

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA



Concessionária de Gestão de Resíduos de Balsas - CGR Balsas Aterro Sanitário Balsas - MA



FEVEREIRO DE 2024

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR, EMPRESA CONSULTORA E EQUIPE TÉCNICA.....	19
1.1 Identificação do empreendedor	19
1.2 Identificação da empresa de consultoria	19
1.3 Dados da equipe técnica multidisciplinar	20
2 DADOS DO EMPREENDIMENTO.....	20
2.1 Identificação e localização do empreendimento.....	20
2.2 Localizações geográficas	21
2.3 Histórico, objetivos e justificativa do empreendimento	22
2.3.1 Histórico e justificativa	22
2.3.2 Objetivos	23
2.4 Órgão Financiador / Valor do Empreendimento	24
2.5 Características gerais da área de inserção do empreendimento	25
3 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	27
3.1 Estudos de alternativas locacionais	27
3.2 Área I.....	30
3.3 Área II	31
3.4 Área III.....	33
3.5 Área IV	34
3.6 Área V.....	35
4 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	38
4.1 Pirólise.....	39
4.2 Incineração	41
4.3 Plasma	43
4.4 Aterro Sanitário	44
5 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	45
5.1 Localização do projeto	45
5.2 Memorial Descritivo	47
5.2.1 Concepção	47
5.2.2 Estudo populacional e alcance de projeto.....	50
5.2.3 Caracterização dos resíduos.....	55
5.2.4 Dimensionamento da Célula do Aterro Sanitário	61
5.3 Fase de Implantação.....	65

5.3.1	Terraplenagem	65
5.3.2	Sistema de Drenagem Superficial.....	66
5.3.3	Sistema de Impermeabilização da base do depósito de resíduos	69
5.3.4	Sistema de Drenagem do Percolado	72
5.3.5	Sistema de Tratamento de Líquidos Percolados	75
5.3.6	Sistema de Captação de Biogás.....	97
5.3.7	Cronograma de implantação	101
5.5	<i>Fase de Operação</i>	102
5.5.1	Recepção dos Resíduos	102
5.5.2	Análise da qualidade do resíduo	102
5.5.3	Disposição dos Resíduos no Aterro Sanitário.....	103
5.5.4	Descarga dos Resíduos.....	104
5.5.5	Espalhamento e compactação dos resíduos	105
5.5.6	Cobertura dos resíduos.....	105
5.5.7	Drenagem interna	106
5.5.8	Drenagem superficial.....	107
5.6	<i>Mão de Obra</i>	108
5.7	<i>Maquinário</i>	109
5.8	<i>Infraestrutura de apoio as obras</i>	110
5.8.1	Implantação	110
5.8.2	Operação	111
6	INSERÇÃO REGIONAL E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	112
6.1	<i>Legislação incidente</i>	112
6.1.1	Ambiental.....	112
6.1.2	Técnica	125
7	ÁREAS DE ESTUDO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA	128
8	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	129
8.1	<i>MEIO FÍSICO</i>	129
8.1.1	Metodologia aplicada.....	129
8.1.2	Clima	130
8.1.3	Geomorfologia e Geologia	136
8.1.4	Geotecnia e Pedologia	143
8.1.5	Recursos hídricos	152
8.1.6	Qualidade da água	159
8.2	<i>MEIO BIÓTICO</i>	247
8.2.1	Caracterização do Ecossistema.....	247
8.2.2	Flora	249

8.2.3 Fauna.....	266
8.3 MEIO SOCIOECONÔMICO.....	469
8.3.1 Metodologia	469
8.3.2 Dinâmica Populacional.....	470
8.3.3 Dinâmica Econômica	472
8.3.4 Potencial Turístico	473
8.3.5 Dinâmica Territorial.....	474
8.3.6 Dinâmica Sociocultural	474
8.3.7 Conclusões sobre o diagnóstico socioeconômico	476
8.4 PASSIVOS AMBIENTAIS.....	477
9 ANÁLISE DOS IMPACTOS.....	479
9.1 Metodologia de caracterização dos impactos.....	479
9.1.1 Quanto à fase de ocorrência.....	480
9.1.2 Quanto ao meio impactado	481
9.1.3 Quanto à natureza.....	481
9.1.4 Quanto à duração.....	481
9.1.5 Quanto à reversibilidade	482
9.1.6 Quanto à magnitude de importância.....	482
9.1.7 Quanto à temporalidade/ocorrência	483
9.1.8 Quanto à probabilidade de ocorrência	484
9.1.9 Quanto à significância/importância	484
9.1.10 Sinergia entre impactos	485
9.2 Impactos do meio físico	485
9.2.1 Alteração nos níveis de ruídos (A)	485
9.2.2 Alteração na qualidade do ar (B)	486
9.2.3 Geração de processos erosivos (C).....	487
9.2.4 Alteração na qualidade das águas subterrâneas (D)	488
9.2.5 Alteração na qualidade das águas superficiais (E)	488
9.3 Impactos do meio biótico	490
9.3.1 Aumento de vetores (F)	490
9.3.2 Acidentes com a fauna (G)	491
9.3.3 Caça e captura de animais silvestres (H)	492
9.3.4 Perda de habitats (I)	493
9.3.5 Aumento da oferta de alimentos para a fauna (J).....	494
9.4 Impactos do meio socioeconômico	495
9.4.1 Geração de expectativas relacionadas ao empreendimento (K)	495
9.4.2 Interferência no fluxo de veículos (L)	495
9.4.3 Alteração na paisagem (M)	496
9.4.4 Desvalorização imobiliária (N)	497

9.4.5	Interferência na saúde dos trabalhadores (O).....	497
9.4.6	Melhoria da qualidade ambiental da região (P).....	498
9.5	Matriz de Impactos.....	500
10	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	502
10.1	Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII)	502
10.1.1	AID e AII – Meio Socioeconômico	502
10.1.2	AID e AII – Meios Físico e Biótico.....	502
10.2	Áreas de Influência Total (AIT).....	504
11	MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS.....	504
11.1	Medidas Mitigadoras e compensatórias.....	504
11.2	Programa de gerenciamento dos resíduos da construção civil	508
11.3	Plano de gerenciamento dos resíduos sólidos.....	509
11.4	Plano de encerramento.....	510
11.5	Programa de educação ambiental.....	511
11.6	Programa de comunicação social	512
11.7	Plano de ação emergencial.....	512
11.8	Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas...	513
11.9	Programa de monitoramento da qualidade do ar.....	514
11.10	Programa de monitoramento de ruídos.....	515
11.11	Programa de monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de efluentes	516
11.12	Programa de monitoramento da estabilidade do solo.....	517
11.13	Programa de mitigação de atropelamento de fauna	518
11.14	Programa de controle de vetores	518
11.15	Plano ambiental da construção	519
11.16	Programa de recuperação de áreas degradadas	520
11.17	Programa de supervisão ambiental	522
12	PROGNÓSTICO AMBIENTAL E CONCLUSÕES.....	523
13	BIBLIOGRAFIA	527
	Legislação	528
	Meio Físico	533
	Meio Biótico.....	535
	Meio Socioeconômico.....	550
14	GLOSSÁRIO	551

15 ANEXOS	564
15.1 Anexo 1- Projeto Aterro Sanitário CGR Balsas	564
15.2 Anexo 2- Laudos de qualidade da água	564
15.3 Anexo 3- Laudos de análise das comunidades fitoplanctônicas.....	564
15.4 Anexo 4- Laudo de Sondagem.....	564
15.5 Anexo 5- Plano de exploração florestal	564
15.6 Anexo 6- Certidão de uso e ocupação do solo	564
15.7 Anexo 7- Autorização de Fauna	564
15.8 Anexo 8- Parecer Iphan	564
15.9 Anexo 9- ARTs	564
15.10 Anexo 10- Dados Brutos de Fauna	564

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Empreendimento.	21
Figura 2: Descarte inadequado em vazadouro e vias da cidade.	23
Figura 3: Área do Aterro Sanitário.....	26
Figura 4: Acessos ao empreendimento.....	27
Figura 5: Alternativa localicional: Área I.	31
Figura 6: Alternativas Locacionais: Área II.	32
Figura 7: Alternativas Locacionais: Área III.....	34
Figura 8: Alternativas Locacionais: Área IV.	35
Figura 9: Alternativas Locacionais: Área V.....	37
Figura 10: Abrangência do empreendimento	47
Figura 11: Áreas de projeto e locações do aterro sanitário	49
Figura 12: Gráfico de curva linear	51
Figura 13: Gráfico de curva potencial	52
Figura 14: Gráfico de curva exponencial	52
Figura 15: Gráfico de curva logarítmica	53
Figura 16: Planta baixa das células do aterro	63
Figura 17: Planta de cortes das células do aterro	64
Figura 18: Terraplenagem em aterro sanitário.	65
Figura 19: Impermeabilização da área de depósito.	70
Figura 20: Proteção da geomembrana.	71
Figura 21: Parâmetros para Calha Parshall.	81
Figura 22: Relações Dimensionais do Floculador.....	83
Figura 23: Relações Dimensionais do Floculador e Impelidor.	85
Figura 24: Valor de KT.	86
Figura 25: Perfil Hidráulico Impelidores.	88
Figura 26: Flotador.....	91
Figura 27: Filtro de camada dupla.....	93
Figura 28: Modelo de análise gravimétrica.....	103
Figura 29: Base da célula devidamente impermeabilizada.	104
Figura 30: Frente de serviço.....	104
Figura 31: Espalhamento e compactação dos resíduos.	105
Figura 32: Cobertura dos Resíduos.	106
Figura 33: Sistema de drenagem de chorume e gás.	106
Figura 34: Descida de água.	107
Figura 35: Áreas de estudo (AE) e área diretamente afetada (ADA).....	129
Figura 36: Precipitação acumulada anual registrada pela estação convencional 82768 da região próxima a área de influência do empreendimento, entre 1991 e 2020.....	131

Figura 37 - Média mensal de umidade relativa do ar registradas pela estação convencional 83883 da região próxima a área de influência do empreendimento, entre 1974 e 2016.....	133
Figura 38 - Valores médios das temperaturas observadas, pela estação automática 82768 da região próxima a área de influência do empreendimento, entre 1991 e 2020.....	134
Figura 39 – Formação geológica.....	140
Figura 40 – Potencial espeleológico.....	141
Figura 41: Mapa de sítios paleontológicos.....	142
Figura 42 - O desprendimento por TOMBAMENTO, consiste no movimento de rotação de blocos rochosos, condicionado por estruturas geológicas no maciço rochosos sub-verticais.	143
Figura 43 - O desprendimento por QUEDA DE BLOCOS, consiste em blocos de rochas que se desprendem do maciço e se deslocam em queda livre encosta abaixo, podendo ocorrer em volumes e litologias diversas.....	144
Figura 44 - O desprendimento por ROLAMENTO DE BLOCOS, consiste em movimento de blocos rochosos ao longo de encostas, o que geralmente ocorrer pela perda de apoio.....	144
Figura 45 - O desprendimento por DESPLACAMENTO, consiste em movimento em queda livre ou por deslizamento de blocos rochosos, ao longo de superfícies estruturais (xistosidade, acamamento), que ocorre devido às variações térmicas ou por alívio de pressão.	145
Figura 46 - Escorregamento em CUNHA, consiste em movimento ao longo de um eixo formado pela intersecção de estruturas planares em maciços rochosos, que desloca o material em forma de prisma. São comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.	146
Figura 47 - Escorregamento PLANAR ou TRANSLACIONAL, ocorre geralmente em maciços rochosos onde o movimento é condicionado por estruturas planares (xistosidade, fraturamento, foliação, etc). O sentido do movimento é paralelo ao plano de ruptura, sendo que o ponto de ruptura geralmente ocorre no contato com a rocha subjacente.	146
Figura 48 - Escorregamento CIRCULAR ou ROTACIONAL, apresenta superfície de deslizamento encurvada, correspondendo a movimento rotacional, segundo um eixo. Ocorre geralmente em aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas.....	147
Figura 49 - Exemplo de movimentação do tipo rastejo.	148
Figura 50 - Declividade.....	149
Figura 51 – Formação Pedológica.....	152
Figura 52 – Bacias Hidrográficas do Maranhão e localização do empreendimento.....	155
Figura 53 – Hidrografia da Bacia do Rio Balsas.....	156
Figura 54 – Aquíferos Aflorantes.....	159
Figura 55 - Curvas médias de variação das águas. Fonte: CETESB, 2020.....	163
Figura 56 - Faixa de valores que categorizam a qualidade da água. Fonte: Mobus, 2017.....	164
Figura 57 - Equações utilizadas para gerar o IET de acordo com as variações dos parâmetros ambientais Fósforo Total e Clorofila-a para rios e reservatórios.	166

Figura 58 - Classificação do Índice de Comunidade Zooplanctônica. Fonte: CETESB, 2020.	169
Figura 59: Pontos amostrais qualidade da água	174
Figura 60: Unidades de Conservação.	248
Figura 61: Áreas prioritárias para conservação.	249
Figura 62: Biomas do Brasil e o empreendimento	250
Figura 63: Mapa de fitofisionomias da área estudada.	252
Figura 64: Áreas de inventário	265
Figura 65: Localização dos pontos de amostragem da fauna terrestre	269
Figura 66: Visualização geral da área de amostragem A1.	270
Figura 67: Visualização geral da área de amostragem A2.	271
Figura 68: Visualização geral da área de amostragem A3.	272
Figura 69: Vista geral do Ponto de Escuta 01 na Área 1.	273
Figura 70: Vista geral do Ponto de Escuta 02 na Área 1.	274
Figura 71: Vista geral do Ponto de Escuta 03 na Área 3.	274
Figura 72: Vista geral do Ponto de Escuta 04 na Área 3.	275
Figura 73: Localização dos pontos de amostragem da fauna aquática.	276
Figura 74: Vista geral do ponto de amostragem P01 da fauna aquática.	277
Figura 75: Vista geral do ponto de amostragem P02 da fauna aquática.	277
Figura 76 – Locais de amostragem de Busca Ativa.	281
Figura 77 – Armadilhas fotográficas instaladas e iscas utilizadas.	282
Figura 78 – Redes de neblina instaladas em campo.	283
Figura 79 – Captura e triagem de morcegos em rede de neblina.	284
Figura 80 – Armadilhas de captura (sherman e Tomahawk) instaladas em campo.	285
Figura 81 – Captura e triagem de pequenos mamíferos em armadilhas de captura.	285
Figura 82 – Armadilhas de Intercepção e Queda (<i>pitfalls</i>) instaladas em campo.	286
Figura 83 – Captura e triagem de pequenos mamíferos em Armadilhas de Intercepção e Queda (<i>pitfalls</i>).	287
Figura 84 – Vestígios de felino silvestre encontrados na região do aterro.	306
Figura 85 – Localização dos registros das espécies de mamíferos ameaçados de extinção na área do empreendimento.	307
Figura 86 - Cães domésticos e vestígios de caça registrados na área de influência do aterro sanitário.	309
Figura 87 – <i>Cerdocyon thous</i> e <i>Subulo gouazoubira</i> registrados com armadilha fotográfica.	310
Figura 88 – <i>Necomys lasiurus</i> e <i>Cerradomys langguthi</i> .	311
Figura 89 – <i>Carollia perspicillata</i> e <i>Chiroderma villosum</i> .	311
Figura 90 – <i>Phyllostomus hastatus</i> e <i>Oligoryzomys mattogrossae</i> .	311
Figura 91 – Pegada de <i>Dasyprocta prymnolopha</i> e <i>Procyon cancrivorus</i> .	312
Figura 92 – Áreas de amostragem para Busca Ativa da avifauna.	315

Figura 93 – Áreas de amostragem para Lista de Mackinnon.	316
Figura 94 – Execução da metodologia de pontos de escuta.	317
Figura 95 – <i>Tyrannus savana</i> ; <i>Tyrannus melancholicus</i>	370
Figura 96 – <i>Saltatricula atricapilla</i> ; <i>Phaenomias murina</i>	370
Figura 97 – <i>Forpus xanthopterygius</i> ; <i>Amazona aestiva</i>	371
Figura 98 – <i>Galbula ruficauda</i> ; <i>Ramphastos toco</i>	371
Figura 99 - <i>Chelidoptera tenebrosa</i> ; <i>Geranospiza caerulescens</i>	371
Figura 100 – <i>Nystalus maculatus</i> ; <i>Thalurania furcata</i>	372
Figura 101 – <i>Ardea alba</i> ; <i>Campephilus melanoleucos</i>	372
Figura 102 - <i>Charitospiza eucosma</i> ; <i>Columbina squammata</i>	372
Figura 103 – Locais de busca ativa de répteis.	375
Figura 104 – Armadilhas do tipo “Hoop” instaladas em campo.	376
Figura 105 - Riqueza de espécies de répteis por família.	387
Figura 106 - Abundância relativa de répteis.	389
Figura 107 - influência da sazonalidade nos registros.	389
Figura 108 - Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da anurofauna (ccc = 0,96).	392
Figura 109 - Curva de acumulação de espécies de mamíferos registrados durante as campanhas de amostragem realizadas para o levantamento de répteis.	393
Figura 110 – <i>Paleosuchus palpebrosus</i> e <i>Amphisbaena alba</i>	395
Figura 111 – <i>Norops meridionalis</i> e <i>Boa constrictor</i>	396
Figura 112 – <i>Dryophylax hypoconia</i> e <i>Leptodeira annulata</i>	396
Figura 113 – <i>Phimophis guerini</i>	396
Figura 114 – <i>Xenodon merremii</i> e <i>Iguana iguana</i>	397
Figura 115 – <i>Coleodactylus</i> sp. e <i>Ameiva ameiva</i>	397
Figura 116 – <i>Ameivula ocellifera</i> e <i>Salvator merianae</i>	397
Figura 117 – <i>Tropidurus</i> cf. <i>hispidus</i> e <i>Tupinambis quadrilineatus</i>	398
Figura 118 – <i>Phrynops geoffroanus</i>	398
Figura 119 – Execução da metodologia de Ponto de Escuta.	401
Figura 120 - Metodologia de busca ativa.	401
Figura 121 – Instalação e revisão das armadilhas.	402
Figura 122 – Indivíduo de <i>P. canga</i> avistado durante busca ativa.	411
Figura 123 – Distribuição das espécies de répteis de acordo com as famílias registradas na área do empreendimento.	412
Figura 124 – Abundância relativa das espécies de anfíbios.	413
Figura 125 – Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da anurofauna (ccc = 0.745381).	415

Figura 126 - Curva de acumulação de espécies registradas durante as campanhas de amostragem realizadas para o levantamento da anurofauna.....	416
Figura 127 – <i>Rhinella diptycha</i> e <i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	418
Figura 128 – <i>Boana multifasciata</i> e <i>Boana punctata</i>	418
Figura 129 – <i>Dendropsophus branneri</i> e <i>Dendropsophus minutus</i>	418
Figura 130 – <i>Scinax constrictus</i> e <i>Scinax fuscomarginatus</i>	419
Figura 131 – <i>Adenomera hylaedactyla</i> e <i>Adenomera saci</i>	419
Figura 132 – <i>Leptodactylus labyrinthicus</i> e <i>Leptodactylus macrosternum</i>	419
Figura 133 – <i>Physalaemus cuvieri</i> e <i>Pseudopaludicola cf. jaredi</i>	420
Figura 134 – Armadilha de cheiro instaladas em campo.	422
Figura 135 – Armadilhas luminosas instaladas em campo.	423
Figura 136 – <i>Trigona pallens</i> (Apidae) e <i>Trigona</i> sp.1 (Apidae).	441
Figura 137 – <i>Camargoia</i> sp.1 (Apidae) e <i>Plebeia</i> sp.1 (Apidae).....	441
Figura 138 – Chironomidae sp.1 (Diptera) e Culicidae sp.1 (Diptera).	441
Figura 139 – Therevidae sp.1 (Diptera) e Brachycera sp.4 (Diptera).	442
Figura 140 – Coleoptera sp.17 e Coleoptera sp.18.	442
Figura 141 – Hemiptera sp.3 e Ichneumonidea sp.1 (Hymenoptera).....	442
Figura 142 - Instalação das metodologias de captura da ictiofauna no Rio Ribeirão Bacaba, na estação seca setembro/2023, Balsas/MA. Rede de espera; puçá; covo e tarrafa.	447
Figura 143 - Instalação das metodologias de captura da ictiofauna no Rio Ribeirão Bacaba, na estação chuvosa dezembro/2023, Balsas/MA. Rede de espera; puçá; covo e tarrafa.	447
Figura 144 - Identificação dos exemplares de peixes amostrados no Rio Ribeirão Bacaba. ...	448
Figura 145 - Amostragem de ictioplâncton com fluxômetro acoplado no Rio Ribeirão Bacaba, dezembro/2023.	449
Figura 146 - Medição das variáveis ambientais com o multiparâmetro.	449
Figura 147 – Triagem das amostras de ictioplâncton amostradas no Rio Ribeirão Bacaba. ...	450
Figura 148 – Lambari-olho-de-fogo, <i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> ; Tetra sangue, <i>Hyphessobrycon</i> sp.....	468
Figura 149 - Biru/Saguiru/Piabussu, <i>Steindachnerina notonota</i> ; Dólar de prata/Pacu prata <i>Metynnis lippincottianus</i>	468
Figura 150 – Traíra <i>Hoplias malabaricus</i> ; Jeju <i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i>	468
Figura 151 - Cará bicudo <i>Satanoperca jurupari</i> ; Acará/Acará de sela <i>Aequidens tetramerus</i>	469
Figura 152 - Killifish <i>Melanorivulus parnaibensis</i>	469
Figura 153: Comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais.....	475
Figura 154: Uso e ocupação do solo na propriedade do empreendimento.....	478
Figura 155: Delimitação da ADA, AID e AII para o Meio Socioeconômico, físico e biótico.	503
Figura 156: Delimitação da AIT.	504

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados do parâmetro coliformes termotolerantes para os pontos amostrados.	178
Gráfico 2 - Resultados do parâmetro pH para os pontos amostrados.	178
Gráfico 3 - Resultados do parâmetro condutividade elétrica para os pontos amostrados.	179
Gráfico 4 - Resultados do parâmetro sólidos dissolvidos totais para os pontos amostrados.	180
Gráfico 5 - Resultados do parâmetro sólidos totais para os pontos amostrados.	181
Gráfico 6 - Resultados do parâmetro sólidos sedimentáveis para os pontos amostrados.	182
Gráfico 7 - Resultados do parâmetro oxigênio dissolvido para os pontos amostrados.	184
Gráfico 8 - Resultados do parâmetro salinidade para os pontos amostrados.	185
Gráfico 9 - Resultados do parâmetro nitrogênio total para os pontos amostrados.	188
Gráfico 10 - Resultados do parâmetro fósforo total para os pontos amostrados.	189
Gráfico 11 - Resultados do parâmetro ferro dissolvido para os pontos amostrados.	192
Gráfico 12 - Resultados do parâmetros sulfetos para os pontos amostrados.	194
Gráfico 13 - Resultados do parâmetro surfactantes aniônicos para os pontos amostrados.	199
Gráfico 14 - Resultados do IQA para o Ponto 1.	200
Gráfico 15 - Resultados do IQA para o Ponto 2.	200
Gráfico 16 - Média geral do IQA para os pontos amostrados durante as duas campanhas realizadas.	200
Gráfico 17 - Resultados do IET para os pontos amostrados na área de influência do futuro empreendimento.	202
Gráfico 18 - Resultados do IET geral assinalados para os pontos amostrados na área de influência do empreendimento.	203
Gráfico 19 – Distribuição das espécies de mamíferos de acordo com as ordens registradas na área de influência do empreendimento.	298
Gráfico 20 – Abundância relativa de mamíferos registrados na área do empreendimento.	301
Gráfico 21 – Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da mastofauna (ccc = 0,91).	303
Gráfico 22 – Diversidade de espécies nas duas campanhas amostrais.	304
Gráfico 23 – Distribuição das espécies de aves de acordo com as famílias registradas na área de influência do empreendimento.	338
Gráfico 24 – Abundância relativa de aves registrados na área do empreendimento.	348
Gráfico 25 – Índice de frequência de aves registradas nas listas de Mackinnon na área do aterro.	349
Gráfico 26 – Índice pontual de abundância de aves registradas no ponto de escuta.	356
Gráfico 27 – Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da avifauna (ccc = 0,8014).	365

Gráfico 28 - Curva de acumulação de espécies de aves registradas durante as campanhas de amostragem realizadas para o levantamento da avifauna.	366
Gráfico 29 – Dendograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento de entomofauna (ccc = 0,8676593).	434
Gráfico 30 - Riqueza de espécies registrada por ordem amostrada.	456
Gráfico 31 - Abundância relativa das espécies registradas nas duas campanhas no Rio Ribeirão Bacaba.	461
Gráfico 32 - Dendograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2: Pontos amostrais.	464
Gráfico 33 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Balsas, ano de 2010.	471
Gráfico 34 - Mortalidade infantil de Balsas, Maranhão e Brasil, no período de 2006 a 2020.	471
Gráfico 35 - Produto Interno Bruto per capita (preços correntes), segundo Balsas com posição regional e estadual, no período de 2010 a 2021.	472

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de classificação estado trófico segundo o Índice de Carlson Modificado por Lamparelli (2004).	166
Quadro 2 - Classificação do Índice de Comunidade Fitoplantônica.	168
Quadro 3 - Ponderação das famílias registradas de acordo com o grau de tolerância à poluição. Dados adaptados de Loyola et al., 2000.	170
Quadro 4 - Agrupamento das famílias de invertebrados bentônicos de acordo com a tolerância à poluição.	171
Quadro 5- Localização geográfica e descrição das Áreas de Preservação Permanente dos três pontos amostrais.	174
Quadro 6 - Resultados dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 1.	175
Quadro 7 - Resultados dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 2.	176
Quadro 8 - Pesos e ponderações dos parâmetros ambientais analisados para os pontos amostrados na área de influência do futuro empreendimento.	201
Quadro 9 - Lista das espécies fitoplantônicas registradas durante as duas campanhas de amostragens na área de influência do futuro empreendimento.	205
Quadro 10 - Lista das espécies fitoplantônicas registradas para os dois pontos amostrados na área de influência do futuro empreendimento.	207
Quadro 11 - ICF registrados na área de influência do futuro empreendimento.	212

Quadro 12 - Taxa registrados nas duas estações sazonais na área de influência do futuro empreendimento.	213
Quadro 13 - Taxa registrados para a área de influência do futuro empreendimento.	219
Quadro 14 - Taxa registrados em escala local (pontos amostrais) na área de influência do futuro empreendimento.	220
Quadro 15 - Taxa registrados para a área de influência do empreendimento durante as estações seca e chuvosa.	223
Quadro 16 - ICZ registrados para a área de influência do empreendimento.	226
Quadro 17 - Taxa da macrofauna bentônica registrados para a área de influência do futuro empreendimento.	229
Quadro 18 - Taxa registrados na área de influência do futuro empreendimento.	231
Quadro 19 - Taxa registrados durante as estações de seca e chuvosa na área de influência do futuro empreendimento.	233
Quadro 20: Taxa de possível ocorrência registrados para a área de influência do futuro empreendimento. *Refere-se ao número de famílias.	237
Quadro 21 – Intensidade e erro amostral do inventário florestal	254
Quadro 22 – Parâmetros estatísticos	256
Quadro 23 – Estimadores dos parâmetros da estrutura horizontal	257
Quadro 24 – Parâmetros Dendrométricos	258
Quadro 25 – Quadro geral de volume por espécie/há/área total	259
Quadro 26 – Quadro geral da estrutura horizontal	261
Quadro 27 – Estatística do inventário florestal	263
Quadro 28 – Localização das parcelas	263
Quadro 29 - Período das campanhas de amostragem de fauna terrestre.	267
Quadro 30 - Pontos de amostragem de fauna terrestre.	268
Quadro 31 – Coordenadas da localização dos ambientes úmidos amostrados para a metodologia Ponto de Escuta.	273
Quadro 32 - Pontos de amostragem da fauna aquática	275
Quadro 33 - Esforço amostral total da metodologia de busca ativa para o levantamento da mastofauna terrestre.	280
Quadro 34 – Esforço amostral da metodologia de Armadilhas Fotográficas.	281
Quadro 35 - Esforço amostral total da metodologia Rede de Neblina para o levantamento de morcegos.	283
Quadro 36 - Esforço amostral total da metodologia de <i>live trap</i> , para o levantamento da mastofauna terrestre.	284
Quadro 37 - Esforço amostral total da metodologia de <i>pitfall</i> , para o levantamento da mastofauna terrestre e herpetofauna.	286
Quadro 38 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de mamíferos de possível ocorrência para a região do empreendimento.	289

