima de 216 m e elevação mínima de 112 m, em relação ao Nível Médio do Mar (NM). Deste modo há uma variação topográfica de 104 m entre os pontos mais altos relacionados aos relevos residuais e os pontos mais baixos ligados às bases topográficas.

Considerando os parâmetros de declividade, o relevo é predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividades isoladas mais acentuadas, correspondentes a relevos dômicos residuais com inclinações que variam, especificamente, entre 10% a 15%, classificadas na classe de relevo ondulado. Os parâmetros morfométricos mostraram as cotas de relevo mais altas e declividades mais acentuadas pontuais na porção Centro-Sul e W da ADA a AII geradas pela presença de relevos residuais dômicos.

A pedologia das Áreas de Influência do CFV CARAÚBAS é composta por Latossolos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo.

Considerando suas características físicas, os Latossolos possuem, de modo geral, boa permeabilidade. Por outro lado, a compactação do solo, seja por processos antrópicos ou naturais e retirada da cobertura vegetal pode desencadear processos que resultam em formas erosivas. Os registros de campo mostraram a formação de feições erosivas do tipo ravinas e voçorocas em pontos isolados onde o solo sofreu alterações de mecanização. A sua susceptibilidade a erosão é de ligeira a moderada. Assim, na instalação e operação do empreendimento é importante a implementação de programa de controle e monitoramento de processos erosivos. Ainda, no que se refere aos aspectos de conservação, é importa registrar as observações empregadas pela

EMBRAPA (2010) que em face à susceptibilidade à erosão, mesmo em relevo suave ondulado, práticas de conservação de solos são recomendáveis.

No que se refere à suscetibilidade, no arcabouço geral, os estudos apontaram para uma região que possui suscetibilidade a desertificação grave. Deste modo, intervenções antrópicas, principalmente aquelas relacionadas à supressão vegetal, devem ser aplicadas considerando a suscetibilidade a processos de desertificação como parâmetro inicial no estabelecimento de programas e medidas mitigadoras correlacionadas.

Sobre processos minerários não há registro destes que incidem sobre as Áreas de Influência do empreendimento. Os processos minerários identificados na região referem-se à extração de areia, calcário, granito e cobre. Destes, o mais próximos corresponde a extração de granito (4 km a SW) e areia (6 km a NW).

Quanto ao cenário hidrográfico da região destaca-se a predominância de cursos d'água intermitentes e efêmeros dentro do contexto da Bacia Apodi-Mossoró. Tal fato pode ser atribuído, principalmente, ao clima e as condições geológicas do terreno encontrado nesta região. Sobre os corpos hídricos superficiais, dentro das Áreas de Influência do empreendimento, há a presença de 3 cursos d'águas principais de regime Efêmero. Dois (2) desses canais localizam-se na porção N-NW cruzando todas as Áreas de Influência do Empreendimento até a porção Central da ADA. A drenagem desses canais contribui para a alimentação de pequenos "barreiros" que são mantidos por águas oriundas dos períodos de chuva. O outro curso d'água percorre a porção SE, dentro dos limites da AII.

Comportam-se essencialmente como canais de drenagem encaixados em declividades mais baixas do terreno sem contribuição significativa dentro do contexto da bacia hidrográfica na qual está inserido. Ademais, pequenas porções de corpos dágua, formados a partir da criação de barramentos artificiais, são encontradas nos limites das AID e AII, mas em grande parte do ano não possuem água acumulada. Dos registros feitos durante o presente estudo, apenas um barramento apresentou acúmulo de água localizado na porção NW dentro dos limites da AII. Ainda, O mapeamento realizado registrou padrões de drenagem lódicos que não apresentam o acúmulo de água por longo período no ano. Deste modo, pode ser caracterizado, seguindo os conceitos estabelecidos pelo Decreto 7.830/2012, como rios efêmeros.

Dentro do contexto regional, a área de estudo insere-se totalmente no Sistema correspondente ao Aquífero Açu. Da classificação das águas subterrâneas no município verifica-se a predominância de água salina em 39% dos pontos amostrado, seguida da água salobra, com 36%, e da água doce, com 25%.

Em relação ao uso da água, a CPRM (2005) afirma que 31% dos pontos cadastrados são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano para beber); 30% são utilizados para o uso doméstico secundário (água de consumo humano para uso geral); 30% para dessedentação animal, 8% para a agricultura e 1% para outros usos.

Existem 5 (cinco) poços localizados nas Áreas de Influência do Empreendimento, e concentrados nas porções SW e NW, nos limites da AII e AID, respectivamente. Todos são do tipo tubular.

Segundo o mapeamento do CECAV/ICMBIO (2012) e levantamentos de campo, não há a ocorrência de cavidades naturais inseridas nos limites das Áreas de Influência do CFV CARAÚBAS. As cavidades mais próximas são: Caverna Sem Noção e o Abrigo Sem Noção, ambas localizadas no município de Caraúbas (aproximadamente 13 km a NW dos limites da AII do Empreendimento). A localidade possui médio grau de potencialidade para a ocorrência de cavidades naturais.

De acordo com dados do Laboratório de Sismologia da UFRN – LABSIS/UFRN (2021), no último ano, os abalos sísmicos com ocorrência na região do Empreendimento, foram detectados sismos com magnitudes que variam entre 1,5 a 2,7 ML. São considerados microssismos ou sismos muito pequenos. São sismos imperceptíveis ou geralmente não sentido, apenas detectado/registado por sismógrafos. De todo modo, por se tratar de um fenômeno imprevisível e sem padrões de ocorrência e intensidade ao longo do tempo, para a instalação do Empreendimento deve-se atentar, dentre outras, para as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técncias – ABNT (Projeto 02:122.15-001 - Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento). Também, avaliações mais precisas devem levar em conta não somente dados dos sismos conhecidos em tempos históricos como também de paleossismos identificáveis em campo por métodos neotectônicos.

6.2. Meio Biológico

6.2.1. Metodologia

Para elaboração do diagnóstico do Meio Biológico (MB), fez-se necessário o reconhecimento das principais fisionomias florísticas e grupos faunísticos existentes na área do estudo, este, realizado nas Áreas de Influência do Complexo Fotovoltaico (CFV) Caraúbas, localizado na Zona Rural dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema /RN, composta pela: Área Diretamente Afetada - ADA, Área de Influência Direta - AID (500m a partir da ADA) e Área de Influência Indireta - AII (1500m a partir da AID). Nessas áreas foram realizados os trabalhos de

campo para compor o diagnóstico das fisionomias de interesse, os quais serão descritos neste capítulo.

As informações coletadas em campo são instrumento imprescindível e fonte de grande importância para avaliação dos impactos ambientais, devido ao uso de uma determinada área para construção do empreendimento fotovoltaico 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, realização de sobrevoo com Aeronave Remotamente Pilotada – ARP, transectos, busca ativa e auditiva (noturna e diurna) e parcelas de inventário florestal. Também foram realizadas entrevistas junto à população local, com o objetivo de adquirir informações adicionais sobre os representantes e condições da flora e fauna local, o levantamento para avaliação do impacto ambiental no meio biológico ocorreu primeiramente nos dias 12 a 14 de janeiro de 2021 (período seco), tendo sua segunda campanha nos dias 05 a 09 de maio de 2021 (período chuvoso). Além de pesquisa bibliográfica de cunho técnico-científica.

Ao longo deste capítulo serão mostrados tabelas, gráficos, mapas e fotos com a maioria dos registros obtidos *in loco* das fisionomias 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. Também serão utilizadas as novas listas das espécies da flora e fauna ameaçada de extinção no Brasil publicada em 2014 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O objetivo principal deste diagnóstico foi verificar as espécies vegetais e animais presentes no Bioma Caatinga, ocorrentes na AID e ADA do empreendimento fotovoltaico, verificando os locais de ocorrência, 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 devem ser conservados na área do empreendimento fotovoltaico, de acordo com a Legislação Ambiental vigente, com o grau de importância ecológica e de fragilidade dos ambientes.

6.2.2. Flora

A Caatinga é caracterizada como um mosaico de vegetação que cobre a maior parte do Semiárido Brasileiro. Essa vegetação abrange uma área de aproximadamente 800.000 km2, distribuindo-se pelos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, e Bahia e em parte do Estado de Minas Gerais (MMA, 2004). Este bioma é considerado como uma das 37 grandes regiões geográficas do planeta (AGUIAR et al., 2002) e possui a vegetação mais heterogênea dentre os biomas brasileiros (ENGLER, 1999; RIZZINI, 1997; ARAÚJO & COELHO, 2004).

A Caatinga forma um mosaico de florestas e vegetações xerófilas e decíduas, sendo também denominada como Savana-Estépica (MMA, 2004; PRADO, 2005; TABARELLI & SILVA, 2004; LEAL et al., 2005). Esse Bioma exclusivamente brasileiro por muito tempo foi negligenciado em termos de esforços para a sua conservação, provavelmente devido ao pensamento de que era homogêneo e pobre em endemismos e estava pouco alterado (MMA, 2004; LEAL et al., 2003a). Todavia, estudos mostram que a Caatinga apresenta-se de forma heterogênea (ANDRADE-LIMA, 1981; MACHADO & LOPES, 2004), apresentando quantidade considerável de endemismos (PRADO, 2003; MMA, 2004; PACHECO, 2004; OLIVEIRA et al., 2009) e que sua fisionomia se apresenta muito alterada em decorrência da ação humana (CASTELLETTI et al., 2004).

As fisionomias são muito variáveis, dependendo do regime de chuvas e do tipo de solo, encontrando-se desde florestas altas, arbustos baixos esparsos, com cactos e bromélias. Na maior parte das áreas da Caatinga, a altura das copas está em torno de 4 a 7 metros. Algumas emergentes podem alcançar até 10 metros (PRADO, 2003).

A vegetação onde se insere o CFV Caraúbas é composta por uma vegetação dominada pelo bioma do tipo Caatinga e é caracterizada como Caatinga Hiperxerófila. Sendo esta, a cobertura vegetal dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte relativamente baixo variando de fechada a espaçada. Entre outras espécies destacam-se a Jurema-Preta, Catingueira, Velame, Mufumbo, Imburana, Jucá, Angico, Mororó, Marmeleiro, Xique-Xique, Facheiro, Macambira, Carnaúba etc.

Detalhes da vegetação na Área de Influência Indireta e do empreendimento fotovoltaico podem ser observados nas ortofotos oblíquas e ortogonais oriundas do levantamento aerofotogramétrico realizado com drone, bem como, aquelas tiradas em solo. Alguns aspectos e características da vegetação presente na AII são apresentados na figura abaixo.


9 de mai de 2021 09:05:59
24M 671345 9366774

(A)


12 de jan de 2021 10:01:48
24M 669778 9362840

(B)


12 de jan de 2021 10:02:37
24M 669780 9362832

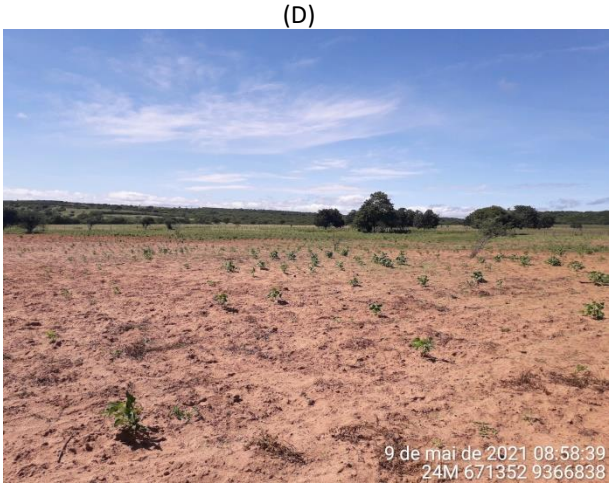
(C)


12 de jan de 2021 15:29:12
24M 666390 9365210

(D)


9 de mai de 2021 09:06:49
24M 671340 9366769

(E)


9 de mai de 2021 08:58:39
24M 671352 9366838

(F)



(G)



(H)



(I)



(J)

Foto 9 - Fisionomias vegetais, características, bem como, detalhe de espécies vegetais ocorrentes na AII do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe indivíduo adulto isolado de *Handroanthus sp.* (Pau-D'arco) em área degradada presente no interior da AII, no período chuvoso; (B) – Detalhe das características de parte da vegetação ao longo de via de acesso no interior da AII, no período seco; (C) – Detalhe das características de outra parte da vegetação no interior da AII, no período seco; (D) – Detalhe das características de parte da vegetação ao longo de outra via de acesso no interior da AII, no período seco; (E) – Detalhe de área degradada presente na AII. Predominância de *Anacardium occidentale* (Cajueiro) e área de pasto, no período chuvoso; (F) – Detalhe de área degradada para cultivo agrícola presente na AII, no período chuvoso; (G) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da AII, UTM 24M 668304.04 m E / 9363898.00 m S, no período chuvoso; (H) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AII, UTM 24M 668292.78 m E / 9363903.08 m S, no período chuvoso; (I) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AII, UTM 24M 671436.64 m E / 9367052.14 m S, no período chuvoso; (J) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AII, UTM 24M 671451.77 m E / 9366838.48 m S, no período chuvoso.

Elaboração: CSA, maio de 2021.

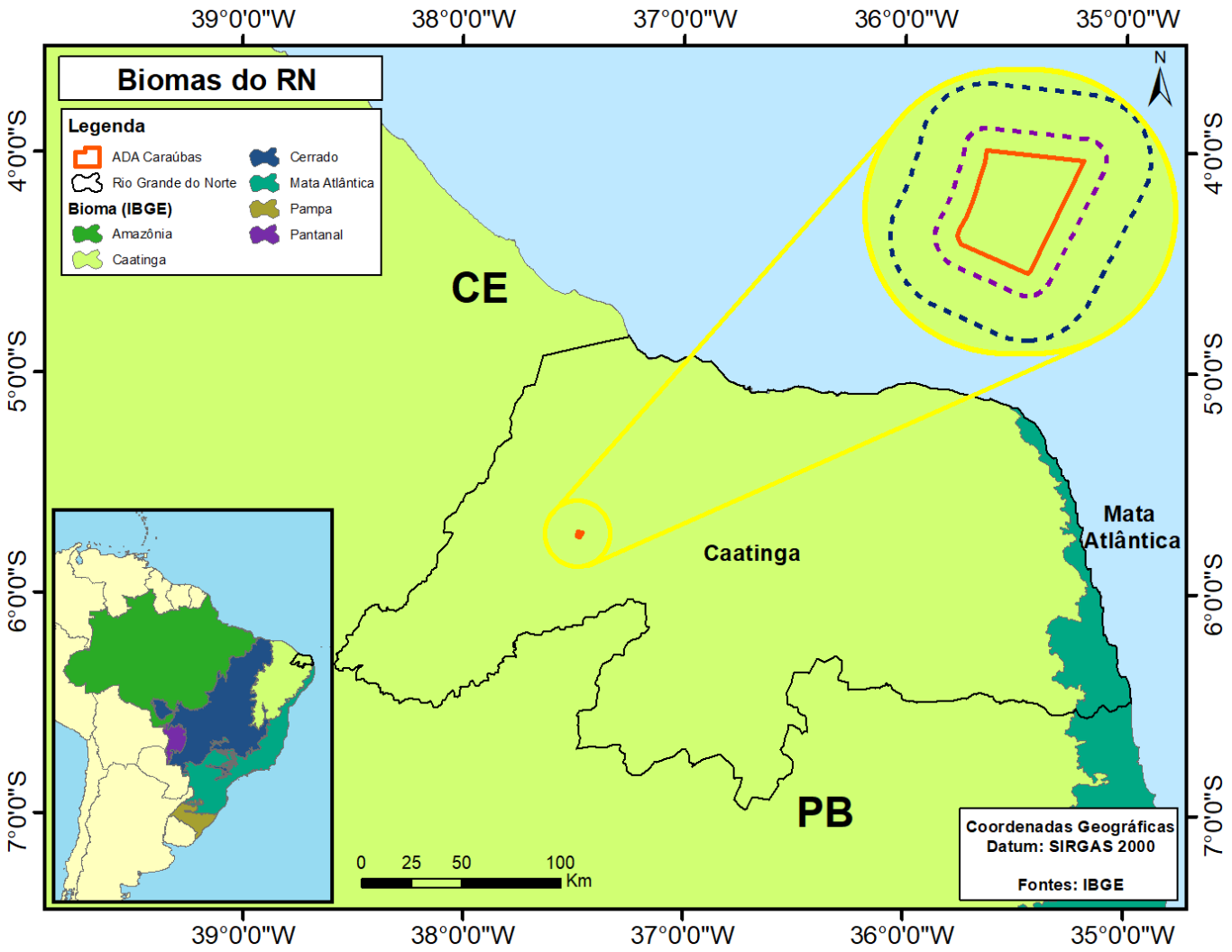


Figura 67 – Mapa dos biomas do Estado do Rio Grande do Norte, com destaque para a área do empreedimento que está totalmente inserido no Bioma Caatinga.
Fonte: IBGE (2018). Elaborado por CSA, junho de 2021.

- Aspectos Metodológicos

O presente estudo visa atender ao exigido pelo Instituto de Desenvolvimento e Meio Ambiente (IDEMA) para elaboração do Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e o Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), o EIA/RIMA do CFV Caraúbas, objetivando a verificação e caracterização das principais fisionomias florísticas das Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, 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 das espécies vegetais foram inicialmente levantados dados secundários obtidos na literatura especializada (AMORIM et al., 2005), 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 fotovoltaico, estas ocoreram nos dias 12 a 14 de janeiro de 2021 (período seco) e de 05 a 09 de maio de 2021 (período chuvoso). 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), onde foram registradas todas as espécies avistadas em caminhadas pré-estabelecidas (transectos) nas áreas de interesse, buscando-se percorrer o máximo da área total, para gerar informações abrangentes e estatisticamente representativas para as espécies e fisionomias vegetais, considerando-se inclusive as bordas dos fragmentos vegetais. Também foram realizadas entrevistas junto à população local, com o objetivo de adquirir informações adicionais sobre os representantes e condições da flora. A identificação da maioria das espécies foi realizada em campo.

Para o inventário florestal (fitossociologia), foi realizada a coleta de dados no período de e 05 a 09 de maio de 2021 na ADA do empreendimento fotovoltaico. A identificação das espécies catalogadas foi realizada com o auxílio de bibliografia especializada para família, gênero e espécie. Contou-se com auxilio de morador da região (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 (HUSCH

et al, 1972). A escolha das parcelas amostrais foi estabelecida arbitrariamente através da utilização de trilhas presentes no interior da ADA. Valendo-se 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, 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 seria de 10 x 10m, totalizando 100m2 cada.

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 barbante;
- Suta artesanal;
- Trena de fibra 25m;
- Vara graduada de 4 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 fotovoltaico, assim como, registros fotográficos dos aspectos metodológicos utilizados e os mapas com as respectivas espacializações (

Tabela **12**,

Tabela **13** e

Tabela **14**) e (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 12 – Pontos Amostrais utilizados para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema / RN

Ponto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas (UTM, Datum SIRGAS 2000)		Fisionomia Levantada
		X	Y	
1/1	AID	667205.17	9365258.69	Flora
1/2	AID	669757.26	9365138.66	Flora
1/3	AID	670574.39	9366788.43	Flora
1/4	AID	670967.60	9366873.00	Flora
1/5	AID	670583.77	9367017.79	Flora
1/6	AID	670508.24	9366919.92	Flora
1/7	AID	670451.94	9366946.00	Flora
1/8	AII	671100.75	9367998.25	Flora
1/9	AII	671204.15	9367302.47	Flora
1/10	ADA	670348.76	9366608.89	Flora
1/11	ADA	670082.91	9366627.24	Flora
1/12	AII	669779.61	9362831.70	Flora
1/13	AID	669707.24	9364108.10	Flora
1/14	AID	669646.79	9364053.83	Flora
1/15	AII	666394.24	9365218.31	Flora
1/16	AID	667328.57	9365493.42	Flora
1/17	AID	668020.32	9366508.35	Flora
1/18	AID	668381.63	9367443.45	Flora
1/19	ADA	668487.49	9367017.52	Flora
1/20	ADA	667755.05	9365030.61	Flora
1/21	AID	668090.64	9364289.93	Flora
1/22	AID	668538.32	9364071.89	Flora
1/23	AID	668962.04	9363882.85	Flora
1/24	AII	668306.53	9363913.33	Flora
1/25	ADA	669289.74	9365194.14	Flora
1/26	ADA	669020.96	9365314.85	Flora

2/1	AID	668459.36	9364160.58	Flora
2/2	AID	668482.49	9364177.25	Flora
2/3	ADA	669282.44	9366780.06	Flora
2/4	ADA	669158.41	9366778.88	Flora
2/5	AII	671348.05	9366840.68	Flora
2/6	ADA	669284.05	9366786.57	Flora
2/7	ADA	669616.93	9366658.95	Flora
2/8	AID	668739.00	9364016.00	Flora
2/9	ADA	669436.00	9366747.00	Flora
2/10	ADA	669186.81	9366717.39	Flora
2/11	ADA	668859.98	9366665.88	Flora
2/12	ADA	668779.79	9366777.93	Flora
2/13	ADA	668779.49	9366777.47	Flora
2/14	ADA	668628.34	9366880.48	Flora
2/15	ADA	668344.60	9366688.01	Flora
2/16	ADA	669820.85	9366622.35	Flora
2/17	ADA	670000.67	9366618.68	Flora
2/18	ADA	670395.70	9366617.14	Flora
2/19	ADA	668726.22	9365281.10	Flora
2/20	ADA	668634.73	9365264.33	Flora
2/21	ADA	668544.70	9365260.07	Flora
2/22	ADA	668380.03	9365280.25	Flora
2/23	ADA	668256.86	9365265.29	Flora
2/24	ADA	668105.87	9365291.24	Flora
2/25	ADA	667928.89	9365353.67	Flora
2/26	ADA	667854.67	9365441.84	Flora
2/27	ADA	667828.01	9365435.08	Flora
2/28	ADA	668303.60	9365285.01	Flora
2/29	ADA	668603.81	9365209.91	Flora
2/30	ADA	669243.23	9365190.33	Flora
2/31	ADA	669471.29	9365096.86	Flora

2/32	AID	669567.94	9364820.07	Flora
2/33	AID	669287.48	9364283.11	Flora

Elaboração: CSA, junho de 2021.

Tabela 13 – Coordenadas geográficas Centrais das parcelas amostrais ralizadas no levantamento fitossociológico na ADA do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema/RN

Parcela	Área de Influência	Coordenadas Geográficas centrais das parcelas (UTM, Datum SIRGAS 2000)		Fisionomia Levantada
		X	Y	
A1	ADA	669472.00	9365097.00	Flora
A2	ADA	669244.69	9365194.84	Flora
A3	ADA	668906.65	9365384.19	Flora
A4	ADA	667855.02	9365441.62	Flora
A5	ADA	667928.89	9365353.67	Flora
A6	ADA	668105.93	9365291.77	Flora
A7	ADA	668256.86	9365265.29	Flora
A8	ADA	668378.27	9365278.49	Flora
A9	ADA	668545.09	9365259.89	Flora
A10	ADA	668726.00	9365278.00	Flora
A11	ADA	670394.63	9366618.45	Flora
A12	ADA	670177.90	9366641.07	Flora
A13	ADA	670003.66	9366612.32	Flora
A14	ADA	669820.85	9366622.35	Flora
A15	ADA	668344.60	9366688.01	Flora
A16	ADA	668627.36	9366879.95	Flora
A17	ADA	668861.26	9366664.45	Flora
A18	ADA	669186.81	9366717.39	Flora
A19	ADA	669437.35	9366747.22	Flora
A20	ADA	669611.87	9366655.01	Flora

Elaboração: CSA, junho de 2021.

Tabela 14 – Coordenadas geográficas iniciais e finais dos transectos realizados no levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema/RN

Transecto	Área de Influência	Coordenadas Geográficas iniciais e finais dos transectos (UTM, Datum SIRGAS 2000)				Tamanho	Fisionomia Levantada
		X inicial	Y final	X inicial	Y final		
T1	ADA	670401.00	9366593.00	669796.00	9366663.00	610 m	Flora
T 2	ADA	669733.00	9366675.00	668964.00	9366753.00	804 m	Flora
T 3	ADA	668903.00	9366759.00	668274.00	9366652.00	687 m	Flora
T 4	ADA	669673.00	9365092.00	668923.00	9365352.00	812 m	Flora
T 5	ADA	668892.00	9365352.00	668305.00	9365285.00	620 m	Flora
T 6	ADA	668266.00	9365301.00	667840.00	9365433.00	464 m	Flora
T 7	AID	668615.00	9364535.00	668457.00	9364156.00	467 m	Flora
T 8	AID	668094.00	9364274.00	668964.00	9363880.00	957 m	Flora
T 9	AII	668430.00	9364065.00	668292.00	9363921.00	250 m	Flora
T 10	AID	670938.00	9366977.00	669627.00	9367131.00	1.320 m	Flora
T 11	AID	669276.00	9364274.00	669664.00	9365032.00	851 m	Flora
T 12	AII	666194.00	9365283.00	667169.00	9365275.00	987 m	Flora
T 13	AII	671116.00	9368128.00	670995.00	9367094.00	1.040 m	Flora

Elaboração: CSA, junho de 2021.



(A)



(B)


12 de janeiro de 2021
24M 670141 9366617

(C)



(D)



(E)


09/05/2021 11:10
24M 668599 9364507

(F)


5 de mai de 2021 15:23:13
24M 669469 9365105

(G)


A1
669422
9365096
5 de mai de 2021 15:19:10
24M 669479 9365104

(H)



(I)



(J)

Foto 10 – Registros dos aspectos metodológicos utilizados no levantamento florístico e fitossociológico utilizados nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico. (A) – Registro fotográfico do momento da realização de entrevista ocorrida no interior da AID; (B) – Registro fotográfico do momento da realização de outra entrevista ocorrida no interior da AID. (C) – Registro fotográfico do momento da realização de transecto, observação e registro de campo no interior da ADA, ocorrida no período seco; (D) – Ortofoto oblíqua mostrando momento da realização de transecto, observação e registro de campo. Ocorrido no interior da AID, UTM 24M 669710.41 m E / 9364082.27 m S, no período seco; (E) – Ortofoto oblíqua mostrando momento de caminhada na mata para observação e registro de campo. Ocorrida o interior da AID, UTM 24M 669674.15 m E / 9364061.66 m S, no período seco; (F) – Registro fotográfico de momento de realização observação e registro de campo. Ocorrida no interior da ADA, no período chuvoso; (G) – Registro fotográfico dos equipamentos utilizados na metodologia de levantamento fitossociológico. No interior da ADA; (H) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 1) em um dos respectivos vértices observa-se as coordenadas geográficas centrais da parcela. No interior da ADA; (I) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 10) em um dos respectivos vértices observa-se as coordenadas geográficas centrais da parcela. No interior da ADA; (J) – Registro fotográfico da identificação de parcela amostral (Amostra 20) em um dos respectivos.

Elaboração: CSA, junho de 2021.

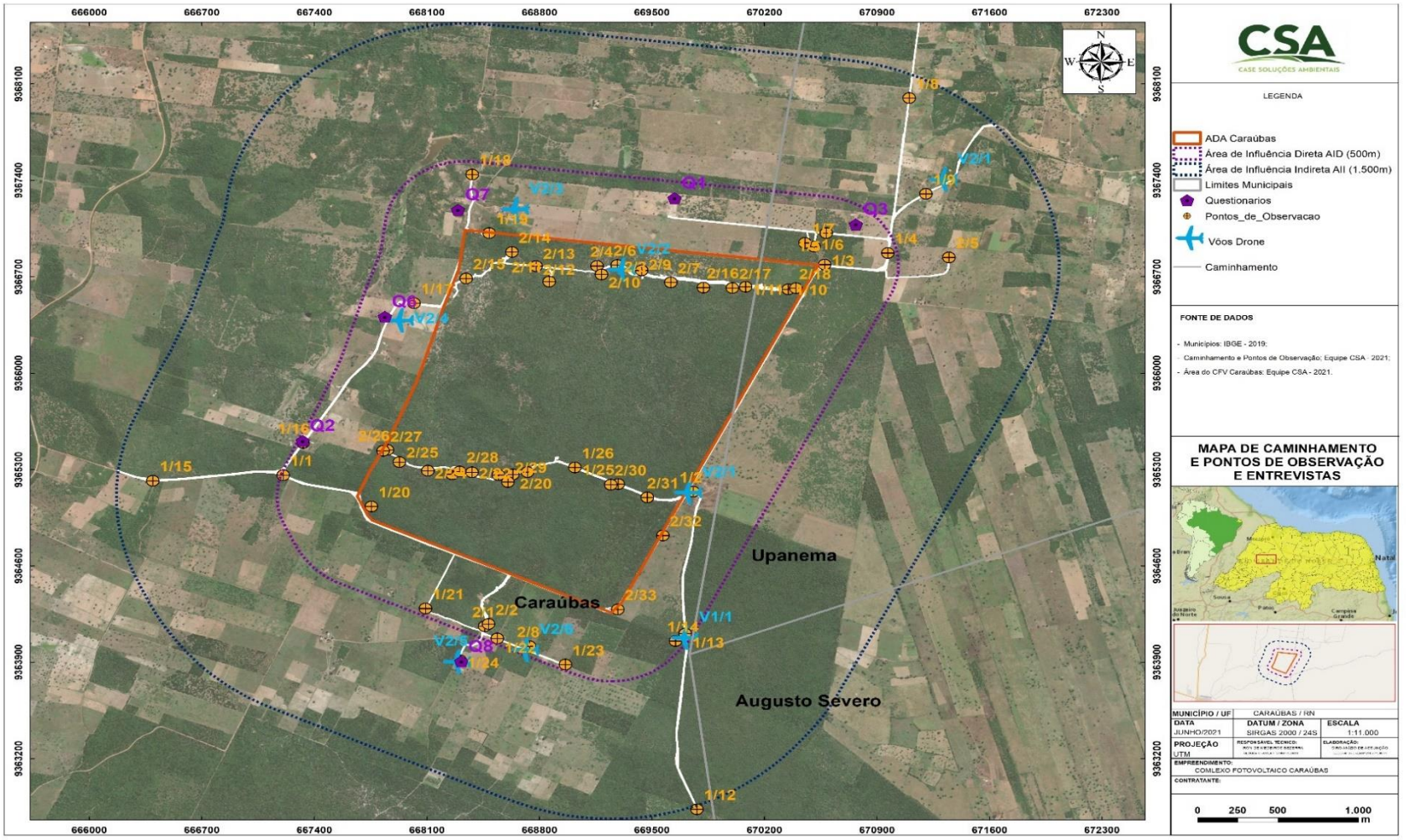


Figura 68 – Mapa dos pontos amostrais para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Município de Caraúbas e Upanema/RN. Fonte: CSA, junho de 2021.

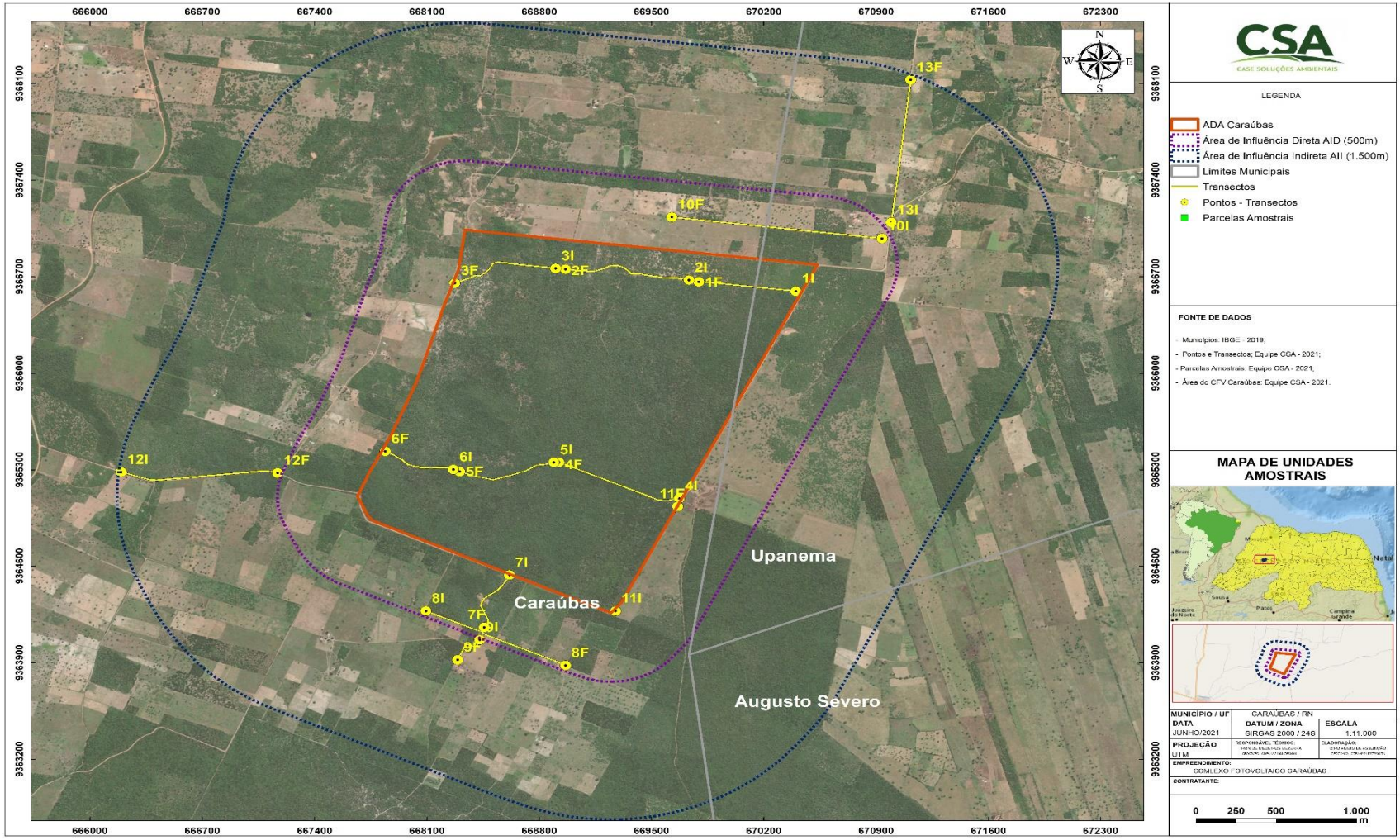


Figura 69 - Mapa dos pontos amostrais para o levantamento florístico nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Municípios de Caraúbas e Upanema/RN. Fonte: CSA, junho de 2021.

- Análise dos dados dendrométricos

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

A riqueza de espécies obtidas nas parcelas será apresentada por meio da curva de acumulativa de espécies e por meio de estimadores de riqueza (Jackniffe 1 e Chao 2).

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 Chao 2 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:

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:

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

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).

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.

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.

- Levantamento florístico

- Fisionomias vegetais ocorrentes na AII (dados secundários)

De um modo geral, a região Oeste Potiguar é dominada pelo Bioma Caatinga. Na região dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, há a predominância de três (3) fisionomias vegetais representativas:

- Savana-Estépica Arborizada, formada por pequenas árvores e arbustos esparsos e separados por solos nus ou recoberto por tapetes de herbáceas;
- Savana-Estépica Florestada, situada nas áreas menos impactadas, geralmente pertencente aos remanescentes florestais destinados as Reservas Legal. Formada basicamente por uma vegetação arbórea mais alta e adensada com menor ocorrência de arbustos. Caracterizada pela abundância de espécies de plantas, ocorrendo também à presença de espécies cactos, bromélias, lianas e trepadeiras. (IDEMA, 2008);
- Savana-Estépica Antropizada ou Degradada, composta basicamente por pasto, culturas agrícolas e vegetação herbácea-arbustiva nativa que cresce espontaneamente em áreas antes desnudas.

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

A paisagem da AII é constituída por fisionomias vegetais típicas da caatinga, idênticas as que são encontrados em toda a região. A vegetação nativa quando presente na AII assemelha-se a existente na AID e ADA. Dessa forma, as informações serão apresentadas de forma mais detalhadas na AID e ADA, servindo também para complementar e detalhar as informações apresentadas aqui na AII.

- Tipologias vegetais ocorrentes na AID e na ADA (dados primários)

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

Para a Caatinga Hiperxerófita são definidos quatro tipos de fisionomias: Savana-Estépica Florestada, Savana-Estépica Arborizada, Savana- Estépica Parque e Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa (IBGE 2012). Esta, por sua vez, será a nomenclatura utilizada na classificação da vegetação ocorrente nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico.

Na AID e ADA temos a ocorrência das três fisionomias florísticas citadas anteriormente:

- Caatinga Hiperxerófita subdividida em: Savana-Estépica Arborizada, Savana-Estépica Florestada;
- Savana-Estépica Antropizada: Culturas agrícolas de subsistência e/ou pecuária.

Como pode ser observado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** abaixo, na AII e AID do empreendimento fotovoltaico predominam áreas antropizadas, intercalanda nessas, existem áreas com vegetação de Caatinga degradada e ora bem preservada, com a presença de espécies exóticas bem representativas, principalmente as frutíferas e também áreas de agricultura e pasto. A seguir serão descritas tais fisionomias vegetais aqui identificadas.

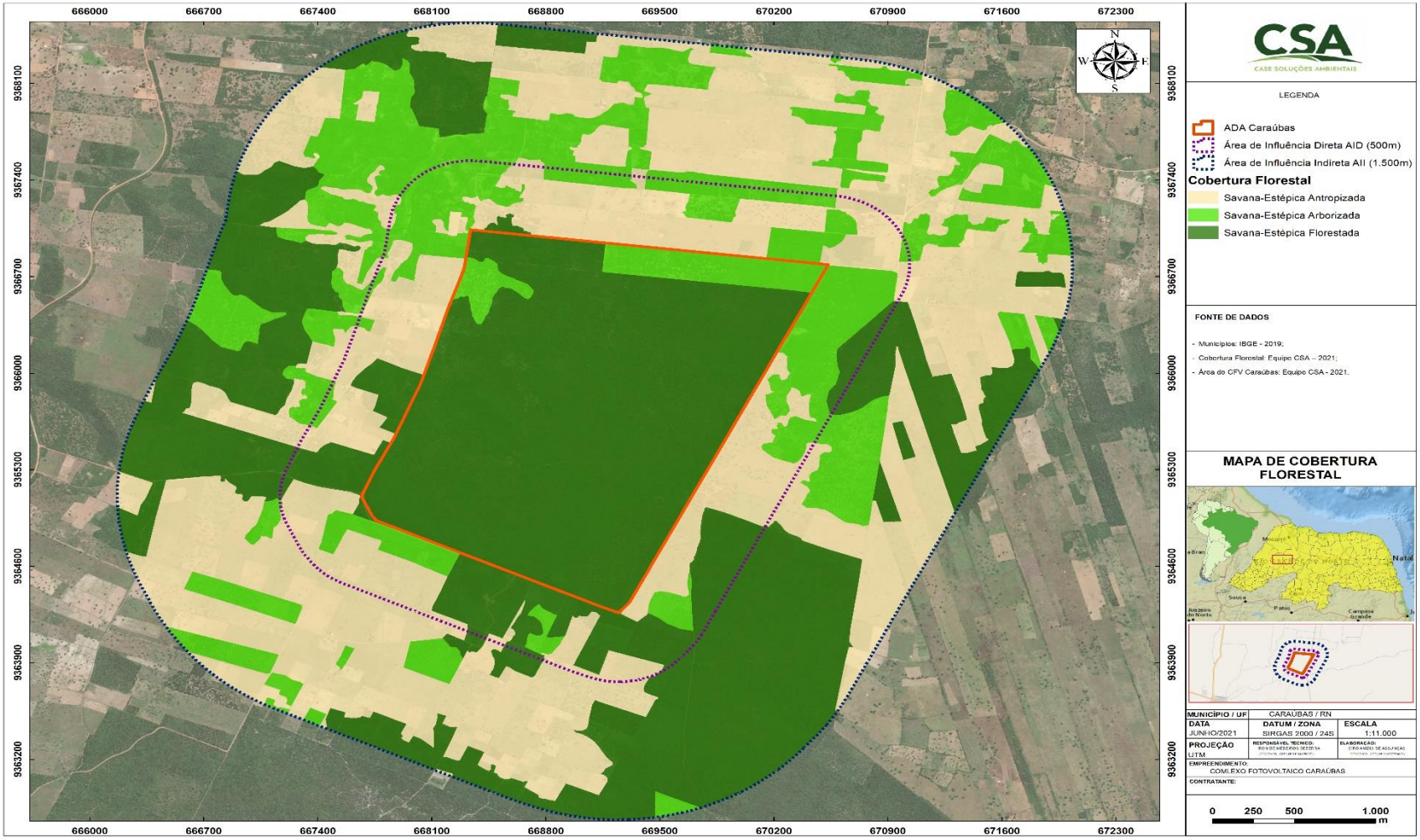


Figura 70 – Mapa das tipologias vegetais presentes nas Áreas de Influências do empreendimento fotovoltaico.
Fonte: CSA, junho de 2021.

O estrato arbóreo é o mais desenvolvido, caracterizado por espécies que ocorrem em todas as Áreas de Influência (ADA, AID e AII). As principais espécies, ou seja, aquelas que apresentam alta densidade são: *Anadenanthera colubrina* (Angico), *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira-do-Sertão), *Poincianella pyramidalis* (Catingueira), Mimosa tenuiflora (Jurema-Preta), *Pilosocereus pachycladus* (Faxeiro), *Copernica prunifera* (Carnaúba), *Piptadenia moniliformis* (Catanduva), *Caesalpinia férrea* (Jucá), *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), *Anacardium occidentale* (Cajueiro), *Comiphora leptophloeos* (Imburana), dentre outras.

Aquelas que apresentam baixa densidade são: *Spondias mombin* (Cajarana) *Schinopsis brasiliensis* (Baraúna), *Tabebuia caraiba* (Craibeira), *Mimosa arenosa* (Jurema-Branca), *Erythrina mulungu* (Mulungu), *Handroanthus sp.* (Pau-D'arco), *Spondias tuberosa* (Imbuzeiro), *Caesalpinia leiostachya* (Jucá / Pau-Ferro), Ziziphus joazeiro (Juazeiro), *Sideroxylon obtusifolium* (Quixabeira), *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá), *Licania rigida* (Oiticica), dentre outras.

Na AII e AID existe uma grade quantidade de espécies exóticas, principalmente frutíferas: *Annona squamosa* (Pinha), *Mangifera indica* (Mangueira), *Leucaena leucocephala* (Leucena), *Syzygium cumini* (Azeitona-Roxa), *Malpighia emarginata* (Acerola), *Azadirachta indica* (Niim), *Spondias purpurea* (Ceriguela), *Prosopisjuliflora* (algaroba), dentre outras. Conforme os registros fotográficos apresentados abaixo.



(A)



(B)


9 de mai de 2021 10:56:53
24M 668455 9364359

(C)


13 de jan de 2021 07:42:32
24M 668382 9364146

(D)


12 de jan de 2021 10:40:12
24M 669752 9365142

(E)


9 de mai de 2021 11:05:55
24M 668594 9364492

(F)


9 de mai de 2021 10:14:00
24M 669411 9366713

(G)


9 de mai de 2021 11:00:54
24M 668534 9364438

(H)


9 de mai de 2021 10:57:22
24M 668458 9364365

(I)


9 de mai de 2021 10:59:05

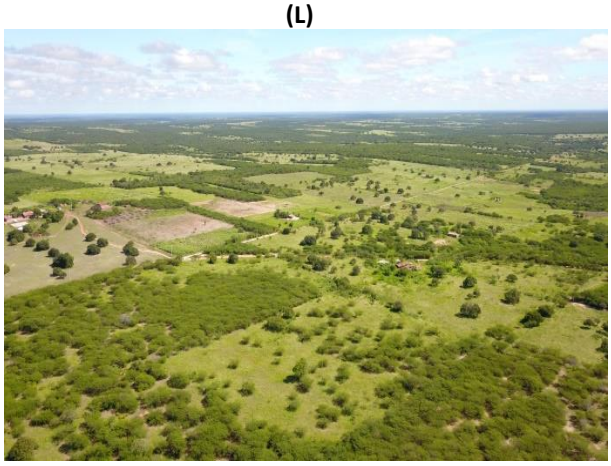
(J)


9 de mai de 2021 08:10:35

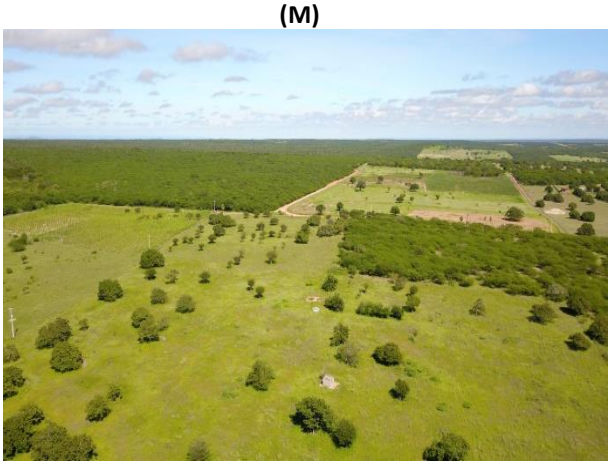
(L)


9 de mai de 2021 11:04:05
24M 668575 9364461

(M)



(N)



(O)



(P)



(Q)



(R)



(S)

Foto 11 - Fisionomias vegetais, características, bem como, detalhe de espécies ocorrentes na AID do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe das características de parte da vegetação no interior da AID observa-se indivíduo adulto de *Poincianella bracteosa* (Catingueira), no período chuvoso; (B) – Detalhe das características de parte da vegetação ao longo de via de acesso no interior da AID, no período chuvoso; (C) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da AID, no período chuvoso; (D) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da AID, no período seco; (E) – Detalhe de indivíduo adulto de *Heliotropium indicum* (Fedegoso-Crista-de-Galo) no interior da AID, no período chuvoso; (F) – Detalhe de inflorescências de *Piptadenia moniliformis* (Catanduva) no interior da AID, no período chuvoso; (G) – Detalhe de frutos de *Cardiospermum corindum* (Balãozinho) no interior da AID, no período chuvoso; (H) – Detalhe de fruto de *Ziziphus joazeiro* (Juazeiro) no interior da AID, no período chuvoso; (I) – Detalhe de inflorescência de *Croton sonderianus* (Marmeleiro) no interior da AID, no período chuvoso; (J) – Detalhe de frutos de *Croton sonderianus* (Marmeleiro) no interior da AID, no período chuvoso; (L) – Detalhe de flor de *Ipomoea asarifolia* (Salsa) no interior da AID, no período chuvoso; (M) – Detalhe de inflorescência de *Cnidoscolus urens* (Urtiga) no interior da AID, no período chuvoso; (N) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em área no interior da AID observa-se áreas degradadas, UTM 24M 668638.95 m E / 9367193.22 m S, no período chuvoso; (O) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AID observa-se áreas degradadas e a ADA ao fundo, UTM 24M 671348.18 m E / 9366846.24 m S, no período chuvoso; (P) – Ortofoto obliqua mostrando a características da vegetação outra área no interior da AID observa-se a vegetação muito ora preservada, UTM 24M 669634.50 m E / 9364140.26 m S, no período seco; (Q) – Ortofoto obliqua mostrando a características da vegetação de outra área no interior da AID observa-se a vegetação bem preservada, UTM 24M 669605.73 m E / 9364123.66 m S, no período seco; (R) – Ortofoto oblíqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da AID observa-se áreas bem degradadas, UTM 24M 668137.37 m E / 9366178.63 m S, no período chuvoso; (S) – Ortofoto oblíqua mostrando as características

da vegetação em outra área no interior da AID observa-se áreas preservadas, UTM 24M 668726.96 9363991.82 m S, no período chuvoso;

Elaboração: CSA.

- Savana-Estépica Arborizada

Esta fisionomia caracteriza-se por apresentar pequenos arbustos ou arvóres de porte mais baixo (5 m) e cujas folhas caem totalmente na época seca; com caules retorcidos e esbranquiçados. São espécies de alto valor econômico e ecológico para a região, seus caules são explorados como carvão e lenha. O estrato arbustivo é predominante e regularmente uniforme formando clareiras, fazendo com que o solo fique exposto à insolação e aos ventos, e sendo constituído por poucos elementos florísticos de porte arbóreo como: *Amburana cearensis* (Cumaru), *Auxemma oncocalyx* (Pau-Branco), *Commiphora leptophloeos* (Imburana), *Handroanthus sp.* (Pau-D'arco), Piptadenia moniliformis (Catanduva) e etc.

Foi constatada em campo e corroborada pelo levantamento aerofotogramétrico realizado com *drone*, que uma área classificada com essa fisionomia é observada no Interior da ADA também, esta por sua vez, é o resultado de que em tempos passados ocorreu um alto nível de antropização com enormes áreas ocupadas por atividade de carvoaria, há alguns anos essa atividade foi abandonada, proporcionando o processo de regeneração natural em estado avançado sem nenhuma intervenção antrópica. Nesta área predomina-se a espécie *Mimosa tenuiflora* (Jurema-Preta) pelo seu alto grau de adaptabilidade.

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 Velame (*Croton campestris*), *Froelichia humboldtiana* (Ervaço), *Heliotropium indicum* (Fedegoso-Crista-de-Galo), *Commelina erecta* (Santa-Luzia), *Indigofera sp.* (Anil), *Mimosa modesta* (Malícia), Scoparia dulcis (Vassourinha), e *Turnera subulata* (Chanana). Pereira *et al*., (2001), citam essas espécies como indicadoras de áreas perturbadas, favorecendo assim a colonização de setores em regeneração. Desenvolvem-se com muita frequência, as espécies vulgarmente conhecidas como Olho-de-Boi (*Pavonia varians*), Flor-de-Seda (*Calotropis procera*), entremeadas por algumas cactáceas como o Xique-Xique (*Pilocereus gounellei*), Cardeiro (*Cereus jamacaru*), Coroa-de-Frade (*Melocactus sp.*) e Macambira (*Bromelia laciniosa*). Alguns detalhes dessa fisionomia e espécies podem ser observados nos rregistros fotográficos, presente no tópico a seguir.

- Savana-Estépica Florestada

Esta fisionomia é predominantemente arbórea, de forma mais densa e alta, alcançando até 10m, com algumas espécies de arbustos menos frequentes, sendo caracterizado por espécies que ocorrem também em outras fisionomias vegetais. Os principais representantes desse tipo de fisionomia são: *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), *Auxemma oncocalyx* (Pau-Branco), *Cynophalla flexuosa* (Feijão-Bravo), *Combretum leprosum* (Mofunbo), *Poincianella pyramidalis* (Catingueira), Mimosa tenuiflora (Jurema-Preta), *Pilosocereus pachycladus* (Faxeiro), *Copernica prunifera* (Carnaúba), *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), *Comiphora leptophloeos* (imburana), *Piptadenia moniliformis* (Catanduva), etc.

É frequente a coexistência de vegetação do estrato trepador como por ex: *Ipomoea cf. fimbriosepala* (Jitirana), *Momordica charantia* (Melão-Caetano), *Momordica charantia* (Erva-de-São-Caetano), *Dalechampia scandens* (Cipó-Urtiga), *Mimosa pudica* (Malícia), *Mimosa acutistipula* (Malícia-de-Boi), *Struthantus flexicaulis* (Erva-de-Passarinho), *Passiflora cincinnata* (Maracujá-do-Mato), *Cardiospermum corindum* (Balãozinho), *Urtica galeopsifolia* (Urtiga-de-Rama), etc.

Essa fisionomia encontra-se atualmente com sinais de degradação em alguns setores. São espécies de alto valor econômico e ecológico para a região, seus caules são explorados para a produção de carvão vegetal, lenha e estacas. Porém, é notável o excelente grau de conservação no tocante a situação atual da vegetação de praticamente toda a extensão da área compreendida pela ADA, isso se deve ao caso da área em questão, não ter sofrido significativas intervenções ao longo dos anos, assim sendo, torna-se a área mais preservada da região, diferenciando-a de outras alí, considerando-se também o fato de que não há a presença de habitações ou de população residente nesta área. Alguns detalhes dessas fisionomias e espécies podem ser observados nos registros fotográficos apresentados na foto abaixo.


9 de mai de 2021 07:59:37
24M 669732 9365144

(A)



(B)


7 de mai de 2021 08:06:04
24M 668530 9366805

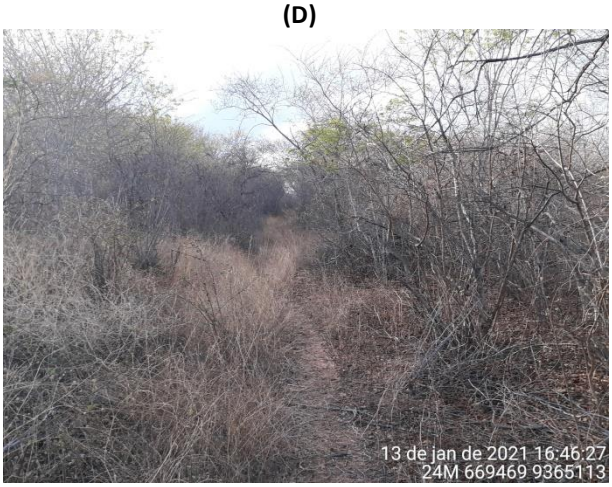
(C)


7 de mai de 2021 10:08:48
24M 668861 9366664

(D)


6 de mai de 2021 11:44:00
24M 668635 9365264

(E)


13 de jan de 2021 16:46:27
24M 669469 9365113

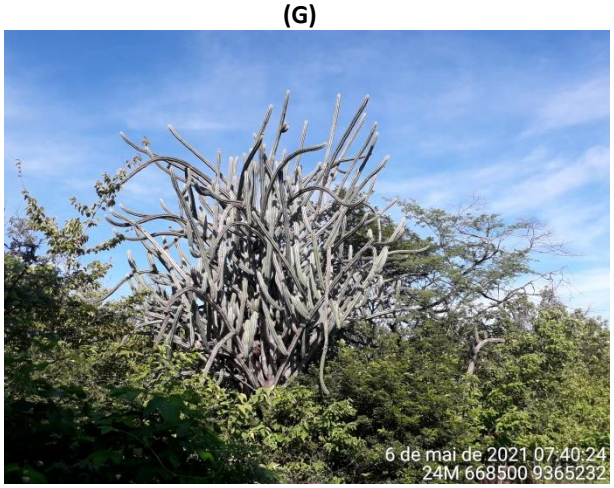
(F)


6 de mai de 2021 07:26:06
24M 669052 9365304

(G)


12 de jan de 2021 10:22:59
24M 669647 9364055

(H)


6 de mai de 2021 07:40:24
24M 668500 9365232

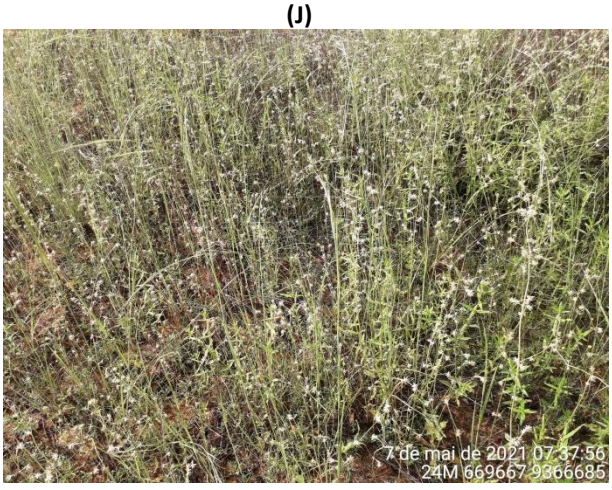
(I)


6 de mai de 2021 07:52:24
24M 667995 9365333

(J)


7 de mai de 2021 07:39:26
24M 669585 9366701

(L)


7 de mai de 2021 07:37:56
24M 669667 9366685

(M)


7 de mai de 2021 07:42:13
24M 669523 9366703

(N)


6 de mai de 2021 10:30:37
24M 668257 9365265

(O)


6 de mai de 2021 15:57:03
24M 670322 9366608

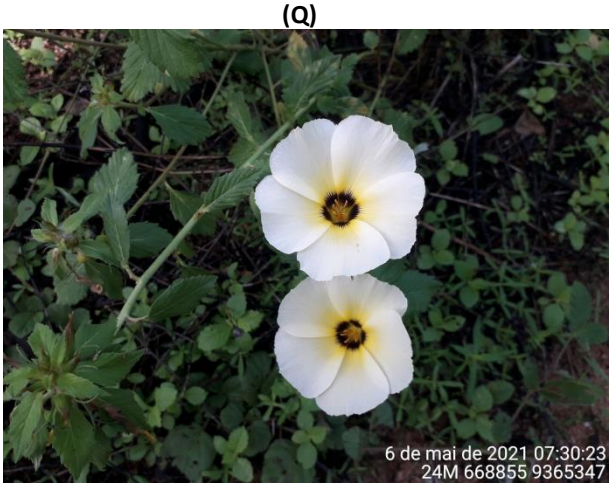
(P)


7 de mai de 2021 08:50:53
24M 668345 9366688

(Q)


9 de mai de 2021 11:04:48
24M 668584 9364467

(R)


6 de mai de 2021 07:30:23
24M 668855 9365347

(S)


6 de mai de 2021 07:13:16
24M 669533 9365089

(T)


7 de mai de 2021 07:26:01
24M 670098 9366630

(U)


7 de mai de 2021 16:33:31
24M 669612 9366652

(V)


7 de mai de 2021 09:48:34
24M 668878 9366714

(X)


7 de mai de 2021 07:24:18
24M 670158 9366624

(Z)


7 de mai de 2021 07:35:49
24M 669728 9366683

(W)



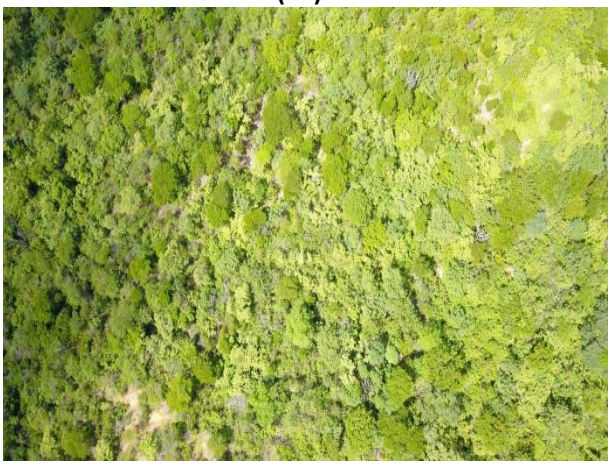
(A1)



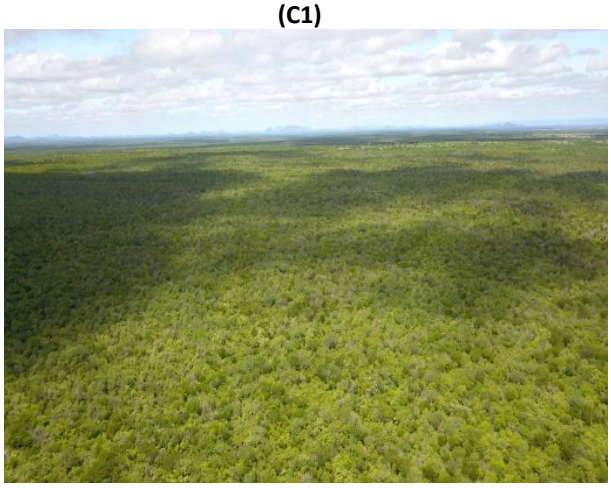
(B1)



(C1)



(D1)



(E1)



(F1)



(G1)



(H1)

Foto 12 - Fisionomias vegetais, características, bem como, detalhe de espécies ocorrentes na ADA do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe de indivíduo adulto de *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúba) no interior da ADA, no período chuvoso; (B) – Detalhe de vista inferior de copa de indivíduo adulto de *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúba) no interior da ADA, no período chuvoso; (C) – Detalhe das características de parte da vegetação no interior da ADA observa-se indivíduos adultos de *Copernica prunifera* (Carnaúba), no período chuvoso; (D) – Detalhe das características de outra parte da vegetação no interior da ADA observa-se indivíduos adultos de *Piptadenia moniliformis* (Catanduva), no período chuvoso; (E) – Detalhe das características de parte da vegetação presente em trilha no interior da ADA, no período chuvoso; (F) – Detalhe das características de parte da vegetação presente em outra parte da trilha no interior da ADA, no período seco; (G) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA, no período chuvoso; (H) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA, no período seco; (I) – Detalhe de indivíduo adulto de *Pilosocereus pachycladus* (Faxeiro) no interior da ADA, no período chuvoso; (J) – Detalhe de indivíduo adulto de *Pilosocereus gounellei* (Xique-Xique) no interior da ADA, no período chuvoso; (L) – Detalhe de concentração *Aristida setifolia* (Capim-Panasco) no interior da ADA, no período chuvoso; (M) – Detalhe de concentração *Froelichia humboldtiana* (Ervaço) *e Aristida setifolia* (Capim-Panasco) no interior da ADA, no período chuvoso; (N) – Detalhe de concentração de *Mimosa pudica* (Malícia) no interior da ADA, no período chuvoso; (O) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA no período chuvoso observa-se o pouco espaçamento entre os indivíduos arbóreos; (P) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA no período chuvoso observa-se o espaçamento entre os indivíduos arbóreos; (Q) – Detalhe das características de outra parte da vegetação presente no interior da ADA no período chuvoso observa-se o espaçamento entre os indivíduos arbóreos; (R) – Detalhe de inflorescências de *Lantana camara* (Cambará) no interior da ADA, no período chuvoso; (S) – Detalhe de flores de *Turnera subulata* (Chanana) no interior da ADA, no período chuvoso; (T) – Detalhe de flor de *Commelina erecta* (Santa-Luzia) no interior da ADA, no período chuvoso; (U) – Detalhe de flor de *Pombalia calceolaria* (Pepaconha) no interior da ADA, no período chuvoso; (V) – Detalhe de frutos de *Bromelia laciniosa* (Macambira) no interior da ADA, no período chuvoso; (X) – Detalhe de indivíduo adulto de *Melocactus bahiensis* (Coroa-de-Frade) no interior da ADA, no período chuvoso; (Z) – Detalhe de flores de *Mimosa acutistipula* (Malícia-de-Boi) no interior da ADA, no período chuvoso; (W) – Detalhe de flores de *Passiflora cincinnata* (Maracujá-do-Mato) no interior da ADA, no período chuvoso; (A1) – Detalhe de flor de *Allamanda blanchetii* (Sete-Patacas-Roxa) no interior da ADA, no período chuvoso; (B1) – Detalhe de inflorescência de *Richardia grandiflora* (Asa-de-Pato) no interior da ADA, no período chuvoso; (C1) – Ortofoto ortogonal mostrando as características da vegetação em área no interior da ADA observa-se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669478.15 m E / 9365162.67 m S, no período seco; (D1) – Ortofoto ortogonal mostrando as características da vegetação em outra área no interior da ADA observa-se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669204.59 m E / 9366715.17 m S, no período chuvoso; (E1) – Ortofoto obliqua mostrando a extensão e características da vegetação no interior da ADA observa-se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669180.52 m E / 9366401.00 m S, no período chuvoso; (F1) – Ortofoto obliqua mostrando a extensão e características da vegetação no interior da ADA observa-

se a vegetação muito bem preservada, UTM 24M 669559.92 m E / 9365387.42 m S, no período seco; (G1) – Ortofoto obliqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da ADA observa-se a vegetação bem preservada mais a direita e uma vegetação em regeneração mais a esquerda, UTM 24M 669384.24 m E / 9365111.30 m S, no período seco; (H1) – Ortofoto obliqua mostrando as características da vegetação em outra área no interior da ADA observa-se a vegetação bem preservada mais a direita e uma vegetação em regeneração mais a esquerda, UTM 24M 669627.88 m E / 9366608.04 m S, no período chuvoso.

Elaboração: CSA.

A segmentação e mapeamento destas duas fisionomias (Savana-Estépica Arborizada e Savana-Estépica florestada) foram possíveis pelas observações em campo e corroborado com o levantamento aerofotogramétrico. Tais fisionomias apesar da grande semelhança no tocante principalmente ao porte, devido à existência das áreas de contato ou transição, a identificação, o mepeamento e apresentação destas em mapa foi possível. Como visto no Mapa de Vegetação antes apresentado.

- Savana-Estépica Antropizada

De acordo com as observações em campo, foi constatado que grande parte da AID e AII, são compostas signitificativamente por áreas antropizadas, com diferentes Usos e Cobertura do Solo, tais como: culturas agrícolas de subsistência e pecuária. Nestas áreas é comum a ocorrência e a predominância das espécies hebáceas: *Froelichia humboldtiana* (Ervaço), *Ipomoea asarifolia* (Salsa), *Chamaecrista rotundifolia* (Pasto-Rasteiro), *Zornia brasiliensis* (Carrapicho) *Waltheria indica* (Malva-Branca), *Dactyloctenium aegyptium* (Capim-pé-de-Galinha) e *Hyptis suaveolens* (Alfazema-Brava), por estarem extremamente adaptadas a essas condições.

As áreas de uso antrópico tanto na AID quanto na AII são aquelas pertencentes às propriedades rurais circunvizinhas, nas quais existem algumas edificações e currais de gado para produção de leite e engorda. Áreas abertas próximas aos currais possuem predominância de espécies gramíneas e herbáceas por serem utilizadas como pasto para a prática da pecuária. A pressão de pastejo nestas áreas impede a colonização por espécies arbóreas nessas áreas, mantendo-as com baixa cobertura vegetal ao longo do tempo.

Na AID e AII, não foi identificada a prática do cultivo irrigado, apenas cultivo convencional de espécies frutíferas, forrageiras, grãos, tubérculos e legumes, estes últimos no período chuvoso. Dentre as principais espécies cultivadas podemos citar*: Cucurbita* sp. (Jerimum), *Citrullus* sp. (Melancia), *Manihot esculenta* (Macaxeira), *Phaseolus vulgaris* (Feijão), *Pennisetum purpureum* (Capim-Elefante), *Zea* sp. (Milho) e *Sorghum bicolor* (Sorgo). É comum na região a soltura de

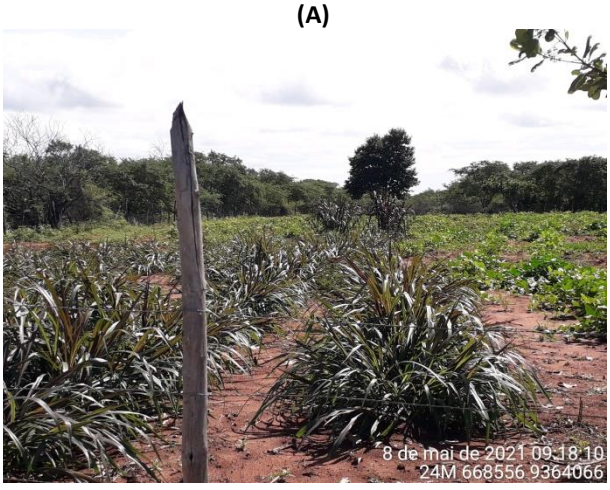
animais para pastar nas áreas cultivadas após a colheita. Aspéctos e características destas áreas podem ser observadas nos registros fotográficos apresentados nas fotos abaixo.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)


8 de mai de 2021 10:09:15
24M 668643 9367200

(G)


5 de mai de 2021 17:18:21
24M 669996 9365676

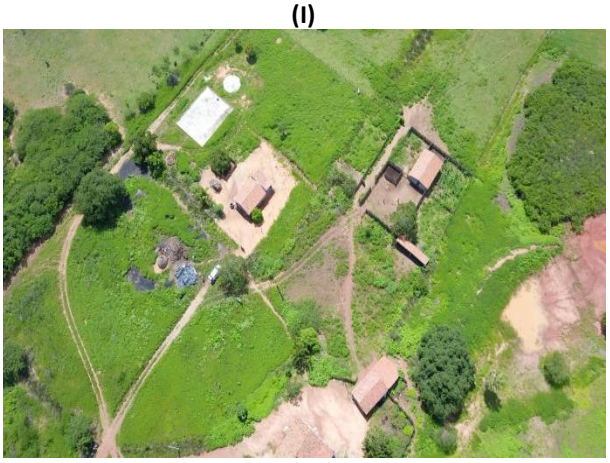
(H)


9 de mai de 2021 10:53:38
24M 668477 9364238

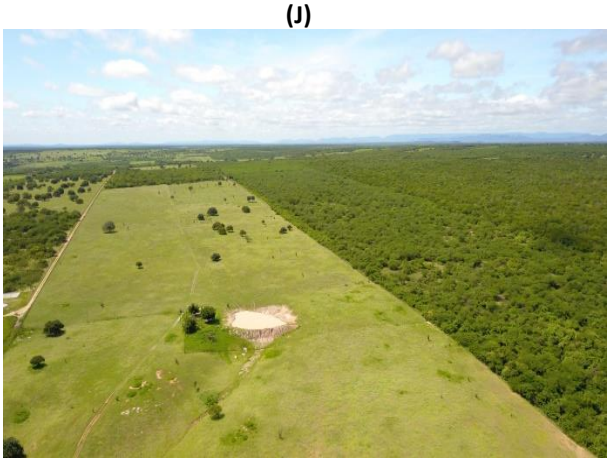
(I)


9 de mai de 2021 10:55:47
24M 668448 9364321

(J)



(L)



(M)



(N)



(O)

Foto 13 - Aspectos do componente florístico mapeado como Áreas degradadas presentes nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico. (A) – Foto de área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Phaseolus vulgaris* (Feijão) e árvores frutíferas. No interior da AID; (B) – Foto de outra área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Sorghum bicolor* (Sorgo). No interior da AID; (C) – Foto de outra área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Phaseolus vulgaris* (Feijão) e *Pennisetum purpureum* (Capim-Elefante). No interior da AID; (D) – Foto de outra área antropizada para pasto e presença de árvores frutíferas no interior da AID; (E) – Foto de outra área antropizada para pasto ou cultivo agrícola no interior da AID; (F) – Foto de outra área antropizada para cultivo agrícola, presença de lavoura de *Sorghum bicolor* (Sorgo), presença de indivíduo isolado de *Handroanthus sp*. (Pau-D'arco). No interior da AID; (G) – Foto de etalhe de forno e material lenhoso cortado para a produção de carvão vegetal no interior da AID; (H) – Foto da presença de bovinos em outra área antropizada para pasto no interior da AID; (I) – Detalhe de tronco cortado de *Mimosa tenuiflora* (Jurema-Preta), indicando extração de madeira no interior da AID. (J) – Foto de descarte de lixo em outra área antropizada no interior da AID; (L) – Ortofoto ortogonal mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID observa-se a ausência da vegetação original, UTM 24M 668612.76 m E / 9367145.72 m S. No período chuvoso; (M) – Ortofoto oblíqua mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID, em contato com a ADA observa-se a ausência da vegetação original em grande parte, UTM 669249.88 m E / 9367089.54 m S. No período chuvoso; (N) – Ortofoto oblíqua mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID observa-se a ausência da vegetação original em grande parte, UTM 669811.67 m E / 9365089.06 m S. No período seco; (O) – Ortofoto oblíqua mostrando características da vegetação em área degradada no interior da AID observa-se a ausência da vegetação original em grande parte, ADA a esquerda da foto. UTM 669372.75 m E / 9364352.15 m S. No período seco.
Elaboração: CSA.

A Área Diretamente Afetada (ADA) corresponde à 478,38 ha, apresentando 91,84 % de sua área coberta por vegetação Savana Estépica Florestada. O restante da área é classificada como vegetação Savana Estépica Arborizada e Savana Estépica Antropizada. Nota-se o predomínio das fisionomias vegetação Savana Estépica Florestada.

Tabela 15 - Classes de Uso do Solo na Área Diretamente Afetada (ADA) do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.

Classes de Uso	Total
Savana Estépica Arborizada	37,81 ha
Savana Estépica Antropizada	1,34 ha
Savana Estépica Florestada	439,33 ha

Total Geral	478,38 ha

Assim, a área de supressão necessária à implantação do empreendimento corresponde à 14,91 hactares (39,43%) de Savana Estépica Arborizada e de 232,914 hectares (39,43%) de Savana Estépica Florestada.

A Área de Influência Direta (AID) corresponde à 525,18 ha, apresentando 49,68 % de sua área coberta por Savana Estépica Antropizada. O restante da área é classificada como vegetação Savana Estépica Arborizada e Savana Estépica Florestada. Nota-se o predomínio das fisionomias Savana Estépica Antropizada.

Tabela 16 - Classes de Uso do Solo na Área de Influência Direta (AID) do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.

Classes de Uso	Total
Savana Estépica Arborizada	144,94 ha
Savana Estépica Antropizada	260,89 ha
Savana Estépica Florestada	119,35 ha
Total Geral	525,18 ha

- Ambiente Aquático

Também compondo a paisagem das Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, destaca-se a presença de açudes ou barreiros, os quais possuem grande importância na dinâmica econômica do meio rural. Associados à dessedentação animal e à agricultura, esses açudes são referências na paisagem e nas atividades humanas também. Localmente, estão associados a ambientes brejosos em sazonalidades e temporalidades reguladas pelo fluxo anual de água, formando comunidades botânicas deles dependentes, como podemos observar nas fotos abaixo.



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 14 - Fisionomia vegetal, bem como, detalhe de espécie aquática observada na ADA do empreendimento fotovoltaico. (A) – Detalhe de indivíduos *Echinodorus lanceolatus* (Língua-de-Vaca) em ambiente alagado no interior da ADA, no período chuvoso; (B) – Detalhe de acúmulo de água em pequeno barreiro no interior da ADA observa-se a vegetação ciliar muito bem preservada, no período chuvoso; (C) – Ortofoto ortogonal mostrando a presença acúmulo de água em outro barreiro no interior da ADA observa-se a vegetação ciliar muito bem preservada, UTM 24M 668137.45 m E / 9366178.91 m S. No período chuvoso; (D) – Detalhe de acúmulo de água em barreiro no interior da AII, no período chuvoso.
Elaboração: CSA.

- Diversidade de espécies

Na tabela a seguir, está à lista das espécies verificadas nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico e na pesquisa bibliográfiaca realizada.

Tabela 17 – Lista de espécies da flora identificadas no levantamento florístico e na pesquisa bibliográfiaca para as Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, Zona Rural do Município de Caraúbas/RN

Nome do Táxon	Nome Popular	Habito	Área de Influência			Cat. de Ameaça		Status
			ADA	AID	AII	Nac.	Int.	
Acanthaceae								
Ruellia aspérula*	Melosa-Vermelha	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Ruellia asperula (Mart. ex Ness) Lindau	Melosa	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Amaranthaceae								
Alternanthera tenella Colla*	Quebra-Panela	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Froelichia humboldtiana	Malva-Lisa	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Anacardiaceae								
Mangifera indica	Mangueira	ARB		√	√	NA	LC	EX
Spondias purpurea (L.)	Ceriguela	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Spondias tuberosa Arr. Cam.	Umbuzeiro	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Spondias mombin L.	Cajarana	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Myracrodruon urundeuva (Allemão) Engl.	Aroeira-do-Sertão	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Schinus terebinthifolius Raddi	Aroeira-Vermelha	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Anacardium occidentale L.	Cajueiro	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Alismataceae								
Echinodorus lanceolatus Rataj.	Língua-de-Vaca	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Amaranthaceae								
Froelichia humboldtiana (Roem. & Schult.) Seub.	Ervaço	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Alternanthera tenella*	Quebra-Canela	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Annonaceae								
Annona squamosa L.	Pinha	ARB		√	√	NA	LC	EX
Apocynaceae								
Allamanda blanchetii A.DC.	Sete-Patacas-Roxa	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Aspidosperma pyrifolium Mart.	Pereiro	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Macrosiphonia velame	Velame	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Arecaceae								
Copernica prunifera (Mill.) H.E.Moore	Carnaúba	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA

Bignoniaceae								
Tabebuia caraiba	Craibeira	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Handroanthus sp.	Pau-D'arco	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Handroanthus impetiginosus Mattos*	Pau-D'arco-Roxo	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Handroanthus aurea*	Pau-D'arco	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Bixaceae								
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng*	Pacoté	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Boraginaceae								
Euploca polyphyllum Lehm*	Sete-Sangrias	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Heliotropium indicum L.	Fedegoso-Crista-de-Galo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Varronia leucocephala (Moric.) J.S.Mill*	Buquê-de-Noiva	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Varronia globosa Jacq.*	Moleque-Duro	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Auxemma oncocalyx (Allemão) Taub	Pau-Branco	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Cordia goeldiana Huber 1907	Freijó	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Bromeliáceae								
Encholirium spectabile	Macambira-de-Flexa	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Bromelia laciniosa	Macambira-de-Cordão	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Burseraceae								
Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett	Imburana	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Cactaceae								
Cereus hildmannianus K.Schum.	Cardeiro	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Opuntia sp.	Palmatória / Quipá	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Cereus jamacaru DC.	Mandacaru	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Melocactus bahiensis	Coroa-de-Frade	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Melocactus zehntneri*	Coroa-de-Frade	HERB	√	√	√	EN	LC	N
Melocactus violaceu*	Coroa-de-Frade	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Pilosocereus gounellei (F.A.C.Weber)	Xique-Xique	HERB	√	√	√	NA	LC	ECA
Pilosocereus pachycladus f. Ritter.	Faxeiro	ARBU	√	√	√	NA	LC	ECA
Capparaceae								
Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl	Feijão-Bravo	ARB	√	√	√	NA	LC	N

Combretaceae								
Combretum leprosum Mart.	Mofumbo	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Chrysobalanaceae								
Licania rigida Benth.	Oiticica	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Cleomaceae								
Tarenaya spinosa (Jacq.) Raf.	Mussambê	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Combretaceae								
Terminalia catappa	Castanhola	ARB		√	√	NA	LC	EX
Commelinaceae								
Commelina erecta L.	Santa-Luzia	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Convolvulaceae								
Cuscuta racemosa Mart.	Cipó-Chumbo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Ipomoea asarifolia (Desr) Roem. & Schult.	Salsa	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Ipomoea carnea Jacq.	Algodão-Brabo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Ipomoea cf. fimbriosepala Choisy	Jitirana	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Curcubitaceae								
Cucurbita sp.	Jerimum	HERB		√	√	NA	LC	EX
Citrullus sp.	Melancia	HERB		√	√	NA	LC	EX
Momordica charantia L.	Melão-Caetano	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Momordica charantia L.	Erva-de-São-Caetano	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Euphorbiaceae								
Manihot esculenta	Macaxeira	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Ricinus communis L.	Mamona	ARBU		√	√	NA	LC	EX
Jatropha gossypifolia L.	Pinhão-Roxo	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Jatropha mollissima (Pohl) Baill.	Pinhão-Bravo	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Erythroxylaceae								
Erythroxylum pungens O.E.Schulz*	Rompe-Gibão	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Croton campestris A. St. Hill.	Velame	ARBU	√	√	√	NA	LC	ECA
Croton sonderianus Mull. Arg.	Marmeleiro	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Manihot glaziovii Muell. Arg.	Maniçoba	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Cnidoscolus quercifolius Pohl	Faveleira	ARB	√	√	√	NA	LC	N

Cnidoscolus urens (L.) Arthur	Urtiga	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Dalechampia scandens L.	Cipó-Urtiga	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Fabaceae								
Chamaecrista hispidul*	Visgo	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Pithecellobium diversifolium*	Brinco-de-Sauim	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Phaseolus vulgaris L.	Feijão	HERB		√	√	NA	LC	EX
Enterolobium contortisiliquum (Vell.)	Timbaúba	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Senna macranthera (DC. ex Collad.) Irwin & Barneby*	São-João	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Amburana cearensis (Allemão) A.C.Sm	Cumaru	ARB	√	√	√	EN	LC	N
Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Jucazeiro / Pau-Ferro	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Caesalpinia leiostachya	Jucá	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa pudica L.	Malícia	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Indigofera sp.	Anil	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Acacia riparia Kunth	Unha-de-Gato	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Aeschynomene viscidula Michx.	Pega-Pinto	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	Angico	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Bauhinia fortificata Link.	Mororó	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Chamaecrista hispidula	Visgo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Chamaecrista rotundifolia (Pers.)	Pasto-Rasteiro	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Erythrina mulungu Mart.*	Mulungu	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Galactia jussiaeana Kunth	Pega-pega	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Indigofera microcarpa Desv.	Anil miudo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Luetzelburgia auriculata (Allemao) Ducke	Pau-mocó	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa arenosa (Willd.) Poir	Jurema-Branca	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa paraibana Barneby*	Cerrador	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa caesalpinifolia Benth*	Sabiá	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Mimosa camporum Benth.	Mimosa	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa acutistipula (Mart.) Benth.	Malícia-de-Boi	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa quadrivalvis L.*	Malícia	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa invisa Mart. ex Colla*	Calumbi-Miúdo	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa modesta Mart.	Malícia	HERB	√	√	√	NA	LC	N

Mimosa sp.	Espinheiro-Preto	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.	Jurema-Preta	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Piptadenia moniliformis (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	Catanduva	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke*	Jurema-Branca	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Poincianella pyramidalis tul.	Catingueira	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Senna trachypus (Benth.) H.S.Irwin & Barneby*	Canafístula	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Senna occidentalis (L.) Link*	Fedegoso	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Senna uniflora (Mill.) H.S.Irwin & Barneby*	Matapasto-Cabeludo	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin e Barneby	Matapasto	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Vigna peduncularis (Kunth) Fawc. & Rendle*	Feijão-Bravo	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Zornia brasiliensis Vogel	Carrapicho	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Zornia gemella (Willd.) Vogel	Alfafa-do-Campo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Stylosanthes viscosa (L.) Sw.*	Melosa	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Graminae								
Pennisetum purpureum	Capim-Elefante	ARBU		√	√	NA	LC	EX
Lamiaceae								
Marsypianthes chamaedrys (Vahl) Kuntze*	Amargosa	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Hyptis suaveolens Poit.	Alfazema-Brava / Bamburral	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Loranthaceae								
Struthantus flexicaulis	Erva-de-Passarinho	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Malpighiaceae								
Malpighia emarginata DC.	Acerola	ARB		√	√	NA	LC	EX
Malvaceae								
Herissantia tiubae (K.Schum.) Brizicky*	Mela-Bode	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Sida cordifolia L.*	Malva-Branca	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Pseudobombax marginatum(A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns*	Imbiratanha	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Pavonia cancellata (L.) Cav.*	Corda-de-Viola	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Pavonia varians Moric.	Olho-de-Boi	ARBU	√	√	√	NA	LC	ECA
Waltheria indica L.*	Malva-Branca	HERB	√	√	√	NA	LC	N

Triumfetta rhomboidea Jacq.*	Carrapicho-de-Bode	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Waltheria bracteosa A.St.-Hil. & Naudin*	Malva	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Waltheria americana L.*	Malva-Branca	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Meliaceae								
Azadirachta indica A. Juss.	Niim	ARB		√	√	NA	LC	EX
Nyctaginaceae								
Guapira sp.	João-Mole	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Boerhavia diffusa L.	Pega-Pinto	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Olanaceae								
Ximenia americana L.*	Ameixa-da-Caatinga	ARB	√	√	√	NA	LC	N
Oxalideae								
Oxalis divaricata Mart. ex Zucc.*	Trevo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Oxalis glaucescens Norlind*	Trevo	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Passifloraceae								
Passiflora cincinnata Maxwell	Maracujá-do-Mato	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Plantaginaceae								
Scoparia dulcis L.	Vassourinha	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Poaceae								
Aristida adscensionis	Capim-Panasco	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Aristida setifolia*	Capim-Panasco	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Zea sp.	Milho	ARBU		√	√	NA	LC	EX
Sorghum bicolor L., Moench	Sorgo	ARBU		√	√	NA	LC	EX
Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd	Capim-pé-de-Galinha	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Rhamnaceae								
Ziziphus joazeiro Mart	Juazeiro	ARB	√	√	√	NA	LC	ECA
Rubiaceae								
Borreria verticillata (L.) G.Mey.*	Cabeça-de-Velho	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Richardia grandiflora (Cham. & Schltdl.) Steud.	Asa-de-Pato	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Diodella teres (Walter) Small*	Matapasto	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Rutaceae								

Citrus × sinensis Macfad.	Laranjeira	ARB		√	√	NA	LC	EX
Citrus limonum	Limão	ARB		√	√	NA	LC	EX
Sapotaceae								
Sideroxylon obtusifolium*	Quixabeira	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Sapindaceae								
Cardiospermum corindum L.	Balãozinho	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Solanaceae								
Solanum paniculatum L.*	Jurubeba	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Turneraceae								
Piriqueta guianensis N.E.Br.*	Chanana	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Turnera subulata Sm.	Chanana	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Urticaceae								
Urtica galeopsifolia Wierzb. ex Opiz	Urtiga-de-Rama	TREP	√	√	√	NA	LC	N
Verbenaceae								
Stachytarpheta sp.	Maria-Cai-Cai	HERB	√	√	√	NA	LC	N
Lantana camara L.	Cambará	ARBU	√	√	√	NA	LC	N
Violaceae								
Pombalia calceolaria (L.) Paula-Souza	Pepaconha	HERB	√	√	√	NA	LC	N

Legenda: Classificação de hábito de crescimento: HERB – herbáceo; ARBU – arbustivo; ARB – arbóreo; TREP – trepador. : Classificação de ameaça: NA – não ameaçado; LC – "least concern" (não ameaçado); NT – quase ameaçado/near threatened; DD – dados insuficientes/data deficient; VU – vulnerável/vulnerable; EN – em perigo/endangered; CR – criticamente em perigo/critically endangered. Área de Ocorrência: ADA - espécies com ocorrência para a Área Diretamente Afetada; AID – espécie com ocorrência para a Área de Influência Direta; AII – espécie com ocorrência para Área de Influência Indireta. Status: N – espécie nativa; EX – espécie exótica. ECA - espécie endêmica da Caatinga.
* espécie de possível ocorrência (literatura).
Elaboração: CSA.

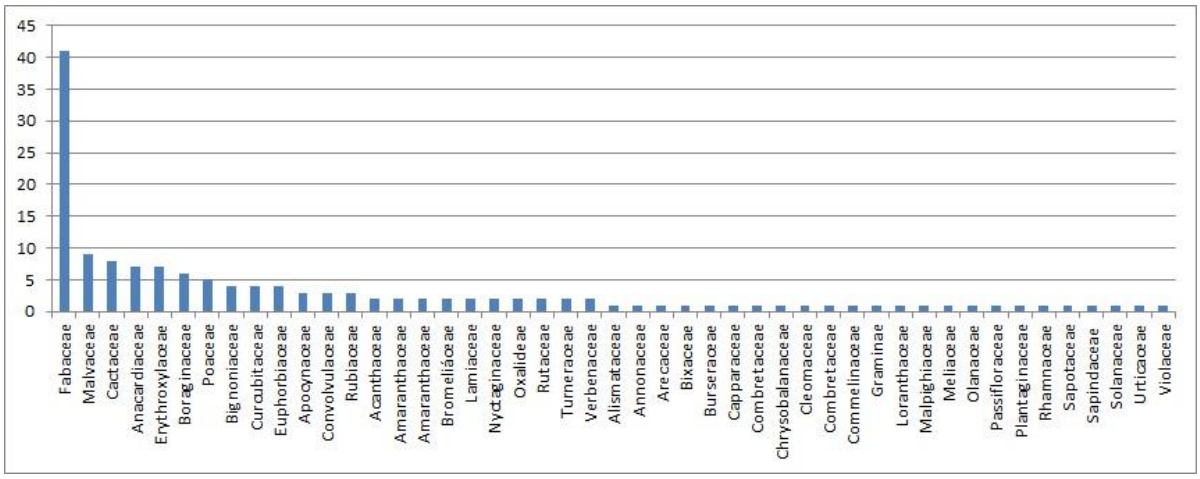
- Estudo florístico e fitossociológico

Durante o levantamento florístico realizado nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico e por meio de informações bibliográficas, foi possível verificar um total de 148 espécies vegetais, pertencentes a 47 famílias. Ressaltamos que excetuando as espécies exóticas, a composição de espécies é basicamente a mesma para todas as áreas de influência do empreendimento.

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

41 (quarenta e uma) espécies, representando 28% da diversidade total; seguida pela família Malvaceae com um total de 9 (nove) espécies, representando 6% e Cactaceae com 8 (oito) espécies da diversidade total. As demais famílias apresentaram uma riqueza igual ou inferior a sete (07) espécies, e destas, 24 familias possuem apenas uma (01) espécie, como pode ser observado no gráfico abaixo.

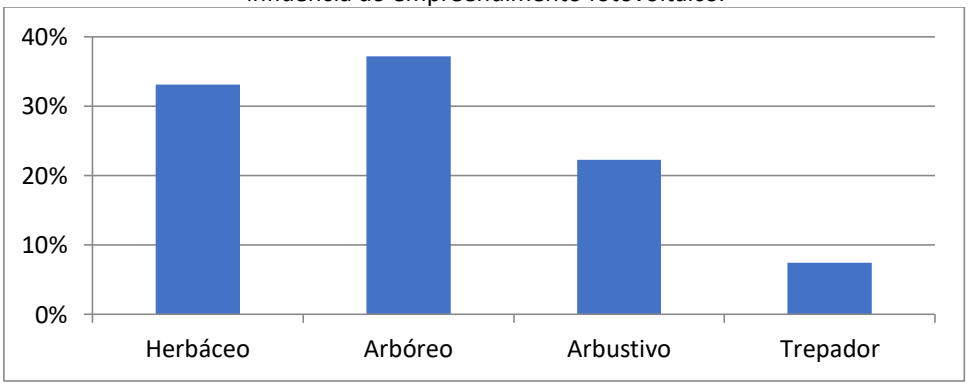
Gráfico 14 - Riqueza de espécies da flora por família nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico.



Elaboração: CSA, junho de 2021.

Verificando os hábitos de vida das espécies presentes nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, observa-se o predomínio de espécies de hábito arbóreo, com uma representatividade de 37%, seguida de espécies com hábitos herbáceos 33%. Os demais hábitos observados são: arbustivo 22% e trepador 7%, como pode ser observado no gráfico abaixo.

Gráfico 15 - Riqueza de espécies e representatividade de acordo com seu habito de vida na área de influência do empreendimento fotovoltaico.



Elaboração: CSA, junho de 2021.

Para o estudo fitossociológico foram considerados os dados específicos da área estudada, levando em consideração o levantamento das espécies catalogadas nas 20 (vinte) parcelas amostrais de 10 x 10m cada. Ao todo foram catalogadas 10 (dez) famílias e 19 (dezenove) espécies de porte arbóreo/arbustivo resultando na medição de 817 indivíduos em 2.000 m² (4.085 ind/ha), como podemos observar na Tabela 18 abaixo.

Tabela 18 – Parâmetros gerais provenientes do levantamento fitossociológico no empreendimento fotovoltaico

Parâmetros	Valor
Nº de indivíduos	817
Nº de Espécies	19
Nº de Famílias	10
Nº de Amostras	20
DAP médio (cm)	4,6
Frequência total	465
Frequência total das famílias	320
Área Basal total (m³)	0,261
Dominância Absoluta	1,306
Volume total (m³)	1.441
Área total da amostra	20
Altura média (m)	4
Volume médio (m³/ha)	7.205
No. total de ramos	972
Nº de indivíduos ramificados	115
Porcentagem ramificado	14,076
Nº de ramos	1.190
Número de árvores por ha	4.085
Volume empilhado (st/ha)	4.803

Fonte: CSA, junho de 2021.

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 fotovoltaico está representada nas

Tabela **19** e

Tabela **20** 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 ambundância, com um total de 157 indivíduos catalogados, segueda de Mimosa tenuiflora (Jurema-Preta) com 153 e depois Poincianella pyramidalis (Catingueira) com 142 indivíduos.

Tabela 19 – Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento fotovoltaico.

Espécies	NInd	dpNInd	MédAlt	AbsDe	RelDe	NAm	AbsFr	RelFr	AbsDo	RelDo
Piptadenia moniliformis	157	9,281	5,34	785,0	19,22	13	65,00	13,98	0,47	36,29
Mimosa tenuiflora	153	14,024	3,94	765,0	18,73	8	40,00	8,60	0,33	25,34
Poincianella pyramidalis	142	11,040	4,21	710,0	17,38	15	75,00	16,13	0,20	15,22
Auxemma oncocalyx	117	7,110	3,79	585,0	14,32	12	60,00	12,90	0,10	7,28
Croton sonderianus	124	7,473	3,17	620,0	15,18	13	65,00	13,98	0,05	3,68
Bauhinia fortificata	32	3,102	3,42	160,0	3,92	6	30,00	6,45	0,01	1,03
Commiphora leptophloeos	12	1,392	4,13	60,0	1,47	4	20,00	4,30	0,06	4,85
Jatropha mollissima	21	2,012	3,95	105,0	2,57	6	30,00	6,45	0,01	1,11
Handroanthus sp.	5	0,716	4,50	25,0	0,61	3	15,00	3,23	0,01	0,90
Myracrodruon urundeuva	11	1,701	3,64	55,0	1,35	2	10,00	2,15	0,01	0,38
Mimosa arenosa	9	1,605	4,17	45,0	1,10	2	10,00	2,15	0,01	0,55
Manihot glaziovii	10	2,236	4,50	50,0	1,22	1	5,00	1,08	0,02	1,29
Croton sp.	11	2,460	2,82	55,0	1,35	1	5,00	1,08	0,00	0,25
Capparis flexuosa	3	0,489	3,50	15,0	0,37	2	10,00	2,15	0,00	0,10
Jatropha sp.	5	1,118	3,70	25,0	0,61	1	5,00	1,08	0,01	0,55

Amburana cearensis	1	0,224	6,00	5,0	0,12	1	5,00	1,08	0,01	0,90
Aspidosperma pyrifolium	2	0,447	2,50	10,0	0,24	1	5,00	1,08	0,00	0,07
Libidibia ferrea	1	0,224	5,00	5,0	0,12	1	5,00	1,08	0,00	0,16
Combretum leprosum	1	0,224	4,00	5,0	0,12	1	5,00	1,08	0,00	0,05

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.
Fonte: CSA, junho de 2021.

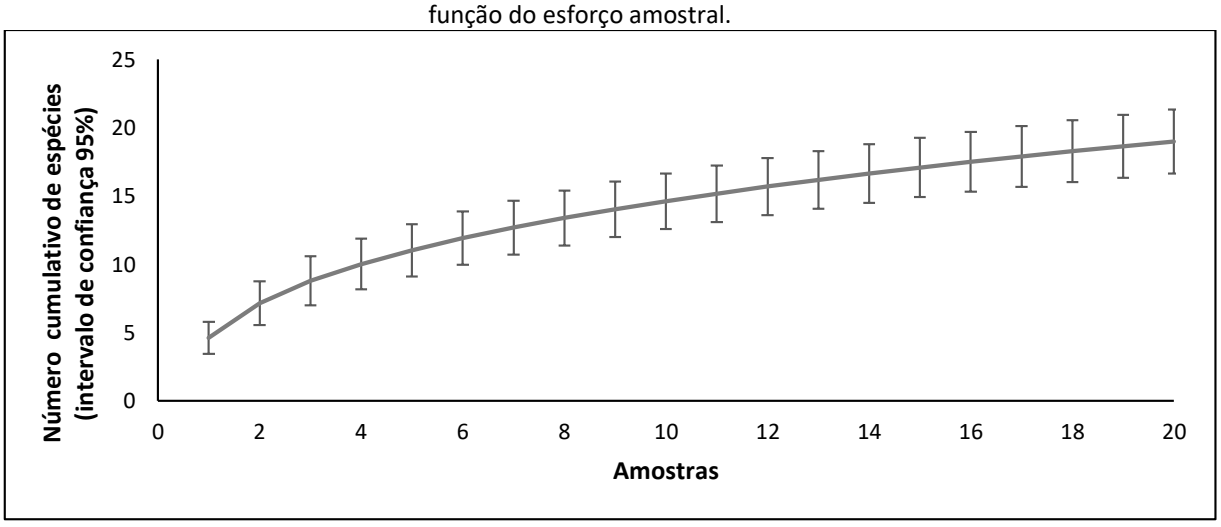
Tabela 20 – Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas registradas no empreendimento fotovoltaico.

Espécies	AbsVol	RelVol	MinVol	MaxVol	MédVol	dpVol	IVI	IVC
Piptadenia moniliformis	3,04	42,15	0,000	0,02	0,004	0,005	69,49	55,51
Mimosa tenuiflora	1,81	25,14	0,000	0,05	0,002	0,006	52,67	44,07
Poincianella pyramidalis	0,99	13,75	0,000	0,02	0,001	0,002	48,73	32,60
Auxemma oncocalyx	0,47	6,50	0,000	0,01	0,001	0,002	34,51	21,60
Croton sonderianus	0,17	2,38	0,000	0,00	0,000	0,000	32,83	18,86
Bauhinia fortificata	0,05	0,72	0,000	0,00	0,000	0,000	11,39	4,94
Commiphora leptophloeos	0,27	3,81	0,000	0,02	0,005	0,004	10,62	6,32
Jatropha mollissima	0,07	0,94	0,000	0,01	0,001	0,001	10,13	3,68
Handroanthus sp.	0,06	0,84	0,000	0,01	0,002	0,003	4,73	1,51
Myracrodruon urundeuva	0,02	0,30	0,000	0,00	0,000	0,000	3,88	1,73
Mimosa arenosa	0,04	0,52	0,000	0,00	0,001	0,001	3,80	1,65
Manihot glaziovii	0,08	1,12	0,000	0,00	0,002	0,001	3,59	2,52
Croton sp.	0,01	0,13	0,000	0,00	0,000	0,000	2,67	1,59
Capparis flexuosa	0,00	0,06	0,000	0,00	0,000	0,000	2,62	0,47
Jatropha sp.	0,03	0,44	0,000	0,00	0,001	0,002	2,24	1,17
Amburana cearensis	0,07	0,98	0,014	0,01	0,014	-	2,10	1,03
Aspidosperma pyrifolium	0,00	0,03	0,000	0,00	0,000	0,000	1,39	0,31
Libidibia ferrea	0,01	0,15	0,002	0,00	0,002	-	1,36	0,28
Combretum leprosum	0,00	0,04	0,001	0,00	0,001	-	1,25	0,17

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.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Durante a realização das parcelas para a caracterização fitossociológica foram contabilizados a presença de 19 espécies de plantas nativas arbóreas com DAP de diâmetro de ≥ 2 cm. Essas informações coletadas em 20 parcelas (10 x 10m) foram usadas para gerar a curva de rarefação, que tende a estabilização. Para corroborar com essa informação obtida na curva, usou-se os estimadores de riqueza com réplicas pelo método de Chao "2" e Jackknife "1", onde foram estimadas as seguintes riquezas: 24 espécie e uma variação de 5,1 espécies para ± e 25,7 espécie e uma variação de 3,7 espécies para ±, respectivamente. Esses valores estimados de riqueza e seus desvios também corroboram a representatividade da amostragem como podemos observar no gráfico abaixo.

Gráfico 16 - Curva de rarefação mostrando como se comporta a riqueza de espécies arbóreas nativas em função do esforço amostral.



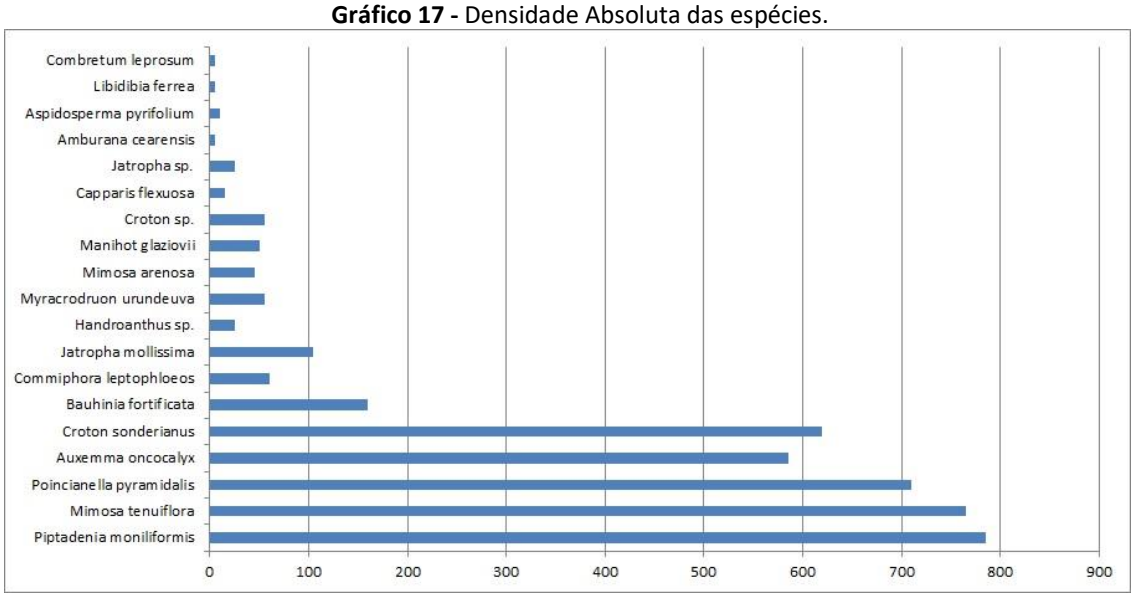
Fonte: CSA, junho de 2021.

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. 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 785 ind/ha e a DR de (19,22%) seguida por Mimosa tenuiflora com 765 e (18,73%) e

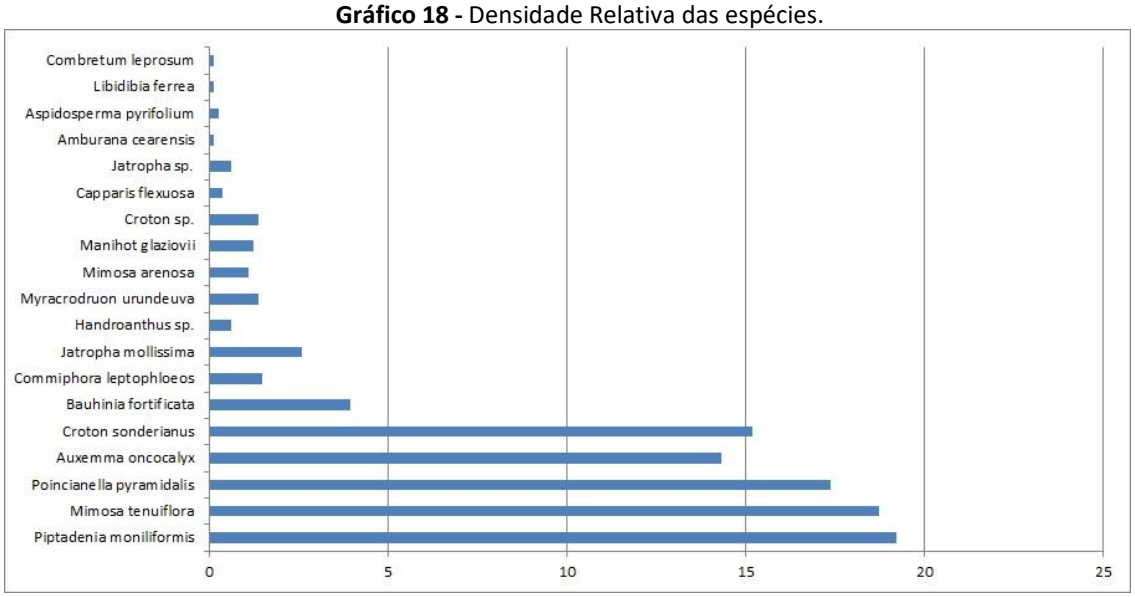
Poincianella pyramidalis com 710 e (17,38%). Os gráficos abaixo demostram os parâmetros mencionados.

Gráfico 17 - Densidade Absoluta das espécies.



Fonte: CSA, junho de 2021.

Gráfico 18 - Densidade Relativa das espécies.

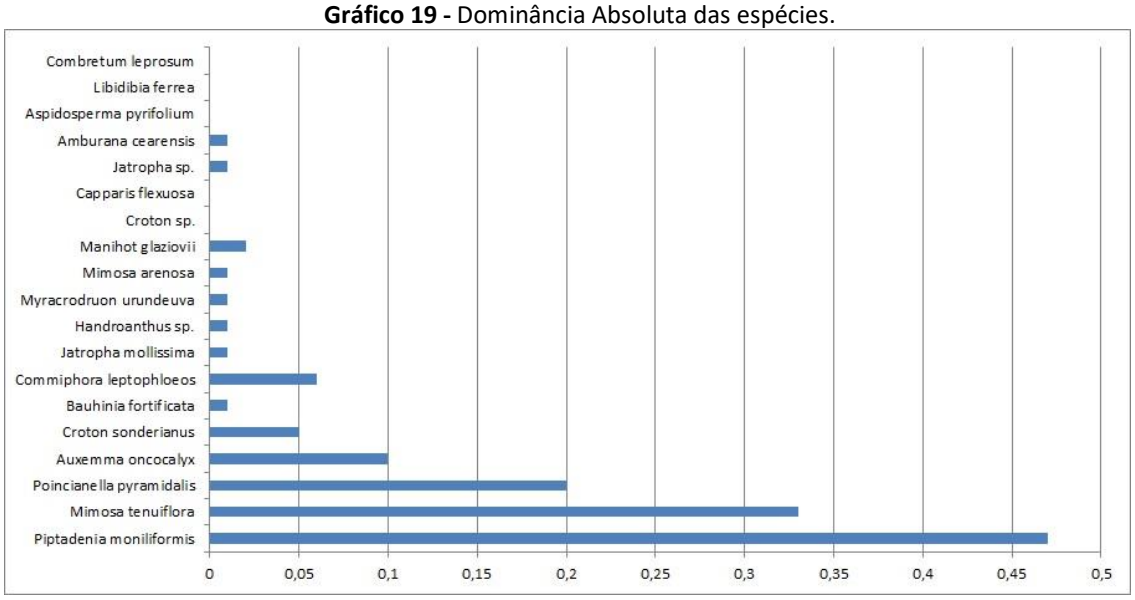


Fonte: CSA, junho de 2021.

Os gráficos a seguir apresentam os resultados de relativos a DoA e DoR para as 19 espécies catalogadas. Onde a dominância absoluta é obtida através da soma das áreas basais (AB) dos indivíduos de uma mesma espécie, por hectare. 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 (47%) e a DoR de (36,29%) seguida por Mimosa tenuiflora com (33%) e (25,34%) e

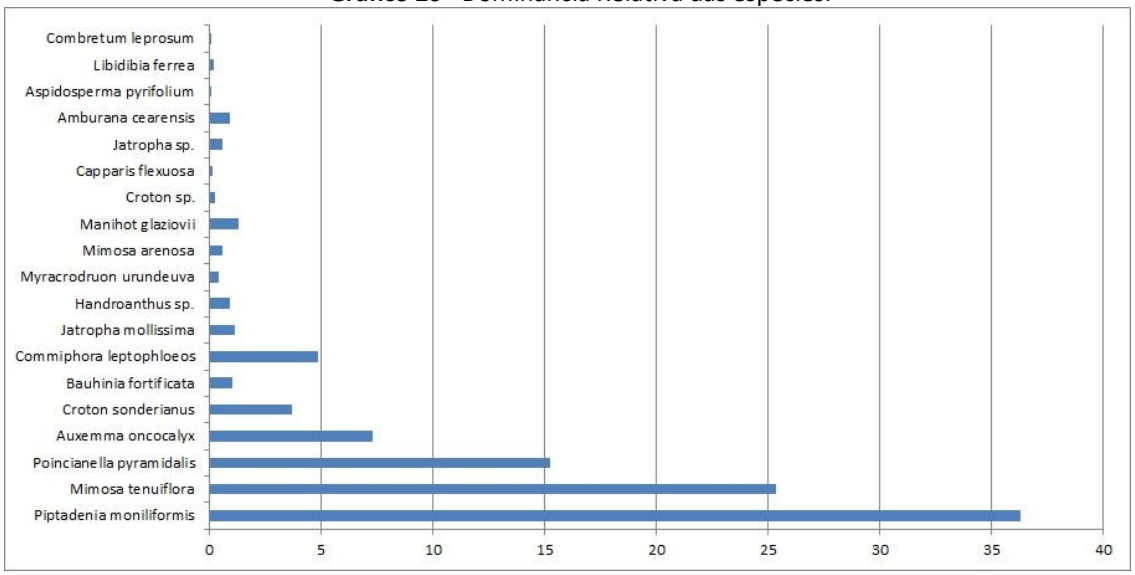
Poincianella pyramidalis com (20%) e (15,22%). Os gráficos abaixo demostram os parâmetros mencionados.

Gráfico 19 - Dominância Absoluta das espécies.



Fonte: CSA, junho de 2021.

Gráfico 20 - Dominância Relativa das espécies.

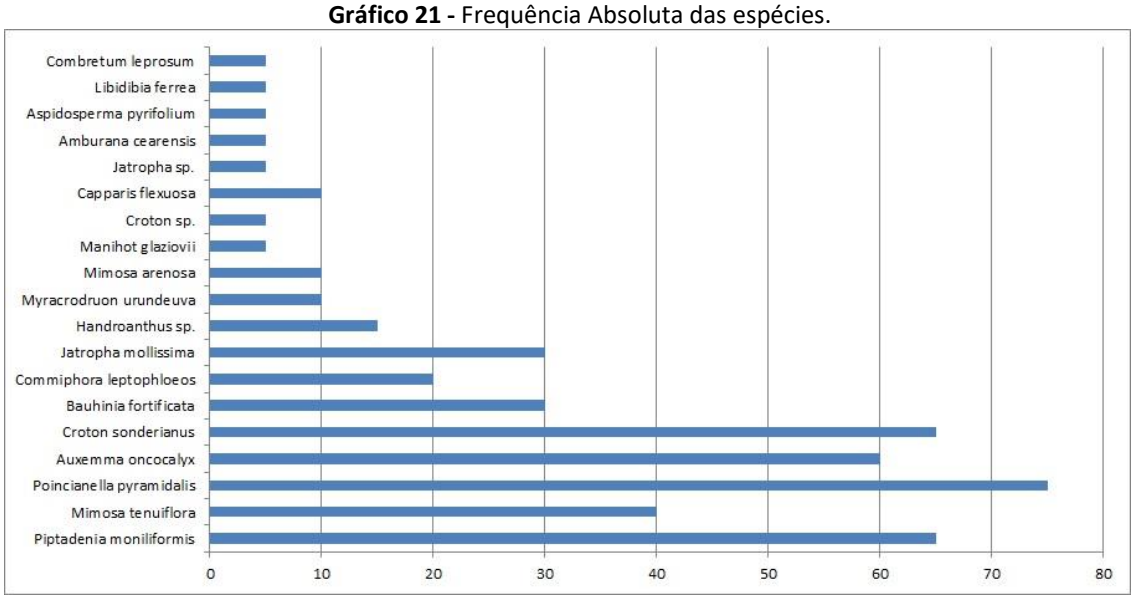


Fonte: CSA, junho de 2021.

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: Poincianella pyramidalis com 75 indivíduos registrados, Piptadenia moniliformis 65 e Mimosa tenuiflora 40. As espécies registradas que apresentaram os maiores valores de FR foram: Poincianella pyramidalis

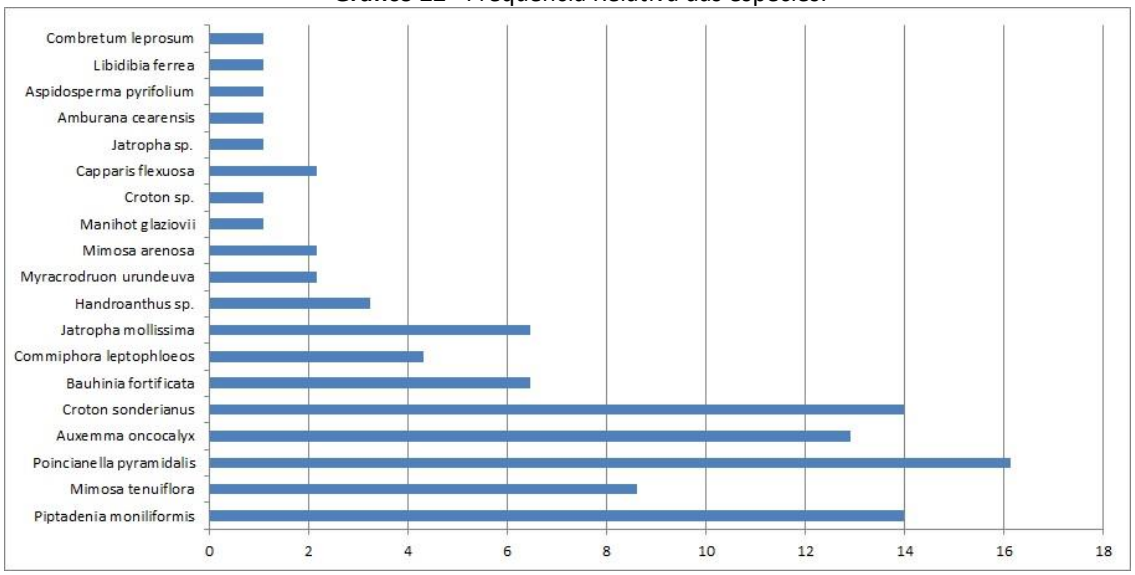
representando 16,13%, Piptadenia moniliformis e Croton sonderianus 13,98% cada, seguida de Auxemma oncocalyx com 12,9%. Os gráficos abaixo demostram os parâmetros mencionados.

Gráfico 21 - Frequência Absoluta das espécies.



Fonte: CSA, junho de 2021.

Gráfico 22 - Frequência Relativa das espécies.

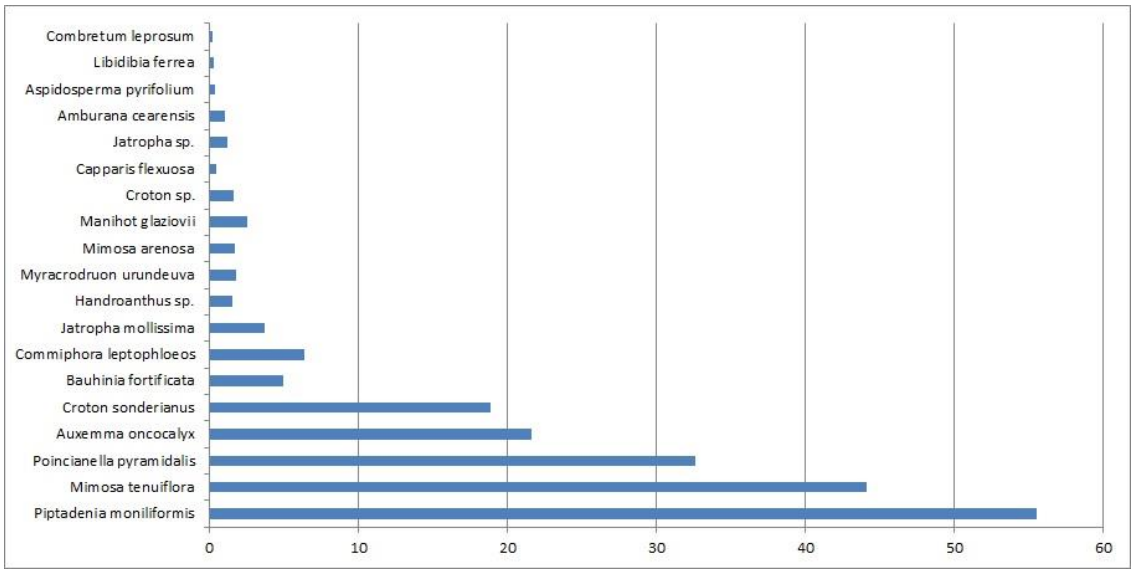


Fonte: CSA, junho de 2021.

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 (55,51%) seguida por Mimosa tenuiflora com (44,07%) e Poincianella pyramidalis com (32,6%). O gráfico abaixo demostram os parâmetros mencionados.

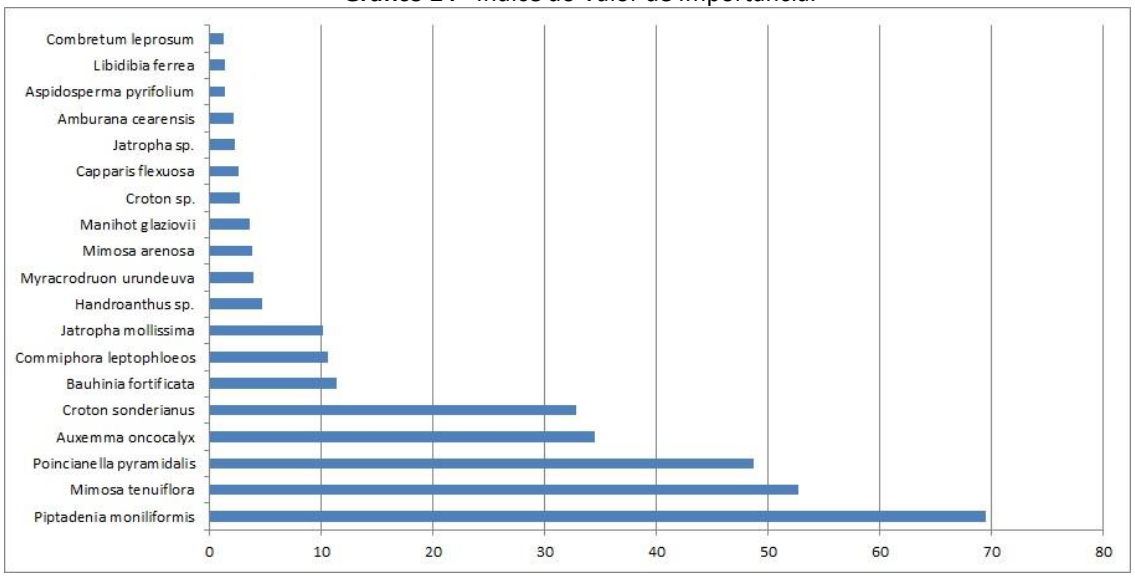
Gráfico 23 - Índice do Valor de Cobertura.



Fonte: CSA, junho de 2021.

Com relação ao IVI, a espécie Piptadenia moniliformis apresentou-se com o maior valor de Importância (69,49%) seguida por Mimosa tenuiflora com (52,67%) e Poincianella pyramidalis com (48,73%). O gráfico abaixo demostram os parâmetros mencionados.

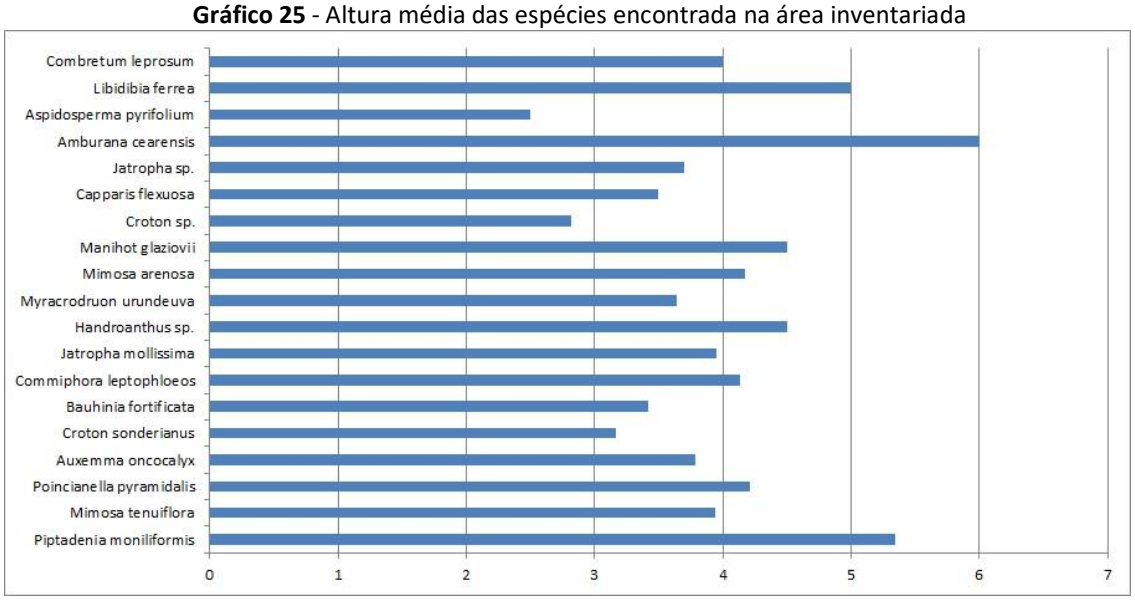
Gráfico 24 - Índice do Valor de Importância.



Fonte: CSA, junho de 2021.

A ADA do empreendimento fotovoltaico apresenta significativamente uma fisionomia arbustiva-arbórea densa, com a média da altura das espécies variando de 2,5 m para Aspindosperma pyrifolium (Pereiro) a 6 m para Amburana cearensis (Cumaru), tendo uma altura média entre os, conforme demostrado no gráfico a seguir.

Gráfico 25 - Altura média das espécies encontrada na área inventariada



Fonte: CSA, junho de 2021.

A

Tabela **21** e

Tabela **22** mostram diferentes parâmetros fitossociológicos importantes no tocante às análises individualizadas e comparativas para cada parcela amostral realizada.

Tabela 21 – Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das amostras realizadas na ADA do empreendimento fotovoltaico.

Amostras	NInd	AbsDe	RelDe	AbsDo	MinAlt	MaxAlt	MédAlt	dpAlt	MinDia	MaxDia	MédDia	dpDia
A 1	45	4500,0	5,51	1,34	2,00	6,50	3,63	1,02	0,64	5,38	1,65	1,05
A 2	27	2700,0	3,30	1,34	2,50	6,50	4,50	1,10	0,64	4,98	2,27	1,11
A 3	41	4100,0	5,02	1,53	3,00	7,00	4,44	1,15	0,64	4,77	1,87	1,13
A 4	29	2900,0	3,55	0,90	2,00	5,50	3,71	0,96	0,64	6,08	1,60	1,20
A 5	39	3900,0	4,77	0,70	2,00	6,00	3,58	0,91	0,64	4,46	1,29	0,81
A 6	49	4900,0	6,00	1,05	2,00	7,00	4,18	1,37	0,64	3,18	1,46	0,77

A 7	64	6400,0	7,83	1,28	2,00	7,00	3,81	1,59	0,64	2,86	1,42	0,73
A 8	55	5500,0	6,73	0,85	2,00	6,00	3,65	0,99	0,64	4,33	1,16	0,80
A 9	40	4000,0	4,90	1,48	3,00	10,00	4,87	1,95	0,64	5,41	1,71	1,35
A 10	79	7900,0	9,67	1,26	2,00	7,00	4,16	0,99	0,64	5,41	1,25	0,69
A 11	49	4900,0	6,00	0,61	2,00	4,50	3,36	0,76	0,64	2,88	1,12	0,58
A 12	24	2400,0	2,94	1,76	2,00	7,00	4,31	1,41	0,64	7,00	2,44	1,89
A 13	21	2100,0	2,57	2,16	3,00	7,00	5,24	1,64	0,64	6,59	3,06	1,97
A 14	35	3500,0	4,28	1,24	3,00	7,00	4,57	1,38	0,64	4,52	1,77	1,19
A 15	57	5700,0	6,98	1,66	2,00	5,00	3,85	0,69	0,64	4,43	1,71	0,89
A 16	29	2900,0	3,55	0,37	2,00	5,00	3,62	1,14	0,64	2,32	1,16	0,53
A 17	27	2700,0	3,30	1,55	2,00	8,00	4,39	1,43	0,64	6,72	2,01	1,85
A 18	37	3700,0	4,53	1,28	2,00	7,00	4,07	1,01	0,64	6,37	1,65	1,32
A 19	32	3200,0	3,92	1,84	2,00	8,00	3,97	1,33	0,64	9,55	1,88	1,98
A 20	38	3800,0	4,65	1,92	2,00	8,00	5,16	1,88	0,64	5,09	2,26	1,16

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.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Tabela 22 – Parâmetros dendrométricos e fitossociológicos das amostras realizadas na ADA do empreendimento fotovoltaico

Amostras	TotRam	MaxNRam	MinRam	MaxRam	Vol	AbsVol	RelVol	MinVol	MaxVol	MédVol
A 1	57	3	0,64	4,14	0,06	6,25	4,34	0,000	0,01	0,001
A 2	36	3	0,64	4,14	0,07	6,96	4,83	0,000	0,01	0,003
A 3	42	2	0,64	4,77	0,08	7,99	5,54	0,000	0,01	0,002
A 4	35	2	0,64	4,46	0,04	3,71	2,58	0,000	0,01	0,001
A 5	44	3	0,64	4,46	0,03	2,96	2,05	0,000	0,01	0,001
A 6	50	2	0,64	3,18	0,05	5,38	3,73	0,000	0,00	0,001
A 7	67	2	0,64	2,86	0,06	6,40	4,44	0,000	0,00	0,001

A 8	61	4	0,64	3,82	0,04	4,06	2,81	0,000	0,01	0,001
A 9	42	2	0,64	5,41	0,11	10,70	7,42	0,000	0,02	0,003
A 10	93	3	0,64	5,41	0,06	6,39	4,44	0,000	0,02	0,001
A 11	70	5	0,64	1,91	0,02	2,33	1,61	0,000	0,00	0,000
A 12	35	4	0,64	7,00	0,10	10,16	7,05	0,000	0,03	0,004
A 13	29	3	0,64	6,05	0,14	14,14	9,81	0,000	0,02	0,007
A 14	42	3	0,64	4,14	0,07	7,16	4,97	0,000	0,01	0,002
A 15	80	4	0,64	3,50	0,07	7,17	4,98	0,000	0,01	0,001
A 16	32	2	0,64	2,23	0,02	1,60	1,11	0,000	0,00	0,001
A 17	34	5	0,64	5,41	0,10	9,79	6,79	0,000	0,02	0,004
A 18	42	3	0,64	6,37	0,07	6,52	4,53	0,000	0,02	0,002
A 19	42	5	0,64	9,55	0,12	12,00	8,33	0,000	0,05	0,004
A 20	39	2	0,64	5,09	0,12	12,44	8,63	0,000	0,02	0,003

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; MaxVol – Volume máximo; MédVol – Volume médio.
Fonte: CSA, junho de 2021.

- Espécies Ameaçadas de Extinção ou Raras

A análise da comunidade vegetal ocorrente nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, bem como em entrevistas com a população e informações bibliográficas, não apontaram a ocorrência de espécies presentes na lista nacional de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2014), ou na lista de quase ameaçadas.

Durante os levantamentos de campo no interior da ADA foi registrada a presença de exemplares da espécie *Amburana cearense* (Cumaru), a sua ocorrência também foi catalogada durante levantamento fitossociológico. A espécie *Amburana cearenses*, consta na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção na categoria “em Perigo” (EN) da IUCN - *International Union for Conservation of Nature* – 2021. Considerando a Literatura Científica para a região, temos também a possível ocorrência da espécie *Melocactus zehntneri*, conhecida popularmente como Coroa-de-Frade, que apesar de não estar presente em nenhuma lista de espécies ameaçadas, sua população

atual se encontra decrescente devido exploração e ação antrópica, pois durante o extrativismo os indivíduos são resgatados inteiros (EMBRAPA, 2018).

Dada à importância das espécies mencionadas, recomenda-se o manejo adequado das mesmas no processo de Supressão Vegetal.



(A) (B)

Foto 15 - Caules de *Amburana cearenses* (Cumaru), confirmando a presença da espécie no interior da ADA do empreendimento fotovoltaico.
Fonte: CSA, maiode 2021.

- Espécies Endêmicas

Para consulta das espécies que são endêmicas do Brasil, buscaram-se informações disponíveis no site da Flora do Brasil (FORZZA *et al.* 2017). Essa fonte de informação tem sido incrementada rapidamente e permite extrair informações mais atualizadas sobre endemismos de plantas no Brasil.

Com análise da comunidade vegetal verificada em campo e por meio da Literatura Científica nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico, foi possível verificar a ocorrência de 13 espécies endêmicas de Caatinga, representando 9 % da comunidade vegetal verificada.

As espécies endêmicas encontradas foram: *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), *Copernica prunifera* (Carnaúba), *Commiphora leptophloeos* (Imburana), *Cereus jamacaru* (Mandacaru), *Pilosocereus gounellei* (Xique-Xique), *Pilosocereus pachycladus* (Faxeiro), *Jatropha mollissima* (Pinhão-Bravo), *Croton campestris* (Velame), *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá), *Piptadenia stipulacea* (Jurema-Branca), *Poincianella pyramidalis* (Catingueira), *Pavonia varians* (Olho-de-Boi) e *Ziziphus joazeiro* (Juazeiro). As espécies aqui registradas, apesar do endemismo, apresentam uma ampla distribuição geográfica pelo Bioma Caatinga, tanto no Estado do Rio Grande do Norte quanto nos demais.

- Espécies de interesse para o resgate de flora

Recomenda-se o resgate no ato da supressão vegetal dos indivíduos das espécies: *Encholirium spectabile* (Macambira-de-Flexa), *Bromelia laciniosa* (Macambira-de-Cordão), estas, por servir de abrigo único para algumas espécies da fauna. Recomenda-se o resgate também das espécies: *Melocactus bahiensis*, *Melocactus zehntneri* e *Melocactus violaceu*, ambas conhecidas por (Coroa-de-Frade). Tomando como referência de espécies ameaçadas de extinção a lista publicada pela Portaria MMA Nº 443, de 17 de Dezembro de 2014. Algumas dessas espécies acima citadas são de possível ocorrência na ADA considerando a Literatura Científica para a região, se faz necessário seu resgate, caso no ato da supressão, estas sejam identificadas. Recomenda-se também o resgate para todas as outras espécies de bromélias, inclusive as do gênero Tillandsia, esta mesma recomendação é extendida para as orquídeas, estas sendo terrestres ou epífitas (caso seja indentificadas). 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.

Para a espécie *Amburana cearenses* (Cumaru) que consta na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção na categoria “em Perigo” (EN) da IUCN - *International Union for Conservation of Nature* – 2021. Recomenda-se o não abate de indivídu-os representativos desta espécie. Alternativas seria a coleta das sementes para a produção de mudas destinadas a projetos de reflorestamento ou, até mesmo, sua realocação quando possível. É fundamental que o replantio ocorra no início da estação chuvosa, para a melhor readaptação e desenvolvimento da planta.

No entanto, no ato da supressão vegetal, hora requerida, caso seja observada alguma outra espécie não mencionada e estando incluida na lista de espécies Brasileiras ameaçadas de extinção, o empreendedor obrigatoriamente comunicará imediatamente ao órgão ambiental competente (IDEMA) para as devidas providências.

- Relação pulação humana e a flora regional

Regionalmente, toda a população humana residente nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico 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 e muitas espécies servindo como base forrageira da pecuária.

Apesar de mais intenso no passado, se verifica que pilares e vigas de diversas casas 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: *Aspidosperma pirifolium* (Pereiro), *Copernica prunifera* (Carnaúba), *Commiphora leptophloeos* (Imburana), *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá), *Piptadenia stipulacea* (Jurema-Branca), *Mimosa tenuiflora* (Jurema-Preta) e *Poincianella pyramidalis* (Catingueira).

Durante as entrevistas com a população local foi mencionada a utilização de diversas espécies da flora local na mediciana tradicional o que conhecemos como Etnobotânica, como por exemplo: a folha do *Croton sp*. (Marmeleiro-Brabo), quando mascada, serve para aliviar dor de barriga, o chá da casca da Myracrodruon urundeuva (Aroeira-do-Sertão) é utilizado no combate a inflamações e na assepsia de ferimentos.

- Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal

De acordo com o Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012) que discorre sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), 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.

Na AID e na AII do empreendimento fotovoltaico foi verificada uma área considerada como APP, pertencente a um açude, como pode ser observado na figura a seguir. No interior da ADA não foi observada a presença de APP, apenas duas drenagens classificadas como efêmeras. Porém o layout do projeto foi desenvolvido para não intervir diretamente nestas áreas.

A propriedade onde o empreendimento fotovoltaico será implantado está passando por processo de regularização no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), e todas as reservas legais serão averbadas de forma a preservar a vegetação já existente, com o objetivo de causar o menor impacto possível na região.

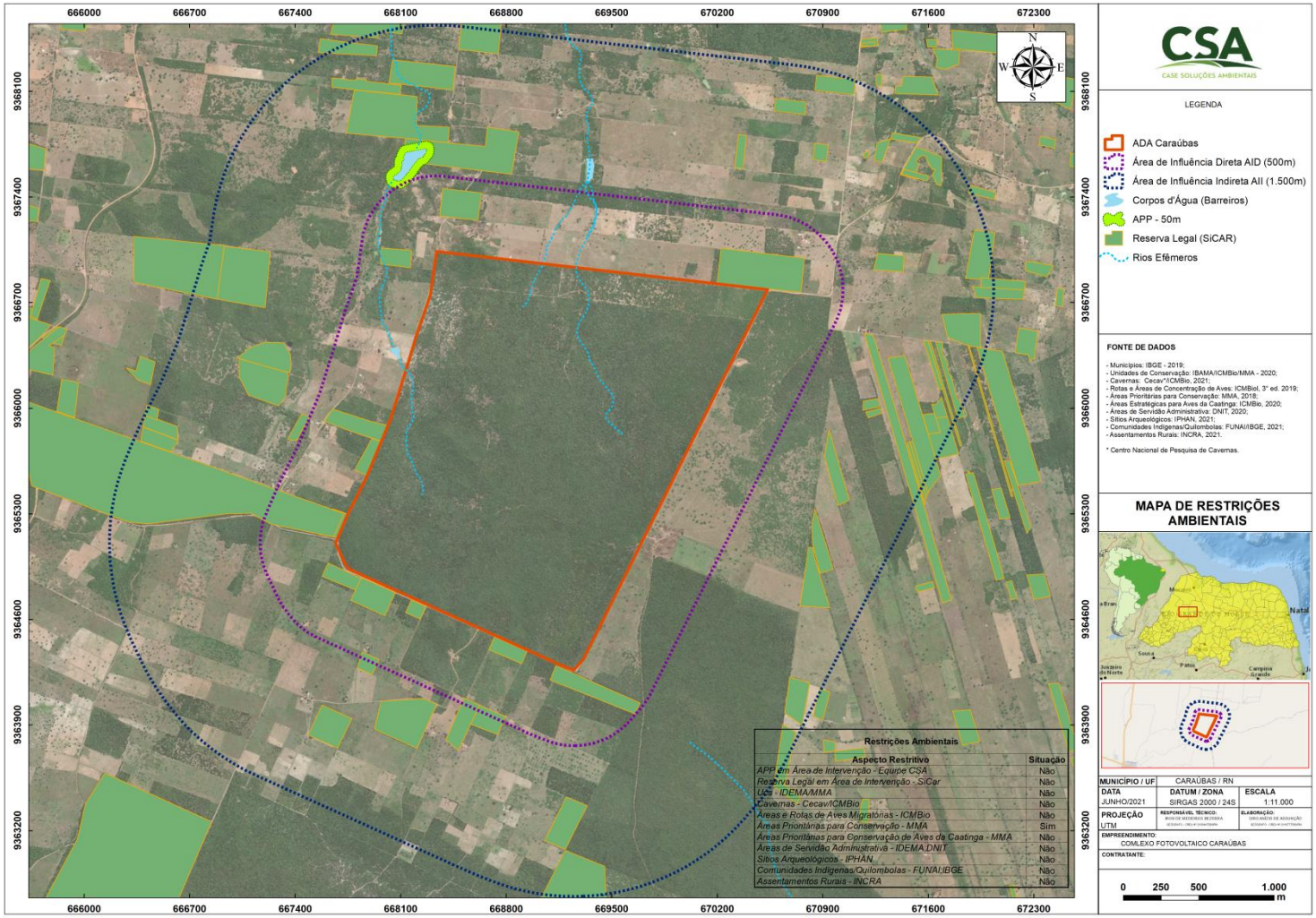


Figura 71 – Mapa das Áreas de Proteção Permanentes (APP) presentes nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico.
Fonte: CSA, janeiro de 2021.

- 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 UCs 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 a sustentabilidade do uso destas.

Após levantamento em base de dados, ficou constatado que as três (3) UC mais próximas das Áreas de Influências do empreendimento fotovoltaico são: Floresta Nacional – FLONA Açu, localizada no município de Açu / RN, que foi criada através do DIPLOMA LEGAL DE CRIAÇÃO: Portaria nº 245, de 18 de julho de 2001, esta FLONA possui uma área de 225,02 ha e dista 84 km do empreendimento fotovoltaico, sendo esta a mais próxima. Seguida da Reserva Particular do Patrimônio Nacional – RPPN Fazenda Salobro, localizada no município de Jucurutu / RN, que foi criada através da Resolução nº 10, de 4 de maio de 1994 pelo CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, esta RPPN possui uma área de 755,95 ha e dista 65 km. Por último temos a RPPN Esperança, localizada no município de Carnaubais / RN, que foi criada através da PORTARIA nº 74, de 27 de agosto de 2010 pelo CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, Esta RPPN possui uma área de 642,21 ha e dista 54 km.

Ressaltamos que as UC mencionadas estão localizadas além dos limites estabelecidos para as Áreas de Influências da CFV Caraúbas nos aspectos relativos ao Meio Biológico. Com isso, não sofrerão impactos negativos em suas áreas com a implantação do empreendimento fotovoltaico, como podemos observar na Figura 72**Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

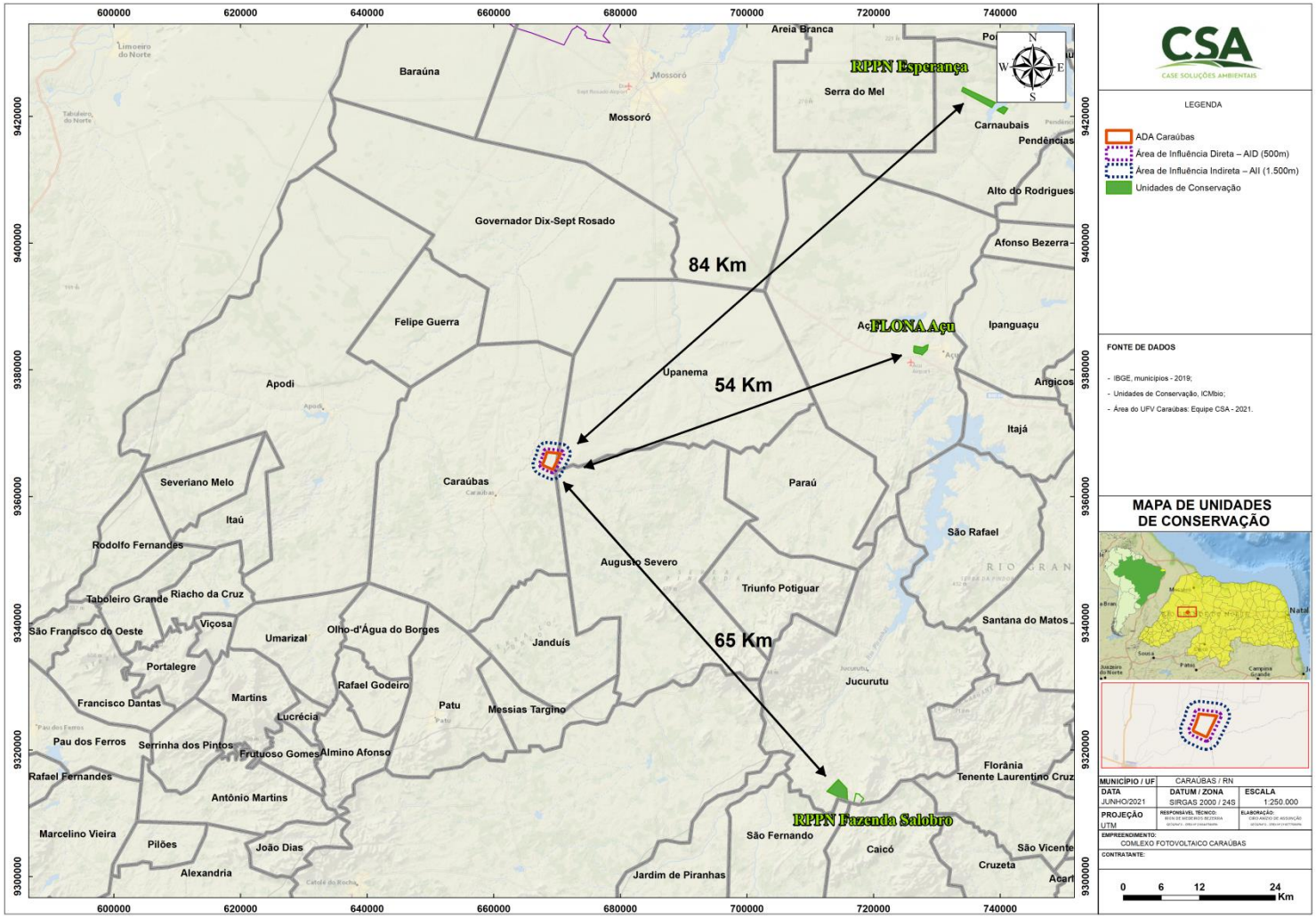


Figura 72 - Mapa das Unidades de Conservação próximas ao empreendimento fotovoltaico.
Fonte: CSA, junho de 2021.

- Áreas Prioritárias para a conservação da Caatinga

Após levantamento em base de dados, foi verificada uma (1) Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Caatinga, classificada como de Importância Biológica Extremamente Alta (Leal et al., 2003a).

As áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico estão totalmente situadas na área denominada de "Chapada do Apodí" de importância biológica para conservação da Caatinga, classificada como de Extremamente Alta Prioridade para a conservação do Bioma Caatinga. Com alta de perda de habitat por susceptibilidade a desertificação muito alta. Isso acontece devido à degradação ambiental que tem ocorrido devido a ações antrópicas, como a retirada da vegetação para formação de pastagens para a prática da pecuária, plantio de monoculturas e também corte da vegetação para uso da lenha em carvoarias e em cerâmicas. A perda da vegetação ocasiona a perda de habitat levando a fauna a ficar mais vulnerável à caça, ou até mesmo, obrigando-os a migrar para outros ambientes tornando-os ainda mais vulneráveis.

Vale destacar que "Áreas Prioritárias para a Conservação, **Utilização Sustentável** e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade" não é um sinônimo de Unidades de Conservação, servem, também, como um instrumento de política pública orientadora para o desenvolvimento de diversas ações, dentre elas, o licenciamento ambiental. Ressalta-se que as Áreas Prioritárias são insumos para o planejamento de empreendimentos e dos órgãos ambientais, não sendo impeditivo de quaisquer tipo de intervenção humana.

O governo federal editou o Decreto nº 5092/2004, que atribuiu ao Ministério do Meio Ambiente a competência de definir as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira, o qual deve-se ressaltar o art 5º do Decreto 5.092/2004, que diz:

> Art. 5o O disposto neste Decreto não implica restrição adicional à legislação vigente.

Por fim, fica entendido que apesar do ponto de vista biológico, essas áreas prioritárias são consideradas de grande biodiversidade associada, além dos relevantes serviços prestados pelos ecossistemas, porém, o uso sustentável através do licenciamento ambiental é permitido.

.

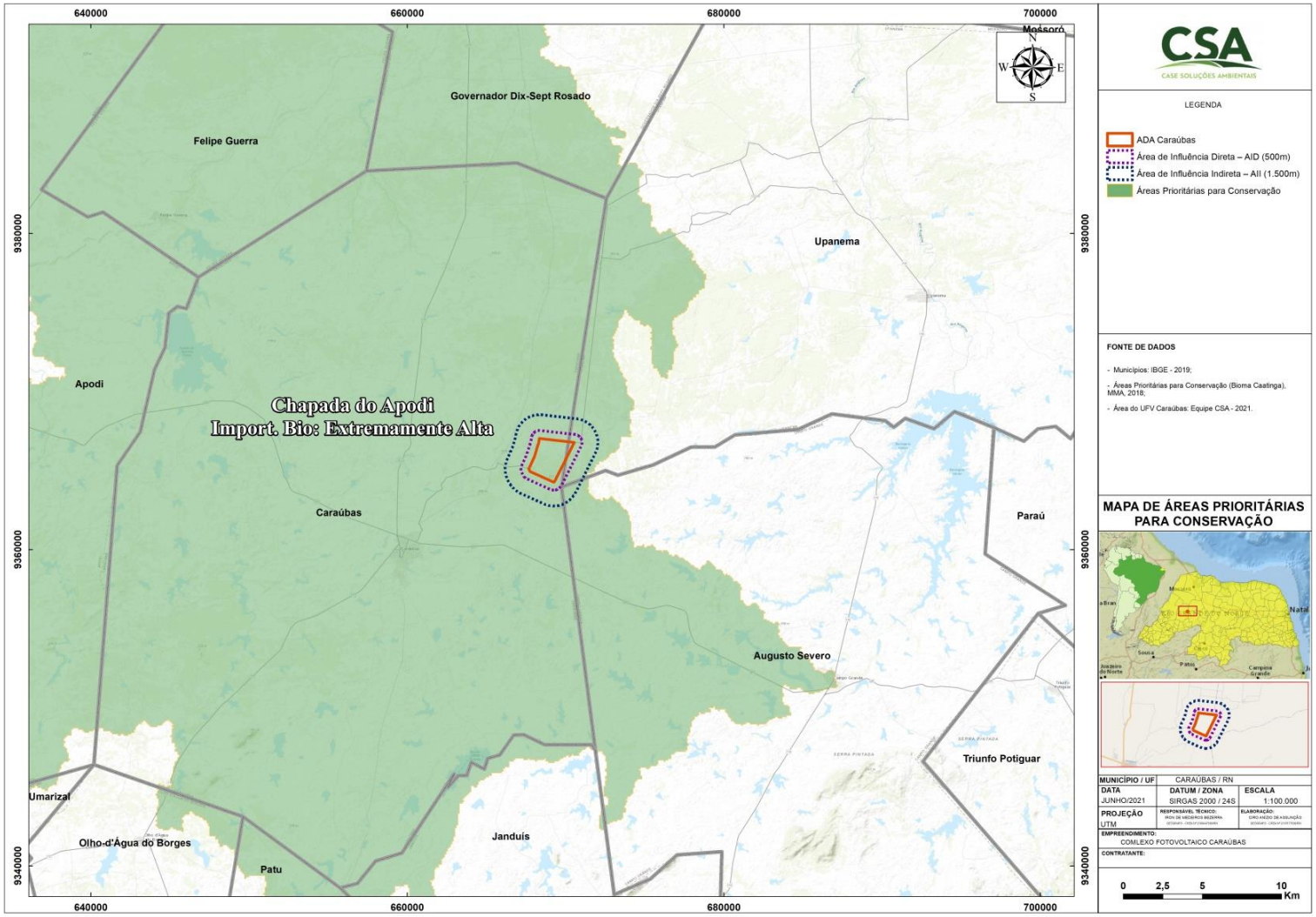


Figura 73- Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação da Caatinga próximas ao empreendimento fotovoltaico.
Fonte: CSA, junho de 2020.

- Considerações Finais

Nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico há a predominância de três (3) fisionomias vegetais: Savana-Estépica Arborizada, formada por pequenas árvores e arbustos esparsos e separados por solos nus ou recoberto por tapetes de herbáceas; Savana-Estépica Florestada, situada nas áreas menos impactadas, formada basicamente por uma vegetação arbórea mais alta e adensada com menor ocorrência de arbustos e a Vegetação de áreas antropizadas, composta basicamente por pasto, culturas agrícolas e vegetação herbácea-arbustiva nativa que cresce espontaneamente em áreas antes desnudas.

Os resultados apontaram um registro total de 148 espécies de plantas agrupadas em 47 famílias. A vegetação presente nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico é caracterizada por diferentes fisionomias vegetais e composta por espécies com diferentes hábitos de vida, como dossel contínuo, 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 41 (quarenta e uma) espécies, representando 28% da diversidade total. Verificando os hábitos de vida das espécies, observa-se o predomínio de espécies de hábito arbóreo, com uma representatividade de 37%.

Durante o levantamento fitossociológico foram catalogadas 19 espécies, divididas em 10 famílias, num total de 817 indivíduos catalogados, a espécie *Piptadenia moniliformis* (Catanduva) se apresentou como a mais abundante, com 157 indivíduos, representando 19% do total, e com a maior média de altura 5,34m. Esta espécie, por sua vez, foi a que apresentou também os maiores valores para todos os parâmetros fitossociológicos analisados.

As fisionomias vegetais verificadas apresentaram um grau elevado de alteração, recorrente de ações antrópicas, principalmente na AII e AID. O mesmo não ocorrendo ADA, nesta última, não considerando apenas as áreas destinadas às Reservas Legais da propriedade envolvida no projeto, e sim, a área compreendida pela ADA como um todo. Sevindo de refúgio para a fauna, sevindo de remanescente florestal e também de importante Corredor Ecológico, permitindo um melhor deslocamento das populações animais que ocorrem na região. Esta importância ecológica se dá em virtude da sua localização, do tamanho e da boa condição de preservação desta área em especial.

Foi identificada em campo algumas vezes e também catalogada a sua ocorrência durante levantamento fitossociológico, ambos no interior da ADA, a ocorrência da espécie *Amburana cearenses* (Cumaru) que consta na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção na categoria “em

Perigo" (EN) da IUCN - *International Union for Conservation of Nature* – 2021.

Recomenda-se o resgate no ato da supressão vegetal de todos os indivíduos das espécies: *Encholirium spectabile* (Macambira-de-Flexa), *Bromelia laciniosa* (Macambira-de-Cordão) *Melocactus zehntneri* e *Melocactus violaceu*, ambas conhecidas por (Coroa-de-Frade), todas as outras espécies de bromélias, inclusive as do gênero Tillandsia, bem como das orquídeas, em caso de ocorrência. 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.

Após levantamento em base de dados, ficou constatado que as três (3) UC mais próximas das Áreas de Influências do empreendimento fotovoltaico são: Floresta Nacional – FLONA Açu, localizada no município de Açu / RN; a RPPN Fazenda Salobro, localizada no município de Jucurutu e a RPPN Esperança, localizada no município de Carnaubais. Ressaltamos que as UC mencionadas estão localizadas além dos limites estabelecidos para as Áreas de Influências da CFV Caraúbas nos aspectos relativos ao Meio Biológico.

A construção do empreendimento fotovoltaico é de grande interesse público local, a intervenção na área será comedida a partir de medidas mitigadoras com o objetivo de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente durante a implantação e operacionalização empreendimento fotovoltaico 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. Contudo, a construção do empreendimento fotovoltaico na região trará implicações biogeográficas relevantes.

6.2.3.Fauna

A Identificação da composição dos grupos de vertebrados da área de influência onde será implantado o empreendimento possui fundamental importância na elaboração e execução de projetos que tenham como objetivo identificar, prever e avaliar as consequências das atividades humanas a biota local.

Este estudo busca descrever e analisar os recursos ambientais e suas interações, caracterizando a situação ambiental atual da área antes da implantação do empreendimento. O levantamento faunístico prévio e suas particularidades possuem valores decisivos e determinantes para implantação de projetos em uma determinada área, com o objetivo de planejar as ações que buscam conservar a biodiversidade local aliado às necessidades do desenvolvimento sustentável.

A realização do diagnóstico de fauna tem o propósito de embasar políticas de conservação e manejo, identificação das espécies dominantes, endêmicas, vulneráveis, ameaçadas de extinção, distribuição geográfica de espécies migratórias, dentre outros aspectos. Com isso o levantamento objetiva a definição de estratégias de conservação como medidas mitigadoras e/ou compensatórias, subsidiando ações de menor impacto ao ambiente e à fauna local nas etapas: prévia, implantação e operação visando a conservação das espécies locais observando os impactos ambientais de caráter positivo e negativo sobre a biota.

Para caracterização da macrofauna local foram realizadas inspeções em campo, sendo obtidos dados primários, os dados foram coletados nas áreas de influência do empreendimento (ADA, AID e AII). O levantamento utilizou de métodos ativos, foram realizados transectos aleatórios na área do empreendimento, pontos de observação e procura visual ativa e auditiva (diurna e noturna), e entrevistas com moradores da localidade.

O nível de endemismo no bioma de caatinga varia de 3% nas aves (15 das 510 espécies; Silva et al., 2004), 7% para mamíferos (10 de 143; Oliveira et al., 2003), 15% dos répteis e anfíbios (23 de 156 espécies; Rodrigues et al., 2004), sendo elevado para as espécies vegetais (34% das espécies descritas; Giulietti et al., 2004), evidenciando a importância da Caatinga para a conservação da biodiversidade brasileira. Sendo assim, é indispensável conhecer a composição de espécies de fauna que ocorre na área do Complexo Fotovoltaico para prever e minimizar os impactos ambientais negativos.

- Metodologia

O levantamento faunístico contou com uma campanha prévia realizada durante os dias 11 e 13 de janeiro de 2021 objetivando o levantamento de dados qualitativos, posteriormente foi realizada uma campanha estruturada entre os dias 05 e 09 de maio de 2021, as duas campanhas englobaram três áreas, sendo: 1) Área Diretamente Afetada (ADA), que representa a área da poligonal onde será implementado o empreendimento; 2) Área de Influência Direta (AID), que corresponde à área do entorno de 500 metros do empreendimento onde tem-se a ocorrência de impactos diretos no meio biológico devido a possível implantação e operação, e 3) Área de Influência Indireta (AII), que representa uma área de 1.500 metros de distância da poligonal do empreendimento.

Os trabalhos de campo foram executados durante o período de chuva, o que facilitou na identificação em campo de algumas espécies e no avistamento de espécies que compõem a herpetofauna, em especial os anfíbios. Além disso, o trabalho foi complementado através de dados secundários de estudos já realizados na área e realização de entrevista com a população local.

A escolha dos pontos amostrais foi realizada previamente através de análise geoespacial da paisagem, sendo levada em consideração as diversas feições das áreas identificadas em imagens de satélites, os pontos também foram reavaliados durante a execução do campo. O mapeamento foi realizado por meio do Software da ESRI o ArcMap (ArcGis 10.8 Desktop) e Avenza (Plataforma Android), onde foram gerenciados os pontos de amostragens e gravado os transectos realizados durante os trabalhos.

Os pontos amostrais foram distribuídos ao longo da poligonal do empreendimento, com a finalidade de abranger a maior diversidade de *habitats*, incluindo áreas antropizadas. Ao todo, foram determinados 56 (cinquenta e seis) pontos amostrais para o levantamento de fauna, sendo um total 24 (vinte e quatro) na ADA, 18 (dezoito) na AID e 14 (dois) na AII. Além disso, durante o deslocamento de um ponto para o outro, também foram feitos registros ocasionais das espécies as quais eram visualizadas.

Tabela 23 – Quantitativo dos pontos de amostragem utilizados no levantamento Faunístico nas áreas de influência do empreendimento, Município de Caraúbas e Upanema/RN

QUANTITATIVO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM				
Metodologia	**ADA**	**AID**	**AII**	**Total**
Pontos Amostrais/Esuta de Aves	10	05	7	22
Pontos de Esuta de Anfíbios	02	04	02	08
Detector de Ultrassom	02	06	01	09
Câmeras Trap	04	01	--	05
Transectos	06	02	04	12

Fonte: CSA, junho de 2021.

Os táxons foram amostrados por meio de combinações de métodos científicos comumente empregados em estudos de fauna silvestre. A identificação das espécies foi realizada no campo ao menor nível taxonômico possível (espécie) e a confirmação foi realizada a posteriori por meio de consulta das seguintes obras: Freitas (2015) para anfíbios e répteis, Sigrist (2013) para aves e Becker & Dalponte (2013) e Reis et al. (2006) para os mamíferos. Foram utilizados também dados dos *sites* wikiaves.com, ebird.org, birdier.com, sbherpetologia.org, entre outros, os quais foram utilizados para comparação dos registros fotográficos obtidos daquela área. As tabelas de espécies seguiram as propostas de organização para cada táxon, sendo Segalla et al. (2016) e Costa e Bérnils (2018) para anfíbios e répteis, Piacentini et al. (2015) para aves e Paglia et al. (2012) para mamíferos.

As áreas amostradas abrangem tanto a Área Diretamente Afetada (ADA) quanto a Área de Influência Direta (AID) e indireta (AII). A seguir é apresentado o mapa com a localização dos pontos amostrais utilizados para a identificação de fauna.



Figura 74 – Pontos amostrais distribuídos ao longo da área de influência do empreendimento, município de Caraúbas/RN e Upanema/RN. Fonte: CSA, junho de 2021.

Na tabela a seguir estão listadas as coordenadas em UTM e Datum SIRGAS 2000 de todos os pontos amostrais percorridos durante o estudo, nestes locais foram aplicados métodos específicos para cada grupo zoológico dentro da área de estudo.

Tabela 24 – Coordenadas dos Pontos de Amostragem utilizados para o levantamento Faunístico nas áreas de influência do empreendimento, Município de Caraúbas e Upanema/RN

Coordenadas Geográficas UTM, Datum SIRGAS 2000, Zona 24S							
PONTOS AMOSTRAIS/ESCUTA DE AVES							
Vértice	**X**	**Y**	**Área de Influência**	**Vértice**	**X**	**Y**	**Área de Influência**
01	669466	9365102	ADA	12	667729	9366053	AID
02	668948	9365333	ADA	13	669665	9363454	AII
03	669970	9365143	AID	14	669572	9363814	AII
04	668686	9365776	ADA	15	668429	9367808	AII
05	668309	9365280	ADA	16	668463	9368289	AII
06	670301	9366602	ADA	17	666893	9365260	AII
07	669890	9366654	ADA	18	668564	9365043	ADA
08	668981	9366766	ADA	19	668429	9364036	AII
09	668536	9366804	ADA	20	669453	9364617	AID
10	668318	9366817	ADA	21	671280	9367361	AII
11	668363	9367329	AID	22	670892	9366745	AID
PONTOS DE ESCUTA DE ANFÍBIOS							
Vértice	**X**	**Y**	**Área de Influência**	**Vértice**	**X**	**Y**	**Área de Influência**
01	667101	9365296	AII	05	670352	9366610	ADA
02	669269	9364287	AID	06	670963	9366845	AID
03	669661	9365082	ADA	07	667982	9366554	AID
04	670228	9366148	AID	08	668434	9367766	AII
DETECTOR ULTRASSOM							
Vértice	**X**	**Y**	**Área de Influência**	**Vértice**	**X**	**Y**	**Área de Influência**
01	669323	9364358	AID	06	670979	9366832	AID
02	669520	9365096	ADA	07	668538	9364578	AID

03	670192	9366102	AID	08	668001	9366565	AID
04	670566	9366775	AID	09	668471	9367779	AII
05	670375	9366599	ADA				

CÂMERA TRAP							
Vértice	**X**	**Y**	**Área de Influência**	**Vértice**	**X**	**Y**	**Área de Influência**
01	669400	9365126	ADA	04	669157	9366779	ADA
02	668654	9365692	ADA	05	669719	9364603	AID
03	670359	9366575	ADA				

TRANSECTOS					
Transecto	**Área de Influência**	**Inicio**		**Fim**	
		X	**Y**	**X**	**Y**
01	ADA	669466	9365102	668948	9365333
02	ADA	668606	9365260	668686	9365776
03	ADA	668429	9365248	667944	9365370
04	ADA	670375	9366599	669890	9366654
05	ADA	669072	9366747	668536	9366804
06	AID	668278	9366756	668375	9367283
07	AII	669665	9363454	669572	9363814
08	AII	668471	9367779	668463	9368242
09	AII	667193	9365268	666749	9365251
10	ADA	668510	9364591	668571	9365065
11	AII	670982	9367006	671280	9367361
12	AID	668619	9364542	668440	9364131

Fonte: CSA, junho de 2021.

Para realização do levantamento de fauna foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Binóculo (Binoculo Profissional Sakura 30x260x160);

- Máquina fotográfica Profissional Canon SL3 (acoplada com lente Sigma 150-600mm DG, OS HSM Contemporary), máquina fotográfica superzoom (CANON -SX60hs), máquina fotográfica (modelo DMC FZ47 Panasonic);

- Smartphone com o programa Avenza e Timestamp;
- Gancho herpetológico;
- Cinco Câmeras Trap (4 Bushnell - Aggressor 20MP Low-Glow e 1 Suntek HC-900), e
- 2 Detectores de ultrassom modelo Echo Meter Touch 2 PRO Handheld Bat Detector (Wildlife Acoustics).

Os equipamentos de proteção individual (EPI) utilizados foram: perneiras (para evitar acidente com animais peçonhentos), botas de couro com biqueira, máscaras, camisa camuflada com proteção UV, luvas de raspa de couro e chapéu de proteção.

O registro e identificação da fauna silvestre envolve uma grande quantidade de técnicas e procedimentos de campo. A detecção e registro das espécies foi realizado de maneira direta (visual e auditiva) e indiretamente (vestígios, pegadas, fezes, penas, pelos, ninhos, tocas etc).

Os grupos faunísticos foram amostrados através de combinações de métodos científicos baseados em literatura especializada, amplamente utilizados e empregados em estudos de fauna silvestre. A seguir é apresentada a descrição dos métodos de amostragem faunístico para o levantamento da Herpetofauna, Avifauna e Mastofauna:

- Métodos de amostragem da Herpetofauna

Seguem abaixo os métodos utilizados para registro da Herpetofauna:

a) **Busca ativa**: Esse método consistiu na procura por espécies, através de evidências diretas e indiretas, em troncos caídos, corpos de água, serapilheira, pedras, tocas, interior de bromeliáceas, inspecionando microhabitats, estruturas abandonadas e áreas potenciais para reprodução. Esse método foi aplicado nas horas mais quentes do dia para realizar o registro de répteis e ao anoitecer para realizar o registro de anfíbios. Ao todo, foram percorridos 12 transectos de 500m de extensão po 5m de largura, percorridos ao longo da área de influência do empreendimento entre os dias 05 e 09 de maio de 2021. O esforço amostral foi de 6.000m (6 km), cobrindo uma área de 0,6ha (6.000m²). Além disso, cada transecto foi realizado em um período de 2 horas, obtendo um esforço amostral total de 24 horas;

b) **Busca auditiva:** Método utilizado para o registro da vocalização dos anfíbios anuros por um período aproximado de 3 horas entre o período crepuscular e noturno, durante quatro noites. Ao todo

foram realizados 08 pontos de busca auditiva distribuídos ao longo da área de influência do empreendimento. O esforço amostral foi de 12 horas, sendo 1h30min por ponto amostral;

c) **Entrevista:** Método qualitativo, onde foi realizado entrevista com a população local, em que o profissional apresenta fotografias, guias de campo e gravações aos entrevistados com o objetivo de auxiliar na identificação correta das espécies que ocorrem no local;

d) **Dados secundários:** levantamento bibliográfico sendo realizado a consulta em literatura cientifica para publicações na região da área do estudo. A consulta foi realizada por meio do "Cartograma Projeto Caatinga Potiguar, Aves, Mamíferos e Répteis", no qual foi realizado em 10 áreas que foram elencadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga Potiguar. Dentre as áreas prioritárias, destaca-se a área denominada de "Felipe Guerra" que abriga os municípios de Felipe Guerra, Apodi, Governador Dix-Sept Rosado e Caraúbas e encontra-se inserida na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró**;**

Dados prévios: Foi realizado o levantamento qualitativo das espécies de anfíbios e répteis presentes na área do empreendimento através de um levantamento prévio realizado durante os dias 11, 12 e 13 de janeiro de 2021, onde foram utilizadas metodologias de busca ativa e busca auditiva noturna.

Métodos de amostragem da Avifauna

Os seguintes métodos foram utilizados para a realização dos registros da Avifauna:

a) **Dados secundários:** levantamento bibliográfico sendo realizado a consulta em literatura cientifica para publicações na região da área do estudo. A consulta foi realizada por meio do "Cartograma Projeto Caatinga Potiguar, Aves, Mamíferos e Répteis", no qual foi realizado em 10 áreas que foram elencadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga Potiguar. Dentre as áreas prioritárias, destaca-se a área denominada de "Felipe Guerra" que abriga os municípios de Felipe Guerra, Apodi, Governador Dix-Sept Rosado e Caraúbas e encontra-se inserida na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (Venticinque et al., 2016); Além disso, foi realizada uma busca no banco de dados do WikiAves, sendo realizada uma filtragem de espécie para a localidade dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

b) **Ponto de escuta:** foi realizado o registro das espécies de aves ouvidas em 22 pontos, durante 10 minutos por ponto de escuta, em um raio mínimo de 300 metros. Essa metodologia fornece dados estatisticamente seguros, assim como dados sobre abundância relativa, riqueza específica, composição, frequência de relativa, entre outros (Vielliard & Silva, 1990; Anjos, 2007; Anjos et al., 2010; Vielliard et al., 2010). Os pontos executados foram iniciados no período da manhã (05h) e onde

permaneceram por 10 minutos em cada ponto, registrando o máximo possível de espécies ouvidas e visualizadas. O esforço amostral total foi de 3h40min nos 22 pontos monitorados.

c) **Transecto:** Foi realizado também o registro ocasional de espécie durante os deslocamentos dentro da área de influência do empreendimento e durante a realização de transectos, ao todo foram realizados 12 transectos onde cada transecto foram realizadas buscas por até 2hs, realizando ponto de observação e de registro fotográfico.

d) **Entrevistas:** método qualitativo que consistiu na realização de entrevistas com moradores locais, caçadores, fazendeiros, trabalhadores, agricultores, no qual o profissional apresentou fotografias e guias de campo para o auxílio na identificação das espécies que ocorrem no local, assim como seus possíveis interesses cinegéticos;

e) **Dados prévios:** Foi realizado o levantamento qualitativo das espécies de aves presentes na área do empreendimento através de um levantamento prévio realizado durante os dias 11, 12 e 13 de janeiro de 2021, onde foram utilizadas metodologias de pontos de escuta.

Os nomes científicos seguiram o padrão adotado pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CRBO – onde foi utilizado a versão mais recente da lista das Aves do Brasil do ano de 2015. Sendo elaborada a lista de acordo com a nomenclatura proposta.

- Métodos de amostragem da Mastofauna

Os seguintes métodos foram utilizados para a realização dos registros da Mastofauna:

a) **Busca ativa:** realização de transectos em pontos amostrais, no qual foi percorrido estradas e trilhas preexistentes em busca de evidências diretas (visualização ou contato auditivo) e indiretas (rastros de pegadas, urina e fezes). Foi realizado busca por colônia de quirópteros em construções abandonadas, troncos de árvores e cupinzeiros. Para o registro dos mamíferos, o método de busca ativa ocorreu entre às 05h e 11h, entre 15h e 17h e entre 18h e 20h. Quando encontrados, os indivíduos tinham o seu registro fotográfico realizado quando possível. Ao todo, foram percorridos 12 transectos de 500m de extensão po 5m de largura, percorridos ao longo da área de influência do empreendimento entre os dias 05 e 09 de maio de 2021. O esforço amostral foi de 6.000m (6 km), cobrindo uma área de 0,6ha (6.000m²). Além disso, cada transecto foi realizado em um período de 2h00, obtendo um esforço amostral de 24h00;

b) **Armadilhas fotográficas:** no período de 05 a 09 de maio de 2021 foram instaladas cinco câmeras trap (4 modelos Bushnell e 1 Suntek), sendo 4 distribuídas na área da ADA e uma na AID em estudo. As armadilhas fotográficas foram montadas em locais próximos onde foi observado maior atividade de mamíferos. No local de instalação das armadilhas fotográficas foram colocadas iscas compostas ração de gato, sardinha, banana, sal, paçoca e óleo de peixe, com a finalidade de atrair os animais e aumentar a chance de registro. As câmeras permaneceram ligadas durante cinco noites (de 05 a 09 de maio), totalizando um esforço de 25 armadilhas-noite (05 armadilhas * 05 noites * 01 Ponto Amostral);

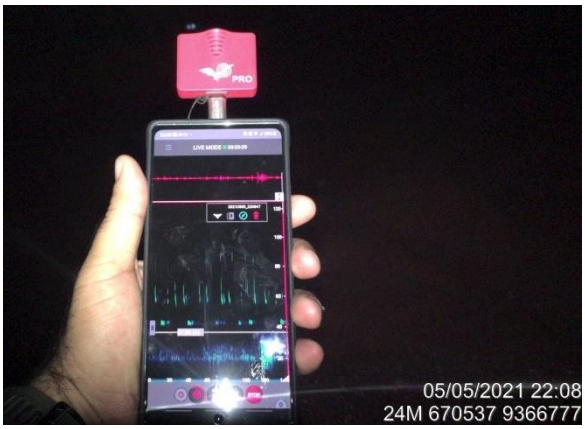
c) **Detector de Ultrassom (Bat Detector):** Esta metodologia permite a identificação de espécies através dos pulsos de frequência emitidos pelos morcegos utilizando sua ecolocalização. A realização de monitoramentos acústicos (bat detector) vem sendo utilizada, principalmente, em estudos de uso de hábitat e de respostas de quirópteros a alterações ambientais. Sendo assim, foi utilizado o detector de ultrassom (Echo Meter Touch 2 PRO Handheld Detector) em 09 (nove) pontos amostrais, sendo realizado 20 minutos de gravação por ponto amostral. O esforço amostral foi de 3h00min.

d) **Entrevistas:** método qualitativo que consistiu na realização de entrevistas com moradores locais, caçadores, fazendeiros, trabalhadores, agricultores, no qual o profissional apresentou fotografias e guias de campo, para o auxílio na identificação das espécies que ocorrem no local, assim como seus possíveis interesses cinegéticos;

e) **Dados secundários:** A consulta também foi realizada por meio do artigo científico Mamíferos de Médio e Grande Porte da Caatinga do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil de Marinho et al (2018), no qual foi realizado em 10 áreas que foram elencadas como prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga Potiguar. Dentre as áreas prioritárias, destaca-se a área denominada de “Felipe Guerra” que abriga os municípios de Felipe Guerra, Apodi, Governador Dix-Sept Rosado e Caraúbas e encontra-se inserida na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró. Para os quirópteros a consulta foi realizada por meio do artigo científico Vargas-Mena et al. (2018), no qual teve um de seus pontos amostrais realizados no município de Caraúbas/RN.

f) **Dados prévios:** Foi realizado o levantamento qualitativo das espécies de aves presentes na área do empreendimento através de um levantamento prévio realizado durante os dias 11, 12 e 13 de janeiro de 2021, onde foram utilizadas metodologias busca ativa, armadilhas fotográficas e detector e ultrassom.

A seguir é apresentado o registro fotográfico da execução das metodologias realizadas em campo para elaboração do diagnóstico faunístico.


05/05/2021 22:08
24M 670537 9366777

(A)


08/05/2021 08:07
24M 668299 9363901

(B)


05/05/2021 15:28
24M 669398 9365127

(C)


05/05/2021 16:05
24M 669053 9365296

(D)


24M 668608 9365379

(E)


06/05/2021 19:06
24M 670361 9366599

(F)





(G) **(H)**

Foto 16 - Registro da metodologia de campo, (A) Utilização de detector de ultrassom, (B) Aplicação de entrevista, realizada com morador local, (C) instalação de câmera trap, (D) Método de ponto de escuta, (E) Busca por colônia de morcegos, (F) Busca ativa e auditiva noturna por anfíbios, (G) Busca ativa por vestígios e (H) Realização de transecto.
Fonte: CSA.

- Análise dos dados

Os dados coletados em campo sobre as espécies foram transferidos para uma planilha do Excel, tabulados e analisados. A partir desses dados, as seguintes informações foram registradas: níveis taxonômicos (classe, ordem, família, gênero e espécie), nome científico, nome popular, status de conservação, área de influência, guilda trófica, uso de hábitat, tipo de registro, riqueza, composição, abundância e frequência. As espécies registradas por meio de entrevista e por referência bibliográfica foram contabilizadas para compor a lista de espécies presentes nas áreas de influência do empreendimento.

Todas as espécies de fauna registradas foram avaliadas quanto ao seu grau de ameaça de extinção no Brasil, de acordo com a Portaria nº 444 de 17 de dezembro e 2014 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a qual reconhece quais espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção estão presentes na "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" e na Lista Vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN (2021) e no banco de dados do Cites (Appendices I, II and III. valid from 4 october 2017 e Instrução Normativa MMA nº 01, de 15 de abril de 2014).

A partir dos dados levantados, os seguintes indicadores ecológicos foram calculados: índice de diversidade de Shannon-Weaver, dominância de Simpson, diversidade de Margalef e equitabilidade de Pielou. Esses indicadores fornecem dados significativos a respeito das comunidades. Esses dados foram submetidos para análises e testes a partir do programa estatístico PAST ® versão 3,26. Para o levantamento destes indicadores, foram utilizados os dados de abundância observada obtida a partir da soma das diferentes metodologias propostas para cada táxons.

A dominância de Simpson varia de 0 a 1, onde 0 indica que todas as espécies estão igualmente presentes e 1 indica que uma espécie domina completamente. O índice de Simpson indica a uniformidade da comunidade, variando de 0 a 1, onde quanto mais próximo de 1, mais uniforme é a comunidade. O índice de Shannon leva em consideração que as espécies raras e abundantes apresentem o mesmo peso. Os valores variam de 0 para comunidades com apenas um indivíduo e valores elevados para comunidades com muitas espécies. O índice de riqueza de Margalef demonstra a riqueza específica e é utilizado para estimar a diversidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies. Quanto maior o valor do índice, maior a diversidade da comunidade amostrada. A Equitabilidade de Pielou (também conhecida como uniformidade de Pielou), apresenta intervalo de 0 e 1, onde 1 representa máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes.

Para a lista de espécies, foram consideradas as metodologias utilizadas, tanto os registros diretos através da busca ativa (visual e fotográfico) e armadilhas (câmera trap), quanto indiretos (fezes, pegadas e rastros) de maneira conjunta, tendo por unidade amostral os pontos amostrais (transectos, pontos de escuta, bat detector e câmeras trap).

A estimativa de riqueza e análises de suficiência amostral foram obtidas a partir da presença/ausência de cada espécie de acordo com cada metodologia proposta para o táxon, sendo busca auditiva para anfíbios, transectos para répteis e mastofauna e pontos de escuta para avifauna, utilizando o estimador Jackknife de primeira ordem, com auxílio do programa EstimateS version 9.1.0.

A frequência relativa da herpetofauna foi calculada a partir da presença das espécies nos pontos de busca auditiva para anfíbios, nos transectos para répteis, enquanto para a avifauna foi calculada a partir dos pontos de escuta e para a mastofauna foram utilizados os dados de frequência nas câmeras rap. As espécies registradas foram classificadas quanto à sua frequência da seguinte forma: espécies presentes em até 10% das amostras são consideradas Raras (R), entre 10 e 20% como Ocasionais (O), entre 20 e 50% como Comuns (C), entre 50 e 80% como Frequentes (F) e aquelas com frequência de ocorrência superior a 80% como Muito Frequentes (MF) (Mendonça-Lima e Fontana, 2000).

Para verificar se a área de abrangência do empreendimento compreende em área de rotas e de concentração de espécies migratórias, foi realizada a sobreposição da área de abrangência do empreendimento com as áreas consideradas importantes para alimentação, concentração, descanso, pouso, reprodução e rota de aves em migração, de acordo com os dados disponibilizados pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres - CEMAVE. Esse documento compõe o 3º Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias, o qual foi publicado no primeiro semestre de 2020 pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Natureza - ICMBio.

No caso dos vestígios, foram registradas pegadas de mamíferos (identificadas conforme Becker e Dalponte, 2015), fezes (conforme Chame, 2003), tocas e rastros por busca de alimento. Pegadas e fezes de pequenos felinos não foram identificadas em função da semelhança entre as espécies silvestres e com o gato-doméstico (Angelo et al., 2008; Carvalho et al., 2015).

A seguir é apresentado a descrição de cada táxon identificado para a área de abrangência do empreendimento.

- Resultados
    - Herpetofauna

O grupo da herpetofauna abrange os anfíbios e répteis. Recentes estudos de compilação da Herpetofauna para o Rio Grande do Norte registraram 76 espécies desse táxon (34 anuros, 1 quelônio e 41 squamatas) (Calixto e Morato, 2017; Caldas et al., 2016; Guedes et al., 2014; Magalhães et al., 2013 e Freire et al., 2009). Segundo Costa e Bérnils (2018), o Brasil conta atualmente com 795 espécies de répteis, sendo 36 Testudines, 6 Crocodylia e 753 Squamata (72 anfisbenas, 276 “lagartos” e 405 serpentes). Além disso 395 são endêmicas dos Brasil, representando 47% das espécies. Para o estado do Rio Grande do Norte, existe a ocorrência de 89 espécies de répteis (excluindo as espécies de tartarugas marinhas), sendo 10 Testudines, 2 Crocodylia e 82 Squamata (6 anfisbenas, 33 “lagartos” e 43 serpentes), todavia esses números ainda são subestimados devido à ausência de estudos em áreas poucos exploradas para o estado do Rio Grande do Norte, onde algumas espécies permanecem completamente desconhecidas para essa região.

a) Anfíbios

O trabalho de campo foi desenvolvido durante o período de chuva, onde o grupo dos anfíbios apresentou maior atividade, registro de espécies e indivíduos. Sendo assim, durante o levantamento faunístico foram registradas 9 espécies de anfíbios (*Leptodactylus fuscus, Leptodactylus macrosternum, Physalaemus albifrons, Pithecopus gonzagai, Pleurodema diplolister, Pseudopaludicola pocoto, Rhinella diptycha, Rhinella granulosa* e *Scinax x-signatus*). Além disso, a partir de dados prévios, dados secundários e de entrevistas realizadas com moradores locais, foram registradas mais duas espécies (*Leptodactylus troglodytes* e *Dermatonotus muelleri*).

Sendo assim, ao todo, foram registradas 11 espécies pertencentes a 5 famílias, para a área de influência do empreendimento, conforme quadro a seguir.

Tabela 25 - Registrodas espécies de Anfíbios presentes na área de influência do empreendimento, em Caraúbas e Upanema/RN.

TÁXON	NOME POPULAR	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			ABUNDÂNCIA	GUILDA TRÓFICA	HABITAT	ÁREA DE OCORRÊNCIA	TIPO DE REGISTRO
		MMA	IUCN	APÊNDICES (CITES)					
CLASSE AMPHIBIA									
ORDEM ANURA, Merrem, 1820									
Família Bufonidae,Gray, 1825									
Rhinella diptycha (Cope, 1862)	Sapo-cururu	NC	DD	NC	6	IN	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, EN, DP
Rhinella granulosa (Spix, 1824)	Sapo-granuloso	NC	LC	NC	1	IN	TE	ADA, AID, AII	VS, FT
Família Hylidae Rafinesque, 1815									
Scinax x-signatus (Spix, 1824)	Perereca-de-banheiro	NC	LC	NC	7	IN	AR	ADA, AID, AII	VS, FT, AU, EN, DP
Família Leptodactylidae,Werner, 1896									
Leptodactylus fuscus (Schneider, 1799)	Caçote	NC	LC	NC	2	IN	SA	ADA, AID, AII	AU, EN
Leptodactylus macrosternum (Miranda-Ribeiro, 1926)	Rã	NC	LC	NC	5	IN	SA	ADA, AID, AII	VS, FT, EN
Leptodactylus troglodytes (Lutz, 1926)	Rã	NC	LC	NC	-	IN	SA	AII	DP
Physalaemus albifrons (Spix, 1824)	Rã-cachorro	NC	LC	NC	5	IN	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, AU

Pleurodema diplolister (Peters, 1870)	Sapo-de-areia	NC	LC	NC	1	IN	TE	ADA, AID, AII	VS, FT
Pseudopaludicola pocoto (Magalhães, Loebmann, Kokubum, Haddad&Garda, 2014)	Rã-pocotó	NC	NC	NC	1	IN	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, AU
Família Microhylidae Günther, 1858									
Dermatonotus muelleri (Boettger, 1885)	Sapo-bode	NC	LC	NC	-	IN	TE	AII	DP
Família Phyllomedusidae, Günther, 1858									
Pithecopus gonzagai (Andrade, Haga, Ferreira, Recco-Pimentel, Toledo, and Bruschi, 2020)	Perereca-macaco	NC	NC	NC	7	IN	AR	ADA, AID, AII	VS, FT, AU, EN, DP

*Legenda: **Tipos de registros:** Visual - VS, Auditivo - AU, Fotografado - FT, Entrevista – EN, Registro Indireto – RI, Dados Prévios - DP e Referencial Bibliográfico – RB. **Status**: Extinto - Extinto (EX), Extinta na natureza (EW); Ameaçada - Criticamente em perigo (CR), Em perigo (EN), Vulnerável (VU); Baixo Risco - Dependente de conservação, Quase ameaçada (NT), Pouco preocupante (LC); Outras categorias - Dados deficientes (DD), Não consta na lista (NC). **Habitat:** AR – arborícola; FO – fossorial; SA – semiaquático; AQ – aquático; TE – terrestre; SE: Serrapilheira. **Guilda Trófica**: ON - onívoro; IN - insetívoro; HB – herbívoro; CA – carnívoro; HE – Hematófago.

Dentre as famílias de anfíbios descrita para a área de influência do empreendimento, destaca-se a família Leptodactylidae a qual apresentou a maior representatividade no número de espécies (N=6), seguida da família Bufonidae com duas espécies registradas. As demais famílias obtiveram apenas uma espécie registrada para a área de influência do empreendimento.

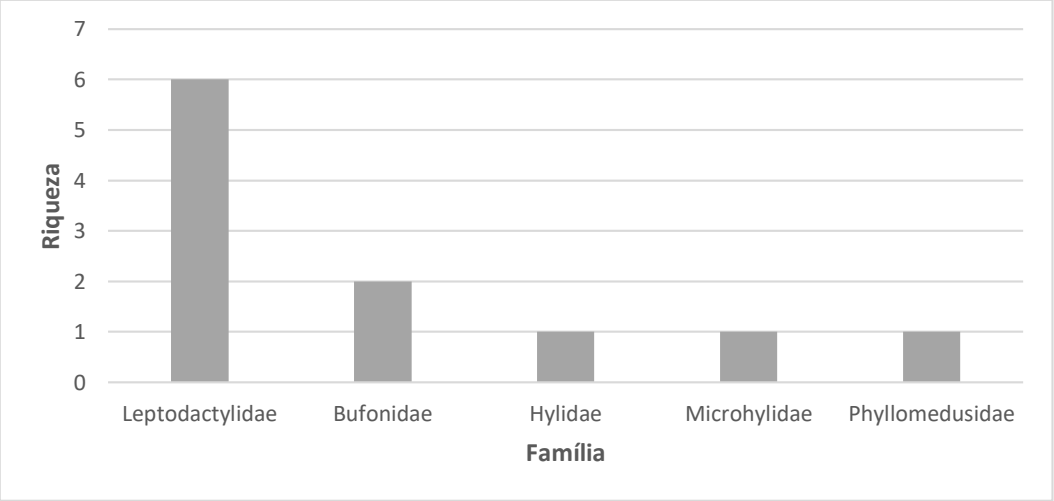


Gráfico 26 – Riqueza de espécies por família do grupo de anfíbios presentes na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

- Indicadores Ambientais

A riqueza observada a partir dos pontos de busca auditiva para a área do empreendimento foi de 9 espécies, enquanto a riqueza estimada - *Jackknife* 1, foi de 12,5 espécies (intervalo de confiança de 95%) com desvio padrão de 2,65 espécies. A avaliação da suficiência amostral apresentou uma curva rarefeita ainda em ascensão, indicando o potencial de ocorrência de outras espécies de anfíbios para o local do empreendimento.