Quadro 39 - Lista das espécies de mamíferos de possível ocorrência e registrados na região do empreendimento.	290
Quadro 40 - Mamíferos registrados na área de influência do empreendimento.	299
Quadro 41 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.	302
Quadro 42 – Mamíferos ameaçados de extinção registrados na área de influência do futuro aterro.	306
Quadro 43 – Mamíferos cinegéticos registrados na área de influência do futuro aterro.	308
Quadro 44 - Esforço Amostral total da metodologia de busca ativa, para o levantamento da avifauna.	314
Quadro 45 - Esforço amostral total da metodologia de Ponto de Escuta, para o levantamento da avifauna.	317
Quadro 46 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de aves de possível ocorrência para a região do empreendimento.	320
Quadro 47 - Lista das espécies de avifauna de registradas e de possível ocorrência na região do futuro aterro.	321
Quadro 48 – Aves registradas na área de influência direta do futuro empreendimento.	339
Quadro 49 – Número de listas de Mackinnon e riqueza de avifauna registrada.	348
Quadro 50 – Espécies registradas através do método de Lista de Mackinnon e o índice de frequência nas listas (IFL) por campanha e cumulativo.	350
Quadro 51 – Espécies registradas através do método de Ponto de Escuta e o índice pontual de abundância (IPA) por campanha e cumulativo.	357
Quadro 52 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.	364
Quadro 53 - Avifauna endêmica do bioma Cerrado registrada na área de influência do empreendimento.	367
Quadro 54 - Avifauna parcialmente migradora registrada na área de influência do empreendimento.	367
Quadro 55 – Aves cinegéticas registradas na área de influência do empreendimento.	368
Quadro 56 - Esforço amostral total da metodologia Busca Ativa, para o levantamento da herpetofauna.	375
Quadro 57 - Esforço amostral total da metodologia de armadilhas do tipo “hoop”, para o levantamento de quelônios.	376
Quadro 58 – Referências bibliográficas utilizadas para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de répteis de possível ocorrência para a região do empreendimento..	378
Quadro 59 - Lista das espécies de répteis de possível ocorrência e registrados na região do futuro empreendimento.	379
Quadro 60 - Répteis registrados na área de influência direta do futuro empreendimento.	385
Quadro 61 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.	391
Quadro 62 – Répteis cinegéticos registradas nas áreas de influência do futuro empreendimento.	394

Quadro 63 - Esforço amostral total da metodologia Ponto de Escuta, para o levantamento de anfíbios anuros.	400
Quadro 64 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de anfíbios de possível ocorrência para a região do empreendimento.	404
Quadro 65 –Lista das espécies de anfíbios anuros de possível ocorrência e registrados na região do empreendimento.	405
Quadro 66 - Anfíbios registrados na área de influência do empreendimento.	409
Quadro 67 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.	414
Quadro 68 - Esforço amostral total da metodologia para o levantamento de himenópteros..	422
Quadro 69 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de himenópteros de possível ocorrência para a região do empreendimento.	423
Quadro 70 – Lista das espécies de abelhas de possível ocorrência na região do empreendimento.	423
Quadro 71 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de insetos vetores de possível ocorrência para a região do empreendimento.	426
Quadro 72 – Lista das espécies de insetos vetores de possível ocorrência na região do empreendimento.	427
Quadro 73 – Entomofauna registrados na área de influência do empreendimento.....	429
Quadro 74 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.	433
Quadro 75 – Himenóptera registrados na área de influência do empreendimento.	434
Quadro 76 – Insetos Vetores registrados na área de influência do empreendimento.	436
Quadro 77 – Aparelhos de pesca utilizados para monitorar a ictiofauna no Rio Ribeirão Bacaba na área de influência da construção do Aterro Sanitário, Balsas/MA.....	446
Quadro 78 - Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies da ictiofauna de possível ocorrência para a região do empreendimento.	452
Quadro 79 – Lista das espécies de peixes de possível ocorrência na região da futura AHE Porto Ferreira.	452
Quadro 80 – Lista dos táxons dos peixes em cada campanha de amostragem no Rio Ribeirão Bacaba em setembro e dezembro/2023. Or.: Origem da espécie; N: Espécie nativa; E.R.: Estratégia reprodutiva, SD: Sedentária; CD: Migrador de curta distância; CP: Cuidado parental; Número total de indivíduos capturados em cada campanha, tamanho médio dos indivíduos amostrados. Constancia= 1 capturada apenas em uma campanha, 2 capturada nas duas campanhas. Status de conservação: LC= pouco preocupante; DD= dados insuficientes. Método de captura: Rede de espera (Rd); Covo (Cv); Tarrafa (Tr), Puça (Pc).	458
Quadro 81 – Variáveis abióticas observadas nos diferentes horários na amostragem em dezembro de 2023 no Rio Ribeirão Bacaba.	462

Quadro 82 - Índices de diversidade para a assembleia de peixes capturados nos pontos de amostragem e campanhas realizada na área de influência do Aterro Sanitário, Balsas/MA.	463
Quadro 83 - Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2: Pontos amostrais.	465
Quadro 84: Matriz de sinergia entre os impactos identificados para o empreendimento.	501

LISTA DE MATRIZES

Matriz 1: Atributos do impacto: alteração nos níveis de ruído.	485
Matriz 2: - Atributos do impacto: alteração na qualidade do ar	486
Matriz 3: Atributos do impacto: Geração de processos erosivos.	487
Matriz 4: Atributos do impacto: alteração na qualidade das águas subterrâneas.	488
Matriz 5: Atributos do impacto: alteração na qualidade das águas superficiais.	490
Matriz 6: Atributos do impacto: aumento de vetores.	491
Matriz 7: Atributos do impacto: acidentes com a fauna.	491
Matriz 8: Atributos do impacto: alteração na qualidade das águas subterrâneas.	492
Matriz 9: Atributos do impacto: Perda de habitats.	493
Matriz 10: Atributos do impacto: Aumento da oferta de alimentos para a fauna.	494
Matriz 11: Atributos do impacto: geração de expectativas relacionadas ao empreendimento.	495
Matriz 12: Atributos do impacto: Interferência no fluxo de veículos.	496
Matriz 13: Atributos do impacto: alteração na paisagem.	496
Matriz 14: Atributos do impacto: desvalorização imobiliária das áreas do entorno.	497
Matriz 15: Atributos do impacto: interferência na saúde dos trabalhadores.	497
Matriz 16: Atributos do impacto: melhoria da qualidade ambiental da localidade.	499

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações do empreendedor.	19
Tabela 2. Informações da empresa consultora.	19
Tabela 3. Informações da equipe técnica.	20
Tabela 4. Informações do empreendimento.	20
Tabela 5. Valor do empreendimento	25
Tabela 6 - Dados oficiais de população do Município de Balsas.	51
Tabela 7 - Dados de população e ano para o Município de Balsas	53
Tabela 8 - Resumo das tendências populacionais	54
Tabela 9 – Projeção da quantidade de resíduos.	60
Tabela 10 – Tabela de peso específico dos resíduos	61
Tabela 11: Tabela de valores para tempo de recorrência.	67

Tabela 12: Tabela de valores para coeficiente de Escoamento Superficial	67
Tabela 13: Tabela de valores do coeficiente de rugosidade.	68
Tabela 14: Velocidade máxima admissível.....	69
Tabela 15: COEFICIENTE K.	73
Tabela 16: Parâmetros adotados para vazão.	80
Tabela 17: Concentração de DBO afluente.....	81
Tabela 18: Dimensões Floculador.....	82
Tabela 19: Dimensões de pás.	84
Tabela 20: Resultados dos gradientes de velocidade e potência das pás do floculador.....	89
Tabela 21: Dimensões do flotador.	90
Tabela 22: Dimensão filtro de polipropileno.	92
Tabela 23: Parâmetros para tratamento de chorume.	96
Tabela 24: Faixa dos valores LO e K.	101
Tabela 25: Cronograma físico de implantação aterro sanitário.....	101
Tabela 26: Mão de Obra período Operacional.	108
Tabela 27: Máquinas necessárias para o aterro sanitário.	110
Tabela 28 - Evapotranspiração potencial mensal e total anual para a estação meteorológica Balsas do INMET.....	135
Tabela 29 – Intensidade do vento.....	136
Tabela 30 – Intensidade do vento.....	136
Tabela 31 – Esforço amostral da metodologia de Listas de <i>Mackinnon</i>	315
Tabela 32 - Medidas mitigadoras e compensatórias para implantação do aterro de RSU da CGR Balsas.	506

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR, EMPRESA CONSULTORA E EQUIPE TÉCNICA

1.1 Identificação do empreendedor

A CGR Balsas é uma empresa subsidiária da CRI Gestão de Resíduos, a qual atua desde 1999 no ramo de coleta, segregação, tratamento e disposição final de resíduos sólidos.

Tabela 1. Informações do empreendedor.

NOME	Concessionária De Gestão E Tratamento De Resíduos De Balsas SPE Ltda
RAZÃO SOCIAL	CGR Balsas
CNPJ	51.213.422/0001-86
Nº DO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL (IBAMA)	8409384
ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA	RUA ANTONIO JOSE TECHIO, 277, CENTRO, IPUMIRIM -SC, CEP 89790-000
REPRESENTANTE LEGAL NOME E-MAIL TELEFONE	Bruna Klein Bruna.klein@cricoleta.com.br (49) 3438-1575 / 99958-6371

1.2 Identificação da empresa de consultoria

Tabela 2. Informações da empresa consultora.

NOME	Vital Engenharia e Meio Ambiente
RAZÃO SOCIAL	Vital Engenharia LTDA
CNPJ	05.194.635/0001-90
INSCRIÇÃO ESTADUAL	Isenta
Nº DO CADASTRO TÉCNICO FEDERAL (IBAMA)	6260966
ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA	Av. Nereu Ramos, 75D, Centro, Ed. CPC, Sala 1205A, Chapecó/SC
REPRESENTANTE LEGAL NOME E-MAIL TELEFONE	Itacir Pasini itacir@vitalengenharia.net 49 3323 0294
CONTATO NOME E-MAIL TELEFONE	Ronaldo A. Pasini ronaldo@vitalengenharia.net 49 3323 0294

1.3 Dados da equipe técnica multidisciplinar

Tabela 3. Informações da equipe técnica.

PROFISSIONAL	PROFISSÃO	PARTICIPAÇÃO	REGISTRO CLASSE
Coordenação Geral			
Ronaldo Antonio Pasini	Eng. Agrônomo	Coordenação Geral e Responsabilidade Técnica	CREA/SC 084390-08
Coordenação Meio Biótico			
Daniela Behs	Bióloga, MSc.	Coordenação Meio Biótico	CRBio 069824/09
Meio Físico			
Itacir Pasini	Eng. Sanitarista e Ambiental	Projeto do aterro sanitário e tratamento de chorume, hidrologia e drenagem	CREA/SC 058813-9
Eduarda Matté	Eng. Sanitarista e Ambiental	Revisão/Alternativas Locacionais	CREA/SC 186490-06
Wilian Coelho	Eng. Ambiental	Caracterização geral, diagnóstico meio físico, impactos e mitigação	CREA/SC 169410-9
Ronaldo Antonio Pasini	Eng. Agrônomo	Pedologia/ Clima/Recursos Hídricos/ Recursos Minerais/ Infraestrutura	CREA/SC 084390-08
Meio Biótico			
Daniela Behs	Bióloga, MSc.	Coordenação Geral e Mastofauna	CRBio 069824/09
Gabriela Galetti	Bióloga, MSc.	Avifauna e Invertebrados Terrestres e Aquáticos	CRBio 118484-09
Paula Betina Hartmann	Bióloga	Ictiofauna e Herpetofauna	CRBio 118733-09
Flávio Marcelo Fonseca	Eng. Florestal	Flora	CREA/MA1105494217
Meio Socioeconômico			
Ronaldo Antonio Pasini	Eng. Agrônomo	Cadastro Socioeconômico	CREA/SC 084390-8

As respectivas Anotações de Responsabilidade técnica emitidas pelos órgãos de classe são apresentadas no Anexo 9.

2 DADOS DO EMPREENDIMENTO

2.1 Identificação e localização do empreendimento

Tabela 4. Informações do empreendimento.

NOME	Aterro Sanitário – CGR Balsas
CNPJ	51.213.422/0001-86
SITE OFICIAL	www.cricoleta.com.br
MUNICÍPIO	Balsas-MA
ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO	Rodovia Estadual MA-006, km8, zona rural, Aldeia.
COORDENADAS (UTM)	388539.65 m E, 9153776.23 m S, Zona 23M

2.2 Localizações geográficas

O empreendimento, estará localizado no município de Balsas, Maranhão, as margens da Rodovia Estadual MA – 006 (antiga MA – 330), sentido ao município de Tasso Fragoso, estando situado na zona rural, mais precisamente na Comunidade Aldeia, distante aproximadamente a 08 quilômetros do perímetro urbano do município de Balsas MA. Sua localização e posição relativa aos principais pontos notáveis são apresentados no mapa a seguir:

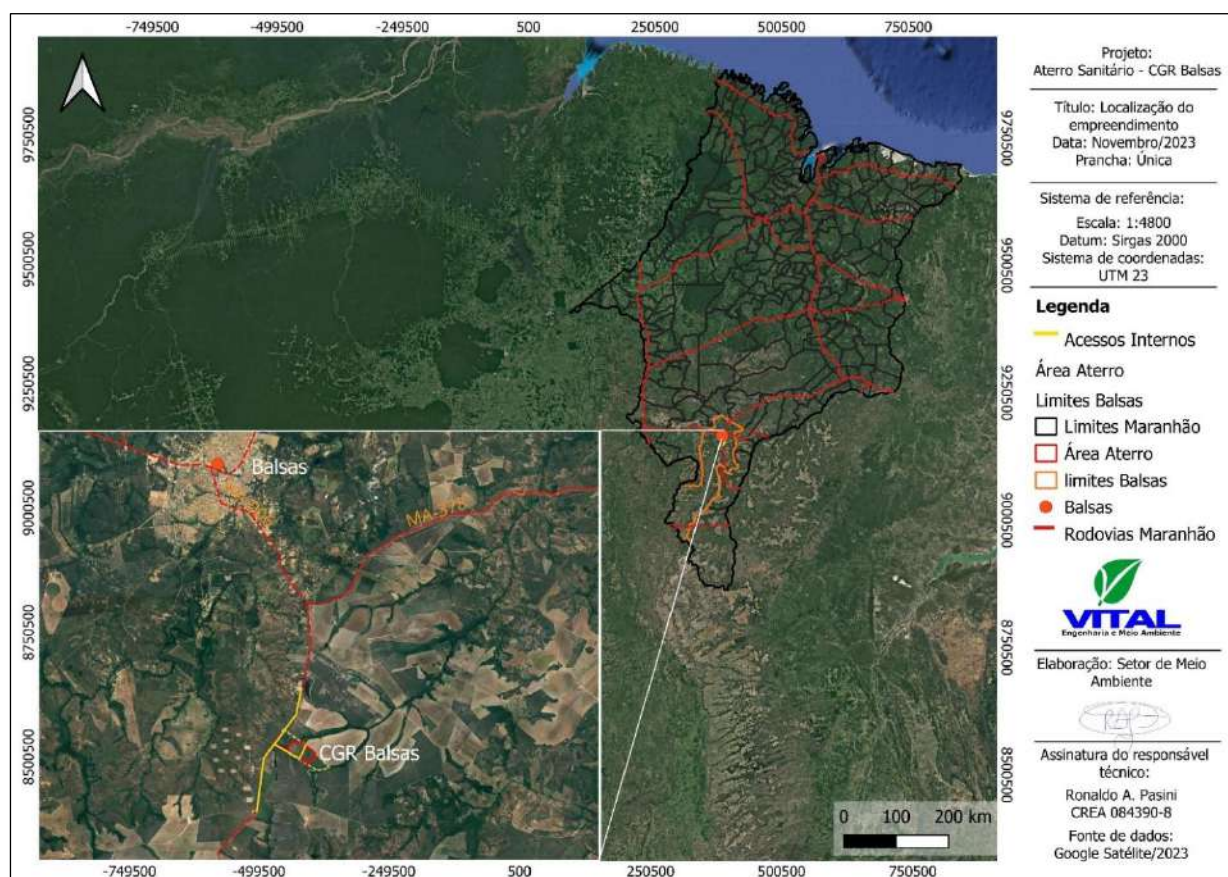


Figura 1: Localização do Empreendimento.

2.3 *Histórico, objetivos e justificativa do empreendimento*

2.3.1 Histórico e justificativa

Segundo dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2022), a região nordeste do país, na qual o estado do Maranhão está inserido, apresenta o maior volume de resíduos com destinação inadequada (28.183 toneladas/dia), o que representa grande impacto ao meio ambiente e à saúde e qualidade de vida. Estima-se ainda que a região nordeste apresenta cerca de 588 lixões (2018). Além do mais, está mesma região, juntamente com a região Sudeste, foram as que mais contribuíram na massa total de Resíduos Sólidos Urbanos-RSU entre os anos de 2010 e 2018, respondendo respectivamente, por 25% e 50% da geração total do país no ano de 2018 (BRASIL, 2022).

Atualmente a produção diária de resíduos no município de Balsas-MA é de aproximadamente 80 (oitenta) toneladas, tendo estimativas apontadas pelo estudo populacional realizado, de alcançar a produção diária em torno de 175 (cento e setenta e cinco) toneladas dentro do período de 30 anos. Ficando assim, a média diária de geração de resíduos no decorrer de todo o período proposto de operação (30 anos), em torno de 114 (cento e quatorze) toneladas dia.

Atualmente, os resíduos coletados são transportados até o lixão do município localizado as margens da Rodovia Estadual MA - 330, distante cerca de 03 (três) quilômetros do Centro da cidade de Balsas/MA.

Além do descarte incorreto, observa-se a coleta deficiente pelas ruas da cidade, principalmente nas proximidades ao vazadouro atual.



Figura 2: Descarte inadequado em vazadouro e vias da cidade.

2.3.2 Objetivos

O Estudo de Impacto Ambiental tem como objetivo propor soluções para atenuar e/ou compensar os impactos ambientais adversos gerados e/ou previsíveis ao sistema ambiental, pelas ações de construção, implantação e operacionalização do Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos de Balsas-MA, além de propor medidas para manter o equilíbrio ecológico e promover o desenvolvimento sustentável do município. A adoção das medidas propostas para o controle e monitoramento ambiental visa à mitigação ou absorção dos impactos adversos e maximização de impactos benéficos, e é de suma importância, tendo em vista que a não incorporação destas poderá resultar em danos ao meio ambiente.

De acordo com dados do panorama de Resíduos Sólidos do Brasil, no ano de 2022 estima-se que a região nordeste enviou apenas 37,3% dos resíduos coletados para uma destinação final ambientalmente adequada, muito abaixo da média nacional que é de 61% (ABREMA,2023). No caso de Balsas-MA a disposição dos resíduos atualmente, como já mencionado é em lixão, e segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BASIL, 2022), uma de suas metas é a eliminação de disposição final inadequada e encerramento de lixões e aterros controlados, esta meta tem como marco temporal, o encerramento de lixões até o ano de 2024.

Assim sendo, inserido neste contexto e objetivando a solução para disposição final dos resíduos sólidos urbanos e seguindo os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 2010), no que tange a disposição final ambientalmente adequada de resíduos, esta sendo proposta a implantação de um Aterro Sanitário para o município de Balsas, Maranhão.

2.4 Órgão Financiador / Valor do Empreendimento

O empreendimento terá financiamento próprio com recursos do empreendedor, com os custos de implantação estimados conforme tabela abaixo:

Tabela 5. Valor do empreendimento

PLANILHA DE CUSTOS RELATIVOS A CADA FASE DA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO				
PREPARAÇÃO DO SOLO E PRIMEIRA CAMADA (ANO 01 AO ANO 13)				
Tipo	Un.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
Aquisição da área	ha.	100,00	R\$ 14.218,36	R\$ 1.421.836,00
Topografia (Planialtimétrico, Cadastramento de Nascentes e Curso Hídrico)	un.	1,00	R\$ 55.000,00	R\$ 55.000,00
Projetos Técnicos Aterro Sanitário	un.	1,00	R\$ 310.000,00	R\$ 310.000,00
Licenciamento Ambiental (EIA-RIMA, LAP, LAI, LAO)	un.	1,00	R\$ 650.000,00	R\$ 650.000,00
Renovação de Licença Ambiental de Operação (LAO) cada 48 meses	un.	2,00	R\$ 28.500,00	R\$ 57.000,00
Licenças municipais, alvarás, etc.	un.	1,00	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
Locação das obras de infraestrutura	un.	1,00	R\$ -	R\$ -
Cercamento da área com alambrado	m/linear	4140,00	R\$ 60,00	R\$ 248.400,00
Limpeza de Terreno	m²	70.000,00	R\$ -	R\$ -
Remoção de raízes remanescentes de troncos	un.	3000,00	R\$ -	R\$ -
Implantação de escritório em canteiro de obra em chapa de madeira	m²	30,00	R\$ 200,00	R\$ 6.000,00
Execução de compactação de solo de base com pedra rachão (Camada de 50cm, para acessos as áreas de descarregamento)	m³	3940,00	R\$ 33,78	R\$ 133.093,20
Prédio Administrativo	m²	120,00	R\$ 800,00	R\$ 96.000,00
Galpão serviços e oficina mecânica	m²	300,00	R\$ 700,00	R\$ 210.000,00
Guarita (Portaria e vigilância)	m²	50,00	R\$ 700,00	R\$ 35.000,00
Balança rodoviária 60 ton	un.	1,00	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
Iluminação Externa para acessos	un.	40,00	R\$ 600,00	R\$ 24.000,00
Estrutura para reservatório de água	un.	2,00	R\$ 5.000,00	R\$ 10.000,00
Poços Piezométricos (montante e jusante)	un.	5,00	R\$ 4.000,00	R\$ 20.000,00
Escavação para nivelamento de terreno com trator de esteira	m³	124218,00	R\$ -	R\$ -
Argila para aterro/reaterro sem transporte (preparação do solo, proteção geomembrana, cobertura das células).	m³	222046,91	R\$ -	R\$ -
Geomembrana em PEAD espessura de 2,0 mm	m²	190852,00	R\$ 22,00	R\$ 4.198.744,00
Tecido Geotextil para revestimento dreno de chorume	m²	64483,20	R\$ 4,28	R\$ 275.988,10
Brita Rachão	m³	13716,06	R\$ 40,00	R\$ 548.642,38
Tubo em PEAD Corrugado, furado, diâmetro de 200 mm para dreno de chorume	m.linear	17912,00	R\$ 40,19	R\$ 719.883,28
Te PEAD de 200 mm para ligação drenagem de chorume	un.	88,00	R\$ 194,83	R\$ 17.145,04
Tela de aço soldada, fio = 4,5 mm, espaçamento malha de 10 x 10 cm	m²	989,10	R\$ 22,70	R\$ 22.452,57
Tubo de concreto armado, classe PA-1 para drenagem de gás, diâmetro 1m	m.linear	525,00	R\$ 420,13	R\$ 220.568,25
Geomembrana em PEAD espessura de 1,0 mm (Taludes e Superfície)	m²	51828,04	R\$ 14,00	R\$ 725.592,56
Calha/Caneleta de concreto simples, água pluvial, diâmetro de 30 cm	m	1772,00	R\$ 28,70	R\$ 50.856,40
Escada Hidráulica Dissipadora	m²	6,00	R\$ 3.500,00	R\$ 21.000,00
Escavação Lagoas	m³	37500,00	R\$ -	R\$ -
Gramma em placa	m²	30500,00	R\$ 7,00	R\$ 213.500,00
Tratamento Físico-Químico	un.	1,00	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00
Poço de visita circular, diâmetro interno 1 m, tijolos cerâmicos maciços, com tampa em ferro fundido	un.	6,00	R\$ 3.769,18	R\$ 22.615,06
Tubo PVC corrugado diâmetro 400mm	m/linear	80,00	R\$ 388,64	R\$ 31.091,20
Tubo PVC corrugado diâmetro 200mm	m/linear	900,00	R\$ 94,77	R\$ 85.293,00
Custo Total da Etapa 01:				R\$ 10.731.201,04

2.5 Características gerais da área de inserção do empreendimento

2.5.1.1 Área total do empreendimento (ha)

O Aterro sanitário se estará situado no Imóvel Rural registrado sob a Matrícula nº 15.996 (quinze mil, novecentos e noventa e seis), denominado Fazenda Três Cacimbas, Área B, com área total de 210,9948 ha. (duzentos e dez hectares, noventa e nove ares e quarenta e oito

centiares), sendo selecionada uma fração da área total, medindo cerca de 100 ha (cem hectares) para a locação do futuro empreendimento.

A expansão será vertical por deposição de camadas de resíduos ao longo de todo o horizonte de projeto.



Figura 3: Área do Aterro Sanitário

2.5.1.2 Principais acessos

O Aterro sanitário será localizado às margens da Rodovia Estadual MA – 006 (antiga MA – 330), sentido ao município de Tasso Fragoso, estando situado na zona rural, mais precisamente na Comunidade Aldeia, distante aproximadamente 08 quilômetros do perímetro urbano do município de Balsas. O acesso principal ao empreendimento se dá diretamente pela rodovia MA-006, a partir da rodovia há uma via de servidão junto às propriedades vizinhas,

que segue até à área dos fundos da propriedade, devendo ser usada apenas em emergências. Essas serão as rotas para entrada e saída de veículos e maquinário durante a instalação e operação do aterro.

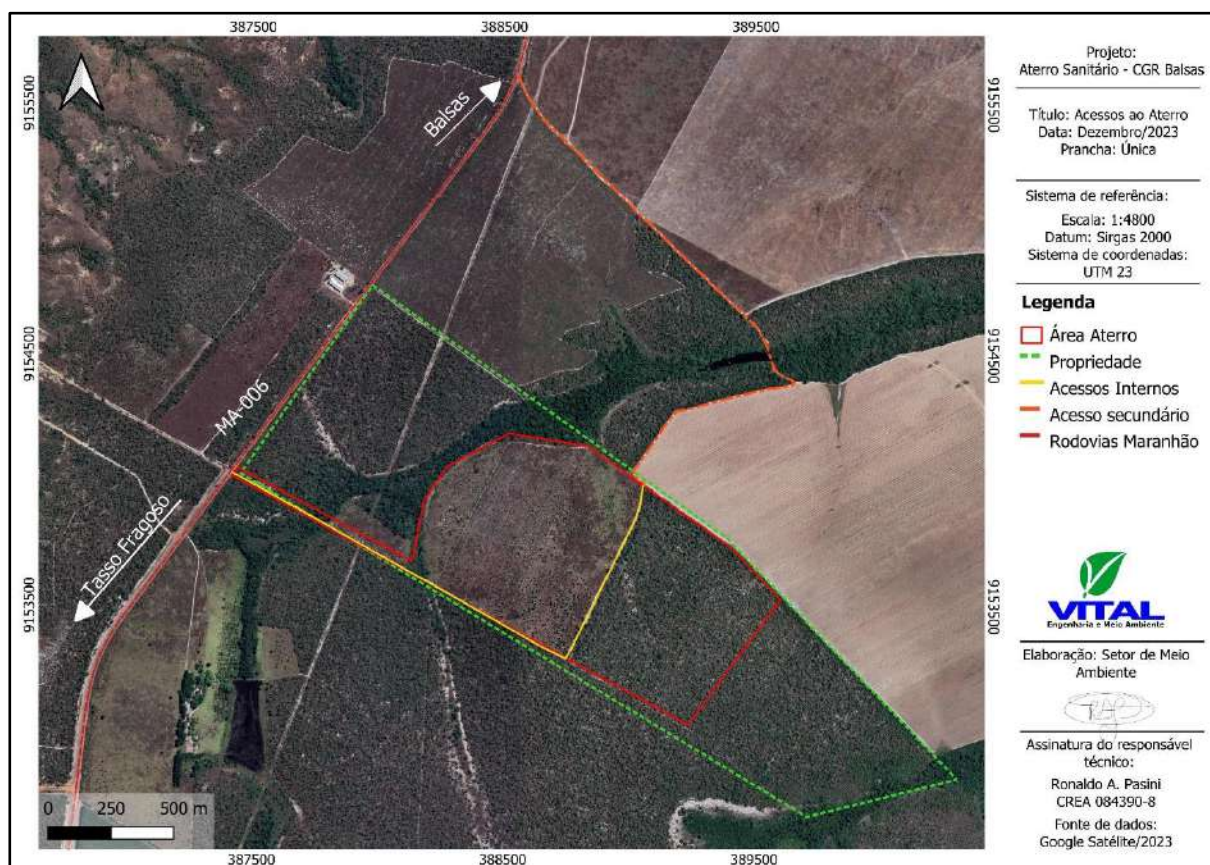


Figura 4: Acessos ao empreendimento.

3 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

3.1 Estudos de alternativas locais

O estudo de alternativas locais para implantação de aterros sanitários deve considerar aspectos técnicos, ambientais e socioeconômicos, tendo como propósito a redução de impactos negativos originados por este tipo de empreendimento (CALIJURI ET. AL., 2002 *apud* CRUZ E ALMEIDA, 2020).

A literatura apresenta alguns critérios fundamentais para seleção de áreas para implementação de aterros sanitários, resumidamente tais critérios estão relacionados principalmente a questões de topografia e solo local (declividade do terreno, permeabilidade do solo, distâncias de falhas geológicas e lençol freático), recursos hídricos (distância de cursos hídricos, áreas sujeitas a inundações), cobertura vegetal e fauna local (identificação de áreas protegidas, existências de espécies de fauna e flora ameaçadas), clima e direção dos ventos, distâncias de núcleos populacionais e área urbanizada, rodovias, aeroportos, custos de aquisição, implantação e operação do aterro sanitário, tamanho e vida útil além da influência sobre aspectos visuais e uso e ocupação do solo do município (CREA-PR, 2009; ABNT, 1997; CRUZ E ALMEIDA; 2020).

No estudo de alternativas locais para implantação do aterro sanitário de Balsas-MA, foram avaliadas 5 (cinco) áreas com chances de receber a atividade.

Neste contexto e aplicando a realidade do município de Balsas, foram elencados alguns critérios primordiais para avaliação da melhor área de instalação do aterro sanitário, critérios estes que tem relevância na exclusão de determinadas áreas. A lista abaixo apresenta os critérios de avaliação selecionados e nos tópicos seguintes discute-se sobre a situação de cada uma das cinco áreas analisadas.

- Distância de recursos hídricos: o aterro deve-se localizar a uma distância de 200 metros de qualquer curso hídrico para evitar contaminação; (ABNT, 1997; CREA-PR, 2009).
Localização fora da bacia de captação de água do município.
Vegetação: vegetação deverá ser preservada ao máximo.

- Distância de residências: deve ser mantida uma distância mínima de 500 metros de residências (ABNT, 1997; CREA-PR, 2009) e 2000 metros de áreas urbanizadas (ABNT, 1997; PASINI, 2001).
- Distância do centro gerador de resíduos: a menor possível respeitando a distância mínima de áreas urbanas, visando menores custos de transporte durante a vida útil do empreendimento.
- Distância de aeroportos: Segundo o disposto pela Lei Federal nº 12.725 de 16 de outubro de 2012, a qual dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos, os aterros sanitários são considerados como atividade com potencial atrativo de fauna. A mesma Lei estabelece, em seu Parágrafo 1º, que a Área de Segurança Aeroportuária-ASA, sendo definida pelo centro geométrico da maior pista do aeródromo, compreendendo um raio de 20 km (vinte quilômetros). Ainda em seu Art. 7º, inciso I, “Constitui infração ao disposto nesta lei implantar ou operar atividade com potencial de atração de espécimes da fauna na ASA sem submetê-la à aprovação da autoridade municipal e da autoridade ambiental”; e inciso II “estimular, desenvolver ou permitir que se desenvolva atividade com potencial de atração de espécimes da fauna consideradas proibidas no interior da ASA” (BRASIL, 2012). Atualmente, está em processo de projeto/estudos a instalação de um aeroporto na Cidade Balsas-MA, já havendo área definida para este futuro empreendimento, conforme poderá ser visualizado nos mapas a seguir.

Ressalta-se que alguns critérios como por exemplo, a existência de áreas protegidas, e declividade do terreno foram desconsiderados pois todas as áreas estão distantes de áreas protegidas e possuem topografia que propicia o desenvolvimento da atividade.

3.2 Área I

A área I possui cerca de 212 ha, está localizada a cerca de 7km do núcleo urbano de Balsas, podendo ser acessada pela rodovia MA-006, coordenadas de localização UTM, zona 23m, longitude 390481.60 m E e latitude 9158417.21 m S. A seguir apresenta-se a situação da área frente os critérios selecionados para análise. Área da Prefeitura Municipal de Balsas, sem necessidade de aquisição de área

- **Distância de recursos hídricos:** Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento – há um curso hídrico com nascente na porção sudeste da área. Além disso a área está fora da bacia de captação de água do município de Balsas-MA.
- **Vegetação:** vegetação predominante em toda a área, com presença de intervenção humana.
- **Distância de residências:** área situa-se a cerca de 7 km do núcleo urbano. No entanto existem inúmeras invasões dentro da área em estudo com residências já consolidadas, devendo ser um fator a considerar, visto a necessidade de realização de estudo social, desapropriação e remanejamento das famílias.
- **Distância do centro gerador de resíduos:** está se constitui a área mais próxima do centro gerador dentre as analisadas, com acesso pela rodovia MA-006.
- **Distância de aeroportos:** a área está fora da Área de Segurança Aeroportuária do futuro aeroposto de Balsas a ser implantado.

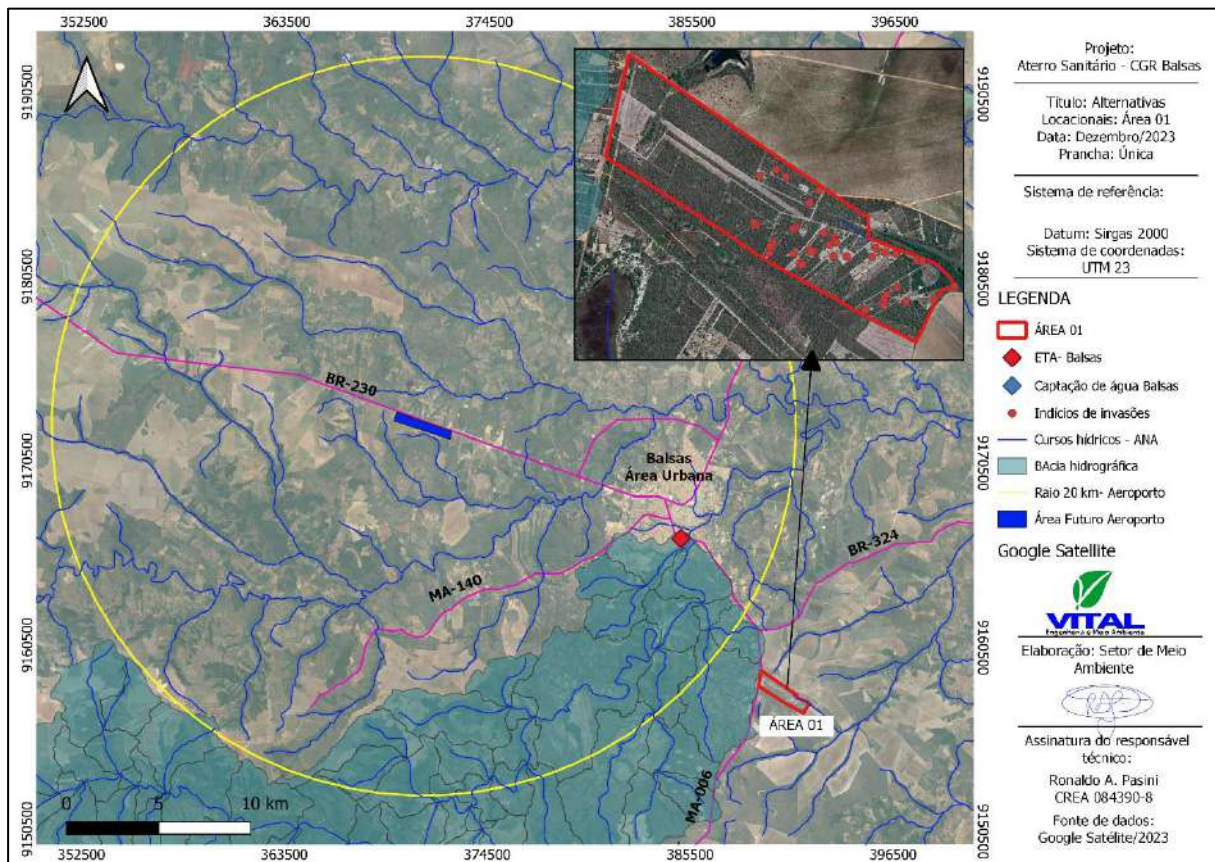


Figura 5: Alternativa locacional: Área I.

3.3 Área II

A área II possui 133 ha, está a cerca de 30km do centro urbano de Balsas, coordenadas UTM de localização, zona 23m, longitude 363623.00 m E e latitude 9186370.00 m S. A seguir apresenta-se a situação da área frente os critérios selecionados para análise.

- **Distância de recursos hídricos:** Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento – há um curso hídrico com nascente na porção sudoeste da área. Além disso a área está fora da bacia de captação de água do município de Balsas-MA.
- **Vegetação:** cerca de metade da área possui vegetação e parte da área já possui por intervenção.

- **Distância de residências:** área situa-se a cerca de 24,5 km em linha reta do núcleo urbano.
- **Distância do centro gerador de resíduos:** esta área é a mais distante do centro gerador de resíduos dentre as cinco analisadas, a distância de cerca de 30 km por vias deve ser considerada para os custos de transporte dos resíduos durante a operação. Acesso pela BR-230 e estrada rural.
- **Distância de aeroportos:** Esta área está inserida na Área de Segurança Aeroportuária do futuro aeroposto de Balsas a ser implantado.

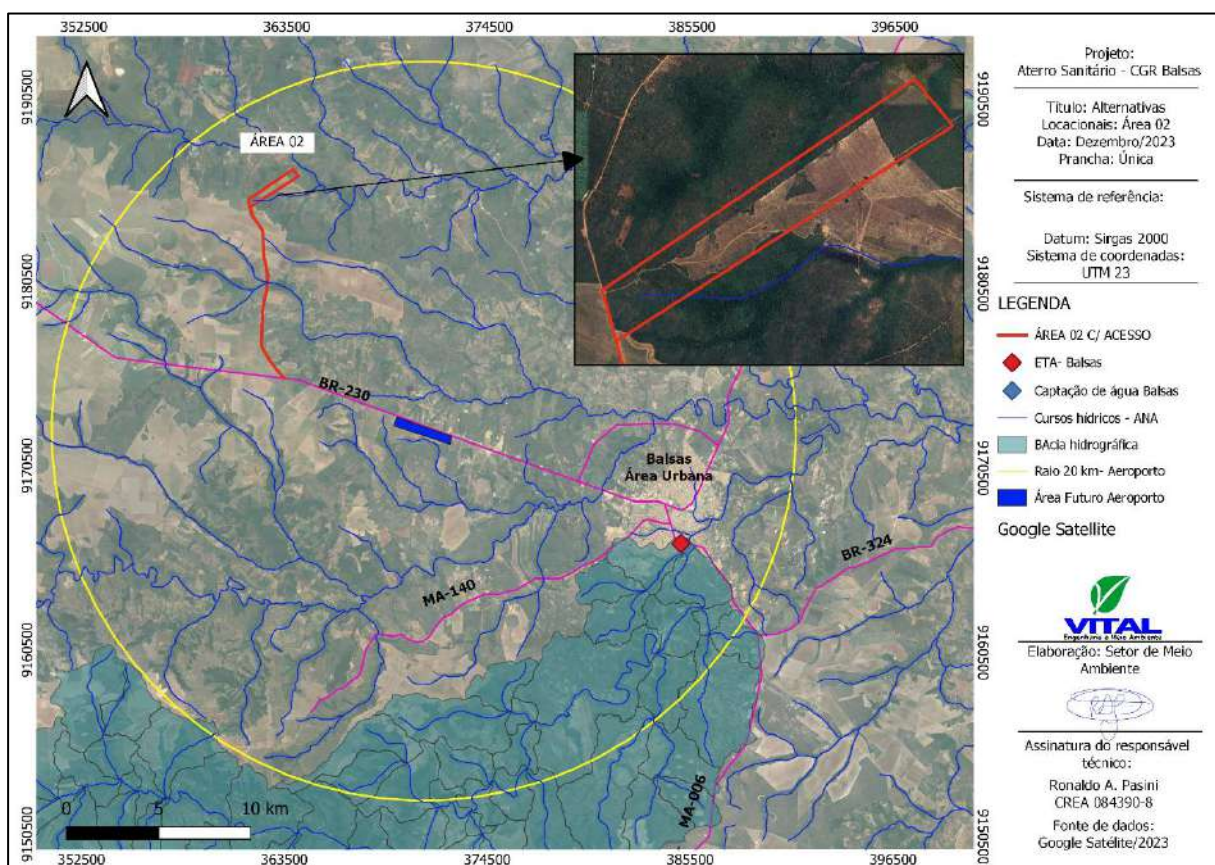


Figura 6: Alternativas Locacionais: Área II.

3.4 Área III

A área III possui aproximadamente 222ha, está situada a cerca de 12km do centro urbano de Balsas, coordenadas UTM, zona 23m, longitude 389256.20 m E e latitude 9154110.12 m S. A seguir apresenta-se a situação da área frente os critérios selecionados para análise.

- **Distância de recursos hídricos:** Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento – há um curso hídrico presente na área. Além disso a área está fora da bacia de captação de água do município de Balsas-MA.
- **Vegetação:** área com vegetação presente, no entanto há uma porção de área utilizada para silvicultura.
- **Distância de residências:** área situa-se a cerca de 12 km em linha reta do núcleo urbano.
- **Distância do centro gerador de resíduos:** como já mencionado esta área tem uma distância favorável, facilitando a maior parte da operação diária e logística dos caminhões coletores de resíduos. Acesso pela rodovia MA-006.
- **Distância de aeroportos:** Esta área não se encontra inserida na Área de Segurança Aeroportuária do futuro aeroporto de Balsas a ser implantado.

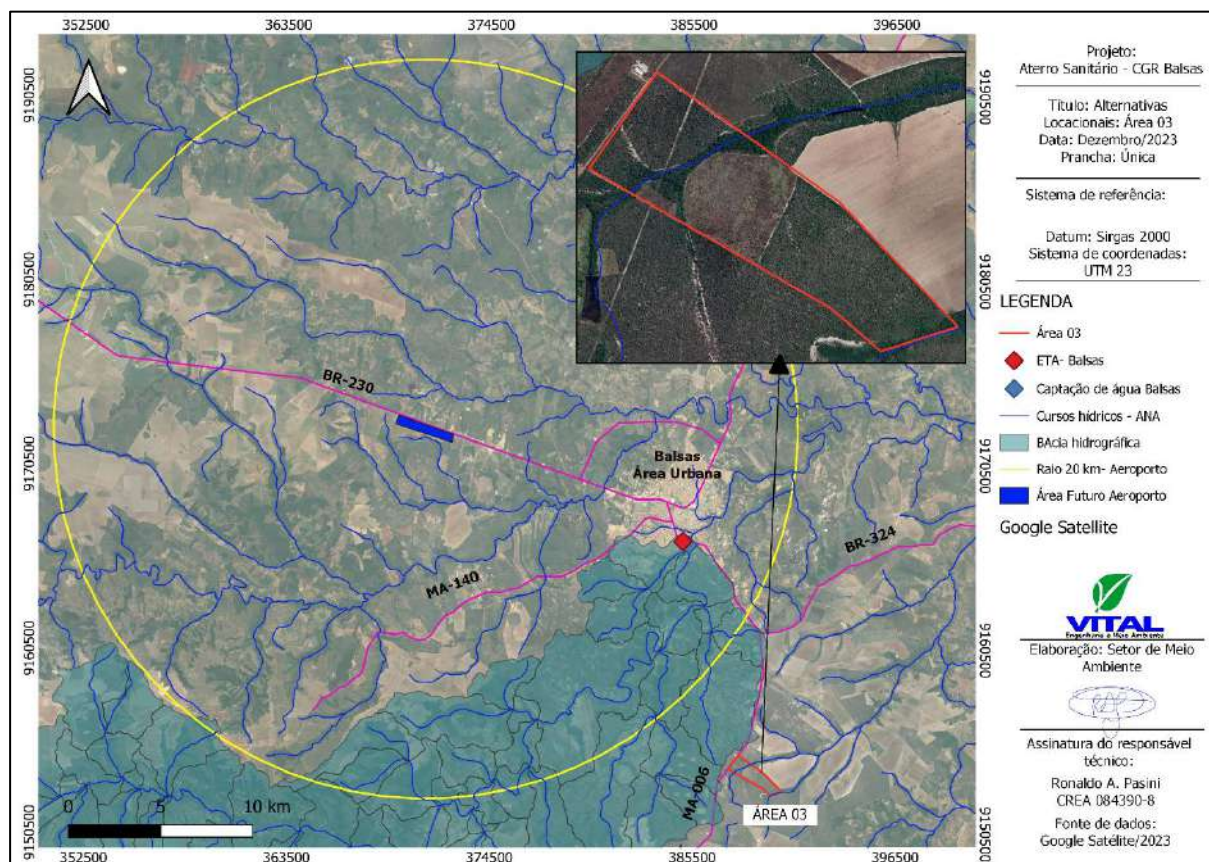


Figura 7: Alternativas Locacionais: Área III.

3.5 Área IV

A área IV possui aproximadamente 50 ha, situada a cerca de 5 km do centro urbano de Balsas, coordenadas UTM, zona 23m, longitude 374180.69 m E e latitude 9161680.65 m S. A seguir apresenta-se a situação da área frente os critérios selecionados para análise.

- **Distância de recursos hídricos:** : Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento – não há presença de curso hídrico na área, entretanto em campo constatou-se a existência de nascente na região central da área. Além disso a área está fora da bacia de captação de água do município de Balsas-MA.
- **Vegetação:** área com vegetação predominante.
- **Distância de residências:** área situa-se a cerca de 5 km em linha reta do núcleo urbano.

- **Distância do centro gerador de resíduos:** como já mencionado esta área é a mais próxima do centro gerador, facilitando a logística de operação do transporte de resíduos. Acesso pela Rodovia Estadual MA-140.
- **Distância de aeroportos:** Esta área está inserida no limite da Área de Segurança Aeroportuária do futuro aeroporto de Balsas a ser implantado.

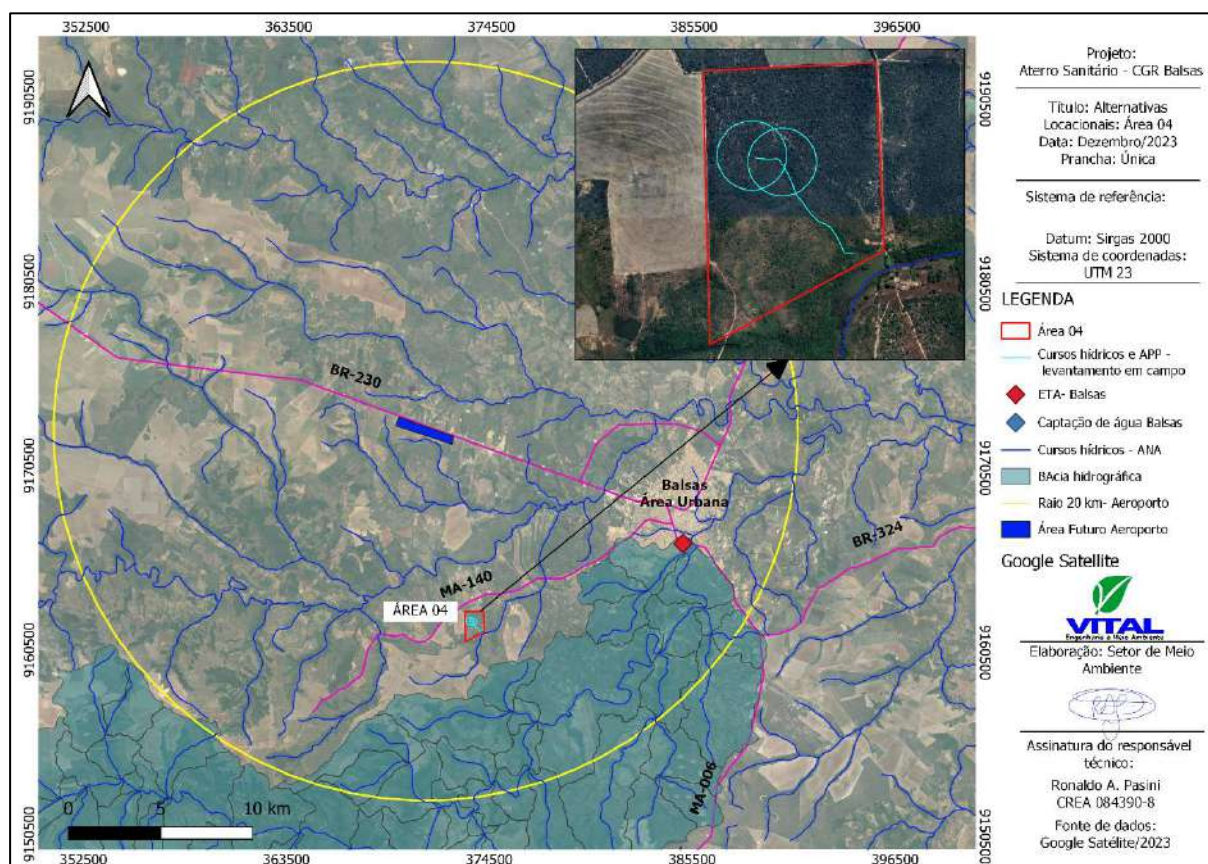


Figura 8: Alternativas Locacionais: Área IV.

3.6 Área V

A área V possui aproximadamente 144ha, situada a cerca de 8km apenas do núcleo urbano de Balsas, coordenadas UTM, zona 23m, longitude 387968.26 m E e latitude 9161776.29 m S. A seguir apresenta-se a situação da área frente os critérios selecionados para análise.

- **Distância de recursos hídricos:** Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento – há um curso hídrico presente na área, que percorre toda a área disponível. Além disso, esta é a única área analisada que está inserida na bacia de captação de água do município de Balsas-MA, a montante do ponto de captação.
- **Vegetação:** a área possui vegetação esparsa.
- **Distância de residências:** área situa-se a cerca de 8 km em linha reta do núcleo urbano. No entanto há presença de um aglomerado populacional a cerca de 3 km da área.
- **Distância do centro gerador de resíduos:** como já mencionado esta área tem uma distância favorável, facilitando a maior parte da operação diária e logística dos caminhões coletores de resíduos. Acesso pela pelas rodovias MA-006 e BR-324.
- **Distância de aeroportos:** Esta área não se encontra inserida na Área de Segurança Aeroportuária do futuro aeroporto de Balsas a ser implantado, a cerca de 10 km da futura área de instalação do empreendimento.

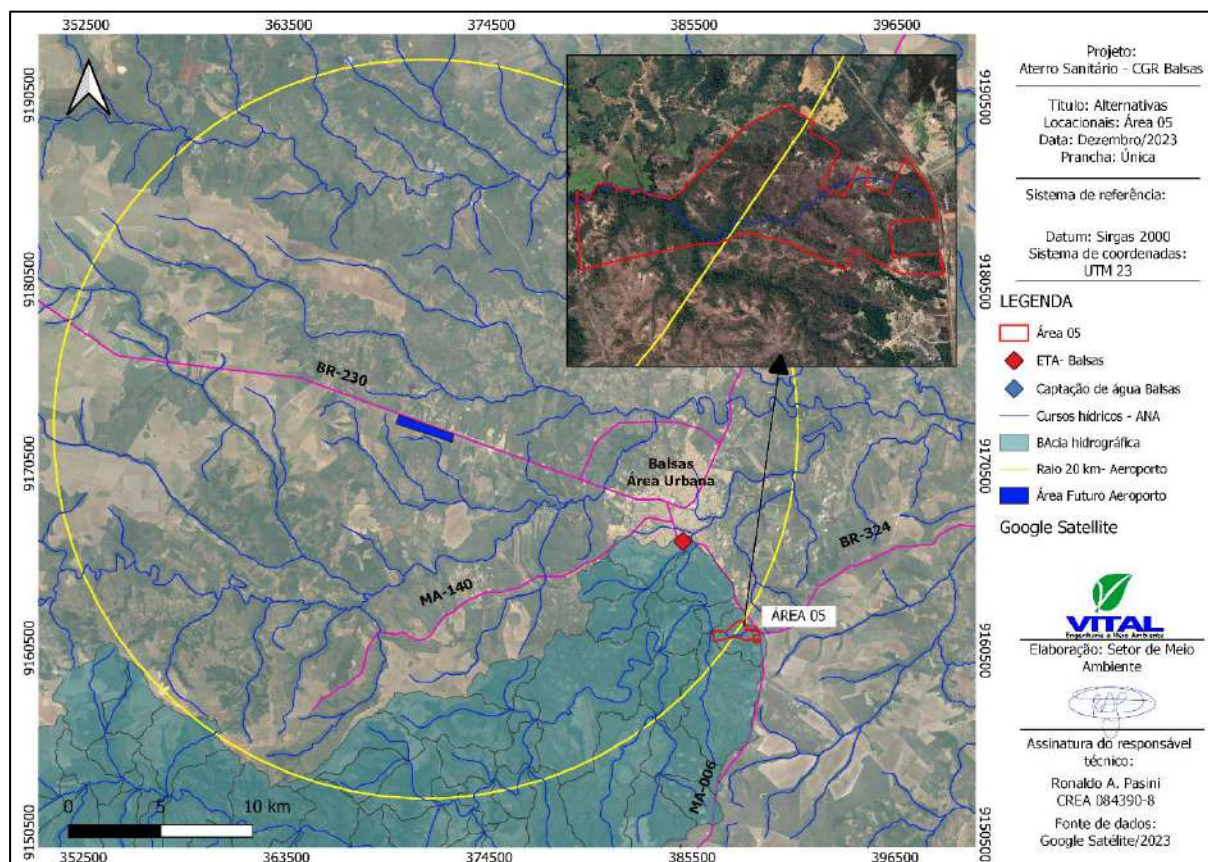


Figura 9: Alternativas Locacionais: Área V.

Com o conhecimento destes critérios, avaliou-se cada uma das áreas elecandas definindo assim os critérios de exclusão de cada uma, até a determinação da área com maiores vantagens de instalação do aterro sanitário.

Inicialmente, mesmo a área I tendo a vantagem de ser uma área da própria prefeitura, e estar fora da ASA do futuro aeroporto e da bacia de captação de água, o fator de exclusão desta área foi a existência de inúmeras invasões, com residências estabelecidas, o que poderia gerar inúmeros problemas sociais com a instalação do empreendimento.

A área II, teve como fator de exclusão principal a elevada distância do centro gerador de resíduos, o que futuramente elevaria os custos de transporte dos resíduos, além de também

estar inserida na ASA do futuro aeroporto. Este último é o mesmo critério utilizado para exclusão da área IV, além da presença de vegetação e cursos hídricos no centro da área.

Já para a área V, o fator de exclusão principal foi o critério de recursos hídricos, principalmente por estar inserida na bacia hidrográfica da captação de água do município de Balsas-MA.

Desta forma, **a área definida com as melhores características para comportar o empreendimento em questão foi a área III.** Esta área possui excelente localização, proximidade com o centro gerador, encontra-se fora da ASA do futuro aeroporto, e fora da bacia de captação de água, além do terreno possuir condições favoráveis de execução de aterro e atendendo todo o horizonte de projeto.

4 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

A partir dos anos 90 iniciou-se um aperfeiçoamento das técnicas e métodos existentes e de procedimentos mais criteriosos e planejados no tocante ao tratamento dos resíduos sólidos e/ou a sua disposição final segura, minimizando impactos ambientais decorrentes do melhoramento de tecnologias de conversão térmica utilizadas para a redução de massa e volume dos resíduos, a recuperação de energia, a inertização de resíduos perigosos, etc., pode-se citar por exemplo os sistemas de pirólise, de incineração, de gaseificação, e ainda avanços nos critérios de concepção e gestão de aterros sanitários, indispensáveis a qualquer sistema de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

A seguir são apresentadas algumas tecnologias de processamento térmico e suas principais características, como forma de mais bem compreender sua aplicabilidade e a importância dos aterros sanitários como solução segura e compatível com a realidade econômico-financeira dos municípios brasileiros.

Ressalta-se que a utilização de qualquer uma das técnicas envolve riscos de poluição do meio ambiente (físico e biótico); há necessidade de escolha de áreas apropriadas; limitação quanto à viabilidade de áreas e equipamentos utilizados; receptividade de governantes e principalmente moradores locais, quanto à instalação do empreendimento no município ou na proximidade de núcleos habitacionais.

Para tanto, deve-se optar pela tecnologia que cause menor impacto socioambiental e seja compatível com a realidade local, principalmente quanto a custos de investimento, de operação, de manutenção e disponibilidade de mão de obra.

4.1 Pirólise

A pirólise de resíduos sólidos suscita grande interesse, principalmente como alternativa à incineração. Trata-se da decomposição do resíduo pela ação do calor e na ausência do oxigênio, ou se preferir, a decomposição térmica (endotérmica) do resíduo em uma atmosfera na qual a combustão não pode ocorrer (ausência de oxigênio). Chama-se igualmente de pirólise a decomposição térmica dos resíduos realizada em uma atmosfera pobre em oxigênio, isto é, atmosfera fortemente redutora. Quando comparada à incineração, a pirólise propicia minimização dos efluentes gasosos, a obtenção de gás combustível, a redução do transporte de poluentes para a fase gasosa, a viabilização de unidades de pequeno porte.

O sistema de pirólise utiliza-se de técnicas operacionais diversas que podem ser distinguidas em função do controle da atmosfera redutora (maior ou menor presença de oxigênio) e do nível de temperatura empregada. Na ausência estrita de ar ou oxigênio, a pirólise (desgaseificação) é também chamada de destilação a seco. A técnica de pirólise/gaseificação dos resíduos consiste em queimar uma parte da matéria carbonácea (zona oxidante) e utilizar o calor liberado para a pirólise da matéria restante (zona redutora, endotérmica).

A pirólise pode ocorrer a baixa temperatura, 400-600°C, média temperatura, 600-1000°C ou alta temperatura, 2000°C. Os subprodutos formados são em geral: material particulado – fuligem (C_8H_n); gases combustíveis constituídos essencialmente de H_2 , CH_4 , CO e CO_2 , com poder calorífico situado entre 3.000 e 5.000 kcal/nm³; resíduo oleoso, combustível, composto principalmente de produtos orgânicos parcialmente oxidados (ácidos, álcoois, ésteres...), ricos em constituintes corrosivos contendo enxofre e cloro; resíduo sólido “coque” contendo um substrato mineral originário da parte não orgânica do resíduo e uma fração orgânica carbonada, podendo ser utilizado como combustível sólido, após tratamento, ou transformado em carvão ativo.

Com essa técnica é possível obter o fracionamento das substâncias presentes no resíduo. O fracionamento ocorre gradualmente à medida que as substâncias passam pelas diversas zonas de calor do reator pirolítico (AIRES, 2003).

Diversos estudos apontam a pirólise como um dos meios mais eficientes para o tratamento dos resíduos domésticos, principalmente devido ao fato de o processo ser energeticamente autossustentável (pirólise/gaseificação). A utilização da pirólise constitui-se em uma opção interessante – quando se tem conhecimento e domínio da técnica. Além disso, possibilita diminuição considerável do número de aterros sanitários (AIRES, 2003).

No caso dos resíduos sólidos urbanos, a eficiência da pirólise depende da granulometria do resíduo; outra limitação na sua utilização em escala comercial é a grande heterogeneidade dos materiais constituintes dos resíduos (BUAH, 2007).

Em geral os resíduos submetidos ao processo de pirólise são previamente selecionados e em seguida triturados (homogeneização granulométrica). Após esta etapa são destinados ao

reator pirolítico, no qual, por meio de reação endotérmica, ocorre a separação dos subprodutos (AIRES, 2003).