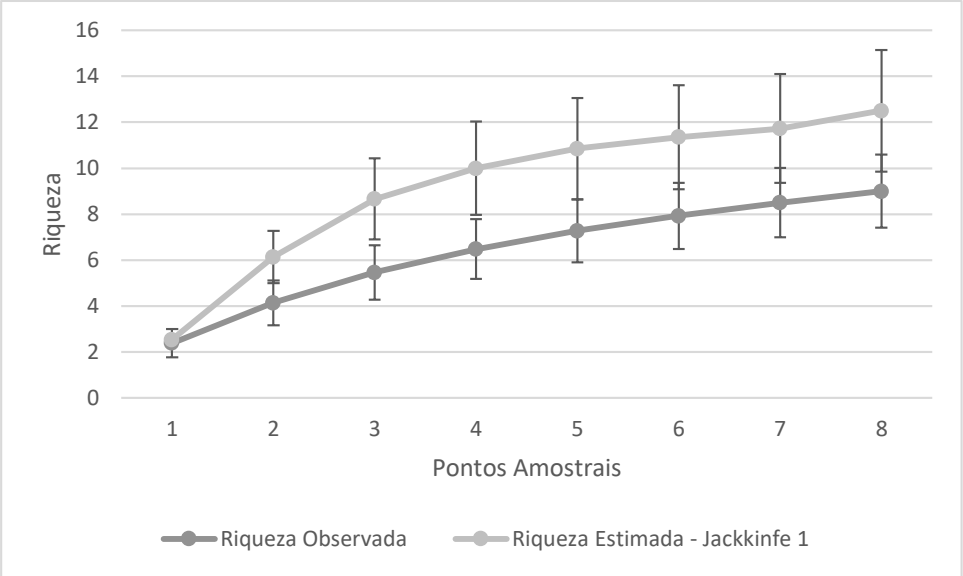


Gráfico 27 - Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) com o desvio padrão das espécies de anfíbios registrados durante a realização de busca auditiva no empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Em relação aos indicadores ambientais de diversidade, a dominância de anfíbios registrados no levantamento indica uma baixa dominância de espécies (0,15), enquanto o índice de uniformidade de Simpson calculado para o empreendimento foi de 0,84. O índice de Shannon encontrado para a diversidade foi igual a 1,97, enquantoo índice de riqueza de Margalef encontrado para este levantamento de anfíbios foi de 2,25. A Equitabilidade de Pielou da comunidade de répteis apresentou valor de 0,89. Sendo assim, a comunidade de anfíbios da área do empreendimento apresentou baixa dominância e elevada uniformidade e equitabilidade de espécies, indicando que esse grupo se encontra em um equilíbrio ecológico.

Tabela 26 - Índices de diversidade de anfíbios registrados durante o levantamento de campo do empreendimento.

Índices	Valor	Lower	Upper
Riqueza de Espécies (S)	9	6	9
Indivíduos	35	35	35
Dominância (D)	0,1559	0,1429	0,231
Simpson (1-D)	0,8441	0,769	0,8571
Shannon (H)	1,97	1,618	2,045
Margalef	2,25	1,406	2,25
Equitabilidade (J)	0,8968	0,8285	0,9594

Fonte: CSA, junho de 2021.

De acordo com a análise de ocupação de habitat pelas espécies na área de influência do empreendimento, é possível observar um domínio de espécies terrestres, representando 54,55% das espécies, e depois por espécies arborícolas, com uma representatividade de 27,27%. As demais espécies apresentaram hábitos arborícolas (18,18%).

A partir da análise das guildas tróficas ocupadas pelas espécies da herpetofauna registradas na área de influência do empreendimento, foi possível verificar o domínio de espécies insetívoras, onde todas as espécies registradas apresentam dieta baseada em insetos.

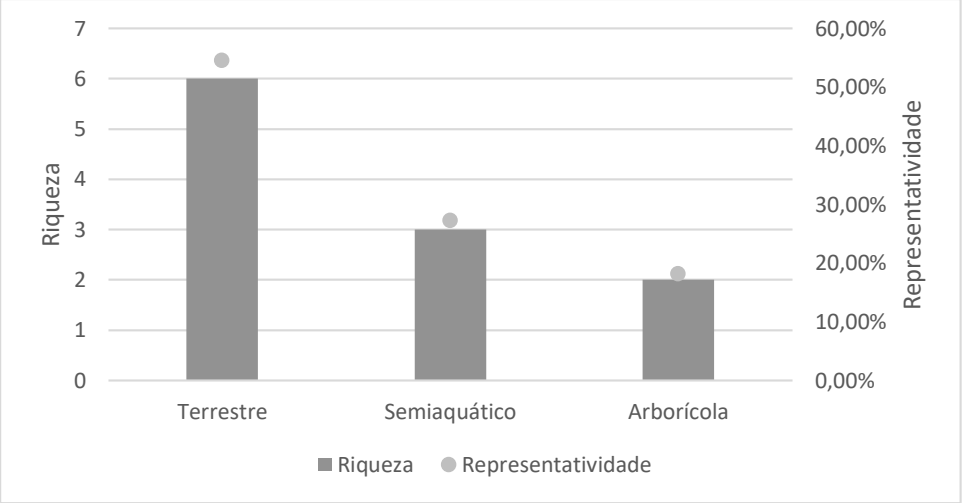


Gráfico 28 - Riqueza de espécies de anfíbios e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Durante o levantamento, foram contabilizados 35 registros de indivíduos, dentre eles, as espécies *Pithecopus gonzagai* e *Scinax x-signatus* foram as mais abundantes, ambas com 7 indivíduos registrados e representando 20% da abundância total, seguido da *Rhinella diptycha* (N=6 e AR=17,14%), *Leptodactylus macrosternum, Physalaemus albifrons* (ambas com N=5 e AR=14,29%) e *Leptodactylus fuscus* com dois indivíduos registrados (AR=5,71%). As demais espécies foram representadas por apenas um indivíduo, representando 2,86% da abundância total

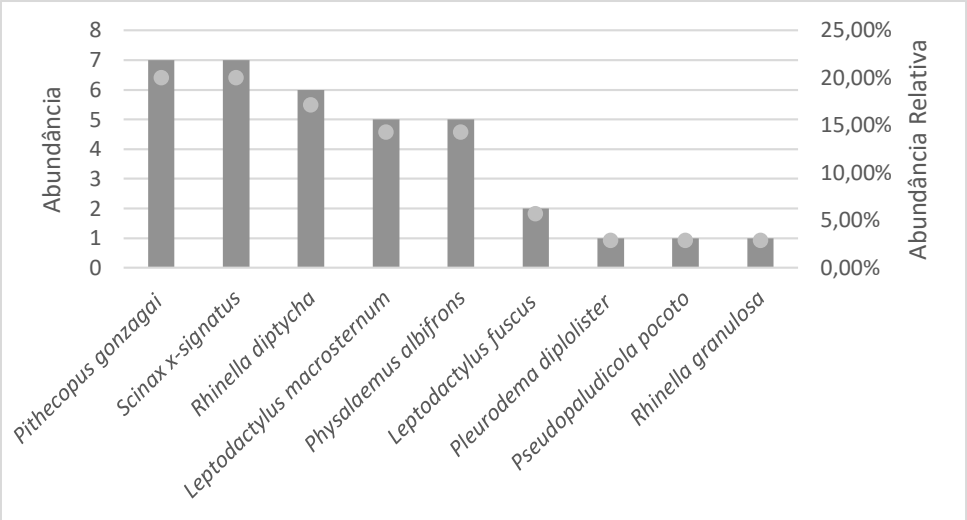


Gráfico 29 - Abundância Absoluta e Relativa das espécies de anfíbios registradas durante o levantamento de campo.
Fonte: CSA, junho de 2021.

O gênero *Leptodactylus* foi representado por três espécies para a área de influência do empreendimento. A espécie *Leptodactylus fuscus* possui hábito terrestre, noturno e realiza sua desova em ninhos de espuma (Rodrigues et al., 2004). Já a espécie *Leptodactylus macrosternum* é uma rã de médio porte, com ocorrência em diferentes tipos de habitats, podendo ser encontrados desde florestas tropicais úmidas a áreas secas, com dieta baseada em insetos, aracnídeos, gastrópodes e vegetais (Heyer et al., 2008; Costa et al., 2016), enquanto o *Leptodactylus troglodytes* é amplamente distribuída por todo o Nordeste brasileiro, sendo uma das espécies que mais vocaliza durante o ano inteiro.

O maior número de registros de espécies e indivíduos de anfíbios foram realizados em locais onde se observou acúmulo d'água presente nas áreas de influência do empreendimento. Nos locais de maior concentração de espécies e indivíduos também foi possível observar concentrações de espumas de reprodução e espécies realizando o "amplexo", representando que o período de chuva se apresentou de forma ideal para registrar esses indivíduos, conforme foto a seguir.



(A)



(B)

Foto 17 – (A) Local com acúmulo d'água e presença de espumas de reprodução de anuros e (B) Barreiro d'água com concentração de anfíbios.
Fonte: CSA, maio de 2021.

Durante a realização da busca noturna e auditiva foi possível realizar o registro fotográfico, a maior concentração de indivíduos e espécies nesses ambientes, conforme registros fotográficos a seguir:



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)



(H)

Foto 18 – (A)Registro de Physalaemus albifrons, (B) Pleurodema diplolister, (C) Pithecopus gonzagai e (D) Scinax x-signatus (E) Pseudopaludicola pocoto, (F) Rhinella diptycha, (G) Leptodactylus macrosternum e (H) Rhinella granulosa, registrados nos pontos de acúmulo de água encontrados na ADA do empreendimento. Fonte: CSA, maio de 2021.

- Espécies Endêmicas e/ou Ameaçadas de Extinção

Durante o levantamento faunístico houve o registro da espécie de anfíbio *Pithecopus gonzagai*, o qual foi descrito recentemente na literatura (Andrade et al. 2020) e apresenta distribuição restrita ao norte do Rio São Francisco, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, norte do Ceará e provavelmente Maranhão e Piauí, estando presente nos biomas Caatinga e Mata Atlântica desses estados. Apesar de não ser endêmico, a espécie *Pleurodema diplolistris* pode ser encontrada em diversas localidades do semiárido Brasileiro sendo a única espécie do gênero que ocorre no Nordeste do Brasil, com distribuições reconhecidas em áreas de Caatinga e de outras formações abertas (Hodl, 1992; Freitas, 2015). Vale destacar também a presença da espécie *Pseudopaludicola pocoto*, a qual pode ser encontrada em alguns estados do semiárido brasileiro, nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (Freitas, 2015).

Em relação as espécies ameaçadas, nenhuma das espécies registradas se encontra presente na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (Portaria MMA nº 444, de 17 de dez de 2014 - ICMBio) e no banco de dados do CITES (Appendices I, II and III. valid from 4 october 2017, Instrução Normativa MMA nº 01, de 15 de abril de 2014). No entanto, em relação a lista internacional de espécies ameaçadas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2021), a espécie Rhinella diptycha se encontra classificada com “DD” (dados deficientes).

- Espécies de Importância Econômica e Cinegética

Em relação a importância econômica e cinegética dos anuros, as espécies do gênero *Leptodactylus* são alvos de caça humana para fins alimentícios, e podem ser utilizadas como alternativa ao uso de espécies exóticas na ranicultura local (Chaves, 2016). Durante as entrevistas com a população local, não foi relatado atividade de caça para esse táxon na localidade.

- Espécies Invasoras, exóticas ou de Risco Epidemiológico

Não houve registro de espécies de anfíbios exóticas, invasoras ou de risco epidemiológico na região onde foi realizado o diagnóstico ambiental.

b) Répteis

Durante o levantamento de campo foram registradas 10 espécies de répteis, sendo 7 lagartos: *Hemidactylus agrius, Gymnodactylus geckoides, Iguana iguana, Tropidurus hispidus, Tropidurus semitaeniatus, Ameivula ocellifera, Salvator merianae* e três serpentes: *Boiruna sertaneja*, *Erythrolamprus poecilogyrus* e *Oxyrhopus trigeminus*. Além disso, o levantamento de campo foi complementado por meio de dados secundários de estudos realizados na região, bem como através da utilização do Guia Herpetofauna no Nordeste Brasileiro durante entrevistas com a população local. A partir dos dados secundários foram registradas mais 17 espécies, sendo 10 serpentes e 7 lagatos com ocorrência para a área.

Sendo assim, o diagnóstico resultou em um total 27 de répteis (uma ordem e 13 famílias), sendo 10 espécies registradas em campo, mais 12 espécies citadas na literatura e listadas em entrevistas para a área de influência do empreendimento, as quais são descritos a seguir.

.

Tabela 27 - Registro das espécies de Répteispresentes na área de influência do empreendimento, em Caraúbas e Upanema/RN.

TÁXON	NOME POPULAR	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			ABUNDÂNCIA	GUILDA TRÓFICA	HABITAT	ÁREA DE OCORRÊNCIA	TIPO DE REGISTRO
		MMA	IUCN	APÊNDICES (CITES)					
CLASSE REPTILIA									
ORDEM SQUAMATA Oppel, 1811									
"Lagartos"									
Gekkota Cuvier, 1817									
Família Gekkonidae Gray, 1825									
Hemidactylus agrius Vanzolini, 1978	Briba	NC	LC	NC	13	IN	AR	ADA, AID, AII	VS, FT
Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnès, 1818)	Briba	NC	LC	NC	-	IN	AR	AII	EN
Lygodactylus klugei (Smith, Martin & Swain, 1977)	Briba	NC	LC	NC	-	IN	AR	AII	RB
Família Phyllodactylidae Gamble, Bauer, Greenbaum & Jackman, 2008									
Gymnodactylus geckoides (Spix, 1825)	Briba	NC	LC	NC	1	IN	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, RB
Phyllopezus pollicaris (Spix, 1825)	Briba	NC	LC	NC	-	IN	SX	AII	EN
Família Mabuyidae Mittleman, 1952									
Psychosaura agmosticha (Rodrigues, 2000)	Lagarto-de-bromélia	NC	LC	NC	-	IN	AR	AII	RB

Iguania Cope, 1864									
Família Iguanidae Oppel, 1811									
Iguana iguana (Linnaeus, 1758)	Iguana	NC	LC	NC	3	HB	AR	ADA, AID, AII	VS, FT, EN
Família Polychrotidae Fitzinger, 1843									
*Polychrus acutirostris (*Spix, 1825)	Calango-cego	NC	LC	NC	-	IN	AR	AII	EN
Família Tropiduridae Bell *in* Darwin, 1843									
Tropidurus hispidus (Wied-Neuwied, 1824)	Lagartixa-de-parede	NC	LC	NC	13	IN	TE, SX	ADA, AID, AII	VS, FT, EN, DP, RB
Tropidurus semitaeniatus (Spix, 1825)	Calango-de-lajedo	NC	LC	NC	13	IN	TE, SX	ADA, AID, AII	VS, FT, DP, RB
Lacertiformes Estes, de Queiroz & Gauthier in Estes & Pregill, 1988									
Família Gymnophthalmidae Fitzinger, 1826									
Micrablepharus maximiliani (Reinhardt & Luetken, 1862)	Calango-do-rabo-azul	NC	LC	NC	-	IN	SE	AII	RB
Vanzosaura multiscutata (Amaral, 1933)	Calango-do-rabo-vermelho	NC	LC	NC	-	IN	SE	AII	RB
Família Teiidae Gray, 1827									
Ameivula ocellifera (Spix, 1825)	Calango	NC	LC	NC	38	IN	TE	ADA, AID, AII	VS, FT
Salvator merianae (Duméril & Bibron, 1839)	Teju	NC	LC	NC	1	ON	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, EN, RI, DP
Serpentes Linnaeus, 1758									

Família Boidae Gray, 1825									
Boa constrictor (Linnaeus, 1758)	Jiboia	NC	LC	NC	-	CA	AR	AII	EN
*Epicrates assisi (*Machado, 1945)	Salamanta	NC	NC	NC	-	CA	AR	AII	EN
Caenophidia Hoffstetter, 1939									
Família Colubridae Oppel, 1811									
Oxybelis aeneus (Wagler in Spix, 1824)	Cobra-bicuda	NC	LC	NC	-	CA	AR	AII	EN
Família Dipsadidae Bonaparte, 1838									
Boiruna sertaneja (Zaher, 1996)	Cobra-preta	NC	LC	NC	1	CA	TE	AII	VS, FT, EN
Erythrolamprus poecilogyrus (Wied-Neuwied, 1824)	Cobrinha	NC	LC	NC	1	CA	TE	ADA, AID, AII	VS, FT
Erythrolamprus viridis (Günther, 1862)	Cobra-verde	NC	LC	NC	-	CA	TE	AII	EN
Oxyrhopus trigeminus (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	Falsa-coral	NC	LC	NC	2	CA	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, EN
Philodryas nattereri (Steindachner, 1870)	Corre-campo	NC	LC	NC		CA	TE	AII	EN
Philodryas olfersii (Lichtenstein, 1823)	Cobra-verde	NC	LC	NC	-	CA	AR	AII	EN
*Pseudoboa nigra (*Duméril, Bribon & Duméril, 1854)	Muçurana	NC	LC	NC	-	CA	TE	AII	EN
Família Elapidae Boie, 1827									
Micrurus ibiboboca (Merrem, 1820)	Coral-verdadeira	NC	NC	NC		CA	FO	AII	EN
Família Viperidae, Oppel, 1811									

Bothrops erythromelas (Amaral, 1923)	Jararaca-da-seca	NC	LC	NC	-	CA	TE	AII	EN
Crotalus durissus (Linnaeus, 1758)	Cascavel	NC	LC	NC	-	CA	TE	AII	EN

Fonte: CSA, junho de 2021.

*Legenda: **Tipos de registros:**Visual - VS, Escuta - ES, Fotografado - FT, Entrevista – EN, Registro Indireto – RI, Dados Prévios - DP e Referencial Bibliográfico – RB. **Status**: Extinto - Extinto (EX), Extinta na natureza (EW); Ameaçada - Criticamente em perigo (CR), Em perigo (EN), Vulnerável (VU); Baixo Risco - Dependente de conservação, Quase ameaçada (NT), Pouco preocupante (LC); Outras categorias - Dados deficientes (DD), Não consta na lista (NC). **Habitat:** AR – arborícola; FO – fossorial; SA – semiaquático; AQ – aquático; TE – terrestre; SE: Serrapilheira. **Guilda Trófica**: ON - onívoro; IN - insetívoro; HB – herbívoro; CA – carnívoro; HE – Hematófago.

Dentre as famílias de répteis descritos para a área de influência do empreendimento, destaca-se a família Dipsadidae a qual apresentou a maior representatividade no número de espécies (N=7), seguida da família Gekkonidae (N=3), Phyllodactylidae, Tropiduridae, Teiidae, Boidae e Viperidae e Gymnophthalmidae, ambas com duas espécies registradas. As demais famílias obtiveram apenas uma espécie registrada para a área de influência do empreendimento.

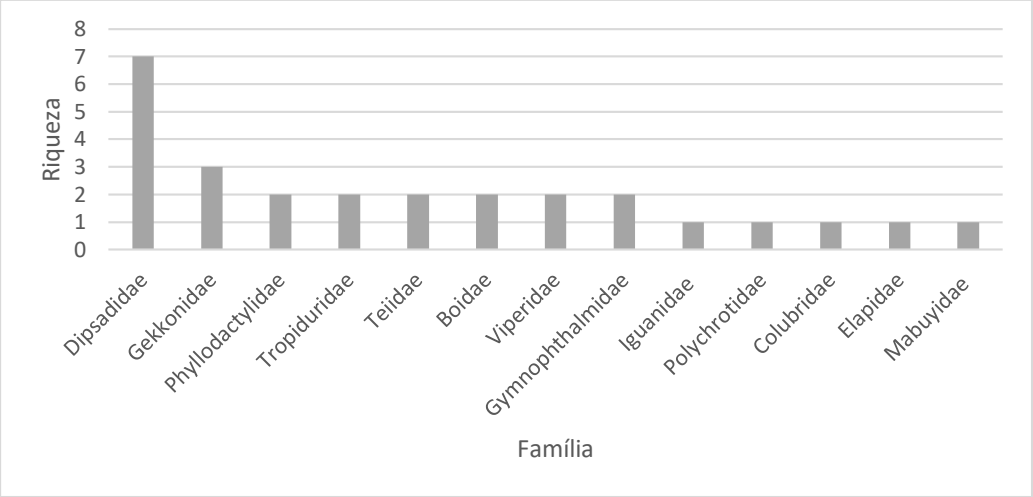


Gráfico 30 – Riqueza de espécies por família do grupo de répteis presentes na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Durante o levantamento, foram contabilizados 86 registros de indivíduos, dentre eles, o calango (*Ameivula ocellifera*) foi a espécie mais abundante (N=38) representando 44% da abundância total, seguido das espécies briba (*Hemidactylus agrius*), lagartixa-de-parede (*Tropidurus hispidus*) e lagartixa-de-lajedo (*Tropidurus semitaeniatus*), ambas com 13 indivíduos registrados e representando 15% da abundância, *Iguana iguana* com 3 indivíduos representando 3% e *Oxyrhopus trigeminus* com dois indivíduos e representando 2%. As demais espécies foram representadas por apenas uma espécie (Gráfico 31).

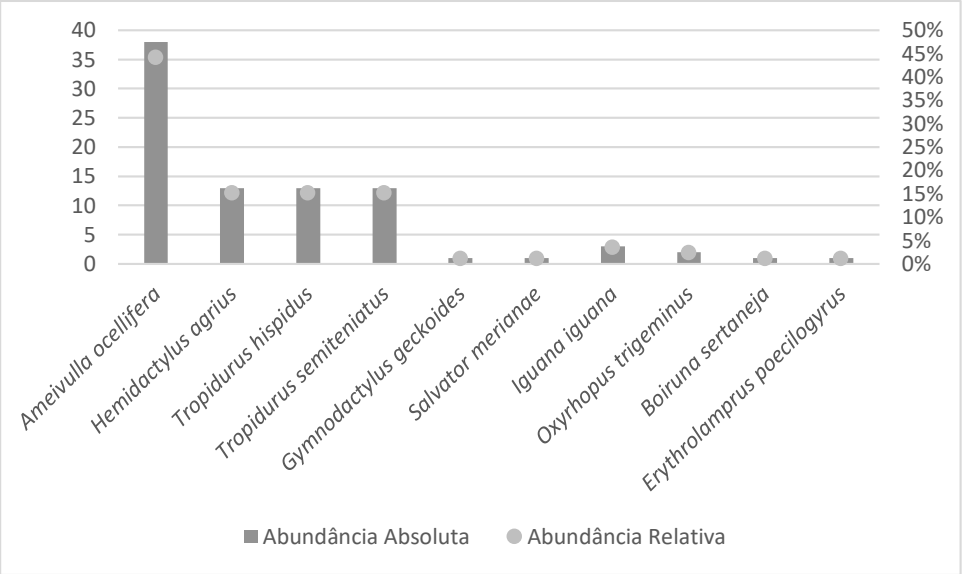


Gráfico 31 - Abundância das espécies de répteis registradas durante o levantamento de campo. Fonte: CSA, junho de 2021.

A partir do método de transecto, foi possível estimar a densidade populacional das espécies registradas, onde os valores variam de 0,08 a 2,16 ind./ha. Os maiores valores de densidade e frequência de ocorrência foram do *Ameivula ocellifera*, com 2,16 ind./ha e 58% de frequência, seguida do e *Tropidurus hispidus* com densidade de 1,08 ind./ha e frequência de 58%, *Hemidactylus agrius* com densidade igual a 1,08 ind./ha e frequência de 42%, *Tropidurus semitaeniatus* com densidade de 1,08 ind./ha e frequência de 8% e *Gymnodactylus geckoides e Salvator merianae* com densidade igual a 0,08 ind./ha e frequência de 8%.

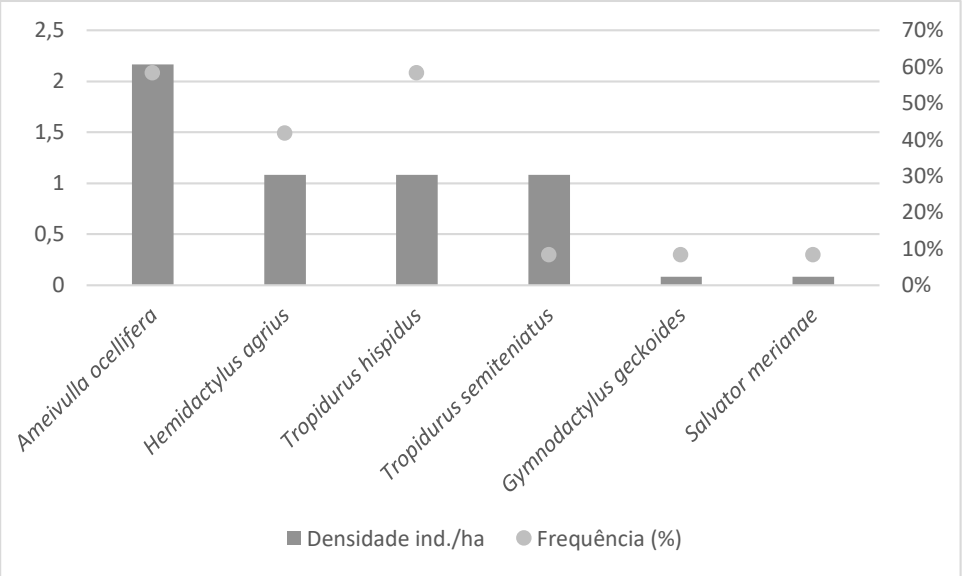


Gráfico 32 – Densidade e frequência das espécies de répteis presentes no empreendimento a partir do método de transecto.
Fonte: CSA, junho de 2021.

A riqueza observada a partir dos transectos para a área do empreendimento foi de 6 espécies, enquanto a riqueza estimada - *Jackknife* 1, foi de 8,75 espécies (intervalo de confiança de 95%) com desvio padrão de 1,44 espécies (Gráfico 33). A avaliação da suficiência amostral apresentou uma curva rarefeita ainda em ascensão, indicando o potencial de ocorrência de outras espécies de répteis para o local do empreendimento.

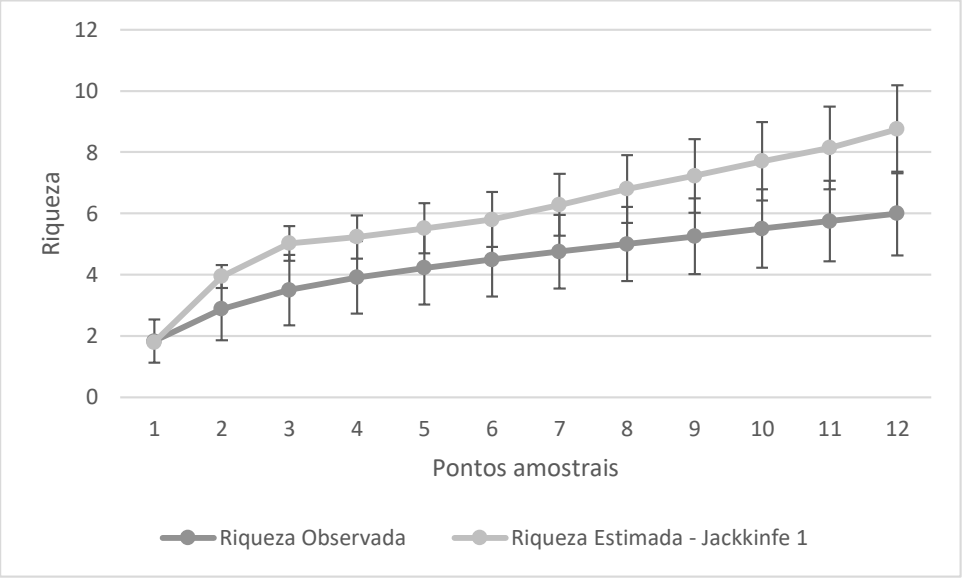


Gráfico 33 - Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) com o desvio padrão das espécies de répteis registradas durante a realização de transectos no empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Em relação aos índices de diversidade, a dominância de répteis registrados no levantamento indica uma baixa dominância de espécies (0,26), enquanto o índice de uniformidade de Simpson calculado para o empreendimento foi de 0,73. O índice de Shannon encontrado para a diversidade foi igual a 1,62, enquantoo índice de riqueza de Margalef encontrado para este levantamento de répteis foi de 2,02. A Equitabilidade de Pielou da comunidade de répteis apresentou valor de 0,70. Sendo assim, a área do empreendimento apresentou baixa dominância e elevada uniformidade e equitabilidade de espécies, indicando que a comunidade de répteis do empreendimento se encontra em um equilíbrio ecológico.

Tabela 28 - Índices de diversidade de répteis registrados durante o levantamento de campo do empreendimento**.**

Índices	Valor	Lower	Upper
Riqueza de Espécies (S)	10	7	10
Indivíduos	86	86	86
Dominância (D)	0,2661	0,215	0,3499
Simpson (1-D)	0,7339	0,6501	0,7847
Shannon (H)	1,629	1,371	1,78
Margalef	2,02	1,347	2,02
Equitabilidade (J)	0,7076	0,6495	0,7946

Fonte: CSA, junho de 2021.

A partir da análise das guildas tróficas ocupadas pelas espécies da herpetofauna registradas na área de influência do empreendimento, foi possível verificar o domínio de 13 espécies carnívoras e 12 espécies insetívoras, representando 48% e 44%, respectivamente. As espécies onívoras e herbívoras foram representadas por uma espécie cada, representando juntas 4,0% da diversidade total.

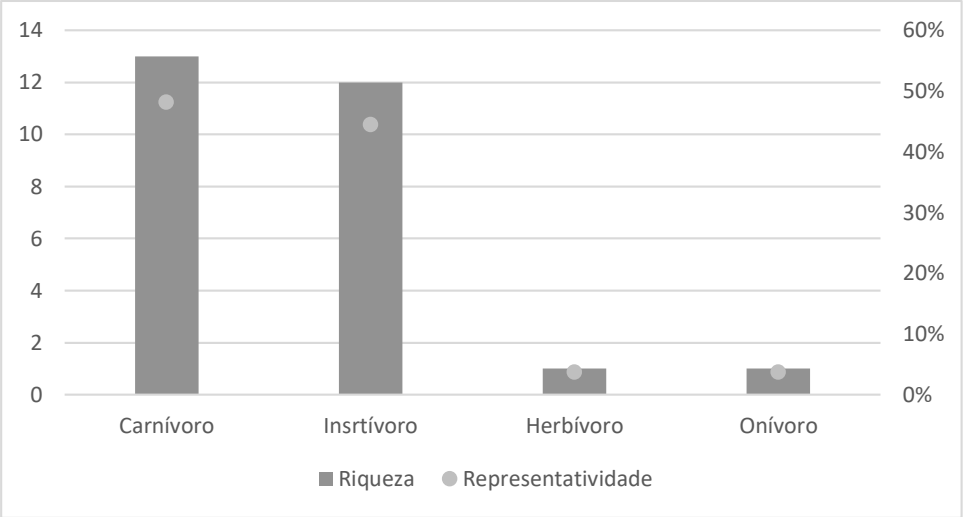


Gráfico 34 - Riqueza de espécies e representatividade por guinda trófica na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

De acordo com a análise de ocupação de habitat pelas espécies na área de influência do empreendimento, é possível observar um domínio de espécies terrestres e arborícolas, representando 41% e 37% das espécies respectivamente, seguida por espécies saxícolas, com uma representatividade de 11%. As demais espécies apresentaram os seguintes uso de habitats: serapilheira (7,0%) e fossorial (4,0%).

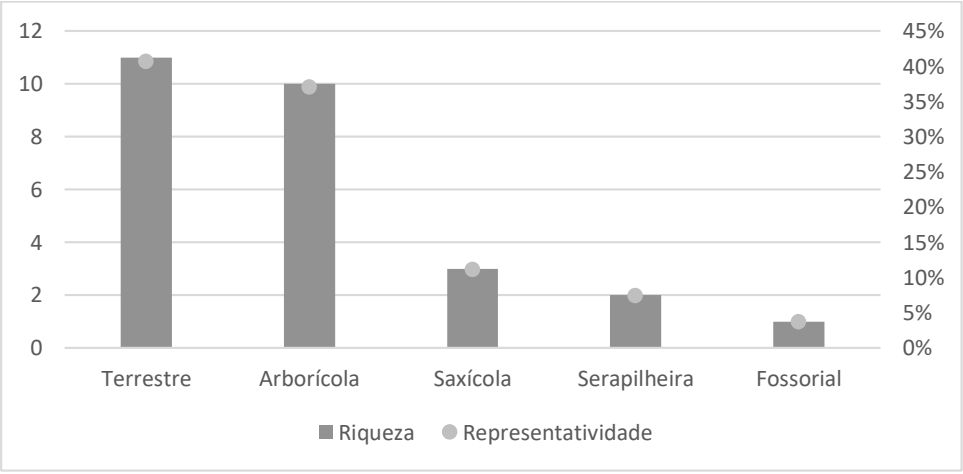


Gráfico 35 - Riqueza de espécies da herpetofauna e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Durante o levantamento de campo, foram registradas duas espécies do gênero *Tropidurus*. Este gênero apresenta ampla distribuição e pode ser encontrado em quase toda a América do Sul. o

Brasil os indivíduos desse gênero habitam desde caatingas a florestas úmidas (Frost, 1992). Em campo, foram registradas as espécies *Tropidurus hispidus* e *Tropidurus semitaeniatus*. O *Tropidurus hispidus*, popularmente chamado de lagartixa-de-parede, é uma espécie de lagarto generalista que apresenta uma dieta variada, alimentando-se de formigas, cupins, larvas de borboletas, gafanhotos e besouros (Ribeiro e Freire, 2011), enquanto o *Tropidurus semitaeniatus* possui hábitos saxícolas e corpo deprimido dorso-ventralmente, adaptação que facilita a espécie ocupar fendas em afloramentos rochosos, onde pode ser comumente encontrado fazendo termorregulação (Caldas et al., 2016). Durante o presente levantamento, essas duas espécies apresentaram maior abundância em afloramentos rochosos, ocorrendo em simpatria próximo a esses ambientes.



(A) (B)

Foto 19 – (A) Tropidurus hispidus registrado no transecto 04 (Coordenada UTM: 24S 669945E e 9366653N) e (B) Tropidurus semitaeneatus, registrado em afloramento rochoso, durante a realização do transecto 06, na ADA do empreendimento (Coordenada UTM: 24S 668295E e 9366779NS).
Fonte: CSA, maio de 2021.

Além disso, outras 3 espécies de pequenos lagartos foram registradas durante o levantamento, sendo elas: *Hemidactylus agrius, Gymnodactylus geckoides* e *Ameivula ocellifera*. Quanto aos médios e grandes lagartos presentes na área do empreendimento, foi possível realizar o registro de duas espécies (*Iguana iguana* e *Salvator merianae*). A seguir o registro fotográfico de algumas destas espécies.



(A) (B)

(C) (D)

Foto 20 – (A) Hemidactylus agrius (ADA), (B) Iguana iguana (Coordenada UTM: 24S 670979E e 9367004N), (C) Gymnodactylus geckoides (ADA) e (D) Ameivula ocellifera (Coordenada UTM: 24S 668317E 9365274N). Fonte: CSA, maio de 2021.

Durante o trabalho de campo foram registradas 3 espécies de serpentes na ADA do empreendimento, sendo elas a *Oxyrhopus trigeminus, Boiruna sertaneja* e *Erythrolamprus poecilogyrus*. O registro dessas espécies se deu de forma direta, onde os indivíduos foram registrados de forma ocasional. Além disso, de acordo com os dados obtidos através de entrevistas, é possível visualizar com frequência localmente as seguintes espécies de serpentes: *Boa constrictor, Epicrates assisi, Oxybelis aeneus, Erythrolamprus viridis, Philodryas nattereri, Pseudoboa nigra, Micrurus ibiboboca, Bothrops erythromelas* e *Crotalus durissus.*



(A)



(B)



(C)

Foto 21 – (A) Erythrolamprus poecilogyrus, (B) Boiruna sertaneja e (C) Oxyrhopus trigeminus (Coordenada geográfica UTM: 24 M 670272E e 9366237N)
Fonte: CSA, maio de 2021.

- Espécies Endêmicas e/ou Ameaçadas de Extinção

Os lagatos *Hemidactylus agrius* e *Tropidurus semitaeniatus* foram as espécies registradas em campo que são consideradas endêmica da Caatinga. O *Tropidurus semitaeniatus* ocorre em áreas de afloramento rochosos, portanto, esses locais deverão ser minimamente alterados. Durante o presente estudo, a espécie *Hemidactylus agrius* foi registrada ao longo de todas as áreas de influência do empreendimento (ADA, AID e AII), enquanto o *Tropidurus semitaeniatus* foi registrado somente em afloramentos rochosos localizados na AID do empreendimento. Além disso, a espécie *Bothrops erythromelas*, citada em entrevista na área de influência do empreendimento é a única serpente endêmica do bioma Caatinga.

Além dessas, vale destacar a espécie *Psychosaura agmosticha*, na qual é descrita como endêmica da Caatinga (Magalhães et al., 2014) e foi registrada a partir de dados secundários levantados na área prioritária denominada de “Felipe Guerra”. Essa espécie pode ser frequentemente

encontrada na bromélia macambira (*Bromelia laciniosa*). No entanto vale ressaltar que essa espécie de lagarto não foi registrada durante o presente estudo.

Nenhuma das espécies de répteis registradas está presente no banco de dados do CITES (Appendices I, II and III. valid from 4 october 2017, Instrução Normativa MMA nº 01, de 15 de abril de 2014), na lista internacional de espécies ameaçadas da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2021) e na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (Portaria MMA nº 444, de 17 de dez de 2014 - ICMBio).

- Espécies de Importância Econômica e Cinegética

De acordo os moradores locais, algumas espécies presentes na área de influência do empreendimento apresentam interesse cinegético. Dentre as espécies de répteis que são caçadas na área, destaca-se a caça de subsistência do teju (*Salvator merianae*), jiboia (*Boa constrictor*) e Iguana (*Iguana iguana*).

- Espécies Invasoras, exóticas ou de Risco Epidemiológico

A captura e abate de serpentes peçonhentas também é um evento comum na região, pois algumas espécies oferecem risco de morte para a população como coral-verdadeira (*Micrurus ibiboboca*), jararaca-da-seca (*Bothrops erythromelas*) e cascavel (*Crotalus durissus*) que são as espécies de serpentes peçonhentas que ocorrem na região onde irá ser implantado o empreendimento. Durante as entrevistas foram relatados diversos acidentes com jararaca-da-seca (*Bothrops erythromelas*) e cascavel (*Crotalus durissus*) e que devido a isso também ocorre o abate desses animais. No entanto, vale ressaltar que nenhuma dessas espécies foi registrada durante o levantamento e sim através de entrevistas.

- Avifauna

A Caatinga é um importante centro de endemismo para aves sul-americanas e segundo Leal et al., (2003), existem cerca de 510 espécies de aves descritas para este bioma, onde 06 dessas são consideradas ameaçadas de extinção e 23 são consideradas endêmicas. De acordo com o banco de dados do WikiAves, foi realizada a filtragem de espécie para a localidade do município de Caraúbas /RN, sendo catalogadas um total de 31 espécies de aves, bem como para o município de Upanema/RN,

onde foram catalogadas 46 espécies em diferentes épocas do ano, o estudo ainda foi complementado através dos dados obtidos em campanha prévia realizada na área do empreendimento.

A avifauna possui espécies chaves para a identificação e seleção de áreas de endemismo e prioritárias para a conservação bem como bioindicadores ambiental. Os nomes científicos seguiram o padrão adotado pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CRBO – sendo utilizado a 12º da Lista das Aves do Brasil do ano de 2015.

O levantamento de avifauna, foi realizado durante os cinco dias de campo, identificou um total de 56 (cinquenta e seis) espécies através da execução de pontos de escuta, 32 (trinta e dois) registros ocasionais, através de referencial bibliográfico e entrevista, totalizando 88 espécies, distribuídas em 37 famílias e 18 ordens, as quais foram registradas para área de influência do empreendimento. A seguir são listadas as espécies identificadas nas áreas de influência do empreendimento.

Tabela 29 - Espécies da avifauna presentes na área de influência do empreendimento, município de Caraúbas e Upanema/RN

TÁXON	NOME POPULAR	STATUS DE CONSERVAÇÃO			GUILDA TRÓFICA	HABITAT	Frequência Relativa	Abundância Relativa	Área de Influência	Tipo de Registro
		MMA	CITES	IUCN						
CLASSE AVES										
TINAMIFORMES Huxley, 1872										
Tinamidae Gray, 1840										
Nothura maculosa (Temminck, 1815)	Codorna da caatinga	NC	NC	LC	ON	AA	13,64%	1,39%	ADA, AID, AII	PE, RB
ANSERIFORMES Linnaeus, 1758										
Anatidae Leach, 1820										
Anas bahamensis (Linnaeus, 1758)	Marreca toicinho	NC	NC	LC	ON	AA	-	-	AII	OC, RB
Dendrocygna viduata (Linnaeus, 1766)	Irerê	NC	NC	LC	ON	AA	-	-	AII	RB
Sarkidiornis sylvicola (Ihering & Ihering, 1907)	Pato de crista	NC	NC	LC	ON	AA	-	-	AII	RB
PELECANIFORMES Sharpe, 1891										
Ardeidae Leach, 1820										

Ardea alba (Linnaeus, 1758)	Garça-branca-grande	NC	NC	LC	ON	AA	-	-	AII	RB
Egretta thula (Molina, 1782)	Garça-branca-pequena	NC	NC	LC	ON	AA	9,09%	0,55%	AII	PE, EN, RB
CATHARTIFORMES Seebohm, 1890										
Cathartidae Lafresnaye, 1839										
Cathartes aura (Linnaeus, 1758)	Urubu-de-cabeça-vermelha	NC	NC	LC	NE	AA	9,09%	1,11%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Cathartes burrovianus (Cassin, 1845)	Urubu-de-cabeça-amarela	NC	NC	LC	NE	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	PE, RB
Coragyps atratus (Bechstein, 1793)	Urubu-de-cabeça-preta	NC	NC	LC	NE	AA	13,64%	2,49%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
ACCIPITRIFORMES Bonaparte, 1831										
Accipitridae Vigors, 1824										
Geranoaetus albicaudatus (Vieillot, 1816)	Gavião de rabo branco	NC	NC	NC	CA	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	PE, RB
Heterospizias meridionalis (Latham, 1790)	Gavião-caboclo	NC	NC	LC	CA	AA	4,55%	0,28%	AII	PE, RB
Rostrhamus sociabilis (Vieillot, 1817)	Gavião-caramujeiro	NC	NC	LC	CA	AA	-	-	AII	RB
Rupornis magnirostris (Gmelin, 1788)	Gavião-carijó	NC	NC	LC	ON	AA	13,64%	0,83%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB

GRUIFORMES Bonaparte, 1854										
Aramidae Bonaparte, 1852										
Aramus guarauna (Linnaeus, 1766)	Carão	NC	NC	LC	ON	AA	-	-	AII	RB
CHARADRIIFORMES Huxley, 1867										
Charadriidae Leach, 1820										
Vanellus chilensis (Molina, 1782)	Quero-quero	NC	NC	LC	IN	AA	13,64%	3,05%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854										
Jacana jacana (Linnaeus, 1766)	Jaçanã	NC	NC	LC	IN	AA	-	-	AII	OC, RB
Recurvirostridae Bonaparte, 1831										
Himantopus mexicanus (Statius Muller, 1776)	Pernilongo-de-costas-negras	NC	NC	LC	IN	AA	-	-	AII	OC, RB
COLUMBIFORMES Latham, 1790										
Columbidae Leach, 1820										
Columbina picui (Temminck, 1813)	Rolinha-picuí	NC	NC	LC	GR	AA	31,82%	8,59%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
Columbina passerina (Linnaeus, 1758)	Rolinha-cinzenta	NC	NC	LC	GR	AA	-	-	AII	EN, RB

Columbina minuta (Linnaeus, 1758)	Rolinha-de-asa-canela	NC	NC	LC	GR	AA	9,09%	1,39%	ADA, AID, AII	PE, EN
Columbina squammata (Lesson, 1831)	Fogo-apagou	NC	NC	LC	GR	AA	-	-	AII	RB
Columbina talpacoti (Temminck, 1810)	Rolinha-roxa	NC	NC	LC	GR	AA	22,73%	3,60%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
Patagioenas picazuro (Temminck, 1813)	Asa-branca	NC	NC	LC	GR	AA	-	-	AII	DP, EN, RB
Leptotila verreauxi (Bonaparte, 1855)	Juriti	NC	NC	LC	GR	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID	PE, RB, EN
Zenaida auriculata (Des Murs, 1847)	Avoante	NC	NC	LC	GR	AA	9,09%	1,11%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN
CUCULIFORMES Wagler, 1830										
Cuculidae Leach, 1820										
Crotophaga ani (Linnaeus, 1758)	Anu-preto	NC	NC	LC	ON	AA	18,18%	3,32%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
Crotophaga major (Gmelin, 1788)	Anu-coroca	NC	NC	LC	ON	AA	-	-	AII	RB
Coccyzus melacoryphus (Vieillot, 1817)	Papa-lagarto-acanelado	NC	NC	LC	IN	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID	PE, EN
Guira guira (Gmelin, 1788)	Anu-branco	NC	NC	LC	IN	AA	18,18%	4,99%	ADA, AID, AII	PE, EN

STRIGIFORMES Wagler, 1830										
Strigidae Leach,1820										
Athene cunicularia (Molina, 1782)	Coruja-buraqueira	NC	NC	LC	CA	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
Glaucidium brasilianum (Gmelin, 1788)	Caburé	NC	NC	LC	CA	AA	-	-	AID, AII	OC, EN, RB
Megascops choliba (Vieillot, 1817)	Corujinha-do-mato	NC	NC	LC	CA	AA	-	-	AII	RB
CAPRIMULGIFORMES Ridgway, 1881										
Caprimulgidae Vigors, 1825										
Hydropsalis parvula (Gould, 1837)	Bacurau	NC	NC	LC	IN	AA	-	-	AID, AII	OC, EN
APODIFORMES Peters, 1940										
Trochilidae Vigors, 1825										
Eupetomena macroura (Gmelin, 1788)	Beija-flor-tesoura	NC	NC	LC	NC	GE	9,09%	0,55%	AID, AII	PE, RB
Chlorostilbon lucidus (Shaw, 1812)	Besourinho-de-bico-vermelho	NC	NC	LC	NC	GE	13,64%	1,11%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
Chrysolampis mosquitos (Linnaeus, 1758)	Beija-flor-vermelho	NC	NC	LC	NC	GE	9,09%	0,83%	ADA	PE, RB

GALBULIFORMES Fürbringer, 1888										
Bucconidae Horsfield, 1821										
Nystalus maculatus (Gmelin, 1788)	Rapazinho-dos-velhos	NC	NC	LC	IN	GE	9,09%	1,66%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN
PICIFORMES Meyer & Wolf, 1810										
Picidae Leach, 1820										
Colaptes melanochloros (Gmelin, 1788)	Pica-pau-verde-barrado	NC	NC	LC	IN	FL	9,09%	0,83%	ADA	DP, PE, EN
Picumnus limae (Snethlage, 1924)	Picapauzinho-da-caatinga	NC	NC	LC	IN	FL	-	-	AII	RB
CARIAMIFORMES Furbringer, 1888										
Cariamidae Bonaparte, 1850										
Cariama cristata (Linnaeus, 1766)	Seriema	NC	NC	LC	CA	AA	13,64%	1,94%	ADA, AID, AII	PE, EN
FALCONIFORMES, Bonaparte, 1831										
Falconidae Leach, 1820										
Caracara plancus (Miller, 1777)	Carcará	NC	NC	LC	ON	AA	13,64%	0,83%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
Falco sparverius (Linnaeus, 1758)	Quiriquiri	NC	NC	LC	CA	AA	14,29%	1,35%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB

Herpetotheres cachinnans (Linnaeus, 1758)	Acauã	NC	NC	LC	CA	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	PE, RB
PSITTACIFORMES Wagler, 1830										
Psittacidae Rafinesque, 1815										
Eupsittula cactorum (Kuhl, 182)	Periquito-da-Caatinga	NC	NC	LC	ON	AA	50,00%	8,31%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Forpus xanthopterygius (Spix, 1824)	Tuim	NC	NC	LC	ON	AA	4,55%	0,55%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
PASSERIFORMES Linnaeus, 1758										
Thamnophilidae Swainson, 1824										
Formicivora melanogaster (Pelzeln, 1868)	Formigueiro-de-barriga-preta	NC	NC	LC	IN	FL	-	-	AID, AII	DP, OC, RB
Thamnophilus capistratus (Lesson, 1840)	Choca-barrada-do-nordeste	NC	NC	LC	ON	GE	13,64%	1,94%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Taraba major (Vieillot, 1816)	Choró-boi	NC	NC	LC	ON	GE	-	-	AII	RB
Sakesphorus cristatus (Wied, 1831)	Choca-do-nordeste	NC	NC	LC	IN	AA	4,55%	0,55%	ADA, AID, AII	DP, PE
Dendrocolaptidae Gray, 1840										
Lepidocolaptes angustirostris (Vieillot, 1818)	Arapaçu-de-cerrado	NC	NC	LC	CA	AA	13,64%	0,83%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB

Furnariidae Gray, 1840										
Pseudoseisura cristata (Spix, 1824)	Casaca-de-couro	NC	NC	LC	IN	GE	13,64%	2,22%	ADA, AID, AII	DP, PE, EN, RB
Tityridae Gray, 1840										
Pachyramphus polychopterus (Vieillot, 1818)	Caneleiro-preto	NC	NC	LC	IN	FL	-	-	AII	RB
Xenopsaris albinucha (Burmeister, 1869)	Tijerila	NC	NC	LC	IN	FL	-	-	AII	RB
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1970										
Hemitriccus margaritaceiventer (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Sebinho-de-olho-de-ouro	NC	NC	LC	IN	GE	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	DP, PE
Todirostrum cinereum (Linnaeus, 1766)	Ferreirinho-relógio	NC	NC	LC	IN	GE	9,09%	1,11%	ADA, AID, AII	PE
Tyrannidae Vigors, 1825										
Camptostoma obsoletum (Temminck, 1824)	Risadinha	NC	NC	LC	IN	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Empidonomus varius (Vieillot, 1818)	Peitica	NC	NC	LC	ON	FL	4,55%	0,55%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Machetornis rixosa (Vieillot, 1819)	Suiriri-cavaleiro	NC	NC	LC	IN	GE	-	-	AII	RB

Myiarchus tyrannulus (Statius Muller, 1776)	Maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	NC	NC	LC	IN	AA	9,09%	0,55%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Phaeomyias murina (Spix, 1825)	Bagageiro	NC	NC	LC	ON	AA	9,09%	0,55%	ADA, AID	PE, RB
Pitangus sulphuratus (Linnaeus, 1766)	Bem-te-vi	NC	NC	LC	ON	GE	18,18%	1,94%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Suiriri suiriri (Vieillot, 1818)	Suiriri-cinzento	NC	NC	LC	IN	GE	-	-	AII	RB
Tyrannus melancholicus (Vieillot, 1819)	Suiriri	NC	NC	LC	IN	AA	18,18%	1,94%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Xolmis irupero (Vieillot, 1823)	Noivinha	NC	NC	LC	IN	AA	-	-	AII	RB
Vireonidae Swainson, 1837										
Cyclarhis gujanensis (Gmelin, 1789)	Pitiguari	NC	NC	LC	IN	GE	-	-	AII	DP, RB
Corvidae Leach, 1820										
Cyanocorax cyanopogon (Wied, 1821)	Gralha-cancã	NC	NC	LC	ON	GE	22,73%	6,37%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Hirundinidae Rafinesque, 1815										
Progne chalybea (Gmelin, 1789)	Andorinha-doméstica-grande	NC	NC	LC	IN	AA	-	-	AII	RB
Tachycineta albiventer (Boddaert, 1783)	Andorinha-do-rio	NC	NC	LC	IN	AA	-	-	AII	OC, RB

Troglodytidae Swainson, 1831										
Cantorchilus longirostris (Vieillot, 1819)	Garrinchão-do-bico-grande	NC	NC	LC	ON	FL	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	PE, EN, RB
Troglodytes musculus (Naumann, 1823)	Corruira	NC	NC	LC	ON	FL	-	-	AII	DP, RB
Polioptilidae Baird, 1858										
Polioptila plumbea (Gmelin, 1788)	Balança-rabo-de-chapéu-preto	NC	NC	LC	IN	GE	27,27%	3,32%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Turdidae Rafinesque, 1815										
Turdus rufiventris (Vieillot, 1818)	Sabiá-laranjeira	NC	NC	LC	ON	AA	9,09%	0,83%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Mimidae Bonaparte, 1853										
Mimus saturninus (Lichtenstein, 1823)	Sabiá-do-campo	NC	NC	LC	ON	AA	31,82%	5,82%	ADA, AID, AII	PE, EN, RB
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850										
Zonotrichia capensis (Statius Muller, 1776)	Tico-tico	NC	NC	LC	ON	FL	9,09%	1,11%	ADA	PE, RB
Icteridae Vigors, 1825										
Agelaioides fringillarius (Spix, 1824)	Asa de telha	NC	NC	NC	ON	GE	9,09%	1,94%	ADA, AID, AII	PE, RB

Icterus jamacaii (Gmelin, 1788)	Corrupião	NC	NC	LC	ON	AA	4,55%	0,28%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Icterus pyrrhopterus (Vieillot, 1819)	Encontro	NC	NC	LC	ON	AA	-	-	AII	DP, RB
Molothrus bonariensis (Gmelin, 1789)	Chupim	NC	NC	LC	ON	AA	13,64%	1,39%	ADA, AID, AII	PE, RB
Thraupidae Cabanis, 1847										
Coereba flaveola (Linnaeus, 1758)	Cambacica	NC	NC	LC	ON	GE	-	-	AID, AII	OC, RB
Coryphospingus pileatus (Wied, 1821)	Tico-tico-rei-cinza	NC	NC	LC	ON	GE	13,64%	1,94%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Paroaria dominicana (Linnaeus, 1758)	Galo-de-campina	NC	NC	LC	GR	AA	22,73%	5,26%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Sicalis flaveola (Linnaeus, 1766)	Canario da Terra	NC	NC	LC	GR	FL	4,55%	3,60%	ADA, AID, AII	PE, RB
Sporophila albogularis (Spix, 1825)	Golinho	NC	NC	LC	GR	AA	4,55%	0,55%	ADA, AID, AII	DP, PE, RB
Tangara sayaca (Linnaeus, 1766)	Sanhaçu-cinzento	NC	NC	LC	GR	GE	-	-	AII	DP, OC, RB
Volatinia jacarina (Linnaeus, 1766)	Tiziu	NC	NC	LC	GR	GE	22,73%	3,60%	AII	PE, RB
Cardinalidae Ridgway, 1901										
Cyanoloxia brissonii (Lichtenstein, 1823)	Azulão	NC	NC	LC	ON	GE	9,09%	0,83%	ADA, AID, AII	PE, RB

Fringillidae Leach, 1820										
Euphonia chlorotica (Linnaeus, 1766)	Fim-fim	NC	NC	LC	FR	GE	-	-	AII	DP, RB
Passeridae Rafinesque, 1815										
Passer domesticus (Linnaeus, 1758)	Pardal	NC	NC	LC	ON	GE	-	-	AII	OC, RB

Fonte: CSA, junho de 2021.
Legenda, Tipos de registros: Ponto de Escuta – PE, Referencial Bibliográfico – RB, Registro Ocasional – OC e Entrevista - EN. Área de Influência: Área Diretamente Afetada - ADA, Área de Influência Direta - AID e Área de Influência Indireta – AII. Status: Extinto - Extinto (EX), Extinto na natureza (EW); Ameaçada - Criticamente em perigo (CR), Em perigo (EN), Vulnerável (VU); Baixo Risco - Dependente de conservação, Quase ameaçada (NT), Pouco preocupante (LC); Outras categorias - Dados deficientes (DD), Não consta na lista (NC). Guilda Trófica: CA - carnívoro, FR - frugívoro, GR - granívoro, IN - insetívoro, ON - onívoro, NC - nectarívoro, NE - necrófago. Habitat: AA - espécies de vegetação aberta; GE - espécies generalistas e FL - espécies florestais.

Quanto a riqueza de espécies por família, a mais representativa foi a Tyrannidae (N=09) e Columbidae com 08 espécies descritas para a área de influência do empreendimento, seguida pelas famílias, Thraupidae, Icteridae, Accipitridae, Cuculidae, Thamnophilidae, Cathartidae, Falconidae, Trochilidae, Anatidae, Strigidae, Psittacidae, Rhynchocyclidae, Troglodytidae, Hirundinidae, Picidae, Ardeidae e Tityridae. As demais famílias tiveram a representatividade de uma espécie identificada, conforme apresentado no Gráfico 36.

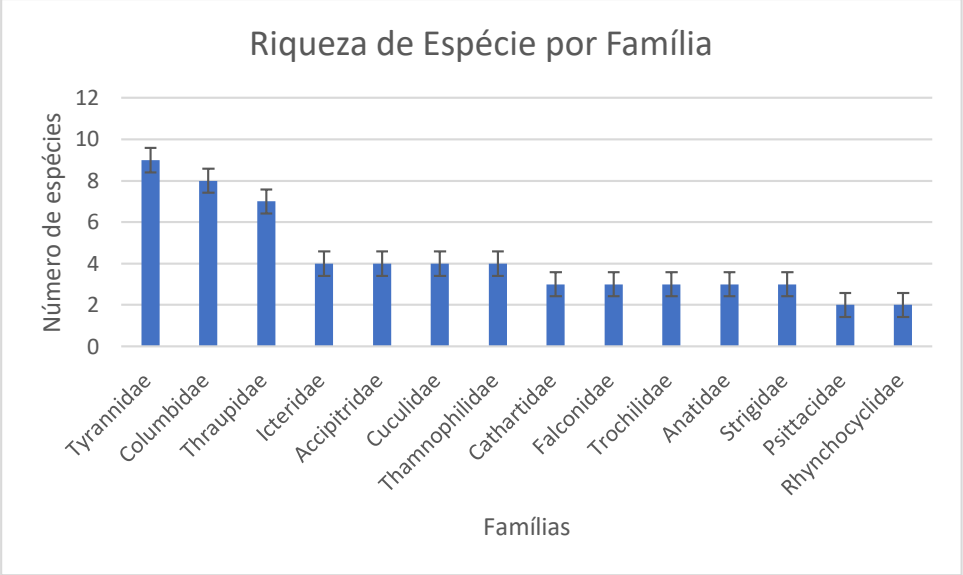


Gráfico 36 – Riqueza de espécies de aves por família.
Fonte: CSA, junho de 2021.

A riqueza observada foi calculada a partir dos dados obtidos pelos pontos de escuta, onde para foram registradas 56 espécies, enquanto a riqueza estimada (*Jackknife* 1) foi de 72 espécies (intervalo de confiança de 95%) variando em 2,81 espécies (Gráfico 37). A avaliação da suficiência amostral apresentou uma curva rarefeita ainda em ascensão, indicando o potencial de ocorrência de outras espécies de aves para o local do empreendimento, os quais foram complementados através dos registros ocasionais, e dos dados obtidos na campanha de campo realizada na poligonal do imóvel anterior.

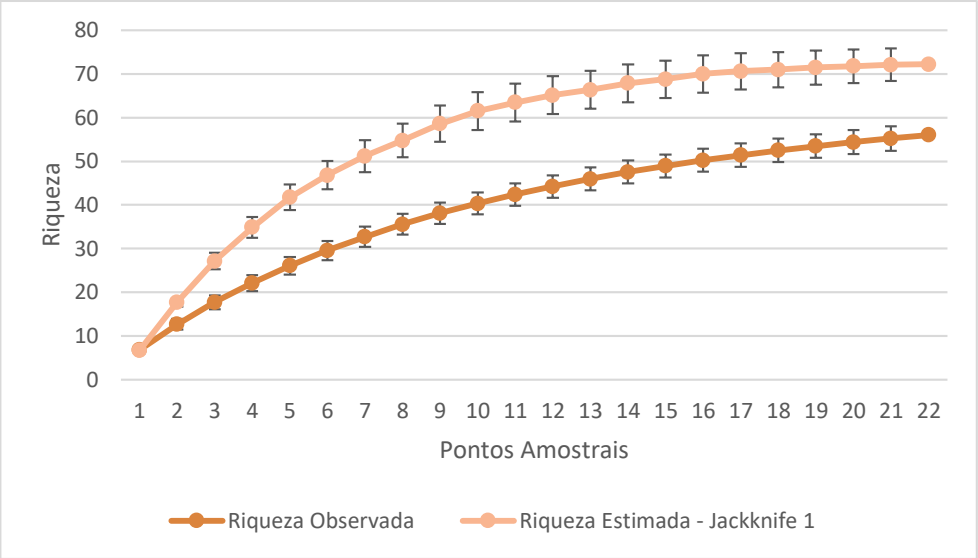


Gráfico 37 – Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) da avifauna registrada no empreendimento. Fonte: CSA, junho de 2021.

Em relação aos índices de diversidade, a dominância de aves registradas no levantamento indica uma baixa dominância de 0,05, enquanto o índice de uniformidade de Simpson calculado para o empreendimento foi de 0,94, indicando uma elevada uniformidade. O índice de Shannon encontrado para a diversidade das aves foi igual a 3,56, já o índice de riqueza de Margalef encontrado para este levantamento foi de 9,32. A Equitabilidade de Pielou da comunidade de aves apresentou valor elevado de 0,88.

Tabela 30 – Índices de diversidade de aves registradas durante o levantamento.

Índices	Valor	Lower	Upper
Riqueza de Espécies (S)	56	56	56
Indivíduos	365	365	365
Dominância (D)	0,05187	0,03473	0,04524
Simpson (1-D)	0,9612	0,9547	0,9653
Shannon (H)	3,562	3,474	3,632
Margalef	9,322	9,153	9,322
Equitabilidade (J)	0,8848	0,8632	0,9024

Fonte: CSA, junho de 2021.

Os cálculos dos indicadores ambientais apresentados acima foram realizados por meio da obtenção dos dados de abundância e riqueza os quais foram obtidos nos pontos de escuta. Tais dados

indicam que apesar da região aonde se pretende implantar o empreendimento apresentar atividades de caça e sinais de degradação e antropização, a comunidade de aves presentes no empreendimento apresenta um equilíbrio ecológico, com baixa dominância de espécies e elevada uniformidade e equitabilidade nos pontos que foram monitorados. Além disso, os valores de diversidade de Shannon e Margalef foram elevados, se comparados com estudos realizados no estado.

- Frequência e Abundância Relativa

A espécie Periquito da caatinga (*Eupsittula cactorum*) (50%) foi a espécie mais frequente durante a realização dos pontos de escuta, seguida pelas espécies Rolinha cinza (*Columbina picui*) (32%), *Sabiá do campo (Mimus saturninus)* (32%), Balança-rabo-de-chapéu-preto (*Polioptila plumbea)* (27%), Rolinha roxa (*Columbina talpacoti*) (23%), Cancão (*Cyanocorax cyanopogon*) (23%), Cardeal (*Paroaria dominicana*) (23%), Tziu saltador (*Volatinia jacarina*) (23%).

As espécies Anu preto (*Crotophaga ani*) (18%), Anu branco (*Guira guira)* (18%), Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus)* (18%), Suiriri (*Tyrannus melancholicus)* (18%), Carcará (*Caracara plancus*) (14%), Seriema (*Cariama cristata)* (14%), Besourinho de bico vermelho (*Chlorostilbon lucidus)* (14%), Urubu de cabeça preta (*Coragyps atratus*) (14%), Tico tico rei cinza (*Coryphospingus pileatus*) (14%), Arapaçu do cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*), Chupim (*Molothrus bonariensis*) (14%), Codorna da caatinga (*Nothura maculosa*) (14%), Casaca de couro (*Pseudoseisura cristata*), Gavião Carijó (*Rupornis magnirostris)* (14%), Choca barrada do nordeste (*Thamnophilus capistratus*) (14%) e Teteu (*Vanellus chilensis*) , foram classificadas como Ocasionais, por apresentar frequência entre 10% e 20% nos pontos monitorados. As demais espécies apresentaram frequência abaixo de 10% dos pontos amostrais, sendo classificadas como raras para a área (Gráfico 38).

Para cálculo da abundância foi levado em consideração os números de indivíduos registrados durante a metodologia de ponto de escuta, onde foram obtidos um total de 361 contatos com aves. De acordo com os dados levantado as espécies *Eupsittula cactorum*, *Columbina picui, Guira guira*, *Cyanocorax cyanopogon*, *Paroaria dominicana Mimus saturninus* foram as espécie mais abundante representando aproximadamente 10% de todos os indivíduos registrados. As demais espécies obtiveram abundância relativa menor que 5% (Gráfico 38) .

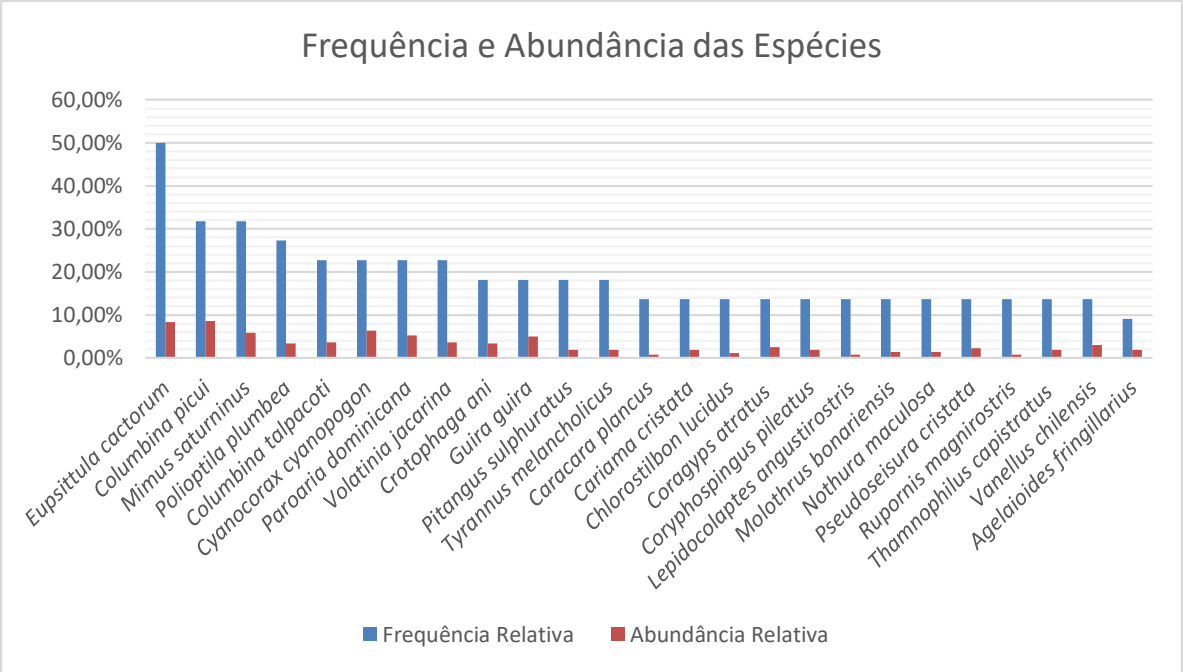


Gráfico 38 – Frequência e Abundância relativa das espécies registradas durante o levantamento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

A seguir, apresentamos o registro fotográfico de algumas das espécies de aves registradas durante a realização dos pontos de escuta nas áreas de influência do empreendimento.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)



(H)



(I)



(J)



(L)



(M)

Foto 22 – Registro fotográfico de (A) *Nothura maculosa* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 671280m E e 9367361m S), (B) *Eupsittula cactorum* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668309m E e 9365280m S), (C) *Columbina talpacoti* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 666893m E e 9365260 m S), (D) *Sporophila albogularis* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668363m E e 9367329m S), (E) *Herpetotheres cachinnans (*Coordenada Geográfica UTM 24 M 668429m E e 9364036m S), (F) *Heterospizias meridionalis* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 669453m E e 9364617m S), (G) *Colaptes melanochloros* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668309m E e 9365280m S), (H) *Sicalis flaveola* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 667729m E e 9366053m S), (I) *Chrysolampis mosquitos* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668429m E e 9364036m S), (J) *Coccyzus melacoryphus* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 668948m E e 9365333m S), (L) *Hydropsalis parvula* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 670982m E e 9367006m S), (M) *Lepidocolaptes angustirostris* (Coordenada Geográfica UTM 24 M 669572m E e 9363814m S).

Fonte: CSA, maio de 2021.

A partir da análise das guildas tróficas ocupadas pelas espécies da avifauna registrada na área de influência do empreendimento, foi possível verificar o domínio de 32 espécies onívoras representando 46,38%, 25 espécies insetívoras representando 36,23%, 14 granívoro (20,29%), 10 espécies carnívoras (14,49%), 3 espécies necrófagas (4,35%), três espécies nectívoras (3,35%), e uma frugívera.

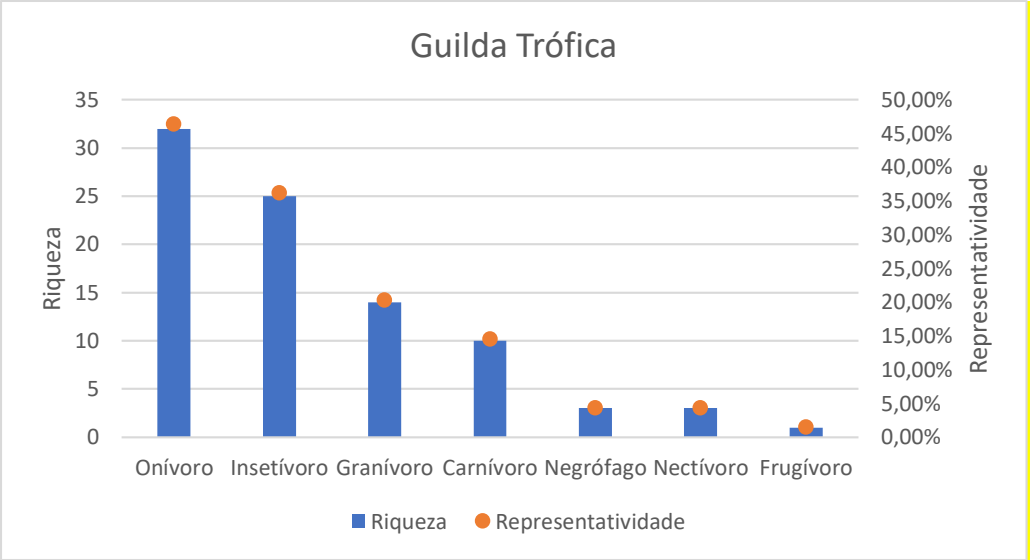


Gráfico 39 - Riqueza de espécies e representatividade por guinda trófica na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

De acordo com a análise de uso de habitat pelas espécies de aves na área de influência do empreendimento, é possível observar um domínio de espécies adaptadas a áreas abertas, com 54 espécies representando 78,26% do total, seguida por espécies generalistas com representatividade de 24 (34,78%), e florestadas com 10 espécies representando 14,49%.

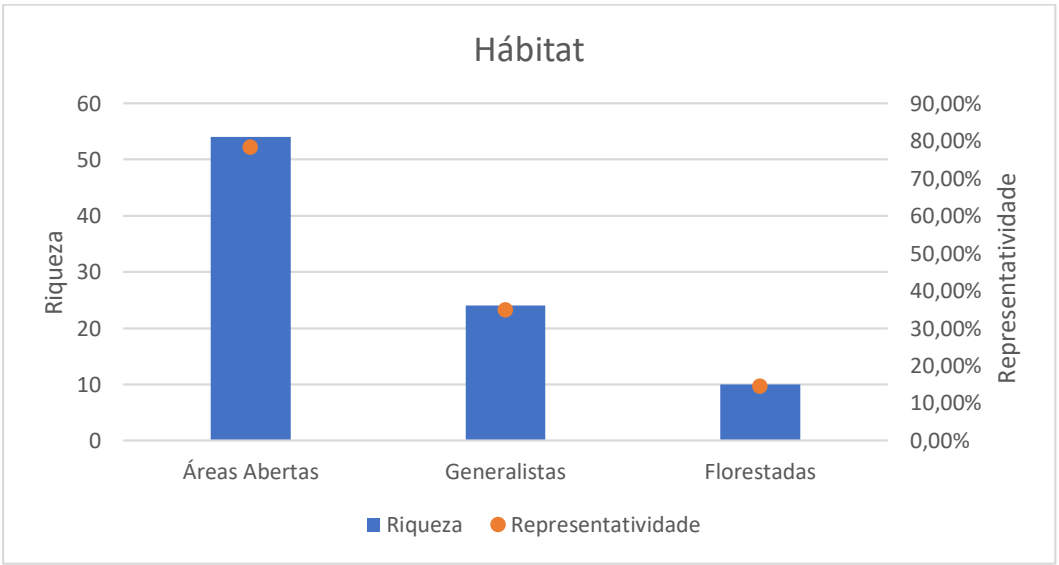


Gráfico 40 - Riqueza de espécies da avifauna e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Quanto aos dados obtidos referentes aos tipos de uso dos habitats que são apresentados nas tipologias levantadas em campo, obtivemos dados que nos demonstram uma riqueza maior de espécies adaptadas para a vegetação aberta e espécies generalistas, que são flexíveis o suficiente para utilizar tanto ecossistemas abertos quanto florestais, bem como em zonas de transição entre os dois

ecossistemas. Uma pequena parcela das espécies apresenta preferência por áreas com fisionomia vegetacional de porte arbustivo a arbóreo (secas ou úmidas).

- Espécies ameaçadas, raras, endêmicas e exóticas

Em relação aos animais ameaçados de extinção, não identificamos espécies de aves presentes na Lista Vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para Conservação da Natureza - IUCN, 2021, no banco de dados do Cites (Appendices I, II and III. valid from 4 october 2017 e Instrução Normativa MMA nº 01, de 15 de abril de 2014) ou na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção da Portaria de nº 444/2014 do ICMBIO.

Quanto ao endemismo de espécies, de acordo com o CBRO, foram registradas 12 espécies para a área do empreendimento sendo identificadas como endêmicas do Brasil: o Asa de telha (*Agelaioides fringillarius*), Golinho (*Sporophila albogularis*), Garrinchão-do-bico-grande (*Cantorchilus longirostris*), Choca-barrada-do-nordeste (*Thamnophilus capistratus*), Periquito-da-caatinga (*Eupsitulla cactorum*), Rapazinho-dos-velho (*Nystalus maculatus*), Cardeal (*Paroaria dominicana*), Concriz (*Icterus jamacaii*), Cancão (*Cyanocorax cyanopogon*), Casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata*) e Choca do nordeste (*Sakesphorus cristatus*), já a espécie picapauzinho-da-caatinga (*Picumnus limae*) foi registrada através de levantamento bibliográfico como ocorrência para as áreas de influência do empreendimento.

O ministério do meio ambiente objetivando a conservação de espécies da avifauna da caatinga, através do Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves da Caatinga instituiu áreas estratégicas, onde a execução dessas ações estão para serem iniciadas em seu 2º ciclo, o qual delimita áreas visando a manutenção ou recuperação das populações e hábitats de espécies ameaçadas de extinção devido a perca do capital natural advindo da pressão de caça, do tráfico de animais, do desmatamento entre outras atividades.

A seguir apresentamos o mapeamento realizado através da composição dos dados vetoriais das áreas importantes para conservação das aves da caatinga, as quais foram superpostas a Áreas Prioritárias para Conservação do Bioma da Caatinga.

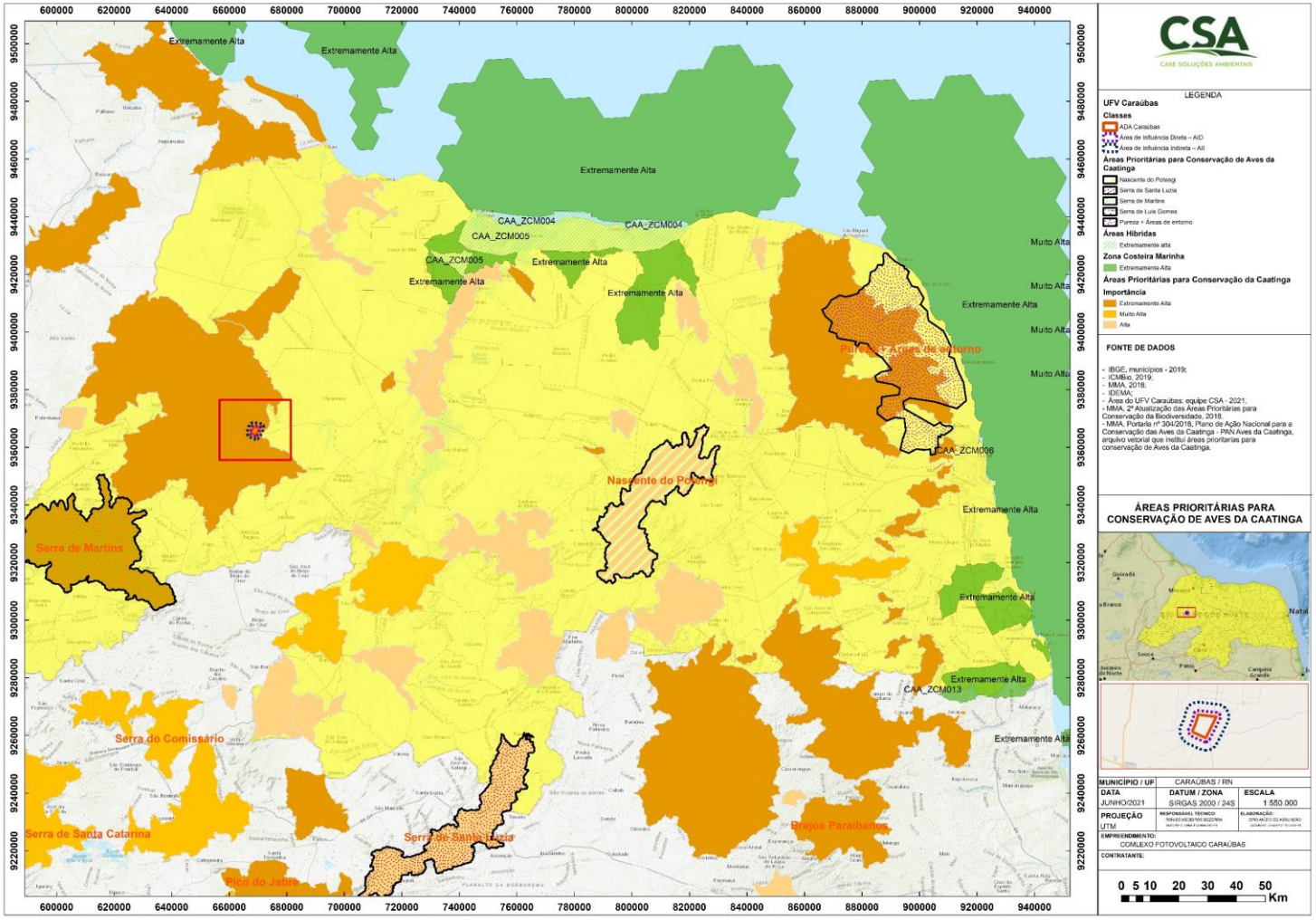


Figura 75 - Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e aves da caatinga no RN.
Fonte: MMA, 2018.

Quanto as áreas importantes para conservação de aves da caatinga, o empreendimento se encontra localizado a 120km a Leste temos a “Área Nascente do Potengi”,148km a Sul a “Área Serra de Santa Luzia”, 50km da “Área Serra de Martins”. Observamos que todas as Áreas importantes para Conservação de Aves da Caatinga estão superpostas a áreas prioritárias para conservação da caatinga, o que denota áreas com maior biodiversidade, objetivando maior conservação das espécies locais, as áreas citadas nesse estudo foram instituídas através da Portaria nº 304, de 9 de abril de 2018, o qual aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação de Aves da Caatinga e delimita as cinco zonas citadas.

- Espécies Indicadoras de Qualidade Ambiental

As aves de rapina são espécies bioindicadoras, registramos nessa campanha de forma visual e fotográfica a ocorrência de oito espécies de aves de rapina, sendo elas: *Caracara plancus*, *Falco sparverius, Heterospizias meridionalis, Athene cunicularia, Glaucidium brasilianum, Geranoaetus albicaudatus, Herpetotheres cachinnans* e *Rupornis magnirostris*. Tais espécies não possuem predadores naturais e são bioindicadores de qualidade ambiental. São aves carnívoras possuem bicos geralmente recurvados e pontiagudos, garras fortes para facilitar a caça e visão apurada. Sua alimentação é composta por artrópodes, anfíbios, peixes, pequenos mamíferos e outras aves. Na área de estudo tais espécies foram amostradas em todas as áreas de influência do empreendimento.

O carcará (*Caracara plancus*) é uma ave de rapina de ampla distribuição na Caatinga, que apresenta hábito alimentar oportunista pois se alimenta desde vertebrados e invertebrados a cadáveres e lixo urbano, compartilhando muitas vezes a área de forrageio com o Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), Urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*), Urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*). Essa espécie é comumente encontrada em áreas antropizadas, assim como gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) que também é um predador oportunista (Menq, 2012).

O Quero-quero (*Vanellus chilensis*) é uma ave típica de áreas abertas que apresenta ampla distribuição na América do Sul. É uma espécie tolerante a ambientes alterados, e geralmente nidificam em cavidades feitas no solo em terrenos secos ou úmidos, com ou sem vegetação (Moretti & Evangelista, 2008), assim como a rolinha-picui (*Columbina picui*) que comumente nidifica em áreas alteradas pela atividade humana (Fontoura & Orsi, 2013), sendo detectada tais aves se reproduzindo nas áreas de influência do empreendimento.

- Espécies de Importância Econômica e/ou Cinegética

Durante a realização da campanha detectamos atividades de caça todos os dias de monitoramento, principalmente grupos de caçadores que adentravam a ADA do empreendimento e outros fragmentos florestais de maior significância na região. Tal atividade ameaça a fauna local. Das espécies registradas foram relatadas as seguintes espécies de interesse cinegético para área de estudo: espécies da familia Columbidae (*Columbina picui, Columbina talpacoti, Columbina minuta, Patagioenas picazuro, Zenaida auriculata*) e Cariamidae (*Cariama cristata*), são comumente caçadas e capturadas para fins alimentícios e *Eupsittula cactorum*, *Forpus xanthopterygius*, *Pitangus sulphuratus*, *Pseudoseisura cristata*, *Sporophila albogularis*, *Paroaria dominicana, Icterus jamacaii, Cyanocorax cyanopogon, Cyanoloxia brissonii, Sicalis flaveola* entre outras são caçadas para venda clandestina de animais silvestres.

- Espécies Migratórias

Em 2019 o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE), o qual compõe o Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) atualizou o relatório elaborando a sua 3ª Edição sendo publicado no primeiro semestre de 2020, onde disponibilizou a delimitação das áreas consideradas importantes para concentração, rota, pouso, descanso, alimentação e reprodução de aves em migração.

A área onde se objetiva a implantação do empreendimento não está situada em Áreas Importantes para Aves Migratórias - áreas regulares de rota, pousio, descanso, alimentação e reprodução, de acordo com os dados de informação geográficas disponibilizado pelo portal do CEMAVE/ICMBIO. A sazonalidade do bioma da caatinga é responsável pelo comportamento de migrações intrarregionais visto em algumas espécies as quais foram registradas para a localidade as seguintes: *Pitangus sulphuratus, Tyrannus melancholicus*, *Empidonomus varius, Hydropsalis parvula, Pachyramphus polychopterus* são classificadas como parcialmente migratórias (MPR), ou seja, cujas populações são parte migratórias e parte residente, além da espécie *Zenaida auriculata*, na qual é classificada como status não definido (ND), a espécie *Tachycineta albiventer* e *Coccyzus melacoryphus* (MGT) são enquadradas como espécie migrante do hemisferio norte (Somenzari *et al*, 2018) ou visitante sazonal.

O zoneamento presente no Atlas de Aves Migratórias elaborado pela CEMAVE/ICMBIO foi realizado em escala nacional através do ICMBIO/CEMAVE em 2019, o qual utilizou de dados de estudos publicados por ornitólogos para dimensionar tais áreas. Para identificar essas Áreas Importantes, o ICMBIO realizou o planejamento sistemático de priorização de áreas ocupadas por espécies sensíveis a empreendimentos através do processamento desses dados utilizando o software Zonation. Onde foi realizado o somatório do resultado das áreas de descanso, alimentação ou reprodução que concentram indivíduos de espécies migratórias citadas em publicações científicas e em portais direcionados a avifauna como o Wikiaves, e através dos registros de anilhamento do Sistema Nacional de Anilhamento de Aves Silvestres (SNA).

De acordo com o Relatório devido a uma disponibilidade desigual de informações, a maior parte das áreas levantadas apresenta ocorrências de espécies migratórias limícolas e costeiro-oceânicas, sendo poucas as áreas regulares de rota, pousio, descanso, alimentação e reprodução para um número expressivo de espécies florestais ou campestres. Ainda de acordo com Somenzari e colaboradores (2018), pouco mais da metade das espécies migratórias com ocorrência para o Brasil se

reproduzem no país. Aquelas que possuem seus sítios de reprodução em outros países nidificam na região circumpolar relacionada à América do Norte e Groenlândia (aves setentrionais), em áreas no sul da América do Sul e Antártida (meridionais) ou ainda a oeste, na região andina.

Segundo o Relatório de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil (ICMBIO, 2019), que inclui aves ameaçadas e morcegos, o empreendimento está localizado ao Norte distante 53km dos quadrículos de Áreas de Riqueza e Concentração de Aves Migratórias (áreas regulares de rota, pousio, descanso, alimentação e reprodução) e importantes locais para espécies ameaçadas de extinção. Ao sul distante 79km dos quadrículos de Áreas de Riqueza e a 111km a Oeste de áreas importantes para espécies ameaçadas de extinção a Noroeste. A seguir apresentamos o mapa de áreas importantes para espécies migratórias.

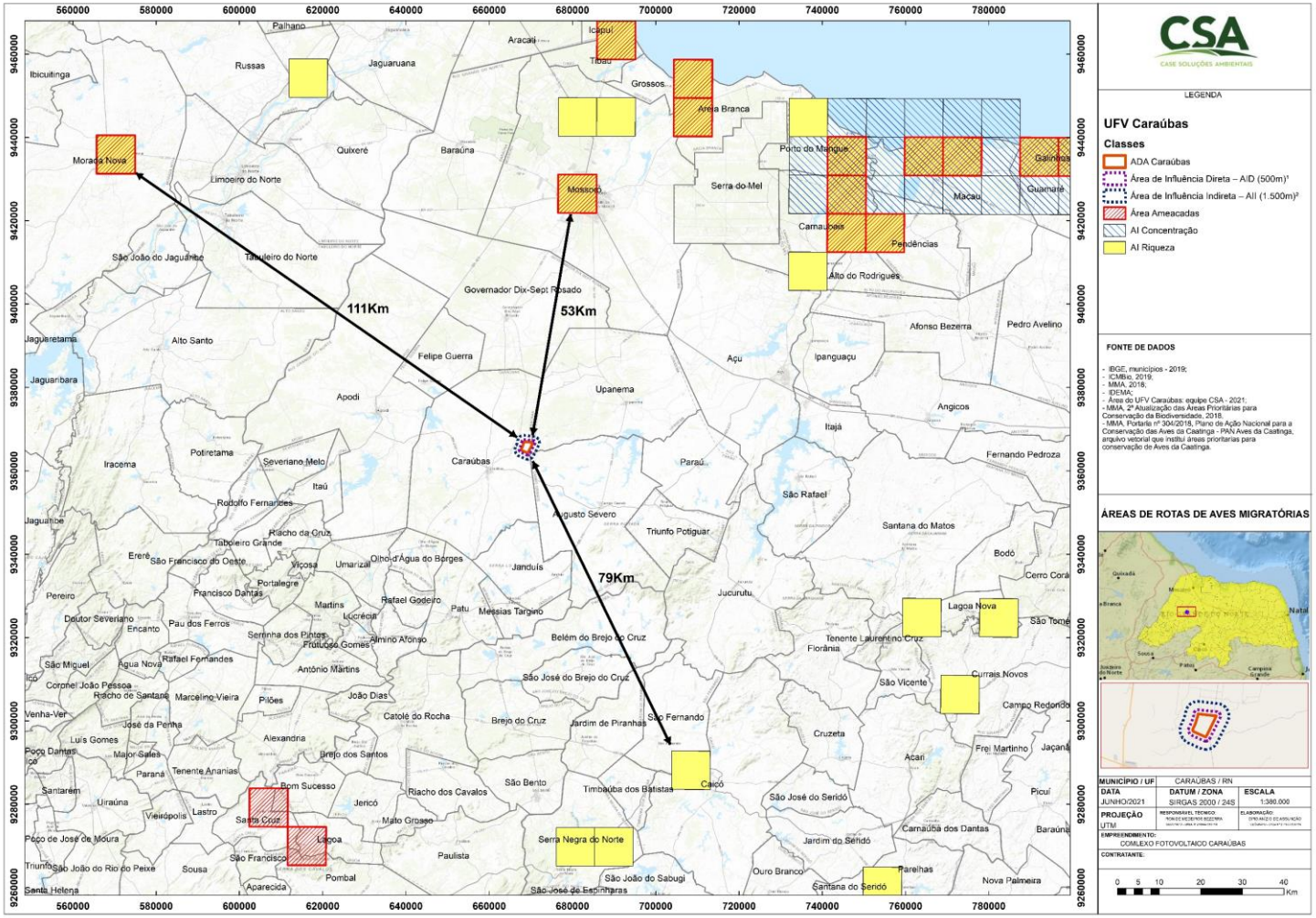


Figura 76 - Áreas Importantes para Aves Migratórias (áreas regulares de rota, pousio, descanso, alimentação e reprodução) no estado do Rio Grande do Norte. Fonte: CEMAVE/ICMBIO, 2020.

A área de implantação do empreendimento concentra poucas espécies de avifauna migratórias, devido as características ambientais da área (como ex: ausência de acumulação de corpos hídricos), não utilizam de fato como ponto de parada intermediário ao longo de seus deslocamentos migratórios ou como destino final de suas migrações (áreas de invernagem, ou de concentração não reprodutiva).

As diferentes espécies apresentam rotas migratórias e calendários de migração próprios, o volume do fluxo de visitantes nesta área é bem menor, pois em geral essas espécies apresentam áreas de reprodução muito mais restritas e, consequentemente, populações reprodutivas menores. Além disso, as aves de arribação que provêm do sul do continente tendem a distribuir-se mais esparsamente no ambiente do que os migrantes setentrionais, pois não são necessários pontos de parada intermediários ao longo de suas curtas rotas de migração (Sick 1984, Harrington et al. 1986). Assim, migram de forma discreta e não formam congregações expressivas, além de não seguirem rotas com traçado tão bem definido quanto as de seus equivalentes setentrionais, o que torna o Zoneamento destas áreas pouco preciso. A rota mais bem definida que temos no estado do Rio Grande do Norte é a Atlântica.

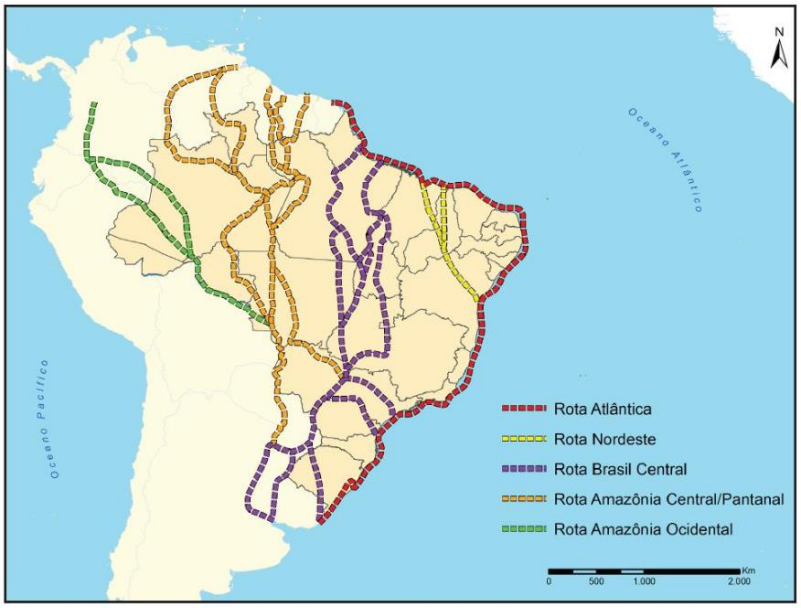


Figura 77 - Principais rotas migratórias de aves no Brasil.
Fonte: CEMAVE/ICMBio 2016).

A Rota Atlântica é utilizada por aves estritamente costeiras que se deslocam exclusivamente ao longo da linha da costa. As espécies migrantes identificadas durante a realização do estudo são predominantemente passeriformes os quais realizam pequenos deslocamentos migratórios, as quais não oferecem risco de colisão durante a operação do empreendimento. Sobre os possíveis impactos

da operação do empreendimento podemos pontuar que não há risco de interferência em rotas de aves migratórias, pois as estruturas do empreendimento não oferecem risco à avifauna.