A vantagem dessa técnica é a possibilidade de obter uma significativa redução de massa e volume – segundo Aires *et al.* (2003), pode-se chegar a 90%, e produtos com valor energético. Porém os custos são altos exigindo grande investimento até porque só pode ser rentabilizada quando acoplada a uma central termelétrica. O elevado investimento pressupõe a continuada disponibilidade de resíduos a tratar, o que pode ser comprometedor para uma estratégia de redução, no médio ou longo prazo.

Salienta-se, também, a importância do conhecimento dos poluentes gerados a partir dos diferentes sistemas de pirólise existentes, pois desta forma é possível eleger adequadamente a técnica a ser utilizada, baseando-se principalmente no tipo de material a ser tratado e nas tecnologias necessárias para que se tenha um eficiente tratamento, principalmente dos subprodutos gasosos provenientes do processo.

4.2 Incineração

É outra das tecnologias empregadas para o tratamento de resíduos sólidos tanto urbanos como industriais a se utilizar da combustão, a mais perfeita possível, de todos os constituintes (combustíveis) presentes. Quando da incineração de grande massa de resíduos, torna-se indispensável recuperar o calor (energia) contido nos gases de emissão; a incineração reduz a massa (60-80%) e volume (90%) dos resíduos, dependendo das suas características, e transforma resíduos perigosos em material estéril e inerte. Quando da produção de energia, a partir dos resíduos sólidos, os constituintes plásticos têm relevante participação em decorrência de seu alto poder calorífico. A seguir, alguns dos constituintes dos resíduos sólidos urbanos e respectivo poder calorífico inferior (PCI): celulose – 4.000 kcal/kg, papel seco – 3.600 kcal/kg,

tecido – 3.600-4.500 kcal/kg, PVC – 5.000 kcal/kg, borracha – 4.700- 4.900 kcal/kg, polietileno – 11.000 kcal/kg. A diversidade dos constituintes, sua variabilidade e umidade (30-60%) também afetam o rendimento da incineração.

Para o tratamento dos resíduos de serviços de saúde, patogênicos ou químicos, e certos resíduos industriais perigosos é um dos métodos mais seguros considerados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente. A redução de passivos ambientais constituídos de resíduos perigosos tem encontrado na incineração uma técnica disponível e segura.

Porém, os incineradores como meio de tratar toda a massa de resíduos produzidos têm sido objeto de reavaliação e algumas unidades têm encerrado sua operação devido ao elevado custo financeiro e ambiental. O tratamento tem sido limitado estritamente ao necessário, devido aos seus múltiplos inconvenientes, dos quais se destacam (BARROS, 2012):

- Alto custo de implantação, operação e manutenção, necessidade de mão de obra especializada;
- Possibilidade de geração e emissão de compostos perigosos (gases e particulados), com necessidade de controle sofisticado da combustão e de equipamentos de grande eficiência para controle da emissão;
- Necessidade de destinação de escórias e cinzas, podendo requerer aterros de resíduos perigosos em decorrência da composição do material.

Muitos são os pontos favoráveis à incineração, porém existem motivos de apreensão, notadamente quanto à emissão de poluentes (óxidos metálicos, fuligem, odores, NO_x, CO, SO₂, dioxinas) e, conseqüentemente, a possibilidade de se comprometer a qualidade de vida da população. Sendo assim, a incineração é uma tecnologia que só deve ser empregada mediante criteriosa avaliação técnica dos custos e benefícios envolvidos.

4.3 Plasma

Quando um gás é aquecido a temperaturas elevadas, há mudanças significativas em suas propriedades. A cerca de 2.000 °C, as moléculas do gás começam a se dissociar em estado atômico. A 3.000 °C, os átomos são ionizados pela perda de parte dos elétrons. Este gás é chamado de plasma. O gás sob o estado de plasma apresenta boa condutividade elétrica e alta viscosidade quando comparado a um gás nas CNTP (AIRES *et al.*, 2003).

Segundo Barros, o plasma é um gás ionizado e reativo, de altíssima temperatura, que ao entrar em contato com os resíduos sólidos promove sua decomposição e os transforma em líquido e gás.

O reator a plasma gaseifica os resíduos sólidos com temperatura entre 5.000 e 10.000 e não gera cinzas: a alta temperatura da tocha do plasma permite que todo o resíduo seja inertizado, desta maneira inibe a formação de poluentes. O que não se transforma em gás (metais não voláteis) fica incorporado à massa fundida. O processo é interessante tanto do ponto de vista de geração de energia como pela não produção de substâncias tóxicas (BARROS, 2012). O rejeito final do tratamento pode ser usado em pavimentação de ruas ou na produção de cerâmicas, por exemplo. O resultado alcançado depende da característica do resíduo que é processado, por isso é necessário um sistema de triagem integrado à unidade de plasma.

As técnicas de plasma térmico que estão em uso ou em vias de comercialização são: recobrimento físico e químico a plasma; síntese de pós-finos; decomposição a plasma; metalurgia a plasma; densificação de refratários e outros materiais, além das conhecidas máquinas de corte a plasma.

Os principais atrativos do uso de plasma na decomposição térmica são:

- Elevadas temperaturas causam rápida e completa pirólise da substância orgânica, assim podem fundir e vitrificar certos resíduos orgânicos;
- Menores instalações e altas densidades de energia com tempo de partida e parada reduzido;
- Favorece a pirólise de substância sensíveis a radiação ultravioleta, como os organoclorados.

De maneira geral, a atratividade do uso do plasma é a alta velocidade de destruição dos resíduos e o emprego de reatores de menor dimensão. Por outro lado, a desvantagem está no seu alto custo.

4.4 Aterro Sanitário

As técnicas de tratamento anteriormente descritas não são concorrentes com o aterro sanitário. O aterro sanitário, para a realidade brasileira atual, é imprescindível na estrutura de equacionamento da problemática dos resíduos sólidos, notadamente quando tratamos de disposição final de rejeitos.

Em áreas de aterro, o principal desafio é promover o confinamento seguro de toda a massa de resíduos sólidos e, ao mesmo tempo, a devida proteção e controle do meio físico (água, ar, solo) e biótico (fauna e flora).

A presença da matéria orgânica degradável e adequada condição ambiental propiciam o desenvolvimento da atividade microbiana responsável pela produção de biogás (CH_4) e chorume, no interior do maciço. Em períodos chuvosos o volume de chorume sofre significativo aumento e essa maior umidade também reflete numa maior produção de biogás.

Os aterros perigosos, confinamento de resíduos Classe I, são de execução similar ao Classe II, diferenciando-se, no entanto, pela necessidade de elementos adicionais de proteção

ambiental, controle e monitoramento. Algumas características do meio físico: geologia, geotecnia (constituição do solo, permeabilidade, nível do lençol freático) e meio biótico (vegetação) podem propiciar mais eficiente proteção aos impactos decorrentes do empreendimento, tais como: lençol freático profundo, baixa permeabilidade do solo – menor que 10^{-6} cm/seg., etc.

As principais vantagens dos aterros sanitários são:

- Flexibilidade para receber e acondicionar grande massa (volume) de resíduos;
- Fácil operacionalidade, sem requerer mão de obra cara e especializada, quando comparada às alternativas anteriores;
- Baixo custo de instalação, operação e manutenção, comparativamente a outras soluções;
- Tecnologia amplamente conhecida e de fácil assimilação;
- Não conflitante com políticas de valorização e tratamento de resíduos;
- Reutilização do espaço imobilizado durante a fase de exploração;
- Pode ser empregado na recuperação de áreas degradadas.

Uma das desvantagens do emprego de aterros sanitários é o fato de necessitar de grande área física para o confinamento dos resíduos e a geração de um passivo ambiental que precisa ser continuamente monitorado.

5 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

5.1 Localização do projeto

O empreendimento, estará localizado no município de Balsas, Maranhão, as margens da Rodovia Estadual MA – 006 (antiga MA – 330), sentido ao município de Tasso Fragoso,

estando situado na zona rural, mais precisamente na Comunidade Aldeia, distante aproximadamente a 08 quilômetros do perímetro urbano do município de Balsas- MA.

Considera-se todo o município de Balsas como beneficiário do empreendimento, visto que a coleta pública dos resíduos sólidos urbanos é realizada no núcleo urbano e rural do município.

O uso do solo e vegetação na área de influência do empreendimento é caracterizado por áreas de mata de galeria, área de serrado *stricto senso*, áreas de agricultura, campo sujo e silvicultura, onde foram realizados os levantamentos de flora a ser descritos neste Estudo.

O lançamento dos efluentes tratados dos percolados do aterro sanitário, bem como das instalações administrativas do empreendimento serão lançados no ribeirão Bacabá, subsidiário do Rio Balsas, sendo também descrito neste estudo.

A localização geral dos elementos descritos acima poderá ser observada na figura abaixo.

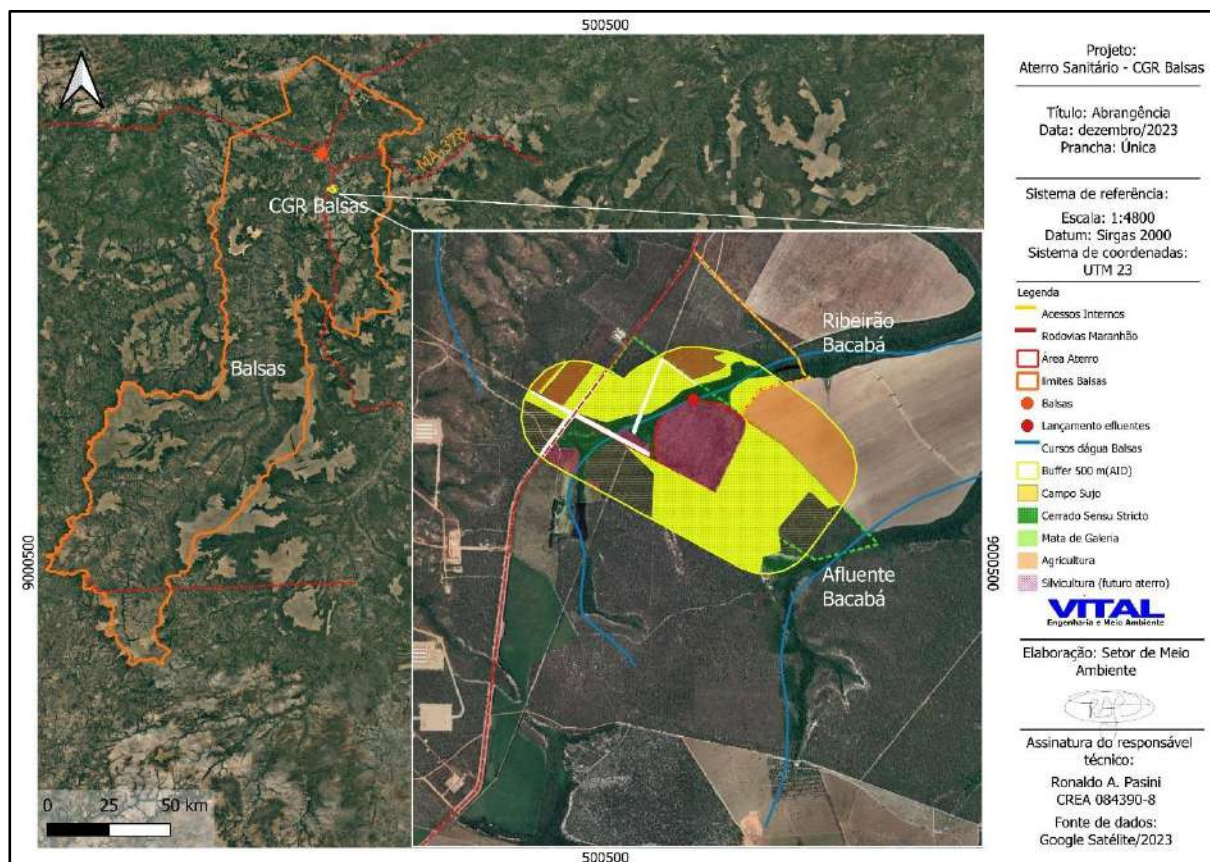


Figura 10: Abrangência do empreendimento

5.2 Memorial Descritivo

5.2.1 Concepção

A constante evolução nas Normas Brasileiras, seguindo as tendências internacionais de preservação do meio ambiente, norteou uma planta que pudesse estar em conformidade dentro de toda a vida útil do aterro sanitário proposto, buscando preservar as águas superficiais ou profundas do solo e outros aspectos pertinentes ao entorno do aterro sanitário projetado.

A área selecionada está inserida na Bacia hidrográfica do Rio das Balsas, sub-bacia Balsas I. O terreno onde será implantada a unidade de tratamento dos resíduos sólidos urbanos está localizado sobre um platô distante suficientemente de residências e cursos d'água.

O aterro sanitário foi projetado para receber em média 216 ton./dia, pelo período de 30 anos, sendo que este projeto atenderá aos objetivos sanitários, ambientais, econômicos e sociais,

frutos da eliminação de vetores transmissores de doenças, do controle da poluição das águas, solo e ar, ocasionados pelo descarte indevido de resíduos sem nenhuma forma de tratamento.

O aterro sanitário para rejeitos foi por outro lado planejado para operação em plataformas (camadas) previamente preparadas com terraplanagem e dotadas de infraestrutura básica de drenagens de biogás e líquidos percolados, além da drenagem de águas pluviais, para uma vida útil de no mínimo 30 anos o que justifica plenamente o uso desta técnica.

A figura a seguir traz os principais elementos do projeto e suas locações, e o projeto com o dimensionamento completo e respectivas plantas estão apresentados no Anexo 1.

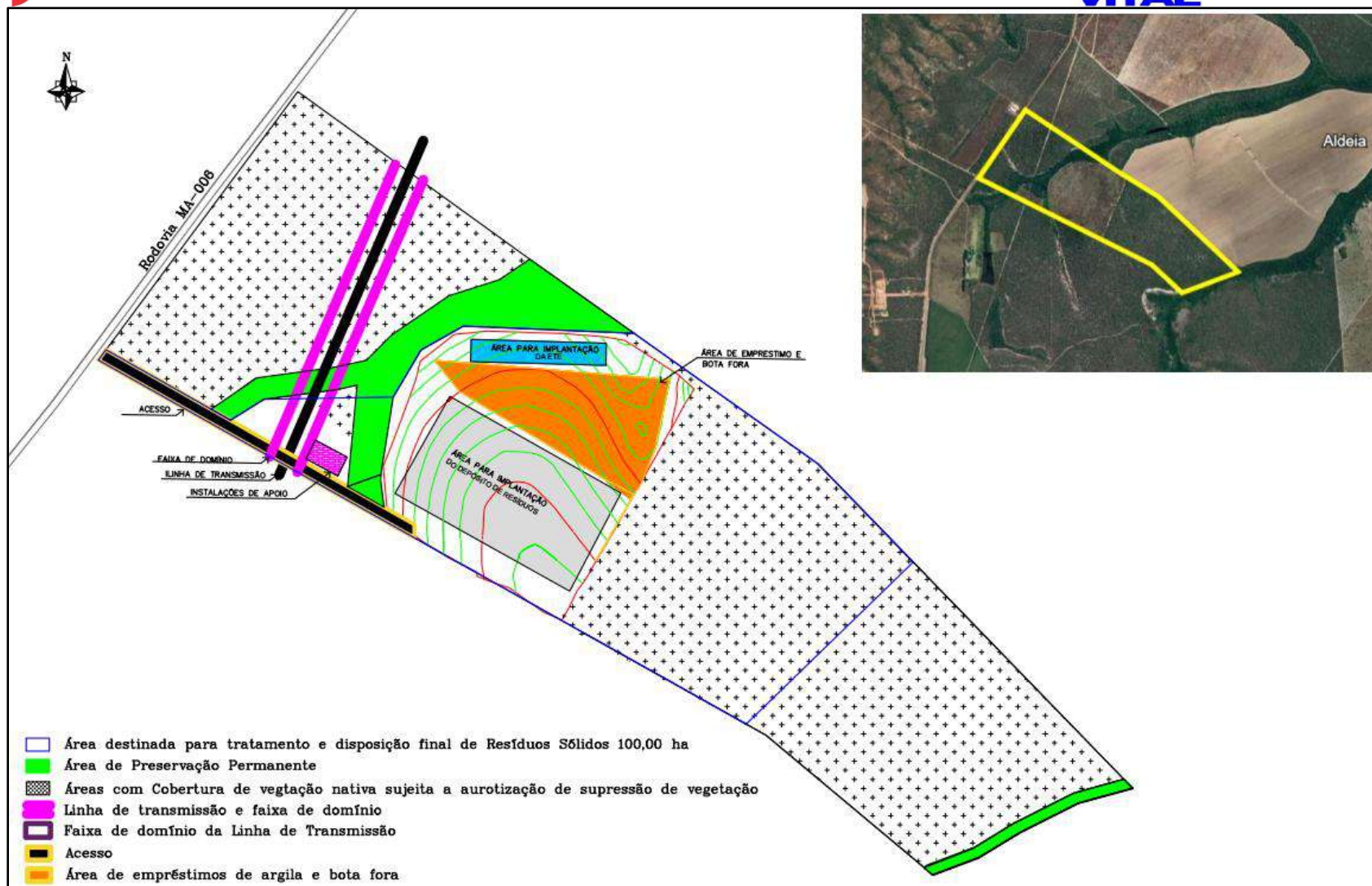


Figura 11: Áreas de projeto e locações do aterro sanitário

5.2.2 Estudo populacional e alcance de projeto

A população estimada de Balsas atualmente é de 96.951 habitantes. Em função dos dados estatísticos obtidos a seguir, estima-se um montante populacional para o município na ordem de 252.848 habitantes para 2051.

É com base neste dado populacional que foi dimensionada a área para recebimento dos resíduos, de forma a suprir todas as demandas e exigências ao longo da vida útil do aterro sanitário, que é projetada para um horizonte de plano de 30 anos.

O Estudo Demográfico do Município de Balsas no Estado do Maranhão tem por objetivo subsidiar o projetista em relação a população a ser atendida que deverá ser considerada no programa de resíduos sólidos.

Tal estudo consiste basicamente na projeção da população do município ao longo do período de projeto, efetuada com base nos seguintes dados: dados históricos do *Datapédia.info* do ano de 1991, dados históricos obtidos dos censos efetuados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE em 2000 e 2010, e na estimativa populacional do IBGE para o município no ano de 2021.

O Horizonte de Projeto adotado foi de 30 anos – período de 2022 a 2051.

Para a análise das projeções populacionais foram realizados estudos através de dados históricos do IBGE. Por meio dos dados pesquisados analisou-se o comportamento da evolução do crescimento populacional nos últimos anos, bem como a tendência de crescimento para o horizonte de projeto.

A Tabela a seguir apresenta a evolução populacional do município de Balsas para os anos de 1991, 2000, 2010, e a estimativa da população para 2021, de acordo com os censos efetuados, pelo IBGE e dados históricos do *Datapédia.info*.

Tabela 6 - Dados oficiais de população do Município de Balsas.

Ano	População
1991	41.431
2000	59.576
2010	83.528
2021	96.951*

Fonte: IBGE. Censo Demográfico, 2010 e Datapédia.info

Nota: * Dado de população de acordo com a estimativa do IBGE para o ano de 2021.

A partir de dados extraídos da fonte *Datapédia.info* para o ano de 1991 e dos censos do IBGE (períodos de 2000, 2010 e da estimativa feita pelo IBGE para o ano de 2021), buscou-se encontrar a equação da curva que melhor representasse a tendência de crescimento populacional verificada no município. A seguir são apresentadas as curvas de crescimento e respectivas equações.

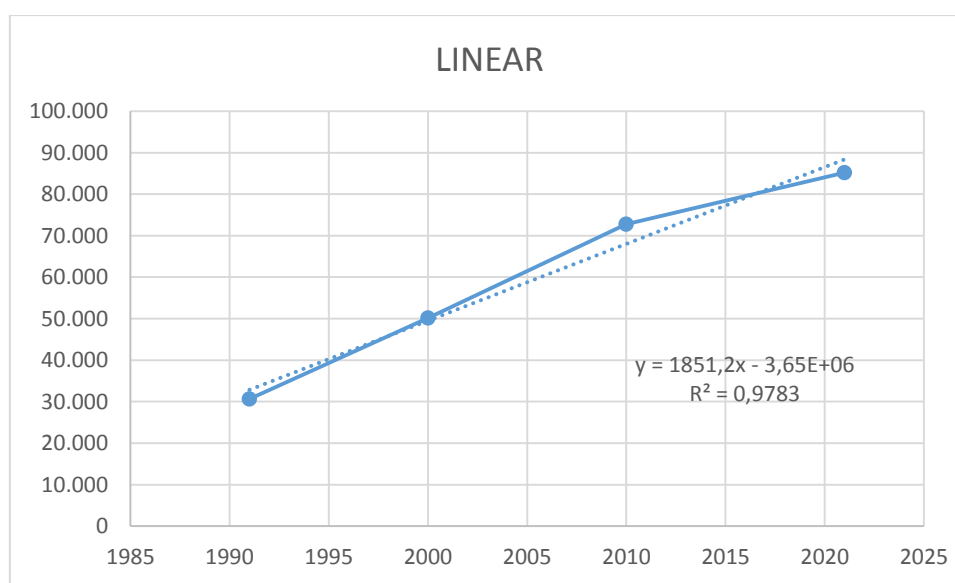


Figura 12: Gráfico de curva linear

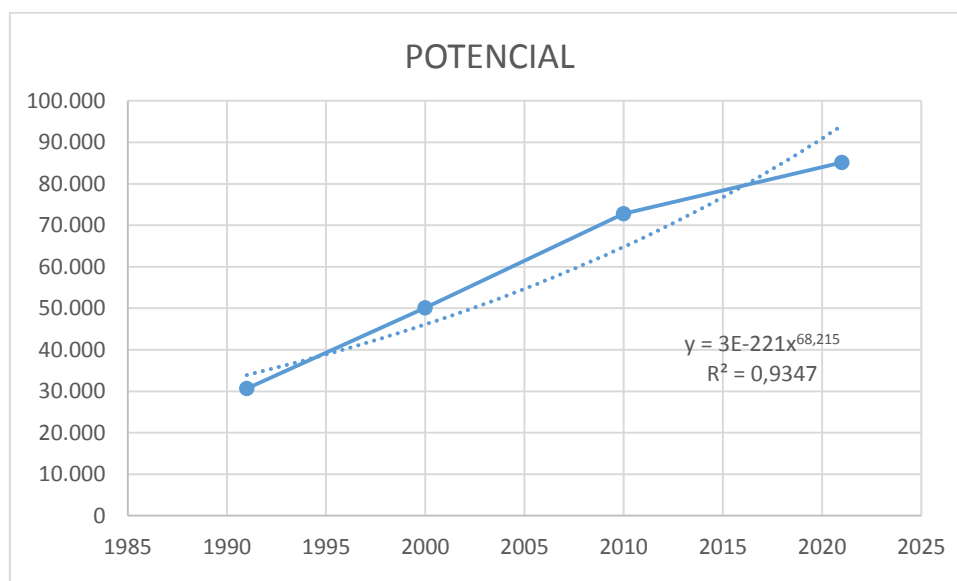


Figura 13: Gráfico de curva potencial

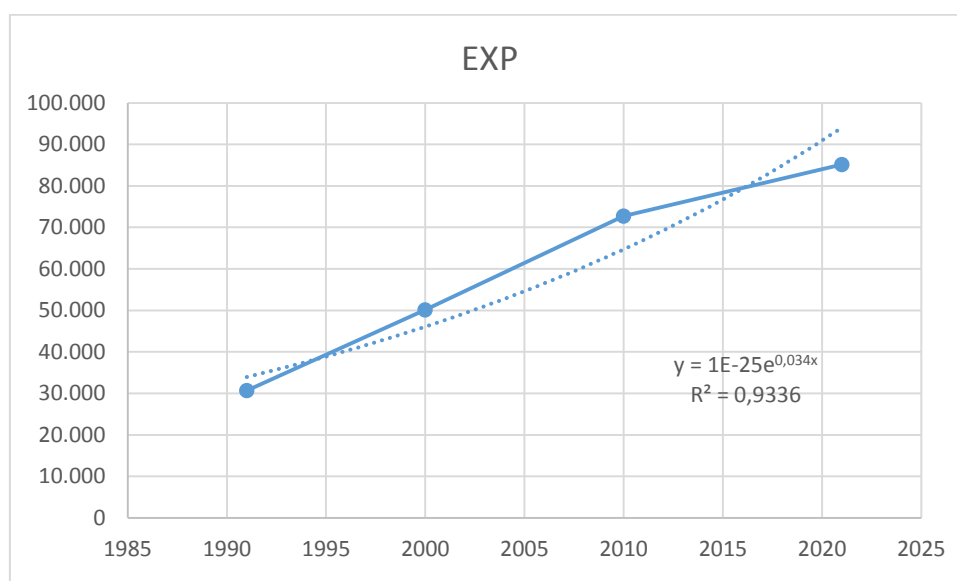


Figura 14: Gráfico de curva exponencial

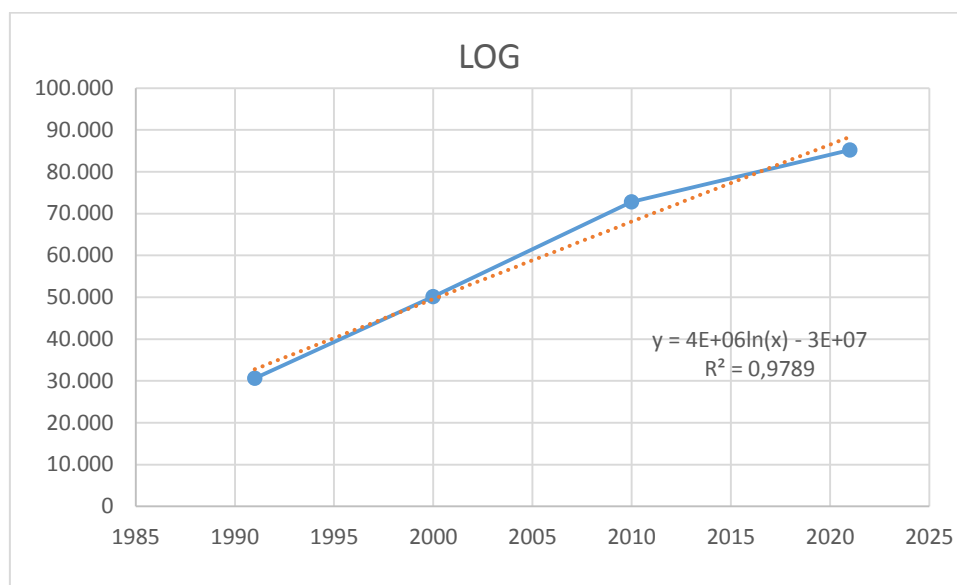


Figura 15: Gráfico de curva logarítmica

A partir das equações obtidas faz-se a projeção populacional para o período de projeto.

Tabela 7 - Dados de população e ano para o Município de Balsas

Ano	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmica
2021	91275	92540	69520	30442101
2022	93126	95716	71925	30444080
2023	94978	98999	74412	30446057
2024	96829	102393	76986	30448034
2025	98680	105902	79648	30450010
2026	100531	109529	82403	30451985
2027	102382	113279	85252	30453959
2028	104234	117155	88201	30455932
2029	106085	121162	91251	30457903
2030	107936	125304	94407	30459874
2031	109787	129585	97672	30461844
2032	111638	134010	101050	30463813
2033	113490	138584	104545	30465781
2034	115341	143312	108161	30467748
2035	117192	148198	111901	30469714
2036	119043	153249	115771	30471680
2037	120894	158469	119775	30473644
2038	122746	163864	123918	30475607
2039	124597	169441	128203	30477569

2040	126448	175204	132637	30479530
2041	128299	181160	137224	30481491
2042	130150	187315	141970	30483450
2043	132002	193677	146880	30485408
2044	133853	200251	151960	30487366
2045	135704	207045	157215	30489322
2046	137555	214067	162653	30491278
2047	139406	221322	168278	30493232
2048	141258	228820	174098	30495186
2049	143109	236568	180119	30497139
2050	144960	244574	186348	30499090
2051	146811	252848	192793	30501041

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise do crescimento populacional do município de Balsas, avaliou-se a evolução populacional ao longo do período de projeto, considerando as tendências de crescimento de cada uma das curvas de projeção.

Para se ter uma melhor ideia de qual tendência de crescimento populacional possui o melhor ajuste, apresenta-se a seguir um quadro resumo que reúne todas as tendências de crescimento, encontradas através da avaliação de dados históricos. Desta forma, pode-se comparar e analisar os resultados obtidos e escolher a tendência que melhor represente o crescimento populacional para o município de Balsas dentre aquelas estudadas.

Tabela 8 - Resumo das tendências populacionais

Dados	Curva	População Projetada		R2
		2022	2051	
Município de Balsas	Linear	93.126	146.811	0,9783
	Potencial	95.716	252.848	0,9347
	Exponencial	71.925	192.793	0,9336
	Logarítmica	30.442.101	30.501.041	0,9789

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o resultado da aplicação das respectivas taxas de crescimento tem-se um indicativo de que as taxas Linear e Potencial são as que melhor se assemelham a taxa real de crescimento do Município, isso pode ser visualizado na população projetada para o ano de 2022, sendo 93.126 para a curva Linear e 95.716 para a curva Potencial.

Para a escolha da curva que melhor representa o crescimento do município de Balsas analisamos o percentual de crescimento da população dos 30 anos anteriores em que a população cresceu 177,9% entre o período de (1991 e 2021), sendo que a curva Potencial é que apresenta o crescimento populacional semelhante (173,2%) para o período dos próximos 30 anos (2022 a 2051), sendo que a curva linear apresenta um crescimento populacional para o período de apenas 57,6%.

Os dados referentes a toda a população do município apresentam certa homogeneidade do crescimento, podendo-se chegar a essa conclusão em função do R^2 , pois o valor está próximo de 1.

A definição de uso da taxa Potencial vem ao se verificar as projeções para as outras taxas (linear, exponencial e logarítmica), onde as mesmas não refletem de forma satisfatória o crescimento populacional do município de Balsas, embora possuam R^2 alto. Portanto, a taxa de crescimento escolhida será a Potencial.

5.2.3 Caracterização dos resíduos

5.2.3.1 Origem e frequência de recebimento

Os resíduos a serem dispostos no futuro aterro sanitário, objeto deste projeto, serão oriundos do município de Balsas, coletados e transportados pelo sistema público de limpeza urbana do município até o futuro empreendimento.

Pelo fato do empreendimento ser específico para disposição final dos resíduos sólidos urbanos e tratamento dos líquidos percolados, e, acima de tudo considerando os fatores de inclusão social, tendo também o conhecimento do importante fator econômico que envolve a atividade de reciclagem, os resíduos provenientes das coletas seletivas deverão ser encaminhados para Usina de Triagem formada por Associações de Catadores do município, onde passarão pelo processo de segregação, direcionando os materiais recicláveis selecionados para o comércio, consequentemente gerando renda para os trabalhadores e os rejeitos destinados ao futuro aterro sanitário. Neste item, a concessionária se responsabiliza em dar suporte aos catadores formarem as associações, porém, não se responsabiliza pela gestão, administração e funcionamento das mesmas, não sendo de responsabilidade da concessionária.

Os resíduos provenientes do sistema de limpeza pública do município, juntamente com os rejeitos provenientes da usina de triagem serão direcionados para o futuro aterro sanitário, onde na sua chegada passarão pelo sistema de pesagem e posterior análise da qualidade dos resíduos, que servirá de parâmetro para elaboração das campanhas ambientais. Após realizadas estas etapas mencionadas, os resíduos serão direcionados para a disposição final.

Abaixo descreve-se os grupos de resíduos, dando ênfase para a origem, qualidade e frequência diária de recebimento.

- Lixo Seco:

Os resíduos denominados por lixo seco, tem origem nos diversos estabelecimentos comerciais e industriais da cidade, bem como da separação correta dos resíduos nas residências, sendo composto basicamente por papel, papelão, plásticos, metais, vidros e semelhantes.

Como descrito acima, estes resíduos deverão ser encaminhados para Usina de Triagem, que destinará os resíduos não recicláveis denominados rejeitos para o aterro sanitário. O qual deverá ser coletado e transportado pelo sistema de limpeza urbana até o futuro aterro sanitário.

A frequência deve ser diária, com horário de recebimento preferencialmente entre 8:00 e 18:00 horas. Sendo permitida a entrada fora deste período.

- Lixo Domiciliar

Os resíduos sólidos domiciliares urbanos são aqueles gerados por toda a população do município em suas residências. Composto basicamente por restos de alimentos, resíduos de banheiro, embalagens e rejeitos. Onde os materiais recicláveis devem ser separados e destinados a coleta seletiva. Estes resíduos deverão ser coletados e transportados pelo sistema de limpeza urbana até o futuro aterro sanitário.

A frequência deve ser diária, com horário de recebimento preferencialmente entre 8:00 e 18:00 horas. Sendo permitida a entrada fora deste período.

- Varrição e Capina

Os materiais oriundos dos serviços de varrição e capina são gerados em maior volume pelo sistema público de limpeza urbana, com a manutenção de praças, logradouros públicos e vias, e, em menor volume por empresas e particulares com a manutenção de jardins.

Os materiais provenientes da varrição são geralmente areias e materiais terrosos decorrentes da limpeza em calçamentos e de materiais carreados com as chuvas e vento. Os resíduos originados da capina são essencialmente vegetais que, portanto, podem ser destinados como resíduos orgânicos no aterro sanitário.

Estes resíduos deverão ser coletados e transportados pelo sistema de limpeza urbana até o futuro aterro sanitário. Com frequência de recebimento diária, com horário preferencialmente entre 8:00 e 18:00 horas. Sendo permitida a entrada fora deste período.

5.2.3.2 Quantidade de resíduos

Para determinar a quantidade de resíduos a serem dispostos junto ao futuro aterro sanitário, levou-se em consideração apenas a população atendida regularmente pelo sistema de limpeza pública (coleta de resíduos sólidos urbanos), que segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do ano de 2020, cerca de 96 % (noventa e seis por cento) da população do município de Balsas é atendida.

Considerando a importância da inclusão social e solução do problema de saúde pública devido as condições insalubres que crianças, jovens e adultos vivem atualmente realizando a catação de resíduos recicláveis junto a área do atual Lixão Municipal, considerou-se a implantação de Unidade de Triagem de Resíduos Sólidos Recicláveis, composta pelo agrupamento destes catadores anônimos em Associação e/ou Cooperativas de Catadores, para realizar a operação da unidade. Sendo assim, resolvendo as questões relacionadas a saúde pública e diminuindo o volume de resíduos destinados ao futuro aterro sanitário. Ressalta-se que a Concessionária não possui responsabilidade em criar as cooperativas e associações.

Diante do exposto e tendo em vista que a média de geração de resíduos per capita do estado do Maranhão é de 0,98 kg/hab./dia, segundo o que aponta o Plano Estadual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Maranhão (PEGRS-MA) do ano de 2012, tomou-se como parâmetro para o dimensionamento, um valor estimado de resíduos a serem destinados ao aterro sanitário equivalente a 0,7 kg/hab./dia.

Conforme será demonstrado pela Tabela 9, considerando a população atendida pela coleta regular dos resíduos sólidos domiciliares e a diminuição do quantitativo dos resíduos pelo processo de segregação junto a Usina de Triagem, o volume médio mensal de resíduos, pelo período dos próximos 30 anos, a serem destinados ao futuro aterro sanitário de Balsas será de aproximadamente 114 ton./dia.

Porém, conforme já mencionado, o mesmo terá uma capacidade para receber até 216ton/dia, podendo atender aos municípios vizinhos conforme a necessidade.

Tabela 9 – Projeção da quantidade de resíduos.

					Kg/hab/dia 0,70				ton/m³ 0,65	
ANO		POPULAÇÃO URBANA	% CRESCIMENTO POP.	POPULAÇÃO PROJETADA	TONELADAS DE RESÍDUOS MENSAL	PROJEÇÃO TONELADAS RESÍDUOS MENSAL	PROJEÇÃO TONELADAS ANUAL	PROJEÇÃO TONELADAS RESÍDUOS ANUAL ACUMULADA	PROJEÇÃO VOLUME RESÍDUOS ANUAL	PROJEÇÃO VOLUME RESÍDUOS ANUAL ACUMULADA
BASE	2021	92540			1.956,25					
ano 1	2022	95716	3,43%	3.176		2.023,39	24.280,64	24.280,64	37.354,83	37.354,83
ano 2	2023	98999	3,43%	3.283		2.092,80	25.113,55	49.394,19	38.636,23	75.991,06
ano 3	2024	102393	3,43%	3.394		2.170,48	26.045,76	74.507,74	40.070,39	116.061,45
ano 4	2025	105902	3,43%	3.509		2.238,73	26.864,71	101.372,45	41.330,33	157.391,78
ano 5	2026	109529	3,43%	3.627		2.315,41	27.784,87	129.157,32	42.745,96	200.137,73
ano 6	2027	113279	3,42%	3.750		2.394,67	28.736,07	157.893,39	44.209,34	244.347,07
ano 7	2028	117155	3,42%	3.876		2.483,40	29.800,76	187.694,15	45.847,33	290.194,40
ano 8	2029	121162	3,42%	4.007		2.561,31	30.735,75	218.429,90	47.285,76	337.480,17
ano 9	2030	125304	3,42%	4.142		2.656,12	31.873,47	250.303,37	49.036,11	386.516,28
ano 10	2031	129585	3,42%	4.281		2.739,37	32.872,40	283.175,77	50.572,92	437.089,19
ano 11	2032	134010	3,41%	4.425		2.840,67	34.088,08	317.263,85	52.443,21	489.532,40
ano 12	2033	138584	3,41%	4.574		2.929,60	35.155,25	352.419,10	54.085,00	543.617,40
ano 13	2034	143312	3,41%	4.728		3.029,55	36.354,56	388.773,66	55.930,09	599.547,49
ano 14	2035	148198	3,41%	4.887		3.132,85	37.594,16	426.367,82	57.837,17	657.384,66
ano 15	2036	153249	3,41%	5.051		3.248,49	38.981,90	465.349,72	59.972,15	717.356,81
ano 16	2037	158469	3,41%	5.220		3.349,97	40.199,62	505.549,34	61.845,57	779.202,38
ano 17	2038	163864	3,40%	5.395		3.464,02	41.568,28	547.117,62	63.951,20	843.153,58
ano 18	2039	169441	3,40%	5.576		3.581,90	42.982,83	590.100,45	66.127,43	909.281,01
ano 19	2040	175204	3,40%	5.763		3.713,88	44.566,55	634.667,00	68.563,92	977.844,93
ano 20	2041	181160	3,40%	5.956		3.829,64	45.955,71	680.622,71	70.701,09	1.048.546,03
ano 21	2042	187315	3,40%	6.156		3.959,77	47.517,23	728.139,93	73.103,42	1.121.649,45
ano 22	2043	193677	3,40%	6.362		4.094,25	49.130,99	777.270,93	75.586,15	1.197.235,60
ano 23	2044	200251	3,39%	6.574		4.244,83	50.937,91	828.208,84	78.366,02	1.275.601,62
ano 24	2045	207045	3,39%	6.794		4.376,85	52.522,24	880.731,08	80.803,44	1.356.405,06
ano 25	2046	214067	3,39%	7.021		4.525,28	54.303,33	935.034,41	83.543,58	1.439.948,64
ano 26	2047	221322	3,39%	7.256		4.678,66	56.143,90	991.178,31	86.375,23	1.526.323,87
ano 27	2048	228820	3,39%	7.498		4.850,41	58.204,94	1.049.383,24	89.546,06	1.615.869,93
ano 28	2049	236568	3,39%	7.748		5.000,95	60.011,38	1.109.394,63	92.325,20	1.708.195,13
ano 29	2050	244574	3,38%	8.006		5.170,20	62.042,40	1.171.437,02	95.449,84	1.803.644,97
ano 30	2051	252848	3,38%	8.273		5.345,09	64.141,11	1.235.578,13	98.678,62	1.902.323,59
MÉDIA PROJETADA MENSAL						3.434,75				
TONELADAS PROJETADA PARA 30 ANOS							1.236.510,33			
NOTA: População Urbana, IBGE 2010 Resíduos, Prefeitura Balsas - Maranhão Implantação no Ano 1 Operação Ano 2 ao Ano 30 (TOTAL 30 anos) Densidade resíduo aterrado = 0,65 ton/m³										

5.2.3.3 Pesos específicos adotados

O peso específico do lixo domiciliar, a que se refere a Tabela 10, já recebeu incremento por ter sido compactado nos equipamentos de coleta e transporte. Como é sabido os resíduos sólidos urbanos domiciliares possuem peso específico “in natura” da ordem de 0,35 t/m³.

Tabela 10 – Tabela de peso específico dos resíduos

Denominação usual	Peso específico (t/m ³)
Lixo seco	0,35
Varrição / Capina	0,35
Domiciliar	0,50
Outros	0,35

Fonte: Aterro Sanitário e Industrial de Blumenau.

Os resíduos sólidos urbanos domiciliares serão compactados via equipamento específico e técnicas aprimoradas de manejo de resíduos durante a operação do futuro aterro sanitário, chegando até uma densidade de 0,95 t/m³.

5.2.4 Dimensionamento da Célula do Aterro Sanitário

5.2.4.1 Método Utilizado

Em função das características encontradas no local, foi escolhido, como método para a disposição dos resíduos, o método da área, normalmente empregado em locais onde a topografia se apresenta de forma irregular. A área, a ser trabalhada, oferece solo natural com boas condições para ser escavado podendo ser utilizado como material de cobertura.

5.2.4.2 Cálculo da Célula

Para a determinação da célula ideal, foi utilizado como parâmetros de projeto: a população atendida, o peso específico do lixo compactado (t/m³) e a taxa de produção per capita (kg/hab/dia) – a uma taxa de eficiência de coleta de 80 a 100%.

Tendo-se,

Início de projeto

População = 98.999 habitantes;

Taxa de produção per capita = 0,70 kg/hab/dia;

Peso específico do lixo compactado = 0,95 t/m³;

Quantidade de lixo: $\frac{98.999 \times 0,95}{1000} = 94,04 \text{ t/dia}$

volume de lixo = $\frac{94,04}{0,665} = 141,41 \text{ m}^3/\text{dia}$

Volume de terra p/ cobertura (10%) = 14,14 m³/dia

Abaixo são apresentadas as capacidades de volume de cada uma das 5 células a serem implantadas:

1ª camada de resíduos: 675.000m³;

2ª camada de resíduos: 543.132m³

3ª camada de resíduos: 422.928m³

4ª camada de resíduos: 314.388m³

5ª camada de resíduos: 217.5212 m³

Total de 2.172.960 m³

Considerando a densidade do resíduo compactado de 0,95 ton/m³ teremos o total médio de 2.064.312 toneladas em 30 anos, 68.810,40 toneladas (média)/ano e 5.737,20 toneladas (média)/mês. Considerando a média de 26,5 dias de trabalho por mês teremos a capacidade diária projetada para o aterro sanitário de Balsas de 216,38 toneladas.

Portanto o licenciamento ambiental a ser considerando neste EIA/RIMA será de 200 ton/dia.

A seguir são apresentadas as plantas baixa e cortes das células do aterro sanitário.

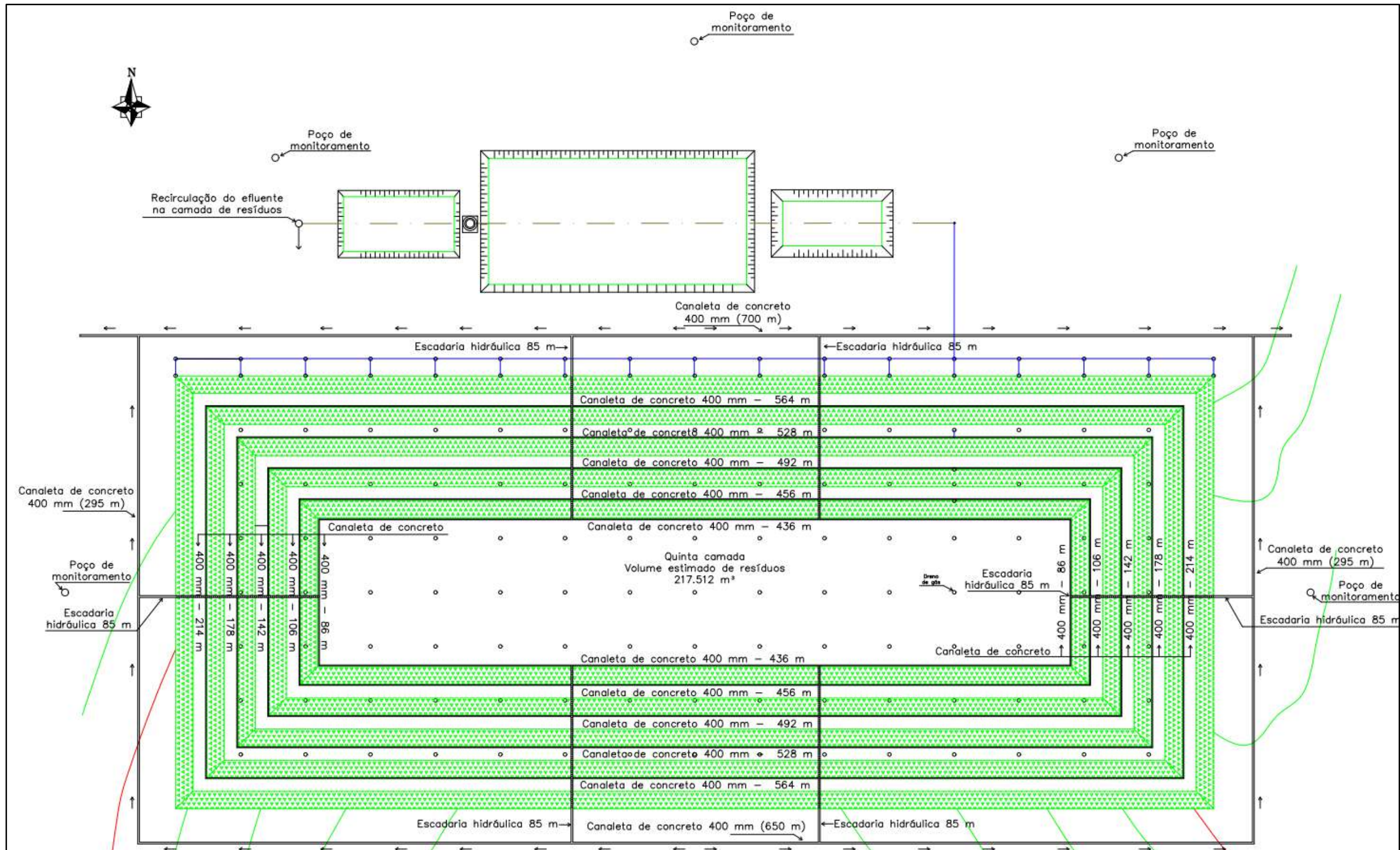


Figura 16: Planta baixa das células do aterro

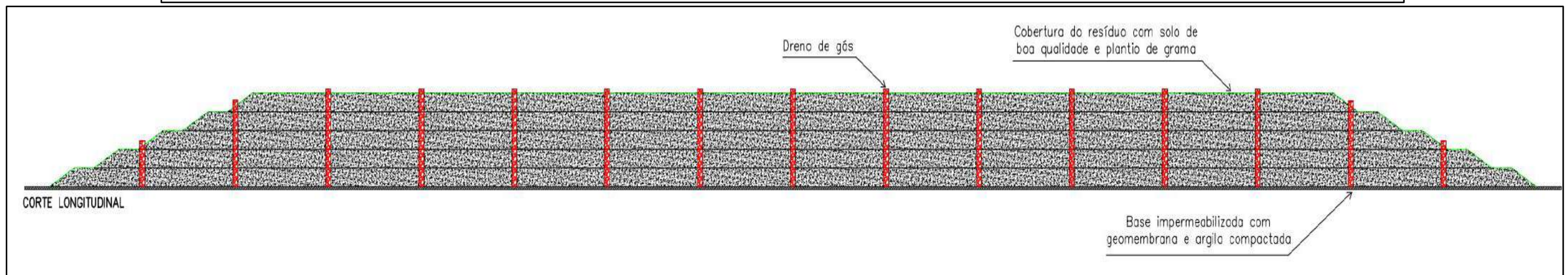
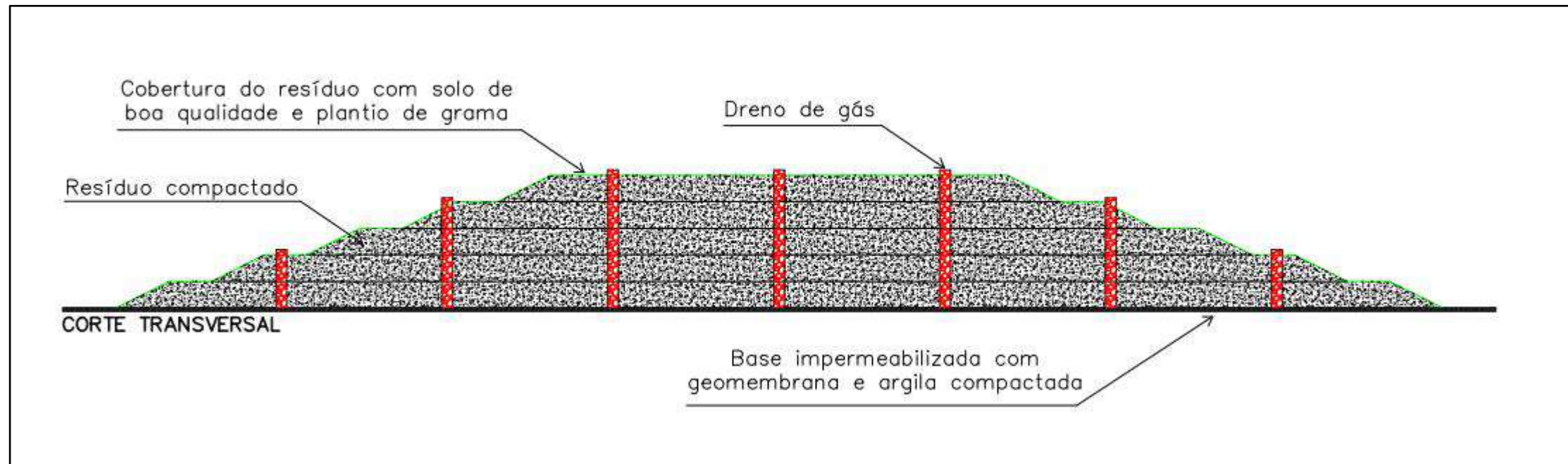


Figura 17: Planta de cortes das células do aterro

5.3 Fase de Implantação

. Estabelecidas com base nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, de forma a garantir total segurança sob os pontos de vista técnico-operacional e de saúde pública, será descrito na sequência os elementos de projeto do aterro sanitário, incluindo as obras de infraestrutura necessárias a operação e manutenção do empreendimento. As obras e serviços de limpeza de terreno, cortes, aterros e regularização e compactação do subleito são executadas respectivamente, conforme especificações: DNER – ES – T – 01, DNER – ES – T – 03 – 70, DNER – ES – T – 05 – 70, DNER – ES – P – 06 – 71.

5.3.1 Terraplenagem

A preparação da área é feita através da remoção de todos os materiais de origem vegetal existentes na área da base do aterro, área de apoio e áreas de empréstimo. A preparação da área é feita em etapas objetivando o melhor aproveitamento do maquinário disponível, bem como do material removido, que será utilizado para a cobertura das camadas de resíduos. Os solos que apresentarem inconvenientes à fundação do aterro serão removidos e, se possível, armazenados e utilizados posteriormente na cobertura diária das células.



Figura 18: Terraplenagem em aterro sanitário.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda.

5.3.2 Sistema de Drenagem Superficial

O primeiro passo adotado neste projeto de drenagem pluvial foi quantificar a água a ser escoada. Para dar maior segurança ao processo de escoamento das águas oriundas da precipitação, foi adotado, com o auxílio de informações buscadas da Estação Meteorológica de Balsas, pelo *site* do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, um histórico de pluviosidade dos últimos 12 anos.

5.3.2.1 Vazão de Projeto

No cálculo das vazões de projeto dos dispositivos de drenagem superficial foi utilizado o método racional, válido para bacias hidrográficas pequenas (área até 50 (cinquenta) hectares), e que é representado pela seguinte equação:

$$Q = c \cdot I \cdot A / 3,6$$

Onde,

Q = vazão a ser drenada (m³/s);

c= coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de chuva (m/s); e

A = área da bacia contribuinte (m²).

5.3.2.2 Intensidade de Chuva

Para a determinação da intensidade da chuva crítica foi utilizada a seguinte equação:

$$i_{(tc, T)} = \frac{1}{(0,31 \cdot \ln T + 0,52)} \cdot (0,54 \cdot t_c^{0,25} - 0,50) \cdot P_{(60,10)}$$

Onde,

i (tc, T) = intensidade de chuva crítica (mm/min);

tc = tempo de concentração (min);

T = período de retorno (anos); e

$P(60,10)$ = precipitação máxima em 60 minutos e período de retorno de 10 anos (mm).

5.3.2.3 Tempo de Recorrência

O tempo de recorrência, ou tempo de retorno, aplicado aos diferentes dispositivos de drenagem superficial foram:

Tabela 11: Tabela de valores para tempo de recorrência.

Dispositivo de Drenagem	Tempo de Retorno (anos)
Sarjetas	02
Canais Trapezoidais em Concreto	05
Descida d'Água em Degraus	05

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.2.4 Coeficiente do Escoamento Superficial

Os valores adotados para coeficiente de escoamento superficial foram obtidos através da tabela a seguir:.

Tabela 12: Tabela de valores para coeficiente de Escoamento Superficial

Tipo de cobertura	Solo Arenoso		Solo Argiloso	
	$i \leq 7\%$	$i > 7\%$	$i \leq 7\%$	$i > 7\%$
Áreas c/ matas	0,20	0,25	0,25	0,30
Campos Cultivados	0,30	0,35	0,35	0,40
Áreas Gramadas	0,30	0,40	0,40	0,50
Solos s/ Cobertura Vegetal	0,30	0,60	0,60	0,70

Fonte: Resíduos Sólidos, CETESB, 1993.

5.3.2.5 Dados, Fórmulas e Parâmetros de Projeto

Adotaram-se ainda os seguintes elementos no projeto do sistema de drenagem:

- Tempo de concentração

Para o cálculo da intensidade de chuva crítica adotou-se a seguinte fórmula para a determinação do tempo de concentração:

$$t_c = 57 * \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Onde,

t_c = tempo de concentração (min);

L = comprimento máximo do talvegue (km); e

H = desnível médio do talvegue (m).

- Coeficiente de rugosidade

Os coeficientes de rugosidade foram adotados conforme a tabela abaixo:

Tabela 13: Tabela de valores do coeficiente de rugosidade.

Material do Canal	Coeficiente η
Concreto	0,013
Terra	0,025
Brita	0,030

Fonte: Resíduos Sólidos, CETESB, 1993

- Precipitação

Para o parâmetro $P(60,10)$, isto é, para a precipitação de 60 minutos e período de retorno de 10 anos adotou-se o valor de 62,6 mm, de acordo com a tabela de dados meteorológicos para a estação de Balsas/MA, fornecido pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

- Seções transversais dos canais

Para o dimensionamento dos canais de drenagem foi utilizada a seguinte equação:

$$Q = \frac{1}{\eta} \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Onde:

Q = vazão de projeto (m^3/s);

η = coeficiente de rugosidade

S = seção molhada (m^2);

i = declividade do canal (m/m);

R_h = raio hidráulico da seção (m).

Sendo ainda:

$$R_h = A_m/P_m$$

Onde:

P = perímetro molhado (m).

A_m = área molhada

- Velocidade máxima admissível

Os dispositivos de drenagem depois de dimensionados devem ser verificados quando a velocidade máxima admissível de escoamento para evitar que haja erosão do seu leito.

Para cada tipo de revestimento adotado tem-se a velocidade máxima admissível.

Tabela 14: Velocidade máxima admissível.

Revestimento do canal	V _{máx} (m/s)
Solo arenoso	0,60
Solo siltoso	0,70
Solo argiloso	0,80
Argila rijá	1,00
Cascalho fino	1,20
Pedregulho e cascalho grosso	1,60
Concreto	3,00

Fonte: Resíduos Sólidos, CETESB, 1993

A verificação da velocidade de escoamento é feita através da seguinte equação:

$$V = \frac{Q}{S} \leq V_{MÁX} \rightarrow V = \frac{Q}{S} \leq 0,80$$

Onde:

V = velocidade de escoamento do fluxo (m/s);

Q = vazão de fluxo no canal (m³/s); e

S = área da seção transversal do canal (m²).

5.3.3 Sistema de Impermeabilização da base do depósito de resíduos

Posterior as etapas de terraplenagem, drenagem subsuperficial e superficial das áreas de contribuição, vem a impermeabilização da área de depósito dos resíduos.

5.3.3.1 Tipo de Impermeabilização Adotada

O método utilizado é o da compactação ($k = 10^{-7}$ cm/s) de uma camada de solo ou argila de boa qualidade. A argila e o solo terão sua procedência no próprio local, esta camada será de 90 centímetros de espessura, sendo uma camada de 0,3 m abaixo da geomembrana para regularização do solo e de 0,6 m acima da geomembrana para fazer a proteção. Para exaurir qualquer possibilidade da manta de geomembrana ser perfurada por objetos pontiagudos e/ou cortantes presentes no maciço de resíduos, é utilizada na impermeabilização da área de depósito de resíduos, geomembrana composta por material PEAD com espessura de 2,0 mm.



Figura 19: Impermeabilização da área de depósito.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim/SC



Figura 20: Proteção da geomembrana.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim/SC

5.3.3.2 Método Construtivo

O método construtivo para a impermeabilização da base do depósito de resíduos, por tratar-se basicamente de obra de terraplenagem seguirá rigorosamente as Normas Brasileiras e as Normas do D.N.E.R. específicas para esse tipo de serviço.

Procederemos na sequência o início do aterro com material de jazida, lançando inicialmente uma camada de espessura variável para regularização do fundo e implantação da declividade que deverá ser superior a 4% no sentido longitudinal e superior a 2% no sentido transversal dos bordos para o eixo.

Para posterior instalação da manta de geomembrana para impermeabilização do solo, utilizando o método de ancoragem nas extremidades externas da área ser impermeabilizada, na forma de degrau, conforme demonstrado em projeto.

A camada seguinte terá espessura máxima de 0,60 metros de argila compactada, tomando-se o cuidado de lançar o material de jazida dentro da umidade ótima, sendo executado gradeamento do material até que se alcance a umidade desejada.

Caso as argilas estejam abaixo da umidade ótima, será utilizado caminhão pipa dotado de barra com espargidores reguláveis para que seja adicionada água ao solo. A compactação

será executada dentro da mais rigorosa técnica, sempre verificada em laboratório, por laboratorista de solo de larga experiência, para garantir a proteção da manta impermeabilizante.

5.3.4 Sistema de Drenagem do Percolado

A fim de recolher e afastar os líquidos percolados na área destinada a disposição dos resíduos, é implantado um sistema de drenagem constituído por drenos horizontais. Este sistema é composto por drenos principais e secundários dispostos de forma que seja facilitado o recolhimento dos líquidos percolados e direcionados ao sistema de tratamento. Procede-se a execução contínua do sistema de drenagem, pois este acompanha a evolução e o desenvolvimento do aterro até a sua fase de encerramento.