Considerando a atividade do empreendimento ser uma Usina Fotovoltaica, e por ela não possuir estruturas verticais composta por torres e hélices, onde nos empreendimentos eólicos chegam até uma altura de 180m. Citamos que o risco de ocorrer mortalidade significativa por esse fator entre possíveis espécies que cruzem a área em movimentos migratórios é considerado muito baixo a desprezível, onde também de acordo com o levantamento realizado para a área as espécies que realizam migração as quais foram identificadas no presente estudo possuem populações consideravelmente menores, não formam concentrações durante a migração e deslocam-se por rotas difusas, o que reduz em muito a probabilidade de colisão com estruturas artificiais.

- Mastofauna

De acordo com Paglia et al. (2012), que realizaram o último grande levantamento deste grupo para o Brasil, existem 701 espécies de mamíferos, divididos em 243 gêneros, 50 famílias e 12 ordens. De todas estas espécies, 210 (30%) são endêmicas do Brasil, e somente 96 (14%) apresentam distribuição restrita ao território brasileiro. Em consulta a literatura científica com pesquisas realizadas em 10 áreas que foram elencadas como prioritárias para a conservação da Caatinga Potiguar, foram registradas 14 espécies de mamíferos de médio e grande porte para o estado do Rio Grande do Norte (Marinho et al., 2018).

Durante o levantamento de campo, foram registradas 16 espécies de mamíferos, sendo 06 espécies exóticas e 10 espécies nativas (5 mamíferos terrestres e 5 quirópteros). Além disso, por meio de levantamento bibliográfico, e por entrevistas com a população local, foram citadas mais 15 espécies com ocorrência para a área de influência do empreendimento. Sendo assim, ao todo, foram identificadas 31 espécies deste táxon (20 mamíferos terrestres e 11 quirópteros), distribuídas em 9 ordens e 19 famílias.

O quadro a seguir apresenta o levantamento de espécies de mamíferos na área de influência do empreendimento.

Tabela 31 - Mastofauna presente na Área de Influência do empreendimento, município de Caraúbas e Upanema/RN.

TÁXON	NOME POPULAR	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			ABUNDÂNCIA	GUILDA TRÓFICA	HABITAT	ÁREA DE INFLUÊNCIA	TIPO DE REGISTRO
		MMA	IUCN	Apêndices (CITES)					
CLASSE MAMMALIA Linnaeus, 1758									
ORDEM DIDELPHIMORPHIA Gill, 1872									
Família Didelphidae Gray, 1821									
Didelphis albiventris (Lund, 1840)	Timbú	NC	LC	NC	6	ON	SC	ADA, AID, AII	VS, FT, RB
ORDEM PILOSA Flower, 1883									
Família Myrmecophagidae Gray 1825									
Tamandua tetradactyla (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-mirim	NC	LC	NC	-	IN	SC	AII	EN, RB
ORDEM CINGULATA Illiger, 1811									
Família Dasypodidae Gray, 1821									
Dasypus novemcinctus Linnaeus, 1758	Tatu-galinha	NC	LC	NC	2	ON	SF	ADA, AID, AII	FT, RI, EN
Euphractus sexcinctus (Linnaeus, 1758)	Peba	NC	LC	NC	2	ON	SF	ADA, AID, AII	VS, FT, RI, RB, EN
ORDEM ARTIODACTYLA Owen, 1848									

Família Bovidae Gray, 1821									
Bos taurus (Linnaeus, 1758*)	Boi	NC	NC	NC	-	HB	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, RB
Capra aegagrus hircus (Linnaeus, 1758*)	Cabra	NC	NC	NC	-	HB	TE	ADA, AID, AII	VS, RB
ORDEM PERISSODACTYLA Owen, 184									
Família Equidae Gray, 1821									
Equus asinus (Linnaeus, 1758*)	Jegue	NC	NC	NC	-	HB	TE	ADA, AID, AII	VS, RB
Equus caballus (Linnaeus, 1758*)	Cavalo	NC	NC	NC	-	HB	TE	ADA, AID, AII	VS, RB
Família Cervidae (Goldfuss, 1820)									
Mazama gouazoubira (Fischer, 1814)	Veado-catingueiro	NC	LC	NC	-	HB	TE	AII	EN
ORDEM PRIMATES Linnaeus, 1758									
Família Callitrichidae (Gervais, 1855)									
Callithrix jacchus (Linnaeus, 1758)	Soim	NC	LC	NC	-	ON	AR	AII	EN
Família Cebidae Bonaparte, 1831									
Sapajus libidinosus (Spix, 1823)	Macaco-prego	NC	LC	NC	-	ON	AR	AII	RB
ORDEM CARNIVORA Bowdich, 1821									
Família Canidae G, Fischer, 1817									
Canis lupus familiaris (Linnaeus, 1758*)	Cachorro	NC	NC	NC	-	ON	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, RB

Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766)	Raposa	NC	LC	EN	21	ON	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, RI, RB, EN
Família Felidae Fischer von Waldheim, 1817									
Felis catus (Linnaeus, 1758*)	Gato-doméstico	NC	NC	NC	-	CA	TE	ADA, AID, AII	VS, RB
Herpailurus yagouaroundi (Geoffroy, 1803)	Gato-mourisco	VU	LC	EN	-	CA	TE	AII	EN, RB
Leopardus tigrinus (Schreber, 1775)	Gato-do-mato	EN	VU	AM	-	CA	TE	AII	EN, RB
Família Mephitidae Bonaparte, 1845									
Conepatus amazonicus (Lichtenstein, 1838)	Jaritataca	NC	LC	NC	-	CA	TE	AII	RB
Família Procyonidae Gray, 1825									
Procyon cancrivorus (Cuvier, 1798)	Mão-pelada	NC	LC	NC	-	ON	TE	AII	EN, RB
ORDEM CHIROPTERA Blumenbach, 1779									
Família Emballonuridae Gervais, 1855									
Centronycteris centralis Thomas, 1912	Morcego	NC	LC	NC	4	IN	VO	ADA, AID, AII	VS, BAT
Diclidurus albus (Wied-Neuwied, 1820)	Morcego	NC	LC	NC	-	IN	VO	AII	RB
Peropteryx macrotis (Wagner, 1843)	Morcego	NC	LC	NC	4	IN	VO	ADA, AID, AII	VS, BAT, RB
Família Phyllostomidae, Gray, 1825									
Diphylla ecaudata Spix, 1823	Morcego	NC	LC	NC	-	HE	VO	AII	RB
Tonatia bidens (Spix, 1823)	Morcego	NC	DD	NC	-	IN	VO	AII	RB

Família Furipteridae, Gray, 1866									
Furipterus horrens (Cuvier, 1828)	Morcego	VU	LC	NC	-	IN	VO	AII	RB
Família Molossidae Gervais, 1855									
Eumops perotis (Schinz, 1821)	Morcego	NC	LC	NC	4	IN	VO	ADA, AID, AII	VS, BAT
Molossus molossus (Pallas, 1766)	Morcego	NC	LC	NC	3	IN	VO	ADA, AID, AII	VS, BAT
Nyctinomops macrotis (Gray, 1840)	Morcego	NC	LC	NC	-	IN	VO	AII	RB
Família Vespertilionidae Gray, 1821									
Lasiurus ega (Gervais, 1856)	Morcego	NC	LC	NC	-	IN	VO	AII	RB
Myotis nigricans (Schinz, 1821)	Morcego	NC	LC	NC	6	IN	VO	ADA, AID, AII	VS, BAT
ORDEM RODENTIA Bowdich, 1821									
Família Caviidae G, Fischer, 1817									
Galea spixii (Wagler, 1831)	Preá	NC	LC	NC	7	HB	TE	ADA, AID, AII	VS, FT, EN
Família Cricetidae,J. Fischer, 1817									
Wiedomys cerradensis Gonçalves, Almeida & Bonvicino, 2005	Rato-do-mato	NC	LC	NC	1	HB	SC	ADA, AID, AII	FT

Fonte: CSA, junho de 2021.
*Legenda **Tipos de registros:**Visual - VS, Escuta - ES, Entrevista – EN, Registro Indireto - RI e Referencial Bibliográfico – RB, Detector de ultrassom - BAT. **Área de Influência:** Área Diretamente Afetada - ADA, Área de Influência Direta - AID e Área de Influência Indireta – AII.

Status: Extinto - Extinto (EX), Extinta na natureza (EW); Ameaçada - Criticamente em perigo (CR), Em perigo (EN), Vulnerável (VU); Baixo Risco - Dependente de conservação, Quase ameaçada (NT), Pouco preocupante (LC); Outras categorias - Dados deficientes (DD), Não consta na lista (NC), Ameaçado (AM). **Uso de Habitat**: AR – arborícola; SF – semifossorial; SC – escansorial; TE – terrestre. **Guilda Trófica**: ON - onívoro; IN - insetívoro; HB – herbívoro; CA – carnívoro; HE – Hematófago.

Dentre as famílias da mastofauna descrita para a área de influência do empreendimento, destacam-se as famílias Felidae, Emballonuridae e Molossidae, que apresentaram o maior número de espécies, ambas com 3 espécies registradas, seguida das famílias Dasypodidae, Bovidae, Equidae, Canidae, Vespertilionidae e Phyllostomidae (N=2). As demais famílias foram representadas por apenas uma espécie (Gráfico 41).

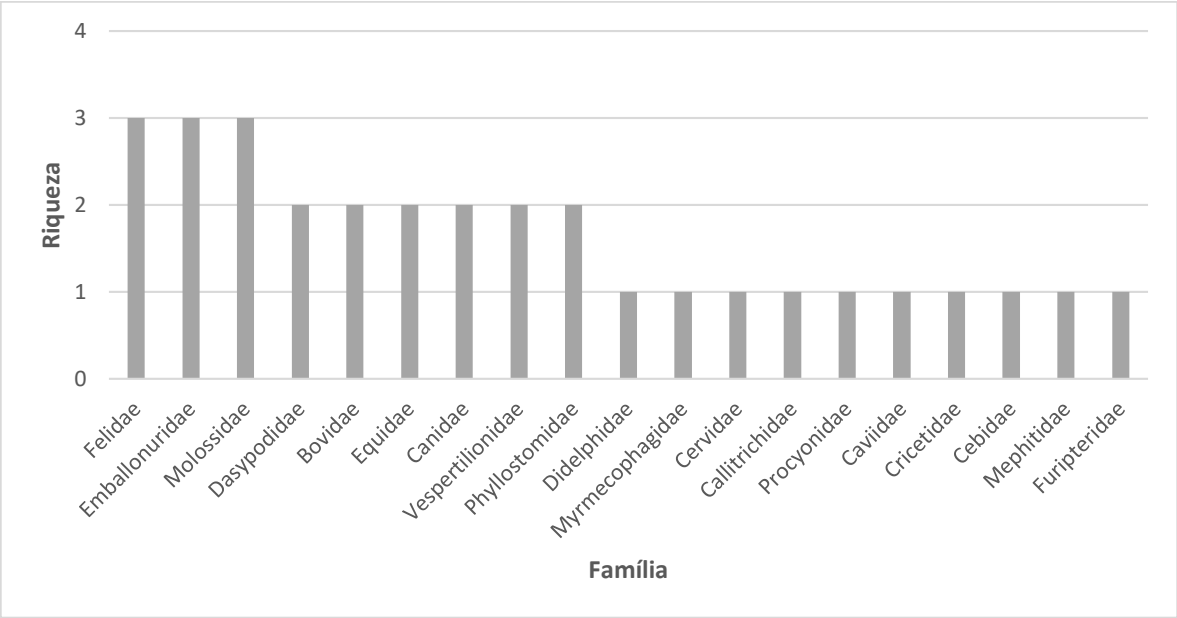


Gráfico 41– Número de espécies por ordem da classe Mammalia, registradas na área de influência do empreendimento, município de Caraúbas e Upanema/RN.
Fonte: CSA, junho de 2021.

A riqueza observada a partir dos transectos para a área do empreendimento foi de 5 espécies, enquanto a riqueza estimada - *Jackknife* 1, foi de 7,75 espécies (intervalo de confiança de 95%) com desvio padrão de 1,5 espécies (Gráfico 42). A avaliação da suficiência amostral apresentou uma curva rarefeita ainda em ascensão, indicando o potencial de ocorrência de outras espécies de aves para o local do empreendimento.

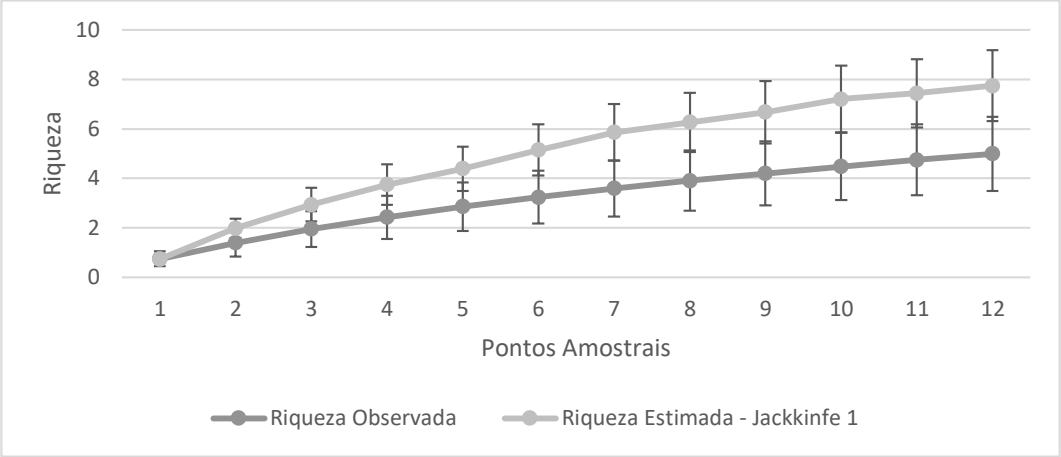


Gráfico 42- Riqueza observada e riqueza estimada (Jackknife 1) com o desvio padrão das espécies de mamíferos registradas durante a realização de transectos no empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Levando em consideração todas as metodologias utilizadas e todos os mamíferos registrados, foi possível calcular os índices de diversidade. Sendo assim a dominância de mamíferos registrados no levantamento indica uma baixa dominância de espécies (0,17), enquanto o índice de uniformidade de Simpson calculado para o empreendimento apresentou valor elevado de 0,82. O índice de Shannon encontrado para a diversidade foi igual a 2,06, enquanto o índice de riqueza de Margalef encontrado para este levantamento de mamíferos foi de 2,44. A Equitabilidade de Pielou da comunidade de mamíferos apresentou elevado valor de 0,86. Sendo assim, a área do empreendimento apresentou baixa dominância e elevada equitabilidade e uniformidade, indicando que apesar da área apresentar sinais antropização, a comunidade de mamíferos do empreendimento se encontra em equilíbrio ecológico.

Tabela 32 – Índices de diversidade de mamíferos registrados durante o levantamento de campo do empreendimento.

Índices	Valor	Lower	Upper
Riqueza de Espécies (S)	11	9	11
Indivíduos	60	60	60
Dominância (D)	0,1744	0,1344	0,2672
Simpson (1-D)	0,8256	0,7322	0,8656
Shannon (H)	2,065	1,741	2,18
Margalef	2,442	1,954	2,442
Equitabilidade (J)	0,8612	0,7498	0,916

Fonte: CSA, junho de 2021.

A partir da análise das guildas tróficas ocupadas pelas espécies da mastofauna registrada na área de influência do empreendimento, foi possível verificar o domínio de 12 espécies insetívoras representando 39%, 8 espécies onívoras representando 26%, 7 herbívoras representando 26%, 3 espécies carnívoras representando 10% e uma espécie hematófaga (3%).

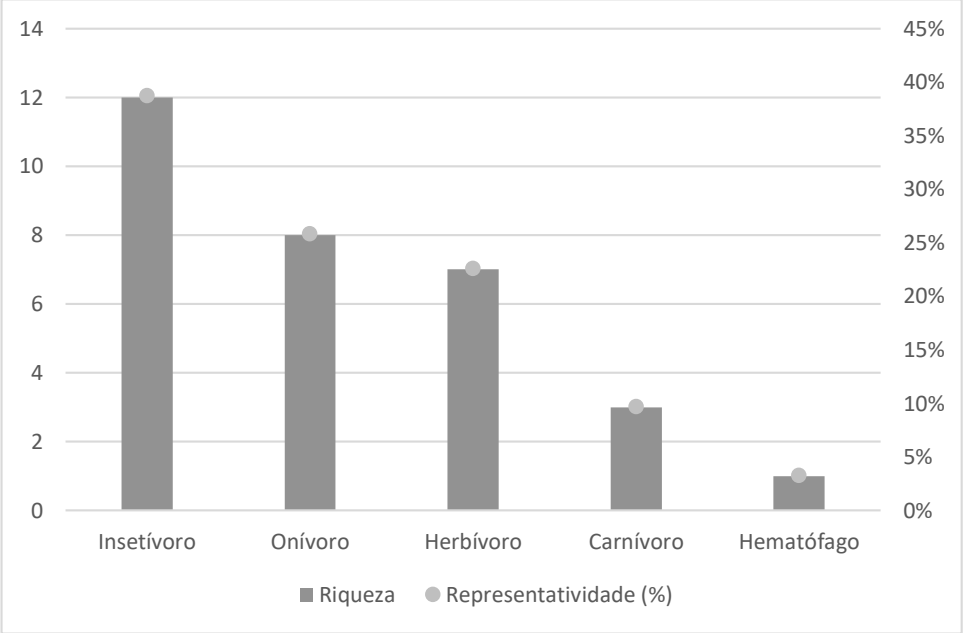


Gráfico 43 - Riqueza de espécies e representatividade por guinda trófica na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

De acordo com a análise de ocupação de habitat pelas espécies na área de influência do empreendimento, é possível observar um domínio de espécies terrestres, com 13 espécies representando 42% do total, depois por 11 espécies voadoras com representatividade de 35%, seguido por 3 espécies escansoriais representando 10% e semifossoriais e arborícolas representando 6% cada.

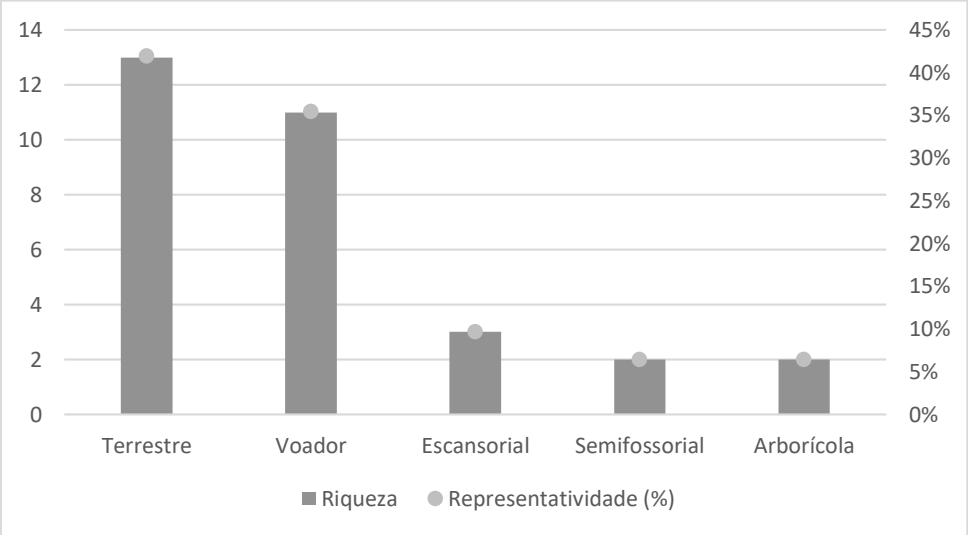


Gráfico 44 - Riqueza de espécies da mastofauna e representatividade por uso de habitat na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Durante o levantamento, foram contabilizados 60 registros de indivíduos, dentre eles, a raposa (*Cerdocyon thous*) foi a espécie mais abundante, com 21 indivíduos registrados, representando 35% da abundância total, seguido do preá (*Galea spixii*) com 7 indivíduos representando 12%, cassaco (*Didelphis albiventris)* e morcego (*Myotis nigricans*) ambos com 6 indivíduos e 10% de representatividade, os morcegos Eumops perotis, Peropteryx macrotis e Centronycteris centralis com 4 indivíduos cada, representando 7%, Molossus molossus com 3 indivíduos e 5% de relatividade. As demais espécies foram representadas por um ou dois indivíduos (Gráfico 45).

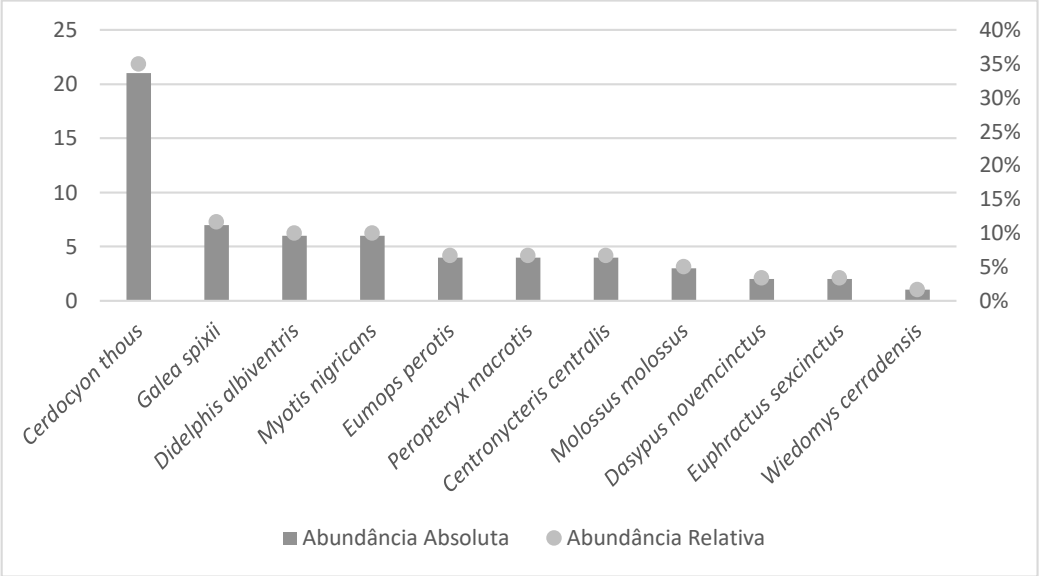
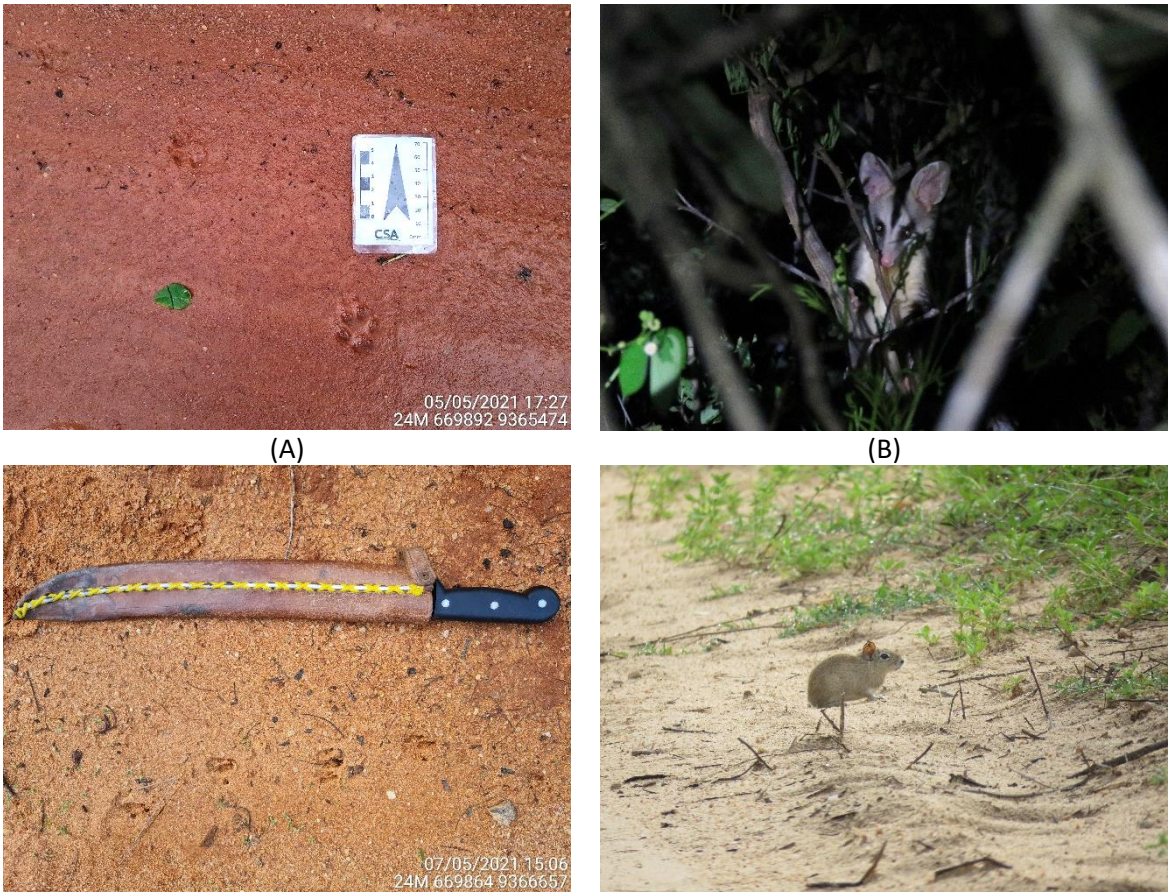


Gráfico 45 - Abundância Absoluta e Relativa das espécies de mamíferos registrados durante o levantamento de campo.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Durante a realização da busca ativa, foram percorridos 12 transectos nas áreas de influência do empreendimento. Sendo assim, foram registradas 5 espécies para esse método, dentre elas o *Cerdocyon thous* e *Galea spixii* foram as mais frequentes, sendo regitrados a partir de vestígios e de forma visual, além disso, houve o registro de um indivíduo das espécies *Didelphis albiventris, Dasypus novemcinctus* e *Euphractus sexcinctus*.

A seguir o registro fotográfico das espécies encontradas durante a realização de transectos na busca ativa.



(A) (B)

(C) (D)

Foto 23 – (A) Pegadas de Cerdocyon thous (ADA); (B) Didelphis albiventris, registrado a partir de um transecto realizado durante o período noturno (ADA); (C) Pegadas de Dasypus novemcinctus registradas durante a busca ativa e (E) registro fotográfico de Galea spixii (ADA).
Fonte: CSA.

A partir do método de câmera trap, 24 indivíduos pertencentes a 5 espécies foram registrados (*Cerdocyon thous, Didelphis albiventris, Dasypus novemcinctus, Euphractus sexcinctus e Wiedomys cerradensis*). A partir desses dados, foi possível calcular a frequência dos animais nos pontos amostrais das câmeras, tendo em vista que foram utilizadas 5 câmeras por 4 noites durante o levantamento. Sendo assim, foi realizado o esforço amostral de 20 armadilha-noite, com ocorrência de 4,8 ind./câmera. O *Cerdocyon thous* foi a espécie predominante, frequente em 42% das câmeras instaladas e representando 70% dos indivíduos registrados, seguido pela espécie *Didelphis albiventris,* frequente em 17% das câmeras e representando 22% dos indivíduos. As demais espécies estiveram frequêntes em apenas uma câmera (8%) com apenas um indivíduo representando 4% da abundância total cada espécie (Gráfico 46).

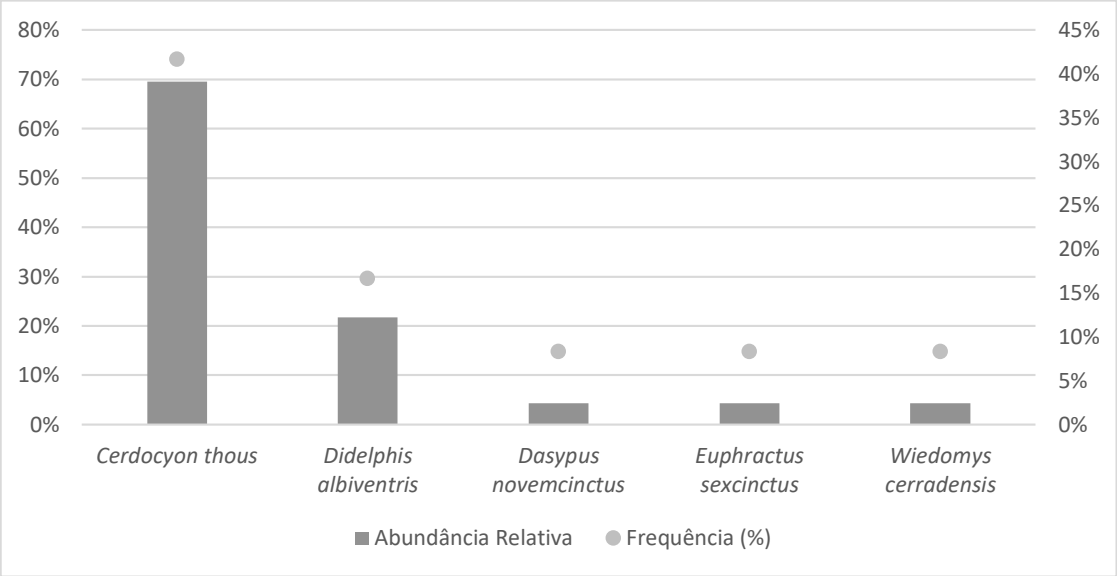
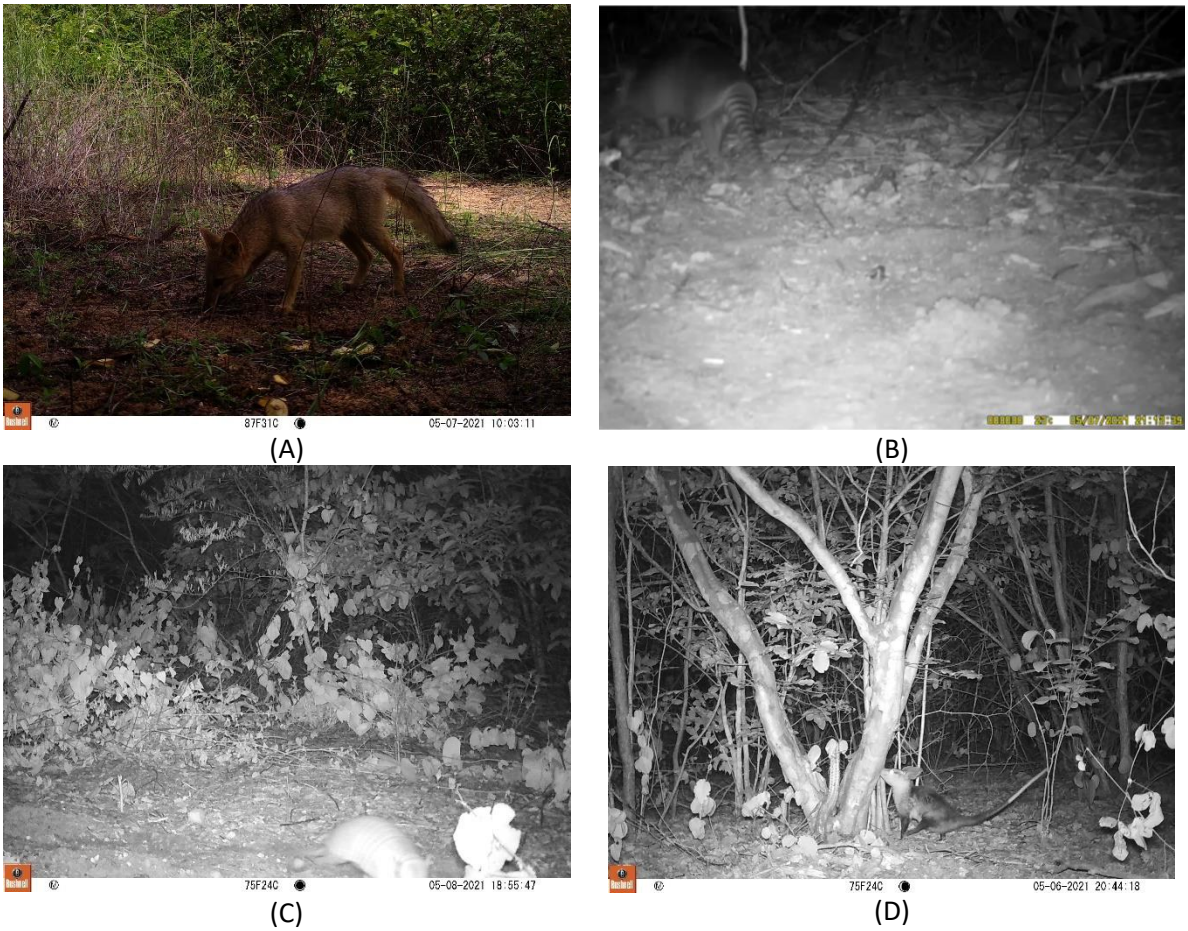


Gráfico 46 – Frequência e Abundância Relativa das espécies de mamíferos registradas a partir das câmeras trap utilizadas no levantamento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

A seguir o registro fotográfico das espécies registradas durante a utilização das câmeras traps instaladas nas áreas de influência do empreendimento.



(A) (B)

(C) (D)

Foto 24 – (A) Cerdocyon thous registrado na Câmera Trap 04 durante o período diurno, (B) Dasypus novemcinctus registrado na Câmera Trap 05 instalada na ADA do empreendimento; (C) Euphractus sexcinctus registrado na Câmera Trap 02 (D) Didelphis albiventris registrados através da Câmera Trap 02 instalada na AID do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

O uso de entrevistas em levantamentos faunísticos de curto prazo é altamente relevante para descrição das espécies locais. A aplicação de entrevistas confirmou e agregou novas espécies ao estudo, uma vez que a comunidade estudada é melhor conhecida pela população local das quais estão em constante contato com os fragmentos florestais de caatinga, seja através da caça ou residência no entorno em pequenas propriedades. Na realização de entrevistas com a população local, foram mencionadas a presença de gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), soim (*Callithrix jacchus*), gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*) e guaxinim (*Procyon cancrivorus*).

- Espécies Endêmicas e/ou Ameaçadas de Extinção

Nenhuma das espécies de mamíferos registradas para a área de influência do empreendimento se encontra enquadrada como endêmica do bioma Caatinga, no entanto, em relação as espécies ameaçadas, a espécie *Cerdocyon thous* na qual foi registrada ao longo de todas as áreas de influência (ADA, AID e AII) do empreendimento durante o levantamento está inclusa no Anexo II do Cites, onde de acordo com a Instrução Normativa MMA Nº 01, DE 15 DE ABRIL DE 2014 no Art. 8 temos:

> *Art. 8º As espécies incluídas no **Anexo II** da CITES são aquelas que, embora atualmente **não se encontrem necessariamente em perigo de extinção, poderão chegar a esta situação,** a menos que o comércio de espécimes de tais espécies esteja sujeito a regulamentação rigorosa, podendo ser autorizada a sua comercialização, pela Autoridade Administrativa, mediante a concessão de Licença ou emissão de Certificado."*

Vale ressaltar que apesar do *Cerdocyon thous* se encontrar presente no banco de dados, essa espécie não é ameaçada de extinção, mas se encontra inserida devido ao seu interesse cinergético/comercio e caça, na qual vem reduzindo suas populações, o que pode deixar vulnerável a tal situação.

Além disso uma espécie de quirópteros registradas por meio de referência bibliográfica (Vargas-Mena, 2018) apresentam distribuição para o município de Caraúbas/RN, sendo ela o *Furipterus horrens,* na qual aparece como "VU" vulnerável na portaria nº 444 do MMA. Outras duas espécies se encontram enquadradas como ameaçadas de extinção foram registradas somente durante a realização de entrevistas com a população local e por meio de trabalhos científicos realizados na área prioritária da Caatinga denominada de "Felipe Guerra" e podem apresentar ocorrência para a área do empreendimento, sendo elas os felinos *Herpailurus yagouaroundi* e *Leopardus tigrinus.* O *Herpailurus yagouaroundi* se encontra enquadrada na portaria nº 444 do MMA como espécie "Vulnerável – VU" e no banco de dados do CITES como em perigo de extinção, enquanto *Leopardus tigrinus* se encontra enquadrada na portaria nº 444 do MMA como uma espécie "Em Perigo – EN", no banco de dados do CITES como ameaçada de extinção e na lista internacional da IUCN como "Vulnerável – VU". Vale ressaltar que não foi possível realizar o registro dessas espécies de felinos durante a realização do estudo.

No entanto, quanto a esses felinos ameaçados de extinção citamos a importância de monitoramento destas espécies na área de implantação do empreendimento, onde durante os monitoramentos deverá ser realizado como meta atingir os objetivos previstos para o 2° ciclo do Plano de Ação Nacional para Conservação dos Pequenos Felinos – PAN, o qual está previsto para ser lançado em 2020-2025, visando assim a conservação destes felinos de pequeno porte.

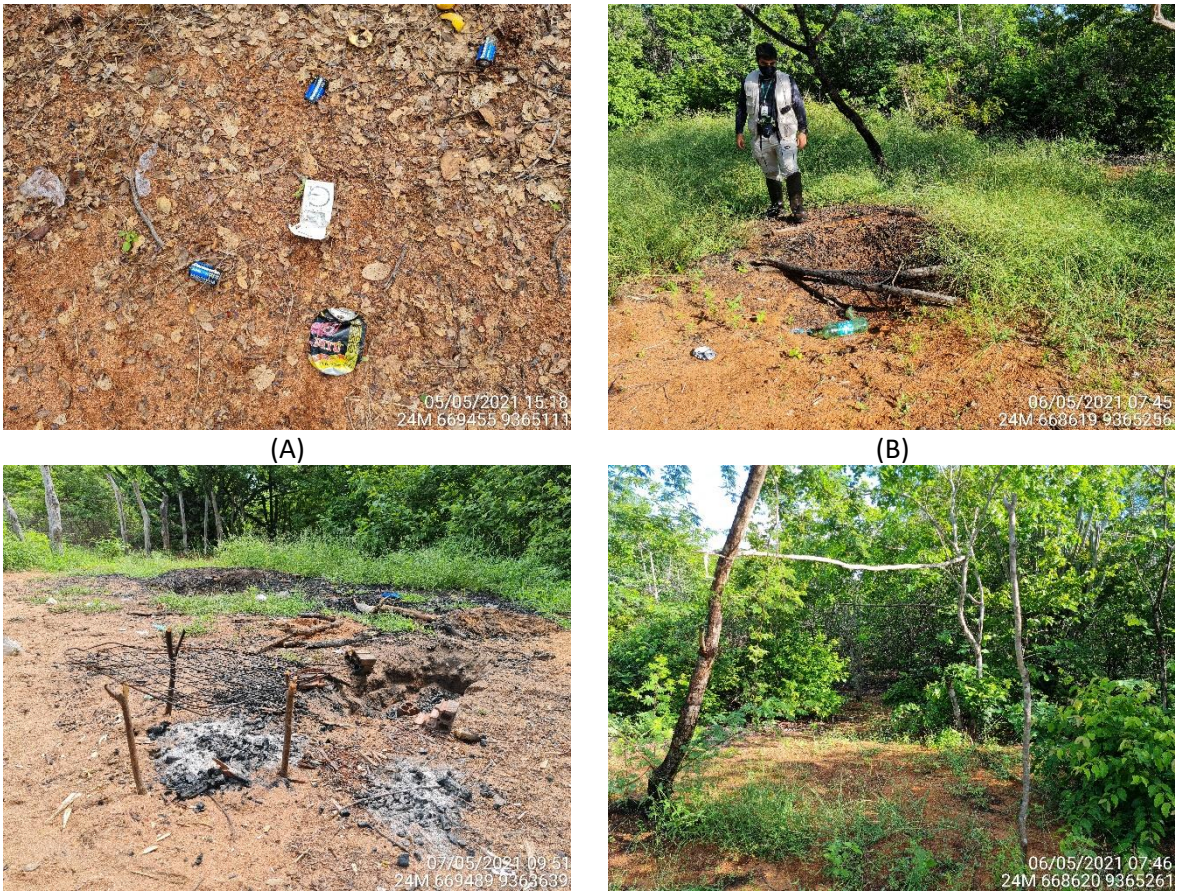
- Espécies de Importância Econômica e Cinegética

Dentre as espécies de importância econômica encontradas na área de influência do empreendimento, destacam-se as criações de boi (*Bos taurus*), cabra (*Capra aegagrus*), cavalo (*Equus caballlus*) e jegue (*Equus asinus*).



Foto 25 – Registro de *Bos taurus* na área de influência do empreendimento.
Fonte: CSA.

A caça é uma atividade praticada de forma recorrente no local onde será implantado o empreendimento, sendo visualizado durante os trabalhos de campo o trânsito de caçadores acompanhados de cachorros de caça, na localidade registramos vestígios de armadilhas, local de apoio com fogueiras, e lixo no meio da mata e próximo de trilhas. De acordo com o levantamento em entrevistas, na área do empreendimento é realizado uma caça denominada de “apostado”, onde os caçadores são divididos em grupos para realizar a caça principalmente das seguintes espécies: cassaco (*Didelphis albiventris*), tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), preá (*Galea spixii*) e tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*). Ainda durante entrevista, foi indicado que os caçadores capturam e se alimentam somente de indivíduos machos, deixando as fêmeas vivas como um meio de “sustentabilidade” da atividade ilegal e que vem ocorrendo uma diminuição da presença das espécies *Dasypus novemcinctus, Mazama gouazoubira* e *Leopardus tigrinus,* provavelmente advindo das atividades de caça.



(A) (B)

(C) (D)

Foto 26 – Registro da atividade de caça denominada de "apostado" realizada por toda a área de influência do empreendimento A) pilhas utilizadas pelas lanternas usadas na caça, B e C) churrasqueira utilizada para tratar a caça, D) área de montagem do acampamento.
Fonte: CSA.

- Espécies Invasoras, Exóticas ou de Risco Epidemiológico

Em relação às espécies exóticas domésticas, destaca-se a presença de cachorro doméstico (*Canis familiaris*), gato (*Felis gatus*), cabra (*Capra aegagrus hircus*), boi (*Bos taurus*), cavalo (*Equus caballus*) e jegue (*Equus asinus*) encontrados em várias propriedades na área de influência do empreendimento.

Muitas espécies de mamíferos selvagens são identificadas com enfermidades que apresentam riscos à saúde humana. A raposa (*Cerdocyon thous*) e o grupo de quirópteros que foram registrados na região de estudo, podem ser reservatórios silvestres do vírus da raiva na região Nordeste do Brasil (Kotait et al., 2007). Além da raiva, indivíduos da espécie *Cerdocyon thous*já foram encontrados infectados com os vírus da *Leishmania* spp. e à *Leptospira interrogans* (Jorge, 2008).

Algumas espécies silvestres já foram encontradas infectadas naturalmente e classificadas como reservatórios do protozoário *Trypanosoma cruzi*, que é o agente etiológico da Tripanosomíase Americana (doença de Chagas em humanos), entre essas espécies estão o *Euphractus sexcinctus*, *Cerdocyon thous*, *Galea spixii* e o grupo dos quirópteros (Roque e Jasen, 2014), principalmente da espécie de morcego hematófago *Furipterus horrens* registrado para o município de Caraúbas/RN.

- Considerações finais

Quanto ao estudo realizado, temos as seguintes conclusões:

O principal impacto sobre a fauna associada ao projeto será a perda, fragmentação de habitat e atropelamento da fauna. A partir de dados primários e secundários, foram registradas 157 espécies de vertebrados sendo 11 anfíbios, 27 de répteis, 88 de aves e 31 de mamíferos. Estes valores de riqueza de espécies são compatíveis com outros trabalhos realizados no bioma Caatinga e no estado do Rio Grande do Norte.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção, o quiróptero *Furipterus horrens*, e os felinos *Leopardus tigrinus* e *Herpailurus yagouaroundi* registrados por meio de dados secundários, obtidos por meio de entrevistas e estudos científicos se encontram presentes nas listas de espécies, sendo o *Leopardus tigrinus* enquadrado como uma espécie “Em Perigo – EN” na lista de espécies ameaçadas do MMA, enquanto no banco de dados do CITES ela se encontra classificada como ameaçada de extinção e na lista internacional da IUCN como “Vulnerável – VU”, *Herpailurus yagouaroundi* enquadrada na portaria nº 444 do MMA como espécie “Vulnerável – VU” e no banco de dados do CITES como em perigo de extinção, o quiróptero *Furipterus horrens* aparece como “VU” vulnerável na portaria nº 444 do MMA. Além disso, o *Cerdocyon thous* amplamente registrado em campo ao longo das áreas de influência do empreendimento (ADA, AID e AII) se encontra classificada no banco de dados do CITES como em perigo de extinção. Sendo assim, com a possível presença de felinos ameaçados de extinção, é importante a execução do monitoramento prévio na área de implantação do empreendimento, onde durante os monitoramentos deverá ser realizado como meta atingir os objetivos previstos para o 2° ciclo do Plano de Ação Nacional para Conservação dos Pequenos Felinos – PAN, o qual está previsto para ser lançado em 2020-2025, visando assim a conservação destes felinos de pequeno porte.

A área onde será implantado o Complexo Fotovoltaico apresenta atividades de caça intensa, seja para criação ou com fins alimentícios, principalmente de mamíferos a partir da atividade denominada de “apostado”. Além disso, algumas espécies podem oferecer risco para a saúde humana,

como as serpentes peçonhentas *Micrurus ibiboboca* (coral-verdadeira), jararaca-da-seca (*Bothrops erythromelas*) e *Crotalus durissus* (cascavel).

Quanto as aves migratórias algumas espécies as quais foram registradas para a localidade sendo as seguintes: *Pitangus sulphuratus, Tyrannus melancholicus*, *Empidonomus varius, Hydropsalis parvula, Pachyramphus polychopterus* são classificadas como parcialmente migratórias (MPR), ou seja, cujas populações são parte migratórias e parte residente, além da espécie *Zenaida auriculata*, na qual é classificada como status não definido (ND), a espécie *Tachycineta albiventer* e *Coccyzus melacoryphus* (MGT) são enquadradas como espécie migrante do hemisferio norte (Somenzari *et al*, 2018) ou visitante sazonal.

Em resumo os impactos ambientais decorrentes da futura implantação e operação do Complexo Fotovoltaico sobre a fauna podem estar relacionados com: alteração do sucesso reprodutor; perda de habitat de reprodução e alimentação e alteração dos padrões de movimentação das espécies. Interferências locais sobre a fauna como: aumento de fluxo de veículos (afugentamento e/ou atropelamento da fauna) e abertura de acessos na mata facilitando assim as atividades de caça ilegal.

Sendo assim, destaca-se a necessidade de realizar ou minimizar os impactos ambientais sobre as espécies, em especial as ameaçadas de extinção e as migratórias, devido à grande importância de tais espécies para a área do empreendimento. Além disso, levando em consideração os possíveis impactos, estes devem ser mitigados através da execução de programas ambientais como: Programa de captura, resgate, manejo e afugentamento da fauna; Programa de Monitoramento da Fauna Silvestre; Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social; e Plano de Conservação Nacional para espécies ameaçadas de extinção

- Impactos Previstos para Fauna

Após discorrer sobre a fauna, listamos os potenciais impactos da instalação e operação do empreendimento sobre a fauna identificada na região, consideramos os seguintes impactos:

✓ **Fase de instalação:**

A) Afugentamento de fauna;
B) Alteração da paisagem;
C) Perda da extensão e conectividade a partir da fragmentação de habitat;
D) Perda da qualidade de habitats;
E) Atropelamento de fauna;

F) Aumento da emissão de poeira;
G) Aumento da emissão de gases;
H) Aumento da emissão de ruídos;
I) Pressão competitiva por alimento e abrigo, causada por indivíduos que tiveram seu habitat destruído;
J) Interferência sobre processos ecológicos;
K) Perda de biodiversidade;
L) Aumento da pressão da caça na localidade.

✓ **Fase de operação:**

A) Atropelamento de fauna;
B) Mudança do microclima local;
C) Falta de conexão de corredores ecológicos;
D) Afugentamento de espécies mais sensíveis, e
E) Mudança da dinâmica ambiental

6.3. Meio Socioeconômico

Esse subcapítulo tem como objetivo caracterizar e analisar a realidade socioeconômica da Área de Influência Indireta (AII) e a Área de Influência Direta (AID) do Empreendimento Fotovoltaico Caraúbas localizado na Zona Rural dos Municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, a partir das análises dos aspectos demográficos, 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.

A Área de Influência Indireta – AII, corresponde ao município de Caraúbas/RN e também Upanema/RN, tendo em vista que a AID do empreendimento está entre os limites territoriais de tais municípios, sendo caracterizada 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.

A Área de Influência Direta – AID corresponde à área limite da propriedade do empreendimento em um raio de 500 metros a partir desta, pois é onde ocorrem os impactos diretos

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 identificados no capítulo de Avaliação de Impactos Ambientais.

6.3.1. Metodologia

Para a caracterização dos aspectos socioeconômicos foram utilizados principalmente os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE relativos aos Censos Demográficos do ano de 2000 e 2010, através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), Cidades@, Banco de dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS), dados macroeconômicos, regionais e sociais do IPEA/DATA por meio do portal do IPEA, site das prefeituras municipais, dentre outros. Essas informações foram utilizadas como base para compreender as características e o ordenamento socioeconômico, dentro de uma perspectiva histórico-geográfica, do território onde será implantado o Empreendimento Fotovoltaico.

Para facilitar a análise e a exposição, os dados coletados foram transformados em tabelas, quadros e gráficos. 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 de Caraúbas e Upanema (AII).

Para a coleta de dados primários, foram realizados registros fotográficos com câmera fotográfica e uso de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) em duas ocasiões, a fim de obter imagens em diferentes períodos da vegetação, no período seco e período chuvoso, observações *in loco* e 8 (oito) entrevistas como amostra, através de questionários, a fim de, contemplar o universo da área de estudo. As entrevistas foram realizadas no dia 11 e 12 de janeiro de 2021, sendo 2 (duas) no Assentamento Petrolina, localizado na AII do empreendimento, (1) um na AII, e 5 (cinco) em residências isoladas inseridas na AID empreendimento, territorialmente localizada na zona rural do município de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

Além disso foram realizadas visitas as Secretarias Municipais dos dois municípios, como as secretarias de Educação, Cultura, Saúde, Agricultura e Meio Ambiente, onde foram coletados dados primários com secretários e com secretários adjuntos, para a construção e descrição das informações relativas ao meio socioeconômico. Essa parte da pesquisa é importante, pois tornam as informações coletadas mais condizentes com a realidade. Porém, vale salientar que a visita aos órgãos municipais apresenta algumas dificuldades como: Ausência dos secretários durante as visitas, o que foi

contornado com a obtenção dos contatos telefônicos dos mesmos; falta de organização por parte das secretarias em informar os dados solicitados, devido a mudança de gestões, por exemplo; e a questão da pandemia do Covid-19, que vem dificultando alguns trabalhos presenciais.

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, uso do álcool em gel e distanciamento de no mínimo 1,5 metros.


14 de janeiro de 2021
24M 692823 9376294

(A)


08/05/2021 10:17
24M 668655 9367191

(B)


08/05/2021 07:56
24M 668295 9363900

(C)


09/05/2021 08:55
24M 671347 9366846

(D)


08/05/2021 08:59
24M 668833 9363936

(E)


08/05/2021 11:08
24M 667614 9365878

(F)



(G)



(H)

Foto 27 – (A) Aplicação de entrevista na secretaria de saúde do município de Upanema/RN para obtenção de dados primários; (B) Aplicação de questionários com moradores da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento; (C e D) Aplicação de questionários com moradores da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento; (E e F) Aplicação de questionários com moradores da Área de Influência Direta (AII) do empreendimento. (G e H) Aplicação de questionários com moradores do Assentamento Petrolina.
Fonte: CSA.

As demais residências situadas na ADA não foram entrevistadas, pois nestas habitam donos e caseiros que serão beneficiados diretamente pelo empreendimento, cujas respostas tendem a ser tendenciosas.

Em relação a metodologia utilizada, a escolha de dados faz parte da etapa que versa sobre pesquisa de campo. Esta pode ser considerada uma das etapas mais importantes da elaboração de um diagnóstico ou mesmo de um estudo ambiental, pois é através da coleta de dados que o profissional obtém as informações necessárias para o desenvolvimento do estudo.

Para Lakatos a pesquisa de campo é:

> (…) aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. (...) consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes, e no registro de variáveis que se presume relevantes, para analisá-los. (LAKATOS, 2003, p. 186)

O autor Gil também corrobora com a afirmação

> (…) estudo de campo apresenta algumas vantagens principalmente em relação aos levantamentos. Como é desenvolvido no próprio local é possível identificar fenômenos específicos, seus resultados costumam ser mais fidedignos. Como não requer equipamentos especiais para a coleta de dados, tende a ser bem mais econômico. E como pesquisador apresenta nível maior de participação, torna-se maior a probabilidade de os sujeitos oferecerem respostas mais confiáveis. (GIL, 2002, p. 53).

É possível afirmar que o êxito do relatório obtido através da pesquisa de campo está vinculado em sua maioria, pela maneira através do qual o profissional realiza a coleta dos dados. O desafio do pesquisador é elencar adequadamente os instrumentos de coleta de dados que reflitam melhor a realidade a ser apreendida e mais que busquem atender os objetivos em consonância com a técnica utilizada. A escolha dos instrumentos de pesquisa não pode acontecer de maneira aleatória.

No mapa a seguir, é visto o caminhamento, os pontos de levantamento com ARP e os locais onde foram realizadas as entrevistas.

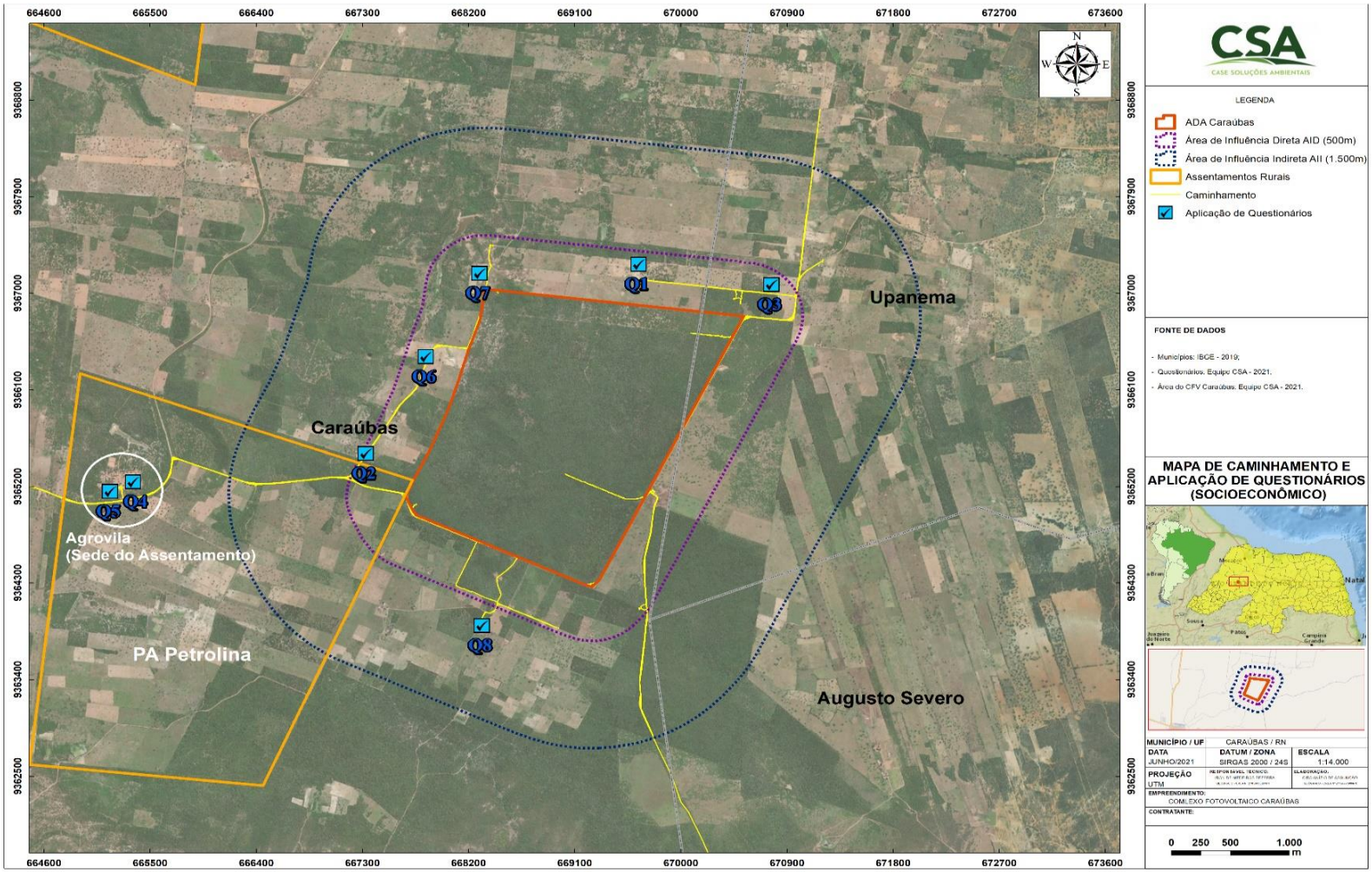


Figura 78 - Mapa de caminhamentos e aplicação de questionários.
Fonte: CSA, junho de 2021.

6.3.2. Aspectos Socioeconômicos da Área de Influência Indireta

- História de Caraúbas

Em meados do século XVIII, o Tenente-General Francisco de Souza Falcão recebeu uma data de sesmaria na região do Apodi, onde desenvolveu sua fazenda de gado. Em uma de suas viagens ao Pernambuco, trouxe um sobrinho de sua esposa, o Capitão Leandro Bezerra Cavalcante, o qual contraiu matrimônio com sua prima Ana Souza Falcão, filha do referido tenente. Os dois receberam uma faixa de terra à margem direita do afluente do Rio Apodi, para neste local desenvolver sua fazenda de gado.

Anos mais tarde, a região foi acometida por uma grande seca. Sendo Ana muito devota de São Sebastião, juntamente com seu esposo, fazem uma promessa de que se encontrassem água para saciar a sede do gado, mandariam construir uma capela. Como foram atendidos, no ano de 1793, constrói uma pequena capela em honra ao santo na fazenda Várzea das Caraúbas.

Com a construção da capela, os familiares de Leandro Bezerra vieram construir suas casas ao redor da mesma, o que veio a ser um arraial e posteriormente se transformou em povoado, que pelo seu rápido desenvolvimento e fervorosa religiosidade, por um novo voto realizado por volta do ano de 1850, por dona Quitéria Ferreira de São Luís, esposa do Coronel Antônio Francisco. O novo voto pedia que o povoado não fosse atingido por uma doença grave que estava dizimando muita gente no Brasil, chamada de colera mordus. Caso fosse atendida, dona Quitéria prometia construir uma nova Igreja para custodiar a primitiva imagem de São Sebastião. Não houve registros de contágio no povoado e em 1856 deram início à construção do novo templo.

A construção levou ao imediato pedido de elevação da Capela de São Sebastião do Povoado de Caraúbas à categoria de paróquia, desmembrando-a, assim, do Município do Apodi, com o apoio de autoridades civis e do clero, no dia 1º de setembro de 1858, foi aprovado pela arquidiocese de Olinda e Recife e Assembleia Legislativa de Olinda a lei que cria a Paróquia de São Sebastião de Caraúbas, junto à elevação do povoado à freguesia que recebeu o nome de São Sebastião Mártir do Apodi.

Dez anos depois, com a paróquia em pleno funcionamento e o crescimento cada vez maior da freguesia, sob o Decreto-Lei 601, de 5 de março de 1868, a freguesia é elevada à município. Agora independente politicamente, o município de Caraúbas teve como primeiro presidente de sua intendência o Padre Luiz Marinho de Freitas (2º Vigário da Paróquia). (UFERSA, 2014).

- Etimologia

O nome Caraúbas deriva da grande quantidade de Caraúbas (Ipê Amarelo) – árvores de casca amargosa e folhas verdes com flores amarelas, situada na margem direita de um afluente do Rio Apodi, é uma planta da família das Bignoneáceas (CARAÚBAS, 2021).

- Localização

De acordo com a atualização da divisão regional do Brasil, apresentada em 2017, Caraúbas se localiza na Região Geográfica Imediata de Mossoró e Região Intermediária de Mossoró, termos até então conhecidos como: microrregião da Chapada do Apodi, mesorregião do Oeste Potiguar. Os dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para o ano de 2021, apontam uma população estimada em 20.541 habitantes. Sua área territorial é de aproximadamente 1.095,803 quilômetros quadrados, distando da capital Natal, 303 quilômetros (IBGE, 2021).

- História de Upanema

Os primeiros habitantes da região conhecida como Curral da Várzea foram os índios Pegas. Em 1867, o padre Francisco Adelino de Brito, natural do município de Campo Grande, deu início ao povoado utilizando faixas de terras doadas por fazendeiros das redondezas. Logo, a fama das terras férteis e do clima úmido da localidade atraiu inúmeras famílias de agricultores, vindas de várias partes da região, com o objetivo de fixarem moradia.

Entusiasmado com o crescimento do núcleo populacional, o padre Francisco Adelino decidiu construir, em conjunto com os moradores locais, a Capela de Nossa Senhora da Conceição. Além de prestar importantes serviços no campo religioso, a capela estimulava a movimentação popular dentro dos limites do Curral da Várzea.

O povoado ganhou contornos próprios e uma organização espontânea com casas humildes que se alinhavam formando uma rua que foi chamada de Rua da Palha, porque as casas eram feitas, basicamente, com folhas de carnaubeira.

Em 1874, o arruado ganhou sua primeira escola. Foi nessa época de maior aglutinação de residências que o padre Adelino teve a ideia de dar um novo nome ao povoado, passando a chamar-se Conceição de Upanema, o que foi bem aceita pela comunidade.

A passagem do padre Adelino pelas terras da região foi de fundamental importância para o nascimento da povoação de Curral da Várzea e posteriormente Conceição de Upanema. O padre

Adelino, falecido em Triunfo Potiguar (anteriormente Campo Grande), entrou para a história como principal articulador do crescimento da comunidade, como animador popular, como entusiasta da fé e também como extraordinário e afamado cavaleiro, promotor de vaquejadas, sempre firme no pulso, na sela e nos domínios dos cavalos mais difíceis. No dia 16 de setembro de 1953, pela Lei Estadual 874, Upanema desmembrou-se de Campo Grande, tornando-se mais um município do Rio Grande do Norte (UPANEMA, 2021).

- Localização

De acordo com a atualização da divisão regional do Brasil, apresentada em 2017, Upanema se localiza na Região Geográfica Imediata de Mossoró e Região Intermediária de Mossoró, termos até então conhecidos como: microrregião do Médio Oeste e mesorregião do Oeste Potiguar. Os dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para o ano de 2020, apontam uma população estimada em 14.800 habitantes. Sua área territorial é de aproximadamente 873,140 quilômetros quadrados, distando da capital Natal, 279 quilômetros (IBGE, 2021).

- Aspectos demográficos da AII

Neste subcapítulo serão abordados os seguintes itens com base nos dados dos censos de 2000 e 2010 da AII: composição da população total por sexo, localização rural e urbana; por faixa etária, a taxa de crescimento anual da população total acompanhada de projeções populacionais, distribuição espacial da população por meio da densidade demográfica e do grau de urbanização e população economicamente ativa por faixa etária e setor da atividade, caracterizando assim a realidade demográfica da AII dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

- População total, homens e mulheres

A população de Caraúbas estimada de 2020, segundo o IBGE, é de 20.541 pessoas, e segundo o último Censo Demográfico, realizado pelo IBGE no ano de 2010, a população era de 19.576 pessoas, essa população é a 28ª maior do estado do Rio Grande do Norte. A densidade demográfica de 2010 era de 17,88 hab/km², ocupando a posição 134º do estado.

Já Upanema, segundo a população estimada para o ano de 2020 era de 14.800 pessoas, segundo o Censo Demográfico do IBGE de 2010, Upanema possuía 12.992 pessoas, sendo a 40ª

população do estado, e com densidade demográfica de 14,87 hab/km², ocupando a posição 150º do estado.

A tabela a seguir apresenta o comportamento demográfico da população por sexo nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, conforme os dados oficiais mais recentes disponíveis, sendo os censos demográficos de 2000 e 2010 disponibilizados pelo IBGE.

Tabela 33 - Composição populacional por sexo nos municípios em apreço no ano 2000 e 2010.

SEXO	CARAÚBAS				UPANEMA			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Homem	9.295	49,11	9.568	48,87	5.748	52,29	6.719	51,71
Mulher	9.515	50,79	10.008	51,13	5.243	47,70	6.273	48,28
Total	**18.810**	**100**	**19.576**	**100**	**10.991**	**100**	**12.992**	**100**

Fonte: IBGE, 2000 e 2010.

Ao averiguar a tabela anterior percebe-se que no município de Caraúbas/RN, em 2000 e 2010 a quantidade de mulheres é superior a quantidade de homens. Já em Upanema, a quantidade de homens nos dois anos analisados, é superior a quantidade de mulheres. Este fato pode estar atrelado a maior mortalidade dos homens em comparação com as mulheres. Dados da tábua de mortalidade indicam que, no Brasil, os homens possuem uma expectativa de vida de 72,8 anos, e as mulheres, uma expectativa de vida de 79,9 anos (IBGE, 2018). Tendo em vista que há mais mulheres idosas do que homens, tanto no mundo como no Brasil, diz-se que há uma feminização do envelhecimento (Camarano, 2004**;** Gavrilov & Heuveline, 2003**;** Lima & Bueno, 2009).

Nas **figuras a seguir** visualiza-se a pirâmide etária e por sexo do município de Caraúbas nos anos de 2000 e 2010, com base nos dados da Sinopse dos Censos Demográficos do IBGE de 2000 e 2010.

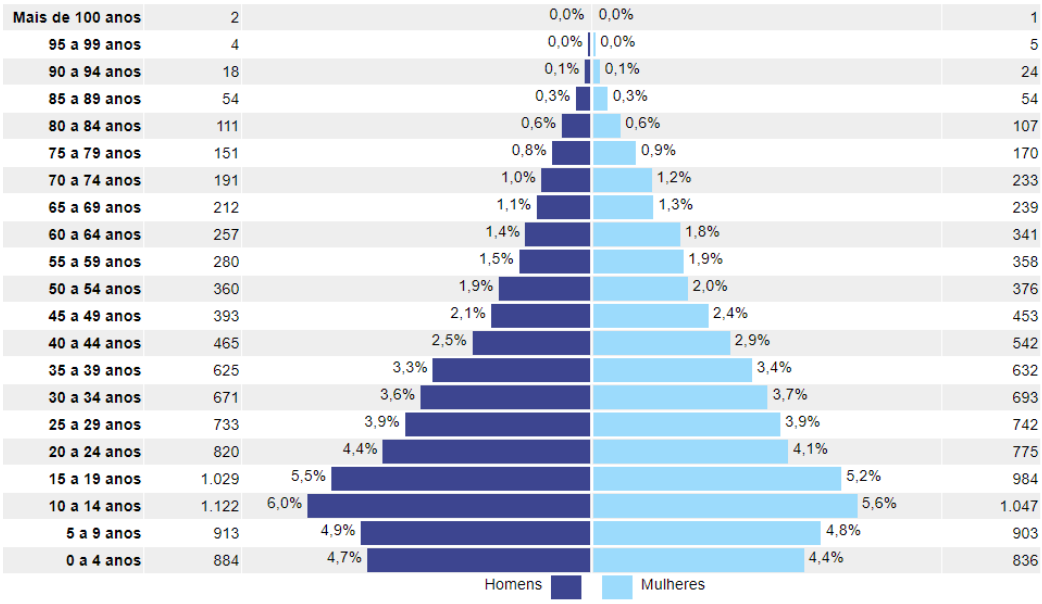


Figura 79 - Faixa etária da população por sexo em Caraúbas/RN no ano 2000.
Fonte: IBGE, 2000.

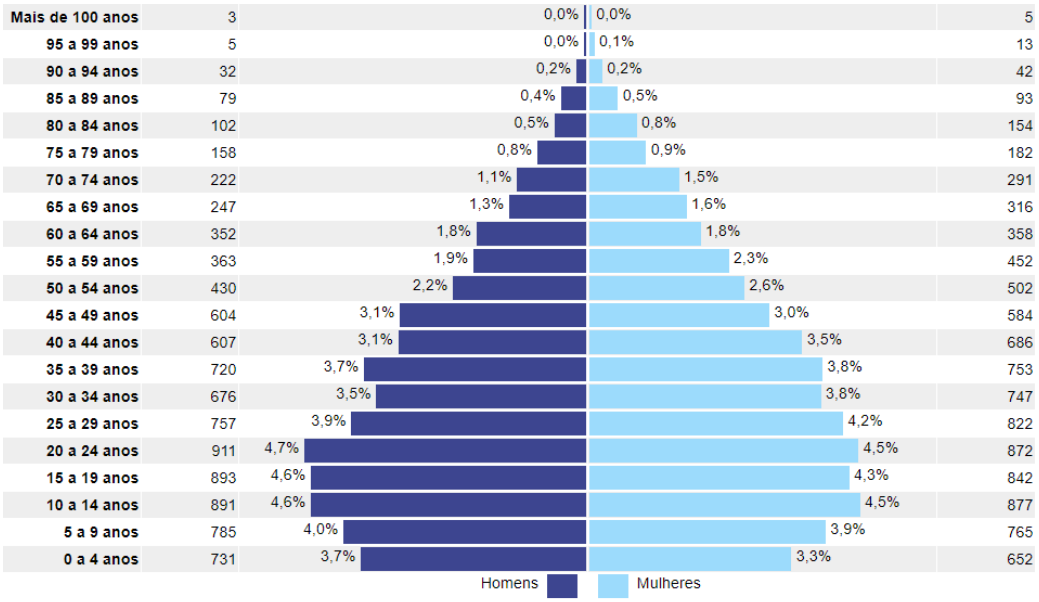


Figura 80 - Faixa etária da população por sexo em Caraúbas/RN no ano 2010.
Fonte: IBGE, 2010.

Ao avaliar as pirâmides etárias do município de Caraúbas/RN, percebe-se que no ano de 2010 houve uma diminuição da base da pirâmide e acréscimo no meio e no topo da pirâmide, seguindo assim uma tendência nacional, pois a natalidade encontra-se diminuindo e a expectativa de vida aumentando, em virtude da melhoria na qualidade de vida dos brasileiros.

Nas **figuras a seguir** visualiza-se a pirâmide etária e por sexo do município de Upanema nos anos de 2000 e 2010, com base nos dados da Sinopse dos Censos Demográficos do IBGE de 2000 e 2010.

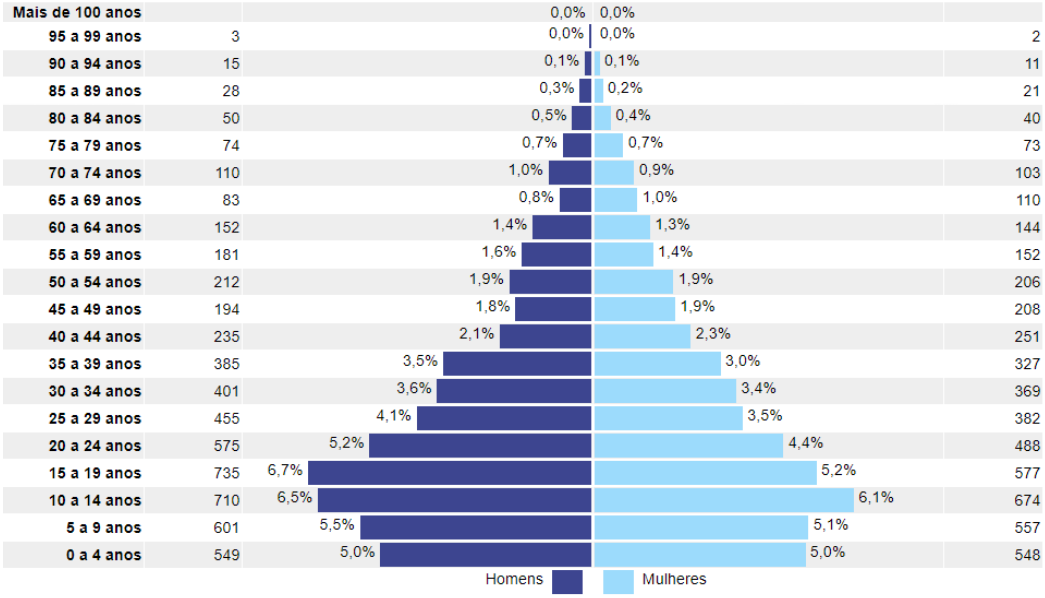


Figura 81 - Faixa etária da população por sexo em Upanema/RN no ano 2000.
Fonte: IBGE, 2000.

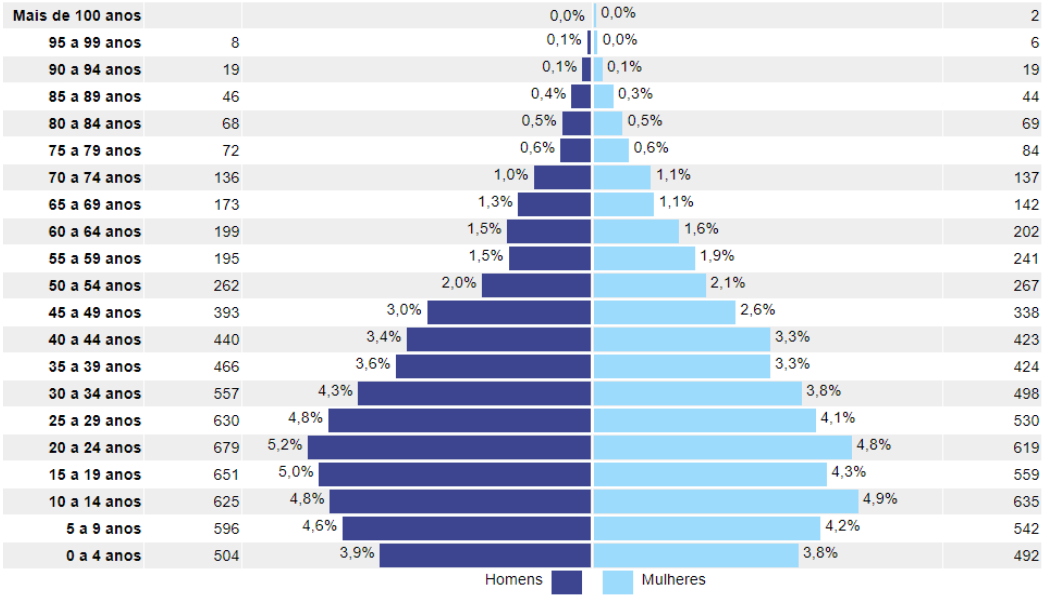


Figura 82 - Faixa etária da população por sexo em Upanema/RN no ano 2010.
Fonte: IBGE, 2010.

Ao analisar as pirâmides etárias do município de Upanema/RN, percebe-se que também houve uma diminuição da base da pirâmide e acréscimo no meio e no topo da pirâmide etária, com um pequeno aumento da população econômica ativa.

Na tabela a seguir constam dados dos censos dos anos de 2000 e 2010 e estimativas da população para os demais anos, até 2020, os quais foram extraídos do DATASUS (2021).

Tabela 34 - Crescimento da população total do município.

ANOS ANALISADOS	CARAÚBAS		UPANEMA	
	POPULAÇÃO	TAXA DE CRESCIMENTO (%)	POPULAÇÃO	TAXA DE CRESCIMENTO (%)
2000	19.335	0,0%	11.298	0,0%
2001	19.412	0,4%	11.522	2,0%
2002	19.485	0,4%	11.734	1,8%
2003	19.556	0,4%	11.940	1,8%
2004	19.625	0,4%	12.140	1,7%
2005	19.694	0,4%	12.342	1,7%
2006	19.763	0,4%	12.540	1,6%
2007	*19.827*	*0,3%*	*12.727*	*1,5%*
2008	*19.892*	*0,3%*	*12.914*	*1,5%*
2009	*19.957*	*0,3%*	*13.105*	*1,5%*
2010	*20.020*	*0,3%*	*13.287*	*1,4%*
2011	*20.076*	*0,3%*	*13.449*	*1,2%*
2012	*20.131*	*0,3%*	*13.610*	*1,2%*
2013	*20.185*	*0,3%*	*13.765*	*1,1%*
2014	*21.481*	*6,4%*	*12.677*	*-7,9%*
2015	*20.292*	*-5,5%*	*14.078*	*11,1%*
2016	*20.344*	*0,3%*	*14.227*	*1,1%*
2017	*20.393*	*0,2%*	*14.370*	*1,0%*
2018	*20.443*	*0,2%*	*14.516*	*1,0%*
2019	*20.493*	*0,2%*	*14.659*	*1,0%*
2020	*20.541*	*0,2%*	*14.800*	*1,0%*
2000-2020	**1.206**	**6,24%**	**3.502**	**31%**

Fonte: TabNet, DATASUS, 2021.

Ao observar a tabela acima se verifica que no decorrer dos anos analisados a população do município de Caraúbas/RN aumentou anualmente cerca de menos de 1%, com taxas pequenas entre 0,2% e 0,4% e finalizando o período de 21 anos com crescimento de cerca de 6,24%, tal realidade pode estar atrelada a baixa natalidade ou migração da população. Segundo dados do REGIC (2020), a

população de Caraúbas tem migrado para Mossoró/RN (Capital Regional C), Natal/RN (Capital Regional A) e Fortaleza/CE (Metrópole), no qual, buscam empregos e melhores condições de vida. Com relação a Upanema, podemos observar que as taxas de crescimento são maiores que 1%, com valores que variam até 2% na maioria dos anos, finalizando com aumento de 31% na população no período de 21 anos analisados. Tal realidade pode estar atrelada ao aumento da natalidade e melhoria na qualidade de vida local.

- Espacialização da população por zonas e territórios

Quanto ao crescimento populacional por zona (urbana e rural) nos municípios em análise são visualizados na tabela a seguir, cujos dados foram coletados através do portal do DATASUS.

Tabela 35 - Arranjo populacional por zona no município nos anos 2000 e 2010.

ESPAÇOS ANALISADOS	CARAÚBAS				UPANEMA			
Anos	**2000**	**%**	**2010**	**%**	**2000**	**%**	**2010**	**%**
Urbana	12.304	65,41	13.704	70	5.043	45,88	6.298	48,47
Rural	6.506	34,58	5.872	30	5.948	54,11	6.694	51,42
Total	18.810	**100**	19.576	**100**	**10.991**	**100**	**12.992**	**100**
Densidade Demográfica	**17,16**		**17,88**		**12,58**		**14,87**	

Fonte: DATASUS, 2010.

Ao examinar a tabela acima se observa que grande parte da população do município de Caraúbas reside na zona urbana. Esta conjuntura pode ser explicada em virtude de a zona urbana conter melhores condições de infraestrutura (saúde, educação, lazer, comércios, serviços, segurança e dentre outros), atraindo assim a população para este espaço.

- População Economicamente Ativa

Na tabela a seguir se visualiza o comportamento populacional economicamente ativa do município.

Tabela 36 - PEA por faixa etária do município em estudo conforme censos 2000 e 2010.

MUNICÍPIO	CARAÚBAS				UPANEMA			
ANOS	**2000**	**%**	**2010**	**%**	**2000**	**%**	**2010**	**%**
20 a 29 anos	3.070	30,8	3.362	28,59	1.900	34,4	2.458	32,04
30 a 39 anos	2.621	26,3	2.896	24,6	1.482	26,9	1.945	25,3

40 a 49 anos	1.853	18,6	2.481	21,09	888	16,2	1.594	20,7
50 a 59 anos	1.374	13,8	1.747	14,9	751	13,7	965	12,6
60 a 69 anos	1.049	10,5	1.273	10,8	489	8,8	716	9,36
Total	9.967	100	11.759	100	5.510	100	7.678	100
Crescimento da PEA nos anos 2000 e 2010	17,97%				39,34%			

Fonte: IBGE, 2010.

Ao averiguar a tabela acima se visualiza que houve nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, um aumento da População Economicamente Ativa (PEA) nos anos em apreço, em virtude do setor econômico dos municípios serem mais diversificados e amplos do que os municípios circunvizinhos.

6.3.3. Aspectos de nível de vida da AII e AID

Neste subcapítulo expõem-se sobre os seguintes aspectos da AID e AII: saúde, educação, segurança social, habitação, abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais, resíduos sólidos (gestão, transporte e destino final), lazer, turismo, organização social e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN e características destes na ADA e AID.

- Saúde

Quanto aos tipos de estabelecimentos de saúde nos municípios em apreço no ano de 2020, são visualizados no quadro a seguir, informações fornecidas pelo banco de dados do CNESNet – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, do DATASUS.

Quadro 7 - Estabelecimentos de saúde em Caraúbas no ano de 2020.

ESTABELECIMENTO DE SAÚDE	NATUREZA JURÍDICA
CAPS ASSIS REINALDO FERNANDES GURGEL	Pública
CEO ENF FRANCISCO MARQUES DA SILVA	Pública
HOSPITAL REGIONAL DR. AGUINALDO PEREIRA	Pública
POLICLINICA CARAUBAS	Pública
POSTO DE SAUDE CLEMENTINO DE FARIAS RAMOS SAO GERALDO	Pública
POSTO DE SAUDE MANOEL AUSPICIO BEZERRA MAGNO	Pública

POSTO DE SAUDE MARIA ERIDAN PIMENTA SANTO ANTONIO	Pública
POSTO DE SAUDE RAIMUNDA DE EZEQUIEL ABDERRAMANT	Pública
POSTO DE SAUDE RAIMUNDA MARIA BARBOSA MARIANA	Pública
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAUDE DE CARAUBAS	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE ANTONIA GURGEL DE NOBREGA PEREIRA MARRECAS	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE BENEDITO JOAO PESSOA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE DR JOAO MARINALDO DE HOLANDA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE EDVALDO GURGEL DE MELO	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE JOEL FERREIRA RAMOS	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE RAIMUNDO NONATO DE MORAIS	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE RAIMUNDO PEDRO BENEVIDES	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE SEBASTIAO FERREIRA DE OLIVEIRA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE SEBASTIANA ALVES MAIA	Pública
CAPS ASSIS REINALDO FERNANDES GURGEL	Pública
CEO ENF FRANCISCO MARQUES DA SILVA	Pública
HOSPITAL REGIONAL DR. AGUINALDO PEREIRA	Pública
POLICLINICA CARAUBAS	Pública
POSTO DE SAUDE CLEMENTINO DE FARIAS RAMOS SAO GERALDO	Pública
POSTO DE SAUDE MANOEL AUSPICIO BEZERRA MAGNO	Pública
POSTO DE SAUDE MARIA ERIDAN PIMENTA SANTO ANTONIO	Pública
CENTRO CLÍNICO DO OESTE LTDA	Privada
LABORATORIO FELDMAN	Privada
LABVIDA	Privada (Atende pelo SUS)

Fonte: CNESNet, junho de 2021.

Dentre os estabelecimentos de saúde de Caraúbas/RN, 9 (nove) ficam na Zona Rural, o restante fica na Zona Urbana, incluindo a sede da Secretaria Municipal de Saúde, 3 centros clínicos privados, sendo 2 destes laboratórios, 1 hospital regional que possui gestão mista (município e estado), 1 hospital maternidade, 1 CAPS - Centro De Atenção Psicossocial, além de diversas unidades básicas de saúde e postos de saúde no modelo antigo. Vale salientar que dentro da AID do empreendimento, não existem estabelecimentos de saúde.

As fotos a seguir apresentam algumas das estruturas de saúde localizados na AII, sede municipal de Caraúbas/RN.



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 28 – (A) Unidade Básica de Saúde Dr. João Marinaldo de Holanda, zona urbana de Caraúbas/RN; (B) Laboratório Feldman, zona urbana de Caraúbas/RN; (C) Hospital Regional de Caraúbas, zona urbana de Caraúbas/RN; (D) Unidade Básica de Saúde Manoel Auspicio Bezerra Magno, localizado na comunidade Miranda, zona rural de Caraúbas/RN.
Fonte: CSA, janeiro e maio de 2021.

O quadro a seguir apresenta a relação dos estabelecimentos de saúde no município de Upanema/RN.

Quadro 8 - Estabelecimentos de saúde em Upanema no ano de 2020.

ESTABELECIMENTO DE SAÚDE	NATUREZA JURÍDICA
UNIDADE BASICA DE SAUDE LEONIZIO JOSE DE MEDEIROS	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE MARIA EGEANE DA SILVA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE DR NAELSON BEZERRA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE ESPEDITO GENESIO DA SILVA	Pública
UNIDADE MISTA DE SAUDE RAIMUNDO NONATO CANDIDO	Pública

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAUDE DE UPANEMA	Pública
AUGUSTO PINHEIRO DE FIGUEIREDO NASF I	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE MARIA MARLUSA DE MEDEIROS BEZERRA	Pública
POLO ACADEMIA DA SAUDE UPANEMA ESF I	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE DELSON SIMAO DA SILVA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE ELMO ROCHA DA SILVA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE ANTONIO FERNANDES DA SILVA	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE CANDIDO MARTINS	Pública
UNIDADE BASICA DE SAUDE PEDRO TINTIN DA SILVA	Pública
CENTRO DE ESPECIALIDADES	Pública
CAPS UPANEMA	Pública
ASSOCIACAO DE IDOSOS DAMIAO ALEXANDRE DE OLIVEIRA	Pública
CLINICA ODONTOLOGICA DR RICARDO ALEXANDRE	Privada (Não atende pelo Sus)

Fonte: CNESNet, janeiro de 2021.

Dentre os estabelecimentos de saúde de Upanema/RN, 7 (sete) ficam na Zona Rural, o restante fica na Zona Urbana, incluindo a sede da Secretaria Municipal de Saúde, 1 centro odontológico privados, 1 CAPS - Centro De Atenção Psicossocial, além de diversas unidades básicas de saúde e postos de saúde no modelo antigo. Vale salientar que dentro da AID do empreendimento, não existem estabelecimentos de saúde.

As fotos a seguir apresentam algumas das estruturas de saúde localizados na AII, sede municipal de Upanema/RN.



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 29 – (A) Secretaria Municipal de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (B) Unidade Mista de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (C) Unidade Básica de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (D) Unidade Básica de Saúde localizada na Zona Urbana de Upanema/RN.
Fonte: CSA.

- Recursos técnicos e humanos

Os recursos técnicos são principalmente o número de leitos disponíveis em cada município, esses valores apresentam de forma quantitativa a capacidade de cada local em ter um suporte as necessidades da população. Já os recursos humanos são os números de profissionais capacitados que cada município possui, isso também é uma forma de avaliar quantitativamente qual a capacidade de cada local enfrentar e dar suporte às necessidades da população. A seguir o quadro com o número de leitos disponíveis nos municípios, como parâmetro foi utilizado o mês de dezembro de 2020, anterior a elaboração desse relatório.

Quadro 9 – Número de leitos disponíveis em Caraúbas/RN e Upanema/RN, no mês de dezembro de 2020.

Especialidades	Caraúbas	Upanema	Total
Cirúrgicos	11	-	11
Clínicos	10	7	17
Obstétrico	6	3	9
Pediátrico	5	3	8
Total	**32**	**13**	**45**

Fonte: DATASUS, 2020.

Podemos observar que o município de Caraúbas possui mais leitos disponíveis (32 no total) do que Upanema (13 no total), em virtude também de sua população ser maior que Upanema, que por sua vez, não possui leitos cirúrgicos, isso se deve à ausência de um hospital geral na cidade, o que faz com que a população precise se deslocar até outros municípios, inclusive para Caraúbas, caso necessitem de atendimento.

Com relação ao número de profissionais, a seguir o quadro apresenta os valores para os municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, como parâmetro foi utilizado o mês de dezembro de 2020, anterior a elaboração desse relatório.

Quadro 10 - Número de profissionais de saúde do ensino superior nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, no mês de dezembro de 2020.

Profissional	Caraúbas	Upanema	Total
Assistente Social	4	2	6
Bioquímico/farmacêutico	4	-	4
Clínico Geral	6	-	6
Enfermeiro	21	13	34
Fisioterapeuta	3	3	6
Fonoaudiólogo	1	-	1
Médico de Família	3	1	4
Nutricionista	4	1	5
Odontólogo	14	8	22
Pediatra	1	-	1
Psicólogo	4	-	4
Outras especialidades médicas	2	-	2
Outras ocupações de nível superior relacionadas à Saúde	1	-	1
Total	**68**	**28**	**96**

Fonte: DATASUS, 2020.

Ao verificar o quadro, podemos observar que Caraúbas possui mais profissionais (total de 68) que Upanema (total de 28), com pelo menos 1 profissional em cada especialidade, como por exemplo Pediatra, Psicólogo, Fonoaudiólogo, Clínico Geral e Bioquímico/farmacêutico, que são profissionais que só existem em Caraúbas/RN. O que faz com que a população necessitada dessas especialidades, precise se deslocar para municípios circunvizinhos, inclusive Caraúbas/RN.

- Caracterização das Condições de Saúde e Doenças Endêmicas

No quandro abaixo constam as doenças que causaram mortes a população do município de Santana do Matos, nos anos de 2009 e 2019.

Quadro 11 – Tipos de mortes no município em estudo conforme Capítulo CID-10 no ano 2009 e 2019

Doenças do Capitulo CID-10	CARAÚBAS		UPANEMA	
	2009	2019	2009	2019
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	1	5	3	4
II. Neoplasias (tumores)	16	25	9	15
III. Doenças sangue órgãos hemat e transt imunitár		3		-
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	13	12	1	5
V. Transtornos mentais e comportamentais	7	2	2	-
VI. Doenças do sistema nervoso	3	6	-	3
IX. Doenças do aparelho circulatório	48	46	18	14
X. Doenças do aparelho respiratório	21	17	4	6
XI. Doenças do aparelho digestivo	3	6	4	3
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	1	1	-
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	1	7	1	-
XVI. Algumas afec originadas no período perinatal	2	3	3	1
XVII.Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	1	1	1	-
XVIII.Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	17	14	2	7
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	20	19	7	13
Total	**153**	**167**	**56**	**71**

Fonte: DATASUS, 2018.

Analisando o quadro acima, os óbitos do capítulo CID-10 nos anos 2009 e 2019 em Santana do Matos cresceu. Isso pode ser explicado pela falta de investimentos do poder público na saúde municipal.

Os tipos de mortalidades mais frequentes no ano 2009 foram Gravidez parto e puerpério, Doenças do aparelho respiratório, Doenças do aparelho digestivo, Neoplasias (tumores) e Algumas doenças infecciosas e parasitárias. Já em 2019, as doenças mais frequentes continuaram a ser Gravidez

parto e puerpério, Lesões e outras consequências causas externas, Doenças do aparelho circulatório, Doenças do aparelho digestivo e algumas doenças infecciosas e parasitárias.

Apenas as Doenças do aparelho respiratório, Malf deformidade e anomalias cromossômicas e Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas ocorreram queda, mas pequena.

A partir desta análise, podemos constatar que a política de investimentos na saúde do município de Santana do Matos foi baixa, com déficit em estabelecimentos públicos de saúde, baixo efetivo de profissionais da área e aumento de mortes por doenças.

- Educação

Quanto a educação, a seguir será apresentado o número de estabelecimentos, bem como o número de matriculas no âmbito municipal de Caraúbas/RN e Upanema/RN. O quadro a seguir, apresenta o número de unidades escolares por nível de educação do Município de Caraúbas/RN.

Quadro 12 - Instituições de ensino do município de Caraúbas/RN.