5.3.4.1 Estimativa e Quantidade de Percolado a Remover

Para que seja possível estimar a quantidade de percolados a remover, deve-se conhecer o volume de líquidos que atravessam a massa do aterro. O volume de percolado a ser drenado é uma função da precipitação na área do aterro, da evapotranspiração, da declividade e do tipo de cobertura da superfície do aterro, o que infere na capacidade da camada superficial do aterro de reter água.

Como o balanço hídrico é bastante complexo e possui inúmeras variáveis que não podem ser traduzidas em parâmetros matemáticos de percolação, principalmente devido a condições de drenagem dos resíduos sólidos serem bastante diversos da dos solos; além disso a tipologia do lixo, por ser bastante complexa e pode-se dizer que 80% (oitenta por cento) do mesmo, apresenta uma granulometria superior à das britas e cascalhos. Esta composição grosseira evita que o grau de umidade seja homogêneo, provocando a formação de caminhos preferenciais para os líquidos, evitando a saturação uniforme da massa do aterro.

Portante existe uma dificuldade em se avaliar o efeito das águas precipitadas na superfície do aterro, pois grande parte dessas são retidas no sistema de drenagem de águas

pluviais e direcionada para fora do sistema de drenagem de percolados e parte acessa a massa de resíduos. Além disso, a dificuldade também existe na avaliação da água retida nos interstícios dos resíduos, assim como aquela decorrente dos seus processos de degradação, que não pode ser expulsa pelos equipamentos de compactação.

Portanto para calcular a vazão a ser drenada optou-se por utilizar o “Método Suíço”, que de forma empírica, mas com a segurança exigida e mundialmente aceita, traduz o que ocorre dentro da massa de resíduos. O método segue a equação a seguir:

$$Q = \frac{1}{t} P \times A \times K$$

Onde:

Q = vazão média de líquido percolado (l/s);

P = precipitação média anual (mm);

A = área do aterro (m²);

T = número de segundos em 1 ano (31.536.000 s);

K = coeficiente que depende do grau de compactação do lixo.

O coeficiente K é obtido na tabela abaixo, adotado pela CETESB, segundo resultados de estudos realizados na Alemanha em vários Aterros e em diferentes fases de operação:

Tabela 15: COEFICIENTE K.

Peso específico dos resíduos no aterro	K
0,4 a 0,7 t/m ³	0,25 a 0,50
> 0,7 t / m ³	0,15 a 0,25

Fonte: CETESB

5.3.4.2 Dimensionamento do Sistema

As valas para a implantação do sistema de drenagem do percolado serão moldadas “in loco” através da escavação nas dimensões estipuladas (1 metro de largura e 1 metro de

profundidade) e dentro de rigoroso nivelamento do fundo, para que tenhamos certeza de que a declividade alcançou 1% (um por cento) previstos, passando então ao preenchimento delas.

5.3.4.3 Materiais Utilizados e sua Especificação

As valas escavadas dentro das dimensões citadas serão revestidas por manta geotêxtil de bidim, produzidas a partir de poliéster (PET) ou polipropileno (PP), permeável que pode ser do tipo tecido ou não, para que o líquido percolado possa infiltrar no sistema de drenagem e para que seja evitada uma eventual colmatção desses por material fino carreado.

No meio deste revestimento de geotêxtil, serão utilizados tubos corrugados e perfurados com diâmetro de 200 mm, que serão envoltos com material pétreo britado, isento de impurezas, com granulometria entre 1 ½” e 2 ½” (uma e meia polegadas e duas e meia polegadas), os quais serão responsáveis pelo transporte do líquido percolado existente no sistema até as caixas de passagem.

5.3.4.4 Forma Utilizada Para Remoção

A remoção dos percolados do aterro será através da drenagem dos líquidos até o sistema biológico de tratamento. Ao pé do talude da primeira célula de resíduos compactados serão construídas caixas de passagem em alvenaria, que recebem o líquido percolado captado pelos drenos. Desta, o líquido percolado é encaminhado até o sistema de tratamento através de tubulações de diâmetro variável. Nas demais camadas a execução dos drenos é constituída da escavação de uma vala na massa de resíduos da camada inferior e posterior preenchimento com pedra pulmão envolvida em geotêxtil.

5.3.5 Sistema de Tratamento de Líquidos Percolados

5.3.5.1 Dimensionamento do Sistema de Tratamento de Efluentes

5.3.5.1.1 Lagoa Anaeróbia

Estas lagoas são dimensionadas para receber carga orgânica tão grande que são completamente isentas de oxigênio dissolvido. São usadas com grandes vantagens como pré-tratamento para águas residuárias com grande concentração e alto teor de sólidos. Os sólidos sedimentam no fundo da lagoa, onde são digeridos anaerobicamente e o líquido sobrenadante parcialmente clarificado é lançado em uma lagoa de estabilização facultativa para tratamento posterior. A operação de uma lagoa anaeróbia, para ser bem sucedida, depende do delicado equilíbrio entre as bactérias formadoras de ácido e aquelas formadoras de metano. Para que isso ocorra é necessária uma temperatura maior do que 15°C, sendo que esta condição é atendida com segurança pois a temperatura mínima média verificada para Balsas-MA, segundo dados meteorológicos do Climatempo, para a estação meteorológica de Balsas é de 22,3 °C.

A profundidade da lagoa anaeróbia varia entre 2 e 4 metros, possibilitando uma remoção média de 70% de DBO5, para um tempo de detenção de 5 dias.

Dimensionamento da Lagoa Anaeróbia

Para efeito de dimensionamento, adotou-se 3000 mg/l de DBO5 para o percolado proveniente ao aterro de rejeito.

$$C = 3.000 \text{ mg/l}$$

Cálculos da Lagoa Anaeróbia 01, onde,

A = área a meia profundidade, m²;

Q = Vazão, m³/d;

D = Profundidade da lagoa,

m; t* = tempo de detenção, dias;

L_i = DBO5 afluyente, mg/l;

λ_v = a carga volumétrica aplicada à lagoa, g/m³.dia

A carga volumétrica λ_v permissível se situa entre 100 e 400 g/m³.dia, abaixo de 100 é difícil de se manter a lagoa completamente anaeróbia, e acima de 400, há o perigo da geração de maus odores. Adotaremos um valor de $\lambda_v = 250$ g/m³.dia e uma profundidade de 3,00 m para projeto.

$$\lambda_v = \frac{L_i \times Q}{A \times D} \quad A = Q \times t^*/D \Rightarrow t^* = A \times D/Q \Rightarrow \lambda_v = L_i/t^*$$

$$t^* = L_i / \lambda_v$$

$$t^* = 3000 / 250$$

$$t^* = 12 \text{ dias}$$

$$A = \frac{Q \times t^*}{D}$$

$$A = \frac{133,06 \times 12}{3,0} = 532,24 \text{ m}^2$$

Pré-dimensionamento para a lagoa anaeróbia:

Largura (a meia profundidade): 16,50m Comprimento (a meia profundidade): 33,00m

Profundidade: 3,00m

Volume: 1633,50 m³ Área: 544,00m²

Tempo de detenção: 12 dias Borda livre: 0,40m

Inclinação do talude interno (1:d): 1:2 As dimensões totais serão:

Comprimento no fundo: $33,00 - d.(H/2) = 33,00 - 2(3/2) = 27,00\text{m}$

Comprimento no nível de água: $33,00 + d.(H/2) = 33,00 + 2(3/2) = 36,0\text{m}$

Comprimento na crista do talude: $36,00 + 2(0,40) = 36,80\text{m}$

Largura no fundo: $16,50 - d.(H/2) = 16,50 - 2(3/2) = 13,50\text{m}$

Largura no nível da água: $16,50 + d.(H/2) = 16,50 + 2(3/2) = 19,50\text{m}$

Largura na crista do talude: $19,50 + 2(0,40) = 20,30\text{m}$

5.3.5.1.2 Lagoa Facultativa

A lagoa facultativa será usada para tratamento do efluente da lagoa anaeróbia. O termo “facultativo” refere-se a mistura de condições aeróbias e anaeróbias, sendo que na lagoa facultativa, as condições aeróbias são mantidas nas camadas superiores próximas a superfície das águas, enquanto as condições anaeróbias predominam no fundo e em camadas próximas ao fundo da lagoa. Embora parte do oxigênio necessária para manter as camadas superiores aeróbias seja fornecida pela reaeração atmosférica através da superfície, a maior parte é suprida pela atividade fotossintética das algas, as quais crescem naturalmente nas águas onde estão disponíveis grandes quantidades de nutrientes, e a energia da luz solar incidente.

As bactérias existentes na lagoa facultativa utilizam esse oxigênio produzido pelas algas para oxidar os resíduos orgânicos. Um dos principais produtos do metabolismo bacteriano é o gás carbônico, que é imediatamente utilizado pelas algas na sua fotossíntese, gerando uma associação de mútuo benefício (Simbiose) entre as algas e as bactérias.

Dimensionamento da Lagoa Facultativa

O dimensionamento racional das lagoas facultativas, parte da suposição de que devem funcionar como reatores com carga completamente dispersa, nos quais a remoção da DBO5 se processa segundo a degradação de primeira ordem, regidas pelas equações:

$$A = \frac{Q (L_i - 60)}{18D(1,05)^{T-20}}$$

$$t^* = \frac{1}{K_1} \times \frac{(L_i - 1)}{L_e}$$

Onde,

L_i = DBO efluente da lagoa anaeróbia, mg/l;

L_e = DBO afluente da lagoa facultativa, mg/l;

K_1 = Constante de degradação de primeira ordem da remoção da DBO, d^{-1} ;

D = Profundidade, m;

t^* = Tempo de detenção, dias; Q = Vazão, m^3/dia .

T = Temperatura média anual, $^{\circ}C$;

Os valores de L_e devem situar-se numa faixa de 50 a 70 mg/l, o valor de K_1 é de cerca de 0,3 a 20 OC .

Considerando uma eficiência de 70% na lagoa anaeróbia, teremos $L_i = 900$ mg/l como afluente para a lagoa facultativa.

$$A = \frac{133,06 \times (900 - 60)}{18 \times 2 \times (1,05^{20,2-20,0})}$$

$$A = 3.074,58 \text{ } M^2$$

$$t^* = \frac{1}{0,3} \times \frac{(900 - 1)}{60}$$

$$t^* = 46,67 \text{ dias}$$

Pré-dimensionamento para a Lagoa Facultativa:

Largura (a meia profundidade): 40,0 m

Comprimento (a meia profundidade): 80,0 m

Profundidade = 2,0 m

Volume = 6400,0 m^3

Tempo de detenção = 46,67 dias

Área: 3200,0 m^2

Borda livre: 0,40m

Inclinação do talude interno (1:d): 1:2

As dimensões totais serão:

Comprimento no fundo: $80,00 - d.(H/2) = 80,00 - 2(2/2) = 78,00\text{m}$

Comprimento no nível de água: $80,00 + d.(H/2) = 80,00 + 2(2/2) = 82,00\text{m}$

Comprimento na crista do talude: $82,00 + 2(0,40) = 82,80\text{m}$

Largura no fundo: $40,00 - d.(H/2) = 40,00 - 2(2/2) = 38,00\text{m}$

Largura no nível da água: $40,00 + d.(H/2) = 40,00 + 2(2/2) = 42,00\text{m}$

Largura na crista do talude: $42,00 + 2(0,40) = 42,80\text{m}$

5.3.5.1.3 Tratamento Físico-Químico

O tratamento físico-químico compreende uma estação compacta de tratamento de chorume do tipo convencional, constituída pelas etapas de mistura rápida, floculação e flotação, que em conjunto asseguram um tratamento eficaz para a remoção de cor, turbidez e materiais em suspensão, obtendo-se assim água para reuso industrial, aplicação no solo para irrigação de plantas ornamentais e de reflorestamento e também para umidificação de vias de acesso.

O tratamento físico-químico foi concebido para produzir polimento do efluente tratado nas Lagoas anaeróbia e facultativa e será composto das seguintes etapas:

- Calha Parschal;
- Floculador Mecânico;
- Flotador – FAD.

Calha Parshall

A calha parshall medirá a vazão de água de entrada na estação de polimento. Este dado fornece um controle maior para o processo, mantendo a eficiência do tratamento constante. Além disso, fará a dispersão dos produtos químicos necessários para a ETA de polimento.

Após a calha parshall, onde será realizada a dispersão dos produtos através do ressalto hidráulico, haverá um misturador hidráulico que fará a conexão com o Floculador.

Floculador Mecânico

O floculador mecânico tem como finalidade, de modo geral, a agitação e mistura da água para que haja a formação e agregação dos flocos. O coagulante adicionado, com a agitação e mistura necessária, faz a desestabilização das partículas, que acabam se aglomerando e formando coágulos. A estabilidade desses flocos é de extrema importância para o processo seguinte, sendo que essa estabilidade é possível através de um controle de processo com as dosagens de produtos e o gradiente de velocidade correto.

Flotador-FAD

O flotador com ar dissolvido tem por objetivo a separação dos flocos formados na etapa anterior. Essa etapa ocorre com a injeção das microbolhas no flotador que aderem as partículas formadas diminuindo sua densidade e, conseqüentemente, deslocando as mesmas para a superfície do líquido. A remoção do lodo formado no equipamento, é realizado através dos raspadores, que deslocam o lodo para a calha do equipamento.

5.3.5.1.4 Vazão de Efluente

A vazão diária do sistema de tratamento é de 133,06 m³/dia, iremos considerar um período de 9 (nove) horas diárias de tratamento físico-químico durante o período diurno das 8:00h as 17:00h o qual corresponderá a uma vazão de 14,78 m³/h.

Adotaremos uma vazão média de 15,0 m³/h.

Portanto, o resumo das vazões utilizadas para o dimensionamento está apresentado na tabela abaixo:

Tabela 16: Parâmetros adotados para vazão.

VAZÃO AFLUENTE	SÍMBOLO	QUANTIDADE	UNIDADE
Vazão média diária	Q _{méd}	133,06	m ³ /d
Vazão média horária (9h/dia)	Q _{méd_h}	15,00	m ³ /h

5.3.5.1.5 Concentrações e cargas Afluentes

Considerando uma remoção de 30% de DBO na Lagoa Facultativa teremos uma DBO afluente de 630,0 mg/L.

Tabela 17: Concentração de DBO afluente.

CONCENTRAÇÃO	SÍMBOLO	QUANTIDADE	UNIDADE
DBO _{afluente}	Conc_DBO _a	630	mg/L

5.3.5.1.6 Dimensionamento da Calha Parschal

$$Q = 15,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

A escolha da garganta da Calha Parshall é feita através da vazão máxima e mínima, conforme demonstrado na figura abaixo, adequando a melhor abertura de calha:

CAPACIDADE HIDRÁULICA – norma ASTM D				
Garganta (W) Medidas em Polegadas	METROS CÚBICOS POR HORA (M ³ /H)		LITROS POR SEGUNDO (L/S)	
	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÁXIMA	VAZÃO MÍNIMA	VAZÃO MÁXIMA
1	0,50	15,29	0,11	5,67
2	1,00	30,58	0,28	14,17
3TB	2,88	60,00	0,80	16,60
3	2,88	193,68	0,80	53,80
6	5,04	397,44	1,40	110,40
9	9,00	907,30	2,55	252,02
12 (1")	11,16	1.641,24	3,10	455,90
18 (1/5")	15,12	2.507,76	4,20	696,60
24 (2")	42,84	3.374,28	11,90	937,30
36 (3")	62,28	5.137,92	17,30	1.427,20
48 (4")	132,48	6.921,72	36,80	1.922,70
60 (5")	163,08	8.726,04	45,30	2.423,90
72 (6")	264,96	10.550,88	73,60	2.930,80
84 (7")	306,00	12.375,72	85,00	3.437,70
96 (8")	356,76	14.220,72	99,10	3.950,20

Figura 21: Parâmetros para Calha Parshall.

Portanto, comercialmente será adotada uma calha 2", com ressalto para agitação do produto químico.

5.3.5.1.7 Dimensionamento do Floculador Mecânico

Através da equação abaixo, é possível determinar o volume do floculador e, posteriormente, as relações dimensionais dos impelidores:

$$V = t \times Q$$

Onde:

t = tempo de detenção hidráulica (adotado 40 min);

V = volume do Floculador

Q = vazão afluyente (m³/min);

$$V = 0,7 \text{ h} \times 15 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 10,5 \text{ m}^3$$

Será adotado 01 (um) floculador de fluxo pistão ascendente, com 3 câmaras virtuais e 3 pás. As dimensões estão apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 18: Dimensões Floculador.

Floculador de Polipropileno		
Dimensão	Quantidade	Unidade
Diâmetro	1,91	m
Altura	4	m
Volume Útil	10,9	m ³

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, o tempo de detenção real adotado para o projeto:

$$10,9 \text{ m}^3 = t \times 15 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$t = 43,55 \text{ min}$$

De acordo com Richter (2009), com maiores tempos de detenção para os flocculadores mecânicos menores podem ser os gradientes de velocidade. Nesse sentido, a potência e rotação dos motores podem ser menores.

Relações dimensionais Impelidores

A imagem abaixo ilustra a relação das dimensões do impelidor dentro do flocculador, bem como as equações para o cálculo de dimensão das pás.

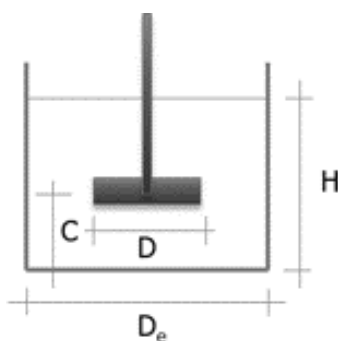


Figura 22: Relações Dimensionais do Flocculador.

$$\frac{D}{De} = 0,3 \text{ a } 0,6$$

$$\frac{C}{H} = 0,33 \text{ a } 0,5$$

A área do plano (Ap)

$$Ap = \frac{H}{C} \times De$$

Onde:

H = Altura do flocculador C = Número de câmaras

De = Diâmetro do flocculador

Área da paleta

$$A_{paleta} = h \times l$$

Onde:

h = Altura da pá

l = Comprimento da pá

Relação área paleta / área plano

$$\frac{A_{paleta}}{A_p} \leq 0,2$$

Onde:

A_p = Área do plano da paleta

A_{paleta} = Área da paleta

Portanto, a relação de dimensões das pás para esse projeto, está apresentada na tabela abaixo:

Tabela 19: Dimensões de pás.

Dimensões Pás			
	Dimensão	Quantidade	Unidade
Pá 1	Altura	0,25	m
	Comprimento	0,7	m
Pá 2	Altura	0,2	m
	Comprimento	0,55	m
Pá 3	Altura	0,15	m
	Comprimento	0,4	m

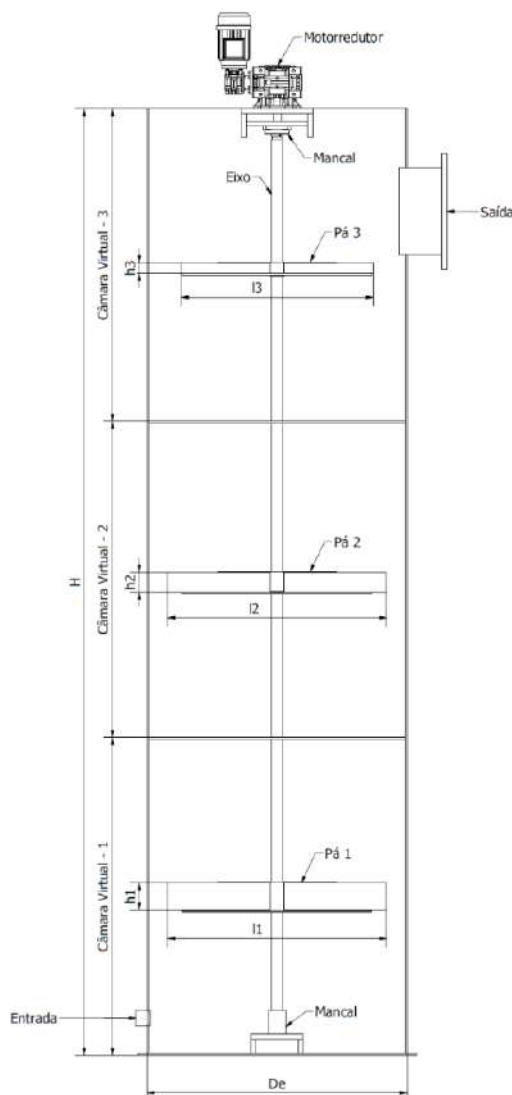


Figura 23: Relações Dimensionais do Floculador e Impelidor.

Relação de Gradiente de Velocidade

De acordo com a NBR 12216/92, os gradientes de velocidades devem variar entre 70 e 10 s⁻¹. Neste sentido, é possível calcular a rotação e a potência necessárias para o motor redutor:

$$\text{Gradiente máximo} = 70 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Gradiente mínimo} = 10 \text{ s}^{-1}$$

Para calcular a potência, deve ser utilizada a equação abaixo, a partir dos gradientes:

$$Pot = \mu \cdot V \cdot G^2$$

Onde:

μ = Viscosidade da água (kg/m.s); V= Volume da câmara;

G= gradiente de velocidade (s-1); Portanto:

$$Pot \text{ máxima} = 1,00 \times 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2} \cdot 3,6 \text{ m}^3 \cdot 70 \text{ s}^{-1^2} = 17,6 \text{ W}$$

$$Pot \text{ mínima} = 1,00 \times 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2} \cdot 3,6 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ s}^{-1^2} = 0,36 \text{ W}$$

Após o cálculo da potência útil, é possível descobrir a rotação necessária para o sistema através da equação abaixo:

$$Pot = Kt \times \rho \times n^3 \times D^5$$

Onde:

Kt= coeficiente dependente do tipo de rotor;

ρ = densidade (kg/m³);

n= rotação (rps);

D= diâmetro do rotor;

A figura abaixo apresenta alguns valores de Kt, sendo que para esse caso, utiliza-se a turbina com paletas planas de kt igual a 4,0:

Tipo de rotor ou turbina	K _{ax}
Escoamento radial	
– Turbina com paletas planas	3,5 a 5,0
– Turbina com paletas curvas	2,0 a 3,0
Escoamento axial	
– Turbina com paletas inclinadas a 45°	1,3 a 1,8
– Turbina com paletas inclinadas a 32°	1,0 a 1,2

Figura 24: Valor de KT.

A rotação teórica requerida para o processo:

$$\begin{aligned}n_{\text{máximo}} &= 17,25 \text{ rpm} \\n_{\text{mínimo}} &= 7 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Velocidade Periférica

Através da equação abaixo, define-se a velocidade periférica máxima:

$$V_p = \pi \times D \times n \qquad V_p \text{ máxima} = \pi \times 0,7 \times 0,28 = 0,6 \frac{m}{s}$$

Onde:

V_p = Velocidade periférica (m/s);

D = diâmetro do rotor;(m)

n = rotações por segundo;(rps)

De acordo com Di Bernardo, a velocidade periférica não deve exceder 1,2 m/s. Neste sentido, o dimensionamento encontra-se dentro do recomendado.

Potência do Motor

Para o cálculo da potência do motor, deve ser utilizado o dobro da potência útil já calculada:

$$P \text{ máxima do motor} = 35,2 \text{ W}$$

Portanto, a potência calculada é teórica, e é ajustada através de tabelas comerciais para compatibilizar com os motores redutores fabricados no mercado, sendo que são utilizados padrões de impelidores e velocidades nos projetos realizados.

Torque do Agitador

Deve-se também ajustar o torque com o motor escolhido. Para isso, o torque do agitador é obtido através da equação abaixo, utilizando a potência escolhida (Pot) com o rps calculado.

$$Torq = \frac{60000 \times Pot}{\pi \cdot 2 \cdot rpm}$$

Onde:

Torq = N.m

Pot = Potência do sistema de agitação (kW);

rpm = rotações/minuto (rpm);

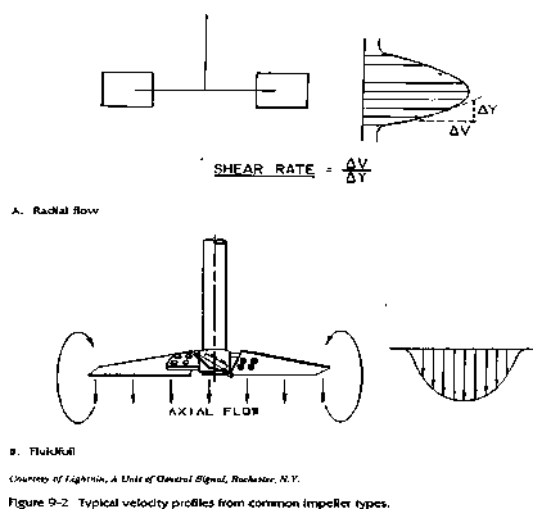


Figura 25: Perfil Hidráulico Impelidores.

Para validar os gradientes de velocidade, calculou-se a potência de acordo com a equação de Di Bernardo, para sistemas semelhantes ao utilizado com a rotação calculada anteriormente:

$$P = 0,73 \times 10^{-5} \cdot Cd \cdot \gamma \cdot [(1 - Kap) N]^3 \cdot (h_{p1} \cdot b_{p1}^4 + h_{p2} \cdot b_{p2}^4 \dots)$$

Onde:

Cd = coeficiente de atrito (considerado 1,1);

Y= peso específico da água (9810 N/m³);

Kap = relação entre velocidade da água e velocidade da paleta (0,25);

N= rotação da paleta (20 rpm);

h e b= altura e largura das paletas (m):

Os resultados para as pás estão apresentados abaixo:

Tabela 20: Resultados dos gradientes de velocidade e potência das pás do floculador.

Pa 1		Pa 2		Pa 3	
pot (w)	16	pot (w)	5	pot (w)	1
gradiente (s- 1)	66	gradiente (s-1)	37	gradiente (s-1)	17

5.3.5.1.8 Dimensionamento do Flotador

Para realizar o dimensionamento do flotador a ar dissolvido é necessário a utilização de uma taxa de aplicação (TAH) que varia de 180 a 240 m³/m². dia para para o cálculo da área necessária, sendo que se deve considerar a vazão média somada a vazão de recirculação adotada:

$$A_{st} = \frac{Q_{med} + Q_{\frac{1}{3}med}}{TAH}$$

Onde:

AST = Área superficial;

TAH = Taxa de aplicação; (180 a 240m³/m². dia);

QMed = vazão média afluente:

QMax = vazão máxima afluente

$$A_{st} = \frac{360 \frac{m^3}{dia} + \left(\frac{1}{3}\right) 360 \frac{m^3}{dia}}{200 m^3/m^2 dia}$$

$$A_{st} = 2,4 m^2$$

Para assumir um flotador fabricado comercialmente, adotou-se as seguintes dimensões:

Tabela 21: Dimensões do flotador.

Flotador de Polipropileno		
Dimensão	Quantidade	Unidade
Diâmetro	1,91	m
Comprimento	4	m
Área total	2,86	m ²

Neste sentido, a taxa real de aplicação apresenta-se menor, evidenciando que flotador ainda apresenta folga no dimensionamento:

$$TAH = \frac{360 \frac{m^3}{dia} + \left(\frac{1}{3}\right) 360 m^3}{2,86 m^2} = 168 \frac{m^3}{m^2 dia}$$

O tempo de detenção hidráulico do flotador dever permanecer em torno de 20 e 60 minutos.

Portanto, como mostra a equação abaixo, o tempo está de acordo com a literatura.

$$tdh = \frac{V_{\text{útil}}}{Q_{med}}$$
$$tdh = \frac{10,8 m^3}{360 \frac{m^3}{dia}} \times 24 = 43,55 minutos$$

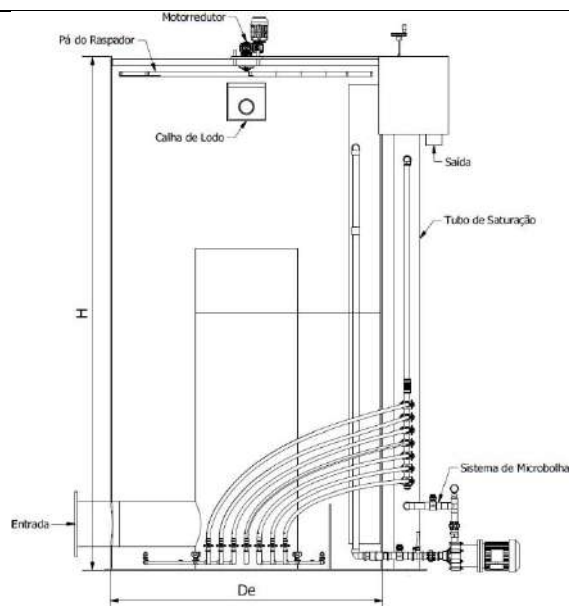


Figura 26: Flotador.

Sistema de Microbolha

Para realizar a aeração será utilizado um sistema de microbolha. Para determinação da vazão necessária para o sistema de saturação de ar dissolvido, considera-se as configurações a seguir, sendo a pressão de operação entre 3,7 a 7 bar.

$$Q_{microbolha} = \frac{1}{2} \times Q_{med} = 7,5 \text{ m}^3 / h$$

O ar demandado de acordo com a literatura, situa-se entre 15-50 L/m³, portanto, para este equipamento, o ar necessário é de:

$$\begin{aligned} 32,5 \text{ L} & \text{ --- } 1 \text{ m}^3 \\ x \text{ L} & \text{ --- } 10,8 \text{ m}^3 \\ x & = 351 \text{ L de ar necessario} \\ \frac{351 \text{ L}}{43,55 \text{ min}} & = 8,1 \frac{\text{L de ar}}{\text{minutos}} \end{aligned}$$

Neste sentido, para o tempo de detenção do equipamento, a vazão de ar solicitada é apresentada abaixo:

Filtro Camada Dupla

Para realizar o dimensionamento também deve ser calculada a área superficial requerida para aplicação hidráulica. Deve ser utilizada uma taxa de aplicação (TAH), máxima de 110 m³/m². dia (adotada de acordo com a NBR 12216/92):

$$A_{st} = \frac{Q_{med}}{TAH}$$

Onde:

AST = Área superficial;

TAH = Taxa de aplicação; (80m³/m². dia);

Q = vazão afluente:(m³/dia);

$$A_{st} = \frac{360m^3/dia}{90 m^3/m^2dia} = 4 m^2$$

Neste sentido, serão adotados 3 filtros nas seguintes dimensões:

Tabela 22: Dimensão filtro de polipropileno.

Filtro de Polipropileno		
Dimensão	Quantidade	Unidade
Diâmetro	1,27	m
Comprimento	3	m
Área total	3,8	m ²

Com a área adotada, podemos calcular a taxa real de filtração:

$$TAH = \frac{360 \frac{m^3}{dia}}{3,8 m^2} = 94,74 \frac{m^3}{m^2dia}$$

Mesmo durante a retro lavagem que ocorre durante cerca de 15 minutos, onde restam apenas 2 filtros em operação, a taxa de filtração não prejudica a operação, ficando em torno de 142 m³/m³. dia.

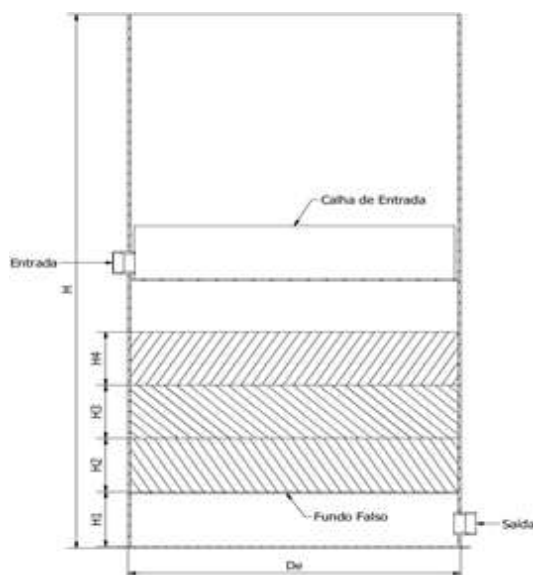


Figura 27: Filtro de camada dupla.

5.3.5.1.9 Lagoa de Maturação

A Lagoa de Maturação será utilizada como estágio posterior a lagoa facultativa e terá como principal função a destruição de microrganismos patogênicos, devendo satisfazer um padrão com um máximo de 5000 CF/100 ml, (coliformes fecais para cada 100 ml).

A lagoa de maturação será projetada principalmente para realizar a remoção de bactérias de origem fecal e vírus, uma vez que a maior parte da DBO já foi removida nas unidades precedentes (lagoa facultativa e anaeróbia). Além disso, a lagoa de maturação desempenha outras funções tais como:

- Diminuição da concentração de material orgânico biodegradável;
- Oxidação da amônia remanescente para nitrato;
- Diminuição da concentração de sólidos suspensos;
- Diminuição da concentração de nutrientes solúveis.

Dimensionamento da Lagoa de Maturação

A redução das bactérias fecais na lagoa de maturação é determinada pela equação:

$$Ne = \frac{Ni}{1 + K_b \times t^*}$$

Onde,

Ne = número de CF/100 ml do efluente;

Ni = número de CF/100 ml do afluente;

Kb = constante de degradação de primeira ordem para remoção de CF em d-1.

D = Profundidade, m;

t* = Tempo de detenção, em dias (para cada lagoa);

Q = Vazão, m³/dia.

T = Temperatura média anual, 0C.

O valor de K_b é: $K_{b(T)} = 2,6 (1,19)^{T-20}$

O tempo médio de detenção para a lagoa de maturação é estimado em 7,0 (sete) dias, caso o número de CF/100 ficar acima de 5000, deve-se calcular uma segunda lagoa de maturação em série para que se atinja a eficiência desejada.

Para as três lagoas em série, teremos a equação:

$$Ne = \frac{Ni}{(1 + K_b t^*_{anaerobia}) \times (1 + K_b t^*_{facultativa}) \times (1 + K_b t^*_{maturação})}$$

Onde,

$$K_b = 2,6 \times (1,19)^{20,2 - 20}$$

$$K_b = 2,69$$

A eficiência obtida atinge os padrões exigidos para um valor Ne máximo de 5000 CF/100 ml.

Cálculo da área:

$$A = \frac{Q \times t^*}{D} = \frac{133,06 \times 7}{1,5} = 620,95 \text{ m}^2$$

Dimensões para a Lagoa de Maturação:

Onde,

Largura (a meia profundidade) = 18,0 m

Comprimento (a meia profundidade) = 35,0 m

Profundidade = 1,5 m

Volume = 945,00 m³

Tempo de detenção = 7,0 dias

Área = 630,0 m².

Borda livre: 0,40m

Inclinação do talude interno (1:d): 1:2

As dimensões totais serão:

Comprimento no fundo: $35,00 - d.(H/2) = 35,00 - 2(1,5/2) = 33,50\text{m}$

Comprimento no nível de água: $35,00 + d.(H/2) = 35,00 + 2(1,5/2) = 36,50\text{m}$

Comprimento na crista do talude: $36,50 + 2(0,40) = 27,30\text{m}$

Largura no fundo: $18,00 - d.(H/2) = 18,00 - 2(1,5/2) = 16,50\text{m}$

Largura no nível da água: $18,00 + d.(H/2) = 18,00 + 2(1,5/2) = 19,50\text{m}$

Largura na crista do talude: $19,50 + 2(0,40) = 20,30\text{m}$

Vertedor Triangular

Para a medida de vazões pequenas ($Q < 0,030 \text{ m}^3/\text{s}$), prefere-se o emprego dos vertedores triangulares, devido à carga H ser medida mais facilmente que nos vertedores retangulares.

Para $\theta = 90^\circ$ tem-se a fórmula de Thompson:

$$Q = 1,4H^{5/2}$$

que com o auxílio de uma régua milimetrada mede-se altura H, obtendo-se a Vazão.

5.3.5.1.10 Manutenção e Operação das Lagoas de Estabilização

A simplicidade conceitual das lagoas de estabilização traz como consequência a própria simplicidade dos procedimentos de operação e manutenção. A necessidade de pessoal técnico qualificado é baixa.

Para um acompanhamento de qualidade será criada uma ficha diária de inspeção e ocorrências onde o operador deverá anotar todos os dados inspecionados, tais como condições do tempo, observações na lagoa, além de outros aspectos que formaram a ficha de inspeção diária.

Haverá também um programa de medições e amostragem que medirá com uma frequência seja ele diária, semanal ou mensal, diversos parâmetros tais como; Vazão, temperatura, pH, DBO, DQO, N, P, OD, Sólidos, entre outros que serão armazenados em software apropriado.

5.3.5.2 *Programa de Monitoramento do Sistema*

O Programa de monitoramento ambiental do Sistema de Tratamento de Efluentes compreenderá a execução de análises físico-químicas e bacteriológicas de efluentes líquidos e controle de disposição final de resíduos sólidos.

Os cálculos demonstrados anteriormente são teóricos podendo os valores de eficiência do sistema real divergirem dos resultados teóricos. Para efeito de monitoramento os valores dos parâmetros no final do sistema devem ser inferiores aos estipulados na tabela abaixo.

Tabela 23: Parâmetros para tratamento de chorume.

Parâmetros		
Descrição	Limite	Unidade
DBO	1201	mg/L
Nitrogênio amoniacal total	20	mg/L
Materiais Sedimentáveis	1,0	mL/L
Óleos e graxos	50	mg/L
Temperatura	40	°C
pH	5 a 9	
Cloro residual	0,5	mg/L
Coliformes fecais	500	NMP/100 mL

1 Ou redução de 60%.

Fonte: CONAMA 430/11; NBR 13969/97.

5.3.6 Sistema de Captação de Biogás

O biogás é um tipo de gás inflamável produzido a partir da decomposição, por meio de microrganismo da matéria orgânica. Esse gás é composto por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e uma mistura de hidrogênio (H₂), nitrogênio (N₂), amônia (NH₃), ácido sulfídrico (H₂S), monóxido de carbono (CO), aminas e oxigênio (O).

Pelas características dos resíduos sólidos no Brasil, o biogás gerado na maioria dos aterros sanitários possui concentração elevada de metano, acima de 55% e de Dióxido de Carbono, acima de 30%.

A decomposição da matéria orgânica é um processo natural que pode ocorrer na presença de oxigênio, decomposição anaeróbica, transformando-a em gases, como o caso do metano que possui potencial de energia térmica.

Os gases produzidos no aterro sanitário como já mencionado, são captados por uma malha de dutos, o que possibilita a destinação para um sistema de desumidificação do biogás.

De forma integrada, os sistemas de drenagem interna do aterro objetivam facilitar o escoamento e a captação dos volumes de chorume e do biogás produzido. Portanto, durante a etapa de implantação do projeto, os drenos devem ser instalados, para um investimento futuro obrigatório, já que o sistema de captação só poderá entrar em funcionamento após o início da operação do aterro sanitário com os recebimentos dos resíduos.

O sistema de extração de gases é constituído por uma rede de drenos, horizontais e verticais, tubulações, sopradores, filtros e separadores de condensado. Os drenos realizam a coleta do biogás no interior do aterro e o entregam para o sistema de coleta.

O biogás vindo das tubulações dos poços é direcionado para os chamados pontos de estabilização de fluxo, que entregam essa vazão a uma linha de coleta principal.

Nela, o fluxo de extração acontece a partir da ação de sopradores ou sistema de indução de vácuo, que exercem pressão negativa, fazendo a sucção dos gases. Chegando a estação de tratamento, caso haja falha durante o processo, o volume descartado é direcionado a um dispositivo chamado flare, queimando o excedente de gases.

Ao chegar na unidade de processamento é realizada a filtragem do particulado e remoção profunda dos líquidos. Depois de passar pela estação de tratamento o biogás é convertido em biometano, podendo ser utilizado como biocombustível ou mesmo pode ser usado para geração de energia elétrica.

5.3.6.1 Drenagem dos Gases

A decomposição dos resíduos gera gases constituídos basicamente por CO₂ (gás carbônico) e CH₄ (metano), com pequenas concentrações de NH₃, H₂S, N₂ e H₂, indol e mercaptanas. Em regra geral, o gás produzido em sistemas fechados contém de 25% a 35% de CO₂ e 65% a 75% de CH₄. O valor da conversão é estimado em 0,99 a 1,12 Nm³/kg de matéria seca (M. Buswell).

Estes são captados e queimados para evitar inconvenientes causados pela liberação de odores desagradáveis, intoxicação, acúmulo e risco de explosões. As pressões de gás são também elementos de instabilidade geotécnica, devendo o sistema drenar e diminuir os seus valores, contribuindo para a segurança estrutural do aterro. Para proporcionar esta condição, são implantados drenos verticais espaçados adequadamente, constituindo um sistema de captação e queima de gases que abrange toda a área do maciço de resíduos no aterro sanitário.

5.3.6.2 Método Construtivo

O sistema de drenagem dos gases é uma rede de drenos verticais que surge nos pontos de intersecção do sistema de drenagem dos líquidos percolados, sendo os responsáveis também pela condução dos líquidos percolados das camadas superiores, uma vez que eles surgem na base do maciço e é construído progressivamente ao longo da operação do aterro sanitário.

Para a construção destes drenos verticais é necessária a utilização de malha de ferro no formato cilíndrico com 1 metro de diâmetro para dar sustentação a estrutura, que são ancoradas nas linhas de drenagem de líquidos percolados, o interior desta malha é preenchido com material pétreo britado, isento de impurezas. Na superfície do maciço de resíduos este dreno é revestido com tubo de concreto, para preservar as perfeitas condições de operação, evitando assim que a terra utilizada para cobertura da massa de resíduos obstrua a passagem dos gases. Como fechamento desta tubulação são utilizados queimadores de gases para evitar inconvenientes causados pela liberação de odores desagradáveis, intoxicação, acúmulo e risco de explosões.

5.3.6.3 Materiais Utilizados e sua Especificação

No sistema de drenagem de gases são utilizadas malhas de ferros, na espessura 4,6 mm e espaçamento de 150 mm. Com preenchimento do cilindro formado pela malha de ferro

é utilizado material pétreo britado, isento de impurezas, com granulometria entre 1 ½” e 2 ½” (uma e meia polegadas e duas e meia polegadas). Para preservar o funcionamento da estrutura é utilizado tubo de concreto armado com diâmetro interno de 1 metro na superfície da massa de resíduos, para evitar que a cobertura obstrua a drenagem. Como fechamento destes drenos são utilizados queimadores metálicos.

5.3.6.4 *Produção de Biogás no Aterro Sanitário de Balsas*

Para o aterro sanitário de Balsas será projetado a implantação de um sistema de biogás, após o início da operação, já que para se dimensionar o processo será necessário primeiramente conhecer as características dos resíduos sólidos que são recebidos e a partir de então fazer uma análise de emissão dos gases por um determinado período e suas características específicas, com pleno conhecimento da geração.

O modelo para geração de biogás é apresentado através de equações, segue:

$$\sum Qx = kL0 \sum (RTe^{-k(x-T)})$$

$$\int dQ$$

$$\text{-----} = kRTL$$

$$dt$$

$$Qx = kRTL0e^{-k(x-T)}$$

Considerando:

$Qx \rightarrow$ a vazão exclusiva de metano no período analisado, unidade dada por (m^3/ano).

$k \rightarrow$ denominada constante de decaimento, com unidade ($1/ano$).

$L0 \rightarrow$ é o potencial de geração de biogás (m^3/kg).

$x \rightarrow$ ano atual da análise, o ano desejado para a estimativa.

$T \rightarrow$ ano de deposição do resíduo, ou seja, o ano de entrada do resíduo no aterro.

$RT \rightarrow$ entrada de resíduos no ano T (t/ano).

A problemática dessa metodologia está na importância e dificuldade de se fazer estimativas adequadas para os valores das constantes k e LO . Normalmente esses 27 valores são tabelados de acordo com as características de consumo de uma dada população, a distribuição das frações do lixo, se tem mais ou menos matéria orgânica, o regime de chuvas na região do aterro, e as características do manejo empregado. Sendo k a taxa de geração de gases e LO a quantidade potencial de gases gerados, seus valores são considerados conforme Tabela 12 (ABRELPE, 2013).

Tabela 24: Faixa dos valores LO e K .

Variável	Faixa	Valores Sugeridos		
		Clima de Umidade média	Clima seco	Clima úmido
$Lo \text{ m}^3/t$	0 - 187	62 - 140	62 - 140	47 - 125
$k \text{ l/ano}$	0,0003 - 0,3	0,05 - 2,0	0,03 - 0,10	0,01 - 0,05

Fonte: ABRELPE, 2013

Em projetos que exigem maior confiabilidade das informações para tomada de decisão, como em uma análise pré-implantação de projeto, é importante reduzir ao máximo o grau de incerteza desses parâmetros e assim criar uma estimativa mais precisa e confiável de quanto gás será produzido. Isso pode ser feito se o modelo for calibrado periodicamente com dados reais de fluxo, coletados de um sistema de monitoramento abrangente (ABRELPE, 2013).

5.3.7 Cronograma de implantação

Abaixo segue cronograma físico para implantação e início da operação do aterro sanitário de Balsas, Maranhão.

Tabela 25: Cronograma físico de implantação aterro sanitário.

CRONOGRAMA FÍSICO DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE BALSAS - MA							
ITEM	ATIVIDADE	MESES					
		1	2	3	4	5	6
1	Obras de instalação						
2	Instalação do canteiro de obras						
3	Preparo da área do aterro						

CRONOGRAMA FÍSICO DE IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE BALSAS - MA							
ITEM	ATIVIDADE	MESES					
		1	2	3	4	5	6
4	Impermeabilização						
5	Sistema de percolados e gases						
6	Construção das edificações de apoio						
7	ETE - Estação de Tratamento de Chorume						
8	Licença Ambiental de Operação						
9	Início da operação do Aterro Sanitário						

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Fase de Operação

5.5.1 Recepção dos Resíduos

Todo o resíduo coletado é destinado para a unidade onde ocorre a recepção deste material em veículos previamente cadastrados. Identificado o transportador, é registrada e verificada a procedência, o veículo de carga é pesado e registrado sua operação.

Na balança é feito o controle da origem, qualidade e quantidade dos resíduos a serem destinados para o aterro sanitário. Os dados são registrados em sistema eletrônico, que é de extrema importância pois trará informações sobre a eficiência de execução do sistema de coleta, permite melhorar as rotas, o cumprimento dos horários e demais informações necessárias ao bom desempenho da atividade. Um funcionário qualificado indica o local de descarga no aterro sanitário.

O município poderá ter acesso ao controle de recebimentos dos resíduos através do sistema eletrônico, cadastrando um usuário específico para controle e fiscalização dos técnicos.

5.5.2 Análise da qualidade do resíduo

Será realizado um diagnóstico para avaliar a qualidade e as características dos resíduos que estão sendo recebidos no aterro sanitário, juntamente com o engenheiro responsável será determinado um cronograma para essas avaliações. Esse processo será através da gravimetria

de resíduos sólidos, que consiste em conhecer o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada.

A determinação da composição gravimétrica pode ser feita da seguinte forma, segundo Monteiro (2001):

- Escolher a lista dos componentes que se quer determinar;
- Espalhar o material do recipiente escolhido sobre uma lona, em área plana;
- Classificar como “outro” qualquer material que não se enquadre na lista;
- Pesar cada componente separadamente;
- Dividir o peso de cada componente pelo peso total da amostra e calcular a composição gravimétrica em termos percentuais.

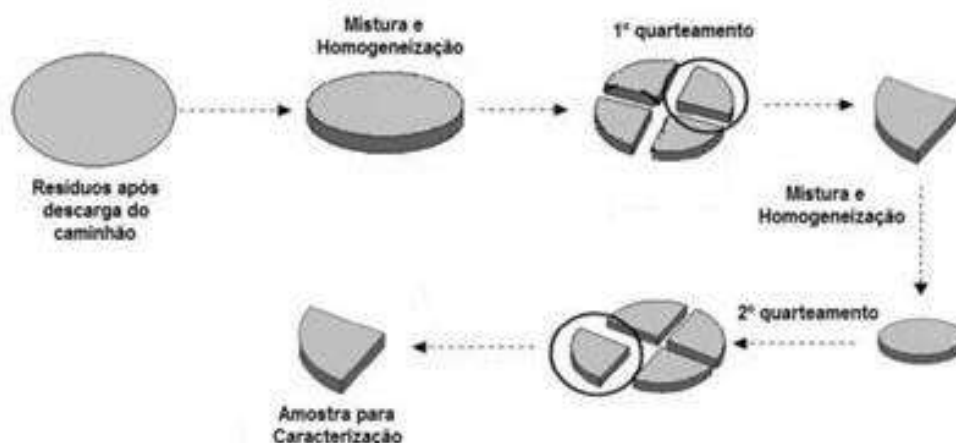


Figura 28: Modelo de análise gravimétrica.
Fonte: SLU, DF (215)

5.5.3 Disposição dos Resíduos no Aterro Sanitário

São dispostos nas células os resíduos coletados nas residências, também englobando as coletas de pequenos estabelecimentos comerciais como supermercados, restaurantes, lojas e outros considerados similares, ou seja, resíduos provenientes da coleta pública.

No início da operação, a deposição se processa sobre o fundo da célula que tem sua base devidamente impermeabilizada com geomembrana e argila compactada.



Figura 29: Base da célula devidamente impermeabilizada.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim SC.

5.5.4 Descarga dos Resíduos

O caminhão deve depositar os resíduos na frente de serviço, o mais próximo possível da rampa de compactação. Esse processo é realizado mediante a presença de um funcionário que controla e indica o local correto da descarga. Quanto menor for essa frente de trabalho, melhor a manipulação do resíduo e consequentemente o processo se torna mais prático e eficiente.



Figura 30: Frente de serviço.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim SC

5.5.5 Espalhamento e compactação dos resíduos

O resíduo é espalhado em rampa, numa proporção de 1 (um) na vertical e 3 (três) na horizontal (1:3). O trator de esteira ou a escavadeira hidráulica realizam a compactação com movimentos repetidos de baixa para cima (3 a 5 vezes). Quanto maior essa compactação, maior a eficiência do aterro.



Figura 31: Espalhamento e compactação dos resíduos.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim SC

5.5.6 Cobertura dos resíduos

Quando a rampa da frente de trabalho atinge sua altura de projeto, o resíduo recebe uma camada de argila de 15 a 20 cm de espessura. Assim, evita-se a presença de vetores como ratos, baratas e aves e que o lixo se espalhe em dias de ventania. Após o recobrimento é realizado o plantio de grama que serve como proteção contra a erosão.



Figura 32: Cobertura dos Resíduos.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim SC

5.5.7 Drenagem interna

A medida que as camadas forem formando as células, é necessário a construção de drenos internos horizontais e verticais, os quais devem ser interligados para uma melhor eficiência na drenagem de gás e chorume que são gerados na decomposição dos resíduos. O metano é o gás produzido em maior volume dentre os gases liberados na decomposição do resíduo, sendo explosivo e bastante volátil. Por isso, é comum controlar seu escapamento através da queima, a qual se apresenta invisível.



Figura 33: Sistema de drenagem de chorume e gás.
Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim SC

5.5.8 Drenagem superficial

As drenagens superficiais, previstas nos patamares (canaletas e caixas de drenagem) e nos taludes (descidas de água), são instaladas ao final de cada camada da célula. A drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar maior infiltração na célula, aumentando o volume de chorume gerado. Por isso, deve-se evitar ao máximo a entrada de chuva na área das células.



Figura 34: Descida de água.

Fonte: Aterro Sanitário CRI Ltda em Ipumirim SC

Junto às frentes de serviço, é necessária a abertura de canaletas (drenagem provisória), para o afastamento das águas pluviais, permitindo assim manutenção das boas condições de trabalho. Esses dispositivos de drenagem devem ser mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no aterro, evitando a contaminação de um maior volume de água. As águas de chuva coletadas dentro do aterro devem ser drenadas diretamente para os cursos d'água, fim de evitar o seu contato com o chorume.

5.6 Mão de Obra

As fases de implantação e operação do aterro sanitário de Balsas – MA, utilizarão mão de obra com vários níveis de qualificação. A mão-de-obra envolvida deverá, na medida do possível, aproveitar ao máximo a força de trabalho local.

Nesta fase os quantitativos deverão variar em função das etapas construtivas. Prevê-se que o número de trabalhadores irá variar entre 20 a 30 pelo período de implantação e operação, incluindo técnicos, gerentes e trabalhadores.

Na tabela abaixo será apresentado os cargos necessários para a execução das atividades, como também quantitativos. A mão de obra foi dimensionada conforme a necessidade do aterro para atender as toneladas diárias, além, das atividades administrativas, técnicas e seguindo a legislação trabalhista, respeitando a carga horaria exigida para cada função.

Tabela 26: Mão de Obra período Operacional.

CARGO	QUANTIDADE	SETOR
Auxiliar Administrativo	2	Administrativo
Engenheiro Sanitarista Ambiental	1	Técnico
Técnico de Segurança do Trabalho	1	Técnico
Auxiliar de Serviços Gerais	5	Operacional
Porteiro	4	Operacional
Operador de Tratamento de Chorume	2	Operacional
Operador de Trator de Esteira	1	Operacional
Operador de Retroescavadeira	1	Operacional
Operador de Escavadeira	1	Operacional
Motorista	3	Operacional
TOTAL	21	

Fonte: Dados do autor, 2023

As atividades serão organizadas por setor, sendo administrativo, técnico e operacional, e as funções desempenhadas conforme cada cargo descrito abaixo.

a) Auxiliar administrativo: Responsável por atividades administrativas de rotina, atendimento ao público e telefone, emissão de relatórios, controle e lançamento de notas, apoio ao RH, organização do escritório.

b) Engenheiro Sanitarista e Ambiental: Responsável Técnico por toda a obra e operação do aterro sanitário, execução, projetos e acompanhamento das atividades.

c) Técnico de Segurança do Trabalho: Responsável por acompanhar as atividades executados dentro do aterro sanitário, garantindo processos eficazes na segurança dos trabalhadores, seguindo normas técnicas exigidas.

d) Auxiliar de Serviços Gerais: Responsável em auxiliar as atividades do aterro, como manutenções em geral, roçada, capina, limpeza dos acessos, construção de drenos.

e) Porteiro: Responsável pela entrada e saída de veículos, realizando identificação e controle de acessos, além do controle da balança que será instalada na entrada da propriedade do aterro sanitário.

f) Operador de tratamento de chorume: Responsável pelo controle, manutenção e relatórios referentes ao tratamento de chorume do aterro.

g) Operador de Trator de Esteira, retroescavadeira e escavadeira: Profissionais responsáveis em operar o aterro sanitário através das máquinas.

h) Motorista: Responsável em dirigir as caçambas e caminhões durante a execução da operação do aterro.

5.7 Maquinário

Para a fase de implantação e operação do aterro sanitário serão necessários máquinas, as duas fases utilizarão o mesmo quantitativo.

As máquinas, como ferramentas fundamentais, executam as atividades mecânicas, conforme segue:

a) Trator de esteiras: é usado para a disposição, compactação e cobertura dos resíduos, bem como para abertura e manutenção dos acessos provisórios e outros serviços eventuais.

b) Escavadeira hidráulica: é usada para a disposição, compactação e cobertura dos resíduos, bem como para abertura e manutenção dos acessos provisórios e outros serviços eventuais. Também utilizada na abertura de drenos, escavação de solo para cobertura e para carregamento do caminhão basculante.

c) Retro-escavadeira: é um equipamento fundamental para a abertura de drenos, podendo ser utilizada também para escavação de solo para cobertura e para carregamento do caminhão basculante.

d) Caminhão Pipa: Caminhão equipado com reservatório para transporte de líquidos, será utilizado para irrigação dos acessos do aterro em períodos de estiagem.

e) Caminhão basculante: é utilizado para o transporte do solo de cobertura e demais materiais necessários durante a operação do aterro sanitário.

f) Veículo de apoio: Como veículo de apoio será utilizado um saveiro, responsável em prestar apoio operacional durante as obras e durante a operação do aterro.

No aterro sanitário de Balsas será necessário:

Tabela 27: Máquinas necessárias para o aterro sanitário.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	SETOR
Caçamba	2	Operacional
Caminhão Pipa	1	Operacional
Retroescavadeira	1	Operacional
Trator de Esteira	1	Operacional
Escavadeira	1	Operacional
Veículo de apoio	1	Operacional
TOTAL	7	

Fonte: Dados do autor, 2023

5.8 Infraestrutura de apoio as obras

5.8.1 Implantação

O canteiro de obras deve proporcionar condições ideais de operação ao pessoal lotado nas instalações e assegurar boas condições de controle e fiscalização dos diversos setores e

áreas, atendendo também às questões de segurança. Assim, para o fechamento externo das áreas, serão utilizadas cercas em todo o perímetro do canteiro de obras.

O abastecimento de energia elétrica será fornecido pela rede distribuidora do município, sendo os ajustes necessários feitos pela concessionária. Já existe uma linha de distribuição localizada no endereço do aterro sanitário.

O abastecimento de água durante as obras e após a conclusão será de poço artesiano. Em relação a sanitários e estrutura para apoio aos trabalhadores, será deslocado um contêiner com itens necessários ao dia a dia e em condições para que possam realizar suas refeições e período de intervalo, os banheiros serão químicos.

5.8.2 Operação

A estrutura do aterro sanitário de Balsas, será composta por instalações para administração geral, estrutura de apoio, banheiros, refeitórios, locais de entrada e balança, galpão e oficina.

a) Administração Geral: O prédio aonde ficará localizado o escritório administrativo será composto por salas para uso dos administradores, auxiliar administrativo, engenheiros e técnicos, sala de reuniões, 02 (dois) banheiros, sendo um com acessibilidade para deficientes físicos, auditório e cozinha. No total o prédio vai ter 117,46m² conforme Anexo 1.

b) Portaria: Local onde vai ficar localizada a balança e prédio para atender funcionários e visitantes, composto por sala para auxiliar administrativo, recepção, banheiro e cozinha, no total de 28,67 m², a estrutura fica na entrada do aterro sanitário, conforme Prancha 03-27.

c) Galpão de Serviços: O galpão de serviços será construído com 300m² conforme prancha 04-27 em Anexo 1, composto por escritório, vestiário, banheiros, almoxarifado, box para mecânica, borracharia e lavação. Os serviços de manutenção mecânica quando possíveis

serão atendidos dentro do próprio aterro, utilizando a mecânica, lavação e borracharia será feita por funcionário capacitado para esta função.

6 INSERÇÃO REGIONAL E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

6.1 *Legislação incidente*

São apresentados no tópico 6.1.1 os aspectos legais socioambientais associados ao empreendimento proposto. Os aspectos legais levantados abrangem atos normativos nas suas diferentes tipologias, incluindo leis, instruções normativas, decretos, resoluções; nas esferas Federal, estado do Maranhão e município de Balsas; e associadas as temáticas pertinentes ao empreendimento e ao tipo de estudo, tais como: licenciamento ambiental, uso e ocupação do solo, UCs, recursos hídricos, flora, fauna e comunidades tradicionais.

Buscou-se verificar a compatibilidade do empreendimento com as leis vigentes, as limitações ambientais impostas ao projeto, bem como as implicações a serem observadas no âmbito do processo de licenciamento.