UNIDADE DE ENSINO	NIVEL DE ENSINO
ESCOLA ESTADUAL ANTONIO CARLOS	Ensino Fundamental
ESCOLA ESTADUAL PROFESSOR LOURENCO GURGEL OLIVEIRA	Ensino Fundamental e Médio
ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA MARIA SILVIA DE VASCONCELOS CAMARA	Ensino Fundamental
ESCOLA ESTADUAL SEBASTIAO GURGEL	Ensino Médio
UNIDADE III APRONIANO MARTINS DE SA	Pré-escola
ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO DE PAULA PESSOA FILHO	Pré-escola e Fundamental
CENTRO MUNICIPAL DE ENSINO INFANTIL GIZELDA FERNANDES SOARES	Pré-escola
ESCOLA MUNICIPAL GREGORIO BATISTA DE MORAIS	Pré-escola e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL JONAS GURGEL	Ensino Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL JOSUE DE OLIVEIRA	Ensino Fundamental
UNID XVIII MANOEL PRAXEDES PIMENTA	Ensino Fundamental
UNIDADE XIX MAXIMIANO SALES DE OLIVEIRA	Pré-escola e Fundamental
UNID XXII PEDRO JULIO DO NASCIMENTO	Pré-escola e Fundamental
E M PROF FRANCISCO DE ACACI VIANA	Pré-escola e Fundamental
UNID XXV PROFA ISABEL DINA	Pré-escola e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL MANASSES BRAGA VIEIRA	Pré-escola e Fundamental
UNIDADE XXVIII UBALDO FERNANDES PIMENTA	Pré-escola e Fundamental
UNIDADE XXX ZACARIAS DE SALES ARCO VERDE	Ensino Fundamental
INSTITUTO N SRA DO PERPETUO SOCORRO	Pré-escola e Fundamental

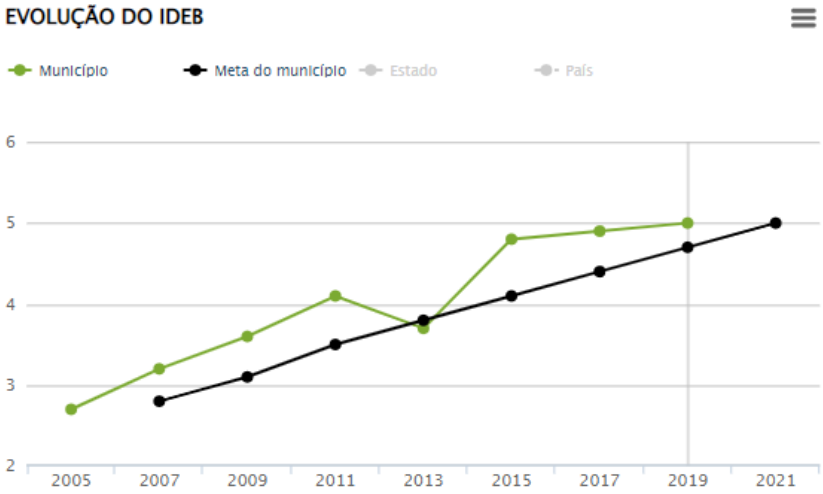
CENTRO MUNICIPAL DE ENSINO INFANTIL MONSENHOR RAIMUNDO GURGEL DO AMARAL	Pré-escola
JD DE INFANCIA HUGOLINO DOLIVEIRA	Pré-escola
UNIDADE XXI PRFª NUBIA A DE OLIVEIRA RAMOS	Pré-escola e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO DE SOUZA JUNIOR	Ensino Fundamental
CENTRO MUN DE ENSINO INF MARIA M ROZENDO	Pré-escola
UNIDADE II ANTONIO VICENTE DE MELO	Pré-escola e Fundamental
CENTRO EDUC JUSSARA DEANNY DE MORAES CRUZ LTDA	Pré-escola e Fundamental
UNIDADE XXXI ADILINO SENA DE LIMA	Pré-escola e Fundamental
UNIDADE X FRANCISCO GOMES DE OLIVEIRA	Pré-escola e Fundamental
CENTRO MUNICIPAL DE ENSINO INFANTIL ESPACO DA ALEGRIA	Pré-escola
EDUCANDARIO EXITO COLEGIO E CURSO	Pré-escola, Fundamental e Médio
CRECHE JESSUMIRA FERNANDES DE GOIS	Pré-escola
ESCOLA ESTADUAL PROF ALMIRO DE FRANCA SILVA	Ensino Médio e Técnico
ESCOLA MUNICIPAL PROF LEONIA GURGEL FERNANDES DE AZEVEDO	Pré-escola e Fundamental
UFERSA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO SEMI ÁRIDO	Superior

Fonte: INEPdata, 2020.

Em Caraúbas, segundo Censo Educacional (2020) existem 33 unidades de ensino, sendo divididas entre ensino infantil, fundamental e médio, a maioria por gestão do município, algumas escolas privadas e outras no âmbito estadual, vale ressaltar a presença do Campus da UFERSA presente no município, com ensino superior federal.

Como é possível observar no gráfico a seguir, houve uma evolução nos últimos nos valores do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, em Caraúbas. Este índice avalia a qualidade da educação básica, a partir de dois conceitos, o fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações, com dados obtidos através do Censo Escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb).

Gráfico 47 - Evolução do IDEB de Caraúbas/RN.



Fonte: Inep (2019).

O Índice IDEB de Caraúbas evoluiu de cerca de menos de 4,1 pontos em 2011, para 5,0 pontos no ano 2019.

Algumas das instituições de ensino de Caraúbas/RN podem ser observadas nos registros fotográficos a seguir.



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 30 – (A) Escola municipal Manoel de Barros localizado na zona urbana de Caraúbas/RN; (B) Escola municipal Prof.ª Maria Barros Feitosa localizado na zona urbana de Caraúbas/RN; (C) Escola municipal Olavo Bilac localizado na zona urbana de Caraúbas/RN; (D) Escola municipal Rui Barbosa localizado na zona urbana de Caraúbas/RN.
Fonte: CSA.

O quadro a seguir, apresenta a relação de instituições no município por nível de ensino de Upanema/RN.

Quadro 13 - Instituições de ensino do município de Upanema/RN.

UNIDADES DE ENSINO	NÍVEL DE ENSINO
ESCOLA ESTADUAL JOSE CALAZANS FREIRE	Ensino Fundamental e Médio
ESCOLA ESTADUAL PROF ALFREDO SIMONETTI	Ensino Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL 13 DE MAIO	Pré-escolar e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL DE 1 GRAU VICENTE DE PAULA ROCHA	Pré-escolar e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL ARMANDO BARBALHO	Pré-escolar e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL DE 1 G LUZIA JOSEFA DA CONCEICAO	Pré-escolar e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL JOSEFA FRANCISCA DA SILVA	--
ESCOLA MUNICIPAL FRANCISCO TINTIM	--
ESCOLA MUNICIPAL MARIA ZULEIDE DE OLIVEIRA MENDONCA	--
CRECHE MUNICIPAL DE UPANEMA	--
ESCOLA MUNICIPAL PROJETO ASSENT LAGOA VERMELHA	--
ESCOLA MUNICIPAL DE 1º GRAU DE POMBAS	--

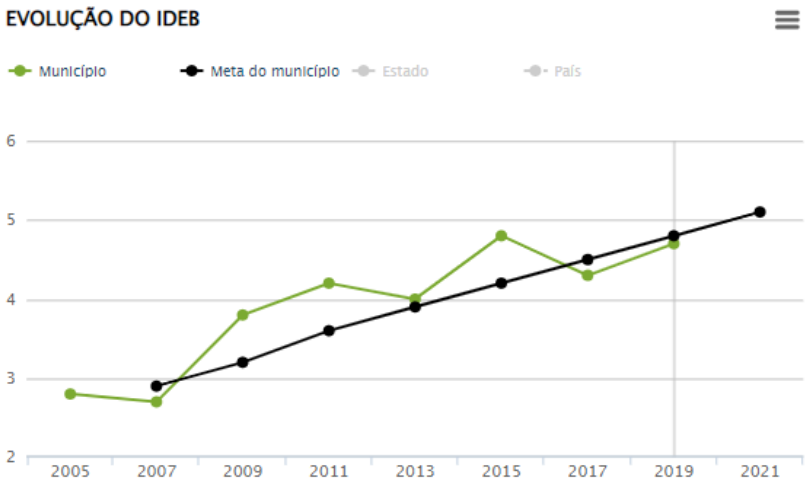
ESCOLA MUNICIPAL ANTONIO PAULA DA SILVA	Pré-escola e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL PROF MARIA G DE CARVALHO MACEDO	Ensino Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL LUZIA MIGUEL DE ALBUQUERQUE	Pré-escola e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL RITA DANTAS VERAS	Pré-escola e Fundamental
ESCOLA MUNICIPAL MARIA ANTONIA BEZERRA	Pré-escola e Fundamental
CENTRO MUNICIPAL DE EDUCACAO INFANTIL PROF SEVERINO RAMOS MARTINS DE MOURA	Pré-escola
CENTRO DE ATIVIDADE COMPLEMENTAR-UPANEMA	--

Fonte: INEPdata, 2020.

Com relação a Upanema, segundo Censo Educacional (2020) existem 19 unidades de ensino, sendo divididas entre ensino infantil, fundamental e médio, a maioria por gestão do município, algumas escolas privadas e outras no âmbito estadual.

Como é possível observar no gráfico a seguir, houve uma evolução nos últimos anos nos valores do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, em Caraúbas. Este índice avalia a qualidade da educação básica, a partir de dois conceitos, o fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações, com dados obtidos através do Censo Escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb).

Gráfico 48 - Evolução do IDEB de Upanema/RN.



Fonte: Inep (2019).

Segundo o gráfico de Evolução do IDEB de Upanema/RN, o índice passou de 3,2 em 2000 para cerca de 4,8 em 2019.

Algumas das instituições de ensino de Upanema/RN podem ser observadas nos registros fotográficos a seguir.



(A)



(B)



(C)

Foto 31 - Escola Estadual Alfredo Simonetti, localizada na Zona Urbana de Upanema/RN; (B) CMEI localizado na Zona Urbana de Upanema/RN; (C) Escola municipal Profª Maria Gorete de Carvalho Macêdo, Zona Urbana de Upanema/RN.
Fonte: CSA.

A seguir, o quadro apresenta o número de Matrículas por nível de educação em Caraúbas/RN e Upanema/RN.

Quadro 14 - Matrículas escolares de ensino básico dos municípios em análise no ano de 2020.

NÍVEIS DE EDUCAÇÃO	2020	
	CARAÚBAS	UPANEMA
Creches e pré-escolar	970	603
Ensino Fundamental (anos iniciais e finais)	2.835	1.819
Ensino Médio	758	394
Ensino Técnico	-	-
Educação de Jovens e Adultos	309	121
Educação especial	179	84
Total	5.051	3.021

Fonte: Censo Escolar/INEP, 2018.

Podemos observar que o nível fundamental é o que mais possui matrículas em ambos municípios, seguidos das creches e pré-escolas.

- Segurança social

A segurança social no município de Caraúbas é composta por uma um Batalhão de Polícia Militar, que é responsável pela segurança pública para combate ao crime, com usos de viaturas para realizar o patrulhamento. Ainda, existe uma unidade de Delegacia da Polícia Civil, onde a função é prevenir, repreender e investigar crimes. O município possui sistema prisional, sendo os detentos

encaminhados para o CPC – Cadeia Pública de Caraúbas. A população não conta com Unidade do Corpo de Bombeiro, dessa forma, quando necessita de atendimento o suporte é prestado pelo município de Mossoró.

Outras unidades de segurança estão presentes no município, como a Junta de Serviço Militar; Centro de Referência de Assistência Social – CRAS; Conselho Tutelar; Procuradoria Geral de Justiça; Justiça do Trabalho; e Poder Judiciário e Fórum Eleitoral.

A seguir, os registros fotográficos apresentam alguns destes serviços, presentes no município de Caraúbas/RN.

A seguir, os registros fotográficos apresentam alguns destes equipamentos.



(A)



(B)

Foto 32 – (A) 2º Pelotão de Polícia Militar de Caraúbas/RN; (B) Fórum Adv. Theotônio Neves de Brito, Caraúbas/RN.
Fonte: CSA.

A segurança social no município de Upanema é composta por uma um Batalhão de Polícia Militar, que é responsável pela segurança pública para combate ao crime, com usos de viaturas para realizar o patrulhamento. Ainda, existe uma unidade de Delegacia da Polícia Civil, onde a função é prevenir, repreender e investigar crimes. O município conta ainda com a presença de: Junta de Serviço Militar; Centro de Referência de Assistência Social – CRAS; Conselho Tutelar; Justiça do Trabalho; e Poder Judiciário e Fórum Eleitoral.

- Abastecimento de Água

Nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN o tratamento de água é de responsabilidade da CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. Ressalta-se que, as residências

situadas na ADA e AID do empreendimento são abastecidas por três formas: poço, carro pipa e cisterna.

A seguir constam as formas de abastecimento nos domicílios nos municípios em análise nos anos de 2017.

Quadro 15 - Formas abastecimento de água nos domicílios do município em estudo no ano de 2017.

TIPO DE ABASTECIMENTO	CARAÚBAS	UPANEMA
Rede geral - sem informação de canalização	14.836	8.636
Poço ou nascente - sem informação de canalização	573	554
Outra forma - Poço ou nascente fora da propriedade	1.630	2.541
Outra forma - Carro-pipa	652	546
Outra forma - Água da chuva armazenada em cisterna	424	283
Outra forma - Água da chuva armazenada outra forma	17	-
Outra forma - Rio, açude, lago ou igarapé	732	132
Outra forma - Outra	641	274
TOTAL	**19.505**	**12.966**

Fonte: IBGE, 2018.

É possível observar que a maioria nos domicílios dos dois municípios possuem tipo de abastecimento por rede geral, que por sua vez se encontram mais presentes nas áreas urbanas, como a sede municipal, seguidos de tipo de abastecimento por poços, mais comum em propriedades rurais.

- Esgotamento sanitário

O serviço de esgotamento existente nos municípios, bem como na maioria das cidades brasileiras, não é completamente eficiente, possuindo pouca taxa de coleta e tratamento, e possuindo em sua maioria, fossas sépticas ou rudimentares, que causam maior impacto na qualidade de vida e saúde da população, além de contaminação do lençol freático.

No quadro abaixo apresentam-se as formas de esgotamento sanitário nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, com dados dos censos dos anos 2000 e 2010.

Quadro 16 - Tipos de Esgotamento Sanitário nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

TIPO	CARAÚBAS		UPANEMA	
	2000	2010	2000	2010
Rede geral de esgoto ou pluvial	73	393	1	22
Fossa séptica	63	357	4	32
Fossa rudimentar	3.277	4.184	1.795	3.085

Vala	25	470	4	355
Rio, lago ou mar	-	10	-	5
Outro escoadouro	73	37	11	61
Não tem instalação sanitária	1.212	415	803	144
Total	**4.723**	**5.866**	**2.618**	**3.704**

Fonte: IBGE, 2010.

No Estado do Rio Grande do Norte, no ano de 2010, o acesso à rede de esgoto adequada (rede geral ou fossa séptica) apresentava-se em 53,6%. Dessa forma, observa-se que o município de Caraúbas se encontra com valores inferiores de destino adequado dos esgotamentos sanitários quando comparado ao índice estadual, havendo a necessidade de investimentos.

Podemos observar na tabela apresentada acima, que não houve melhorias significativas entre os anos no município em análise. Tal resultado, revela a diminuição na qualidade ambiental, pois o destino inadequado desses efluentes geram contaminações do solo, ar, recursos hídricos e proliferação de doenças. Em contrapartida, houve acréscimo no uso da rede geral de esgoto nos municípios.

Na ADA e AID do empreendimento em apreço o tipo de esgotamento sanitário existente nas sedes das fazendas é do tipo fossa séptica e fossa rudimentar. O que pode trazer com o tempo a contaminação do lençol freático.

- Drenagem de águas pluviais

Durante a pesquisa de campo realizada nas sedes dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, foi observado que não existe sistema de drenagem de águas pluviais implantado nos logradouros, bem como, nas áreas de influência do empreendimento.

- Resíduos sólidos (gestão, transporte e destino final)

Um dos grandes problemas ambientais nas cidades brasileiras está relacionado à falta de coleta pública do lixo domiciliar, e consequentemente, ausência da disposição final adequada do “lixo”. Dentre as várias formas de descarte dos resíduos sólidos, pode-se destacar os lixões, aterros controlados e os aterros sanitários.

De acordo com o PNUD (2013) no ano 2000, 62% dos moradores urbanos de Caraúbas contavam com o serviço de coleta de resíduos. Já em 2010, este percentual aumentou para 70%. E de 55% dos moradores urbanos de Upanema, em 2000, houve um aumento para 68% em 2010.

A seguir constam as formas de coleta de resíduos sólidos por domicílio conforme dados dos censos de 2000 e 2010 no município de Caraúbas.

Quadro 17 - Formas de Coleta de Resíduos Sólidos, Caraúbas/RN e Upanema/RN.

FORMAS DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	CARAÚBAS		UPANEMA	
	2000	2010	2000	2010
Coletado	7.580	12.589	5.980	10.892
Queimado (no terreno)	2.580	4.850	3.898	4.598
Enterrado (no terreno)	95	158	50	109
Outro destino	0	58	1	5
Jogado em rio, lago ou mar	2	1	2	6
Total	**10.257**	**17.656**	**9.931**	**15.610**

Fonte: DATASUS, 2021.

Ao analisar os dados do quadro acima, é possível perceber a melhoria significativa nas formas de coleta de resíduos sólidos nos dois municípios, no que tange aos resíduos coletados. Porém, houve também aumento nos dois municípios, na quantidade de resíduos queimados, por isso, faz-se necessário expandir ainda mais a coleta para que se possa evitar esse tipo de destinação, no intuito de manter o ambiente ecologicamente equilibrado, conforme aborda a Constituição Federal Brasileira. Em relação às demais formas de destino do lixo, o sistema de descarte ocorre por meio da queima ou do aterramento é mais utilizado nas áreas rurais, onde o sistema de coleta de lixo ainda é inexistente. Para as zonas urbanas, o lixo coletado é levado até o Aterro sanitário de Upanema, que fica distante cerca de 15Km do empreendimento.

- Lazer e cultura

Com relação a Lazer e Cultura nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, existem: praças públicas, igrejas, áreas verdes, quiosques e bares, academias ao ar livre, estacionamento e quadras poliesportivas. De acordo com o Perfil do Seu Município (IDEMA, 2008), as principais datas comemorativas de Caraúbas são apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 18 - Datas comemorativas de Caraúbas/RN

Data	Caraúbas/RN
10-20 de janeiro	Festa de São Sebastião (padroeiro da cidade)
Julho	Expoeste (Exposição Agropecuária de Caraúbas)
24 de junho	São João

Agosto	Festa do Caju

Fonte: Prefeitura Municipal de Caraúbas/RN (2021).

Em Caraúbas, no mês de janeiro acontece a festa do padroeiro da cidade, São Sebastião, atraindo pessoas da região e de outras cidades, até mesmo de outros estados. A festa é realizada em onze dias, de 10 a 20 de janeiro com participação de várias bandas regionais e de renome nacional.

Também ocorre em Caraúbas a Exposição Agropecuária de Caraúbas (Expoeste), que acontece nas dependências do Saia Rodada Park Show, movimentando a economia local e atraindo diversas pessoas e criadores de estados vizinhos, no mês de julho, e já entrou para o calendário do circuito estadual de exposições agropecuárias e pesqueiras.

No que tange às manifestações socioculturais (dança), segundo informações da população, no município em estudo não há registro de tal ação.

Com relação a Upanema/RN, de acordo com o Perfil do Seu Município (IDEMA, 2008), as principais datas comemorativas são apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 19 - Datas comemorativas de Upanema/RN.

Data	Caraúbas/RN
Agosto	Festa do Esporte
16 de setembro	Emancipação Política
08 de dezembro	Festa da Padroeira Nossa Senhora da Conceição

Fonte: Perfil do Seu Município – IDEMA (2008)

Com relação a Upanema, a festa da padroeira ocorre no dia 8 de dezembro na Igreja Matriz Nossa Senhora da Imaculada Conceição, atraindo fiéis de toda zona urbana e zona rural do município para festejar em volta do templo religioso.

No que tange às manifestações socioculturais (dança), segundo informações da população, no município em estudo não há registro de tal ação.

Nos registros fotográficos a seguir é possível observar alguns destes equipamentos de lazer dos municípios.



Foto 33 - Quadra poliesportiva localizada no centro de Caraúbas/RN;
Fonte: CSA.



Foto 34 – Academia ao ar livre localizada no centro de Upanema/RN.
Fonte: CSA.

- Turismo

No que concerne aos pontos turísticos, os municípios apresentas alguns atrativos naturais, religiosos e históricos. Os municípios fazem parte de dois Polos Turísticos do Estado, sendo Caraúbas do Polo serrano, e Upanema do Polo Costa Branca, que servem de regiões de incentivo ao turismo regional e local. Abaixo, pode ser visto os principais pontos turísticos de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

Quadro 20 – Pontos turísticos dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

Pontos Turísticos de Caraúbas/RN	Pontos Turísticos de Upanema/RN
Fontes de águas termais	Barragem de Umarí
Esportes náuticos e pescaria na Lagoa do Apanha Peixe	Sítios arqueológicos
Casarão Segundo Maior Município do Sitio São Vicente	Terminal Turístico
Igreja Matriz de São Sebastião	Capela de Nossa Senhora de Fátima
Casa da Cultura (antiga Estação Ferroviária).	
Hotel e Balneário Olho d'Água do Milho	
Transcrições Rupestres do Olho D'Água do Milho	
Inscrições Rupestre da Fazenda Pedra Pintada	
Cavernas do Sítio Livramento	
Casarão Segundo Maior Município do Sitio São Vicente	

Fonte: Perfil do Seu Município - IDEMA (2008).



Foto 35 – Igreja Matriz de São Sebastião, em Caraúbas/RN.
Fonte: Diocese de Mossoró (2010).



Foto 36 – Estação Ferroviária de Caraúbas/RN.
Fonte: Estações Ferroviárias do Brasil (2020).

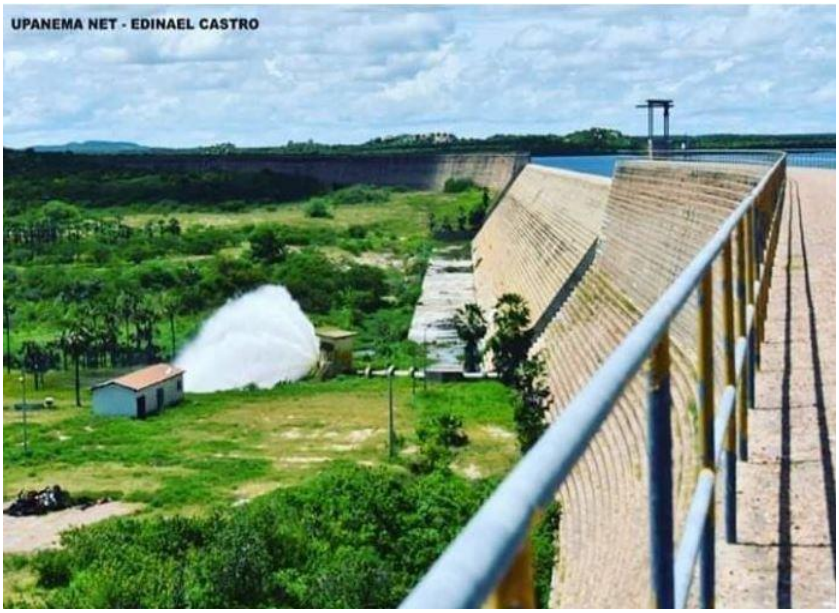


Foto 37 – Barragem de Umari, localizada em Upanema/RN.
Fonte: UpanemaNET (2020).

- Organização Social

Com relação a organizações sociais, nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN existem grupos organizacionais, os Sindicatos e as Associações que apresentam o intuito de orientar os trabalhadores, com o objetivo de lutar pelos direitos dos trabalhadores rurais em busca de qualidade

de vida no campo, dentre elas destaca-se a aquisição de cisternas (cacimbas) para uso animal, a viabilização de documentação para aquisição de aposentadoria rural, entre outros benefícios. O sindicato foi criado em 1970, e é registrado no ministério do Desenvolvimento Agrário.

A zona urbana possui representantes com várias entidades, entre elas, associações de moradores, comunitárias, entre outras, com um único objetivo de atender os filiados em busca de melhorias para a região.

Quadro 21 – Associações situadas nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

Organizações sociais em Caraúbas	Organizações sociais em Upanema
Sindicato Dos Servidores Municipais De Caraúbas/RN	Associação Comunitária De Comunicação Do Município De Upanema/RN
Associação De Pais E Amigos Dos Excepcionais - Apae De Caraúbas/RN	Sindicato Dos Trabalhadores Rurais De Upanema
Sindicato Dos Trabalhadores Rurais De Caraúbas/RN	Sindicato Dos Servidores Públicos Em Upanema
Associação Comunitária Ajuda-Me A Ajudar	Associação Dos Produtores Apícolas De Upanema
Acresea - Associação Caraubense De Reciclagem Serviços E Educação Ambiental	Associação Dos Posseiro Dos Projeto De Assentamento Bom Lugar
Associação Dos Produtores Rurais Do Projeto De Assentamento Nova Morada Caraúbas/RN	Associação De Idosos Damiao Alexandre De Oliveira
Associação Dos Produtores Rurais Da Comunidade De Santana – Caraúbas/RN	
Aabb - Associação Atlética Do Banco Do Brasil	

Fonte: Visita in loco (2021).

- Índice de Desenvolvimento Humano – IDH

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. O objetivo da criação do IDH foi o de oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, o IDH pretende ser uma medida geral e sintética que, apesar de ampliar a perspectiva sobre o desenvolvimento humano, não abrange nem esgota todos os aspectos de desenvolvimento.

No quadro a seguir são vistos os valores de IDHM dos municípios de Caraúbas e Upanema nos anos de 2000 e 2010, segundo PNUD (2013).

Quadro 22 - Índices de Desenvolvimento Humano Municipal de Caraúbas/RN e Upanema/RN.

IDHM E COMPONENTES SEGUNDO CENSOS	CARAÚBAS		UPANEMA	
	2000	2010	2000	2010
IDHM	0,460	0,638	0,416	0,596
IDHM Educação	0,303	0,556	0,257	0,516
IDHM Longevidade	0,648	0,786	0,623	0,758
IDHM Renda	0,495	0,594	0,542	0,623

Fonte: PNUD, IPEA e FJP, 2013.

De acordo com o PNUD (2013), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Caraúbas é 0,638, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699). De acordo com o PNUD (2013), o IDHM do município de Caraúbas apresentou aumento entre os anos de 2000 e 2010, neste período, a evolução do índice foi de 38,69% no município. Ao considerar as dimensões que compõem o IDHM, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDHM Longevidade apresentou alteração 21,29%, o IDHM Educação apresentou alteração 83,49% e IDHM Renda apresentou alteração 20%.

Em Upanema, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) é 0,596 em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699).

De acordo com o PNUD (2013), o IDHM do município de Upanema apresentou aumento entre os anos de 2000 e 2010. Neste período, a evolução do índice foi de 43,26% no município.

Ao considerar as dimensões que compõem o IDHM, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDHM Longevidade apresentou alteração 21,66%, o IDHM Educação apresentou alteração 100% e IDHM Renda apresentou alteração 14,94 %.

Em 2010, o IDHM do município de Caraúbas- ocupava a 3333ª posição, e Upanema a 4238ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros.

- Patrimônio Histórico, Cultural, Arqueológico e Espeleológico

Do ponto de vista do patrimônio arquitetônico, os municípios possuem poucos prédios de relevância histórica, estes se restringindo apenas a alguns prédios públicos como a sede da Prefeitura, e algumas residências mais antigas no centro histórico das cidades. Após pesquisas realizadas em fontes da Prefeitura e demais fontes, não foram registrados bens tombados nos municípios. Os principais órgãos públicos como Prefeitura Municipal e Câmara Municipal dos Vereadores, estão representadas nos registros fotográficos a seguir.



(A)



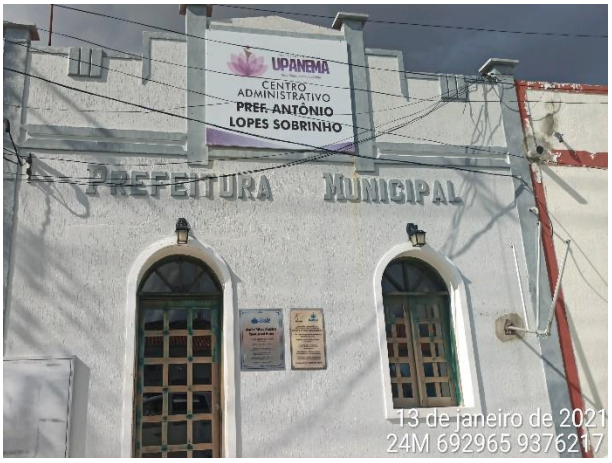
(B)

Foto 38 – (A) Prefeitura Municipal, localizada na zona urbana de Caraúbas/RN; (B) Câmara Municipal dos Vereadores, localizada na zona urbana de Caraúbas/RN.
Fonte: CSA.

Com relação a Upanema temos os registros fotográficos a seguir.



(A)



(B)

Foto 39 – (A) Câmara municipal, localizada na zona urbana de Upanema/RN; (B) Centro Administrativo e Sede da Prefeitura, localizados na zona urbana de Upanema/RN.
Fonte: CSA.

No que concerne à existência de **quilombolas**, o 4º do art. 3º do Decreto nº 4.887, de 20/11/2003, reserva à Fundação Cultural Palmares – FCP a competência pela emissão de certidão às comunidades quilombolas e sua inscrição em cadastro geral. De acordo com a Fundação Cultural Palmares, até 20 de julho de 2020, haviam 33 comunidades quilombolas certificadas no RN, porém nenhuma nos municípios de Caraúbas/RN ou Upanema/RN.

No que tange a **presença de índios**, segundo a FUNAI - Fundação Nacional do Índio, nos municípios analisados, não há a presença destes, apenas pessoas que se consideram descendentes de índios ao informar raça aos censos do IBGE nos anos de 2000 e 2010.

Para constatar a presença de **Bens Tombados** no município de Caraúbas e Upanema, foram realizadas pesquisas na lista de Bens Tombados pelo IPHAN, (nível federal) na lista da Fundação José Augusto (nível estadual) e no site da Prefeitura Municipal (nível municipal).

Em Caraúbas existe um bem tombado pela Fundação José Augusto, sendo a ***Casa Grande da Fazenda Sabe Muito*** conforme apresenta a fotografia a seguir. Enquanto em Upanema não existem bens tombado a nível estadual ou federal até a conclusão desse estudo (maio de 2021).



Foto 40 - Casa Grande da Fazenda Sabe Muito.
Fonte: Alexandre Gurgel.

No que concerne a **patrimônio arqueológico**, ao realizar levantamento no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA) do Instituto de Pesquisa Histórica e Arqueológica Nacional (IPHAN) de 2021, visualizou-se que na área do empreendimento não ocorrem sítios arqueológicos, sendo o mais próximo localizado a cerca de 9Km ao sul da ADA chamado Fazenda Belém, o mesmo, foi registrado no sistema na data de 10/05/2019, e se encaixa na natureza de “bem arqueológico”. A figura a seguir apresenta a localização do sítio arqueológico mais próximo do empreendimento.

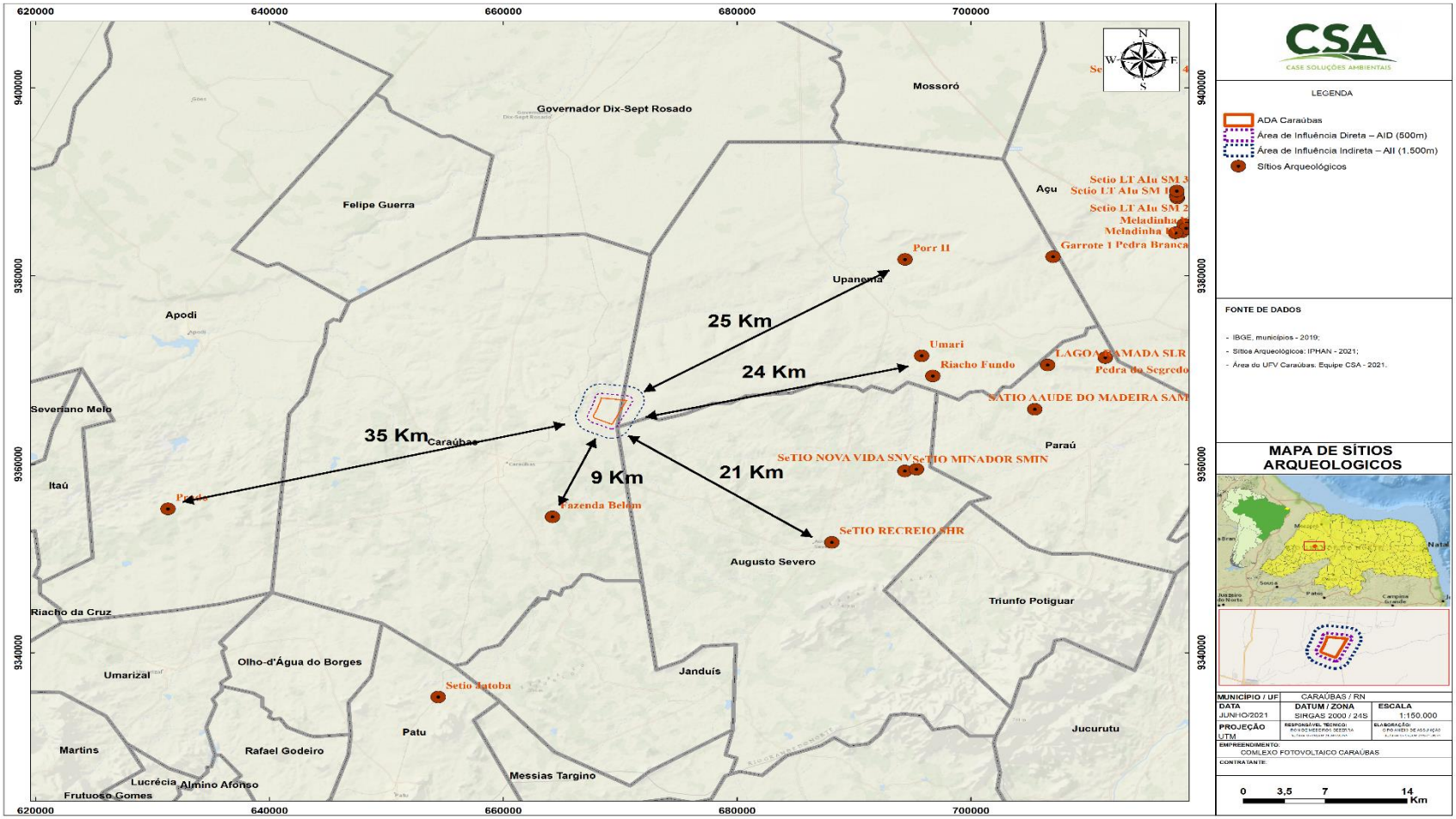


Figura 83 - Mapa de localização dos sítios arqueológicos próximos ao empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Considerando o **patrimônio espeleológico** no município em análise situa-se em região com potencial **médio** para a ocorrência de cavidades naturais, podendo ser visualizado na figura a seguir, fruto do estudo produzido por CRUZ (2007) componente do Centro de Cavernas do IBAMA (CECAV) - grupo que realiza levantamento das cavidades naturais subterrâneas existentes no Estado do Rio Grande do Norte desde 1999, visando diagnosticar e orientar o uso e a ocupação do solo nas áreas tais cavidades.

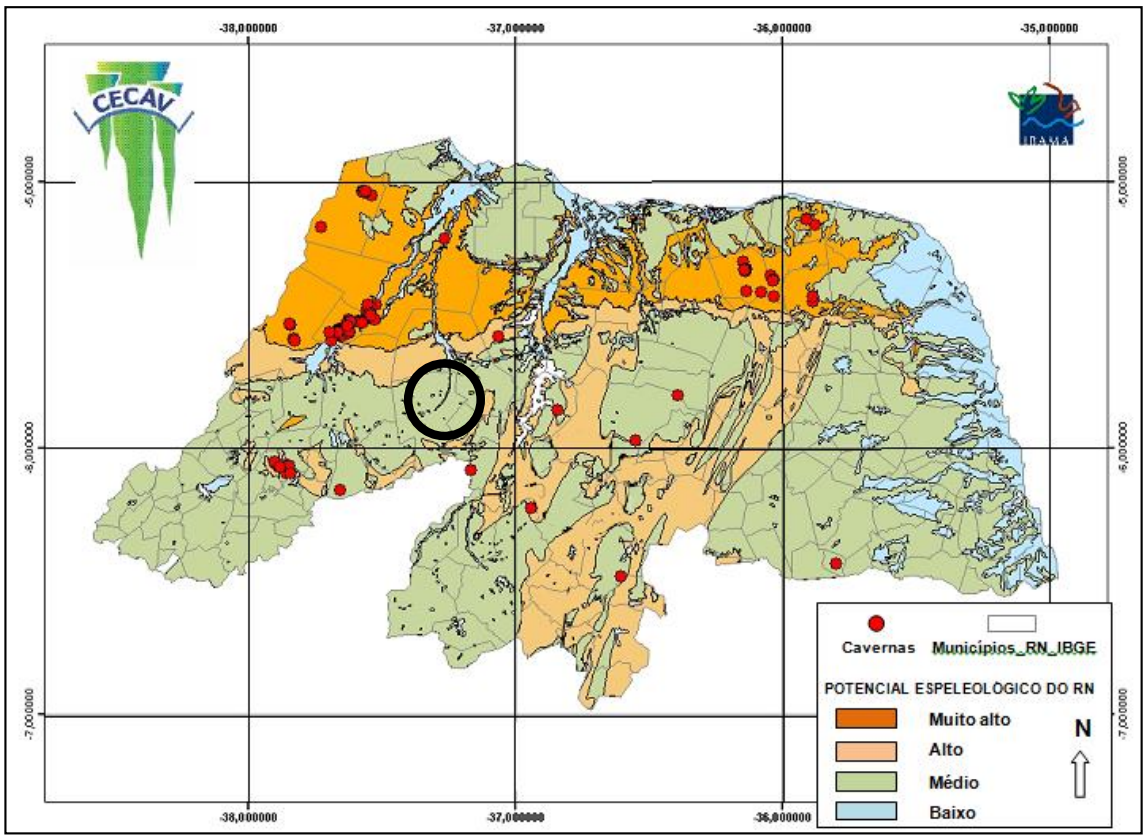


Figura 84 – Potencialidade espeleológica do Rio Grande do Norte, com destaque pra área de AID.
Fonte: Cruz, et al., 2007.

Com relação a cavidades naturais no entorno do empreendimento, segundo o banco de dados do CECAV/ICMBio (2021), não existem cavidades nas AID e AII do empreendimento, estando a cavidade mais próxima distante cerca de 13 Km ao noroeste da ADA a cavidade Abrigo da Ponte, no município de Caraúbas/RN. O mapa a seguir apresenta as cavidades mais próximas do empreendimento.

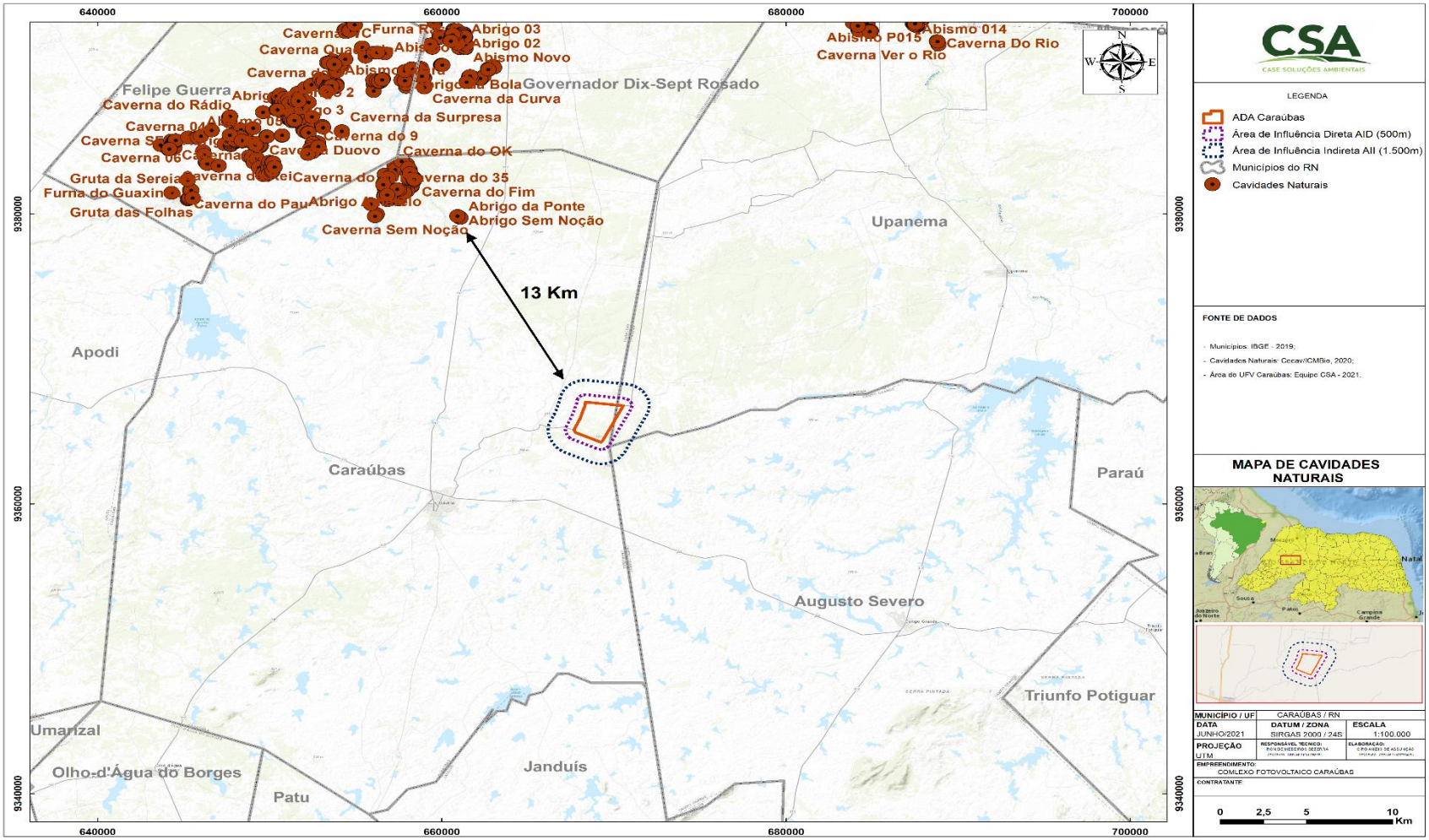


Figura 85 - Mapa de cavidades naturais próximas a área do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

- Infraestrutura básica

Neste subcapítulo, serão abordadas características da estrutura viária, de transportes, comunicação e energia da AID e AII do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.

- Estrutura viária

O acesso para o município de Caraúbas, a partir da capital do Estado, Natal, é efetuado através da rodovia federal pavimentada BR-304 até a cidade de Assú, após isso acessar a RN-233, trajeto de aproximadamente 100Km até chegar na sede do município.

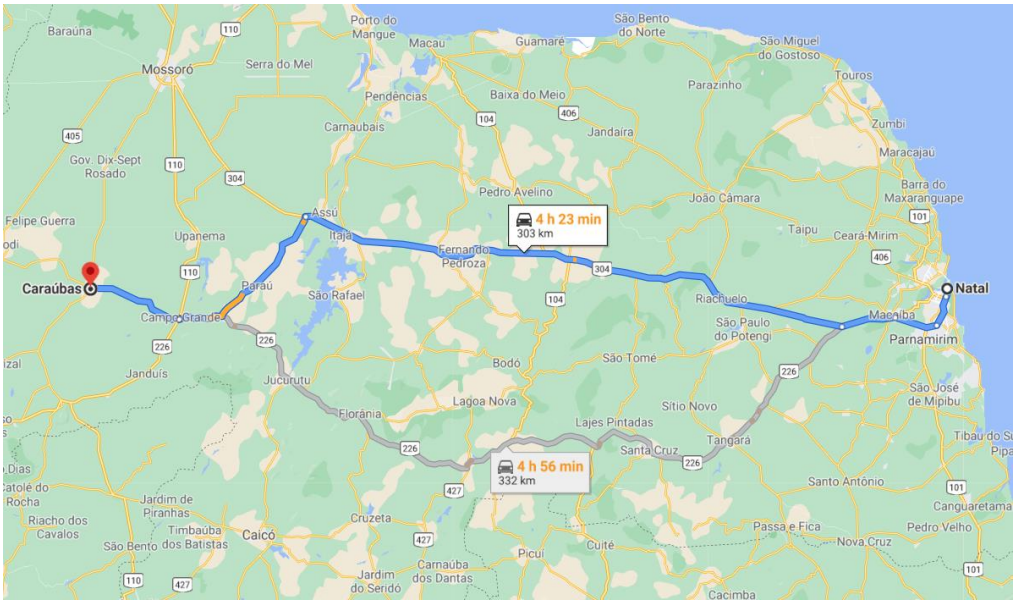


Figura 86 - Principal acesso da capital Natal até Caraúbas/RN.
Fonte: Google Maps, 2021.

O acesso para o município de Upanema, a partir da capital do Estado, Natal, é efetuado através da rodovia federal pavimentada BR-304 até a cidade de Assú, após isso acessar a RN-405, trajeto de aproximadamente 60Km até chegar na sede do município.

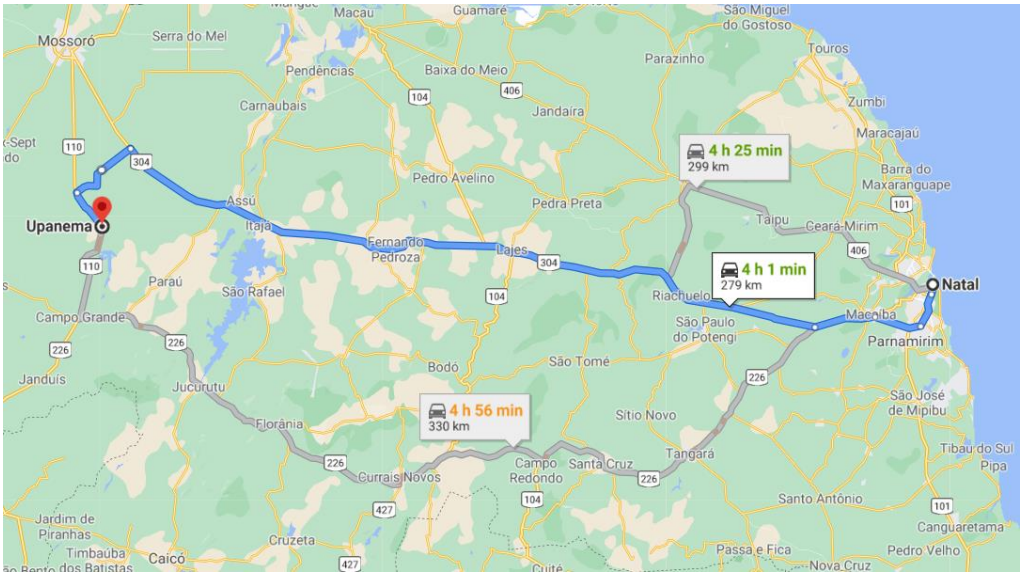


Figura 87 - Principal acesso da capital Natal até Caraúbas/RN.
Fonte: Google Maps, 2021.

Na área urbana de Caraúbas e Upanema, algumas vias são pavimentas. Na zona rural, os demais acessos são estradas carroçáveis que interligam os diversos distritos. Ressalta-se que, os acessos dentro da AID são compostos por estradas carroçáveis.





(A) (B)

Foto 41 – (A) Tipo das estradas carroçáveis presente nas zonas rurais de Caraúbas/RN e Upanema/RN e na AID do empreendimento; (B) Área urbana de Caraúbas com presença de estravas pavimentadas, com a RN-233 em destaque.
Fonte: CSA, janeiro de 2021.

- Transportes

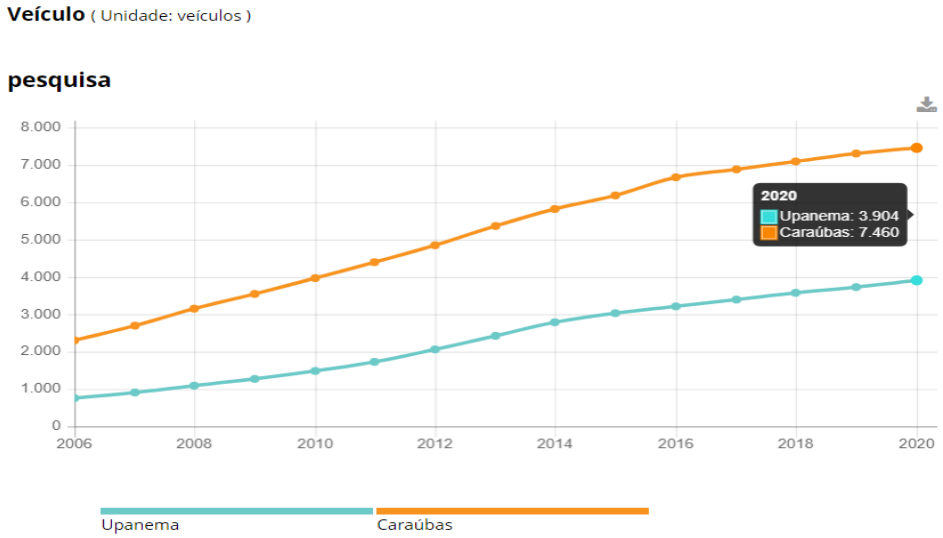
No quadro a seguir é apresentada a frota municipal dos municípios em estudo no mês de dezembro de 2020, coletados através do banco de dados do IBGE em 2021.

Quadro 23 - Frota de veículos nos municípios de Caraúbas e Upanema em dezembro de 2020.

TIPO	CARAÚBAS	UPANEMA
Automóvel	2.177	1.074
Bonde	0	0
Caminhão	186	115
Caminhão trator	18	12
Caminhonete	550	262
Camioneta	73	22
Chassi plataforma	0	0
Ciclomotor	167	54
Micro-ônibus	49	12
Motocicleta	3.401	1.939
Motoneta	710	346
Ônibus	23	16
Quadriculo	0	0
Reboque	44	34
Semirreboque	27	12
Sidecar	0	0
Trator de esteira	0	0
Trator de rodas	0	0
Triciclo	3	0
Utilitário	32	6
Outros	0	0
TOTAL	**7.460**	**3.904**

Fonte: IBGE, 2020.

Gráfico 49 - Evolução da frota dos municípios em estudo ao longo dos anos.



Fonte: IBGE, 2020.

Ao avaliar o gráfico anterior observa-se que no município houve aumento de frota no decorrer dos anos, sendo os automóveis, motocicletas, motonetas, caminhões e caminhonetes os veículos que apresentam maior crescimento dentre estes.

Os municípios de Caraúbas e Upanema não possuem aeroportos, sendo o mais próximo localizado em Mossoró/RN, distante cerca de 70km. Na ADA e AID os veículos automotores que mais transitam neste são automóveis, motocicletas, motonetas e caminhonetes.

Caraúbas possui um Terminal Rodoviário que conta com linha para Mossoró e serviços de lotação para comunidades menores da zona rural e para municípios vizinhos, inclusive para Upanema, que não possui terminal rodoviário e conta apenas com pontos de parada.

- Comunicação

Os municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN dispõe dos principais meios de comunicação, como agência dos correios, sinal das prestadoras de telefonia móvel (CLARO e TIM), sinal de internet, captação de sinal através de antena parabólica de emissoras de TV. Caraúbas/RN conta com uma emissora de rádio sendo a Rádio Liderança 87.9 FM e Upanema/RN conta com a Rádio Liberdade FM 104.9. Os municípios não possuem fonte de jornal impresso. As prefeituras também possuem redes sociais que auxiliam na comunicação com a população, com páginas em *websites* como *Facebook* e *Instagram.* A seguir o registro das agências de Correios nos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN.



Foto 42 - Agência dos Correios, localizada na zona urbana de Caraúbas/RN.
Fonte: CSA.



Foto 43 – Agência de Correios, localizada na zona urbana de Upanema/RN.
Fonte: CSA.

- Energia

A empresa que distribui energia em todo Estado do Rio Grande do Norte é a Companhia Energética do Rio Grande do Norte – COSERN.

No quadro a seguir, é apresentado a quantificação de consumidores e o consumo no ano de 2007 no município analisado obtido no Perfil do Seu Município (2008).

Tabela 37 – Consumidores e consumo de energia no ano de 2007.

CLASSE DE CONSUMIDORES	CARAÚBAS		UPANEMA	
	CONSUMIDORES	Consumo (mwh)	CONSUMIDORES	Consumo (mwh)
Residencial	5.776	5.435	2.180	2.758
Industrial	29	404	13	5.260
Comercial	287	1305	170	317
Rural	358	1.169	289	1.221
Poder público	181	822	45	283
Iluminação pública	29	658	21	406
Total	**6.660**	**11.479**	**3.723**	**10.489**

Fonte: Perfil do Seu Município, 2008.

Com relação aos tipos de consumidores dos municípios analisados, podemos observar que em os pontos residenciais são os que possuem mais ligações e maior consumo, seguido dos consumidores rurais também em ligações e em consumo em mwh.

6.3.4. Infraestrutura produtiva e de serviços

Neste subcapítulo serão analisados os setores primários, secundários e terciários do município, considerando as principais atividades econômicas, as quais contribuem para a economia local e regional.

- Setor primário

A economia dos municípios de Caraúbas e Upanema são baseadas na agricultura irrigada e na pecuária. O primeiro produto analisado é o pecuário, cujos dados são do IBGE (2021) visualizados na tabela a seguir.

Tabela 38 - Pecuária analisada nos anos de 2021 em Caraúbas/RN e Upanema/RN.

TIPO DE REBANHO	CARAÚBAS	UPANEMA
Bovino	13.098	8.126
Equino	849	653
Suíno	2.602	1.246
Caprino	7.951	6.006
Ovino	21.484	15.137
Galináceos – total	30.000	25.000
Total	**86.857**	**100**

Fonte: IBGE, 2021.

Ao analisar a tabela acima averígua-se que, os maiores rebanhos nos dois municípios são de Galináceos, seguidos de Ovinos e de Bovinos. Já os menores rebanhos são de Equinos e Suínos.

Dentro da ADA e AID foram visualizadas criações de ovinos, caprinos e bovinos para subsistência e comercialização, mas em pequenas quantidades.

O segundo produto analisado é a lavoura permanente, cujos produtos são vistos na tabela a seguir, conforme dados do IBGE (2021).

Tabela 39 - Produtos da lavoura permanente nos anos de 2017, em Caraúbas/RN e Upanema/RN.

PRODUTO (2017)	QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS		QUANTIDADE PRODUZIDA (T)		ÁREA COLHIDA (HA)	
	CARAÚBAS	UPANEMA	CARAÚBAS	UPANEMA	CARAÚBAS	UPANEMA
BANANA	4	15	30	70	4	10
CAJU	4	37	1	6	5	28
COCO-DA-BAÍA	-	5	-	1*	-	1
MAMÃO	-	3	-	14	-	3

MANGA	-	3	-	32	-	10

*(x 1000) frutos. Fonte: IBGE, 2021.

Ao analisar os dados da tabela acima, se verifica que a lavoura permanente em Caraúbas produz cerca de dois tipos de produtos: banana e caju. O produto mais produzido é a banana.

Já em Upanema, são produzidos cinco tipos de produtos, banana, caju, coco-da-baía, mamão e manga. O mais produzido também é a banana, seguido por manga, mamão, caju e coco-da-baía.

No que tange a lavoura temporária, os produtos deste são vistos na tabela a seguir, de acordo com informações do IBGE (2017).

Tabela 40 - Lavoura Temporária nos municípios analisados no ano de 2017.

PRODUTO (2017)	QUANTIDADE DE ESTABELECIMENTOS		QUANTIDADE PRODUZIDA (T)		ÁREA COLHIDA (HA)	
	CARAÚBAS	UPANEMA	CARAÚBAS	UPANEMA	CARAÚBAS	UPANEMA
ABACAXI	3	49	20	504	21	50
MELANCIA	41	101	260	4.673	93	319
MELÃO	5	25	24	1.355	26	278
MILHO (grão)	397	563	198	692	500	715
FEIJÃO	21	99	11	18	36	83

Fonte: IBGE, 2017.

Ao avaliar os dados da tabela acima se verifica que há cinco tipos de produtos da lavoura temporária cultivados no município de Caraúbas (feijão, melancia, milho, melão e abacaxi) e algum destes vem diminuindo a produção e outros aumentando, ao longo dos anos averiguados. Dentro da AID visualizou-se a produção de itens da lavoura temporária.

Em Upanema, também são produzidos os mesmos produtos, sendo a melancia produzida em maior quantidade .

Ainda no setor primário, Caraúbas/RN e Upanema/RN conta com a presença de uma indústria extrativista, que realiza atividades de extração de areia, cascalho ou pedregulho e beneficiamento associado.

- Setor secundário

Conforme visita *in loco* e levantamento de campo, os municípios analisados não elencam nenhum ramo de grande porte de atividades que processam ou transformam os produtos oriundos do

setor primário (agricultura, pecuária, extração mineral, vegetal e animal entre outros) em bens de consumo ou mesmo máquinas.

Foram observados apenas a existência da Marmoraria Caraúbas e do Matadouro Público Municipal de Upanema/RN.

- Setor terciário

No que diz respeito ao setor terciário, de comércio e serviços, os municípios de Caraúbas e Upanema, apresentam principalmente unidades locais como mercados, farmácias, drogarias, lanchonetes e restaurantes, dentre os serviços, estão principalmente os relacionados aos órgãos municipais de gestão.

Ao avaliar os três setores supracitados (primário, secundário e terciário) verifica-se que cada um contém importância significativa para o desenvolvimento econômico do município, região e estado e com a implantação do empreendimento em questão nestes espaços só tende a melhorar ao desenvolvimento sustentável dos três setores citados, devido o advento da demanda de mão-de-obra e fomento nos comércios e serviços.

6.3.5. Unidades da Paisagem

A paisagem é formada por diferentes elementos que podem ser de domínio natural, humano, social, cultural ou econômico e que se articulam uns com os outros. A paisagem está em constante processo de modificação, sendo adaptada conforme as atividades humanas. Nesse sentido, o conceito de paisagem amplia-se na medida em que não se limita a uma divisão geográfica.

Existem vários tipos de paisagem. São elas que compreendem aquilo que se define como espaço geográfico, podendo ser:

- Paisagem natural;
- Paisagem humanizada;
- Paisagem cultural.

A paisagem natural remete ao ambiente natural, ou seja, à natureza. Os espaços naturais podem ser modificados em decorrência de aspectos climáticos e outros acontecimentos naturais, não por intervenção humana. A paisagem humanizada é aquela em que é claramente perceptível à

intervenção dos homens. Já a paisagem cultural revela aspectos culturais de uma extensão territorial. A forma como ela se apresenta indica costumes e valores dos seus habitantes.

Dessa forma, este item pretende caracterizar a fisionomia das Unidades de Paisagem identificadas nas áreas de influência (ADA, AID e AII) do empreendimento, como também indicar a importância cênica e histórica das paisagens e, por fim, a percepção da comunidade local em relação ao conjunto da paisagem e a monumentos naturais e construídos.

Segundo o estudo de Diniz & Oliveira, que atualizou e mapeou as Unidades de Paisagem do Estado do Rio Grande do Norte:

> Estas unidades são estabelecidas de acordo com um sistema integrado por um conjunto de elementos que se relacionam mutuamente, onde são contemplados os componentes climáticos, geomorfológicos, geológicos, pedológicos, hidrográficos e vegetacionais, além das condições de uso e ocupação (SOUZA; SILVA, 2010).

No estado do Rio Grande do Norte, existe uma obra de referência, que parte dessa abordagem da compartimentação. Essa obra é fruto de um trabalho técnico encomendado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA). O referido trabalho foi executado em 2006 com a publicação de relatório técnico neste ano (IDEMA, 2006).

Esse material se refere ao mapeamento das unidades geoambientais do estado supracitado. Na **Figura 88**, é possível identificar esse mapeamento realizado pelo IDEMA (2006). Para a área do empreendimento a área é caracterizada como **Tabuleiro semiárido interiorano.**

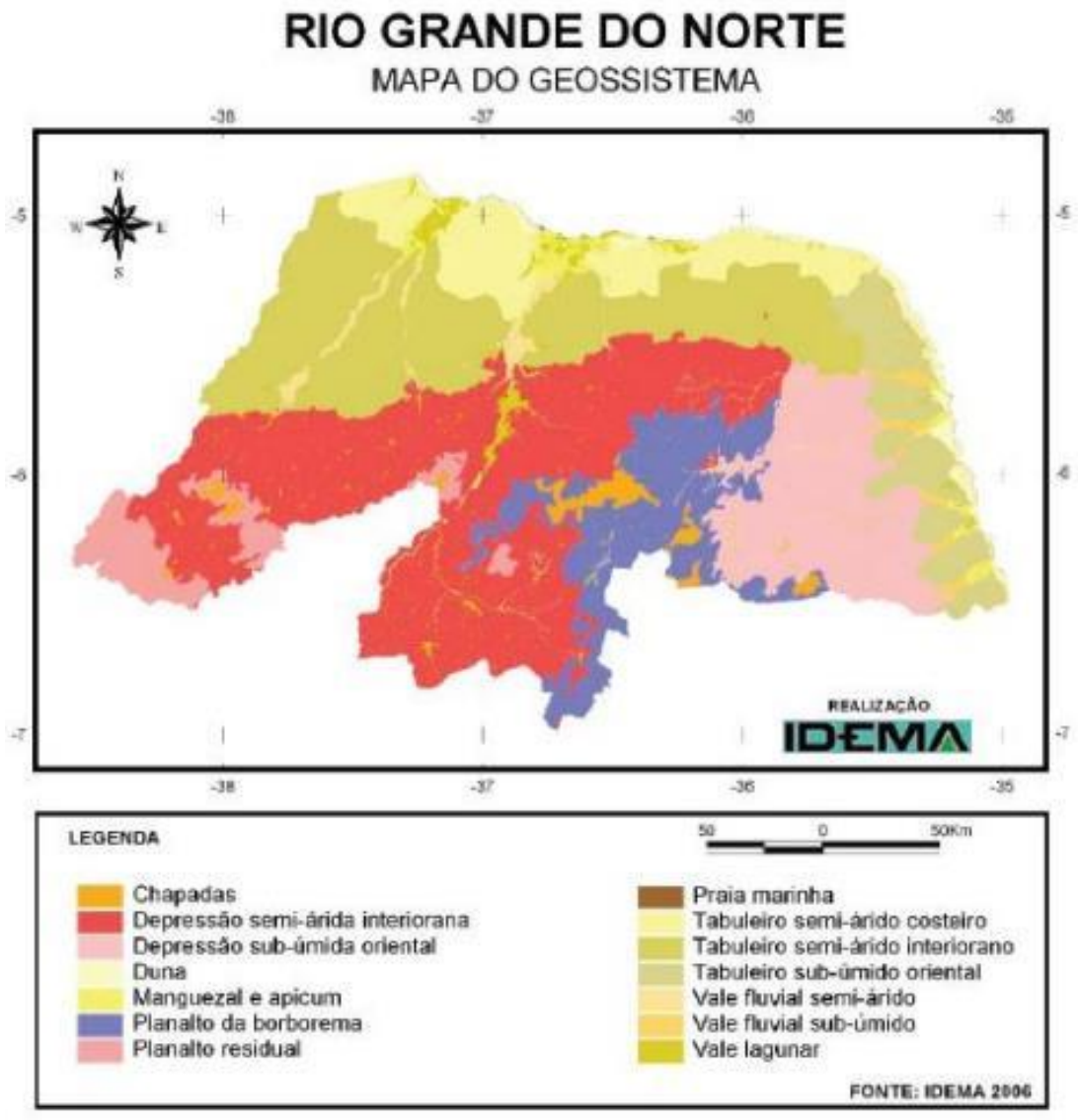


Figura 88 - Mapa do Geossistema do Rio Grande do Norte.
Fonte: IDEMA (2006).

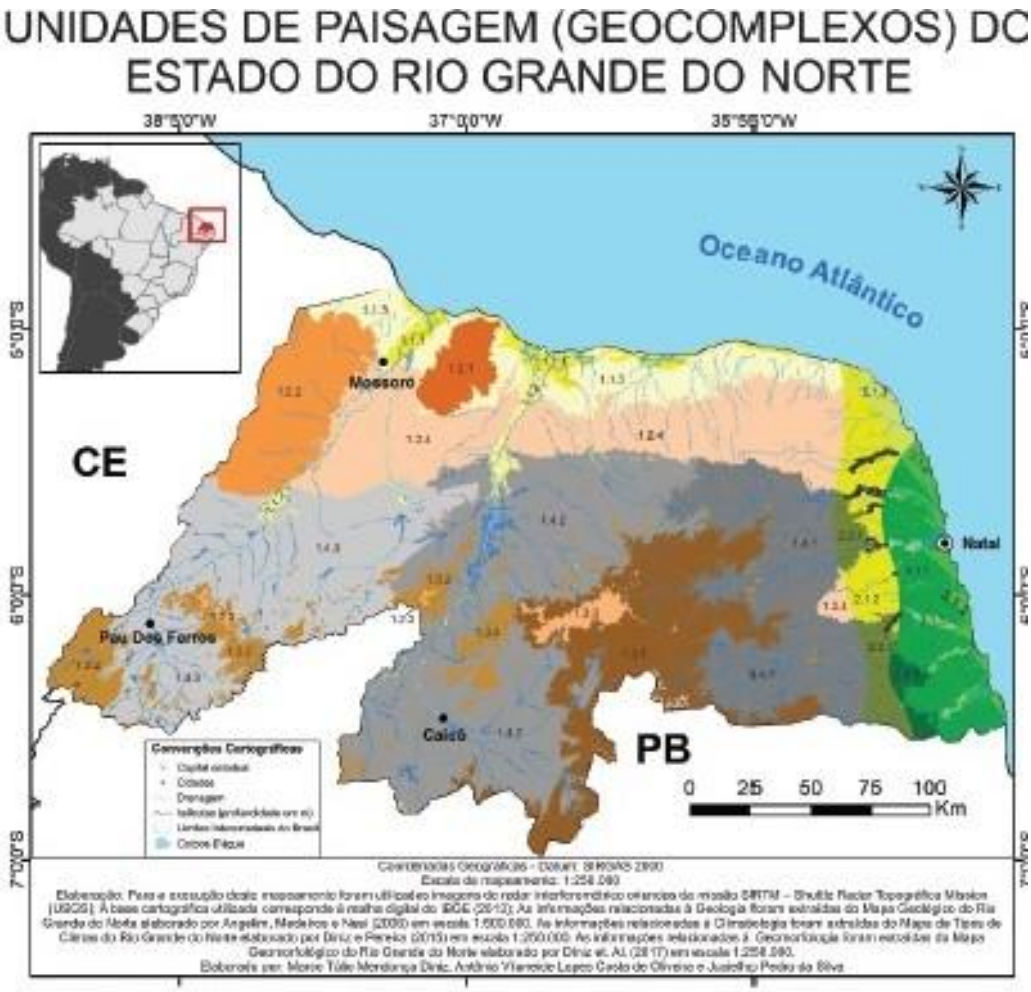
Porém, segundo Diniz & Oliveira (2018), existem alguns pontos específicos que não estavam de acordo com as principais obras de referência sobre o tema. Com isso, foi realizada uma nova pesquisa a qual atualizou e aperfeiçoou o mapeamento do IDEMA (2006) e Cestaro et al. (2007).

A metodologia usada por Diniz & Oliveira (2018) para elaboração desse mapeamento foi:

> Foram mapeados os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos apontados por Ab'Sáber (2003) que ocupam o território potiguar, além de uma área de transição entre esses dois domínios, comumente denominada *Agreste*. O *Domínio das Depressões Interplanálticas Semiáridas do Nordeste (vegetado por caatingas) ou Domínio das Caatingas* foi mapeado em tons de cor amarelo, marrom e cinza e o *Domínio dos "Mares de Morros" Florestados ou Domínio da Mata Atlântica* teve tons de verde. Esses dois domínios foram separados com base na pluviometria média mapeada por Diniz e Pereira (2015). Já as regiões naturais são divisões desses

domínios com base nas unidades geológicas de Angelim, Medeiros e Nesi (2006) e nos domínios morfoesculturais de Diniz et. al. (2017).

Com isso, Diniz & Oliveira (2018) elaboraram um novo mapeamento das Unidades da Paisagem do Estado do Rio Grande do Norte, que pode ser visualizado na figura abaixo:



Domínios Morfoclimáticos	Regiões Naturais	Geocomplexos	
Domínio das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste (vegetado por caatingas) (1)	Planícies e tabuleiros costeiros semiáridos (1.1)	Planície costeira semidérida	(1.1.1)
		Planícies fluviais semiáridas	(1.1.2)
		Tabuleiros costeiros semiáridos	(1.1.3)
	Planaltos sedimentares (1.2)	Chapada da Serra do Mel	(1.2.1)
		Chapada do Apodi	(1.2.2)
		Chapadas sobrepostas ao embasamento	(1.2.3)
		Tabuleiros interiores	(1.2.4)
	Planaltos cristalinos (1.3)	Planalto da Borborema	(1.3.1)
		Planaltos cristalinos residuais e estruturais	(1.3.2)
	Depressões semiáridas (1.4)	Depressão oriental	(1.4.1)
		Sertões do Piranhas	(1.4.2)
		Sertões do Apodi-Mossoró	(1.4.3)
(Área de transição) (2)	Planícies e tabuleiros do agreste (2.1)	Planícies fluviais do agreste potiguar	(2.1.1)
		Tabuleiros do agreste potiguar	(2.1.2)
		Planície costeira do agreste potiguar	(2.1.3)
	Depressão agreste (2.2)	Depressão do agreste potiguar	(2.2.1)
Domínio dos "mares de morros" florestados (3)	Planícies e planaltos sedimentares úmidos e subúmidos (3.1)	Tabuleiros costeiros úmidos	(3.1.1)
		Planícies costeiras úmidas	(3.1.2)
		Planícies fluviais úmidas	(3.1.3)

Figura 89 - Mapa de Unidades da Paisagem do Estado do Rio Grande do Norte.
Fonte: DINIZ & OLIVEIRA (2018).

Assim, foi elaborado o mapa de Unidades da Paisagem das áreas de influência do empreendimento em estudo, tomando como base o estudo elaborado por Cestaro et al. (2007) e Diniz & Oliveira (2018). O mapa é visualizado abaixo.

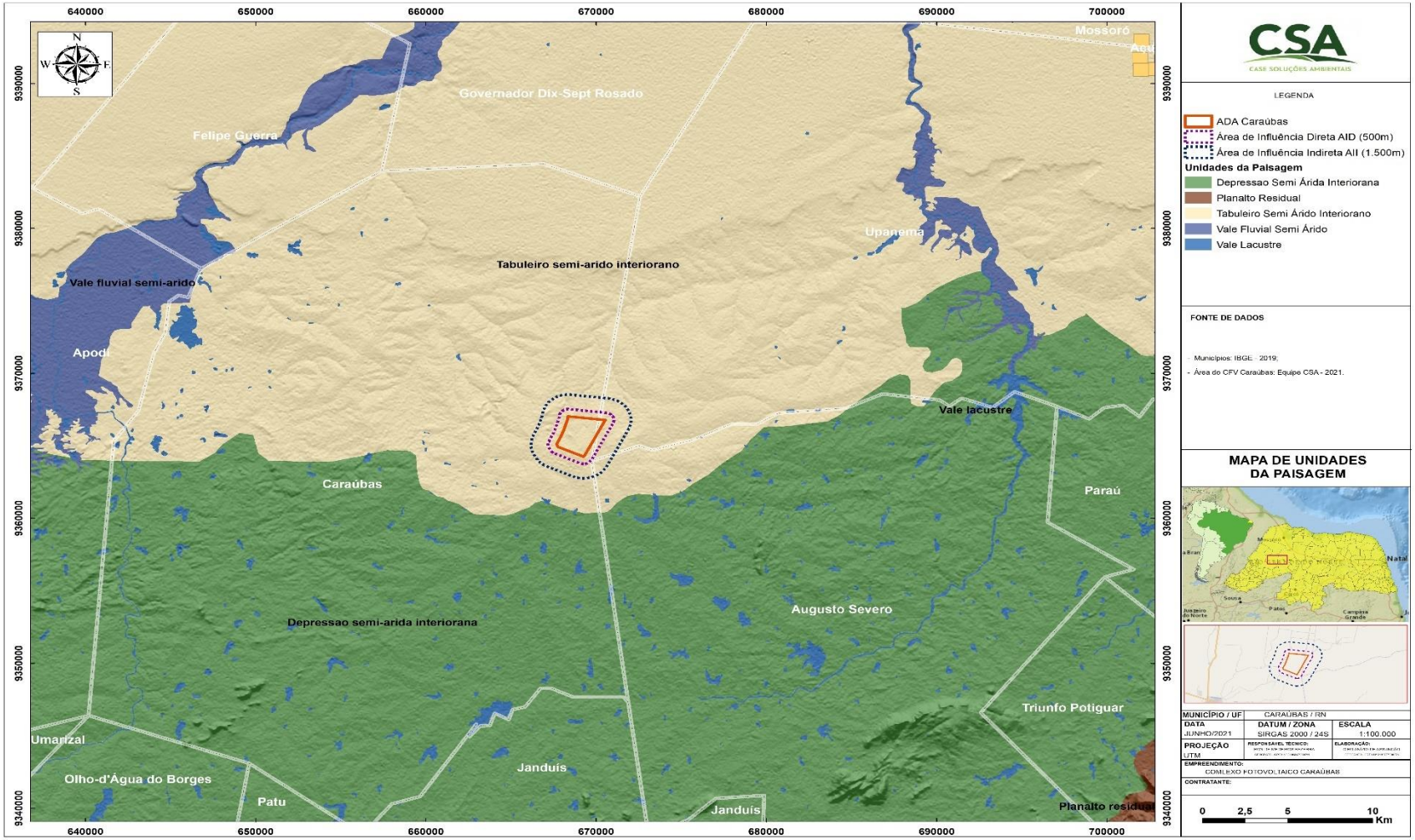


Figura 90 – Mapa de Unidades da Paisagem da área do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

6.3.6.Uso e ocupação do solo

Este item tem como objetivo trazer a análise do uso e ocupação do solo das áreas de influência do empreendimento fotovoltaico. Esta categoria é definida em função das normas relativas ao regime de atividades, funções e intensidade de utilização, configurando-se como de suma importância para compreender fatores físico, ambientais e socioeconômicos do espaço.

O diagnóstico de uso e ocupação do solo trata-se de um importante elemento no que tange o planejamento e ordenamento físico, territorial e ambiental do espaço, fazendo com que se possa conhecer melhor as disposições espaciais 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" denota 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.

Observa-se que a análise dos recursos naturais e das formas de uso e ocupação da terra é de fundamental importância para subsidiar o planejamento, o monitoramento e o controle do processo de ocupação do solo. Neste contexto, a área analisada para os aspectos de uso e ocupação do solo foi delimitada em função das características encontradas na área de influência do empreendimento.

As bases para o planejamento das cidades estão estabelecidas no **Estatuto da Cidade** (lei 10.257/2001). O Estatuto da Cidade pode ser considerado o principal marco legal para o desenvolvimento das cidades, junto à Constituição de 1988, de onde originam seus princípios e diretrizes fundamentais. Ele estabelece as normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

O plano diretor é uma ferramenta central do planejamento de cidades no Brasil. Conforme os artigos 39º e 40º do Estatuto da Cidade, o plano diretor é "o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana". É ele quem deve promover o diálogo entre os aspectos físicos/territoriais e os objetivos sociais, econômicos e ambientais que temos para a cidade. O plano deve ter como objetivo distribuir os riscos e benefícios da urbanização, induzindo um desenvolvimento mais inclusivo e sustentável.

Os municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, não possuem lei específica que atribui o Plano Diretor. Assim, a lei que organiza o Município, segundo os princípios democráticos e os padrões de eficiência administrativa, é a Lei Orgânica Municipal, sancionada na data 20 de abril de 1990.

Referente ao zoneamento, o empreendimento está localizado na zona rural dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN. Como explicado no início deste capítulo, para a coleta de dados primários foram realizadas pesquisas de campo que consistiram em visitas técnicas aos municípios em questão, através do reconhecimento da área onde será instalado o empreendimento. Foram realizadas duas campanhas, para obtenção de fotografias aéreas da área do empreendimento. Uma em janeiro e outra em maio de 2021.

A partir do exposto acima, a área analisada para os aspectos de uso e ocupação do solo foi delimitada a partir da ADA, AID e AII, levando em consideração as características encontradas na área de influência do empreendimento. O mapa de uso e ocupação do solo pode ser visto a seguir.



Figura 91 – Mapa de uso e ocupação do solo da área do empreendimento.
Elaboração: CSA, junho de 2021.

No que tange as edificações na ADA do empreendimento, não há presença de residências. Na AID e AII não existem comunidades ou aglomerados, apenas uma porção da área do Assentamento Petrolina, porém sua sede está fora da AII. Ainda nas áreas de influências, a predominância são de propriedades rurais. Os registros fotográficos a seguir apresentam algumas destas áreas.



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 44 – (A) Porção da ADA do empreendimento com presença de pasto/vegetação herbácea; (B) Acesso dentro da ADA com presença de Carnaúbas; (C) Porção da ADA com área de cultivo de Melancia; (D) Porção da ADA do com área de cultivo de milho.
Fonte: CSA, janeiro de 2021.



(A)



(B)



(C)

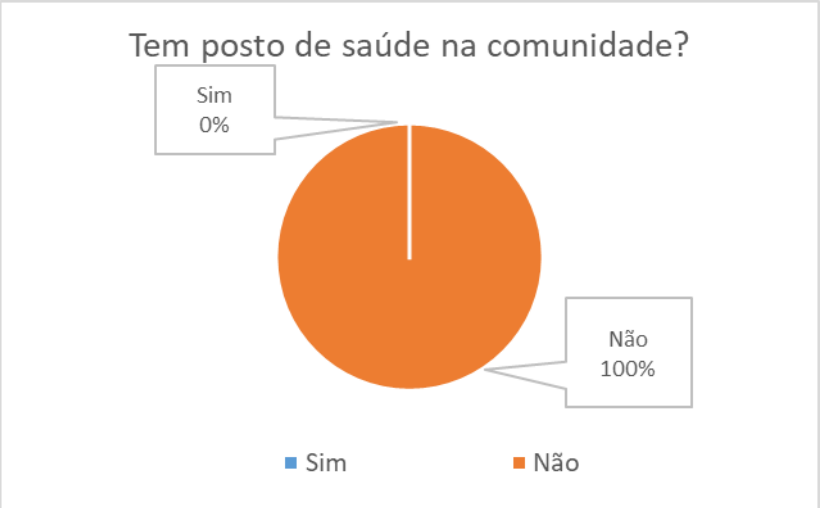


(D)

Foto 45 – A) Fotografia aérea de parte da ADA na porção leste do empreendimento; B) Fotografia aérea de parte da ADA na porção sul do empreendimento; C) Fotografia aérea de parte da ADA na porção oeste do empreendimento; D) Fotografia aérea de parte da ADA na porção norte do empreendimento.
Fonte: CSA, maio de 2021.

Na AID e AII do empreendimento, não há estabelecimentos de educação e saúde, sendo os mais próximos apenas no Assentamento Petrolina e Comunidade Miranda, além da sede de Caraúbas/RN, a mais próxima, fazendo com que os moradores se desloquem até o centro em busca dos serviços básicos. Ainda, para deslocamento dos estudantes, é disponibilizado pelo poder público ônibus escolar. É importante enfatizar que, atualmente as aulas presenciais estão suspensas devido a pandemia de COVID-19.

Gráfico 50 - Estabelecimento de saúde na AID e AII do empreendimento.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

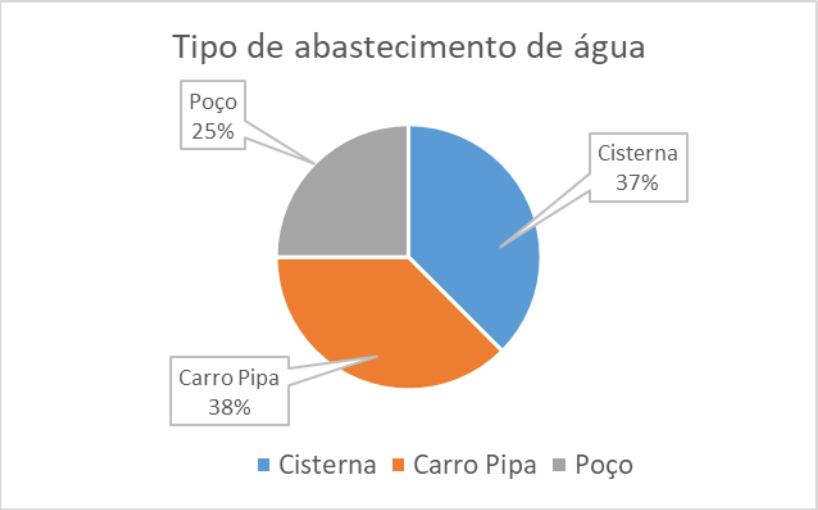
Gráfico 51 - Estabelecimento de educação na AID e AII do empreendimento.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Quanto ao abastecimento e água das residências das áreas de influência do empreendimento, não existe rede geral, apenas cisternas e carro pipa. Existem poços, porém a água é salobra, sendo usada apenas para dessedentação animal e agricultura. Dos entrevistados, 25% das residências são abastecidas por poço, 37% por cisternas e 38% restantes por carro pipa.

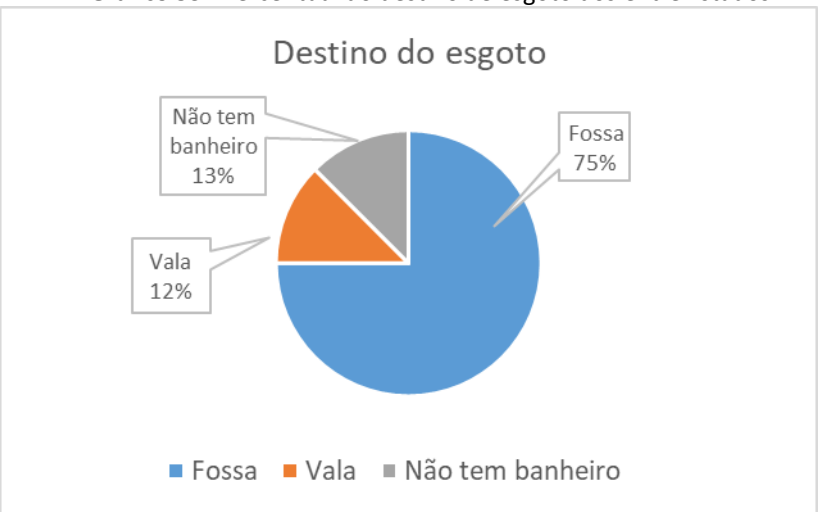
Gráfico 52 - Percentual de respostas sobre abastecimento de água.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Nas áreas de influência do empreendimento, não há rede coletora de esgoto e com isso, as residências destinam o esgoto doméstico para fossas ou valas. Isso afeta a qualidade ambiental da região, devido aos problemas como poluição das águas subterrâneas e superficiais e propagação de doenças, por exemplo. 75% das residências entrevistadas possuem Fossa rudimentar, 13% não tem banheiro e 12% possuem vala.

Gráfico 53 - Percentual do destino de esgoto dos entrevistados.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Outro problema que a população local vem sofrendo, é a não existência de coleta de lixo, o qual são enterrados ou queimados. 100% das residências não possuem, e queimam o lixo.

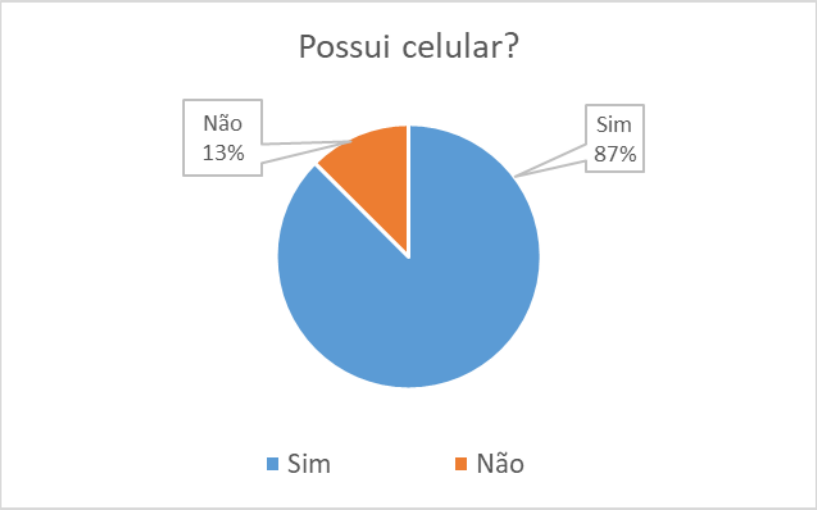
Gráfico 54 - Percentual de entrevistados que possuem coleta de lixo.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

A comunicação nestas áreas de influência do empreendimento é realizada através de telefone celular, sinal de TV e internet. 87% dos entrevistados dispõe telefone celular.

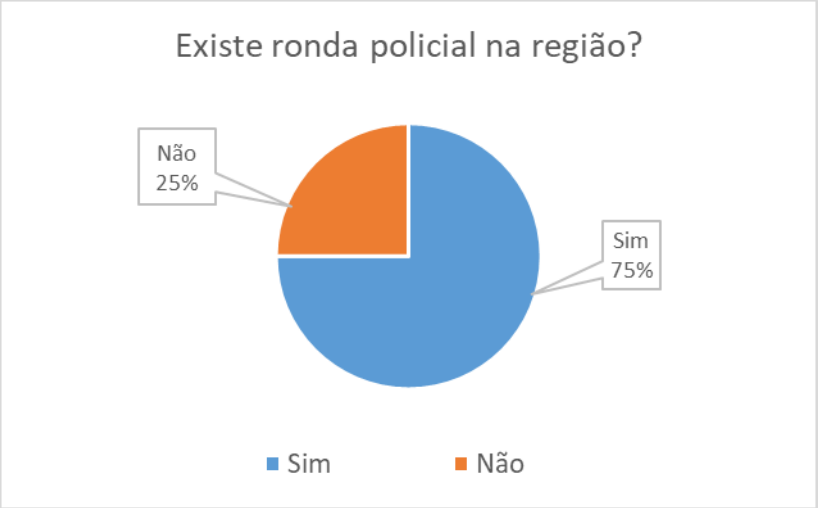
Gráfico 55 - Percentual dos entrevistados que possuem celular.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Com relação a segurança social da AII e AID do empreendimento, segundo as respostas, 75% afirmaram que a polícia militar realiza ronda na região, enquanto 25% afirmaram não possuir ronda.

Gráfico 56 - Percentual dos moradores que afirmaram possuir ronda policial na região.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Na área de influência do empreendimento ocorre a existência do assentamento Petrolina, porém a sede do assentamento fica fora dos limites da AII. Com relação a comunidades tradicionais, não ocorrem dentro da AII. O mapa a seguir apresenta os assentamentos mais próximos do empreendimento.

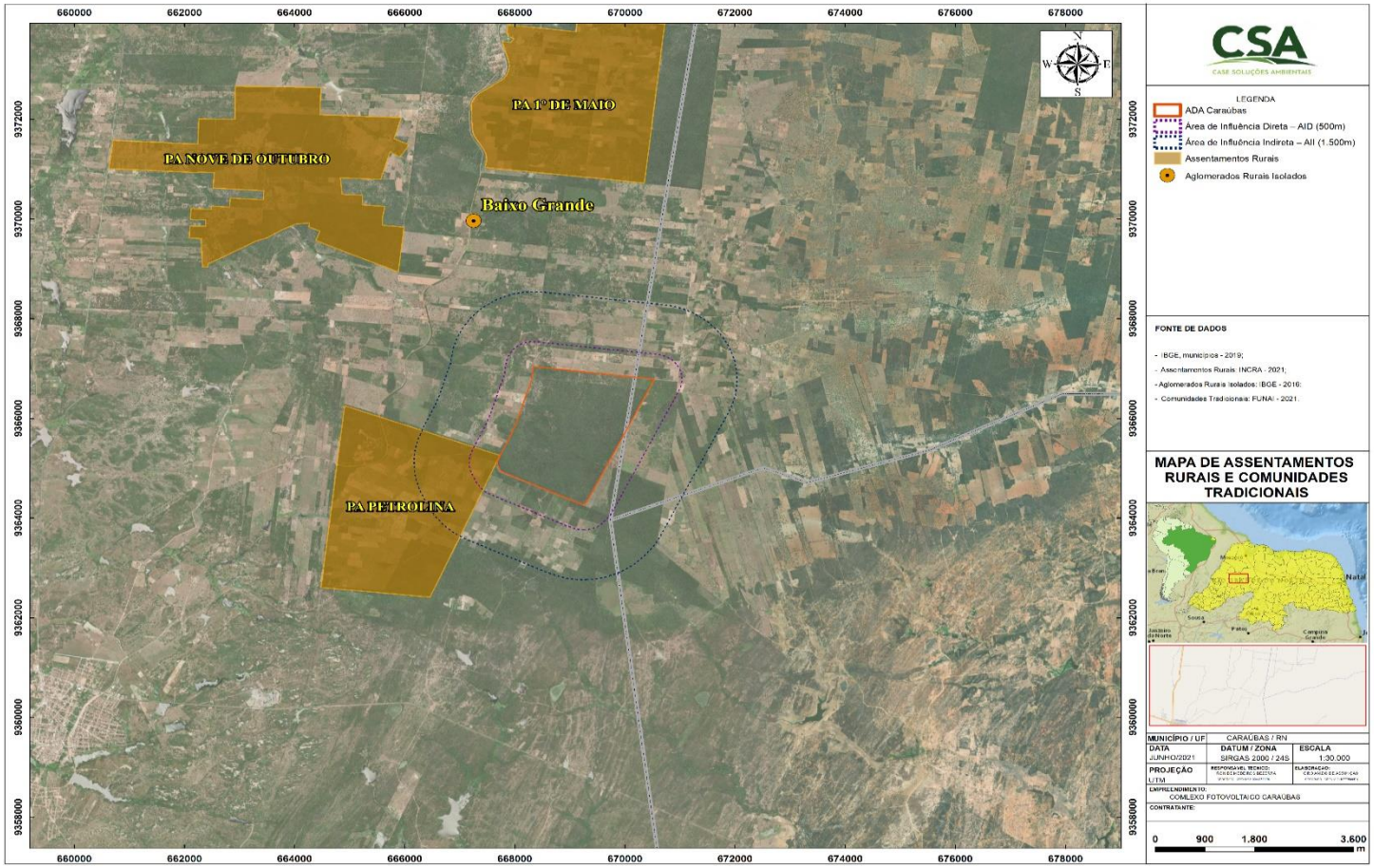


Figura 92 – Mapa de localização dos Assentamentos Tradicionais localizados nas áreas de influência do empreendimento. Elaboração: CSA, junho de 2021.

A comunidade mais próxima da AII do empreendimento, é a Comunidade Miranda, que possui uma Unidade Básica de Saúde, uma agência dos Correios, um Telecentro, uma escola municipal, além de equipamentos de lazer como quadra, e abastecimento por rede geral. Conforme é possível observar nas fotografias a seguir.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Foto 46 – A) Telecentro localizado na comunidade Miranda; B) Unidade Básica de Saúde localizada na comunidade; C) Escola municipal localizada na Comunidade; D) Sede de Agência dos Correios localizada comunidade; E) Caixa D'água para o abastecimento da população da comunidade; F) Quadra de lazer localizada na comunidade.
Fonte: CSA.

O assentamento rural mais próximo do empreendimento, tem os limites dentro da AII, porém sua sede, fica fora da AII, a cerca de 3Km do empreendimento. O Projeto de Assentamento Petrolina possui abastecimento de água por poço, uma escola, um centro comunitário e torre de comunicação de celular. Alguns registros fotográficos podem ser observados a seguir.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Foto 47 - A) Assentamento Petrolina; B) Ponto de distribuição de água potável no assentamento; C) Escola municipal localizada no assentamento; D) Torre de transmissão de rede celular no assentamento; E) Centro comunitário do assentamento; F) Padrão de residências do assentamento.
Fonte: CSA.

O elemento morfológico referente à vegetação tem uma importância significativa na imagem do lugar, além de definir o espaço, organizar, compor e no controle das condições de conforto da cidade. Segundo Lamas (2004) a estrutura verde não apresenta a dureza de partes edificadas de uma cidade, mas possui o mesmo nível de hierarquia morfológica e visual. Nesse sentido destacamos a importância das Unidades de Conservação - UC, Áreas De Proteção Permanentes – APP's, de caráter público e/ou privado, com ou sem a presença de vegetação. Na ADA e AID do empreendimento, não foram identificadas a existência de Áreas de Preservação Permanente (APP), apenas na AII um corpo d'água com sua área de preservação de 30 metros ao redor.

No que se refere a Unidades de Conservação, a mais próxima é a Floresta Nacional de Açu, distante 54Km a nordeste do empreendimento, conforme mapa a seguir.

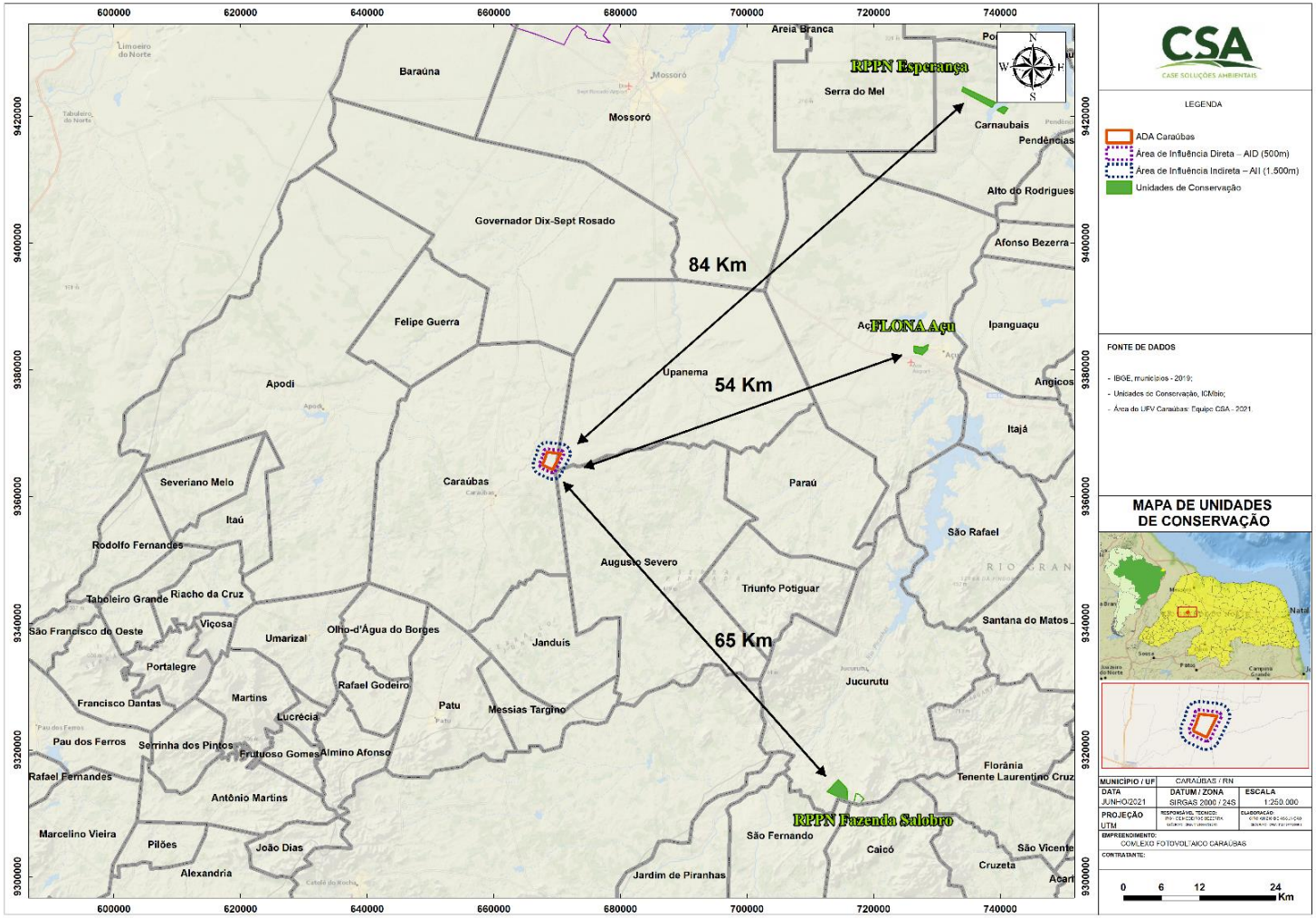
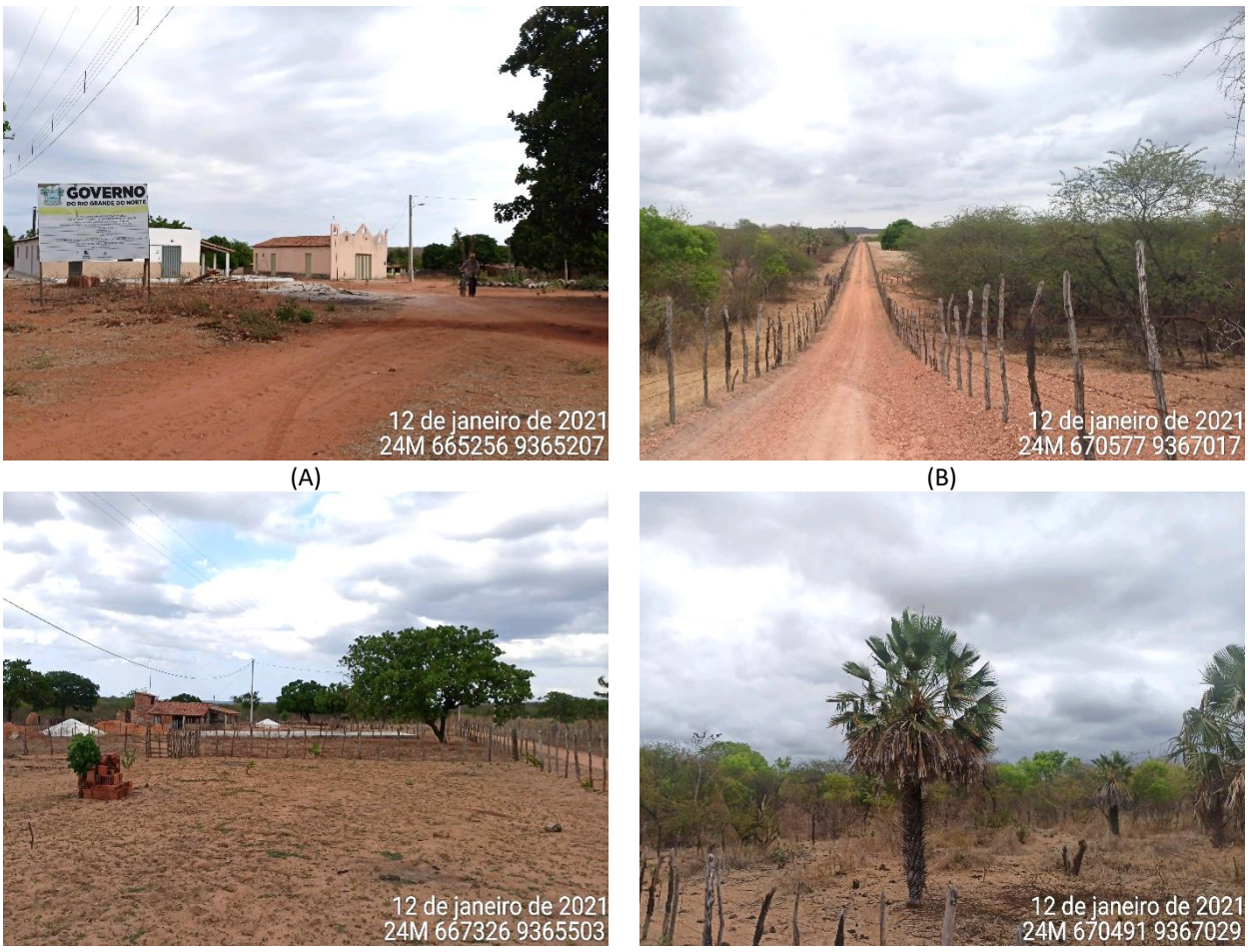


Figura 93 - Mapa de Unidades de Conservação próximas a área do empreendimento.
Fonte: CSA, junho de 2021.

A vegetação predominante por toda ADA e suas áreas de influência do empreendimento é a Caatinga, com predominância de remanescentes florestais em dois estágios, o primeiro de mata preservada e o segundo em estágio de regeneração. Ocorrem também áreas antropizadas, com presença de atividades Agrossilvipastoris.

A seguir é possível observar registros destas coberturas do solo nas áreas de influência do empreendimento.



(A) (B)

(C) (D)

Foto 48 – A) Residências localizadas no Assentamento Petrolina, ao oeste na AII do empreendimento; B) Acessos carroçáveis localizados na porção Norte da AII do empreendimento; C) Propriedade localizada na AII do empreendimento; D) Vegetação de Carnaúba localizada na AII do empreendimento.
Fonte: CSA.

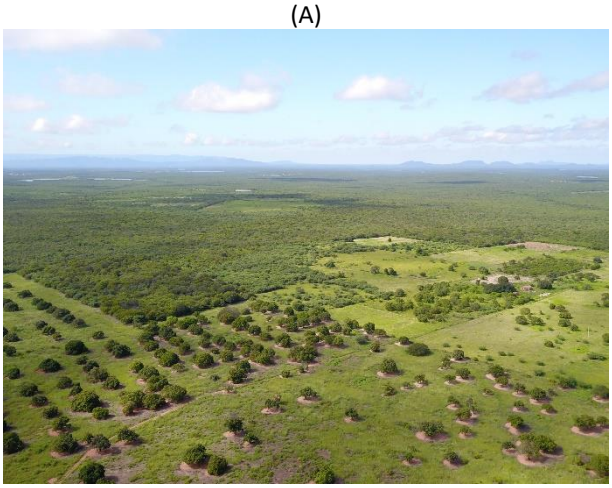
A título de comparação, foram realizadas duas campanhas, uma em janeiro e outra em maio de 2021, e é possível observar nas fotografias aéreas, a diferença dos períodos mais secos e chuvosos do ano na região.



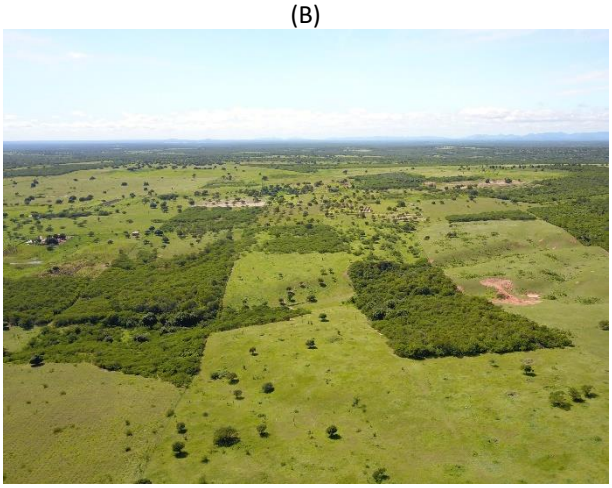
(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 49 – A) Fotografia aérea de parte da AII na porção leste do empreendimento; B) Fotografia aérea de parte da AII na porção sul do empreendimento; C) Fotografia aérea de parte da AII na porção oeste do empreendimento; D) Fotografia aérea de parte da AII na porção norte do empreendimento. Fonte: CSA, maio de 2021.



(A)



(B)

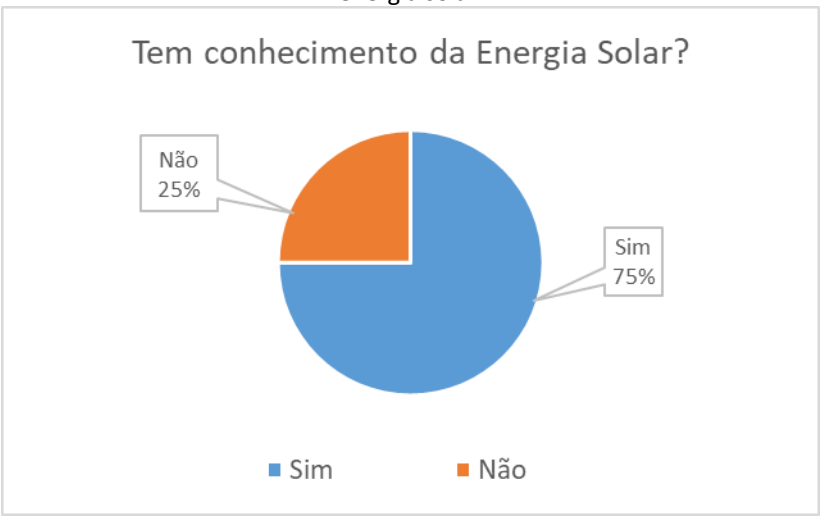


(C) (D)

Foto 50 - A) Fotografia aérea de parte da AII na porção oeste do empreendimento; B) Fotografia aérea de parte da AII na porção oeste do empreendimento; C) Fotografia aérea de parte da AII na porção central do empreendimento; D) Fotografia aérea de parte da AII na porção norte do empreendimento. Fonte: CSA, janeiro de 2021.

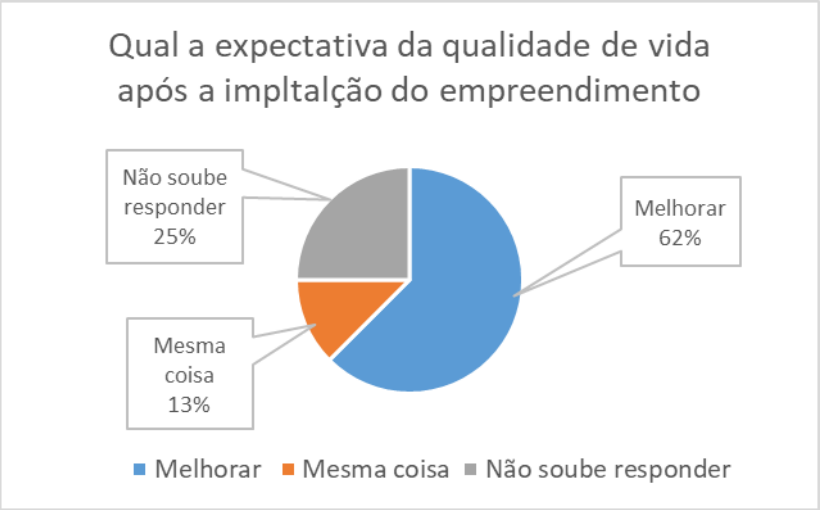
Dentre os moradores entrevistados, 75% afirmaram já ter conhecimento sobre o empreendimento fotovoltaico, 62% possuem expectativas que a qualidade de vida possa melhorar após a implantação do empreendimento, enquanto isso, 25% não souberam responder, e 13% acreditam que as coisas vão continuar igual.

Gráfico 57 - Percentual dos entrevistados que possuem conhecimento em algum empreendimento de energia solar.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

Gráfico 58 - Percentual da expectativa dos moradores após a chegada do empreendimento.



Fonte: CSA, janeiro de 2021.

- Considerações Finais

O diagnóstico que contemplou informações dos aspectos demográficos dos municípios de Caraúbas/RN e Upanema/RN, o qual mostra que a população do município aumentou entre os anos de 2000 e 2010, que pode estar atrelado ao crescimento natural das famílias, e a geração de empregos que fixam a população, sem que elas precisem migrar em busca de melhores condições de vida. A análise da pirâmide etária de Caraúbas/RN e Upanema/RN, demonstra que, no ano de 2010 houve uma diminuição da base e um aumento no meio da pirâmide, ou seja, houve uma queda na natalidade e um aumento no número de jovens e na população economicamente ativa, seguindo assim a tendência nacional, pois a natalidade encontra-se diminuindo e a expectativa de vida aumentando, em virtude da melhoria na qualidade de vida dos brasileiros.

Na AID do empreendimento, o abastecimento de água é através de poços ou cisternas e o tipo de esgotamento sanitário existente é por fossas rudimentares ou valas. No que diz respeito ao uso e ocupação do solo, nas áreas de influência do empreendimento, a vegetação predominante é a caatinga com estágios de mata preservada e mata em processo de regeneração. Todas as residências presentes na ADA e AID do empreendimento são de alvenarias e possuem energia elétrica. Não existem comunidades tradicionais na AID do empreendimento.

Através das entrevistas com moradores nas comunidades localizados na AII, AID e Assentamento próximo do empreendimento, a expectativa é grande para implantação do

empreendimento solar, pois a população espera uma melhora na infraestrutura e geração de emprego e renda para região.

Assim, podemos concluir que não há impedimentos para implantação do empreendimento solar, e ainda, a maioria da população da região é a favor do empreendimento, tendo em vista a potencial melhoria na infraestrutura e na geração de emprego e renda para população local.

7. ANÁLISE INTEGRADA E PROGNÓSTICO AMBIENTAL

A análise integrada consiste na interpretação das informações geradas pelos diagnósticos realizados, ressaltando suas interações com a área de influência do empreendimento. Dessa forma, buscou-se compreender a estrutura e a dinâmica da região e destacar os aspectos mais relevantes e os pontos julgados críticos no contexto ambiental.

Já o prognóstico ambiental compreende o conhecimento do projeto e da realidade da área de interesse, a partir do qual são realizadas previsões das condições futuras, de maneira integrada, para dois cenários específicos, com e sem a implantação do empreendimento, de modo que se possa qualificar os aspectos negativos e positivos decorrentes da inserção desse.

Esses tópicos, como opção metodológica, serão apresentados de forma integrada numa tabela, com análises e deduções diretas, de forma a facilitar a análise e possibilitar ao mesmo momento a avaliação conjunta desses tópicos para os meios físico, biológico e e sócioeconômico.

Quadro 24 – Análise integrada e prognóstico ambiental

MEIO	FATOR AMBIENTAL	ANÁLISE INTEGRADA	PROGNÓSTICO AMBIENTAL	
			CENÁRIO 1 - SEM IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	CENÁRIO 2 - COM IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
FÍSICO	Clima e Condições Meteorológicas	Durante a estação chuvosa a precipitação mensal atinge a média de 179,3 mm, como é o caso do mês de abril. No período mais seco (agosto a novembro), que compreende as estações de inverno e primavera no hemisfério sul, observa-se as médias climatológicas, com destaque para os meses de setembro (2,8 mm) e outubro (3,1 mm). Na região da área de estudo o regime dos ventos é condicionado, principalmente, pela ação dos ventos alísios, que são controlados pelo movimento da zona de convergência intertropical (ZCIT). A velocidade média mensal para a região indica ventos mais fracos nos meses de março (2,3 m/s), abril (2,2 m/s) e maio (2,5 m/s), coincidindo com o período mais chuvoso. Os ventos mais fortes foram registrados nos meses de agosto (3,7 m/s), setembro (3,5 m/s) outubro e outubro, ambos com média de 3,6 m/s, no período onde as precipitações pluviométricas diminuem. Os registros mostraram a direção predominante do vento advinda do quadrante SE, conforme apresentado no gráfico abaixo. No que concernem às temperaturas máximas, foram registrados em outubro (36,1^0) e novembro (36,2^0). As temperaturas médias mínimas foram registradas nos meses de junho (22,6^0), julho e agosto, ambos com registros de 22,2^0. De modo geral, a média anual registrada para o período analisado é de 27,5^{0}C ao longo do ano.	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra a continuidade das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração neste fator ambiental.	Para este fator ambiental, tendo em vista as características de instalação e operação do projeto em análise, não são esperadas alterações a nível local. Vale ressaltar que o empreendimento em análise é de geração de energia limpa e renovável.

	Geologia/ Pedologia	Geologicamente, na área identificou-se 1 (uma) unidade geológica que incide sobre todas as Áreas de Influência do Empreendimento, no caso a Formação Açu. Dada sua localização na Bacia potiguar, sua composição é essencialmente sedimentar. Dentre as litologias predominantes destacam-se arenitos, argilitos, folhelhos e *hornsfels*; esta última litologia corresponde a uma rocha de grãos muito finos que se formam como resultado da intrusão de um magma em outras rochas, em especial nas rochas sedimentares mais argilosas. E quanto a pedologia, que recobrem as Áreas de Influência do empreendimento, é formada por um tipo de solo: Latossolo Vermelho Amarelo. Estes solos estão associados aos relevos planos, suave ondulado ou ondulado, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura.	Na área diretamente afetada pelo empreendimento, as condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração na geologia local e nem ocorra a perda e alteração da qualidade do solo.	Analisando as características de instalação e operação do projeto em análise, bem como a área de intervenção, são esperadas alterações na geologia da área de interesse (ADA), tendo em vista que haverá terraplenagem, construção de fundações e alterações pontuais na sequência sedimentar natural. Também em relação ao solo, é observada a alteração de qualidade tendo em vista as atividades citadas acima. Vale destacar também que o empreendimento deverá realizar supressão de vegetação nas áreas de intervenção, esse procedimento poderá ocasionar processos erosivos que, caso não seja realizada uma gestão ambiental correta, pode ocasionar perda e alteração da qualidade do solo.
	Geomorfologia	Geomorfologicamente a predominância das formas de relevo que marcam toda a área de influência do empreendimento é da Depressão Sertaneja plano e com suaves ondulações. As cotas médias correspondem à elevação elevação máxima de 216 m e elevação mínima de 112 m, em relação ao Nível Médio do Mar (NM). A declividade possui amplitude de 10° a 15°.	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração neste fator ambiental.	Analisando as características de instalação e de operação do projeto em análise, bem como sua área de intervenção, o empreendimento promoverá alteração na topografia local com a realização de serviços de terraplenagem.Vale ressaltar que como o empreendimento deverá realizar supressão de vegetação nas áreas de intervenção, esse procedimento poderá ocasionar processos erosivos que, caso não seja realizada uma gestão ambiental correta, podetambém alterar a morfologia da área de interesse.

	Recursos Hídricos	As áreas relacionadas ao empreendimento encontram-se inseridas totalmente na bacia hidrográfica denominada Apodi-Mossoró. Quanto à presença de corpo hídrico superficial, dentro das Áreas de Influência do empreendimento, há a presença de 3 cursos dágua principais de regime Efêmero. Dois (2) desses canais localizam-se na porção N-NW cruzando todas as Áreas de Influência do Empreendimento até a porção Central da ADA. A localização das Áreas de Influência do empreendimento incide, por completo, no sistema do Aquifero Açu.	Na área diretamente afetada pelo empreendimento, as condições futuras sem a sua implantação dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Mas caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectivas é que não haja alterações para este fator ambiental.	Analisando as características de instalação e operacionais do projeto em análise, bem como a área do empreendimento, não haverá intervenção em Área de Preservação Permanente e no manancial superficial. Vale ressaltar que o empreendimento terá toda gestão ambiental adequada de forma a não proporcionar impactos ambientais que possam vir a alterar os recursos hídricos existentes nas áreas de influência.
BIÓTICO	**Flora**	Os resultados apontaram para um registro total de 148 espécies de plantas agrupadas em 47 famílias. A vegetação presente nas Áreas de Influência do empreendimento fotovoltaico é caracterizada por diferentes tipologias vegetais: Savana-Estépica Arborizada, formada por pequenas árvores e arbustos esparsos e separados por solos nus ou recoberto por tapetes de herbáceas; Savana-Estépica Florestada, situada nas áreas menos impactadas, formada basicamente por uma vegetação arbórea mais alta e adensada com menor ocorrência de arbustos e a Vegetação de áreas antropizadas, composta basicamente por pasto, culturas agrícolas e vegetação herbácea-arbustiva nativa que cresce espontaneamente em áreas antes desnudas. As fisionomias vegetais verificadas apresentaram um grau elevado de alteração, recorrente de ações antrópicas, principalmente na AII e AID. O mesmo não ocorrendo ADA, nesta última, não considerando apenas as áreas destinadas às Reservas Legais da propriedade envolvida no projeto, e sim, a área compreendida pela ADA como um todo. Sevindo de refúgio para a fauna, sevindo de remanescente florestal e também de importante Corredor Ecológico, permitindo um melhor deslocamento	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração significativa neste fator ambiental.	Analisando as características de instalação e operação do projeto em análise, bem como a área de intervenção, é identificado que ocorrerá supressão vegetal em algumas parcelas das propriedades, descaracterização e perda de habitat. Como medidas compensatórias, ocorrerá o resgate da fauna, manutenção de manchas de vegetação a fim de promover abrigo para pequenos mamíferos, répteis e evitar a supressão nos períodos reprodutivos, que compreende o período chuvoso. E também será executado, conforme exigências do órgão ambiental, a reposição florestal da vegetação a ser suprimida. Vale ressaltar que na área não foi encontrado flora ameaçada.

		das populações animais que ocorrem na região. Esta importância ecológica se dá em virtude da sua localização, do tamanho e da boa condição de preservação desta área em especial.		
	Fauna	A partir de dados primários e secundários, foram registradas 157 espécies de vertebrados sendo 11 anfíbios, 27 de répteis, 88 de aves e 31 de mamíferos. Estes valores de riqueza de espécies são compatíveis com outros trabalhos realizados no bioma Caatinga e no estado do Rio Grande do Norte. Em relação às espécies ameaçadas de extinção, o quiróptero *Furipterus horrens*, e os felinos *Leopardus tigrinus* e *Herpailurus yagouaroundi* registrados por meio de dados secundários, obtidos por meio de entrevistas e estudos científicos se encontram presentes nas listas de espécies, sendo o *Leopardus tigrinus* enquadrado como uma espécie "Em Perigo – EN" na lista de espécies ameaçadas do MMA, enquanto no banco de dados do CITES ela se encontra classificada como ameaçada de extinção e na lista internacional da IUCN como "Vulnerável – VU", *Herpailurus yagouaroundi* enquadrada na portaria nº 444 do MMA como espécie "Vulnerável – VU" e no banco de dados do CITES como em perigo de extinção, o quiróptero *Furipterus horrens*	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração significativa neste fator ambiental, um vez que a área encontra-se bastante antropizada e com pouca diversidade de espécies .	Analisando as características de instalação e operacionais do projeto em análise, bem como a área de intervenção, é identificado que haverá pouca perda de habitat, tendo em vista o alto grau de alteração da área. A intervenção na área será controlada a partir de medidas mitigadoras com objetivos de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente durante a implantação do empreendimento fotovoltaico, como o resgate da fauna.

		aparece como "VU" vulnerável na portaria nº 444 do MMA. Além disso, o *Cerdocyon thous* amplamente registrado em campo ao longo das áreas de influência do empreendimento (ADA, AID e AII) se encontra classificada no banco de dados do CITES como em perigo de extinção.		
	Unidades de Conservação	Não há unidades de conservação nas áreas de influência do empreendimento em análise e nos municípios onde o empreendimento esta inserido. Quanto as UCs, uma delas encontra-se a uma distancia de cerca de 84 km do empreendimento fotovoltaico ; e a outra, distante aproximadamente de 65 km.	Sem a implantação do empreendimento não há quaisquer tipo de impacto na UC e sua zona de amortecimento	Caso o emprendimento venha a ser instalado, entnde-se que não acarretará imapctos ambientais em UC e fauna associada (mais próxima) e sua zona de amortecimento, devido ao fato do empreendimento está localiado no mínimo a 65km de distância e não está inserido em sua zona de amortecimento.

SOCIOECONÔMICO	**Demografia e indicadores populacionais**	Nos municípiso de Caraúbas e Upanema/RN, a população dos municípios aumentou entre os anos de 2000 e 2010, que pode estar atrelado ao crescimento natural das famílias, e a geração de empregos que fixam a população, sem que elas precisem migrar em busca de melhores condições de vida. A análise da pirâmide etária de Caraúbas/RN e Upanema/RN, demonstra que, no ano de 2010 houve uma diminuição da base e um aumento no meio da pirâmide, ou seja, houve uma queda na natalidade e um aumento no número de jovens e na população economicamente ativa, seguindo assim a tendência nacional, pois a natalidade encontra-se diminuindo e a expectativa de vida aumentando, em virtude da melhoria na qualidade de vida dos brasileiros.	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração significativa neste fator socioambienta.	Tendo em vista as características de instalação e operação do projeto em análise não são esperadas alterações significativas para esse fator. Considera-se que para instalação e operação não se faz necessário o emprego de mão de obra massiva e nem tão pouco a migração de grandes contingentes. Vale ressaltar nesse tópico que as alterações para este especificamente deverão ocorrer, principalmente, devido à geração de impostos recorrentes a instalação e operação do empreendimento.
	Atividades Produtivas	Ao avaliar os três setores (primário, secundário e terciário) verifica-se que o primário e terciário tem sua importância significativa para o desenvolvimento econômico dos municípios, região e Estado. Com a implantação do empreendimento em questão nestes espaços só tende a melhorar ao desenvolvimento dos três setores citados, devido o advento da demanda de mão-de-obra e fomento nos comércios e serviços.	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração significativa neste fator socioambienta.	O empreendimento interferirá na estrutura produtiva já existente no município, uma vez que na área onde sofrerá a intervenção há cultivo de produtos agropecuários, como capim para bovinos.
	Uso e Ocupação do Solo	Na AID do empreendimento, o abastecimento de água é através de poços ou cisternas e o tipo de esgotamento sanitário existente é por fossas rudimentares ou valas. No que diz respeito ao uso e ocupação do solo, nas áreas de influência do empreendimento, a vegetação predominante é a caatinga com estágios de mata preservada e mata em processo de regeneração. Todas as residências presentes na ADA e AID do empreendimento são de alvenarias e possuem energia elétrica. Não existem comunidades tradicionais na AID do empreendimento.	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração significativa neste fator socioambiental.	A área de intervenção não se configura como de grande importância para quaisquer atividades produtivas do município. É importante destacar também que o empreendimento interferirá no uso e ocupação já existente na ADA.

	Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico. Comunidades Quilombolas e Indígenas	No que concerne a **patrimônio arqueológico**, ao realizar levantamento no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA) do Instituto de Pesquisa Histórica e Arqueológica Nacional (IPHAN) de 2021, visualizou-se que na área do empreendimento não ocorrem sítios arqueológicos, sendo o mais próximo localizado a cerca de 9Km ao sul da ADA chamado Fazenda Belém, o mesmo, foi registrado no sistema na data de 10/05/2019, e se encaixa na natureza de "bem arqueológico". E no que tange ao patrimônio espeleológico a cavidades naturais no entorno do empreendimento, segundo o banco de dados do CECAV/ICMBio (2021), não existem cavidades nas AID e AII do empreendimento, estando a cavidade mais próxima distante cerca de 13 Km ao noroeste da ADA a cavidade Abrigo da Ponte, no município de Caraúbas/RN.. É importante enfatizar, que na ADA, AID e AII do empreendimento não existem comunidades quilombolas. No que tange a presença de índios nos municípios analisados, não há a presença destes, apenas pessoas que se consideram descendentes de índios ao informar raça ao censo do IBGE no ano 2000 e 2010.	As condições futuras sem a implantação do empreendimento em análise dependerão dos usos alternativos que possam vir a se instalar na área. Caso ocorra continuação das atividades já existentes, a perspectiva é que não haja alteração significativa neste fator socioambiental.	Tendo em vista a distância da área de interesse dos patrimônios históricos, cultura e arqueológicos já identificados, a perspectiva é que não haja alteração nesse fator ambiental. Ressaltando também que nas áreas de influência não há comunidades quilombolas e indígenas as quais possam ser afetadas.

8. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A avaliação e identificação de impacto ambiental de um determinado empreendimento deve ser conduzida utilizando métodos e técnicas de gestão ambiental, testadas e reconhecidas que tenham o objetivo de identificar, prever e interpretar as possíveis alterações provenientes da intervenção daquela atividade sobre o meio ambiente, sempre buscando considerar as três fases (planejamento, implantação e operação).

A definição técnica-jurídica de impacto ambiental está descrita no Art. 1º da Resolução CONAMA Nº 001/86, que dispõe:

> *"Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades locais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;(V) a qualidade dos recursos ambientais".*

Ainda nessa mesma Resolução, em seu Inciso II do Art. 6º, temos que uma das atividades técnicas necessárias em uma 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 (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais."*

É interessante fazer uma ressalva com relação aos impactos de natureza cumulativa e sinérgica, haja vista a citação destes na Resolução CONAMA supracitada. SADLER (1996) define "efeitos cumulativos" como sendo o resultado líquido de impactos ambientais de diversos projetos e atividades. Já o autor COOPER, L. (2004) declara que a 'soma' destes impactos individuais podem se dar de três formas diferentes, referindo-se aos níveis plano/programa/projeto, fazendo uma abordagem dos 'efeitos cumulativos' dentro da concepção da Avaliação Ambiental Estratégica – AAE.

De acordo com SANCHÉZ (2008), em sua concepção tradicional, a AIA não considera impactos insignificantes ou ações que individualmente tenham baixo potencial de causar impactos, por serem tratados por outros instrumentos de gestão ambiental. Contudo, destaca ainda o autor, em projetos para os quais é exigido o EIA/RIMA, a consideração dos impactos cumulativos pode ser fator determinante na tomada de decisão.

Além da CONAMA Nº 001/86, alguns outros documentos legais fazem referência à consideração dos impactos cumulativos; contudo, sem dar diretrizes para sua abordagem ou procedimentos para a realização da Avaliação de Impactos Cumulativos. Tratam-se apenas de menções isoladas e simplistas sobre este tipo de impacto, que como já apresentado, possui fundamentação conceitual complexa que vai muito além da consideração da soma de impactos individuais (OLIVEIRA, 2008).

No sistema brasileiro da AIA, o responsável pela preparação dos estudos é o proponente da ação (ao contrário de países como Estados Unidos e Canadá, onde as agências ambientais são responsáveis pela elaboração dos estudos), fato que pode dificultar a inclusão dos impactos cumulativos no estudo. Isto ocorre pois muitas informações são inacessíveis, tais como as relacionadas a outros projetos presentes ou futuros (SANCHÉZ, 2008).

Entretanto, mesmo considerando que a região onde se insere o referido projeto não dispõe de projetos energia fotovoltaica em seu entorno, pelo menos de conhecimento neste momento, foram incluídos os impactos cumulativos nesta Avaliação de Impacto Ambiental.

Por fim, outro fator determinante para inclusão dos impactos cumulativos no presente estudo foi a exigência do próprio Órgão Estadual em seu Termo de Referência padrão para o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

8.1. Metodologia

A compreensão dos processos inerentes à atividade desenvolvida, seja na fase de planejamento, instalação ou operação, bem como do meio em que se insere esta atividade, possibilitou o levantamento dos impactos ambientais e posterior classificação de acordo com os parâmetros descritos na legislação e bibliografia especializada.

Buscando uma visão ampla das interações ocasionadas pelo Complexo Fotovoltaico Caraúbas para com o meio, este capítulo se fundamentou nos processos ambientais (físico, biótico e antrópico) atuantes na área e nas alterações tecnológicas impostas pela instalação da atividade de geração de energia proveniente de fonte solar fotovoltaica.

Os impactos ambientais foram analisados visando conhecer a relação “causa v efeito”, utilizando a determinação de parâmetros que caracterizem cada impacto, de forma que, quando possível, possamos identificar também medidas mitigadoras para os efeitos adversos e potencializadoras para os efeitos benéficos.

Para efeito de análise, a Avaliação de Impacto Ambiental – AIA contida neste trabalho inicialmente utilizou-se do método checklist do tipo descritiva, que visa identificar os aspectos associados a todos os elementos ambientais e os respectivos impactos, possibilitando uma visão holística da relação “causa x efeito” das atividades sobre o sistema ambiental que as comportará.

De acordo com SUREHMA/GTZ (1992) e RODRIGUES (1998), existem cinco tipos de listas de controle citadas na bibliografia, a saber: simples, descritivas, escalares, questionários e multiatributivas. Conforme mencionado acima, o tipo de checklist escolhido foi o descritivo. A principal diferença entre a listagem descritiva e a simples é que, além de listar os possíveis impactos, ela classifica os impactos de acordo com sua natureza (positivo ou negativo) e relaciona com os meios afetados (físico, biótico e antrópico).

Após a listagem inicial dos impactos, utilizou-se do método Ad Hoc de avaliação dos impactos, por meio de reuniões com os integrantes da equipe envolvida na elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA, cujos conhecimentos teóricos e práticos acerca da área de estudo permitiram definir parâmetros capazes de estimar e qualificar os possíveis impactos causados pela operação deste empreendimento.

Os critérios utilizados para a análise efetiva dos impactos ambientais estão descritos no tabela 1, sendo a conceituação baseada na proposta de SANCHEZ (2008) e na discussão técnica entre a equipe responsável pelo relatório de controle ambiental, atendendo assim o que dispõe no Termo de Referência padrão do IDEMA.

Tabela 41 - Critérios de classificação dos Impactos Ambientais

NATUREZA	
Positivo (POS), quando a alteração se constituir em um ganho para a qualidade ambiental.	Negativo (NEG) quando gera danos ao meio ambiente.
ESCALA	
Local (LOC), quando os efeitos ocorrem apenas nas imediações da ação associada. Adotou-se a ADA e AID como local.	Regional (REG) se os efeitos se propagarem por áreas geográficas mais abrangentes. Adotou-se a AII como regional.

INCIDÊNCIA	
Direta (DIR), quando decorre diretamente de uma ação desenvolvida durante a atividade.	Indireta (IND), ocorrida a partir de uma ação que não esteja relacionada com a ação propriamente dita.
REVERSIBILIDADE	
Reversível (REV) quando as condições ambientais podem retornar ao estado de equilíbrio	Irreversível (IRR), quando os efeitos sobre o ambiente permanecem mesmo tendo sido finalizado a ocorrência do impacto.

DURAÇÃO		
Permanentes (PER), os efeitos permanecem mesmo cessando a ação impactante.	Temporários (TEM), os efeitos desaparecem após o término da ação causadora do impacto.	Cíclicos (CIC) os efeitos da alteração ambiental podem ser intermitentes.
TEMPORALIDADE		
Imediato (IM), se ele se manifesta imediatamente após a sua causa.	Médio Prazo (MP) se é necessário algum tempo para que ele se manifeste.	Longo Prazo (LP) se é necessário um tempo maior para que ele se manifeste.
SIGNIFICÂNCIA		
A definição da ***significância*** deu-se a partir do somatório da: escala, incidência, reversibilidade, duração e temporalidade.		
Os impactos podem ser classificados como significativos (SIG) quando a associação dos critérios for alta.	Moderado (MOD) se a avaliação tiver um caráter de média significância.	Desprezível (DESP), impacto associado não apresentar consequências significativas no meio ambiente.
MAGNITUDE		
Já a ***magnitude*** é a relação entre a significância e a duração dos impactos ambientais.		
A magnitude é considerada baixa (BAI) quando o impacto é temporário e não significativo.	Média (MED) quando os impactos são temporários, mas significativos.	Alta (ALT) quando os impactos são significativos, cíclicos ou permanentes.

Fonte: Adaptado de SANCHEZ (2008).

A partir da metodologia de ponderação de atributos proposta por BLOCK (1999) e baseado no conhecimento técnico-científico da equipe técnica, foi realizada a pontuação de cada critério utilizado para classificação dos impactos ambientais. De acordo com SANCHEZ (2008), ponderar atributos é arbitrar entre diferentes alternativas de dar pesos a cada um dos

atributos selecionados e, em seguida, combiná-los segundo uma função matemática predeterminada. No caso desta ponderação de atributos, optou-se por realizar a soma de cada valor.

Ainda conforme SANCHEZ (2008), após a aplicação do método de ponderação de atributos, é conveniente estabelecer uma escala para interpretação qualitativa da significância, sendo a adotada neste trabalho apresentada na tabela abaixo.

Tabela 42 - Valoração dos atributos de acordo com sua classificação.

CRITÉRIO	CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO
NATUREZA	Positivo (POS)	+
	Negativo (NEG)	-
ESCALA	Local (LOC)	1
	Regional (REG)	5
INCIDÊNCIA	Indireta (IND)	1
	Direta (DIR)	5
REVERSIBILIDADE	Reversibilidade (REV)	1
	Irreversibilidade (IRR)	5
DURAÇÃO	Temporário (TEMP)	1
	Cíclico (CIC)	3
	Permanente (PER)	5
TEMPORALIDADE	Longo Prazo (LP)	1
	Médio Prazo (MP)	3
	Imediato (IME)	5
SIGNIFICÂNCIA	Desprezível (DES)	Somatório até 9.
	Moderado (MOD)	Somatório entre 10 a 17.
	Significativo (SIG)	Somatório a partir de 18.

Fonte: Adaptado de BLOCK (1999).

Por fim, para definição da magnitude de cada impacto ambiental foi utilizada a metodologia de combinação de atributos apresentada em SANCHEZ (2008), que consiste em estabelecer uma correlação entre dois ou mais atributos de forma que resulte em uma terceira classificação. Nesse caso foi utilizada a combinação associada dos critérios de Significância X

Duração. Na tabela 3 é possível visualizar a matriz de correlação entre significância e duração, resultando na magnitude do impacto ambiental correspondente.

Tabela 43 - Correlação entre significância e duração, resultando na magnitude do impacto.

Significância / Duração	Desprezível	Moderado	Significativo
Temporário	M. BAIXA (1)	BAIXA (3)	MÉDIA (5)
Cíclico	BAIXA (3)	MÉDIA (9)	ALTA (15)
Permanente	MÉDIA (5)	ALTA (15)	M. ALTA (25)

Fonte: Adaptado de SANCHEZ (2008)

Finalmente, a matriz de impacto ambiental utilizada neste trabalho baseou-se no modelo de LEOPOLD et al. (1971), sendo adaptada especificamente para o tipo de atividade a ser desenvolvida, buscando demonstrar de maneira objetiva a interação da atividade de instalação de um complexo fotovoltaico para com o meio ambiente que os suportará.

Adaptações da metodologia utilizada por LEOPOLD et al. (1971) são amplamente utilizadas em estudos ambientais no Brasil e no mundo, buscando reduzir a subjetividade da avaliação de impacto e a complexidade encontrada neste tipo de Matriz.

8.2. Previsão, descrição e análise dos impactos ambientais

A disposição dos dados está considerando as etapas de Planejamento, Instalação e Operação do empreendimento, os Meios Físico, Biótico e Antrópico, além de todos os parâmetros descritos e valorados anteriormente. Na tabela 44 foram prognosticados e classificados os impactos para a etapa de planejamento associada aos três meios, correlacionando os atributos pré-estabelecidos. Enquanto as tabelas 45 e 46 apresentam as classificações para as etapas de instalação e operação associada aos três meios afetados.

Tabela 44 - Matriz de Impacto Ambiental para Etapa de Planejamento

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO IMPACTADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE PLANEJAMENTO										
1	Incerteza da população com a chegada do empreendimento	MA	Neg	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
2	Acidentes de trabalho inerentes a atividade de campo	MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
3	Acidentes com fauna principalmente por atropelamento	MB	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
4	Aquisição de serviços especializados para pesquisa	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
5	Uso racional e planejado do terreno com a instalação em áreas apropriadas, de forma a impactar o mínimo necessário para geração de energia renovável	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Mp (3)	Sig	M. ALTA
6	Incremento tecnológico da região para pesquisa e monitoramento de dados solarimétricos	MA	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Irr (5)	Per (5)	Lp (1)	Mod	ALTA
7	Arrecadação de impostos de serviços	MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Cic (3)	Mp (3)	Des	BAIXA
8	Geração de empregos locais para os levantamentos de campo, mateiros, auxiliares de campo, etc.	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
9	Expectativa da população com a chegada do empreendimento	MA	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
10	Caracterização e geração de conhecimento sobre a Geológica	MF	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO IMPACTADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE PLANEJAMENTO										
11	Caracterização e geração de conhecimento sobre a Geomorfológia	MF	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
12	Caracterização e geração de conhecimento sobre o Solo	MF	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
13	Caracterização e geração de conhecimento sobre os recursos hídricos	MF	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
14	Caracterização e geração de conhecimento sobre a Flora	MB	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
15	Caracterização e geração de conhecimento sobre a Fauna	MB	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA

Tabela 45 - Matriz de Impacto Ambiental para Etapa de Implantação.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
Instalação do Canteiro de Obras										

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO			NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO												
16	Poluição/contaminação por resíduos sólidos e líquidos, incluindo RCC			MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
17	Acidentes de trânsito locais por aumento do tráfego de veículos			MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
18	Pressão nos serviços básicos por aumento na circulação de pessoas/trabalhadores			MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
19	Alta de preços de produtos e serviços locais por aumento de demanda			MA	Neg	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
20	Desconforto ambiental por mudança no cotidiano das pessoas com a maior quantidade de pessoas, veículos e maquinário em circulação			MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
21	Acidentes de trânsito regionais por aumento do tráfego de veículos			MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
22	Alteração da paisagem pelo início das obras	MF			Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
23	Alteração na qualidade do ar pelo aumento da circulação de veículos e maquinários emissores de GEE	MF	MB	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
24	Alteração da sonoridade local pelo aumento da circulação de veículos e maquinários emissores de ruídos	MF	MB	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
25	Acidentes durante o afugentamento da fauna pela instalação do canteiro de obras		MB		Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
26	Perda da cobertura vegetal pela instalação do canteiro de obras	MB	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
27	Surgimento/agravamento de processos erosivos pela impermeabilização, mesmo que localizada no canteiro de obras	MF	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Cic (3)	Mp (3)	Mod	MÉDIA
28	Poluição/contaminação do solo por vazamento de óleo/graxas de veículos e maquinários ou por efluente sanitário ou outras substâncias (usina de concreto, ex.)	MF	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
29	Poluição/contaminação hídrica por vazamento de óleo/graxas de veículos e maquinários ou por efluente sanitário ou outras substâncias (usina de concreto, ex.)	MF	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
30	Acidentes de trabalho por início da obra	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
31	Dinamismo na economia local por início da obra e consequentemente maior demanda	MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Des	M. BAIXA
Instalação do Canteiro de Obras										
32	Contratação de mão-de-obra local para início de obra	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
33	Crescimento do setor de serviços devido ao início da obra e consequentemente maior demanda	MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Cic (3)	Ime (5)	Mod	MÉDIA
34	Aumento da arrecadação de impostos de serviços deixados pelas empresas não locais e locais	MA	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Cic (3)	Mp (3)	Mod	MÉDIA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO			NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO												
35	Crescimento do comércio devido ao início da obra e consequentemente maior demanda			MA	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
Terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de base para colocação dos módulos fotovoltaicos												
36	Perda da cobertura vegetal com alterações nos habitats por terraplenagem e supressão vegetal na extensão das vias de acesso		MB		Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
37	Alterações geomorfológicas por terraplenagem (corte e aterro)	MF			Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
38	Surgimento/agravamento de processos erosivos com a movimentação de terra (corte e aterro) por terraplenagem e supressão vegetal	MF			Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Cic (3)	Mp (3)	Mod	MÉDIA
39	Degradação da paisagem por terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso	MF			Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
40	Alteração na qualidade do ar por circulação de veículos e maquinários devido a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso	MF		MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
41	Alteração da sonoridade por circulação de veículos e maquinários devido a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso	MF	MB	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
42	Poluição/contaminação por geração de resíduos sólidos e líquidos, incluindo RCC			MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
43	Acidentes por afugentamento da fauna devido a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso		MB		Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
Terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de base para colocação dos módulos fotovoltaicos												

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO			NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO												
44	Poluição/contaminação do solo por vazamento de substâncias como óleos/graxas	MF			Neg	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
45	Poluição/contaminação hídrica por vazamento de substâncias como óleos/graxas durante a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de base dos módulos fotovoltaicos	MF			Neg	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
46	Aumento da suscetibilidade ao processo de desertificação	MF	MB	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Lp (1)	Mod	ALTA
47	Alteração no regime de escoamento das águas superficiais devido a supressão vegetal e terraplenagem para construção das vias de acesso e área de base dos módulos fotovoltaicos	MF			Neg	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Mod	M. ALTA
48	Risco de degradação do patrimônio espeleológico local	MF			Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
49	Acidentes com a fauna (terrestre ou avifauna) durante a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de bases dos módulos fotovoltaicos		MB		Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
50	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs durante a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso, principalmente em decorrência dos maquinários e da movimentação de terra			MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
51	Risco de assoreamento do corpo d'água intermitente devido a terraplenagem e construção das vias de acesso	MF			Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
52	Risco de intervenções em corpo hídrico efêmero	MF			Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
53	Aquisição de serviços especializados durante a atividade de terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
54	Dinamismo na economia local durante terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Des	M. BAIXA
55	Geração de empregos durante a terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso, mesmo que para atividades de apoio a ação principal (terraplenagem/supressão)	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
56	Dinamismo na economia regional durante terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso, principalmente com a contratação de empresas especializadas para execução	MA	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
57	Crescimento do comércio devido ao início da obra e consequentemente maior demanda	MA	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
58	Aumento da arrecadação de impostos de serviços deixados pelas empresas não locais e locais	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
59	Acidentes de trabalho inerentes a atividade de campo	MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
60	Crescimento do setor de serviços (principalmente hospedagem e alimentação) devido ao início da obra e consequentemente maior demanda	MA	Pos	Reg (5)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
Edificações Civis para administração										

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
61	Poluição/contaminação por geração de resíduos de construção civil, sólidos e líquidos	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
62	Poluição/contaminação do solo por vazamento de óleos, graxas, efluentes sanitários e águas produzidas durante a implantação das edificações civis de administração do empreendimento	MF	Neg	Loc (1)	Ind (1)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
63	Poluição/contaminação hídrica por vazamento de óleos, graxas, efluentes sanitários e águas produzidas durante a implantação das edificações civis de administração do empreendimento	MF	Neg	Loc (1)	Ind (1)	Irr (5)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
64	Alteração da permeabilidade do solo devido a construção das edificações civis de administração do empreendimento	MF	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Mp (3)	Sig	M. ALTA
65	Acidentes com a fauna (terrestre ou avifauna) durante a construção das edificações civis de administração do empreendimento	MB	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
66	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs durante a construção das edificações necessárias a instalação da obra	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
67	Aquisição de serviços especializados durante a construção das edificações necessárias a implantação da obra, visando a padronização das instalações	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
68	Dinamismo na economia local durante a construção das edificações civis (adm, escritórios), principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Des	M. BAIXA
69	Maior circulação de moeda no mercado local durante a construção das edificações civis devido ao incremento de moradores na região	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
70	Maior arrecadação tributária diversa com a maior circulação de moeda local, muito em função do incremento de moradores temporários durante a execução da obra	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
71	Incremento na demanda de empregos diretos na região	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
72	Incremento na demanda de empregos diretos e indiretos locais	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
Construção da Subestação										
73	Acidentes de trabalho inerente a atividade, que podem ou não acontecer	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Cic (3)	Ime (5)	Sig	ALTA
74	Acidentes com a fauna local durante a construção da subestação	MB	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
75	Alteração da permeabilidade do solo devido a mudança de padrão de cobertura do solo com a construção da Subestação	MF	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
76	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs durante a construção das edificações necessárias a instalação da obra	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Cic (3)	Ime (5)	Mod	MÉDIA
77	Alteração da sonoridade por circulação de veículos e maquinários durante a construção da subestação	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Cic (3)	Ime (5)	Mod	MÉDIA
78	Desconforto ambiental por mudança no cotidiano das pessoas com a maior quantidade de pessoas, veículos e maquinário em circulação	MA	Neg	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Des	M. BAIXA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
79	Maior arrecadação tributária diversa com a maior circulação de moeda local, muito em função do incremento de moradores temporários durante a execução da obra	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
80	Aquisição de serviços especializados durante a construção das edificações necessárias a implantação da obra, visando a padronização das instalações	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
81	Dinamismo na economia local e regional durante a construção da subestação, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Des	M. BAIXA
82	Maior circulação de moeda no mercado local durante a construção das edificações civis devido ao incremento de moradores na região	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
83	Incremento na demanda de empregos regional	MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
Montagem das estruturas de base e colocação dos módulos fotovoltaicos										
84	Alteração da paisagem que, apesar de subjetiva, causam a montagem das estruturas de suporte e os painéis fotovoltaicos	MF	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
85	Alteração da sonoridade com a circulação de maquinários para montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Cic (3)	Ime (5)	Mod	MÉDIA
86	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs durante a construção das edificações necessárias a instalação das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos	MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Cic (3)	Ime (5)	Mod	MÉDIA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO		NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO											
87	Acidentes com fauna durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos	MB		Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Mp (3)	Sig	M. ALTA
88	Acidentes de trabalho inerente a atividade, que podem ou não acontecer		MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Cic (3)	Ime (5)	Sig	ALTA
89	Incremento na demanda de empregos, principalmente na esfera regional devido a especialidade da atividade		MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
90	Dinamismo na economia local e regional durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários		MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Des	M. BAIXA
91	Aquisição de serviços especializados durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos, visando a padronização das instalações		MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
92	Maior circulação de moeda no mercado local durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos devido ao incremento de moradores na região		MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
Cabeamento Elétrico											
93	Acidentes de trabalho inerente a atividade, que podem ou não acontecer		MA	Neg	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Cic (3)	Ime (5)	Sig	ALTA
94	Aquisição de serviços especializados durante o cabeamento elétrico, visando a padronização das instalações		MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Mod	BAIXA
95	Dinamismo na economia local durante a construção da subestação, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários		MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Temp (1)	Ime (5)	Des	M. BAIXA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MEIO AFETADO	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE IMPLANTAÇÃO										
96	Maior circulação de moeda no mercado local durante o cabeamento elétrico devido ao incremento de moradores na região	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Temp (1)	Mp (3)	Mod	BAIXA
Desmobilização e Limpeza geral da obra										
97	Decréscimo na oferta de emprego/renda devido a diminuição da quantidade de trabalhadores durante a desmobilização e limpeza geral da obra	MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Mp (3)	Sig	M. ALTA
98	Minimização dos efeitos negativos sobre a qualidade dos solos e água, caso tenham se concretizado os impactos	MF	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA
99	Redução dos níveis emissão de ruídos devido a menor circulação de veículos e maquinários pesados	MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA
100	Estabilização da qualidade ambiental com a desmobilização e limpeza geral da obra, que passa a cessar pressões nos sistemas ambientais	MF	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA
101	Redução dos impactos negativos na qualidade do ar uma vez que há menor circulação de equipamentos e veículos emissores de GEEs, poeiras e particulados	MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA

Tabela 46 - Matriz de Impacto Ambiental para Etapa de Operação.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MF	MB	MA	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE OPERAÇÃO Operação e manutenção da Central Fotovoltaica												
102	Redução na dinâmica econômica devido ao fechamento dos postos de trabalho da implantação			MA	Neg	Loc (1)	Ind (1)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA
103	Redução na geração de empregos devido à atividade não demandar grande número de funcionários na etapa de operação			MA	Neg	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
104	Arrecadação de impostos com a venda da energia, mesmo que não localmente			MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
105	Incremento na oferta de energia do país devido ao sistema interligado nacional, contribuindo para um sistema mais seguro			MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
106	Aproveitamento de fonte enérgica renovável solar fotovoltaica, contribuindo de forma direta para reduzir a emissão de GEEs			MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
107	Preservação dos corpos hídricos efêmeros presente na propriedadea, essenciais para a manutenção do padrão de drenagem e também para a qualidade ambiental da área			MA	Pos	Loc (1)	Ind (1)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA
108	Pesquisa e monitoramento nas diversas áreas do estudo ambiental, gerando conhecimento	MF	MB		Pos	Reg (5)	Dir (5)	Rev (1)	Cic (3)	Ime (5)	Mod	MÉDIA
109	Incremento tecnológico na região com a instalação da usina fotovoltaica, gerando conhecimento e também transformando a região em referência no tema			MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MF	MB	MA	NATUREZA	ESCALA	INCIDÊNCIA	REVERSIBILIDADE	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	SIGNIFICÂNCIA	MAGNITUDE
ETAPA DE OPERAÇÃO Operação e manutenção da Central Fotovoltaica												
110	Redução da circulação de veículos e maquinário pesado, tornando o risco de acidentes de trânsito menor			MA	Pos	Loc (1)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
111	Redução da emissão de particulados e gases efeito estufa devido término das obras e da diminuição de fontes emissoras	MF		MA	Pos	Reg (5)	Dir (5)	Irr (5)	Per (5)	Ime (5)	Sig	M. ALTA
112	Redução da poluição hídrica a quase zero, uma vez que a atividade não se utiliza de substâncias contaminantes ou poluentes	MF			Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA
113	Redução da poluição do solo uma vez que a atividade utiliza volume mínimo de substâncias contaminantes/poluentes e em estruturas devidamente preparadas para vazamento (subestação, transformadores, todos em superfície impermeabilizada e com calhas de contenção)	MF			Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA
114	Diminuição de acidentes (atropelamento, caça, etc.) com a fauna da região devido término das obras		MB		Pos	Loc (1)	Dir (5)	Rev (1)	Per (5)	Ime (5)	Mod	ALTA

8.3. Síntese dos impactos ambientais

A análise das planilhas apresentadas nas tabelas 44, 45 e 46, relativas à avaliação dos impactos ambientais, revela que o Complexo Fotovoltaico deverá provocar 15 impactos ambientais na etapa de planejamento, 86 na fase de implantação e 13 quando em operação. Do total de 114 impactos identificados e avaliados, 57 foram avaliados como BENÉFICOS ou POSITIVOS e 57 como ADVERSOS ou NEGATIVOS.

Por se tratar de uma etapa de estudos e pesquisas, a etapa de planejamento do Complexo Fotovoltaico resultou em 12 impactos POSITIVOS e 03 impactos NEGATIVOS, sendo 04 sobre o Meio Físico, 03 no Meio Biótico e 08 no Meio Antrópico.

Durante a fase de implantação foram prognosticados 86 impactos (34 de NATUREZA POSITIVA e 52 de NATUREZA NEGATIVA), sendo 25 com efeitos sobre o meio físico (02 POSITIVOS e 23 NEGATIVOS), 12 com efeitos sobre o meio biótico (sendo todos NEGATIVOS), e 58 sobre o meio antrópico (32 POSITIVOS E 26 NEGATIVOS).

Na operação da Complexo Fotovoltaico Caraúbas, são previstos 13 impactos ambientais (11 de NATUREZA BENÉFICA e 02 de NATUREZA ADVERSA), sendo 04 efeitos POSITIVOS sobre os componentes do meio físico, 02 com efeitos sobre o meio biótico (02 POSITIVOS), e 09 sobre o meio antrópico (07 POSITIVOS e 02 NEGATIVOS). Destaca-se que alguns impactos incidem sobre mais de um meio.

A avaliação dos impactos ambientais apresentada a seguir foi realizada considerando as etapas de planejamento, implantação e operação, correlacionando-as com os meios físico, biológico e antrópico, conforme preconiza o Termo de Referência padrão para a atividade fotovoltaica, e está compilada na Tabela 47.

Analisando os impactos ambientais sob o enfoque do atributo ESCALA, estes se distribuem em 75 (31 POSITIVOS e 44 NEGATIVOS) na escala LOCAL e 39 (26 POSITIVOS e 13 NEGATIVOS) na escala REGIONAL, este último com efeitos nas áreas de influência indireta definidas anteriormente para os três meios.

Quanto ao atributo INCIDÊNCIA, 87 (38 POSITIVOS e 49 NEGATIVOS) são DIRETOS e 27 (19 POSITIVOS e 8 NEGATIVOS) são INDIRETOS.

No atributo REVERSIBILIDADE, 35 (15 POSITIVOS e 20 NEGATIVOS) são IRREVERSÍVEIS e 79 (42 POSITIVOS e 37 NEGATIVOS) são REVERSÍVEIS.

No que concerne ao atributo DURAÇÃO, 69 (36 POSITIVOS e 33 NEGATIVOS) foram prognosticados como TEMPORÁRIOS, 13 (4 POSITIVOS e 9 NEGATIVOS) como CÍCLICOS e 32 (17 POSITIVOS e 15 NEGATIVOS) como PERMANENTES.

Com relação ao atributo TEMPORALIDADE, 2 impactos foram prognosticados como de LONGO PRAZO e POSITIVO, 28 (17 POSITIVOS e 11 NEGATIVOS) são de MÉDIO PRAZO e 84 (39 POSITIVOS e 45 NEGATIVOS) são IMEDIATOS.

Já com relação ao atributo SIGNIFICÂNCIA, 6 (5 POSITIVOS e 01 NEGATIVO) foram classificados como DESPREZÍVEL, 84 (45 POSITIVOS e 39 NEGATIVOS) como MODERADO e 24 (7 POSITIVOS e 17 NEGATIVOS) como SIGNIFICATIVO.

O atributo MAGNITUDE demonstrou um total de 69 (36 POSITIVOS e 33 NEGATIVOS) impactos de BAIXA MAGNITUDE, 10 (4 POSITIVOS e 6 NEGATIVOS) de MÉDIA MAGNITUDE e 35 (17 POSITIVOS e 18 NEGATIVOS) como de ALTA MAGNITUDE.

Quando analisado os impactos ambientais relacionando-os com cada meio, verifica-se 33 (10 POSITIVOS e 23 NEGATIVOS) estão concentrados no Meio Físico, 17 (4 POSITIVOS e 13 NEGATIVOS) distribuem-se no Meio Biótico e 75 (45 POSITIVOS e 30 NEGATIVOS) se apresentam no Meio Antrópico, evidenciando o benefício trazido pelo empreendimento ao meio socioeconômico da região. Ressalta-se que alguns impactos ambientais afetam mais de um meio, podendo inclusive incidir nos três (físico, biótico e antrópico), justificando assim o número de impactos maior do que o total.

Analisando os dados é possível identificar que os impactos de cunho negativo se concentram na etapa de implantação do empreendimento e são LOCAIS, DIRETOS, REVERSÍVEIS e com duração TEMPORÁRIA, além de estarem em sua maioria classificados como de MODERADA significância e de BAIXA à MÉDIA magnitude.

A Tabela 47 conjuntamente com os gráficos 1 (a) e (b) demonstra o panorama geral dos impactos ambientais para as três etapas do empreendimento em relação aos meios biótico, físico e antrópico.

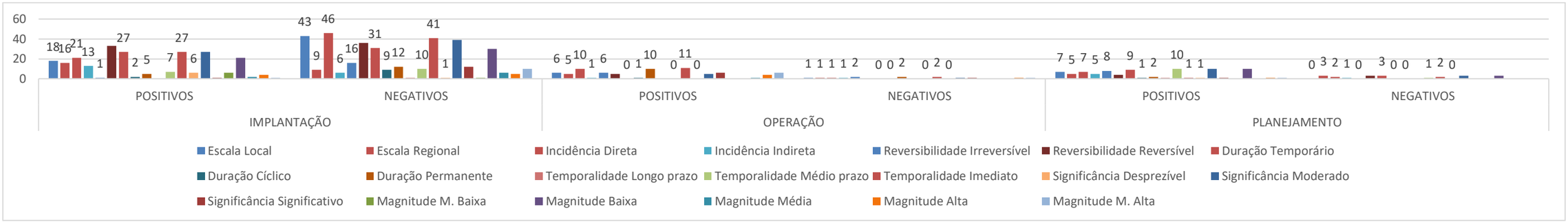
Nos Gráficos 59, 60, 61, 62, 63, 64 e 65 é demonstrada a síntese dos impactos ambientais prognosticados por etapa do empreendimento, considerando os meios físico, biológico e antrópico e correlacionando a cada atributo apresentado.

Tabela 47 - Síntese quantitativa dos impactos ambientais.

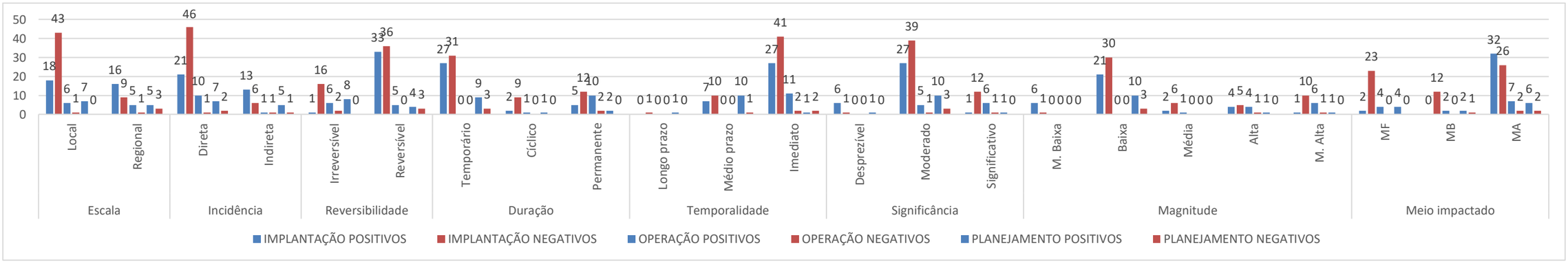
SÍNTESE QUANTITATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS		IMPLANTAÇÃO						OPERAÇÃO						PLANEJAMENTO				TOTAL			
		POSITIVOS	% TOTAL	% ETAPA	NEGATIVOS	% TOTAL	% ETAPA	POSITIVOS	% TOTAL	% ETAPA	NEGATIVOS	% TOTAL	% ETAPA	POSITIVOS	% TOTAL	% ETAPA	NEGATIVOS	POSITIVOS	NEGATIVOS		
Escala	Local	18	15.79%	20.93%	43	37.72%	50.00%	6	5.26%	46.15%	1	0.88%	7.69%	7	6.14%	46.67%	0	31	44	75	114
	Regional	16	14.04%	18.60%	9	7.89%	10.47%	5	4.39%	38.46%	1	0.88%	7.69%	5	4.39%	33.33%	3	26	13	39	114
Incidência	Direta	21	18.42%	24.42%	46	40.35%	53.49%	10	8.77%	76.92%	1	0.88%	7.69%	7	6.14%	46.67%	2	38	49	87	114
	Indireta	13	11.40%	15.12%	6	5.26%	6.98%	1	0.88%	7.69%	1	0.88%	7.69%	5	4.39%	33.33%	1	19	8	27	114
Reversibilidade	Irreversível	1	0.88%	1.16%	16	14.04%	18.60%	6	5.26%	46.15%	2	1.75%	15.38%	8	7.02%	53.33%	0	15	18	33	114
	Reversível	33	28.95%	38.37%	36	31.58%	41.86%	5	4.39%	38.46%	0	0.00%	0.00%	4	3.51%	26.67%	3	42	39	81	114
Duração	Temporário	27	23.68%	31.40%	31	27.19%	36.05%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	9	7.89%	60.00%	3	36	34	70	114
	Cíclico	2	1.75%	2.33%	9	7.89%	10.47%	1	0.88%	7.69%	0	0.00%	0.00%	1	0.88%	6.67%	0	4	9	13	114
	Permanente	5	4.39%	5.81%	12	10.53%	13.95%	10	8.77%	76.92%	2	1.75%	15.38%	2	1.75%	13.33%	0	17	14	31	114
Temporalidade	Longo prazo	0	0.00%	0.00%	1	0.88%	1.16%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	1	0.88%	6.67%	0	1	1	2	114
	Médio prazo	7	6.14%	8.14%	10	8.77%	11.63%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	10	8.77%	66.67%	1	17	11	28	114
	Imediato	27	23.68%	31.40%	41	35.96%	47.67%	11	9.65%	84.62%	2	1.75%	15.38%	1	0.88%	6.67%	2	39	45	84	114
Significância	Desprezível	6	5.26%	6.98%	1	0.88%	1.16%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	1	0.88%	6.67%	0	7	1	8	114
	Moderado	27	23.68%	31.40%	39	34.21%	45.35%	5	4.39%	38.46%	1	0.88%	7.69%	10	8.77%	66.67%	3	42	43	85	114
	Significativo	1	0.88%	1.16%	12	10.53%	13.95%	6	5.26%	46.15%	1	0.88%	7.69%	1	0.88%	6.67%	0	8	13	21	114
Magnitude	M. Baixa	6	5.26%	6.98%	1	0.88%	1.16%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	0	6	1	7	114
	Baixa	21	18.42%	24.42%	30	26.32%	34.88%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	10	11.36%	66.67%	3	31	33	64	114
	Média	2	2.27%	2.33%	6	6.82%	6.98%	1	1.14%	7.69%	0	0.00%	0.00%	0	0.00%	0.00%	0	3	6	9	114
	Alta	4	4.55%	4.65%	5	5.68%	5.81%	4	4.55%	30.77%	1	1.14%	7.69%	1	1.14%	6.67%	0	9	6	15	114
	M. Alta	1	1.14%	1.16%	10	11.36%	11.63%	6	6.82%	46.15%	1	1.14%	7.69%	1	1.14%	6.67%	0	8	11	19	114
Meio impactado	MF	2	2.27%	2.33%	23	26.14%	26.74%	4	3.20%	30.77%	0	0.00%	0.00%	4	3.20%	26.67%	0	10	23	33	125
	MB	0	0.00%	0.00%	12	9.60%	13.95%	2	1.60%	15.38%	0	0.00%	0.00%	2	1.60%	13.33%	1	4	13	17	125
	MA	32	25.60%	37.21%	26	20.80%	30.23%	7	5.60%	53.85%	2	1.60%	15.38%	6	4.80%	40.00%	2	45	30	75	125

Gráfico 59 - Panorama geral dos impactos ambientais para as etapas de planejamento, implantação e operação em relação a todos os atributos. (a) por etapa do empreendimento. (b) por critério de impacto

(a)



(b)



Fonte: CSA, junho de 2021.

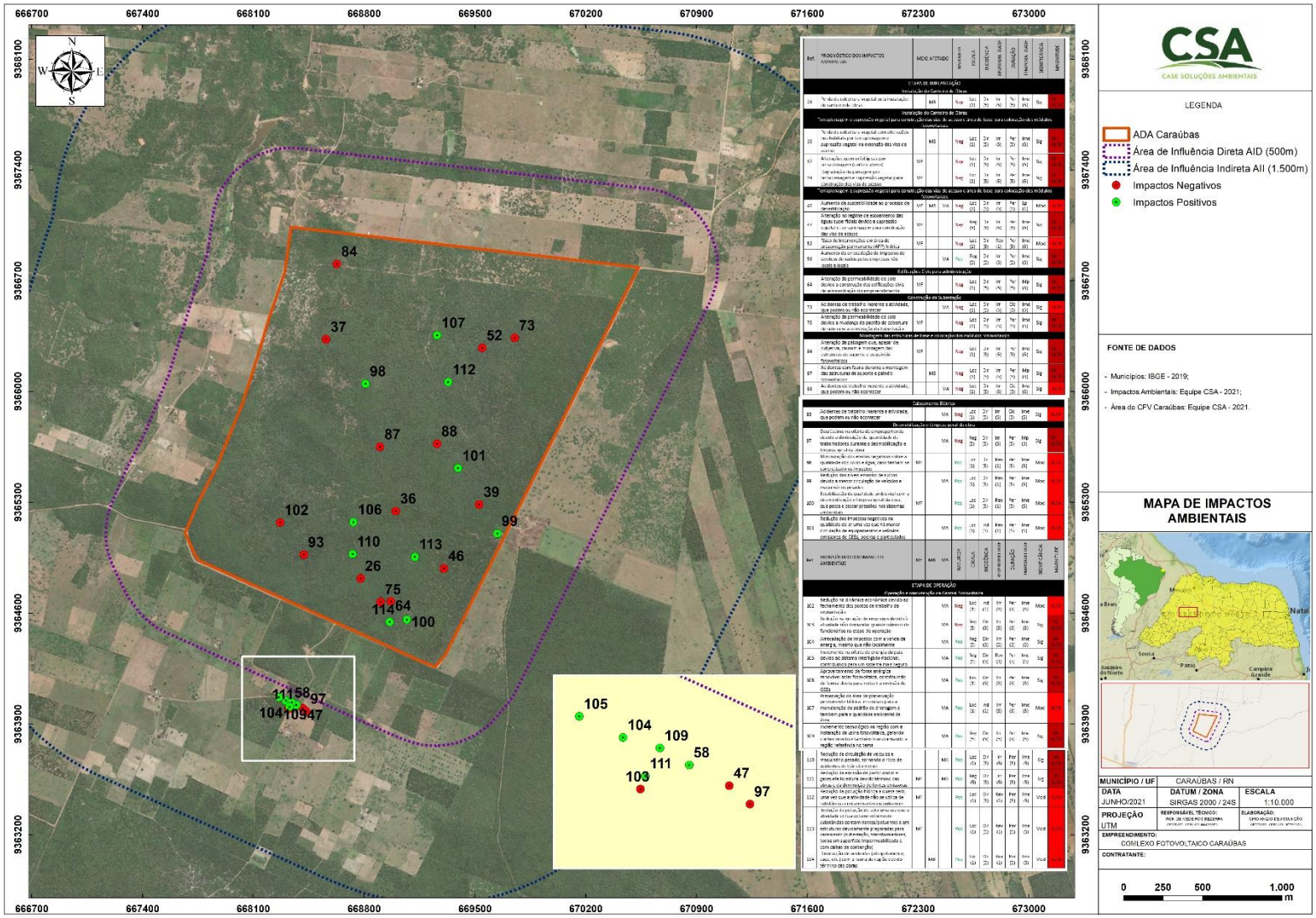


Figura 94 – Mapa dos impactos ambientais de alta magnitude.
Fonte: CSA, junho de 2021.

8.4. Descrição dos impactos ambientais

A descrição das alterações ambientais inerentes as etapas de Planejamento, Implantação e Operação do CFV estão apresentadas a seguir, considerando a sequência de ações utilizadas na matriz de impacto.

✓ ETAPA DE PLANEJAMENTO

- Estudos e Projetos

Os principais estudos realizados na área foram o Estudo de Impacto Ambiental, o Levantamento Topográfico e o Projeto Básico do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.

O Estudo de Impacto Ambiental é uma ferramenta de planejamento construída a partir de parâmetros coletados em campo e na bibliografia especializada, objetivando o uso racional e planejado do solo com vistas a manutenção da qualidade ambiental, sempre em consonância com as normas e legislações específicas. O levantamento topográfico, eventualmente, necessitou de abertura de picadas para acessos dos profissionais e equipamentos, ação de impacto irrelevante considerando a quantidade de vegetação alterada. Já o projeto básico pautou-se no estudo da topografia e das condições ambientais apontadas no estudo ambiental, em conjunto com as informações solarimétricas da área, para apontar o melhor layout do parque.

Na fase de estudos e projetos foram contratados serviços técnicos especializados, além de pessoal (mateiros, locação de veículos) das comunidades circunvizinhas do empreendimento, gerando emprego e renda, ou seja, dinamizando a economia local.

Do total de alterações previstas para o Complexo Fotovoltaico Caraúbas, foram previstos 15 impactos ambientais nesta etapa, o que representa 13,15% do total de impactos (114), sendo 12 de natureza POSITIVA e 03 de natureza NEGATIVA (gráfico 2). Durante a etapa de planejamento não ocorrem intervenções relevantes na área do empreendimento, pois as incursões de campo são apenas para levantamento de dados e mapeamento. Os gráficos 60 e 61 apresentam uma síntese dos impactos prognosticados por atributo para etapa de planejamento, sendo a maioria LOCAL, DIRETA, IRREVERSÍVEL,

TEMPORÁRIO, DE MÉDIO PRAZO, DE MODERADA SIGNIFICÂNCIA, BAIXA MAGNITUDE e afetando principalmente o meio ANTRÓPICO.

Gráfico 60 - Síntese dos impactos positivos e negativos para a etapa de planejamento.

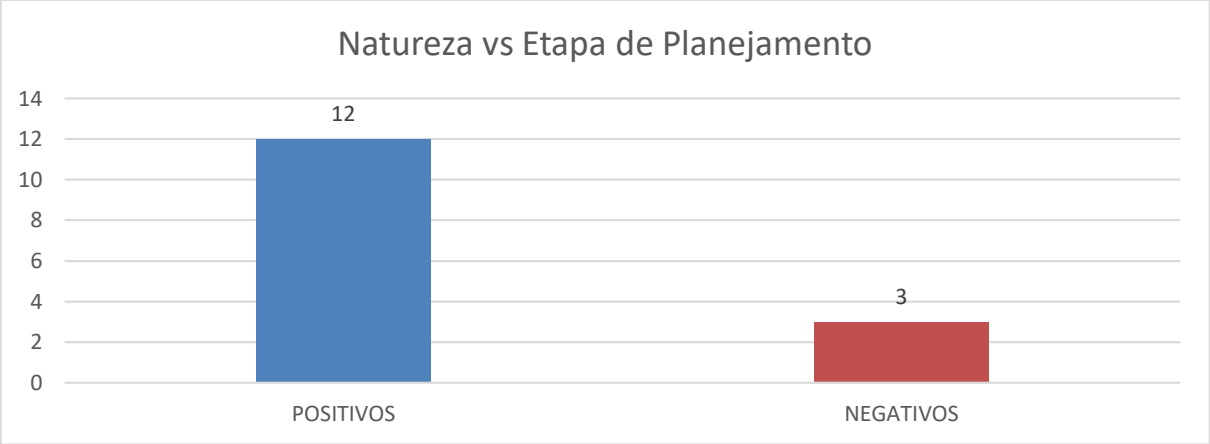
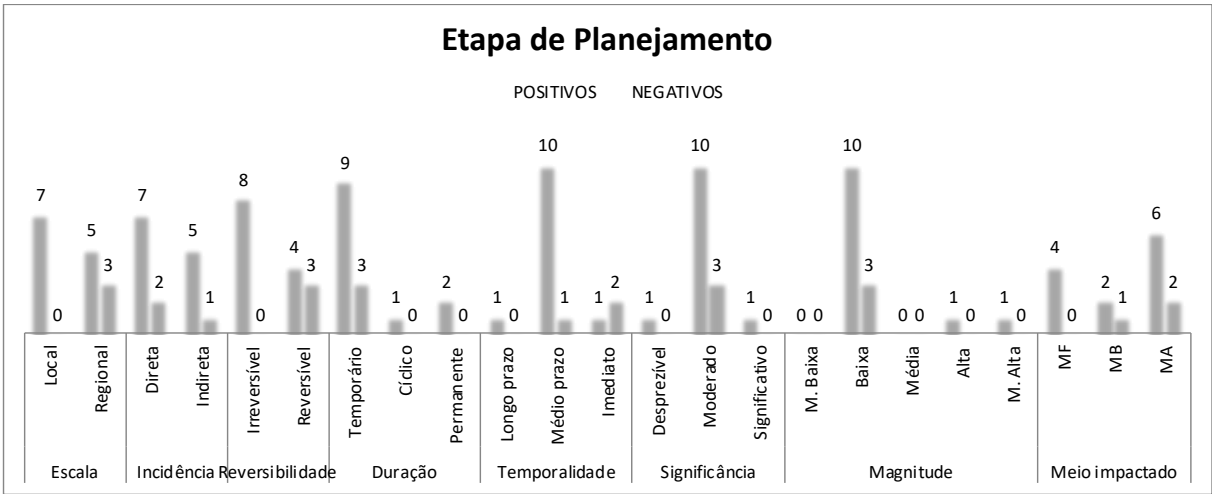


Gráfico 61 - Síntese dos impactos por atributo da etapa de planejamento.



Elaboração: CSA, junho de 2021

✓ ETAPA DE INSTALAÇÃO

- Instalação do Canteiro de Obras

As alterações de cunho paisagístico que serão ocasionadas na área resultam da instalação do canteiro de obras, da subestação elevadora e dos painéis fotovoltaicos em si. Das três estruturas, o canteiro de obras costuma causar maior incômodo quando analisamos sob o aspecto paisagístico, tendo em vista o seu aspecto geralmente “mal-acabado” por se tratar de uma construção temporária que não dispõe de ambientação e/ou paisagismo para minimizar o impacto visual.

Para instalação desse tipo de estrutura, a circulação de veículos, maquinário pesados e o manuseio de materiais são atividades constantes na área do canteiro e em seu entorno de acesso, resultando em emissão de particulados (poeira), de ruídos e poluentes atmosféricos tanto na área do canteiro quanto pelo caminho e comunidades circunvizinhas. As estradas até a área do canteiro são de “piçarra” e essa elevada circulação de veículos e maquinário pesado acaba trazendo transtornos à população.

A intensa circulação de automóveis e maquinário pesado durante a instalação do canteiro de obras certamente aumentará o risco de acidentes de trânsito, principalmente nas comunidades circunvizinhas. Também cresce o risco de acidentes de atropelamento da fauna e avifauna.

Advindo da aparência temporária, com caixas de água, equipamentos provisórios de esgoto, energia e comunicações aliada ao aumento no fluxo de veículos e pessoas, o desconforto ambiental ocasionado à população do entorno torna-se uma constante durante a implantação do canteiro de obras.

As estruturas conectadas ao canteiro de obras também são causadoras de impactos ambientais. Quando pensamos na geração de resíduos sólidos e líquidos, as oficinas, cozinha, banheiros, almoxarifado, central de lavagem e concreto são geradoras em potencial de resíduos, incluindo os que podem causar algum tipo de contaminação dos solos e recursos hídricos, principalmente por substâncias oleosas e/ou por resíduos sanitários.

O canteiro de obras comportará algo em torno de 200 (duzentos) colaboradores, juntos eles geram uma quantidade considerável de resíduos líquidos e sólidos, como água servida, lixo doméstico e esgoto, podendo contribuir para a contaminação do solo, dos recursos hídricos e para proliferação de vetores, caso não sejam tomadas as devidas precauções.

Para a instalação do canteiro de obras serão adquiridos materiais, sublocados equipamentos e mobilizados máquinas e veículos, bem como será requisitada mão-de-obra. Para a sua manutenção serão adquiridos regularmente, entre outros, materiais de expediente, produtos alimentícios e de limpeza, além

de materiais de construção civil. Esta ação resultará em maior circulação de moeda no mercado da área de influência direta e indireta do empreendimento, gerando desenvolvimento econômico para região e dinamização da economia das comunidades no entorno do empreendimento.

As transações comerciais, bem como os numerários pagos aos empregados diretos e indiretos refletirão em crescimento do comércio e consequentemente em maior arrecadação tributária.

Associado a instalação do canteiro de obras, haverá a aquisição de equipamentos e materiais necessários à construção da UFV, resultando em alteração da qualidade do ar em virtude da emissão de ruídos, de gases efeito estufa emitidos por veículos automotores e dentre outros. Quando consideramos o trajeto que esses equipamentos e materiais percorrerão, é fácil imaginar que haverá uma rápida dispersão desses poluentes, entretanto, quando levamos em conta a área de influência direta do empreendimento, observa-se que a quantidade de caminhões e veículos circulando nas estradas de "piçarra" deverá causar desconforto ambiental pela emissão de particulados, ruídos e poluentes atmosféricos.

Apesar da existência de duas comunidades relativamente grandes para o ambiente rural, todo esse maquinário e pessoal circulando pela área do canteiro de obras certamente ocasionará a emissão de ruídos acima do que existe atualmente, resultando em alterações dos padrões de sonoridade local.

Para a execução das obras, se fará necessário a locação ou contratação de equipamentos pesados, fato este que consequentemente gerará uma oferta de ocupação e o surgimento de uma renda indireta. Nesta etapa da obra, serão contratadas empreiteiras e locados equipamentos, fator que resultará em um acréscimo no setor de serviços, bem como um crescimento do mercado de máquinas, equipamentos e produto da região. Este acréscimo é visto de forma produtiva, já que representa uma geração de ocupação e de renda para as empresas do ramo.

Para instalação do CFV, inicialmente é realizada a supressão vegetal nos pontos de locação das estruturas civis e das placas/módulos fotovoltaicos, no local do pátio de máquinas, do canteiro da construtora e dos subempreiteiros. Posteriormente é realizada na subestação e nos traçados das vias de acesso (abertura de uma faixa de aproximadamente 6 metros), onde a remoção da vegetação deve ser realizada, ocasionando alterações nos habitats, afugentamento da fauna, e obviamente prejuízo à cobertura vegetal.

- Terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e base dos módulos

A terraplenagem e construção das vias de acesso e bases dos módulos caracteriza-se como as ações mais impactantes do projeto, tendo em vista que a vegetação será totalmente suprimida para alocação dessas estruturas. Destaca-se que não há previsão de intervenção direta nos corpos hídricos efêmeros pelos acessos ou módulos fotovoltaicos, entretanto, foi prognosticado o risco de intervenção durante os trabalhos de terraplenagem e supressão vegetal, seja por desconhecimento ou imprudência na frente de obra.

O revolvimento das camadas superficiais do solo e remoção da vegetação poderão ocasionar adversidades para fauna terrestre como um todo, principalmente para herpetofauna de pequeno porte.

A constante movimentação de maquinário pesado, veículos automotores e pessoal ocasionará o afugentamento da fauna local para áreas de menor intervenção, sendo ainda previsível a mortandade de algumas espécies de animais. A destruição de locais de abrigo de fauna também é prognosticada como decorrente da construção das vias de acesso, bem como das áreas que comportarão as placas fotovoltaicas.

A movimentação de terra para aterro, embora que em volume reduzido, poderá ocasionar a emissão de materiais particulados (poeira), além do risco de surgimento/agravamento de processos erosivos, uma vez que a camada superficial do solo e a vegetação será retirada.

O impacto sobre a espeleologia local pode decorrer especialmente devido à circulação de maquinário pesado utilizado para a terraplenagem, bem como as próprias escavações para corte de terra, atividades que serão realizadas numa área de alto potencial para cavidades naturais.

Durante a ação ocorrerá lançamento de poeiras decorrentes do manuseio dos equipamentos e manejo de materiais terrosos que condicionará certo grau de alteração da qualidade do ar. A emissão de ruídos provocados pelo funcionamento dos equipamentos é equivalente à sonoridade de um ambiente em obras lineares de construção civil, podendo causar desconforto ambiental e alteração do padrão de sonoridade nas redondezas.

A ação resultará em produção de resíduos sólidos e líquidos diversos como óleos/graxas, material vegetal (restolhos, troncos) e a camada de solo superficial com bastante matéria orgânica.

A exposição dos trabalhadores a essa ação resultará em riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos e/ou com manuseios de equipamentos, podendo este risco ser minimizado com a adoção de um plano de segurança e saúde ocupacional no trabalho.

Poderá ocorrer assoreamento de pequenos corpos hídricos efêmetros localizados no interior da gleba, em casos fortuitos, durante a construção dos acessos internos e das áreas que receberão os painéis fotovoltaicos. As intervenções em corpo hídrico do tipo efêmero são permitidas pela legislação brasileira, entretanto, ressalta-se mais uma vez de que não está previsto qualquer intervenção nos dois corpos hídricos efêmeros do empreendimento.

A susceptibilidade da área para desertificação é considerada grave e pode sofrer alterações negativas a partir da modificação da cobertura do solo promovida pela a atividade de terraplenagem e supressão vegetal, ambas necessárias para abertura dos acessos e preparação das bases dos módulos fotovoltaicos.

A estimativa de geração de empregos durante a etapa de implantação como um todo, incluindo a limpeza do terreno e abertura de acessos, é de 200 (duzentos) trabalhadores, sendo priorizado a mão-de-obra proveniente dos município de Caraúbas ou região, resultando ocupação e renda temporária, gerando um incremento na economia local e na oferta de empregos da região.

As alterações morfológicas no relevo original do terreno da área de intervenção também é um impacto resultante da construção das vias de acesso, considerando que novas feições serão introduzidas no sentido de adequar a superfície aos objetivos do empreendimento.

- Edificações Civis

O pátio de máquinas e local para armazenamento dos equipamentos são algumas das edificações que compõem uma usina solar, contemplados no canteiro de obras. A intervenção nas superfícies naturais para conformação morfológica e geotécnica da área a ser ocupada faz parte do processo de instalação, desta forma, as alterações prognosticadas serão provenientes principalmente da supressão vegetal, podendo haver ainda terraplenagem, cujas principais ações são os cortes e/ou aterros para construção das estruturas mencionadas acima.

Impactos sobre o relevo, alterações na composição do solo e paisagem também são identificados com esta ação. É interessante destacar que a área proposta para implantação do empreendimento é de relevo plano a levemente ondulado, o que minimizará a utilização dos serviços de terraplenagem.

Haverá também durante esta ação a mobilização de materiais e maquinário pesados, prevendo-se o lançamento de poeiras e a emissão de ruídos, modificando localmente a qualidade do ar e a sonoridade do ambiente. Todo esse processo construtivo deverá ocasionar afugentamento da fauna e desconforto ambiental à população circunvizinha.

As obras de construção civil incorporam diretamente o risco de acidentes no trabalho, principalmente quando se trata de uma obra com equipamentos de grande porte e peso. Apesar de ser um risco possível de ser mitigado e por vezes até eliminado, a atenção a esse tipo de impacto deve ser redobrada. Também são previstos acidentes com a fauna terrestre diversa, uma vez que a circulação de veículos e pessoas aumentará significativamente.

Aliado a locação de equipamentos pesados, consumo de matéria prima da construção civil, de combustíveis e peças de reposição também gerará um dinamismo no comércio local, possibilitando um incremento na economia local e na demanda de oferta de emprego e renda.

O comércio de alimentos e materiais de construção serão beneficiados com a implantação do Complexo Fotovoltaico principalmente pela circulação de dinheiro decorrente da geração de emprego e renda. O setor hoteleiro, embora que pequeno, será diretamente impactado positivamente pelo empreendimento, pois os trabalhadores externos precisarão de hospedagem, gerando distribuição de renda no município.

- Montagem das bases e placas fotovoltaicas

O transporte dos equipamentos para montagem das bases e placas fotovoltaicas deverá impactar diretamente no trânsito da localidade e da região, provocando lentidão em certos trechos das rodovias que dão acesso ao empreendimento, mesmo tratando-se de uma região que já dispõe de um intenso tráfego de caminhões. Outro impacto relativo ao transporte das peças é o risco de acidentes de trânsito, visto o aumento no fluxo de caminhões de grande porte que dificultam a ultrapassagem.

A paisagem local também será significativamente afetada com a introdução das placas fotovoltaicas na área, podendo em primeiro momento causar algum tipo de poluição visual, entretanto, com o passar do tempo podem realçar o ambiente tornando-se um atrativo turístico na região. Os painéis solares de fato serão uma mudança na paisagem tipicamente rural da área, porém, ressalta-se que nem sempre pode-se considerar tal alteração como adversa, pois, a interpretação paisagística é bastante subjetiva entre cada individuo. Também vale a pena destacar que os painéis ficarão a uma distância de aproximadamente 30 metros da cerca da propriedade, o que dificultará a visualização de quem circula pelo entorno da propriedade.

Durante a instalação dos painéis é esperada a emissão de ruídos e vibrações na área diretamente afetada, principalmente em função das máquinas utilizadas para execução desta ação.

Na instalação de alguns equipamentos poderão ser emitidos gases, em decorrência do uso de tintas, "sprays", soldas, solventes e outros produtos químicos, os quais poderão ocasionalmente alterar a qualidade do ar e, em casos extremos, contaminação do solo e/ou recursos hídricos.

O risco de acidentes de trabalho também aparece nesta etapa de instalação do empreendimento, especialmente por se tratar de equipamentos pesados e com uso de eletricidade.

A falta de manutenção dos caminhões e veículos que circularão pela área poderá aumentar risco de contaminação do solo advindo de vazamentos de óleo e graxas. Os transformadores instalados junto a cada módulo fotovoltaico também utilizam óleos e graxas para lubrificação.

- Cabeamento Elétrico

Durante a instalação do cabeamento elétrico na área do empreendimento, assim como toda etapa de qualquer obra, é esperado que ocorram impactos positivos e negativos. Dentre os impactos negativos podemos citar os riscos de acidentes operacionais, embora os mesmos durem por pouco tempo já que cessam logo após o término da ação.

Esta ação também gera um impacto positivo, pois propiciará o incremento na oferta de ocupação e renda com a contratação de serviços técnicos especializados, gerando maior circulação de moeda no mercado e, por conseguinte, uma maior arrecadação de tributos.

Ocupações no ramo da elétrica e mecânica serão necessárias à implantação do empreendimento como um todo, inclusive durante o cabeamento elétrico. A população das comunidades circunvizinhas que possua capacitação e/ou experiência nessas áreas serão amplamente beneficiados com novas oportunidades de emprego e renda, proporcionando dinamização da economia com a circulação de dinheiro no município.

- Construção da Subestação

Na etapa da construção da subestação, as superfícies naturais sofrerão certas intervenções para que ocorra conformação morfológica e geotécnica da área a ser ocupada. Desta maneira, são previstas alterações nos citados parâmetros ambientais devido a execução de terraplenagem para construção do piso de base da subestação. Todas estas intervenções, com cortes e aterros, também geram alterações na paisagem natural.

Durante as intervenções na área da subestação, é esperado que ocorra uma maior mobilidade dos sedimentos, principalmente em virtude das ações para compactação do solo, podendo desencadear processos de erosão, transporte e sedimentação.

Em decorrência do manejo de materiais pesados com uso de equipamentos de grande porte, efeitos ambientais negativos serão gerados durante a ação. Pode-se prever que ocorra o lançamento de poeiras e a emissão de ruídos, fatores que podem ocasionar alterações locais na qualidade do ar e na sonoridade do ambiente natural.

Todo o processo que compõe a construção da obra ocasiona certos desconfortos ambientais principalmente pelas emissões geradas durante a instalação. Dentre esses desconfortos, podemos destacar a tendência dos animais a fugir de seu ambiente natural, para áreas mais tranquilas e receptivas.

Levando em consideração a dimensão da obra, acidentes ambientais (atropelamento de fauna, contaminação do solo) e acidentes de trabalho com o pessoal envolvido diretamente são previstos. Porém, durante a ação serão utilizados equipamentos de proteção individual, bem como serão adotadas normas técnicas de controle durante a ação, estes impactos estão mensurados como de pequena magnitude.

Durante a execução da ação serão sublocados equipamentos pesados, consumidos materiais combustíveis peças de reposição, etc., fatores que geram certo dinamismo no comércio, favorecendo então a economia da região.

- Desmobilização e Limpeza Geral da Obra

O final da fase de instalação do empreendimento é representado pela desmobilização do canteiro de obras. Isto ocorre quando todos os equipamentos deixam a área de intervenção das obras e o canteiro de obras é definitivamente removido.

Nesta fase do empreendimento, deixam de existir alguns efeitos negativos decorrentes da fase de instalação, principalmente os relativos à poluição do ar e alteração do nível de ruídos, perturbação da fauna, bem com o desconforto ambiental e a poluição visual, este último provocado pelas estruturas temporárias.

Essa fase de desmobilização do canteiro de obras é tida como um efeito positivo para a área que sofreu as alterações durante a implantação, pois como medida compensatória o Órgão ambiental certamente exigirá recomposição da cobertura vegetal em áreas de ecossistema similar e de preferência na mesma micro bacia.

Nas vias de acesso serão realizados trabalhos de remoção de todos os empecilhos que surgiram no transcorrer da instalação do empreendimento, objetivando que estas áreas fiquem livres desses elementos que possam causar impactos sobre a paisagem. Todos os restos de materiais terrosos, materiais construtivos, peças descartadas etc., bem como as cavas ou ressaltos topográficos formados durante as obras serão eliminados nesta fase final.

Considerando que as sobras de produtos do empreendimento, bem como os resíduos sólidos e os materiais de bota-fora serão removidos e destinados de forma adequada, é previsível que ocorra uma minimização dos desconfortos ambientais e uma estabilização da qualidade ambiental em relação à situação do ambiente no período da obra.

A limpeza da obra refletirá diretamente na melhoria dos aspectos orgânicos da região, já que é previsível que ocorra a resiliência das camadas superficiais dos solos nas áreas do canteiro de obras. Tal

acontecimento desencadeará a regeneração de coberturas herbáceas, que mesmo sendo de pequeno porte terá a função de proteger tais camadas contra processos erosivos.

A mão-de-obra empregada na construção do empreendimento será dispensada nessa etapa da fase de instalação. Tal acontecimento atingirá mais diretamente o pessoal selecionado nas localidades mais próximas, já que os trabalhadores que integram um quadro de empregados permanente da empresa construtora contratada, provavelmente serão deslocados para outras obras. O setor hoteleiro e de comércio diverso também será afetado em virtude da finalização das obras uma vez que o quadro de funcionários será reduzido durante a próxima fase (operação).

Na fase de implantação do Complexo Fotovoltaico Caraúbas foram previstos 86 impactos ambientais do total de alterações prognosticadas para os três meios (114). Durante a etapa de implantação do parque solar fotovoltaico, como em toda e qualquer atividade, é quando acontece o maior índice de intervenção na área, resultando na ocorrência de relevantes impactos ambientais.

Os impactos prognosticados nessa etapa se dividem em 34 como POSITIVOS e 52 como NEGATIVOS. O prognóstico dos impactos ambientais para a etapa de implantação se mostrou como LOCAIS, DIRETOS, REVERSÍVEIS, TEMPORÁRIOS, IMEDIATOS, DE SIGNIFICÂNCIA MODERADA E DE BAIXA MAGNITUDE, afetando principalmente os meios FÍSICO e ANTRÓPICO. Apesar da predominância de impactos negativos, a classificação prognosticada demonstra as alterações promovidas nessa etapa são passageiras.

Gráfico 62 - Síntese dos impactos positivos e negativos para etapa de implantação

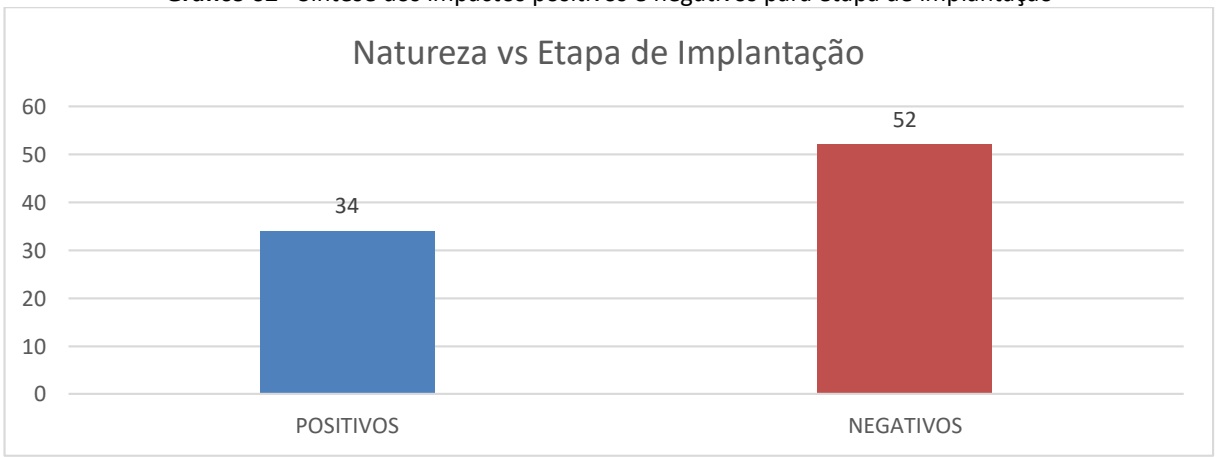
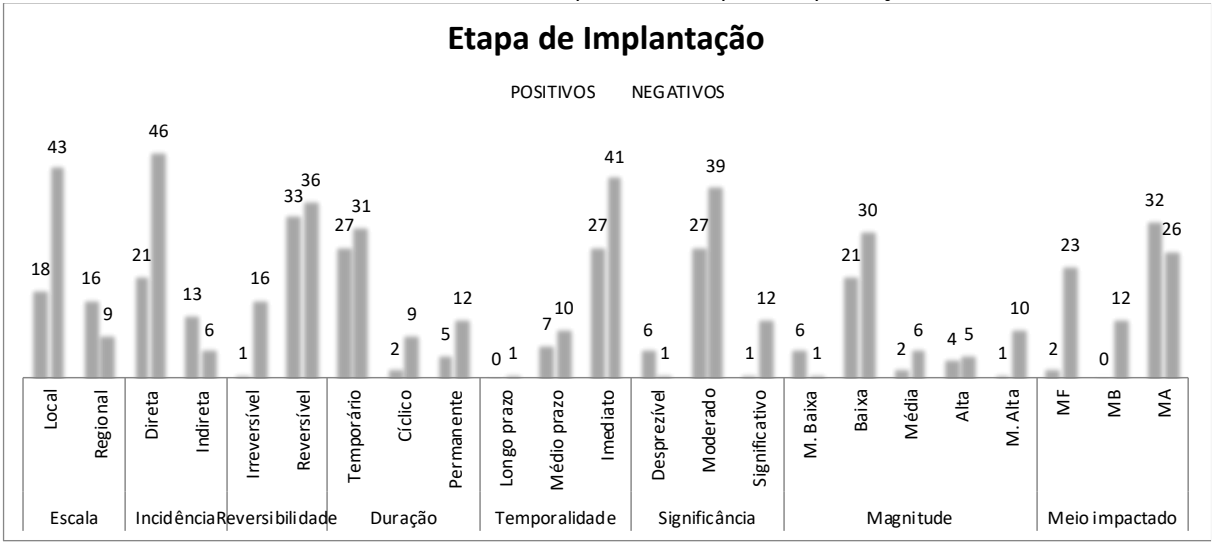


Gráfico 63 - Síntese dos impactos da etapa de implantação.



Elaboração: CSA, junho de 2021.

✓ ETAPA DE OPERAÇÃO

- Operação e manutenção do Complexo Fotovoltaico

Após o término da etapa de implantação o principal impacto que deverá ser visualizado é a alteração da paisagem local, especialmente na área diretamente afetada do parque solar fotovoltaico. A presença das estruturas na paisagem natural poderá desagradar uma parte da população/turistas que por ali transitam, entretanto, outra parcela dos habitantes podem encarar a alteração forma benéfica, como um realce à paisagem. Essa ação pode ser benéfica ou adversa.

A emissão de ruídos na etapa de operação é totalmente reduzida quando comparada a fase de instalação do Complexo, visto que a tecnologia utilizada para captar a energia fotovoltaica não possui mecanismos que possam emitir ruídos acima do permitido.

Riscos de acidente de trabalho ainda aparecem na etapa de operação, embora seja com menor frequência. Para combater esse risco a empresa deverá implementar políticas de segurança no trabalho, promovendo palestras, cursos e demais atividades inerentes ao assunto.

Nesta etapa a demanda de empregos decresce significativamente quando relacionada à fase de instalação, uma vez que maior parte da estrutura é automatizada, entretanto, empregos ainda são gerados e a economia local também continua sendo incentivada, principalmente pela arrecadação de impostos.

Com a operação do empreendimento haverá a minimização significativa de impactos ligados ao Ar, Água e Solo, especialmente nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento. As atividades de intervenção direta no meio ambiente serão todas cessadas, ocasionando um processo de resiliência dos ambientes anteriormente impactados.

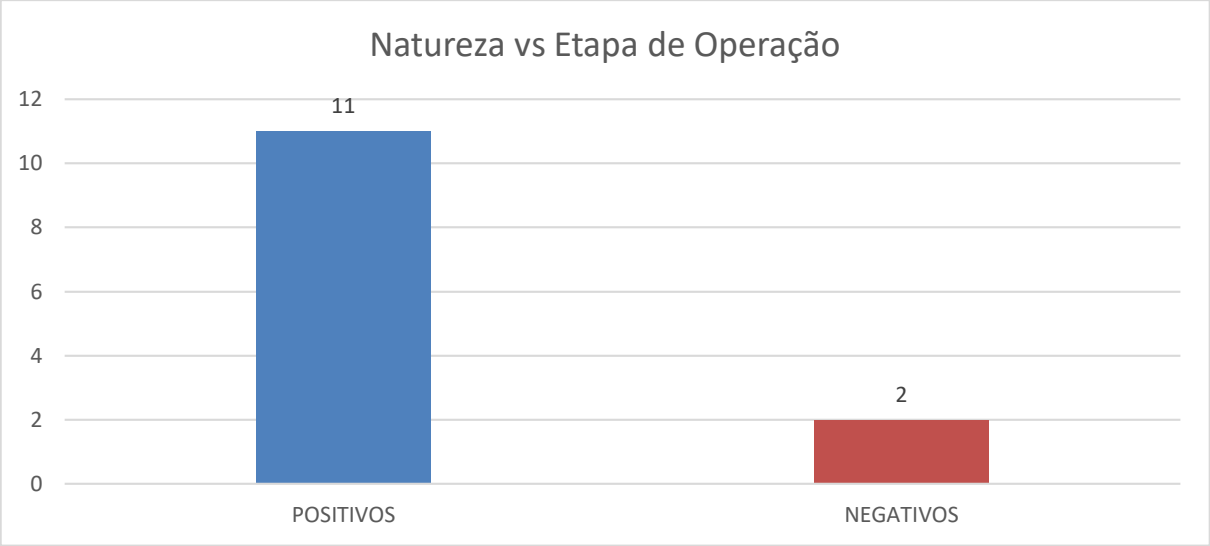
Em período chuvoso poderá ocorrer um acirramento dos processos erosivos adjacente às placas fotovoltaicas por escoamento superficial da água por esta estrutura. Recomenda-se que sejam instalados drenos subsuperficiais e o crescimento de vegetação rasteira nesses trechos, minimizando o risco de surgimento de processos erosivos.

O aumento na oferta de energia para o Sistema Interligado Nacional – SIN gerada pela operação das energias renováveis vem para suprir uma demanda do país, que atualmente passa por um momento de racionamento de energia. O impacto ambiental previsto para o aumento da oferta de energia fornecida pelo parque vai além das áreas de influência, gerando melhoria da qualidade de vida de milhares de brasileiros.

Na fase de operação do Complexo Fotovoltaico Caraúbas foram previstos 13 impactos ambientais do total de alterações prognosticadas (114). Durante a etapa de operação as alterações de natureza negativas serão reduzidas em virtude da paralização das intervenções no meio ambiente.

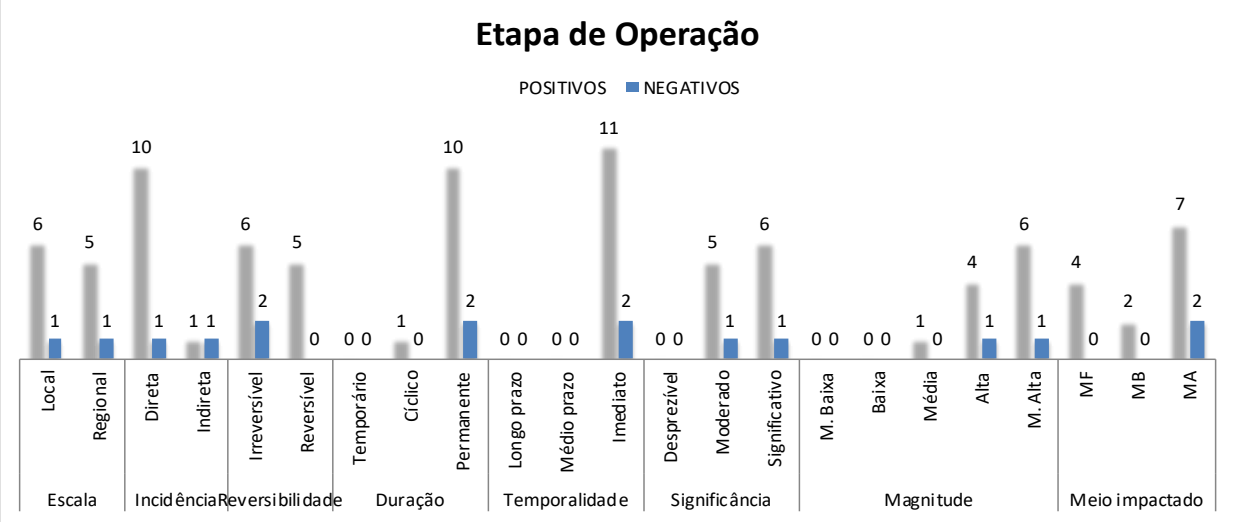
De acordo com o gráfico 64, os impactos prognosticados nessa etapa se dividem em 11 como POSITIVOS e 02 como NEGATIVOS. O gráfico 7 ilustra que os impactos da operação predominam sobre o MEIO ANTRÓPICO, POSITIVOS, LOCAIS, DIRETOS, IRREVERSÍVEIS, PERMANENTES, IMEDIATOS, SIGNIFICATIVOS E DE MAGNITUDE MUITO ALTA, o que demonstra que o benefício socioeconômico é relevante para o município de Caraúbas e região.

Gráfico 64 - Síntese dos impactos positivos e negativos para etapa de operação.



Elaboração: CSA, junho de 2021.

Gráfico 65 - Síntese dos impactos da etapa de operação.



Elaboração: CSA, junho de 2021.

8.5. Avaliação de Impactos Cumulativos

Os impactos cumulativos ou acumulativos são aqueles que se acumulam no tempo ou no espaço, como resultado da adição ou da combinação de impactos decorrentes de uma ou de diversas ações humanas. Impactos insignificantes podem resultar em degradação ambiental significativa se concentrados espacialmente o se ocorrerem simultaneamente (SÁNCHEZ, 2020).

A avaliação de cumulatividade torna-se importante para que os impactos que possam se cumular no tempo ou no espaço sejam previstos e, se necessário, evitados ou mitigados adequadamente. É importante destacar, entretanto, que no entorno do Complexo não há empreendimentos do mesmo tipo implantados ou projetados, conforme consulta ao banco de dados da Aneel e figura a seguir.

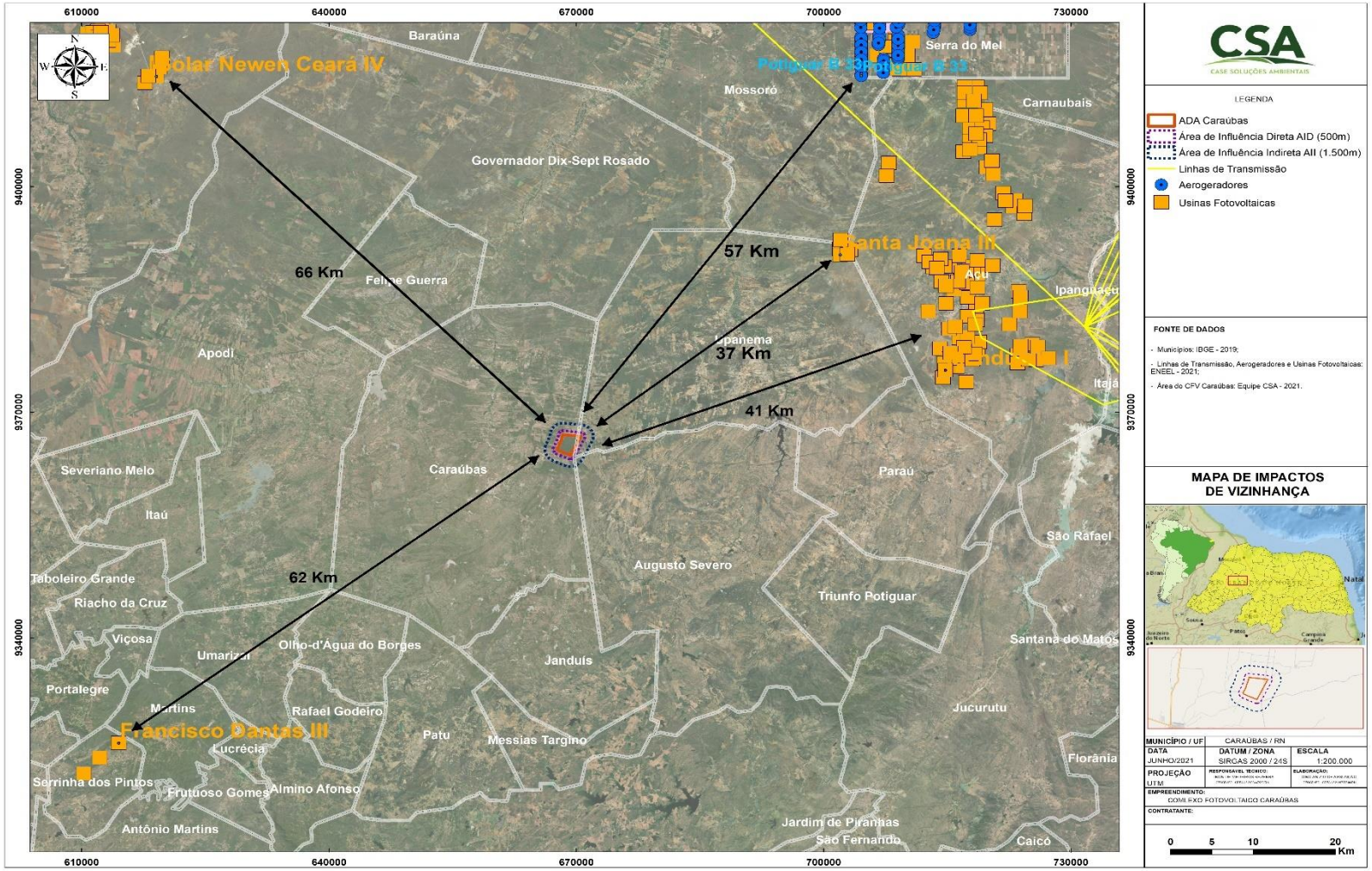


Figura 95 – Mapa de impactos de vizinhança.
Fonte: CSA, junho de 2021.

Nesse contexto, após identificar e avaliar os impactos ambientais, apresenta-se a matriz de interação com os impactos cumulativos.

8.5.1 Matriz de avaliação dos impactos cumulativos na implantação

Tabela 48 - Matriz de cumulatividade para a etapa de implantação.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO Instalação do Canteiro de Obras		
16	Poluição/contaminação por resíduos sólidos e líquidos, incluindo RCC	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo devido a disponibilidade de locais de destinação final adequada da região, entretanto, os resíduos gerados na atividade são em pequena quantidade e na maioria não contaminantes ou poluentes. Os efluentes líquidos, apesar de cumulativos, normalmente são gerados em pouquíssima quantidade.
17	Acidentes de trânsito locais por aumento do tráfego de veículos	BAIXA	Cumulativo. Apesar da magnitude baixa, é um impacto passível de cumulatividade e que pode sim se tornar um problema quando somados diversos empreendimentos. É gerenciável com a execução de um programa de sinalização adequado e, obviamente, com fiscalização.
18	Pressão nos serviços básicos por aumento na circulação de pessoas/trabalhadores	BAIXA	Cumulativo. Também é cumulativo com a aglomeração de vários empreendimentos numa mesma região, uma vez que geralmente a energia solar fotovoltaica demanda bastante mão-de-obra na implantação. Os planos de comunicação social, educação ambiental e as palestras de segurança do trabalho são as ferramentas mais poderosas para amenizar o impacto.
19	Alta de preços de produtos e serviços locais	BAIXA	Não cumulativo.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
20	Desconforto ambiental por mudança no cotidiano das pessoas com a maior quantidade de pessoas, veículos e maquinário em circulação	BAIXA	Não cumulativo. Os impactos decorrentes da instalação do canteiro de obras não podem ser considerados cumulativos uma vez que são muito distantes entre si para causar desconforto ambiental. Os outros impactos causados nessa etapa, mas sim são cumulativos.
21	Acidentes de trânsito regionais por aumento do tráfego de veículos	BAIXA	Cumulativo. É um impacto passível de cumulatividade e que pode sim se tornar um problema quando somados diversos empreendimentos, porém é pouco mensurável do ponto de vista da cumulatividade uma vez é imprevisível na maior parte das vezes. A execução de um programa de sinalização adequado aliado a conscientização principalmente dos funcionários da obra com relação a velocidade permitida e outros limitantes constante no plano, e, obviamente, com fiscalização do poder público.
22	Alteração da paisagem	BAIXA	Cumulativo. Impacto subjetivo, porém, inegável que se acumula com a instalação de vários empreendimentos fotovoltaicos.Interessante lembrar que há quem entenda como impacto positivo tal aglomeração.
23	Alteração na qualidade do ar pelo aumento da circulação de veículos e maquinários emissores de GEE	BAIXA	Cumulativo. Durante a implantação a geração de material particulado e gases efeito estufa certamente alterarão a qualidade do ar e a instalação de vários empreendimentos geradores devem aumentar a concentração dos eventuais poluentes, gerando assim a cumulatividade.
24	Alteração da sonoridade local pelo aumento da circulação de veículos e maquinários emissores de ruídos	BAIXA	Não cumulativo.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
25	Acidentes durante o afugentamento da fauna pela instalação do canteiro de obras	BAIXA	Cumulativo. Diversos empreendimentos do mesmo tipo se implantando ao mesmo tempo certamente causará cumutatividade desse impacto. É importante que seja dada atenção especial quando o afugentamento de fauna for acontecer buscando evitar espantar os animais para áreas que também vão ser realizadas atividades de supressão, movimentação de terra e demais, objetivando evitar acidentes e/ou mortes.
26	Perda da cobertura vegetal	M. ALTA	Cumulativo. A futura instalação do empreendimento que estão projetados para a área e o seu entorno certamente gerará impacto cumulativo de perda de cobertura vegetal.
27	Surgimento/agravamento de processos erosivos	MÉDIA	Não cumulativo.
28	Poluição/contaminação do solo por vazamento de óleo/graxas de veículos e maquinários ou por efluente sanitário ou outras substâncias (usina de concreto, ex.)	BAIXA	Cumulativo. Embora o empreendimento em si não gere substâncias nocivas ao solo, na etapa de implantação existe o risco advindo de eventuais vazamentos do maquinário pesado, principalmente em caso de pouca ou nenhuma manutenção. Daí a importância das manutenções preditivas, preventivas e corretivas.
29	Poluição/contaminação hídrica por vazamento de óleo/graxas de veículos e maquinários ou por efluente sanitário ou outras substâncias (usina de concreto, ex.)	BAIXA	Cumulativo. Embora o empreendimento em si não gere substâncias nocivas aos recursos hídricos, na etapa de implantação existe o risco advindo de eventuais vazamentos do maquinário pesado, principalmente em caso de pouca ou nenhuma manutenção. Daí a importância das manutenções preditivas, preventivas e corretivas.
30	Acidentes de trabalho por início da obra	BAIXA	Cumulativo. Mais pessoas trabalhando em atividades de risco, mais possibilidade de acidentes de trabalho. Isso, obviamente, para situações de execução simultânea.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
31	Dinamismo na economia local por início da obra e consequentemente maior demanda	M. BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de pessoas trabalhando simultaneamente certamente melhorará o dinamismo da economia local.
	Instalação do Canteiro de Obras		
32	Contratação de mão-de-obra local para início de obra	BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de pessoas trabalhando simultaneamente certamente melhorará a demanda por mão-de-obra
33	Crescimento do setor de serviços devido ao início da obra e consequentemente maior demanda	MÉDIA	Cumulativo. Maior quantidade de pessoas trabalhando simultaneamente certamente melhorará a demanda por serviços, principalmente no entorno imediato.
34	Aumento da arrecadação de impostos de serviços deixados pelas empresas não locais e locais	MÉDIA	Cumulativo. Maior quantidade de parques se instalando certamente melhorará a arrecadação de impostos sobre serviços.
35	Crescimento do comércio devido ao início da obra e consequentemente maior demanda	BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de parques se instalando e pessoas trabalhando certamente melhorará o crescimento do comércio.
	Terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de base para colocação dos módulos fotovoltaicos		
36	Perda da cobertura vegetal com alterações nos habitats por terraplenagem e supressão vegetal na extensão das vias de acesso	M. ALTA	Cumulativo. Diversos parques se implantando ao mesmo tempo certamente causará cumulatividade desse impacto. É importante que seja dada atenção especial quando o afugentamento de fauna for acontecer buscando evitar espantar os animais para áreas que também vão ser realizadas atividades de supressão, movimentação de terra e demais, objetivando evitar acidentes e/ou mortes.
37	Alterações geomorfológicas por terraplenagem (corte e aterro)	M. ALTA	Não cumulativo.
38	Surgimento/agravamento de processos erosivos com a movimentação de terra (corte e aterro) por terraplenagem e supressão vegetal	MÉDIA	Não cumulativo.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
39	Alteração da paisagem por terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso	M. ALTA	Cumulativo. Impacto subjetivo, porém, inegável que se acumula com a instalação de vários empreendimentos fotovoltaicos. Interessante lembrar que há quem entenda como impacto positivo tal aglomeração.
40	Alteração na qualidade do ar por circulação de veículos e maquinários devido a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso	BAIXA	Cumulativo. Durante implantação a geração de material particulado e gases efeito estufa certamente alterarão a qualidade do ar e a instalação de vários empreendimentos devem aumentar a concentração dos eventuais poluentes, gerando assim a cumulatividade.
41	Alteração da sonoridade por circulação de veículos e maquinários devido a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso	BAIXA	Não cumulativo.
42	Poluição/contaminação por geração de resíduos sólidos e liquidos, incluindo RCC	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo devido a disponibilidade de locais de destinação final adequada da região, entretanto, os resíduos gerados na atividade são em pequena quantidade e na maioria não contaminantes ou poluentes. Os efluentes líquidos, apesar de cumulativos, normalmente são gerados em pouquíssima quantidade.
43	Acidentes por afugentamento da fauna devido a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso	BAIXA	Cumulativo. Diversos parques se implantando ao mesmo tempo certamente causará cumulatividade desse impacto. É importante que seja dada atenção especial quando o afugentamento de fauna for acontecer buscando evitar espantar os animais para áreas que também vão ser realizadas atividades de supressão, movimentação de terra e demais, objetivando evitar acidentes e/ou mortes.
	Terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de base para colocação dos módulos fotovoltaicos		

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
44	Poluição/contaminação do solo por vazamento de substâncias como óleos/graxas	BAIXA	Cumulativo. Embora o empreendimento em si não gere substâncias nocivas ao solo, na etapa de implantação existe o risco advindo de eventuais vazamentos do maquinário pesado, principalmente em caso de pouca ou nenhuma manutenção. Daí a importância das manutenções preditivas, preventivas e corretivas.
45	Poluição/contaminação hídrica por vazamento de substâncias como óleos/graxas durante a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e platôs	BAIXA	Cumulativo. Embora o empreendimento em si não gere substâncias nocivas aos recursos hídricos, na etapa de implantação existe o risco advindo de eventuais vazamentos do maquinário pesado, principalmente em caso de pouca ou nenhuma manutenção. Daí a importância das manutenções preditivas, preventivas e corretivas.
46	Aumento da suscetibilidade ao processo de desertificação	ALTA	Cumulativo. A futura instalação do empreendimento que estão projetados para a área e o seu entorno contribuirá para o aumento da predisposição à desertificação já existente na área.
47	Alteração no regime de escoamento das águas superficiais devido a supressão vegetal e terraplenagem para construção das vias de acesso	M. ALTA	Cumulativo. Por se tratar de um ambiente pouco antropizado sob o ponto de vista de drenagem superficial, a atividade de terraplenagem e construção das vias de acesso e platôs acabam alterando o modelo de drenagem natural. Obviamente quando vários empreendimentos se instalam na mesma região, haverá cumulatividade nesse parâmetro.
48	Risco de degradação do patrimônio espeleológico local	BAIXA	Não cumulativo. Eventuais impactos negativos no material espeleológico da área são pontuais e não se cumulam com alterações de outros empreendimentos principalmente por serem áreas fechadas fisicamente ou de delimitação física.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
49	Acidentes com a fauna (terrestre ou avifauna) durante a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e platôs	BAIXA	Cumulativo. Por se tratar de um ambiente pouco antropizado sob o ponto de vista da geomorfologia, a atividade de terraplenagem e construção das vias de acesso e platôs acabam alterando o modelo natural. Obviamente quando vários empreendimentos se instalam na mesma região, haverá cumulatividade nesse parâmetro.
50	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs durante a terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso, principalmente em decorrência dos maquinários e da movimentação de terra	BAIXA	Cumulativo. Diversos parques se implantando ao mesmo tempo certamente causará cumulatividade desse impacto. É importante que seja dada atenção especial quando o afugentamento de fauna for acontecer buscando evitar espantar os animais para áreas que também vão ser realizadas atividades de supressão, movimentação de terra e demais, objetivando evitar acidentes e/ou mortes.
51	Risco de assoreamento de corpos d'água devido a terraplenagem e construção das vias de acesso	BAIXA	Cumulativo. Vários empreendimentos se instalando concomitantemente no entorno aumenta a possibilidade de assoreamento, as vezes do mesmo corpo hídrico, especialmente durante a movimentação de terra para formação dos acessos e bases para o empreendimento
52	Risco de intervenções em corpo hídrico efêmero	ALTA	Cumulativo. Apesar de se tratar de risco, ou seja, não há previsão de obras em nenhum dos corpos hídricos efêmeros da propriedade, eventuais intervenções podem acarretar impacto no regime de escoamento pluvial da região a. A medida que empreendimentos necessitam realizar intervenções em corpos hídricos do mesmo tipo, esse impacto pode se cumular e ocasionar alterações na drenagem na microbacia.
53	Aquisição de serviços especializados durante a atividade de terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
54	Dinamismo na economia local durante terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	M. BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
55	Geração de empregos durante a terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso, mesmo que para atividades de apoio a ação principal (terraplenagem/supressão)	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
56	Dinamismo na economia regional durante terraplenagem (corte e aterro) para construção das vias de acesso, principalmente com a contratação de empresas especializadas para execução	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
57	Crescimento do comércio devido ao início da obra e consequentemente maior demanda	BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de pessoas trabalhando simultaneamente certamente melhorará a demanda pelo comércio local, principalmente no entorno imediato.
58	Aumento da arrecadação de impostos de serviços deixados pelas empresas não locais e locais	M. ALTA	Cumulativo. Maior quantidade de parques se instalando certamente melhorará a arrecadação de impostos sobre serviços.
59	Acidentes de trabalho inerentes a atividade de campo	BAIXA	Cumulativo. Mais pessoas trabalhando em atividades de risco, mais possibilidade de acidentes de trabalho. Isso, obviamente, para situações de execução simultânea.
60	Crescimento do setor de serviços (principalmente hospedagem e alimentação) devido ao início da obra e consequentemente maior demanda	BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de pessoas trabalhando simultaneamente certamente melhorará a demanda por serviços, principalmente no entorno imediato.
	Edificações Civis para administração		

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
61	Poluição/contaminação por geração de resíduos de construção civil, sólidos e líquidos	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo devido a disponibilidade de locais de destinação final adequada da região, entretanto, os resíduos gerados na atividade são em pequena quantidade e na maioria não contaminantes ou poluentes. Os efluentes líquidos, apesar de cumulativos, normalmente são gerados em pouquíssima quantidade.
62	Poluição/contaminação do solo por vazamento de óleos, graxas, efluentes sanitários e águas produzidas na usina de concreto	BAIXA	Cumulativo. Embora o empreendimento em si não gere substâncias nocivas ao solo, na etapa de implantação existe o risco advindo de eventuais vazamentos do maquinário pesado, principalmente em caso de pouca ou nenhuma manutenção. Daí a importância das manutenções preditivas, preventivas e corretivas.
63	Poluição/contaminação hídrica por vazamento de óleos, graxas, efluentes sanitários e águas produzidas na usina de concreto	BAIXA	Cumulativo. Embora o empreendimento em si não gere substâncias nocivas aos recursos hídricos, na etapa de implantação existe o risco advindo de eventuais vazamentos do maquinário pesado, principalmente em caso de pouca ou nenhuma manutenção. Daí a importância das manutenções preditivas, preventivas e corretivas.
64	Alteração da permeabilidade do solo devido a construção das edificações necessárias a instalação da obra	M. ALTA	Não cumulativo. O percentual de ocupação da atividade solar fotovoltaica é menor que 5% do total da área, ou seja, o impacto de permeabilidade não deve causar cumulatividade.
65	Acidentes com a fauna (terrestre ou avifauna) durante a construção das edificações necessárias a instalação da obra	BAIXA	Cumulativo. Diversos parques se implantando ao mesmo tempo certamente causará cumulatividade desse impacto. É importante que seja dada atenção especial quando for o afugentamento de fauna for acontecer buscando evitar espantar os animais para áreas que também vão ser realizadas atividades de supressão, movimentação de terra e demais, objetivando evitar acidentes e/ou mortes.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
66	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs durante a construção das edificações necessárias a instalação da obra	BAIXA	Cumulativo. Na execução simultânea esse impacto se acumula uma vez que o lançamento ocorre imediatamente após a realização das atividades, ou seja, várias frentes de terraplenagem ou de construção das edificações civis ao mesmo tempo deve gerar cumulatividade.
67	Aquisição de serviços especializados durante a construção das edificações necessárias a implantação da obra, visando a padronização das instalações	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
68	Dinamismo na economia local durante a construção das edificações civis (adm, escritórios), principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	M. BAIXA	Cumulativo. Durante as edificações civis é quando se gera maior quantidade de emprego no âmbito local, a saber: pedreiros, pintores, etc.
69	Maior circulação de moeda no mercado local durante a construção das edificações civis devido ao incremento de moradores na região	BAIXA	Cumulativo. Com o avanço da obra, mais trabalhadores vão chegando e por isso há maior circulação de moeda local. No caso de vários empreendimentos se instalando ao mesmo tempo, há cumulatividade.
70	Maior arrecadação tributária diversa com a maior circulação de moeda local, muito em função do incremento de moradores temporários durante a execução da obra	BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de parques se instalando certamente melhorará a arrecadação de impostos sobre serviços.
71	Incremento na demanda de empregos diretos na região	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego, especialmente para região imediatamente vizinha tendo em vista a demanda por profissões mais comuns (pedreiro, pintor, eletricista) para construção das edificações civis.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
72	Incremento na demanda de empregos diretos e indiretos locais	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego de forma geral para região
	Construção da Subestação		
73	Acidentes de trabalho inerente a atividade, que podem ou não acontecer	ALTA	Cumulativo. Mais pessoas trabalhando em atividades de risco, mais possibilidade de acidentes de trabalho. Isso, obviamente, para situações de execução simultânea.
74	Acidentes com a fauna local durante a construção da subestação	BAIXA	Não cumulativo. Principalmente devido ser uma atividade localizada, ou seja, se constrói a subestação em locais onde já foram terraplenados e por conseguinte já foi realizada o afugentamento de fauna.
75	Alteração da permeabilidade do solo devido a mudança de padrão de cobertura do solo com a construção da Subestação	M. ALTA	Não cumulativo. O percentual de ocupação da atividade solar fotovoltaica é menor que 5% do total da área, ou seja, o impacto de permeabilidade não deve causar cumulatividade.
76	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs ddurante a construção das edificações necessárias a instalação da obra	MÉDIA	Cumulativo. É cumulativo se e quando vários empreendimentos estão se instalando concomitantemente pois a geração é diretamente proporcional a movimentação de terra e circulação de maquinário pesado.
77	Alteração da sonoridade por circulação de veículos e maquinários durante a construção da subestação	MÉDIA	Não cumulativo.
78	Desconforto ambiental por mudança no cotidiano das pessoas com a maior quantidade de pessoas, veículos e maquinário em circulação	M. BAIXA	Não cumulativo. Os impactos decorrentes da instalação do canteiro de obras não podem ser considerados cumulativos uma vez que são muito distantes entre si para causar desconforto ambiental. Os outros impactos causados nessa etapa sim são cumulativos.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
79	Maior arrecadação tributária diversa com a maior circulação de moeda local, muito em função do incremento de moradores temporários durante a execução da obra	BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de parques se instalando certamente melhorará a arrecadação de impostos sobre serviços.
80	Aquisição de serviços especializados durante a construção das edificações necessárias a implantação da obra, visando a padronização das instalações	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
81	Dinamismo na economia local e regional durante a construção da subestação, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	M. BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
82	Maior circulação de moeda no mercado local durante a construção das edificações civis devido ao incremento de moradores na região	BAIXA	Cumulativo. Com o avanço da obra, mais trabalhadores vão chegando e por isso há maior circulação de moeda local. No caso de vários empreendimentos se instalando ao mesmo tempo, há cumulatividade.
83	Incremento na demanda de empregos regional	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego de forma geral para região
	Montagem das estruturas de base e colocação dos módulos fotovoltaicos		
84	Alteração da paisagem que, apesar de subjetiva, causam a montagem das estruturas de suporte e os painéis fotovoltaicos	M. ALTA	Cumulativo. Impacto subjetivo, porém, inegável que se acumula com a instalação de vários empreendimentos fotovoltaicos. Interessante lembrar que há quem entenda como impacto positivo tal aglomeração.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
85	Alteração da sonoridade com a circulação de maquinários para montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos	MÉDIA	Não cumulativo. Apesar de gerar ruído, a distância entre os parques impossibilita a cumulatividade.
86	Aumento na emissão de poeiras, particulados e GEEs ddurante a construção das edificações necessárias a instalação das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos	MÉDIA	Cumulativo. É cumulativo se e quando vários empreendimentos estão se instalando concomitantemente pois a geração é diretamente proporcional a movimentação de terra e circulação de maquinário pesado.
87	Acidentes com fauna durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos	M. ALTA	Cumulativo. Diversos parques se implantando ao mesmo tempo certamente causará cumulatividade desse impacto. É importante que seja dada atenção especial quando o afugentamento de fauna for acontecer buscando evitar espantar os animais para áreas que também vão ser realizadas atividades de supressão, movimentação de terra e demais, objetivando evitar acidentes e/ou mortes.
88	Acidentes de trabalho inerente a atividade, que podem ou não acontecer	ALTA	Cumulativo. Mais pessoas trabalhando em atividades de risco, mais possibilidade de acidentes de trabalho. Isso, obviamente, para situações de execução simultânea.
89	Incremento na demanda de empregos, principalmente na esfera regional devido a especialidade da atividade	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
90	Dinamismo na economia local e regional durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	M. BAIXA	Cumulativo. Maior quantidade de pessoas trabalhando simultaneamente certamente melhorará o dinamismo da economia local.

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
91	Aquisição de serviços especializados durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos, visando a padronização das instalações	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
92	Maior circulação de moeda no mercado local durante a montagem das estruturas de suporte e painéis fotovoltaicos devido ao incremento de moradores na região	BAIXA	Cumulativo. Com o avanço da obra, mais trabalhadores vão chegando e por isso há maior circulação de moeda local. No caso de vários empreendimentos se instalando ao mesmo tempo, há cumulatividade.
	Cabeamento Elétrico		
93	Acidentes de trabalho inerente a atividade, que podem ou não acontecer	ALTA	Cumulativo. Mais pessoas trabalhando em atividades de risco, mais possibilidade de acidentes de trabalho. Isso, obviamente, para situações de execução simultânea.
94	Aquisição de serviços especializados durante o cabeamento elétrico, visando a padronização das instalações	BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
95	Dinamismo na economia local durante a construção da subestação, principalmente devido a maior circulação de trabalhadores temporários	M. BAIXA	Cumulativo. É cumulativo quando vários empreendimentos estão se instalando num intervalo de tempo pequeno ou simultâneo, pois há aproveitamento de mão-de-obra de um empreendimento para outro, gerando assim mais oportunidades de emprego.
96	Maior circulação de moeda no mercado local durante o cabeamento elétrico devido ao incremento de moradores na região	BAIXA	Cumulativo. Com o avanço da obra, mais trabalhadores vão chegando e por isso há maior circulação de moeda local. No caso de vários empreendimentos se instalando ao mesmo tempo, há cumulatividade.
	Desmobilização e Limpeza geral da obra		

Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE IMPLANTAÇÃO		
97	Decréscimo na oferta de emprego/renda devido a diminuição da quantidade de trabalhadores durante a desmobilização e limpeza geral da obra	M. ALTA	Cumulativo. Considerando a redução de oferta de emprego devido a necessidade de mão de obra menor na operação/desmobilização do que na implantação. Com mais parques se desmobilizando, há cumulatividade no decréscimo.
98	Minimização dos efeitos negativos sobre a qualidade dos solos e água, caso tenham se concretizado os impactos	ALTA	Não cumulativo.
99	Redução dos níveis emissão de ruídos devido a menor circulação de veículos e maquinários pesados	ALTA	Não cumulativo.
100	Estabilização da qualidade ambiental com a desmobilização e limpeza geral da obra, que passa a cessar pressões nos sistemas ambientais	ALTA	Cumulativo. As perturbações diminuem nessa etapa em proporção da quantidade de parques se desmobilizando, por isso, há cumulatividade.
101	Redução dos impactos negativos na qualidade do ar uma vez que há menor circulação de equipamentos e veículos emissores de GEEs, poeiras e particulados	ALTA	Cumulativo. As perturbações diminuem nessa etapa em proporção da quantidade de parques se desmobilizando, por isso, há cumulatividade.

8.5.2 Matriz de avaliação dos impactos cumulativos na operação

Tabela 49 - Matriz de cumulatividade para a etapa de operação

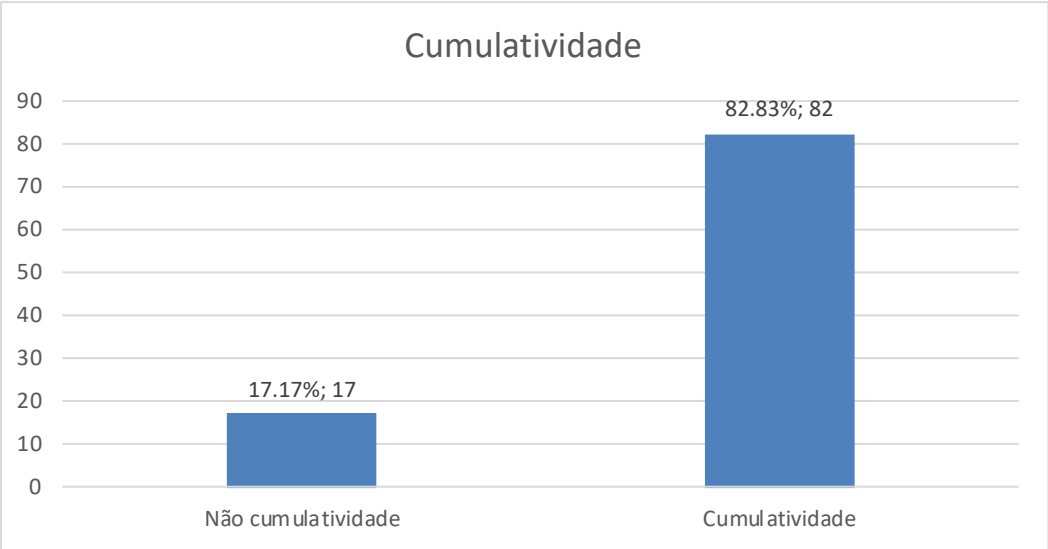
Ref.	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	MAGNITUDE	CUMULATIVIDADE
	ETAPA DE OPERAÇÃO		

Operação e manutenção da Central Fotovoltaica			
102	Redução na dinâmica econômica devido ao fechamento dos postos de trabalho da implantação	ALTA	Cumulativo. Com a diminuição de obra e redução da disponibilidade de emprego e de atividades incentivadoras da economia, há cumulatividade nesse impacto, considerando que os parques operem simultaneamente.
103	Redução na geração de empregos devido à atividade não demandar grande número de funcionários na etapa de operação	M. ALTA	Cumulativo. Com a diminuição de obra e redução da disponibilidade de emprego, há cumulatividade nesse impacto, considerando que os parques operem simultaneamente.
104	Arrecadação de impostos com a venda da energia, mesmo que não localmente	M. ALTA	Cumulativo. A medida que aumenta a geração também aumenta a distribuição, gerando mais impostos para as cidades distribuidoras.
105	Incremento na oferta de energia do país devido ao sistema interligado nacional, contribuindo para um sistema mais seguro	M. ALTA	Cumulativo. Apesar de não gerar para o Município ou Estado gerador, ocorre para o Estado distribuidor. Com maior geração, há cumulatividade.
106	Aproveitamento de fonte enérgica renovável solar fotovoltaica, contribuindo de forma direta para reduzir a emissão de GEEs	M. ALTA	Cumulativo. Apesar de não gerar para o Município ou Estado gerador, ocorre para o Estado distribuidor. Com maior geração, há cumulatividade.
107	Preservação dos corpos hídricos efêmeros presentes na propriedade, essenciais para a manutenção do padrão de drenagem e também para a qualidade ambiental da área	ALTA	Cumulativo. O complexo fotovoltaico é o responsável pela manutenção de toda a poligonal licenciada, ou seja, as áreas de interesse ambiental que estiverem na área, serão preservadas enquanto o empreendimento estiver operando. A medida que mais empreendimentos entram em operação, as áreas de interesse ambiental que não estiverem sendo utilizadas serão preservadas, a exemplo dos corpos hídricos efêmeros.
108	Pesquisa e monitoramento nas diversas áreas do estudo ambiental, gerando conhecimento	MÉDIA	Cumulativo. A pesquisa e o monitoramento nas diversas vertentes ambientais, se publicadas, podem gerar um conhecimento macro da região onde está o projeto.
109	Incremento tecnológico na região com a instalação da usina fotovoltaica, gerando conhecimento e também transformando a região referência no tema	M. ALTA	Cumulativo. Com implantação de maior número de parques geradores de energia renovável solar fotovoltaica, há distribuição maior de tecnologia de ponta na região, havendo, por exemplo, maior número de munícipes nativos com conhecimento na área de energia.
110	Redução da circulação de veículos e maquinário pesado, tornando o risco de acidentes de trânsito menor	M. ALTA	Cumulativo. Quanto menor o número de veículos e ou maquinário em circulação, menor o risco de acidentes de trânsito. Na operação a quantidade de veículos automotores e de maquinário de obra é menor do que a da etapa de implantação, o que reduz o risco de acidentes.

111	Redução da emissão de particulados e gases efeito estufa devido término das obras e da diminuição de fontes emissoras	M. ALTA	Cumulativo. A etapa de operação deste tipo de empreendimento não movimenta maquinário e ou equipamentos de maior emissão de GEEs. Na etapa de operação também é reduzida a quantidade de circulação de veículos, o que contribui para a redução de particulados e GEEs. A medida que outros empreendimentos alcancem a etapa de operação, a geração de material particulado e GEEs diminuirá de forma cumulativa.
112	Redução da poluição hídrica a quase zero, uma vez que a atividade não se utiliza de substâncias contaminantes ou poluentes	ALTA	Não cumulativo.
113	Redução da poluição do solo uma vez que a atividade utiliza volume mínimo de substâncias contaminantes/poluentes e em estruturas devidamente preparadas para vazamento (subestação, transformadores, todos em superfície impermeabilizada e com calhas de contenção)	ALTA	Cumulativo. A utilização de substâncias contaminantes ou poluentes na operação desse tipo de empreendimento é muito pequena e se restringe às estruturas de subestação e transformadores. Essas estruturas são completamente preparadas para evitar o contato de eventuais vazamentos com o solo. Os trabalhadores da etapa de operação também são reduzidos quando comparados a implantação, o que reduz também os efluentes líquidos sanitários, reduzindo também a eventual poluição ou contaminação. A medida que mais empreendimentos alcancem a operação e sigam os padrões de qualidade ambiental normatizados, menor será o nível de poluição desse tipo.
114	Diminuição de acidentes (atropelamento, caça, etc.) com a fauna da região devido término das obras	ALTA	Cumulativo. Menor fluxo de veículos e maquinário pesado durante a operação reduz por si só o risco de acidentes com fauna. Isso vezes a quantidade de parques em operação simultânea, gera cumulatividade.

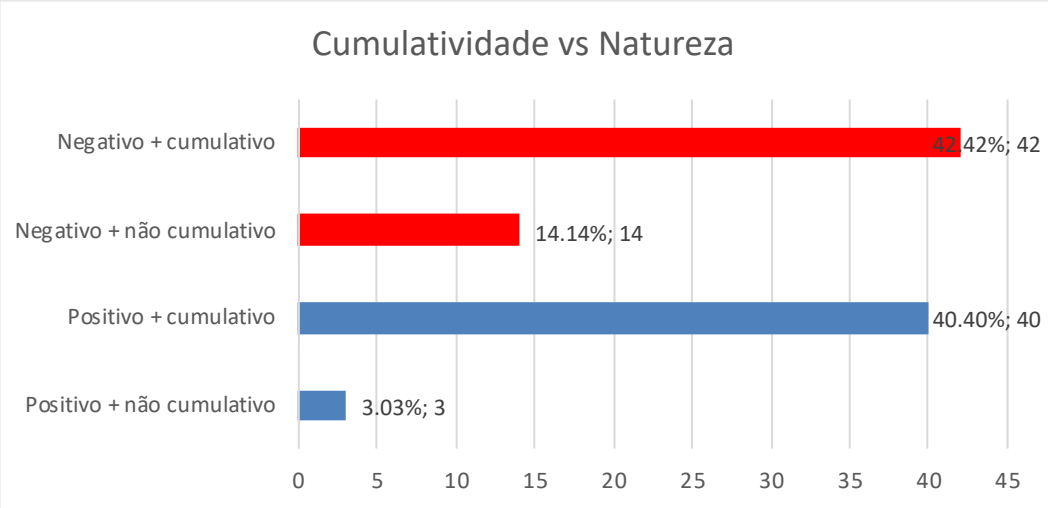
Os gráficos abaixo demonstram a quantidade de impactos cumulativos, a quantidade de NEGATIVOS e CUMULATIVOS; NEGATIVOS, MAS NÃO CUMULATIVOS; POSITIVOS e CUMULATIVOS; e POSITIVOS, MAS NÃO CUMULATIVOS.

Gráfico 66 - Comparativo de ocorrência de impactos quanto os impactos Cumulativos e Não-Cumulativos.



Fonte: CSA, junho de 2021.

Gráfico 67 - Comparativo de ocorrência de impactos quanto à Cumulatividade e Natureza.



Fonte: CSA, junho de 2021.

Dos 99 impactos que foram analisados do ponto de vista de cumulatividade, 82 são cumulativos enquanto 17 foram classificados como não cumulativos (gráfico 32). Dos 82 impactos cumulativos, 40 são positivos e 42 são negativos. Já quando analisamos os 17 impactos não cumulativos, verifica-se que 3 são positivos e 14 são negativos.

A análise demonstra que a maior cumulatividade ocorre nos impactos negativos, sendo 42 negativos e cumulativos e 40 positivos e cumulativos. Por outro lado, os impactos que menos se cumulam no tempo e no espaço são os negativos, com 14, enquanto os positivos sem cumulatividade são apenas 3. A predominância dos impactos negativos e não cumulativos frente aos positivos e não cumulativos demonstra que as alterações negativas prognosticadas ser propagam menos do que as positivas.

9. MEDIDAS DE CONTROLE, MAXIMIZAÇÃO, MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISTOS

O diagnóstico ambiental e as atividades desenvolvidas em cada fase do projeto foram a base para identificação e avaliação dos impactos ambientais, que possibilitaram a proposição de uma série de medidas mitigadoras que visam reduzir, evitar e até mesmo eliminar a ocorrência de efeitos adversos ou negativos ao meio ambiente.

Em linhas gerais, um complexo solar caracteriza-se por ser uma das atividades para produção de energia elétrica de maior compatibilidade com o meio ambiente, sendo que este aspecto ambiental favorável decorre tanto das características operacionais das placas fotovoltaicas, quando da forma de uso e ocupação da área pela usina, destacando-se a tecnologia utilizada para fixação das bases (hastes reguláveis). Isso resulta em poucas interferências nos componentes ambientais locais, além da baixa geração de efluentes.

Apesar das características da atividade de geração de energia proveniente de fonte solar se enquadrarem como baixo potencial poluidor, a adoção de medidas mitigadoras é de extrema importância para viabilidade ambiental do projeto, uma vez que em fase de instalação ocorrem grandes movimentações de terra, supressão vegetal, lançamento de material particulado, aumento no risco de surgimento de processos erosivos e dentre outros impactos inerentes à atividade de construção civil cujo Complexo Fotovoltaico Caraúbas também está sujeito.

Assim, buscando a integração deste empreendimento com o meio ambiente que o comportará, foram recomendadas medidas mitigadoras dos impactos ambientais, as quais podem ser inseridas no projeto básico de implantação. As medidas mitigadoras aqui propostas foram pensadas de forma a atender critérios técnicos, normas de segurança e de saneamento ambiental, além de buscar cumprir a exigência contida em termo de referência padrão do Órgão ambiental para a atividade.

As medidas mitigadoras serão apresentadas contendo os seguintes itens:

- Componente ambiental afetado (meio físico, biológico e socioeconômico);
- Fase em que serão executadas (implantação, operação e desativação);
- Caráter (preventiva ou corretiva) e

As medidas serão expostas em forma de Quadro, estando descritas uma medida para cada impacto ambiental identificado no item Identificação e Avaliação de Impacto Ambiental.

Quadro 25 - Matriz impacto vs medida mitigadora/potencializadora e seus enquadramentos.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
Instalação do Canteiro de Obras		
16	Execução do Plano de Gestão de Resíduos é a medida mitigadora recomendada para esse impacto.	Preventiva, Meio físico, antrópico e biótico, Etapa de implantação
17	Durante a movimentação de equipamentos e materiais para o canteiro de obras, o transporte deverá ser executado de maneira segura e em dias e horários de pouco fluxo nas vias de acesso. As estradas de serviços, que são utilizadas para transporte e carregamento de materiais, devem ser sinalizadas visando orientar os sentidos de fluxo de veículos. O plano de segurança do trabalhador também tem interface com o referido impacto	Preventiva que pode ser corretiva em caso de acidente, afeta o meio físico e/ou biótico e abrange a etapa de implantação
18	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 ao empreendimento. O aumento da pressão nos serviços públicos básicos pode ser mitigado por meio do plano de educação ambiental e comunicação social, que deve abranger os	É uma medida preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio antrópico e abrange a etapa de implantação

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	trabalhadores da obra e a população local, e deve ser implantado considerando a relação entre a população e o trabalhador da obra.	
19	Esse impacto é comum em localidades com obras de grande porte, como é o caso do Complexo Fotovoltaico Caraúbas, uma vez que a demanda por serviços e produtos aumentam, e por isso os preços tendem a sofrerem acréscimo. Não há medida mitigadora/potencializadora para esse impacto	N/A
20	O canteiro de obras deve ser instalado em conformidade com a NBR 1367 e a NR 18, visando fornecer instalações compatíveis e de forma que as instalações "mal-acabadas" características dos canteiros de obras sejam harmonizadas com a paisagem local. Também deve-se executar as medidas mitigadoras indicadas para minimização da poluição atmosférica e da sonoridade. Os horários de trabalho devem ser previamente organizados	Preventiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	e obedecidos, de forma a evitar incômodos à população do entorno.	
21	Os equipamentos como tratores e pás mecânicas devem trafegar com faróis ligados, bem como com as 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 controle da circulação dos veículos, assim evitando acidentes. A entrada e saída de veículos pesados também devem ser sinalizadas com placas de advertência.	Preventiva; Antrópico; Etapa de Implantação.
22	O canteiro de obras deve ser instalado em conformidade com a NBR 1367 e a NR 18, visando fornecer instalações compatíveis e de forma que as instalações "mal-acabadas" características dos canteiros de obras sejam harmonizadas com a paisagem local. Também deve-se executar as medidas mitigadoras	Preventiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	indicadas para minimização da poluição atmosférica e da sonoridade.	
23	A aspersão de água no trecho de circulação dos veículos (caminhões, máquina pesadas, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes. Em caso extremos de poluição atmosférica por poeiras e particulados, podem ser instaladas barreiras físicas nos trechos que perpassem comunidades ou habitações, buscando reduzir o impacto. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Também é recomendado a execução do plano de gestão ambiental associado à execução das obras.	Preventiva que pode ser corretiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.
24	Disciplinar a execução dos trabalhos em horários compatíveis (comercial) é a principal medida mitigadora. As revisões periódicas e preventivas dos equipamentos também contribuem para minimização dos ruídos. É	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	recomendado ainda que a localização do canteiro seja o mais distante possível das comunidades e habitações.	
25	A execução do plano de monitoramento de fauna é a principal medida mitigadora e deve ser executado em paralelo com o plano de desmatamento racional, uma vez que a maior parcela de animais afugentados decorre da atividade de supressão vegetal. Em casos de acidentes, as medidas contidas no plano de monitoramento de fauna terrestre devem ser executadas	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio biótico e ocorre durante a etapa de implantação.
26	A execução do plano de controle do desmatamento e do plano de monitoramento de fauna são as medidas mitigadoras aplicáveis. Caso seja necessário efetuar a captura e manejo de fauna o empreendedor deve desenvolver um projeto técnico específico conforme demanda o Órgão estadual e obter a autorização para tal.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio biótico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
27	Visando a prevenção do surgimento de processos erosivos, é recomendado que o processo de conformação do terreno e instalação do sistema de drenagem sejam monitorados quinzenalmente em período seco e semanalmente no período chuvoso. Caso ocorra a erosão, os planos aplicáveis devem ser executados.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.
28	Nos locais onde os materiais combustíveis, óleos e fluídos estarão dispostos, o piso deverá ser impermeável e conter calha de contenção, caixa separadora água/óleo e demais dispositivos de prevenção contra contaminação do solo e da água. Devem ser instalados, na área do canteiro de obra, depósitos para bota-fora e para disposição temporária de materiais reaproveitáveis ou recicláveis. Execução do plano de gerenciamento de resíduos também é de suma importância. Dispor a área de canteiro de obras de solução sanitária adequada a região, contendo pelo menos o conjunto Tanque Séptico, Filtro Anaeróbio e Sumidouro.	É preventiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
29	Nos locais onde os materiais combustíveis, óleos e fluídos estarão dispostos, o piso deverá ser impermeável e conter calha de contenção, caixa separadora água/óleo e demais dispositivos de prevenção contra contaminação do solo e da água. Devem ser instalados, na área do canteiro de obra, depósitos para bota-fora e para disposição temporária de materiais reaproveitáveis ou recicláveis. Execução do plano de gerenciamento de resíduos também é de suma importância. Dispor a área de canteiro de obras de solução sanitária adequada a região, contendo pelo menos o conjunto Tanque Séptico, Filtro Anaeróbio e Sumidouro. No caso da contaminação hídrica, é recomendado que as instalações de todo o empreendimento, inclusive o canteiro de obras, respeitem a delimitação das drenagens efêmeras constantes na área, seguindo as normas brasileiras específicas.	É preventiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.
30	Execução do Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das Obras e do Plano de	Preventiva; antrópico; Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	Segurança e Saúde Ocupacional do Trabalhador	
31	A principal forma de incentivar o dinamismo da economia local é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
Instalação do Canteiro de Obras		
32	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Municípios Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
33	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	
34	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
35	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios no Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
Terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de base para colocação dos módulos fotovoltaicos		

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
36	A execução do plano de controle de desmatamento e do plano de monitoramento de fauna são as medidas mitigadoras aplicáveis. Devem ser executados em todas as frentes de serviço, objetivando supressão direcionada e afugentamento adequado dos animais. Caso seja necessário efetuar a captura e manejo de fauna o empreendedor deve desenvolver um projeto técnico específico conforme demanda o Órgão estadual e obter a autorização para tal.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio biótico e ocorre durante a etapa de implantação.
37	Os movimentos de terra deverão ser realizados de modo a adaptar as estradas às características topográficas da área para que os cortes e aterros sejam minimizados ao máximo, de modo a provocar a menor alteração possível das condições geomorfológicas. Os planos de monitoramento de processos erosivos e do sistema de drenagem e o de recuperação das áreas degradadas devem ser executados considerando esta medida.	Preventiva, podendo acontecer de forma corretiva; Meio físico, Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
38	Visando a prevenção do surgimento de processos erosivos, é recomendado que o processo de conformação do terreno e instalação do sistema de drenagem sejam monitorados mensalmente em período seco e quinzenalmente no período chuvoso. Caso ocorra a erosão, os planos aplicáveis devem ser executados.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.
39	Não foi identificada medida mitigadora para esse impacto	N/A
40	A aspersão de água no trecho de circulação dos veículos (caminhões, máquina pesadas, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes. Em caso extremos de poluição atmosférica por poeiras e particulados, podem ser instaladas barreiras físicas nos trechos que perpassem comunidades ou habitações, buscando reduzir o impacto. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Também é recomendado a execução do plano de gestão ambiental associado à execução das obras.	Preventiva que pode ser corretiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
41	Disciplinar a execução dos trabalhos em horários compatíveis (comercial) é a principal medida mitigadora. As revisões periódicas e preventivas dos equipamentos também contribuem para minimização dos ruídos. É recomendado ainda que a localização do canteiro seja o mais distante possível das comunidades e habitações.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
42	Execução do Plano de Gestão de Resíduos é a medida mitigadora recomendada para esse impacto.	Preventiva, Meio físico, antrópico e biótico, Etapa de implantação
43	Executar as medidas do plano de monitoramento de fauna é a principal medida mitigadora para esse impacto. Proceder com as ações de afugentamento antes das obras de terraplenagem é essencial para mitigação dos riscos associados a fauna. Caso ocorram acidentes ou incidentes, deve-se tomar as medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna, se houver.	Preventiva que pode ser corretiva em caso de acidente, afeta o meio biótico e abrange a etapa de implantação
Terraplenagem e supressão vegetal para construção das vias de acesso e área de base para colocação dos módulos fotovoltaicos		

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
44	A execução do plano de gestão de resíduos é a principal medida mitigadora para evitar a contaminação do solo. Durante o trabalho de terraplenagem e construção das vias de acesso é extremamente 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 paradas, por isso, o local de armazenamento das máquinas deve ser sob superfície impermeabilizada e dispor de calhas de contenção direcionando os eventuais efluentes para caixa coletora com separação de água/óleo, principal resíduo potencial. Kit de contenção contra vazamentos de óleo/graxas devem ser mantidos na obra para caso não seja possível conter eventuais vazamentos.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
45	A execução do plano de gestão de resíduos é a principal medida mitigadora para evitar a contaminação hídrica. Durante o trabalho de terraplenagem e construção das vias de acesso é extremamente 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 paradas, por isso, o local de armazenamento das máquinas deve ser sob superfície impermeabilizada e dispor de calhas de contenção direcionando os eventuais efluentes para caixa coletora com separação de água/óleo, principal resíduo potencial. Kit de contenção contra vazamentos de óleo/graxas devem ser mantidos na obra para caso não seja possível conter eventuais vazamentos.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.
46	Executar os planos de monitoramento de processos erosivos, do sistema de drenagem e o de recuperação das áreas degradadas são as principais medidas mitigadoras.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
47	Executar um projeto de drenagem pluvial adequado e com prioridade para a infiltração no local. A delimitação e identificação do corpo hídrico intermitente presente na área também é fundamental para a manutenção da drenagem pluvial.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.
48	Realizar um diagnóstico espeleológico detalhado na área do empreendimento e, a partir dos dados coletados, monitorar as áreas identificadas como de maior sensibilidade. A sinalização das áreas identificadas é de suma importância para evitar ações que possam alterar negativamente a espeleologia da área	É preventiva. Afeta o meio físico e ocorre antes da implantação.
49	A execução do plano de monitoramento de fauna é a principal medida mitigadora e deve ser executado em paralelo com o plano de controle do desmatamento, uma vez que a maior parcela de animais afugentados decorre	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio biótico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	da atividade de supressão vegetal. Em casos de acidentes, as medidas contidas no plano de monitoramento de fauna devem ser executadas	
50	A aspersão de água no trecho de circulação dos veículos (caminhões, máquina pesadas, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes. Em caso extremos de poluição atmosférica por poeiras e particulados, podem ser instaladas barreiras físicas nos trechos que perpassem comunidades ou habitações, buscando reduzir o impacto. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Também é recomendado a execução do plano de gestão ambiental associado à execução das obras.	Preventiva que pode ser corretiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
51	Delimitar e sinalizar o corpo hídrico efêmero presente na área do projeto, de modo que fique visível às frentes de trabalho. Apesar da intervenção ser permitida por lei, pelo layout atual, não há previsão de ocorrer. Essa é a principal medida mitigadora. Nos breafings diários de segurança do trabalho deve-se abordar a questão ambiental, em especial sobre a existência dessas áreas mais sensíveis na área do CFV, buscando conscientizar os operadores das máquinas de terraplenagem e demais funcionários. Caso ocorra alguma intervenção, o empreendedor deve realizar todas as obras de drenagem adequadas, visando evitar potenciais processos erosivos. Durante o trabalho de terraplenagem e construção das vias de acesso no entorno das áreas de drenagem, o coordenador ambiental deverá acompanhar a execução, de modo a monitorar eventuais e imprescindíveis intervenções.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
52	Delimitar e sinalizar o corpo hídrico intermitente presente na área do projeto, de modo que fique visível às frentes de trabalho. Apesar da intervenção ser permitida por lei, pelo layout atual, não há previsão de ocorrer. Essa é a principal medida mitigadora. Nos breafings diários de segurança do trabalho deve-se abordar a questão ambiental, em especial sobre a existência dessas áreas mais sensíveis na área do CFV, buscando conscientizar os operadores das máquinas de terraplenagem e demais funcionários. Caso ocorra alguma intervenção, o empreendedor deve realizar todas as obras de drenagem adequadas, visando evitar potenciais processos erosivos. Durante o trabalho de terraplenagem e construção das vias de acesso no entorno das áreas de drenagem, o coordenador ambiental deverá acompanhar a execução, de modo a monitorar eventuais e imprescindíveis intervenções.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
53	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a contratação de mão-de-obra nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
54	A principal forma de incentivar o dinamismo da economia local é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
55	A principal medida potencializadora é tentar priorizar a contratação dos serviços diversos necessários à obra no próprio município de Caraúbas ou na microrregião, gerando renda e conhecimento técnico para o local.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
56	A principal forma de incentivar o dinamismo da economia regional é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
57	A principal medida potencializadora é o empreendedor priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
58	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
59	Execução do Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das Obras e do Plano de	Preventiva; antrópico; Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	Segurança e Saúde Ocupacional do Trabalhador	
60	A principal medida potencializadora é o empreendedor priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas, favorecendo a arrecadação municipal, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
Edificações Civis para administração		
61	Execução do Plano de Gestão de Resíduos é a medida mitigadora recomendada para esse impacto.	Preventiva, Meio físico, antrópico e biótico, Etapa de implantação
62	Nos locais onde os materiais combustíveis, óleos e fluídos estarão dispostos, o piso deverá ser impermeável e conter calha de contenção, caixa separadora água/óleo e demais dispositivos de prevenção contra contaminação do solo e da água. Devem ser instalados, na área de onde serão instaladas as edificações de apoio, depósitos para bota-fora e para disposição temporária de materiais reaproveitáveis ou recicláveis. Execução do	É preventiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	plano de gerenciamento de resíduos também é de suma importância. Dispor a área de canteiro de obras de solução sanitária adequada a região, contendo pelo menos o conjunto Tanque Séptico, Filtro Anaeróbio e Sumidouro.	
63	Nos locais onde os materiais combustíveis, óleos e fluídos estarão dispostos, o piso deverá ser impermeável e conter calha de contenção, caixa separadora água/óleo e demais dispositivos de prevenção contra contaminação do solo e da água. Devem ser instalados, na área de onde serão instaladas as edificações de apoio, depósitos para bota-fora e para disposição temporária de materiais reaproveitáveis ou recicláveis. Execução do plano de gerenciamento de resíduos também é de suma importância. Dispor a área de canteiro de obras de solução sanitária adequada a região, contendo pelo menos o conjunto Tanque Séptico, Filtro Anaeróbio e Sumidouro. No caso da contaminação hídrica, é recomendado que as instalações de todo o empreendimento, inclusive as edificações de	É preventiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	apoio, respeitem a delimitação do corpo hídrico intermitente constante na área, seguindo as normas brasileiras específicas.	
64	Utilizar materiais drenantes o sempre 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	É preventiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação e operação
65	A execução do plano de monitoramento de fauna é a principal medida mitigadora e deve ser executado em paralelo com o plano de controle de desmatamento, uma vez que a maior parcela de animais afugentados decorre da atividade de supressão vegetal. Em casos de acidentes, as medidas contidas no plano de	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio biótico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	monitoramento de fauna devem ser executadas	
66	A aspersão de água no trecho de circulação dos veículos (caminhões, máquina pesadas, etc) é a principal medida mitigadora e deve se intensificar em locais onde existam habitações adjacentes. Em caso extremos de poluição atmosférica por poeiras e particulados, podem ser instaladas barreiras físicas nos trechos que perpassem comunidades ou habitações, buscando reduzir o impacto. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Também é recomendado a execução do plano de gestão ambiental associado à execução das obras.	Preventiva que pode ser corretiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.
67	A principal medida potencializadora é a tentativa de priorização da contratação dos serviços diversos necessários à obra no próprio município de Caraúbas ou na microrregião, gerando renda e desenvolvimento do local	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
68	A principal forma de incentivar o dinamismo da economia local é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
69	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a contratação de mão-de-obra técnica especializada nos Município de Caraúbas e região, e caso este não disponha do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	Preventiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação
70	A principal medida potencializadora é a tentativa de priorização da contratação dos serviços diversos e produtos necessários à obra na própria cidade de Caraúbas ou na microrregião, gerando renda para os comércios e empresas da região, aumentando, portanto, a arrecadação tributária.	Preventiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
71	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a contratação de mão-de-obra nos Município de Caraúbas e região, e caso este não disponha, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	Preventiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação
72	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a contratação de mão-de-obra nos Município de Caraúbas e região, e caso este não disponha, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	Preventiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação
Construção da Subestação		
73	Executar o plano de Segurança e Saúde Ocupacional do Trabalhador;	Preventiva que pode ser corretiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação.
74	Executar as medidas do plano de monitoramento de fauna juntamente com o plano de controle do desmatamento é a principal medida mitigadora para esse impacto. Proceder com as ações de afugentamento antes das obras de terraplenagem é essencial para mitigação dos riscos associados a fauna. Caso ocorram acidentes ou incidentes, deve-se tomar as	Preventiva que pode ser corretiva em caso de acidente, afeta o meio físico e/ou biótico e abrange a etapa de implantação

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	medidas descritas na autorização de captura e manejo de fauna, se houver.	
75	Utilizar materiais drenantes o sempre 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	É preventiva, afeta o meio físico e ocorre durante a etapa de implantação e operação
76	A aspersão de água no trecho de circulação dos veículos (caminhões, máquina pesadas, etc) é a principal medida mitigadora. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Também é recomendado a execução do plano de gestão ambiental associado à execução das obras.	Preventiva que pode ser corretiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
77	Disciplinar a execução dos trabalhos em horários compatíveis (comercial) é a principal medida mitigadora. As revisões periódicas e preventivas dos equipamentos também contribuem para minimização dos ruídos. É recomendado ainda que a localização da subestação seja o mais distante possível das comunidades e habitações.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
78	Executar os planos de monitoramento ambiental e as medidas mitigadoras elencadas no estudo ambiental e outras que sejam exigidas pelo Órgão ambiental	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio antrópico e acontece na etapa de instalação

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
79	A principal medida potencializadora é a tentativa de priorização da contratação dos serviços diversos e produtos necessários à obra na própria cidade de Caraúbas ou na microrregião, gerando renda para os comércios e empresas da região, aumentando, portanto, a arrecadação tributária.	Preventiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação
80	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
81	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
82	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	
83	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a contratação de mão-de-obra nos Município de Caraúbas e região, e caso este não disponha, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	Preventiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação
Montagem das estruturas de base e colocação dos módulos fotovoltaicos		
84	Elaborar e executar solução paisagística com espécies nativas de modo que minimize a modificação da paisagem local com a instalação dos painéis fotovoltaicos. A implantação de uma cerca viva pode ser uma alternativa.	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio antrópico e biótico e acontece na etapa de instalação
85	Disciplinar a execução dos trabalhos em horários compatíveis (comercial) é a principal medida mitigadora. As revisões periódicas e preventivas dos equipamentos também contribuem para minimização dos ruídos.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
86	A aspersão de água no trecho de circulação dos veículos (caminhões, máquina pesadas, etc) é a principal medida mitigadora. A manutenção periódica e preventiva dos equipamentos também deve ser realizada, de modo a diminuir as emissões de GEEs. Também é recomendado a execução do plano de gestão ambiental associado à execução das obras.	Preventiva que pode ser corretiva; Meio físico e antrópico; Etapa de Implantação.
87	A execução do plano de monitoramento de fauna é a principal medida mitigadora e deve ser executado em paralelo com o plano de controle do desmatamento, uma vez que a maior parcela de animais afugentados decorre da atividade de supressão vegetal. Em casos de acidentes, as medidas contidas no plano de monitoramento de fauna devem ser executadas	É preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio biótico e ocorre durante a etapa de implantação.
88	Executar o plano de Segurança e Saúde Ocupacional do Trabalhador;	Preventiva que pode ser corretiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação.
89	A principal medida potencializadora é o empreendedor tentar priorizar a contratação	Preventiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	de mão-de-obra nos Município de Caraúbas e região, e caso este não disponha, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	
90	A principal forma de incentivar o dinamismo da economia local e regional é o empreendedor tentar priorizar a realização de negócios nos Município de Caraúbas e região, e caso estes não disponham do serviço ou produto pretendido, buscar a contratação/compra na microrregião e assim sucessivamente.	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
91	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
92	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
Cabeamento Elétrico		

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
93	Executar o plano de Segurança e Saúde Ocupacional do Trabalhador;	Preventiva que pode ser corretiva; Meio antrópico; Etapa de Implantação.
94	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
95	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
96	Priorizar a realização de negócios (serviços ou comércio) no mercado local. Caso não seja possível, buscar na microrregião e assim sucessivamente, sempre buscando manter as divisas na localidade	É preventiva, afeta o meio antrópico e ocorre durante a etapa de implantação.
Desmobilização e Limpeza geral da obra		
97	Tentar buscar o aproveitamento do pessoal local de modo a manter o máximo possível a dinâmica econômica de obra, com circulação de moeda e geração de renda.	Preventiva, antrópico, etapa de implantação

IMPACTOS Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
98	O término da obra cessará quase que por completo o risco de contaminação hídrica, salvo durante as manutenções e na área do prédio de administração, onde continuará a geração de efluentes sanitários. Instalar solução sanitária definitiva compatível com as condições do solo e do aquífero local é a principal medida.	Preventiva que pode ser corretiva em caso de acidente, afeta o meio físico e/ou biótico e abrange a etapa de operação
99	O término da obra cessará quase que por completo a emissão de ruídos, salvo durante as manutenções devido a circulação de veículos, reduzindo os impactos associados.	N/A
100	Iniciar a execução do plano de recuperação de área degradada em áreas com obras já terminadas	É corretiva. Afeta o meio físico e biótico. Abrange a etapa de implantação e operação.
101	O término da obra cessará quase que por completo a intensa circulação de veículos e maquinário pesado, o que reduzirá este impacto.	N/A

Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	ETAPA DE OPERAÇÃO Operação e manutenção da Central Fotovoltaica	
102	Tentar buscar o aproveitamento do pessoal local de modo a manter o máximo possível a dinâmica econômica de obra, com circulação de moeda e geração de renda.	Preventiva, antrópico, etapa de operação
103	Tentar buscar o aproveitamento máximo do pessoal local de modo a manter o maior percentual de emprego possível na região. Priorizar a contratação dos serviços de manutenção em empresas municipais ou da microrregião.	Preventiva, antrópico, etapa de operação
104	Apesar da arrecadação de impostos dar-se na distribuição e não na geração de energia, ressalta-se que o Complexo Fotovoltaico Caraúbas contribuirá para o aumento da arrecadação de impostos na distribuição visto que aumentará a oferta.	N/A
105	Aumento da oferta de energia no sistema interligado nacional é um dos principais impactos positivos do Complexo Fotovoltaico Caraúbas. Não demanda de medida potencializadora pois por si só é relevante avanço para o país, e consequentemente, para o município que a comporta.	N/A
106	O aproveitamento de fonte energética renovável já se constitui uma medida potencializadora que melhora a qualidade ambiental mundial	N/A
107	Durante a operação é recomendado que a empresa permaneça monitorando o corpo hídrico efêmero, de modo a evitar ocupações e usos irregulares. Caso seja identificada qualquer uso indevido, a empresa deve contatar o poder público para que sejam tomadas as medidas cabíveis	Preventiva que pode ser corretiva, afeta o meio biótico, físico e antrópico e ocorre durante a operação
108	Executar os programas ambientais sugeridos no relatório ambiental simplificado e os que o Órgão ambiental eventualmente sugerir	Preventiva, afeta o meio biótico, antrópico e físico. Abrange a etapa de operação.

Ref.	MEDIDAS MITIGADORAS	ENQUADRAMENTO
	ETAPA DE OPERAÇÃO Operação e manutenção da Central Fotovoltaica	
109	A instalação de tecnologia de ponta no município de Caraúbas sem dúvida favorece o munícipio e atrai outros investimentos que poderão desenvolver ainda mais a geração fotovoltaica e o município	N/A
110	O término da obra cessará quase que por completo a intensa circulação de veículos e maquinário pesado, salvo durante as manutenções devido a circulação de veículos.	N/A
111	O término da obra cessará quase que por completo a emissão de particulados e GEEs, salvo durante as manutenções devido a circulação de veículos.	N/A
112	O término da obra cessará quase que por completo o risco de contaminação hídrica, salvo durante as manutenções e na área do escritório, onde continuará a geração de efluentes sanitários. Instalar solução sanitária definitiva compatível com as condições do solo e do aquífero local.	Preventiva que pode ser corretiva em caso de acidente, afeta o meio físico e/ou biótico e abrange a etapa de operação
113	O término da obra cessará quase que por completo o risco de contaminação do solo, salvo durante as manutenções e na área do escritório, onde continuará a geração de efluentes sanitários. Instalar solução sanitária definitiva compatível com as condições do solo e do aquífero local.	Preventiva que pode ser corretiva em caso de acidente, afeta o meio físico e/ou biótico e abrange a etapa de operação
114	O término da obra cessará quase que por completo os impactos na fauna. Entretanto, mesmo cessados os impactos diretos, é recomendado que o empreendedor avalie, conjuntamente com o Órgão ambiental, a necessidade de monitoramento de fauna durante a operação do empreendimento.	Preventiva, afeta o meio biótico e abrange a etapa de operação

10. PLANOS DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Define-se como monitoramento ambiental o processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo (variações temporais). As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são incluídas, por exercerem influências sobre o meio ambiente.

A execução dos planos de monitoramento é de responsabilidade do empreendedor, construtora e empresas de consultoria ambiental contratada. Na ocasião da Licença de Instalação, o empreendedor deverá apresentar os Relatórios de Detalhamento dos Programas Ambientais dos planos aqui propostos, uma vez que os textos que os compreendem se dão em caráter genérico informativo, sem as devidas quantificações necessárias à realização de cada ação proposta.

Os planos ambientais identificados como necessários à implantação sustentável do Complexo FotovoltaicoCaraúbas estão expostos abaixo e descritos em seguida.

1. Plano de Controle Ambiental associado à Execução das Obras
2. Plano de Sinalização de Obras
3. Plano de Gestão dos Resíduos
4. Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho
5. Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social
6. Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem
7. Plano de Monitoramento de Fauna
8. Plano de Controle de Desmatamento
9. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
10. Plano de Desativação do Empreendimento

10.1. Plano de Controle Ambiental associado à Execução das Obras

10.1.1. Introdução

O Plano de controle ambiental associado à execução das obras caracteriza-se mais do que uma exigência dentro do processo de licenciamento ambiental do empreendimento, esse representa

uma orientação para o desenvolvimento das atividades de forma equilibrada e ambientalmente saudável. O referido Plano estabelece princípios e diretrizes que devem ser seguidos pelas empresas contratadas para construção do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.

O plano apresenta as precauções a serem tomadas, com vistas à preservação da qualidade ambiental das áreas que vão sofrer intervenção e à minimização dos impactos ao meio ambiente, bem como às comunidades locais vizinhas ao empreendimento e aos trabalhadores envolvidos nas obras do Complexo.

10.1.2 Justificativa

A convivência harmônica entre o empreendimento e seu entorno dependerá da correta interpretação deste e dos demais planos ambientais, garantindo assim uma implantação em conformidade com os conceitos mais adequados para a área. As obras necessárias à implantação do Complexo certamente ocasionarão alterações no ambiente proposto, principalmente em virtude da erosão potencial nos acessos, resíduos, efluentes, poeiras e ruídos, além da possibilidade de desmatamento, mesmo que este último seja em mínima quantidade. Logo, faz-se necessária a execução das medidas preventivas e corretivas contidas neste e nos demais documentos.

10.1.3 Escopo geral

O Plano de Controle Ambiental associado à execução das obras objetiva uma tomada de decisão adequada, com vistas à preservação da qualidade ambiental das áreas que vão sofrer intervenção e à minimização dos impactos ao meio ambiente, às comunidades locais vizinhas ao empreendimento e aos trabalhadores envolvidos nas obras do empreendimento.

O escopo principal deste plano é:

- Minimizar os impactos ambientais provocados com a implantação das obras civis na área de interferência direta e indireta do Empreendimento, sobretudo na comunidade local;
- Dispor o projeto de soluções que contemplem a segurança operacional, considerando não apenas os aspectos técnicos, mas também os ambientais;
- Propiciar proteção contra propagação de ruídos, emissões atmosféricas e proteção de áreas de interesse específico;

- Evitar acidentes e proteger a saúde dos trabalhadores, garantindo a higiene do canteiro de obras (caso este venha a ser implantado na obra);
- Conscientizar, motivar e informar trabalhadores e a comunidade local sobre a importância dos cuidados de segurança ambiental;
- Evitar a proliferação de vetores indesejáveis, principalmente de mosquitos transmissores de dengue, febre amarela e demais insetos que transmitem a doenças, e de répteis venenosos peçonhentos, na área das obras;
- Evitar a obstrução de obras de drenagem ou redução de suas seções de vazão
- Projeto de sinalização das Obras.

10.1.4 Público-alvo

O plano de controle ambiental associado à execução das obras tem como público-alvo:

- Equipe responsável pelo Empreendimento;
- Empresa responsável pela obra, suas subcontratadas, além do pessoal envolvido no processo de construção, incluindo os supervisores das obras, fornecedores e demais prestadores de serviço.
- Comunidade local inserida na área de interferência direta do Empreendimento;

10.1.5 Recursos necessários

A execução do Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das Obras necessitará dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte, material didático) e humano (coordenador responsável pela supervisão de obras e especialistas responsáveis pela execução das ações).

10.1.6 Responsabilidade de execução

A empresa responsável pela construção do empreendimento é a responsável pela implementação do presente plano. O empreendedor deverá fiscalizar, em caso de terceirização, a execução correta deste Plano, buscando sempre a prática sustentável em todo serviço realizado.

10.1.7 Atendimento a requisitos legais

O Plano considerou as normas regulamentadoras relacionadas a atividades. As principais normas relacionadas ao assunto são:

- NR-6 Equipamentos de Proteção Individual - EPI
- NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA);
- 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 da 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;

10.1.8 Inter-relação com outros planos

O Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das Obras e Emissões Atmosféricas está relacionado com todos os outros Planos do empreendimento Complexo Fotovoltaico Caraúbas, sendo eles:

1. Plano de Gestão dos Resíduos
2. Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho
3. Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social
4. Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem
5. Plano de Monitoramento de Fauna
6. Plano de Controle de Desmatamento e
7. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

10.2. Plano de Sinalização de Obras

10.2.1. Introdução

É imprescindível a adoção de um Projeto de Sinalização, que associado e valendo-se do apoio dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental, venha a se constituir como um eficaz instrumento de suporte físico às atividades inerentes a implantação do empreendimento.

O plano de Sinalização prevê um conjunto de ações e procedimentos necessários para propiciar maior segurança aos trabalhadores e aos residentes nas imediações da obra. As ações e os procedimentos propostos por esse Programa devem ser executados de acordo com as fases da obra, normas e procedimentos técnicos, consistindo basicamente de medidas de sinalização, manutenção e divulgação.

10.2.2. Objetivo

O objetivo do plano é possibilitar que as obras e as atividades necessárias à implantação do empreendimento não resultem em riscos e acidentes aos trabalhadores e a população circunvizinha através da implantação de sinalização temporária nos meses iniciais da instalação e sinalização permanente no decorrer da obra, monitorando assim a sinalização instalada durante as atividades do empreendimento, verificando a eficiência e eficácia das estruturas, assim como as condições as quais se encontram.

10.2.3. Escopo geral

I. Estudo do espaço físico e dos projetos de engenharia a serem executados, bem como dos acessos rodoviários existentes e a serem implantados:

- Realização de visita ao local onde será implantado o complexo solar, percorrendo toda a área a ser sinalizada, para o seu reconhecimento;
- Análise dos projetos a serem realizados e dos equipamentos a serem utilizados na fase de implantação;
- Identificação dos fluxos básicos de circulação, tanto de serviços quanto de eventuais visitantes.

II. Analisar os acessos e a área de implantação visando definir os procedimentos e a sinalização básica necessária para inicialização da obra, de acordo com as atividades relacionadas:

- Definição dos pontos e tipos de sinais a serem utilizados;

- Identificação de equipamentos e estruturas no local;
- Comunicação com a população local informando o início das obras e mudança no fluxo de veículos e pessoas;
- Placas de sinalização para rodovias federais e estaduais;
- Placas de sinalização para estradas vicinais e vias de acesso;
- Placas de sinalização para canteiro de obras e estruturas anexas;
- Placas de sinalização de risco de acidentes;
- Placas de educação ambiental;

III. Realização de Vistorias Técnicas durante a realização das atividades de instalação:

- Verificar se a sinalização instalada é adequada e se sua instalação está sendo realizada corretamente;
- Verificar a necessidade de alguma sinalização;
- Verificar se há algum ponto sem a sinalização específica;
- Fazer registros fotográficos da sinalização instalada;
- Solicitação de sinalização adequada caso haja necessidade;

IV. Elaboração de Relatórios de Vistoria, avaliando o desempenho do Projeto de Sinalização e indicando eventuais necessidades de ações preventivas e/ou corretivas;

V. Execução das ações preventivas e/ou corretivas, caso prescritas nos Relatórios de Vistoria;

VI. Elaboração do Relatório Final.

10.2.4. Público alvo

Constituem público alvo do programa de sinalização:

- A população do município onde o empreendimento será instalado;
- Os proprietários das áreas pelo empreendimento e transeuntes;
- Todos os trabalhadores e prestadores de serviços envolvidos com as obras de Implantação;

- Órgãos e instituições envolvidas no licenciamento do empreendimento.

10.2.5. Recursos necessários

Para o desenvolvimento deste programa será necessário profissional capacitado para coordenar as inspeções previstas e realizar todas as articulações necessárias com a Equipe de Comunicação e da Gestão Ambiental.

Será necessário também a disponibilidade de local adequado para treinamentos e diálogos de educação com os profissionais em atividade na obra. Os materiais serão definidos no projeto que antecede o início da instalação como também durante as atividades, quando verificada necessidade específica.

10.2.6. Responsabilidade de execução

A execução deste plano é de responsabilidade do empreendedor, ficando a cargo deste a opção de terceirização. Caso haja empresa terceirizada, o empreendedor ainda será responsável por acompanhar o desenvolvimento e execução das atividades.

10.2.7. Atendimento a requisito legais

O Projeto deverá observar diversas normas, dentre as quais destacam-se as relacionadas a: Ministério do Trabalho, normas da ABNT e Departamentos de Estradas.

10.2.8. Inter-relação com outros planos

Este programa deverá ter uma inter-relação com outros programas a serem desenvolvidos durante a implantação do empreendimento, principalmente os: Programa de Educação Ambiental, Programa de Comunicação Social e Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

10.3. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos

10.3.1 Introdução

É crescente a preocupação com a proteção e conservação do meio ambiente no panorama mundial, 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 e, atualmente, todos os focos estão voltados aos resíduos sólidos.

10.3.2 Justificativa

Inerente às atividades humanas, ao desenvolvimento e implantação de indústrias diversas, inclusive a de energia solar, está a produção de resíduos sólidos em maior ou menor quantidade. A aplicabilidade de um Plano de Controle de Resíduos na construção de usinas solares é de extrema importância devido à utilização de diversos tipos de materiais em etapas distintas do processo, visando padronizar desde a fonte geradora até o destino final destes resíduos, buscando minimizar os potenciais impactos ambientais.

10.3.3 Objetivo

A adoção de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) na atividade de geração de energia proveniente de fonte solar é de extrema importância, tendo por objetivo a correta gestão dos resíduos inerentes à construção do Complexo, desde a implantação até a operação. Em suma, o objetivo é garantir a gestão eficiente desde a geração até o destino final dos resíduos, sejam eles recicláveis ou não.

10.3.4 Escopo geral

A gestão de resíduos é um processo que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos no âmbito das obras de implantação do empreendimento, contemplando a segregação na origem, coleta, manejo, acondicionamento, armazenamento, transporte, minimização, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final.

O presente Plano versa sobre as etapas integrantes de um manejo adequado dos resíduos sólidos do empreendimento, de forma a disciplinar a gestão de resíduos do mesmo. Ressalta-se que na etapa de LP, o documento apresentado é mais sucinto, uma vez que se trata de um Plano Ambiental. No entanto, de forma resumida, destacamos as etapas a serem seguidas durante a execução de um futuro Programa (na fase de Licença de Instalação).

- Geração

O maior percentual de geração de resíduos acontecerá durante a etapa de instalação do empreendimento, principalmente na área do canteiro de obras e nas frentes de serviços (instalação dos painéis, construção das bases,etc). Os resíduos gerados nessa etapa serão, em sua maioria, não perigosos, não tóxicos e não contaminantes, uma vez que se tratam de resíduos da construção civil, material de escritório, assemelhando-se aos de entulho, comercial e doméstico. No canteiro de obras poderão ser gerados resíduos de serviços da saúde em virtude de algum eventual acidente de trabalho.

O volume de geração de resíduos durante a etapa de operação do Complexo é bastante reduzido quando comparado ao volume gerado na etapa de instalação, uma vez que o quadro de pessoal do empreendimento é pequeno e não há obras a serem realizadas, ficando os resíduos restritos à característica doméstica e, eventualmente, resíduos de serviço da saúde em caso de acidente de trabalho.

- Identificação dos Resíduos

A geração de resíduos advindos da produção de energia proveniente de fonte solar fotovoltaica é significativamente menor quando comparadas a outras atividades de geração de energia, tais como a energia hidrelétrica ou térmica. Os resíduos gerados durante a implantação e operação de usinas fotovoltaicas normalmente não incluem resíduos perigosos, com exceção de algumas substâncias utilizadas em estruturas associadas ao processo, como é o caso das subestações de energia elétrica que normalmente fazem uso de óleos e graxas diversos.

Os resíduos sólidos são classificados de diversas formas, as quais se baseiam em determinadas características ou propriedades. A classificação é relevante para a escolha da estratégia de gerenciamento mais viável. Os resíduos podem ser classificados quanto: à natureza física, a composição química, aos riscos potenciais ao meio ambiente e ainda quanto à origem.

Durante a fase de instalação serão gerados resíduos sólidos inorgânicos e orgânicos diversos, este último principalmente proveniente do refeitório, caso seja utilizado neste projeto. Haverá também os resíduos da construção civil, tais como metais, borracha, concreto, etc.

Os resíduos orgânicos e inorgânicos permanecerão sendo produzidos até a etapa de operação do complexo, podendo variar desde resto de alimentos até os materiais de escritório.

Todos serão identificados de acordo com a NBR 10004 da ABNT, para posterior acondicionamento.

- Acondicionamento

Contenção temporária de resíduos em área apropriada, de preferência coberta e com piso impermeável, à espera de recolhimento visando a reciclagem e/ou destinação adequada. A forma de armazenamento poderá ser em container, bombonas plásticas ou construções em concreto com cobertura e chão impermeabilizado, a depender do tipo de resíduo. Independente do tipo de acondicionamento, o local deverá ser sinalizado conforme a CONAMA Nº 275/01, exemplificados a seguir.



Figura 96 - Padrões de etiquetas adesivas para armazenamento de resíduos.
Fonte: Médio Questões Ambientais, 2016.

A reciclagem ou a reutilização é a forma mais viável para diminuir a fonte de poluição advinda da geração de resíduos, reduzindo ainda a exploração de recursos naturais para produção de matérias-primas diversas necessárias para construção de uma Usina Fotovoltaica e, por consequência, evitando o avanço na degradação ambiental.

É de suma importância que o local de acondicionamento seja totalmente isolado do contato com o solo, evitando assim a contaminação ocasionada pelo chorume ou resíduo de óleo/graxa que esteja nos resíduos da construção civil.

- Coleta e Transporte

A coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição ocorre pelo transporte destes resíduos até o destino final adequado. É importante que haja pessoal capacitado para efetuar a coleta de forma correta, separando os resíduos recicláveis dos não recicláveis, facilitando então a destinação.

O gerente de obras da empresa, ou pessoa por ele designada, deverá se encarregar de coordenar a equipe de coleta e transporte dos resíduos gerados durante a implantação do Complexo, devendo a coleta e transporte interno ser realizados diariamente, enquanto os procedimentos para destinação final devem ser realizados em dias alternados para que evitar a acumulação de substâncias que possam favorecer a proliferação de vetores.

Os procedimentos de coleta e transporte durante a etapa de operação devem ser realizados por empresas devidamente habilitadas, com equipamento compatível e de acordo com a demanda de geração. O gerente do site, ou pessoa por ele designada, deve fiscalizar o procedimento de coleta e transporte da empresa terceirizada, além de garantir que a mesma permaneça sempre em dia com as obrigações legais.

- Destinação final

Na destinação final procedimentos, processos e conjunto de instalações são adotados, visando a destinação ambientalmente adequada dos resíduos em consonância com as exigências ambientais. O resíduo gerado no complexo deverá ser destinado de forma adequada à sua composição, podendo o material reciclável ser encaminhado as cooperativas de catadores devidamente licenciadas. Os materiais que não possam ser reciclados devem ser transportados em caminhões basculantes com lona de cobertura. A destinação final deverá acontecer em local devidamente licenciado para tal, ficando o empreendedor responsável pela coleta e arquivamento do Controle de Transporte de Resíduos – CTR, comprovante de destinação correta.

10.3.5 Público-alvo

O plano gerenciamento de resíduos sólidos tem como público-alvo:

- Equipe responsável pelo Empreendimento;
- Empresa responsável pela obra, suas subcontratadas, além do pessoal envolvido no processo de construção, incluindo os supervisores das obras, fornecedores e demais prestadores de serviço;
- Comunidade local inserida na área de interferência direta do Empreendimento.

10.3.6 Recursos necessários

A execução do Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos necessitará dos recursos básicos materiais (infraestrutura, multimídia, transporte, material didático) e humano (coordenador responsável pela supervisão de obras e especialistas responsáveis pela execução das ações).

10.3.7 Responsabilidade de execução

A empresa responsável pela construção do empreendimento é a responsável pela implementação do presente plano. O empreendedor deverá fiscalizar, em caso de terceirização, a execução correta deste Plano buscando sempre as práticas sustentáveis em todo serviço realizado.

10.3.8 Requesitos legais

- NBR 10004/2004 – Resíduos sólidos – Classificação;
- NBR 10005/2004 – Lixiviação de resíduos – Procedimento;
- NBR 10006/2004 – Solubilização de resíduos – Procedimento;
- NBR 10007/2004 – Amostragem de resíduos – Procedimento;
- NBR 13221/2007 – Transporte de resíduos – Procedimento;
- NBR 11174/1090 – Armazenamento de resíduos classes II (não inertes) e III (inertes);
- Resolução CONAMA nº 275 - Código de cores para diferentes tipos de resíduos;
- Lei 12.305/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos

10.3.9 Inter-relação com outros planos

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos está relacionado com todos os outros Planos do empreendimento, sendo eles:

1. Plano de Controle Ambienta associado à execução de obras
2. Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho
3. Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social
4. Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem
5. Plano de Monitoramento de Fauna
6. Plano de Controle de Desmatamento e
7. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

10.4. Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho

10.4.1 Introdução

A segurança do trabalho durante muito tempo foi relacionada apenas ao uso de capacetes, botas, cintos de segurança e uma série de outros equipamentos de proteção individual contra acidentes.

Atualmente o setor de segurança e saúde no trabalho é multidisciplinar, tendo como objetivo principal a prevenção de riscos profissionais. O conceito de acidente é compreendido por um maior número de pessoas que já identificam as doenças profissionais como consequências de acidentes de trabalho.

Portanto, o presente Plano objetiva atender as legislações e normas vigentes relacionadas à segurança no trabalho. As orientações contidas neste documento poderão nortear a empresa construtora do empreendimento no que diz respeito ao cumprimento dos serviços de execução das obras de acordo com as normas, leis trabalhistas e decretos sancionados.

As ações expostas neste Plano estão intimamente relacionadas com o Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das obras, sempre com vistas a garantir a segurança e saúde do trabalhador.

10.4.2 Justificativa

A execução de obras para implantação de um Complexo Fotovoltaico apresenta riscos que justificam a organização de um Plano de segurança e saúde ocupacional do trabalho, sendo este tipo de documento primordial para execução das obras de forma segura e em conformidade com a legislação específica vigente no Brasil.

10.4.3 Objetivo

O Plano de Segurança e Saúde Ocupacional do Trabalho tem por objetivo sugerir ações de caráter preventivo, sempre no intuito de evitar acidentes e/ou minimizar os danos sofridos pelo trabalhador em caso da ocorrência de acidente. As principais metas estabelecidas neste Plano estão ligadas a capacitação de funcionários, certificação e inspeção de equipamentos, investigação e análise de acidentes e incidentes, além da identificação e prevenção de riscos.

Os principais indicadores para este tipo de Plano estão diretamente relacionados a ocorrência ou não de acidentes em obra, com ou sem afastamento do colaborador; bem como o quantitativo destes acidentes também pode indicar a real eficácia das ações, além da conscientização dos funcionários no que diz respeito ao uso de Equipamentos de Proteção Individual - EPI e Equipamentos de Proteção Coletiva - EPC em obra.

Portanto, este Plano consiste em atender as legislações vigentes relacionadas ao assunto e, assim, garantir que todas as empresas e colaboradores contratados estejam em consonância com as normas e demais instrumentos legais que tratem sobre segurança no trabalho.

10.4.4 Escopo geral

O Plano está embasado na legislação específica, tendo todas as exigências legais referentes ao assunto e que sejam aplicáveis ao empreendimento consideradas. Em sua descrição buscou-se traçar diretrizes básicas e procedimentos no que concerne à integridade física e mental do colaborador, buscando garantir um ambiente de trabalho agradável e seguro.

A execução do Plano deverá ser conduzida por uma equipe do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT, obedecendo ao dimensionamento disposto na NR-4, considerando a soma de seu efetivo e das suas subcontratadas, conforme o histograma de obra e as fases de execução de contrato. A jornada de trabalho integral também é considerada para todos os profissionais, exceto quando destacada em contrário. A Tabela 26

demonstra o enquadramento para o empreendimento em específico, cuja classificação de risco é de grau 3 (três). A atividade de geração de energia elétrica é classificada no quadro I da NR-4 como grau de risco 3.

Tabela 50 - Nº de Empregados do SESMT para Grau de Risco 3.

PROFISSIONAIS	50 a 100	101 a 250	251 a 500	501 a 1000	1001 a 2000	2001 a 500	501 a 5000	Acima de 5000 para cada grupo de 4000 ou fração acima de 2000
Téc. Seg. Trab.		1	2	3	4	6		3
Eng. Seg. Trab.				*	1	1	2	1
Aux. Enferm. Trab.					1	2	1	1
Enferm. Trab.				*			1	
Médico Trab.				*	1	1	2	1

(*) Tempo parcial (mínimo de três horas).

Fonte: NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho.

Portanto, de acordo com NR-4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho o empreendimento não está obrigado a dispor de profissionais especialistas em segurança no trabalho, considerando o número de funcionários previstos para obra. Entretanto, é importante destacar que o empreendimento deverá adotar medidas de segurança de acordo com este Plano e normas técnicas vigentes, considerando ainda toda legislação específica.

Já a NR-18 é a norma que regulamenta o processo de segurança no meio ambiente de trabalho na indústria da construção, estando este Plano pautado também nesta NR. De acordo com a NR-18, fica vedado o ingresso ou a permanência de trabalhadores no canteiro de obras, sem que estejam assegurados pelas medidas previstas nesta NR e compatíveis com a fase da obra. Desta forma, os trabalhadores e os visitantes deverão seguir as normas para ingressarem no ambiente de trabalho, bem como, as terceirizadas e seus fornecedores, que constantemente tem que se dirigir ao espaço da obra, e deverão cumprir e fazer cumprir tal regulamento.

Faz parte das disposições gerais da NR-18 que o cumprimento desta não desobriga os empregadores do atendimento das disposições relativas às condições do meio ambiente de trabalho determinadas legislações federais, estaduais e/ou municipais.

Na fase construtiva da obra o empreendedor deverá se responsabilizar diretamente pelo cumprimento de todas as normas de segurança e saúde ocupacional do trabalho, mesmo que existam empresas terceirizadas para execução de alguns serviços. O empreendedor exercerá uma função dirigente, porém não executiva, onde seus funcionários deverão se certificar do cumprimento das normas de segurança no ambiente de trabalho e a saúde dos seus colaboradores.

Já durante etapa de operação, o emrpeendedor e seus sub contratados deverão assumir a responsabilidade de garantir que todos os procedimentos legais e aplicáveis sejam rigorosamente cumpridos.

Quando do início das obras, de acordo com a NR-18, o empreendedor deverá comunicar à Delegacia Regional do Trabalho, devendo dispor das seguintes informações:

- Endereço correto da obra;
- Endereço correto e qualificado (CEI e CNPJ) do contratante ou empregador;
- Tipo de obra;
- Datas previstas do início e conclusão da obra;
- Número máximo previsto de trabalhadores na obra.

Ainda segundo a mesma norma, a obra que dispor de 20 (vinte) ou mais colaboradores deverá elaborar e executar o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – PCMAT, devendo este conter todas as exigências dispostas na NR-9 – Programa de Prevenção e Riscos Ambientais. Todos os empregados deverão passar por exames admissionais e periódicos, além de treinamentos específicos, buscando garantir a execução de suas atividades com saúde e segurança.

Outra norma que deverá fazer parte do processo de execução do Programa de Segurança e Saúde Ocupacional do Trabalho é a NR-5, a qual estabelece diretrizes relacionadas a criação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, sendo esta composta por representantes do empregador e dos empregados.

A norma NR-6 – Equipamento de Proteção Individual também deverá ser observada pela equipe de segurança e saúde no trabalho do empreendimento, sendo a empresa responsável pela construção obrigada a disponibilizar gratuitamente ao colaborador os EPI's adequados ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento. A sinalização do canteiro de obras e demais instalações temporárias é de suma importância e também deverá ser observada, sempre observando o disposto na NR-26.

Já no que diz respeito aos EPC's, deverão fazer parte das ferramentas da empreiteira responsável, dentre outras:

- Procedimento específico para atendimento às situações de emergência prováveis no canteiro de obras, com detalhamento dos cenários, recursos disponíveis, procedimentos de resposta e realização de simulados;
- Disponibilização de cópias das Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQs nas frentes de trabalho para os profissionais que utilizam estes produtos e profissionais envolvidos na resposta às emergências;
- Elaboração de Análise Preliminar de Riscos (APR) para todas as atividades, fases ou trabalhos, considerando as planilhas de aspectos e impactos ambientais, perigos e riscos.

Com relação a prevenção de riscos ambientais no trabalho, a obra deverá dispor de um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, conforme diretrizes previstas na NR-9. A norma prevê etapas como: antecipação e reconhecimento dos riscos, estabelecimento de prioridades, metas de avaliação e controle, avaliação de riscos e da exposição dos trabalhadores, implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia, monitoramento da exposição aos riscos e registro e divulgação dos dados.

Os serviços com eletricidade deverão dispor de todos os cuidados contidos na NR-10, devendo a empreiteira manter atualizada no empreendimento a relação do pessoal autorizado e qualificado para trabalhos em instalações elétricas, seguindo as instruções também da NR-18. Todos os circuitos elétricos dos canteiros de obra cuja responsabilidade seja da empreiteira deverão ser protegidos por dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual (dispositivos DR) de acordo com o que estabelece a NBR 5410. Se houver necessidade de instalação provisória com fontes de tensão independentes, cada fonte deverá ser protegida por dispositivo DR. Aos eletricistas que trabalham em zona de risco elétrico, conforme NR -10, os seguintes equipamentos deverão ser fornecidos:

- Vestimentas de segurança, confeccionados em tecidos resistentes ao fogo e ao arco elétrico, adequados ao nível de energia incidente nas instalações onde serão realizados os trabalhos;
- Capacete com protetor facial acoplado, resistentes ao fogo e ao arco elétrico. Para estes o certificado deverá incluir ensaios de choque e impacto para capacete e lente;
- Bota para eletricista, sem biqueira de aço e sem partes metálicas e solado com isolação;
- Luvas isolantes de borracha, adequadas ao nível de tensão da instalação, aos eletricistas que trabalham em zona controlada, conforme NR -10.

Cuidados relativos incêndio deverão pautar-se na NR-23 – Proteção Contra Incêndios, ficando a cargo do empregador providenciar para todos os trabalhadores informações a cerca da utilização dos equipamentos de combate ao incêndio, dos procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança, e dos dispositivos de alarme existentes.

Conforme expõe a NR-23, todos os locais de trabalho deverão dispor de saídas, em número suficiente e dispostas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência. As aberturas, saídas e vias de passagem devem ser claramente sinalizadas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída. Nenhuma saída de emergência deverá ser fechada à chave ou presa durante a jornada de trabalho. As saídas de emergência podem ser equipadas com dispositivos de travamento que permitam fácil abertura do interior do estabelecimento.

As condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho, principalmente o canteiro de obras e escritórios de possíveis terceirizadas, deverão obedecer ao disposto na NR-24. Conforme a norma, por exemplo, as áreas destinadas a sanitários deverão atender a metragem de 1 metro quadrado, para cada sanitário, por 20 colaboradores em atividade, devendo também ser separadas por sexo.

Os trabalhos a céu aberto deverão seguir rigorosamente o disposto na NR-21, principalmente quando se considera a alta incidência de raios solares e a falta de abrigos na área do empreendimento. Deverão ser construídos abrigos em pontos estratégicos de modo a atender toda a força de trabalho em horários de descanso. O empregador também deverá dispor de medidas especiais relativas a proteção dos trabalhadores contra insolação excessiva, o calor e os ventos inconvenientes.

A sinalização de segurança deverá incluir toda obra e vias de acesso próxima ao empreendimento, além de comunidades vizinhas, devendo atender o disposto na NR-26. A norma recomenda a utilização de elementos como:

- Identificação e composição do produto químico;
- Pictograma(s) de perigo;
- Palavra de advertência;
- Frase(s) de perigo;
- Frase(s) de precaução;
- Informações suplementares.

Ressalta-se que a utilização de cores deverá ser reduzida, buscando causar menor distração, confusão ou qualquer outro tipo de falta de entendimento por parte dos colaboradores e demais pessoas envolvidas.

Por fim, recomenda-se que o empregador observe o disposto na Lei Nº 7410/85 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 providências e na NR-28 – Fiscalização e Penalidades, a fim de garantir a contratação de profissionais qualificados e prevenir-se a cerca de fiscalizações e penalidades.

10.4.5 Público-alvo

O presente Plano foi desenvolvido com vistas a abranger todos os colaboradores da etapa de instalação do projeto, objetivando o atendimento às normas e legislações específicas e garantindo a segurança na obra e aplicando-se também sobre as empresas terceirizadas.

10.4.6 Recursos necessários

Os profissionais necessários poderão ser Engenheiros e/ou Técnicos de Segurança do Trabalho, além de Aux. de Enfermagem, Enfermeiros e/ou Médicos caso haja necessidade. Recursos materiais como data show, cartilhas educativas e outros também poderão ser usados.

10.4.7 Responsabilidade de execução

A execução deste Plano é de responsabilidade do empreendedor, ficando a cargo deste a opção de terceirização. Caso haja empresa terceirizada, o empreendedor ainda será responsável por acompanhar o desenvolvimento e execução das atividades.

10.4.8 Atendimento aos requisitos legais

Algumas das principais normas consideradas na elaboração e que deverão ser consideradas na execução deste programa estão listadas a seguir.

- NR-5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA;

- NR-6 – Equipamentos de Proteção Individual;
- NR-8 – Edificações;
- NR-9 – Programas de Prevenção e Riscos Ambientais;
- NR-10 – Instalações e serviços em eletricidade;
- NR-11 – Transporte, movimentação, armazenamento e manuseio de materiais;
- NR-12 – Máquinas e equipamentos;
- NR-17 – Ergonomia;
- NR-18 – Condições de trabalhos na indústria da construção;
- NR-21 – Trabalho a céu aberto;
- NR-23 – Proteção contra incêndio;
- NR-24 – Condições sanitárias e conforto nos locais de trabalho;
- NR-26 – Sinalização de segurança;
- NR-27 - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho;
- NR-28 – Fiscalizações e Penalidades;
- NBR 7678 – Segurança na execução de obras e serviços de construção.

Todas as legislações e normas relacionadas à proteção e segurança do trabalhador deverão ser seguidas independentes de não estarem listadas acima.

10.4.9 Inter-relação com outros planos

O presente plano se inter-relaciona com os seguintes:

- Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das obras;
- Plano de Controle de Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem;
- Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social

10.5. Plano de educação e comunicação social

10.5.1 Introdução

Atrelada à educação formal e não formal, a estratégia de implantação da educação ambiental foi proposta durante a ECO RIO 92, a criação da Agenda 21, onde cada Estado-Nação deveria construir

um plano de ações e metas ambientais a serem cumpridas em um prazo de dez anos. Dessa forma, se buscaria evitar a ampliação da crise ambiental que o mundo globalizado já vivia àquela época. Através da criação da Lei 9.795 de 27 de abril de 1999, o Brasil institui sua Política Nacional de Educação Ambiental. Esta lei entende por 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 9.795, de 27 de abril de 1999. Art. 1o)."*

A partir deste momento, a educação ambiental passa a ser vista como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.

10.5.2 Justificativa

É de fundamental importância no desenvolvimento de uma consciência com foco na sustentabilidade e na educação ambiental, a criação de valores éticos, morais e ambientais, além do conhecimento das leis que regem cada um dessas práticas sustentáveis e ambientalmente educadas. Em uma obra com o porte do Complexo Fotovoltaico Caraúbas, torna-se imprescindível a implementação dessas práticas por meio de uma Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social, tanto junto aos colaboradores quanto à população do entorno do Complexo, buscando garantir a interação entre as partes no que concerne a preservação do meio ambiente.

10.5.3 Objetivo

O Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social tem por objetivo principal fazer com que a população do entorno do Complexo se integre ao empreendimento, buscando compatibilizar a educação ambiental com a energia solar no âmbito da comunidade local, localizadas na área de influência direta do meio socioeconômico. Algumas ações prioritárias estão descritas abaixo:

- Informar e sensibilizar a população local 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 a população 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;
- Organizar e executar serviços para transmitir ao visitante e ao morador, conhecimentos e valores do patrimônio natural e cultural local.

10.5.4 Escopo geral

A educação ambiental precisa ser parte integrante do pensamento dos colaboradores e da população diretamente afetada com a implantação do Complexo. Por isso, a metodologia deste plano (futuro programa) é balizada na integração contínua dos participantes e dos instrutores, buscando formar disseminadores de conhecimento na área da sustentabilidade e da educação ambiental, por meio da troca de saber, das experiências e das mudanças comportamentais de ambos os lados.

A ação inicial do Plano (futuro programa) deverá ser uma campanha de divulgação efetiva, com banners, carros de som, oficinas, etc., visando informar a população sobre a instalação da usina fotovoltaica e capacitando-os para exercer a função de cidadão na cobrança de melhorias para sua comunidade.

Deve-se estabelecer um canal de comunicação entre todos os envolvidos e interessados no projeto, através da produção de material educativo, treinamentos com os trabalhadores da obra e da comunidade local, abrangendo temas como:

- Descrição do empreendimento, noções básicas sobre a geração de energia por fonte solar;
- Prevenção e controle da poluição nos ambientes de trabalho;
- Prevenção e combate à incêndios;
- Preservação do patrimônio cultura;
- Advertências de segurança quanto à presença do empreendimento;
- Conscientização sobre as espécies de fauna e flora presentes na região;
- Desenvolvimento sustentável;
- Saneamento básico;

- Destinação correta de resíduos e reciclagem;
- Importância da manutenção e recuperação de APPs nas margens de cursos d'água, entre outros

O empreendedor deverá apoiar a implantação de projetos de educação ambiental articulado à comunidade local. Outra ação importante é a elaboração de material publicitário voltado à educação ambiental, a fim de informar a população e os turistas sobre a importância e os cuidados de manutenção da qualidade ambiental da região.

10.5.5 Público-alvo

O presente Plano foi desenvolvido com vistas a abranger todos os colaboradores da etapa de instalação do projeto, objetivando o atendimento às normas e legislações específicas e garantindo a segurança na obra e aplicando-se também sobre as empresas terceirizadas e população das comunidades locais.

10.5.6 Recursos necessários

Os profissionais necessários são os mais variados possíveis, desde pedagogos, licenciados em ciências diversas até engenheiros e biólogos bacharéis especializados em educação ambiental. Recursos materiais como data show, cartilhas educativas e outros também poderão ser usados.

10.5.7 Responsabilidade de execução

A execução deste Plano é de responsabilidade do empreendedor, ficando a cargo deste a opção de terceirização. Caso haja empresa terceirizada, o empreendedor ainda será responsável por acompanhar o desenvolvimento e execução das atividades.

10.5.8 Atendimento aos requisitos legais

A principal legislação a ser seguida no desenvolvimento deste plano é a Lei 9.795/99 que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras

providências. Porém, outros materiais de referência, como cartilhas e livros de educação ambiental também poderão ser considerados.

10.5.9 Inter-relação com outros planos

O presente plano se relaciona com todos os outros, uma vez que a educação ambiental é dever de todos.

10.6. Plano de controle de processos erosivos e monitoramento do sistema de drenagem

10.6.1 Introdução

Um dos principais impactos oriundos da ocupação do solo são as erosões. Isso geralmente ocorre por que a cobertura vegetal é retirada, tornando o solo propício a sofrer processos erosivos, principalmente em áreas inclinadas, com período chuvoso intenso, e onde os solos apresentem transição granulométrica entre horizontes.

Os cuidados com possíveis processos erosivos devem concentrar-se nas áreas de relevo que apresentam inclinações superiores a cinco graus e que estejam desprovidas de cobertura vegetal. Além de locais que possam estar sujeitas a geração de escoamento superficial, originados pela intervenção do empreendimento.

Considerando que a área do empreendimento é predominantemente plana e no intuito de garantir o bom funcionamento dos equipamentos de drenagem ao longo da instalação do empreendimento, o presente Plano indicará medidas principalmente ligadas ao monitoramento da integridade destes equipamentos e áreas, atenuando o desenvolvimento dos processos erosivos e eventual assoreamento próximo ao corpo hídrico intermitente da propriedade.

10.6.2 Objetivo

O principal objetivo deste Plano consiste em apresentar ações direcionadas à manutenção e controle da drenagem/escoamento superficial durante o período de obra, sobretudo nas vias de acesso do empreendimento, buscando prevenir e controlar possíveis danos aos equipamentos de drenagem e identificar potenciais riscos ao meio ambiente.

O Plano busca ainda orientar intervenções antrópicas, no sentido de reduzir o desenvolvimento de processos erosivos, de sedimentação e de assoreamento que possam comprometer a estabilidade ambiental, principalmente nas áreas de entorno do corpo hídrico intermitente.

10.6.3 Justificativa

A preservação do meio físico, a redução dos riscos de assoreamento e erosão durante a execução das obras de drenagem, o auxílio no monitoramento de controle e correção dos danos nas estruturas de drenagem estão como principais justificativas deste Plano.

Sabe-se que as intervenções de corte e aterro para construção das vias de acesso e platôs consistem em um dos principais causadores de processos erosivos, caso não sejam tomados os devidos cuidados. Por isso, este plano está intimamente ligado à eficácia das estruturas de drenagem das vias de acesso e platô, além de propor medidas para os demais processos erosivos identificados durante a etapa de instalação.

10.6.4 Escopo geral

O plano de controle dos processos erosivos busca minimizar os impactos oriundos das alterações ocasionadas pela atividade, que podem variar desde processos erosivos pontuais nos taludes das vias de acesso e platôs até o surgimento destes em áreas a princípio sem intervenção, mas que sofre com o aumento do escoamento superficial em virtude da compactação do solo nas áreas de obra.

Para que o empreendimento possa se instalar de forma harmônica, sugerem-se algumas medidas de controle, a saber:

1. Identificação e cadastramento de processos erosivos através da fotointerpretação, cartografia e atividades de campo.
2. Identificar e cadastrar os processos erosivos, tanto no meio natural como nos equipamentos da usina fotovoltaica, visando atenuar o processo de erosão na área do empreendimento.
3. Delimitação das áreas com processos erosivos e acompanhamento de sua evolução.
4. Delimitar e proteger as áreas com processos erosivos visando impedir o avanço. A proteção pode ser realizada com plantio de vegetação rasteira com sistema radicular profundo. Em caso

de ocorrência de sulcos erosivos, é imprescindível que a recuperação com material mineral de boa qualidade geotécnica seja feita rapidamente.

5. Identificação dos processos, estruturas ou ações geradoras e deflagradoras associadas ao evento erosivo.
6. Diagnosticar a situação atual de forma que possa mapear os eventos erosivos associados, como por exemplo uma calha pluvial colocada de tal forma que canalize à água para áreas potencialmente frágeis ao processo de erosão.
7. Proposição de medidas mitigadoras preventivas e corretivas para evitar ou reduzir processos erosivos.

Medidas mitigadoras propostas a partir do mapeamento dos processos erosivos de forma que seja possível propor medidas preventivas e corretivas, caso necessário. A estabilização no entorno do canteiro de obras e outras instalações com espécies adaptadas à região é um bom exemplo de medida preventiva.

10.6.5 Público-alvo

Os principais atores deste Plano são o empreendedor e a empresa responsável pela construção do empreendimento.

10.5.6 Recursos necessários

Os profissionais necessários são os mais variados possíveis, desde pedagogos,licenciados em ciências diversas até engenheiros e biólogos bacharéis especializados em educação ambiental. Recursos materiais como data show, cartilhas educativas e outros também poderão ser usados.

9.6.7 Responsabilidade de execução

A execução deste Plano é de responsabilidade do empreendedor, ficando a cargo deste a opção de terceirização. Caso haja empresa terceirizada, o empreendedor ainda será responsável por acompanhar o desenvolvimento e execução das atividades.

10.6.8 Atendimento aos requisitos legais

Os requisitos técnicos, práticas recomendadas, ações de prevenção e linhas de atuação no sentido de evitar o desenvolvimento de processos erosivos em cada etapa da construção estão reunidos nas Normas Técnicas Específicas.

Os executores deste Plano deverão atentar-se as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, referentes aos procedimentos sistema de drenagem.

10.6.9 Inter-relação com outros planos

O presente plano se relaciona principalmente com o Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das obras.

10.7. Plano de monitoramento da fauna

10.7.1 Introdução

A geração de energia proveniente de fonte solar gera diversos impactos que podem alterar a circulação da fauna local, uma vez que haverá supressão vegetal e consequente afugentamento da fauna. A intensa de movimentação de veículos também ocasionará impactos na rotina dos animais, podendo inclusive resultar em acidentes. O monitoramento da fauna tornou-se padrão na construção de usinas fotovoltaicas, principalmente considerando a natureza limpa do empreendimento.

10.7.2 Objetivo

O Plano de Monitoramento da Fauna objetiva monitorar e, quando possível, mitigar os potenciais impactos causados pelo empreendimento à fauna local. O plano inclui medidas diversas a serem adotadas durante e após a implantação do empreendimento.

10.7.3 Justificativa

A implantação do empreendimento demandará uma intervenção no meio ambiente, dada a necessidade de promover movimentação de terra para a execução das obras e serviços. Haverá supressão da vegetação nessas áreas, embora essencialmente originária de ação antrópica, ocasionará a fuga/mudança na distribuição espacial da fauna terrestre comuns na região.

10.7.4 Escopo geral

O monitoramento faunístico, naturalmente, necessita de levantamento de dados detalhados a cerca dos espécimes, hábitos e demais parâmetros associados, de forma que o plano possa ser executado da maneira mais eficaz. As ações que devem ser realizadas previamente envolvem, dentre outras:

- Inventariar a fauna, avifauna e quirópteros, tendo como base o Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico e informações dos moradores da região;
- Levantamento de dados a cerca da densidade, frequência, períodos de reprodução, migração dos indivíduos, tamanho aproximado da população e evolução a partir da instalação do empreendimento;
- Identificação de espécies ameaçadas de extinção, constantes na lista oficial do IBAMA, baseado em vistoria de campo e informações dos moradores da região.

A área de abrangência do levantamento da fauna deve considerar a área de influência direta estabelecida no RAS e buscar identificar informações como características de habitat, tradições culturais locais relacionadas à caça de animais, além das possibilidades de interação da fauna com a atividade em si (ex: ninhos de aves em painéis).

Dentre as ações que devem nortear a equipe executora deste plano (futuro programa) estão:

Locação dos pontos observados e locais de ocorrências de espécies, com áreas de dessedentação animal.

- Elaboração de ficha cadastral para preenchimento durante as visitas;
- Definição da malha de amostragem e pontos estratégicos;
- Definição do período do monitoramento (em função da instalação e operação da usina)
- Definição de cronograma de visitas (duração do monitoramento, frequência e rotina das visitas);
- Determinação da diversidade e riqueza de espécies na área objeto.

Com o intuito de evitar acidentes é relevante a definição da malha viária do empreendimento, além da instrução diária dos trabalhadores para que não maltratem os animais. Em caso de ocorrência com animais, o responsável ambiental da obra deverá ser comunicado imediatamente para que seja viabilizado o resgate.

10.7.5 Público-alvo

Os principais atores deste Plano são o empreendedor e a empresa responsável pela construção do empreendimento.

10.7.6 Recursos necessários

Os profissionais necessários à execução de um futuro programa de monitoramento da avifauna e fauna terrestre são biólogos especializados na área e estagiários. Dentre os recursos materiais estão máquina fotográfica, veículo automotor, GPS e outros materiais de campo.

10.7.7 Responsabilidade de execução

A execução deste Plano é de responsabilidade do empreendedor, ficando a cargo deste a opção de terceirização. Caso haja empresa terceirizada, o empreendedor ainda será responsável por acompanhar o desenvolvimento e execução das atividades.

10.7.8 Atendimento aos requisitos legais

Os requisitos técnicos, práticas recomendadas, ações de prevenção e linhas de atuação no sentido de evitar o desenvolvimento de processos erosivos em cada etapa da construção estão reunidos nas Normas Técnicas Específicas.

- Lei Federal N°. 5.197 / 1967 - Lei de Proteção a Fauna, alterada pela Lei N°. 7.653 de 12 de fevereiro de 1988

- Portaria CFBio N°. 148/2012 – Regulamenta os procedimentos de captura, contenção, marcação e coleta de animais vertebrados previstos nos Artigos 4º, 5º, 6º e 8º da Resolução CFBio N°. 301/2012.
- PORTARIA MMA Nº 444 / 2014, que dispõe a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção.
- Autorização para Captura de Material Biológico – ACMB, para captura e manejo de fauna silvestre, expedida pelo órgão ambiental competente

9.7.9 Inter-relação com outros planos

O presente plano se relaciona principalmente com o Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das obras e com o Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social.

10.8. Plano de controle de desmatamento

10.8.1 Introdução

O Plano de Controle de Desmatamento descreve as situações que irão provocar a retirada da vegetação e orienta sobre os procedimentos para a minimização dos impactos na vegetação, resultantes da instalação do Complexo Fotovoltaico Caraúbas.

10.8.2 Objetivo

O objetivo principal é mitigar o impacto e apresentar a técnica de recolhimento de material vegetal para futura recomposição nas áreas a serem recuperadas pela implantação do Complexo e abertura e/ou melhoramentos de acessos.

10.8.3 Justificativa

A implantação do Complexo Fotovoltaico Caraúbas acarretará, dentre outros impactos, o de supressão vegetal. A vegetação presente na área trata-se de Caatinga em sua maioria antropizada, o que confere a legalidade da supressão, desde que disponha de uma autorização emitida pelo Órgão responsável. No entanto, de forma redutora ou mitigadora, justifica-se a execução desse plano para a

instalação do empreendimento para minimizar impactos ambientais negativos decorrentes da supressão da vegetação.

10.8.4 Escopo geral

A estratégia do plano busca evitar procedimentos desordenados de limpeza de terreno e abertura de acessos, fora da área de supressão vegetal autorizada pelo Órgão ambiental estadual.

Os procedimentos serão executados respeitando o cronograma de implantação do empreendimento e as áreas definidas no Relatório Ambiental Simplificado, buscando priorizar os limites dos acessos e platôs, canteiro de obras e áreas de equipamentos. As áreas de preservação permanente deverão ser cercadas e identificadas, garantindo a não interferência.

Os locais que sofrerão o desmatem deverão ser inspecionados antes da execução do serviço com vistas a redução do risco de acidente com a fauna local. Deverá ser priorizado o corte manual em áreas identificadas como sensíveis.

Por fim, objetivando a supressão da área estritamente necessária e previamente autorizada, é de extrema importância que seja realizado a demarcação dos limites geométricos licenciados pelo Órgão ambiental, com a colocação de piquetes pintados em cores vivas em todo o perímetro.

10.8.5 Público-alvo

Os principais atores deste Plano são o empreendedor e a empresa responsável pela construção do empreendimento.

10.8.6 Recursos necessários

Os profissionais necessários à execução deste Plano são biólogos especializados na área, engenheiros florestais e estagiários. Dentre os recursos materiais estão máquina fotográfica, veículo automotor, GPS e outros materiais de campo.

10.8.7 Responsabilidade de execução

A execução deste Plano é de responsabilidade do empreendedor, ficando a cargo deste a opção de terceirização. Caso haja empresa terceirizada, o empreendedor ainda será responsável por acompanhar o desenvolvimento e execução das atividades.

10.8.8 Atendimento aos requisitos legais

Os requisitos técnicos, práticas recomendadas, ações de prevenção e linhas de atuação no sentido de evitar o desmatamento indevido em cada etapa da construção estão reunidos nas Normas Técnicas Específicas.

- Lei no 12.651/2012, de 15 de setembro de 1965 – Código Florestal Brasileiro;

10.8.9 Inter-relação com outros planos

O presente plano se relaciona principalmente com o Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das obras e com o Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social.

10.9. Plano de recuperação de áreas degradadas

10.9.1 Introdução

Durante a fase de implantação e operação do Complexo Fotovoltaico Caraúbas serão necessárias medidas preventivas e corretivas dos impactos gerados ao meio ambiente. Para isso, é proposto o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que possui a característica de ser um Plano contínuo, desde a instalação para correção de impactos durante a construção de canteiro de obras, até a fase de operação, com a manutenção de processos erosivos nas áreas diretamente modificadas pelo empreendimento.

10.9.2 Objetivo

Este Plano tem como objetivo a aplicação de técnicas de manejo visando o controle, mitigação e recomposição das áreas degradadas pela implantação e operação na área do empreendimento. Serão foco deste Plano a prevenção e correção dos processos erosivos, reflorestamento nas áreas de

supressão vegetal ou em áreas adjacentes como forma de compensação ambiental. Assim, pretende-se atingir o equilíbrio ecológico e paisagístico, integrando a atividade do empreendimento às características funcionais do ecossistema.

10.9.3 Justificativa

As alterações impostas pela atividade de geração de energia solar são restritas ao local de obras e ao seu entorno imediato, ou seja, na ADA. Em decorrência dessas ações alguns impactos serão notados, tais como deposição de produtos de construção, acúmulo de bota-fora e outros materiais, de forma que um plano de recuperação das áreas degradas trona-se importante durante e após a implantação da usina fotovoltaica para a manutenção da qualidade ambiental.

10.9.4 Escopo geral

As atividades propostas para o Plano envolvem a identificação dos impactos, nas fases de implantação e operação, e tomada de decisão acerca dos procedimentos adequados para mitigação e correção dos passivos ambientais gerados. Para tanto, o Plano deve seguir os seguintes procedimentos:

Estudo detalhado do meio físico e implantação dos projetos de engenharia considerando os passivos ambientais decorrentes de sua implantação, assim como projetos complementares para controle destes passivos. Nas ações de terraplanagem, movimentações de terra e limpeza do terreno, devem ser tomadas inicialmente medidas descritas no Plano de Controle Ambiental das Obras.

A execução dos projetos deve ser precedida de estudo das características do solo e identificação de áreas mais susceptíveis aos processos erosivos, adequando as atividades às características físicas identificadas. Os impactos gerados devem ser mitigados ou corrigidos nos termos da lei, a fim de se evitar sanções descritas na Lei 9.605, 1998 (Lei de Crimes Ambientais).

Implantação de cada alternativa técnica escolhida para controle de processos erosivos e para recomposição da cobertura vegetal, com as seguintes ações a serem desenvolvidas:

a) Revegetação (estabilização biológica) das áreas de supressão realizada durante a limpeza do terreno e ao entorno das vias de acesso que forem abertas para a construção das edificações. Como alternativa de compensação das áreas permanentemente suprimidas, recomenda-se o plantio de mudas nativas em regiões adjacentes, desde que não faça parte da reserva legal,

área pré-definida e protegida por lei. O plantio de mudas nativas, contendo plantas herbáceas e arbustivas, deve ser realizado com o objetivo de acelerar o processo natural de sucessão ecológica, levando em consideração as diretrizes impostas pela Resolução CONAMA No 429, 2011. As mudas devem ter o acompanhamento do seu crescimento, em solo devidamente adubado, e caso necessário, realizar a proteção contra fatores físicos através de cercas, propiciando o livre crescimento e o aumento das relações interespecíficas e a manutenção dos ciclos naturais;

b) O plantio de espécies nativas deve ser conjugado com a regeneração natural, mas levando em consideração que o número de espécies e de indivíduos por hectare deverá buscar compatibilidade com a fitofisionomia local, visando acelerar a cobertura vegetal da área recuperada;

c) Quando necessário o PRAD deve utilizar técnicas de fertilização natural do terreno a ser recuperado, como Adubação Verde, cobertura do solo com restos de plantas (poda) e isolamento da área para regeneração natural da fertilidade, quando não há o risco de processos erosivos. O Pousio aumentará a recuperação da bioestrutura do solo e a profundidade de enraizamento, tendo por consequência o aumento das trocas das substâncias húmicas e o reabastecimento das condições naturais de fertilidade.

d) Estabilização física do solo através da implantação de declividades adequadas às características do solo e construção de taludes em conformidade com a norma da ABNT NBR 11682 (estabilidade de taludes em solos, contendo as condições para o projeto, execução e conservação de obras de estabilização).

É de suma importância a realização de vistorias técnicas periódicas nos locais de intervenção do PRAD para monitoramento dos processos erosivos e de revegetação, efetuando as intervenções que forem necessárias para correção de inconformidades.

Sugere-se a elaboração de Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA), descrevendo todas as ações realizadas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, ordem cronológica dos fatos, as relações das ações com outros Planos ambientais, assim como os resultados esperados e obtidos.

10.9.5 Público-alvo

Os principais atores deste Plano são o empreendedor e a empresa responsável pela construção do empreendimento.

10.9.6 Recursos necessários

Os profissionais necessários à execução deste Plano são engenheiros das mais diversas áreas, tecnólogos ambientais e estagiários. Dentre os recursos materiais estão máquina fotográfica, veículo automotor, GPS e outros materiais de campo.

10.9.7 Responsabilidade de execução

A execução deste Plano é de responsabilidade do empreendedor, ficando a cargo deste a opção de terceirização. Caso haja empresa terceirizada, o empreendedor ainda será responsável por acompanhar o desenvolvimento e execução das atividades.

10.9.8 Atendimento aos requisitos legais

Os requisitos técnicos, práticas recomendadas, ações de prevenção e linhas de atuação no sentido de evitar o desenvolvimento de processos erosivos em cada etapa da construção estão reunidos nas Normas Técnicas Específicas.

10.9.9 Inter-relação com outros planos

O presente plano se relaciona principalmente com o Plano de Controle Ambiental Associado à Execução das obras e com o Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem.

10.10. Plano de eventual desativação do empreendimento

10.10.1. Justificativa

No final da etapa de concessão o empreendedor poderá optar pela desativação ou renovação dos contratos. Caso a decisão seja a primeira alternativa, será necessária a desativação das estruturas implementadas e a instalação de procedimentos de recuperação de áreas degradadas.

Os procedimentos de desativação são de grande importância para efetiva mitigação dos impactos da construção e para garantir que as condições pós encerramento situem-se próximas às condições anteriores à intervenção, exigindo um esforço concentrado do empreendedor e das empresas contratadas.

10.10.2. Objetivos

O programa de desativação tem a finalidade de atender trâmites ambientais e legais exigidos pelo Órgão Ambiental planejando as atividades de desmontagem e recuperação ambiental do empreendimento no final do período de concessão.

10.10.3. Objetivos específicos

- Constituem-se objetivos específicos:
- Desmobilizar todas as estruturas executadas;
- Promover a recuperação ambiental de toda área do projeto;
- Recuperar as feições de erosão de todas as áreas fontes de solos carreados, como sulcos ravinas e voçorocas;
- Suavizar os taludes existentes.

10.10.4. Requesitos legais

As legislações e normas relacionadas às atividades previstas neste programa será o norteador das ações, assim garantindo o desenvolvimento das atividades sempre em consonância com as legislações seja ela no âmbito federal, estadual ou municipal.

10.10.5. Metodologia e descrição das atividades

O programa será dividido em várias etapas para facilitar o planejamento das atividades associadas a cada fase.

Etapa 01 – Testes do empreendimento

A primeira etapa é dividida em fases.

- Avaliação dos sistemas de monitoramento dos equipamentos elétricos e mecânicos que fazem a composição dos painéis, identificando pontos de fragilidade mecânica.
- Verificação das condições das vias de acesso através de vistorias, bem como todos os testes especificados no plano de desenergização e desmonte. Gerando um relatório das condições das vias com sugestões de reformas caso necessário e, após a execução das eventuais reformas sugeridas, deve-se fazer novamente os testes para verificação das condições necessárias para iniciar o plano de desmontagem.

O empreendimento nesta fase pode continuar operando e fornecendo energia para o Sistema Integrado Nacional (SIN), mesmo quando realizados os testes nos equipamentos e peças do empreendimento como um todo.

Esta fase tem prazo para o cumprimento previsto de 15 (quinze) dias.

Etapa 02 – Desconexão dos Sistemas Elétricos

Deve ser solicitada a desativação dos painéis ao operador responsável na data da interrupção e, logo solicitar o desligamento e abertura do disjuntor interno.

Após testes dos componentes que integram os painéis do empreendimento todos os sistemas elétricos de transformação e transmissão de energia serão desmontados e desmobilizados caracterizando a total desativação, na seguinte sequência.

1ª Parte – Inversores/Subestações unitárias;

2ª Parte – Linha de Transmissão da Subestação Elevadora;

Nesta fase o empreendimento não estará mais interligado ao SIN, os geradores serão desligados. Procedimentos específicos serão elaborados para garantir a desconexão com segurança.

Esta fase tem prazo para o cumprimento previsto de 1 (um) mês.

Etapa 03: Desmonte dos painéis.

A terceira etapa consiste em desmontar os itens que compõem os módulos fotovoltaicos. Serão desconectadas primeiramente os cabos e string e cabos secundários, logo após as placas; seguido dos trackers.

Neste período os cabos e parafusos que interligam e conectam as partes dos trackers serão retirados e desconectados. As atividades serão realizadas seguindo as orientações das boas práticas e normas de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS).

Esta fase tem prazo para cumprimento previsto de 3 (três) meses, considerando a desmobilização de todas as peças que compõem os módulos.

Etapa 04: Desmonte dos trackers.

Nesta etapa será realizado a retirada dos perfis metálicos cravados no solo com auxílio de equipamento específico e operadores.

Cumprimento desta fase tem previsão para 2 (dois) meses.

Etapa 05 – Desmonte do sistema de drenagem

Será desmobilizado todo o sistema de drenagem do empreendimento como caixa de drenagem, caixa de sarjeta, dreno seco, dreno poroso, canalizações em concreto simples ou armado, boca de manilha, valetas, e elementos dissipadores.

Etapa 06 – Desativação Total

Após o desmonte de todos os componentes que integram os módulos do empreendimento e de todos os seus sistemas auxiliares, a remoção de todos os equipamentos pertencentes ao complexo será definida através de projeto específico a ser desenvolvido, com previsão de 6 (seis) meses de duração.

Os principais componentes podem ser transportados por caminhões comuns. Sem necessidade de curvas longas, ou capacidade suportar cargas elevadas e sem necessidade de batedores.

É de responsabilidade do empreendedor a definição dos locais de disposição final dos equipamentos após o desmonte.

10.10.6. Público alvo

O público alvo atingido pelo programa são todos os agentes envolvidos dentro do processo de desativação e todos os colaboradores que participarão das etapas.

10.10.7. Inter-relação com outros Programas

- PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Efluentes, Emissões Atmosférico;
- PRAD – Plano de Recuperação de Área Degradadas;
- Programa de Gestão Ambiental;

10.10.8. Especificações de metas

Constituem-se metas do Programa de Gestão Ambiental.

10.10.9. Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho serão os manifestos de destinação final dos resíduos produzidos na desinstalação e os testes de avaliação dos acessos e equipamentos que ficarão no local.

10.11. Cronograma geral

Segue abaixo o cronograma básico para a implementação dos planos ambientais com os meses de execução. Reassalta-se que o cronograma sofrerá alterações quando for apresentado no Relatório de Detalhamento do Programas Ambientais na licença de instalação, apresentando detalhadameto cada etapa de execução dos planos.

Observa-se que o Plano de Eventual Desativação não consta a indicação dos meses de implementação. Deve-se ao fato de sua execução ocorrer sobre a possivel desmobilização do empreendimento em um período de tempo estimado entre 20 e 30 anos, tendo a possibilidade de continudade da operação por mais tempo.

Quadro 26 – Cronograma básco.

PLANOS	PRÉ-IMPLANTAÇÃO	MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plano de Controle Ambiental associado à execução das obras		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Gestão dos resíduos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Educação Ambiental e Comunicação Social	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Proteção do Trabalhador e Segurança do Ambiente de Trabalho		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Controle dos Processos Erosivos e Monitoramento do Sistema de Drenagem		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Monitoramento de Fauna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Controle de Desmatamento	■	■	■	■									
Plano de Recuperação de Áreas Degradadas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Sinalização	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plano de Eventual Desativação													

Fonte: CSA, junho de 2021

11. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

A compensação ambiental é um instrumento de política pública que, intervindo junto aos agentes econômicos, proporciona a incorporação dos custos sociais e ambientais da degradação gerada por determinados empreendimentos, em seus custos globais. Ou seja, é um mecanismo financeiro de contrapartida pelos efeitos de impactos ambientais não mitigáveis.

A lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, através de seu artigo 36, impõe ao empreendedor a obrigatoriedade de apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do grupo de proteção integral, quando, durante o processo de licenciamento e com fundamento em EIA/RIMA, um empreendimento for considerado como de significativo impacto ambiental.

Devem ser obedecidas as ações prioritárias para aplicação dos recursos de compensação ambiental, descritas no Decreto 4.340/2002, quais sejam:

> I - regularização fundiária e demarcação das terras;
>
> II - elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo;
>
> III - aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento;
>
> IV - desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova unidade de conservação;
>
> V - desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da unidade de conservação e área de amortecimento.

O empreendimento em foco consta do licenciamento de um empreendimento fotovoltaico estando este correndo de maneira sequencial pelos trâmites legais necessários ao licenciamento ambiental. Sendo assim, a compensação ambiental ocorre por ocasião do licenciamento conforme previsto e solicitado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA).

De acordo com o Decreto Federal N°. 6.848 de 14 de maio de 2009, para fins de regulamentação da compensação ambiental, o qual alterou artigos do Decreto Nº 4.340/2002, sendo este o decreto regulamentador da Lei Nº 9.985/2000 que instituiu o Sistema Nacional das Unidades de Conservação - SNUC.

> **"Art 31.** Para os fins de fixação da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei n° 9.985, de 2000, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA estabelecerá o grau de impacto a partir de estudo prévio de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, ocasião em que considerará, exclusivamente, os impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente.
>
> **§ 1°** O impacto causado será levado em conta apenas uma vez no cálculo.
>
> **§ 2°** O cálculo deverá conter os indicadores do impacto gerado pelo empreendimento e das características do ambiente a ser impactado.
>
> **§ 3°** Não serão incluídos no cálculo da compensação ambiental os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais."

11.1. Cálculo do valor da compensação ambiental

Para avaliação dos impactos ambientais gerados e/ou previsíveis pelo empreendimento, são utilizados os valores atribuídos a cada impacto identificado na listagem do Check List dos impactos referentes ao empreendimento contidos no EIA/RIMA.

Segundo o art. 31-A do Decreto 4.340/2002, com redação dada pelo Decreto 6.848/09, o Valor da Compensação Ambiental derivada do licenciamento ambiental federal deve ser calculado pelo produto do Grau de Impacto - GI versus o Valor de Referência – VR, de acordo com a seguinte fórmula:

$$CA = VR \times GI$$

O referido decreto apresenta em sua totalidade as fórmulas necessárias para o cálculo do Grau de Impacto Ambiental (GI). Todavia, as fórmulas serão aqui apresentadas para uma melhor compreensão do capítulo, a saber.

11.2. Cálculo do valor da compensação ambiental

Somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os

encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais.

- Grau de impacto (GI)

O Grau de Impacto nos ecossistemas, pode atingir valores de 0 a 0,5%, de acordo com o Decreto Federal nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Para se determinar seu valor devesse utilizar a fórmula: **GI = ISB + CAP + IUC**, onde:

ISB = Impacto sobre a Biodiversidade;

CAP = Comprometimento de Área Prioritária; e

IUC = Influência em Unidades de Conservação.

11.2.1. Impacto sobre a biodiversidade (isb)

O ISB tem como objetivo contabilizar os impactos do empreendimento diretamente sobre a biodiversidade na sua área de influência indireta e direta do projeto. Os impactos diretos sobre a biodiversidade que não se propagarem para além desta área não serão contabilizados para as áreas prioritárias. O ISB terá seu valor variando entre 0 e 0,25%.

Para se determinar seu valor, utiliza-se a fórmula: ISB = (IM x IB (IA+IT)) / 140, onde:

IM = Índice Magnitude;

IB = Índice Biodiversidade;

IA = Índice Abrangência; e

IT = Índice Temporalidade.

O ISB médio para o empreendimento será resultante da análise dos índices estabelecidos para o empreendimento de acordo com a fórmula acima.

11.2.2. Compromentimento de área prioritária

O CAP tem por objetivo contabilizar efeitos do empreendimento sobre a área prioritária em que se insere. Isto é observado fazendo a relação entre a significância dos impactos frente às áreas prioritárias afetadas.

Para se determinar seu valor, utiliza-se a fórmula: **CAP = (IM x ICAP x IT) / 70**, onde:

IM = Índice Magnitude: o índice de Magnitude varia entre 0 a 03 o qual avalia a existência e relevância dos impactos ambientais significativos negativos sobre os diversos aspectos ambientais associado ao empreendimento.

ICAP = Índice Comprometimento de Área Prioritária: quanto ao índice de comprometimento de área prioritária a qual tem uma variação entre 0 e 03, o qual avalia o comprometimento sobre a integridade de fração significativa de área prioritária impactada pela implantação do empreendimento.

IT = Índice Temporalidade: O índice de temporalidade varia de 01 a 04 e se refere à resiliência do ambiente o qual o empreendimento se insere.

O CAP terá seu valor variando entre 0 e 0,25%. O CAP médio para o empreendimento será resultante da análise dos índices estabelecidos para o empreendimento de acordo com a fórmula acima, uma vez que a área do projeto se localiza em uma área prioritária para conservação da biodiversidade.

11.2.3. Influência em unidade de conservação (iuc)

A IUC varia entre 0 a 0,15% avaliando a influência do empreendimento sobre as unidades de conservação ou em suas zonas de amortecimento, sendo que os valores podem ser considerados cumulativamente até o valor máximo de 0,15%, conforme os valores abaixo.

- G1: parque (nacional, estadual e municipal), reserva biológica, estação ecológica, refúgio de vida silvestre e monumento natural = 0,15%;
- G2: florestas (nacionais e estaduais) e reserva de fauna = 0,10%;
- G3: reserva extrativista e reserva de desenvolvimento sustentável = 0,10%;

- G4: área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico e reservas particulares do patrimônio natural = 0,10%, e;
- G5: zonas de amortecimento de unidades de conservação = 0,05%

11.3. Índices de avaliação dos imapctos sobre a biodiversidade

11.3.1. Índice Magnitude (IM)

O IM varia de 0 a 3 (Quadro 27), avaliando a existência e a relevância dos impactos ambientais concomitantemente significativos negativos sobre os diversos aspectos ambientais associados ao empreendimento, analisados de forma integrada.

Quadro 27 - Valores referentes ao Índice Magnitude.

Valor	Atributo
0	Ausência de impacto significativo
1	Pequena magnitude do impacto ambiental negativo
2	Média magnitude do impacto ambiental negativo em relação ao comprometimento dos recursos ambientais
3	Alta magnitude do impacto ambiental negativo

11.3.2. Indice Biodiversidade (IB)

O IB varia de 0 a 3 (Quadro 28), avaliando o estado da biodiversidade previamente à implantação do empreendimento.

Quadro 28 - Valores referentes ao Índice Biodiversidade.

VALOR	ATRIBUTO
0	Biodiversidade se encontra muito comprometida
1	Biodiversidade se encontra medianamente comprometida
2	Biodiversidade se encontra pouco comprometida
3	área de trânsito ou reprodução de espécies consideradas endêmicas ou ameaçadas de extinção

11.3.3. Indice Abrangência (IA)

O IA varia de 1 a 4 (Quadro 29), avaliando a extensão espacial de impactos negativos sobre os recursos ambientais.

Quadro 29 - Valores referentes ao Índice de Abrangência.

VALOR	ATRIBUTOS PARA EMPREENDIMENTOS TERRESTRES, FLUVIAIS E LACUSTRES	ATRIBUTOS PARA EMPREENDIMENTOS MARÍTIMOS OU LOCALIZADOS CONCOMITANTEMENTE NAS FAIXAS TERRESTRE E MARÍTIMA DA ZONA COSTEIRA	ATRIBUTOS PARA EMPREENDIMENTOS MARÍTIMOS (PROFUNDIDADE EM RELAÇÃO À LÂMINA D'ÁGUA)
1	Impactos limitados à área de uma microbacia	Impactos limitados a um raio de 5km	Profundidade maior ou igual a 200 metros
2	Impactos que ultrapassem a área de uma microbacia limitados à área de uma bacia de 3a ordem	Impactos limitados a um raio de 10km	Profundidade inferior a 200 e superior a 100 metros
3	Impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 3a ordem e limitados à área de uma bacia de 1a ordem	Impactos limitados a um raio de 50km	Profundidade igual ou inferior a 100 e superior a 50 metros
4	Impactos que ultrapassem a área de uma bacia de 1a ordem	Impactos que ultrapassem o raio de 50km	Profundidade inferior ou igual a 50 metros

11.3.4. Indice de Temporialidade (IT)

O IT varia de 1 a 4 (Quadro 30) e se refere à resiliência do ambiente ou bioma em que se insere o empreendimento. Avalia a persistência dos impactos negativos do empreendimento.

Quadro 30 - Valores referentes ao Índice Temporalidade.

VALOR	ATRIBUTO
1	Imediata: até 5 anos após a instalação do empreendimento;
2	Curta: superior a 5 e até 15 anos após a instalação do empreendimento;
3	Média: superior a 15 e até 30 anos após a instalação do empreendimento;
4	Longa: superior a 30 anos após a instalação do empreendimento

11.3.5. Índice comprometimento de áreas prioritárias (icap)

O ICAP varia de 0 a 3 (Quadro 31), avaliando o comprometimento sobre a integridade de fração significativa da área prioritária impactada pela implantação do empreendimento, conforme

mapeamento oficial de áreas prioritárias aprovado mediante ato do Ministro de Estado do Meio Ambiente.

Quadro 31 - Valores Referentes ao Índice de Comprometimento de Áreas Prioritárias.

VALOR	ATRIBUTO
0	Inexistência de impactos sobre áreas prioritárias ou impactos em áreas prioritárias totalmente sobrepostas a unidades de conservação.
1	Impactos que afetem áreas de importância biológica alta
2	Impactos que afetem áreas de importância biológica muito alta
3	Impactos que afetem áreas de importância biológica extremamente alta ou classificadas como insuficientemente conhecidas

11.4. Valores dos índices do empreendimento

Para determinação do Grau de Impacto do empreendimento, deverá ser apresentado os índices com base nos impactos ambientais causados pela implantação do empreendimento de significativo impacto ambiental, conforme a Resolução CONAMA 371, de 5 de abril 2006, Art 1°, que diz:

> Art. 1 o Esta resolução estabelece diretrizes para cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos financeiros advindos da compensação ambiental **decorrente dos impactos causados pela implantação de empreendimentos** de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento emEstudos de Impacto Ambiental-EIA e Relatório de Impacto Ambiental-RIMA, conforme o art. 36 da Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000, e no art. 31 do Decreto n o 4.340, de 22 de agosto de 2002.

Assim, entende-se que outros impactos causados nas demais fases do empreendimento serão excluídos desta análise, conforme o Art 2, Paragráfos 1 e 2:

> Art. 2 o O órgão ambiental licenciador estabelecerá o grau de **impacto ambiental causado pela implantação** de cada empreendimento, fundamentado em base técnica específica que possa avaliar os **impactos negativos e não mitigáveis** aos recursos ambientais identificados no processo de licenciamento, de acordo com o EIA/RIMA, e respeitado o princípio da publicidade.
>
> § 1 o Para estabelecimento do grau de impacto ambiental serão considerados somente os impactos ambientais causados aos recursos ambientais, nos termos do art. 2 o, inciso IV da Lei n o 9.985, de 2000, **excluindo riscos da operação do empreendimento, não podendo haver redundância de critérios.**

Ainda no Paragráfo 1, do art 2, informa que serão considerados apenas os impactos causados aos recursos ambientais conforme definição do art. 2, inciso IV da Lei n o 9.985, de 2000, que segue abaixo:

> Art. 2o Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:
>
> IV - recurso ambiental: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora;

Desta forma, os impactos causados aos aspectos socioeconomicos, são exlcuidos na valoração do grau de impactos.

A contém os índices relacionados a área do empreendimento e necessários ao cálculo do Grau de Impacto (GI).

Após o cálculo do Grau de Impacto (GI), o órgão ambiental responsável irá definir o valor adequado para a Compensação Ambiental.

11.4.1. Indice de Magnitude

Para valorar os Índices de Magnitude buscou-se no EIA/RIMA do empreendimento os impactos ambientais identificados e valorados conforme seus atributos.

Para o empreendimento fotovoltaico o índice de magnitude foi classificado como 66 (37 POSITIVOS e 29 NEGATIVOS) impactos de BAIXA MAGNITUDE, 11 (04 POSITIVOS e 07 NEGATIVOS) de MÉDIA MAGNITUDE e 36 (17 POSITIVOS e 19 NEGATIVOS) como de ALTA MAGNITUDE.

11.4.2. Indice de Biodiversidade

De acordo com o diagnóstico ambiental do EIA/RIMA, foram identificadas espécies ameaçadas de extinção na área de estudo. Neste sentido, deu-se valoração 3 (três) para o índice de biodiversidade.

11.4.3. Indice de Abrangência

O índice de abrangência para o empreendimento se baseou para mensuração de seu índice nos atributos para empreendimentos localizados em ambientes terrestres, fluviais e lacustre, limitados a área de uma microbacia.

Assim, os impactos referentes ao empreendimento são limitados a área de uma microbacia recebendo valoração 1 (um) para todos os impactos no que se relaciona ao grau de abrangência.

11.4.4. Indice de Temporariedade

Na avaliação do índice de temporalidade levou-se em consideração o tempo/duração de cada impacto no ambiente. Na revisão do EIA/RIMA do empreendimento, foi visto a necessidade de reclassfificar alguns parâmetros do atributo a "temporalidade" (utilizado para valorizar este índice), ao ponto que melhor se adequassem aos efeitos dos prováveis impactos do empreendimento.

Com relação ao atributo TEMPORALIDADE, apenas 01 foi prognosticado como LONGO PRAZO e POSITIVO, 28 (17 POSITIVOS e 11 NEGATIVOS) são de MÉDIO PRAZO e 84 (40 POSITIVOS e 44 NEGATIVOS) são IMEDIATOS.

11.4.5. Índice de Comprometimento de Áreas Prioritárias (ICAP)

Na área do empreendimento e AID foi identificada área prioritária relativas ao bioma Caatinga. Para essa identificação utilizou-se a classificação e o mapa de áreas prioritárias do Decreto Nº 5092 de 21 de maio de 2004, sendo atualizadas mediante Portaria n°223, de 21 de junho de 2016, ambas do Ministério do Meio Ambiente.

No contexto da área do empreendimento ocorre a área prioritária para conservação da biodiversidade com importância biológica "Muito Alta", sendo assim, definiu-se a valoração 2 (dois).

11.4.6. Influência em Unidades de Conservação (IUC)

Para a área do Complexo Fotovoltaico a IUC teve valoração 0 uma vez que a mesma não se encontra inserida em Unidades de Conservação ou Zona de Amortecimento.

11.5. Resultado da análise dos índices

Para o empreendimento com base nos índices propostos no anexo do Decreto Nº. 6.848/2009, a partir da análise de cada impacto negativo do empreendimento utilizando as fórmulas indicadas deu-se valoração a cada índice.

Para o cálculo de grau de impacto calcula-se a média do ISB e CAP de cada um dos impactos negativos do empreendimento, além do IUC.

Por fim, após a apresentação de todas as informações necessárias para o cálculo do Grau de Impacto (GI), onde o órgão ambiental será responsável por definir o valor adequado para a compensação ambiental, conforme o Decreto Nº. 6.848/2009 e a Art 2° Resolução CONAMA 371/2006, que cita o órgão ambiental licenciador que estabelecerá o grau de impacto.

11.6. Sugestão de aplicação dos recursos

Conforme o art. 10, da Resolução CONAMA Nº 371, de 05 de abril de 2006, a qual estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, o empreendedor:

> "observados os critérios estabelecidos no art. 9º desta Resolução, deverá apresentar no EIA/RIMA sugestões de unidades de conservação a serem beneficiadas ou criadas".

Vale ressaltar que os critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação devem seguir a Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.

12. CONCLUSÃO

Os impactos ambientais prognosticados nas três etapas do Complexo Fotovoltaico Caraúbas demonstram que as principais alterações adversas estão ligadas à fase de implantação, uma vez que haverá interferências de cunho direto aos componentes físico, biológico e antrópico.

Os efeitos adversos incidentes no meio físico serão provenientes principalmente das ações de instalação do canteiro de obras, construção das vias de acesso, das fundações, das edificações civis e da subestação, sendo nesta fase em que provavelmente ocorrerão alterações na dinâmica sedimentar, no relevo natural, na paisagem, no ar e dentre outros. A grande maioria destes impactos

foram classificados como locais, reversíveis e temporários, tendo em vista que após a implantação do empreendimento as causas serão eliminadas.

Quanto aos impactos sobre meio biótico, as principais ações causadoras serão a construção das vias de acesso e instalação do canteiro de obras, sendo nessas ações onde eventualmente ocorrerá perda de cobertura vegetal, afugentamento de fauna e o risco de acidentes com animais. As classificações dos impactos sobre o meio biótico, quando da etapa de operação, demonstraram-se, de maneira geral, como local, reversível e temporárias, visto que o risco de acidentes será minimizado ao término da etapa de obra.

As alterações sobre o meio antrópico, no geral, possuem um cunho positivo, uma vez que haverá aumento na demanda de empregos, dinamismo na economia local e incremento na geração de impostos de serviços. Por tratar-se de uma obra de médio porte e de curta duração, os impactos sociais de origem adversa, provavelmente se manifestarão de forma incipiente. Assim, podemos concluir que não há impedimentos para implantação do empreendimento fotovoltaico, e ainda, a maioria da população da região é a favor do empreendimento, tendo em vista a melhoria na infraestrutura e na geração de emprego e renda para população local.

Na análise de impactos foi possível identificar que os impactos de cunho negativo se concentram na etapa de implantação do empreendimento e são diretos, imediatos, locais, reversíveis e de significância moderada e magnitude baixa.

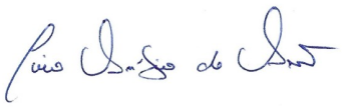
O diagnóstico ambiental e as atividades desenvolvidas em cada fase do projeto foram a base para identificação e avaliação dos impactos ambientais, que por sua vez possibilita a proposição de uma série de medidas mitigadoras que visam reduzir, evitar e até mesmo eliminar a ocorrência de efeitos adversos ou negativos ao meio ambiente e potencializar os positivos.

Por fim, quando comparada à outras fontes de energia, a geração proveniente de fonte fotovoltaica se encaixa como a menos impactante, principalmente quando consideramos a não emissão de polutentes atmosféricos e efluentes liquidos indutriais.

13. EQUIPE TÉCNICA



Bruno Cesar Pereira da Costa, Biólogo – Especialista em Gestão Ambiental / Mestre e Doutor em Ciências e Engenharia na Indústria do Petróleo. Registrado no CRBio 05 sob o nº: 77.487/05-D. CTF/Ibama: 5702874. Responsável pela elaboração do diagnóstico do Meio Biótico (Flora).



Ciro Anízio de Assunção, Geógrafo – Mestrando em Geografia. Registrado no CREA sob o n. 21. Responsável pela elaboração do Mapeamento Temático/Geoprocessamento.



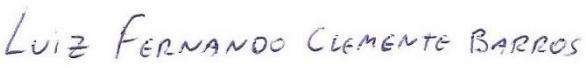
Espedito Lima de Carvalho Segundo, Biólogo – Especialista em Gestão Ambiental e Gestão e Perícia Ambiental / Especialista em Geoprocessamento e Cartografia Digital. Registrado no CRBio sob o n. 67.501/05-D. CTF/Ibama: 6903533. Responsável pela elaboração do diagnóstico do Meio Biótico (Fauna).



Hanyel Pessoa Paiva, Geógrafo – Mestre em Geodinâmica. Registrado no CREA sob o n. 2107105812. Responsável pela elaboração do diagnóstico do Meio Físico.



Iron de Medeiros Bezerra, Geógrafo - Especialista em Gestão Ambiental / Especialista em Meio Ambiente em Petróleo. Registrado no CREA sob o n. 2100447580. Coordenador Geral.



Luiz Fernando Clemente Barros, Ecólogo – Mestre em Ciência Animal. CTF/Ibama: 5568444. Auxiliar no levantamento dos dados do Meio Biótico (Fauna).



Pamella Bárbara Coutinho Soares, Ecóloga – Mestra em Ecologia e Conservação. Responsável por Herpetofauna.



Paulo de Tarso Dantas Lima, Engenheiro Sanitarista Ambiental – Especialista em Gestão e Perícia Ambiental. Registrado no CREA sob o n. 2114473481. Responsável pela elaboração da Avaliação de Impactos Ambientais, Medidas Mitigadoras e Planos e Programas Ambientais.



Pedro Henrique Godeiro de Lima, Geógrafo – Registrado no CREA/RN sob o nº 211676907-8. CTF/Ibama: 7097624. Responsável pela elaboração do diagnóstico do meio socioeconômico.



Vinnícius Vale Dionízio França, Geógrafo – Registrado no CREA/RN sob nº 211869102-5. Auxiliar no levantamento dos dados do meio socioeconômico.

14. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N.: Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil. Revista de Geomorfologia, 20. Instituto de Geografia. São Paulo, USP: 1969.

ARAÚJO FILHO, J. A. Desenvolvimento Sustentável da Caatinga. Sobral: Ministério da Agricultura/ EMBRAPA/CNPC, 20p.1996.

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.

BLOCK, M. R. Identifying environmental aspects and impacts. Milwaukee, Quality Press, 1999.

BRASIL, Lei nº 12.651/12 (Código Florestal Brasileiro);

BRASIL. BACIA POTIGUAR: Sumário Geológico e Setores em oferta. ANP, 2017

BRASIL, SUDENE, 2017: LINK http://antigo.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/riograndedonorte-elimitacaosemiarido-dezembro2017.jpeg

CARTILHA DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. Disponível em http://www.ciflorestas.com.br/cartilha/APP-localizacao-e-limites_protecao-conservacao-dos-recursos-hidricos-dos-ecossistemas-aquaticos.html. Acesso em: 06de abr. 2021.

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 maio de 2017.

CPRM/FAPERN 2006. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte Escala 1:500.000.

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea: Diagnóstico do município de Caraúbas/RN. Recife, 2005

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea: Diagnóstico do município de Upanema/RN. Recife, 2005

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 maio de 2017.

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 maio de 2017.

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Perfil do Município de Caraúbas. Base Cartográfica 2006.

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/. Acesso em junho de 2021.

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Perfil do Seu Município: **.**, 2008.

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Perfil do Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em: http://www.seplan.rn.gov.br/arquivos/download/PERFIL%20DO%20RN.pdf

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte. Natal, 2014.

Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN). Bacia Apodi/Mossoró. Disponível em: < http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/ DOC000000000028892.PDF>. Acesso em: 7 out. 2015.

INMET. Estação Climatológica de Florânia/RN. Disponível em:

http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/planilhas.xls. Acesso em maio de 2017.

JUSTO *et al*. (2016). A bacia do Rio Apodi-Mossoró (RN) como objeto de pesquisa em programas de pós-graduação. Revista Principia nº 31. João Pessoa: IFPB. Pg. 97 – 105.

MABESOONE, J. M. & ALHEIROS, M. M. 1998. Evolution of the Pernambuco-Paraíba Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic conection. Geologie en Mijnbouw, 71: 351-362. Maury, C. J.

NIMER, E. (1979) Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. 422 p.

NIMER, E. (1972). Ensaio de um novo método de classificação climática: contribuição à climatologia intertropical e subtropical, especialmente do Brasil. In Boletim geográfico. Rio de Janeiro: IBGE. Ano 31, Nº 227, p. 141-153.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, J. K.: Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3ed. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)-CNPS, 1995.

RODRIGUES, G. S. Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução a metodologia. Jaguariaúna: Embrapa, 1998. 66 p.

SANTANA, 2019: AVALIAÇÃO HÍDRICA DO PRIMEIRO SEMESTRE NO RIO GRANDE DO NORTE OBTIDO COM AS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DE 1961 A 1990. Conference: III Inovagri International Meeting Natal, 2015.

SCHOBBENHAUS, C. & BRITO NEVES, B.B. 2003. Geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana In: BIZZI, L.A.; SCHOBBENHAUS, C; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES J.H. (eds.) Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Texto, mapas e SIG. CPRM-Serviço Geológico do Brasil. p. 5-54.

SCHOBBENHAUS et al.: A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana Geology of Brazil in the Context of the South American Platfor , CPRM – Serviço Geológico do Brasil; Universidade de São Paulo

SERHID. (1998a). Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos do Rio Grande do Norte, Natal.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS – SIBCS. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009.

SOARES, U.M.; et al. 2003. Bacias sedimentares brasileiras. Bacia Potiguar. Fundação Paleontológica Phoenix, ano 5, n. 56, ago. 2003. Disponível em: Acesso em maio de 2017.

SOUZA-LIMA, W.; MANSO, C.L.C.; ANDRADE, E.J. & GRILLO, J.L. 2003. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Camamu. Phoenix, 5(54):1-6.

TROLEI, A. L.; SILVA, B. L. da: Os recursos hídricos do Rio Grande do Norte: uma análise da vulnerabilidade territorial ao colapso no abastecimento de água. Revista franco brasileira de geografia, nº 34, 2018.

PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Caraúbas**. Natal, RN: IDEMA, vol. 10, 2008.

PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Upanema**. Natal, RN: IDEMA, vol. 10, 2008.

VASSILIOU, M. and KANAMORI, H. (1982): The Energy Release in Earthquakes, Bull. Seismol. Soc. Am. 72, 371-387.

AGUIAR, J., T.E. LACHER JR. & J.M.C. DA SILVA. 2002. **The Caatinga**. In: R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, P. ROBLES GIL, J. PILGRIM, G.A.B. DA FONSECA, T. BROOKS & W.R. KONSTANT (eds.). Wilderness: earth's last wild places. pp. 174-181. Cemex, Agrupación Serra Madre, S.C., México.

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. 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).

ARAÚJO, M., A., R., COELHO, R., M., P., **Por que as Unidades de Conservação são precariamente geridas no Brasil?**. IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Vol 1, 2004, pp. 55-61.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portal Eletrônico Eletrônico**. Brasília: disponível em http://www.mma.gov.br/. Consultado em Set 2021.

CARVALHO; et al. **Caracterização das áreas de ocorrência de desertificação no Rio Grande do Norte**, 2000, p. 9.

CASTELLETTI, C.H.M., J.M.C. SILVA, M. TABARELLI & A.M.M. SANTOS. 2004. **Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar**. In: J.M.C. SILVA, M. TABARELLI, M.T. FONSECA & L.V. LINS (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. pp. 91-100. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

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, IONE. **Perspectivas brasileiras de desenvolvimento sustentável**. Anais do Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Poder Local. UNICAP/AUSJAL. Recife. Nov. 1999, p.43-47.

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/FB128482. Acesso em janeiro de 2019.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T,W. - 1972. **Forest mensuration**. New York, The Ronald Press Company. 410p.

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 20/01/2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo do Parque Nacional da Furna Feia**. Brasília/DF. 2020. P 49.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.. **Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasi**l. Megadiversidade, Belém, v. 1, n. 1, p.139-146, jun. 2005.

LEAL, I.R., M. TABARELLI & J.M.C. SILVA. 2003a. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

MACHADO, I.C. & LOPES, A.V. 2004. **Floral traits and pollination systems in the caatinga, a Brazilian tropical dry forest**. Annals of Botany 94:365-376.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2014. **Portaria Nº.444 de 17 de dezembro de 2014. Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Brasília. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2004. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente e Universidade Federal de Pernambuco.

OLIVEIRA, P. T. B (*et al*)**. Florística e fitossociológica de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serras no Cariri Paraibano. Revista Caatinga, Mossoró**, vol. 22, nº. 4, p. 169-178, 2009.

PACHECO, J.F. 2004. **Aves da Caatinga: uma análise histórica do conhecimento**. In: J.M.C. SILVA, M. TABARELLI, M.T. FONSECA & L.V. LINS (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. pp. 189-250. Ministério do Meio Ambiente, Brasília

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.

PRADO, D. **As Caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I.R.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; LANCHER-Jr., T. E. **Mudando o Curso da Conservação da Biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil.** pp. 139-146, Volume 1, N° 1, 2005.

PRADO, D. E. **As caatingas da America do Sul**. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Org.) **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitaria, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 1-74.

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.

SHEPHERD, G.J. FITOPAC. Versão 2.1. Campinas, SP: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. 2010. Disponível em: https://pedroeisenlohr.webnode.com.br/fitopac/.

TABARELLI, M. & A. VICENTE. 2004. **Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas**. In: J.M.C. SILVA, M. TABARELLI, M.T. FONSECA & L.V. LINS (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. pp. 101-111. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

Angelo C, Paviolo A, Blanco Y, Bitetti M. 2008. Guía de huellas de los mamíferos de Misiones y otras áreas del subtrópico de Argentina. Ediciones del Subtrópico, Tucumán.

Becker M., Dalponte J, 2013. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros – um guia de campo, 1ª ed,

Brasil. INSTRUÇÃO NORMATIVA MMA Nº 01, DE 15 DE ABRIL DE 2014.

Brasil. PORTARIA Nº 443, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014.

Brasil. Portaria Nº 444, de 17 de dezembro de 2014.

*Caldas, F. L. S. et al. 2016.*Herpetofauna of protected areas in the Caatinga V:Serido Ecological Station (Rio Grande do Norte, Brazil). *Check List*, v. 12, p. 1-14.

Calixto, P. O., Morato, S. A. A. 2017: Herpetofauna recorded by a fauna rescue program in a Caatinga area of João Câmara, Rio Grande do Norte, Brazil. Check List 13 (5): 647–657.

Carvalho W.D, Rosalino L.M, Dalponte J.C, Santos B, Adania C.H, Esbérard C.E.L. 2015. Can footprints of small and medium sized felids be distinguished in the field? Evidences from Brazil's Atlantic Forest. Tropical Conservation Science 8(3): 760-777.

CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos) 2015. Lista das aves do Brasil. 12ª Edição. Disponível em: http://www.cbro.org.br.

Chame, Marcia. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2003, vol.98.

Chaves, M. F. 2016. Caracterização histológica e biologia reprodutiva de *Leptodactylus macrosternum* (ANURA, LEPTODACTYLIDAE), nordeste do Brasil. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CITES (2017). Appendices I, II and III. valid from 4 october 2017.

Costa, D. F. S. et al. Dieta de *Leptodactylus macrosternum* (Amphibia; Anura; Leptodactylidae) no Sertão da Paraíba, Brasil. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, p. 123-128, 2016.

Costa, H.C.; Bérnils, R. S. 2018. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. Herpetologia Brasileira. v. 8, n. 1, p. 11-57.

EBird (2010). Global eBird almost there! -- Cornell Lab of Ornithology. Disponível em: https://www.birds.cornell.edu/home. Acessado em: 20 de maio de 2021.

Freire E.M.X; Skuk G.O; Kolodiuk M.F; Ribeiro L.B; Maggi B.S; Rodrigues L.S; Vieira W.L.S; Falcão A.C.G.P. 2009. Répteis Squamata das Caatingas do Seridó do Rio Grande do Norte e do Cariri da Paraíba: síntese do conhecimento atual e perspectivas. In: Freire E.M.X. (Ed.) Recursos naturais das Caatingas: uma visão multidisciplinar. Editora da UFRN, Natal, 51–84.

Freitas, M. A. 2015. Herpetofauna no Nordeste Brasileiro: Guia de Campo. Rio de Janeiro: Technical Books, 608p.

Frost, D.R. 1992. Phylogenetic analysis and taxonomy of the Tropidurus group of lizards (Iguanidae: Tropiduridae). American Museum of Natural History, v.3033, p. 1-68, 1992.

Guedes T. B; Nogueira C; Marques O. A. V. 2014. Diversity, natural history, and geographic distribution of snakes in the Caatinga, northeastern Brazil. Zootaxa 3863 (1): 1–93.

Heyer, W. R. et al. 2004. ***Leptodactylus syphax***.In:IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species.

Hodl, W (1992). Reprodutive behavior in theneotropicalfoam-nesting frog *Pleurodemia diplolistris* (Leptodactylidae). **Amphibia-Reptilia** (13): 263-274.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Brasília: MMA, 2019.

Kotait, I. et al. Reservatórios silvestres do vírus da raiva: um desafio para a saúde pública. *Boletim Epidemiológico Paulista*, v. 4, n. 40, 2007.

Leal, I. R. et al. 2003. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Recife, Brasil.

Magalhães, F. M., Loebmann, D., Kokubum, M. N. de C., Haddad, C. F. B., Garda, A. A. 2013. A new species of *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) from Northeastern Brazil. Herpetologica, 70 (1): 77-88, 2014.

Magalhães, A. J. C.; Pereira, L. C. M; Nicola, P. A; Ribeiro, L. B; Júnior, S. M. A. 2014. Distribuição geográfica de *Psychosaura agmosticha* (Rodrigues, 2000) (Squamata, Mabuyidae). Biotemas, 27 (2): 217-222.

Marinho, P. H., Bezerra, D., Antongiovanni, M., Fonseca, C. R., Venticinque, E. M. 2018. Mamíferos de médio e grande porte da Caatinga do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil, Mastozoología Neotropical, 25(2): 345-362.

Menq, W. Portal aves de rapina Brasil – Gavião tesoura. 2012. Disponível em: <http://www.avesderapinabrasil.com/>. Acesso em: 16 abril de 2021.

Ministério do Meio Ambiente. 2014. Lista de espécies ameaçadas de extinção. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/especies-ameacadas-destaque.

MMA, Portaria 304/2018, Plano de Ação Nacional para a Conservação das Aves da Caatinga - PAN Aves da Caatinga, arquivo vetorial que institui áreas prioritárias para conservação de Aves da Caatinga.

Paglia, A.P.; Fonseca, G.A.B.d.; Rylands, A.B.; Herrmann, G.; Aguiar, L.M.S.; Chiarello, A.G.; Leite, Y.L.R.; Costa, L.P.; Siciliano, S.; Kierulff, M.C.M.; Mendes, S.L.; Tavares, V.C.; Mittermeier, R.A. & Patton, J.L. 2012. Lista anotada dos mamíferos do Brasil/Annotated checklist of Brazilian mammals. 2. ed. Arlington, Conservation International.

Pereira, M. S. 2011. Manual técnico conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga Fortaleza: Associação Caatinga, 60 p.

Piacentini, V.Q., A. Aleixo, C.E. Agne, G.N. Mauricio, J.F. Pacheco, G.A. Bravo, G.R.R. Brito, L.N. Naka, F. Olmos, S. Posso, L.F. Silveira, G.S. Betini, E. Carrano, I. Franz, A.C. Lees, L.M. Lima, D. Pioli, F. Schunck, F.R. Amaral, G.A. Bencke, M. Cohn-Haft, L.F.A. Figueiredo, F.C. Straube, E. Cesari. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Revista Brasileira de Ornitologia, v. 23, n. 2, 91-298 pp.

Reis, N. R. et al. 2006. Mamíferos do Brasil, Londrina, 437 p.

Ribeiro, L. B.; Freire, E. M. X. 2011. Trophic ecology and foraging behavior of Tropidurus hispidus and Tropidurus semitaeniatus (Squamata, Tropiduridae) in a caatinga area of northeastern Brazil. Série Zoologia, v. 101, p. 225-232.

Rodrigues, M. T. 2003. Herpetofauna da Caatinga. In: Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. (Eds.). Biodiversidade, ecologia e conservação da Caatinga. Federal de Pernambuco, Recife, pp. 181-236.

Rodrigues, M. T. U. et al. 2004. **Anfíbios e répteis: áreas e ações prioritárias para a conservação da caatinga**. In: Silva, J.M.C. et al. (Orgs.). Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasília, pp. 181-188.

Roque, A.L.R.; Jasen, A. M. 2014. **Reservatórios do *Trypanosoma cruzi* e sua relação com os vetores**. In: Galvão, C. (Org.). Vetores da doença de chagas no Brasil. Curitiba, Sociedade Brasileira de Zoologia, p. 75-87.

Segalla, M. V.; Caramaschi, U.; Cruz, C. A. G.; Grant, T.; Haddad, C. F. B.; Garcia, P. C. A.; Berneck, B. V. M.; Langone, J. A. 2016. Brazilian Amphibians: List of species. Herpetologia Brasileira. 5(2). 34-46 pp.

Sick, H. 1997. **Ornitologia brasileira.** Rio de Janeiro: EditoraNova Fronteira, 836 p.

Sigrist, T. 2013. Avifauna Brasileira. São Paulo: Avis Brasilis. 608 p.

Vargas-Mena, J. C. et al.2018. The bats of Rio Grande do Norte state, northeastern Brazil, *Biota Neotropica*, v, 18, p, 1-13.

WIKIAVES – A enciclopédia das aves do Brasil, Lista de espécies, Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br>. Acessado em: 15 de maio de 2021.

ASSUNÇÃO, Luiz. **Quilombos - comunidades remanescentes/RN**. Galante. Natal: Fundação Hélio Galvão. N.17, volume 03, novembro/2006**.**

CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTO DE SAÚDE – CNESNet. **Consultas**. **Tipo de estabelecimento em Caraúbas e Upanema.** 2021. Disponível em: < http://cnes.datasus.gov.br/Mod_Ind_ Unidade.asp? VEstado= 24&VMun=241340>. Acesso em 25 mai. 2021.

CARAÚBAS, Prefeitura de **História de Caraúbas.** 2021. Disponível em: <http://www.caraubas.rn.gov.br/historia>. Acesso em 06 jun 2021.

CRUZ, Josy Brandão et al. Diagnóstico espeleológico do Rio Grande do Norte. **In:** XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2007, Ouro Preto, MG. Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 2007. Disponível em: http://www.sbe. com.br/anais29cbe/ 29cbe_087-095.pdf. Acesso em: 12 agos. 2009.

Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS. **Informações de Saúde – TABNET:** Demográficas e socioeconômicas do município de, Caraúbas e Upanema/RN, 2020. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/ index.php?area=0206>. Acesso em: 08 jan. 2021.

Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS. **Caderno de Informações de Saúde**: município de Caraúbas e Upanema/RN, 2020. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tab data/cadernos/rn.htm>. Acesso em: 08 mai. 2021.

Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS. **Caderno de Informações de Saúde**: município de Caraúbas e Upanema/RN, 2020. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/tab data/cadernos/rn.htm>. Acesso em: 09 mai 2021.

FIERN, **Mercado e Economia**, Número de empresas por descrição. Disponível em: < https://www.fiern.org.br/mercado-e-economia/>. Acesso em: 25 jan 2021.

FUNDAÇÃO JOSE AUGUSTO (FJA). **Patrimônio Estadual:** Relação dos Monumentos Tombados no Estado do Rio Grande do Norte. 2013. Disponível em: < http://www.cultura.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=5899&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL =Patrimonio+Tombado>. Acesso em: 24 mai. 2021.

Fundação Palmares. **Certidões expedidas às comunidades remanescentes de quilombos (CRQS) atualizadas até a portaria Nº 146/2017, publicada no DOU de 25/04/2017**.Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/ CCERTID%C3%95ES-EXPEDIDAS-%C3%80S-COMUNIDADES-REMANESCENTES-DE-QUILOM BOS-25-04-2017.pdf>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE,. **Atlas escolar**. Disponível em: http://atlasescolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf. Acesso em 06 de mai de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo Demográfico. Resultados da Amostra - Domicílios**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow. htm?1>. Acesso em 13 mar. 20215.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Frota Municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow. htm?1>. Acesso em: 13 abr. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Lavoura Permanente**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 13 abr. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Resultados do universo - Características da População e Município.** Disponível em: < http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=240810&idtema=67&search=rio-grande-do-norte|natal|censo-demografico-2010:-resultados-do-universo-caracteristicas-da-populacao-e-dos-domicilios->. Acesso em: 13 abr 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow. htm?1>. Acesso em: 13 abr. 2015e.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Lavoura Temporária**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 13 abr. 2015g.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Vamos Contar? Pirâmide Etária**. Disponível em: < http://vamoscontar.ibge.gov.br/ atividades/ ensino-fundamental-6-ao-9/49-piramide-etaria>. Acesso em 07 mai. 2021.

Instituto de Pesquisa Histórica e Arqueológica Nacional – IPHAN. **Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos**. 2021. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/portal/monta PaginaSGPA. do>. Acesso em: 13 mar. 2021.

Instituto Nacional de Educação e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Dataescolabrasil.** 2021. Disponível em: <http://www.dataescolabrasil.inep.gov.br/data EscolaBrasil/home.seam>. Acesso em 10 mai. 2021.

MACEDO. Helder Alexandre Medeiros**. Patrimônio Imaterial no Rio Grande do Norte**, 2005. Disponível em:<http://www.fja.rn.gov.br/imaterial/patrimônioimaterial/docs/ textos/patrimonio_imaterial_RN.pdf. Acesso em: 11 abr. 2013.
PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Caraúbas**. Natal, RN: IDEMA, vol. 10, 2008.

PLANO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2013. Disponível em: < http://www. pnud. org.br/IDH/Atlas2013.aspx?indiceAccordion=1&li=li_Atlas2013>. Acesso em: 12 mai. 2021.

Portaria IPHAN nº 230 – **Procedimentos de licenciamento considerando o patrimônio histórico e artístico nacional**. Brasília, 2002.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano dos Municípios: Caraúbas e Upanema/RN**, 2014. Disponível em: < http://www.pnud.org. br/IDH/ Default.aspx? indiceAccordion =1&li=li_AtlasMunicipios>. Acesso em: 12 mar. 2021.

QEDU. **Matrículas e Infraestrutur**a. Disponível em: https://www.qedu.org.br/cidade/5316-barauna/censo-escolar?year=2018&localization=0&dependence=0&education_stage=0&item=matriculas. Acesso em: 15 jan. 2021.

UFERSA, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. **Conheça Caraúbas.** 2014 Disponível em: < https://caraubas.ufersa.edu.br/conheca-caraubas/>. Acesso em: 05 jun 2021.

UPANEMA, Prefeitura de. **História.** Disponível em: <http://upanema.rn.gov.br/pagina/78_Historia-da-Cidade.html>. Acesso em: 08 jun 2021.

BRASIL. DECRETO Nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002. **Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências**. Brasília, 2002.

BRASIL. DECRETO Nº 6.848, DE 14 DE MAIO DE 2009. **Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental**. Brasília, 2002.

BRASIL. LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000.- **Vide Decreto nº 4.519, de 2002 Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** Brasília, 2000.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 371 - **Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei n o 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC e dá outras providências.** Brasília, 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 428 - **Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre autorização do órgão responsável pela administração de Unidade de Conservação (UC), de que trata o artigo 36, § 3º, da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providência**s. Brasília, 2010.