Ademais aos atos normativos legais, também são indicados no tópico 6.1.2 os principais normativos técnicos – na forma das Normas Brasileiras (NBRs) – aplicáveis ao estudo e ao tipo de empreendimento.

6.1.1 Ambiental

Os atos normativos socioambientais associados à tipologia do empreendimento, estudo e sua localização são apresentados, por temática de interesse, conforme a seguir.

6.1.1.1 *Políticas e licenciamento ambiental*

O Licenciamento Ambiental é um instrumento de planejamento da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), cujo objetivo é a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico e à proteção da dignidade da vida humana.

A partir destes, ficou estabelecido que a implantação, ampliação ou funcionamento de qualquer atividade de qualquer atividade ou empreendimento utilizadora de recursos naturais, considerados potencialmente poluidores, bem como capazes de degradação ambiental no Brasil, dependem de estudo ambiental e consequentemente licenciamento ambiental.

O Decreto Estadual nº 13.494/1993 (MARANHÃO, 1993) e a Portaria Sema/MA nº 13/2013 (MARANHÃO, 2013) são os principais instrumentos norteadores do processo de enquadramento dos empreendimentos no licenciamento ambiental no Maranhão, indicando os estudos mínimos exigíveis para o licenciamento ambiental desses empreendimentos.

Para iniciar o processo de licenciamento ambiental ordinário, o empreendedor deve requerer a Licença Prévia (LP). Como estudo ambiental, nessa fase, pode ser requerida a elaboração de EIA/Rima. A Sema/MA é competente para analisar e aprovar o EIA/Rima e definir as condições e critérios técnicos para sua elaboração, a serem fixados normativamente pelo Consema, observadas as normas gerais previstas pela União (MARANHÃO, 1992).

Segundo a Resolução nº 01 (CONAMA, 1986), são considerados impactos ambientais qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Esta Resolução estipula que a análise dos impactos deve considerar os seguintes atributos:

- Impactos benéficos ou adversos;
- Impactos diretos ou indiretos;
- Impactos imediatos, a médio ou longo prazo;

-
- Impactos temporários ou permanentes,
 - Impactos reversíveis ou irreversíveis;
 - Propriedades cumulativas ou sinérgicas dos impactos;
 - Distribuição dos ônus e benefícios sociais decorrentes do empreendimento.

A seguir são indicadas as principais legislações afetas a temática de políticas e licenciamento ambiental.

Lei nº 6.938/1981: no Art. 3º, “dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”. Esta Lei estabeleceu uma abordagem de planejamento detalhado com relação à elaboração de regulamento os ambientais, instituindo um processo de licenciamento para as atividades econômicas que podem causar impactos ambientais em três etapas: Licenciamento Prévio, Licenciamento de Instalação e Licenciamento de Operação.

Constituição Federal de 1988: exibe no Artigo 225º, que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Estabelece, ainda, que é de competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios preservar as florestas, a flora e a fauna, sendo vedadas as práticas ou atividades que coloquem em risco a sobrevivência destes recursos ou que provoquem sua extinção. Deve-se atentar para o estabelecido no Art. 5º, inciso XXIII, que reformulou a característica do direito de propriedade, postulando que este deve atender a sua função social, que, de acordo com o Art. 186º - trata da propriedade rural - é, entre outras, a preservação do meio ambiente.

Resolução CONAMA nº 001/1986: estabelece diretrizes gerais para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA nos processos de licenciamento ambiental;

Resolução CONAMA nº 006/1986 aprova os modelos de publicação de pedidos de licenciamento. Estabelece instruções para publicação de pedidos de licenciamento, de renovação e de concessão das licenças em periódicos e Diários Oficiais do Estado ou da União.

Resolução CONAMA nº 009/1987: estabelece que a audiência pública referida na Resolução CONAMA nº 001/86 tem por finalidade expor o conteúdo do produto em análise e do seu referido RIMA aos interessados. Isto diminuirá dúvidas, recolhendo, dos presentes, as críticas e sugestões a respeito (Art. 1º), cuja ata e seus anexos servirão de base, juntamente com o RIMA, para a análise e parecer final do órgão licenciador quanto à aprovação ou não do projeto.

Resolução CONAMA nº 001/1988: estabelece critérios e procedimentos básicos para implementação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, previsto na Lei nº 6.938/81.

Resolução CONAMA nº 002/1996: estabelece que os empreendimentos causadores de danos ambientais relacionados à destruição de florestas e outros ecossistemas responsabilizar-se-ão pela implantação de Unidades de Conservação (UC's), novas ou já existentes, a serem definidas pelo órgão ambiental licenciador como forma de compensação ambiental pelos danos causados, cuja mitigação não seja possível.

Resolução CONAMA nº 237/1997: dispõe sobre os critérios e regulamenta os processos de licenciamento ambiental.

Resolução CONAMA nº 281/2001: dispõe sobre os pedidos de licenciamento ambiental, abrindo a possibilidade de estabelecer modalidades simplificadas de solicitação de licença e renovação de algumas modalidades destes licenciamentos.

6.1.1.2 *Uso e Ocupação do Solo*

Lei Federal nº. 6.766/1979: Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano.

Lei Federal nº. 10.257/2001: Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

Lei Municipal 1.396/2018: Lei de uso e ocupação do solo de Balsas-MA.

6.1.1.3 *Unidades de Conservação e Compensação Ambiental*

As áreas de proteção ambiental são aquelas, definidas em lei, que destinam-se parcial ou integralmente a conservação das características locais e regionais onde estas estão inseridas. Estas áreas podem ser públicas ou privadas, homologadas ou apenas com restrições de uso, localizadas em áreas de proteção permanente ou não.

Lei nº 9.985/2000: institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o qual, em seu Art. 36º, dispõe que, nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral. O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior 0,5% dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento

Dentre as áreas de proteção ambiental estão as Unidades de Conservação – UC's. A Lei 9.984/00, define as Unidades de Conservação como:

Unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;

As UC's são divididas em dois grandes grupos, com as divisões assim definidas:

- Unidade de Proteção integral:

-
- I - Estação Ecológica;
 - II - Reserva Biológica;
 - III - Parque Nacional;
 - IV - Monumento Natural;
 - V - Refúgio de Vida Silvestre.

- Unidades de Uso Sustentável:

- I - Área de Proteção Ambiental;
- II - Área de Relevante Interesse Ecológico;
- III - Floresta Nacional;
- IV - Reserva Extrativista;
- V - Reserva de Fauna;
- VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável;
- VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Portaria MMA nº 463/2018: reconhece as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (APC) para todos os biomas. Estas áreas deverão servir como base para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades sob a responsabilidade do Governo Federal voltados à: conservação in situ da biodiversidade; utilização sustentável de componentes da biodiversidade; repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado; pesquisa e inventários sobre a biodiversidade; recuperação de áreas degradadas e de espécies sobre-exploradas ou ameaças de extinção; e valorização econômica da biodiversidade.

Decreto Federal nº 99.274/1990: regulamenta a Lei nº 6.902/81 e a Lei nº 9.938/81, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional de Meio Ambiente.

Resolução CONAMA nº 428/2010: 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 Art.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.

Decreto nº 4.340/2022: 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.

Decreto nº 6.848/2009: Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.

6.1.1.4 Recursos hídricos e poluição do solo

Lei nº 9.433/1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, alterando parcialmente o Código das Águas, de 1934.

Resolução CONAMA nº 357/2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Estabelece parâmetros relacionados com os padrões de qualidade e classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Resolução CONAMA nº 430/2011: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

Resolução CONAMA nº 420/2009: Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o

gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 32/2003: institui a a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Portaria GM/MS nº 888/2021: altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

6.1.1.5 Emissões atmosféricas, ruídos e vibrações

Resolução CONAMA nº. 05/1989: institui o Programa Nacional de Controle e Qualidade do Ar – PRONAR.

Resolução CONAMA nº 001/1990: Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

Resolução CONAMA nº 491/2018: dispõe sobre os padrões de qualidade do ar

Resolução CONAMA nº 267/2000: dispõe sobre a proibição da utilização de substâncias que destroem a Camada de Ozônio.

Resolução CONAMA nº 436/2011: estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007.

6.1.1.6 Resíduos sólidos

Lei Federal nº 12.305/ 2010: se trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual foi instituída, como um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados,

Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Resolução CONAMA nº 275/2001: estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva

Resolução RDC nº 222/ 2018: regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.

Instrução Normativa IBAMA nº 13/2012: Publica a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos.

Resolução CONAMA nº 358/2005: Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

Decreto Federal nº 10.936/2022: Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

6.1.1.7 Saúde Pública e saneamento básico

Lei Federal nº 14.026/2020: que atualiza o marco legal do saneamento básico e estabelece as suas diretrizes considerando como tal,

conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de (...) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; (...) (Art.3º, Inciso I, alínea 'c').

De acordo com a referida Lei, o tratamento adequado dos resíduos sólidos urbanos é de atribuição do Município, considerando que a abrangência de seu interesse é local, conforme definido em seu Art.8º, Inciso I.

6.1.1.8 Proteção da Fauna

Lei nº 5.197/1967: é o principal instrumento jurídico que regulamenta a proteção à fauna específica e estabelece as normas de proteção e as premissas básicas de defesa da vida animal. A Lei nº 5.197/67 estabelece que todos os animais que vivem naturalmente fora do cativeiro são propriedade do Estado, ocorrendo o mesmo com seus ninhos, abrigos e criadouros naturais; sendo proibida a sua caça, perseguição, destruição ou apanha.

Lei nº 7.653/1988: altera e complementa a Lei nº 5.197/67, especialmente em relação ao ambiente aquático, inserindo nela instrumentos legais referentes à fauna ictiológica e definindo punições para ações agressivas à fauna como um todo.

Lei nº 9.605/1998: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Determina que “são espécies da fauna silvestre todos aqueles pertencentes às espécies nativas, migratórias e quaisquer outras, aquáticas ou terrestres, que tenham todo ou em parte de seu ciclo de vida ocorrendo dentro dos limites do território brasileiro, ou águas jurisdicionais brasileiras”.

Portaria MMA nº 148 de 2022: “define a lista de espécies ameaçadas de fauna brasileira ameaçada de extinção”.

Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007: estabelece critérios e padroniza os procedimentos relativos à fauna (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação), no âmbito do licenciamento ambiental, para empreendimentos e atividades que causam impactos à fauna silvestre.

Resolução CFBio nº 301/2012: Dispõe sobre os procedimentos de captura, contensão, marcação, soltura e coleta de animais vertebrados in situ, ex situ, e dá outras providências.

Portaria CFBio nº 148/2012: Regulamenta os procedimentos de captura, contensão, marcação e coleta de animais vertebrados previstos nos Artigos, 4º, 5º, 6º e 8º da Resolução CFBio nº 301/2012

6.1.1.9 Proteção da Flora

Lei Federal nº 6.938/81: em seu Artigo 18º, transformam em Reservas Ecológicas as áreas de preservação permanente, colocando-as sob responsabilidade do IBAMA.

Portaria MMA nº 443/14: define a lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção.

Decreto Federal nº 750/93: dispõe sobre a supressão vegetal em estágios médio, avançado e inicial de regeneração florestal no Bioma Mata Atlântica.

Resolução CONAMA nº 010/93: estabelece parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica.

Resolução CONAMA nº 004/94: estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica, abrangendo fisionomia, estratos predominantes, distribuição diamétrica e altura, existência, diversidade e quantidade de epífitas, existência, diversidade e quantidade de trepadeiras, presença, ausência e características da serrapilheira, sub-bosque, diversidade e dominância de espécies e espécies vegetais indicadoras. Representa, portanto, um substrato fundamental para a realização de estudos situados dentro dos limites de domínio da Mata Atlântica, definindo a classificação das formas sucessionais desta vegetação.

Lei Federal nº 11.428/2006 da Mata Atlântica: dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

Lei Federal nº 12.651/2012: Novo Código Florestal. Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos

Lei Federal nº 14.285/2021: altera as Leis nºs 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidada

6.1.1.10 Patrimônio Histórico, Artístico e Cultural

Segundo a Constituição Federal de 1988, são considerados Patrimônio Cultural protegidos os bens de natureza material e imaterial, portadores de referência e identidade envolvendo ações e memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, que incluam os sítios detentores das históricas reminiscências quilombolas. A identificação e o estudo do patrimônio histórico, artístico e natural de uma determinada região têm o objetivo de resgatar a cultura e o modo de vida dos povos que ali viveram em épocas passadas.

Segundo o art. 20, inciso X, da Constituição Nacional (1988), cavidades naturais subterrâneas (cavernas) e os sítios arqueológicos pré-históricos são bens da União, cabendo a ela, aos Estados e aos Municípios proteger os documentos, as obras e outros bens da natureza de valor histórico, artístico e cultural: os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos.

IN IPHAN nº01/15: Revoga a Portaria nº230/02 que determina os procedimentos para obtenção de licenças ambientais referentes à apreciação e acompanhamento de pesquisas

arqueológicas, e dá outras providências. O Anexo I e II classifica o empreendimento e os procedimentos exigidos para cada tipo de empreendimento conforme porte e área.

Empreendimentos ou atividades sujeitas a EIA/RIMA, que prevejam, intervenção ou impacto direto em bem natural acautelado, o órgão ambiental licenciador exigirá a apresentação pelo empreendedor do protocolo no IPHAN de formulário de caracterização de sua atividade, para que o órgão interessado possa se manifestar a respeito dos temas de sua competência (Resolução CONSEMA nº 98/2017, art. 26º, parágrafo 1º), devendo atender ao disposto na Portaria nº 230/02 do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN.

As escavações com fins arqueológicos devem ser autorizadas previamente junto ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN e regulamentada pela Portaria MC nº 07/88. A resposta do IPHAN é prevista para emissão em 90 (noventa) e, quando concedida, possui validade de dois anos, podendo ser revalidada por igual período.

Constituição Federal, Artigos nº. 5º, nº. 20º e nº. 216º: definem o que são os bens passíveis de proteção e resgate, entre outras considerações.

Decreto-Lei nº. 25/1937: organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional, tornando obrigatório o levantamento dos bens eventualmente localizados na área a ser afetada.

Decreto Federal nº 3.551/00: Institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências

6.1.1.11 Comunidades tradicionais

Lei Federal nº 6.001/1973: Dispõe sobre o Estatuto do Índio

Decreto nº 1.141/1994: Dispõe sobre as ações de proteção ambiental de saúde e apoio de comunidades indígenas

Decreto nº 6.040/2007: Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais

IN FUNAI nº 02/2015: Estabelece os procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Nacional do Índio –FUNAI nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal dos quais participe. Ficam revogadas a Instrução Normativa nº01/12e a Instrução Normativa nº04/12.

Portaria Interministerial nº 60/2015: Regulamenta a atuação dos órgãos e entidades da Administração Pública Federal envolvidos nos processos de licenciamento ambiental.

IN INCRA nº 111/2021: Dispõe sobre os procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária nos processos de licenciamento ambiental de obras, atividades ou empreendimentos que impactem terras quilombolas.

6.1.2 Técnica

São indicadas a seguir as principais Normativas Técnicas aplicáveis a projeto, implementação e operação do empreendimento proposto:

ABNT NBR 10151/2000: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento

ABNT NBR 6484/2001: Sondagens de simples reconhecimento com SPT -Método de ensaio

ABNT NBR 13292/1995: Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante

ABNT NBR 8419/1992: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos

ABNT NBR 10.004/2004 - Resíduos Sólidos – Classificação: Estabelece os critérios para a classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente (classificados entre dois grupos: perigosos e não perigosos - inertes ou não inertes) de acordo com suas características;

ABNT NBR 10.005/2004 - Procedimento para extração de extrato lixiviado de resíduos sólidos: Fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos (processo para determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator), visando diferenciar os resíduos classificados pela ABNT NBR 10004 como classe I – perigosos - e classe II – não perigosos;

ABNT NBR 10.006/2004 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos: Fixa os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados na ABNT NBR 10004 como classe II A - não inertes – e classe II B – inertes;

ABNT NBR 12808/2009 – Resíduos de serviços de saúde: classifica os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que tenham gerenciamento adequado.

ABNT NBR 12810/1993 – Coleta de Resíduos de serviços de saúde: Fixa os procedimentos exigíveis para coleta interna e externa dos resíduos de serviços de saúde, sob condições de higiene e segurança.

ABNT NBR 15495-1/2009: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados - Parte 1: Projeto e construção

ABNT NBR 15495-2/2008: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares - Parte 2: Desenvolvimento

ABNT NBR 10.007/2004 - Amostragem de resíduos sólidos: Fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos;

ABNT NBR 13.221/2021 - Transporte terrestre de resíduos: Especifica os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública. Aplica ao transporte terrestre de resíduos, conforme classificados na Portaria nº 204 do Ministério dos Transportes, inclusive aqueles materiais que possam ser reaproveitados, reciclados e/ou reprocessados e aos resíduos perigosos segundo a definição da Convenção da Basileia. No caso de manuseio e destinação adequada de resíduos, deve ser verificada a classificação discriminada na NBR 10004;

ABNT NBR: 13463/2021 - Coleta de resíduos sólidos: classifica a coleta de resíduos sólidos urbanos dos equipamentos destinados a esta coleta, dos tipos de sistema de trabalho, do acondicionamento destes resíduos e das estações de transbordo.

ABNT NBR 16.173/2021 - Estabelece os requisitos para capacitação de trabalhadores que façam o carregamento, descarregamento e transbordo a granel ou de produtos embalados classificados como perigosos;

ABNT NBR 7.501/2021 - Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia: Define os termos empregados no transporte terrestre de produtos perigosos;

ABNT NBR 12.235/1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos: Fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente, aplicando-se ao armazenamento de todos e quaisquer resíduos perigosos Classe I;

ABNT NBR 11.174/1990 - Armazenamento de Resíduos Classe II Não Inertes e III – Inertes: Fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II-não inertes e III-inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

ABNT NBR 9547/1997 - Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente -**Determinação da Concentração pelo Método do Amostrador de Grandes Volumes:**

especifica um método de ensaio para a determinação da concentração mássica de partículas totais em suspensão (PTS) no ar ambiente, em um período de amostragem determinado, utilizando um amostrador de grande volume (AGV). O processo de medição é não-destrutivo e o tamanho da amostra coletada é geralmente adequado para posterior análise química.

ABNT NBR 13412/1995 - Material Particulado em Suspensão na Atmosfera -**Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis pelo Método do Amostrador de Grandes Volumes Acoplado a um Separador Inercial de Partículas:**

prescreve o método para a determinação da concentração mássica de material particulado inalável em suspensão na atmosfera, com diâmetro aerodinâmico menor ou igual a 10 µm (MP), em um período de amostragem determinado, utilizando um amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas.

7 ÁREAS DE ESTUDO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA

A seguir são apresentadas a área diretamente afetada (ADA) e as áreas de estudo, para cada meio estudado (AE).

A delimitação da Área Diretamente Afetada - ADA compreende a área provavelmente necessária à implantação do empreendimento, incluído suas estruturas de apoio, vias de acesso privativas que precisarão ser construída, ampliadas ou reformadas bem como todas as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do projeto.

A delimitação da Área de Estudo abrange as áreas utilizadas como referência para o diagnóstico realizado.

As Áreas de Estudo utilizadas são apresentadas separadas para cada meio, conforme segue, sendo a área considerada para o meio físico a mesma do meio biótico, a saber os limites

da Bacia Hidrográfica do Rio Balsas, já a área de estudo do meio socioeconômico os limites do município de Balsas:

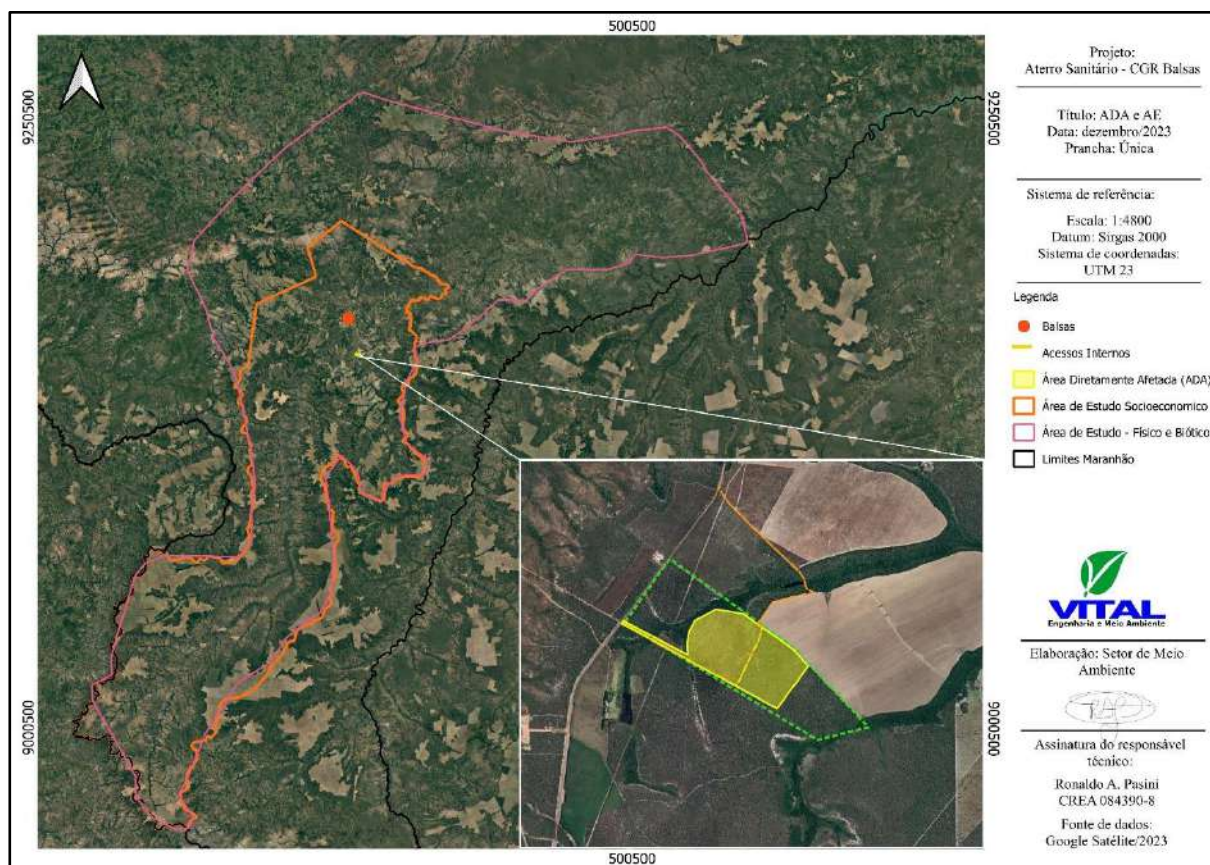


Figura 35: Áreas de estudo (AE) e área diretamente afetada (ADA)

No item 10 serão apresentadas a Área de Influência Direta (AID) e a Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, considerando que essas só serão conhecidas após a avaliação dos impactos ambientais, bem como a área de influencia total (AIT).

8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

8.1 MEIO FÍSICO

8.1.1 Metodologia aplicada

A metodologia empregada para levantamento de dados e informações que subsidiaram o detalhamento de cada item será apresentada individualmente junto com a descrição do mesmo.

8.1.2 Clima

Neste estudo utilizou-se a classificação climática de Köppen-Geiger (1948), reconhecida internacionalmente e usualmente utilizada em estudos ambientais. A classificação parte do pressuposto de que a vegetação natural de cada região da Terra é essencialmente uma expressão do clima, sendo assim, buscou-se realizar as divisões entre as regiões climáticas para corresponder, tanto quanto possível, às áreas de predominância de cada tipo de vegetação (EMBRAPA, 2012).

Na estrutura da classificação climática de Köppen-Geiger a primeira letra divide os climas em cinco grupos climáticos principais: A (tropical), B (seco), C (temperado), D (continental) e E (polar). A segunda letra indica o tipo de precipitação sazonal, e a terceira letra indica o nível de calor (ARNFIELD, 2022).

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (1948), a área de influência do empreendimento é classificada do tipo tropical quente e úmido (Aw).

8.1.2.1 Regime de precipitação

O estado do Maranhão é caracterizado pela ocorrência de um regime pluviométrico com duas estações bem definidas. O período chuvoso, que se concentra durante o semestre de dezembro a maio, apresenta registros estaduais da ordem de 290,4 mm e alcança os maiores picos de chuva no mês de março. O período seco, que ocorre no semestre de junho a novembro, com menor incidência de chuva por volta do mês de agosto, registra médias estaduais da ordem de 17,1 mm.

A Figura 36 apresenta o comportamento da precipitação total anual registradas na estação INMET 82768 de Balsas/MA para a série histórica de dados.

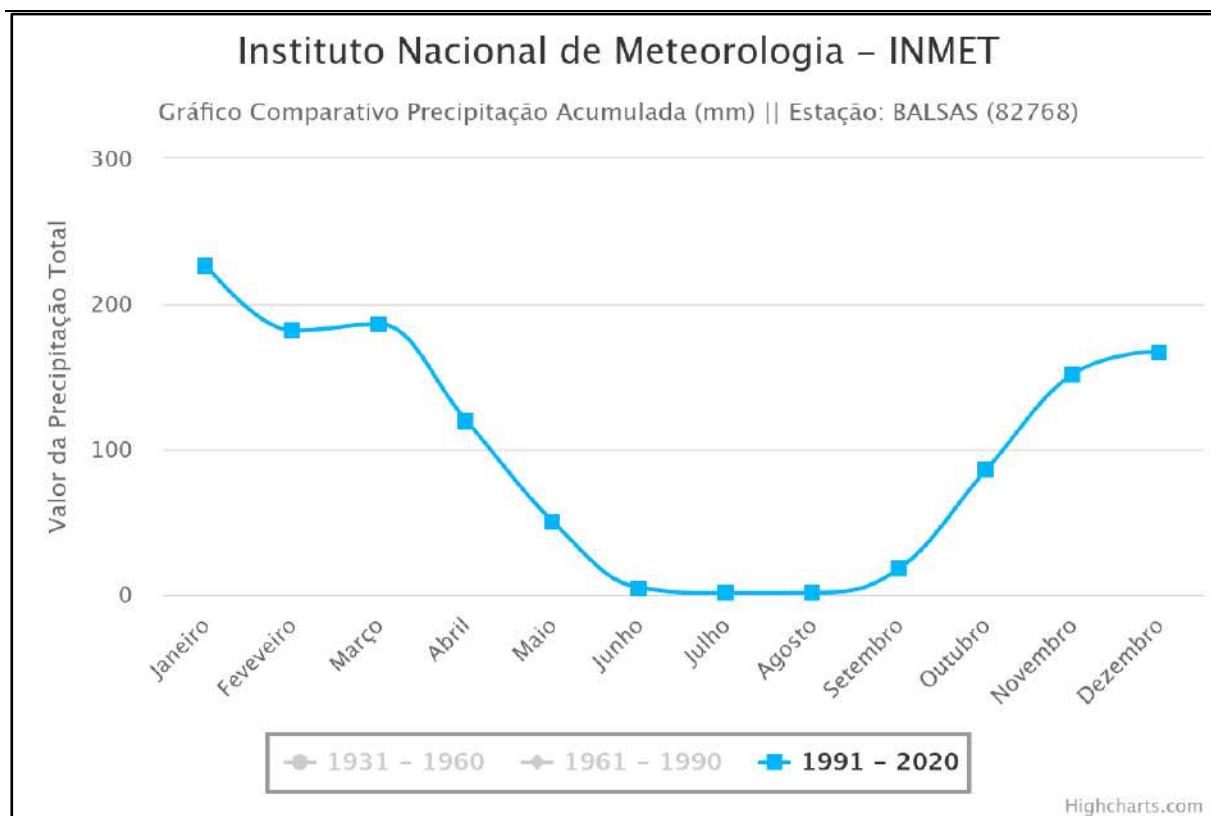


Figura 36: Precipitação acumulada anual registrada pela estação convencional 82768 da região próxima a área de influência do empreendimento, entre 1991 e 2020.

Fonte: Adaptado de INMET (2022).

No período amostral, o mês de maior precipitação acumulada foi janeiro, com um volume de 226,7 mm de chuva, enquanto o ano de menor volume foi em julho, com 1 mm.

8.1.2.2 Temperatura

A temperatura está relacionada a radiação solar global que atinge a superfície terrestre e é convertida em calor. O estado do Maranhão, por se encontrar em uma zona de transição dos climas semiárido, do interior do Nordeste, para o úmido equatorial, da Amazônia, e por ter maior extensão no sentido norte-sul, apresenta diferenças climáticas e pluviométricas. A região Sul Maranhense, onde está localizado o município de Balsas, possui dois períodos bem definidos: um chuvoso, de janeiro a junho, e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro.

Além das massas de ar, a temperatura do ar está relacionada com a umidade do ar. Quanto maior for a umidade do ar, menor será a amplitude térmica. Todavia, quando menor for a umidade do ar, maior será a amplitude térmica.

A umidade relativa representa o quanto de vapor de água existe na atmosfera em um determinado momento em relação ao máximo de vapor que poderia conter a uma dada temperatura ambiente (CAVIGLIONE et al., 2000; WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1984). A umidade relativa pode ser alterada com o aumento ou diminuição no conteúdo de vapor de água, e também, durante mudanças de temperatura que modificam a quantidade máxima de vapor de água que a atmosfera pode conter (EMBRAPA, 2012). É considerado confortável uma faixa de umidade relativa entre 40 a 70%, sendo que abaixo de 40% devido a maior facilidade de evaporação podem ocorrer danos à saúde, e acima de 70% ocorre menor evaporação, provocando desconfortos térmicos.

A Figura 37 apresenta a taxa média de umidade relativa do ar para cada mês do período na série histórica de 1991 a 2020 da estação meteorológica convencional 82768 de Balsas/MA.

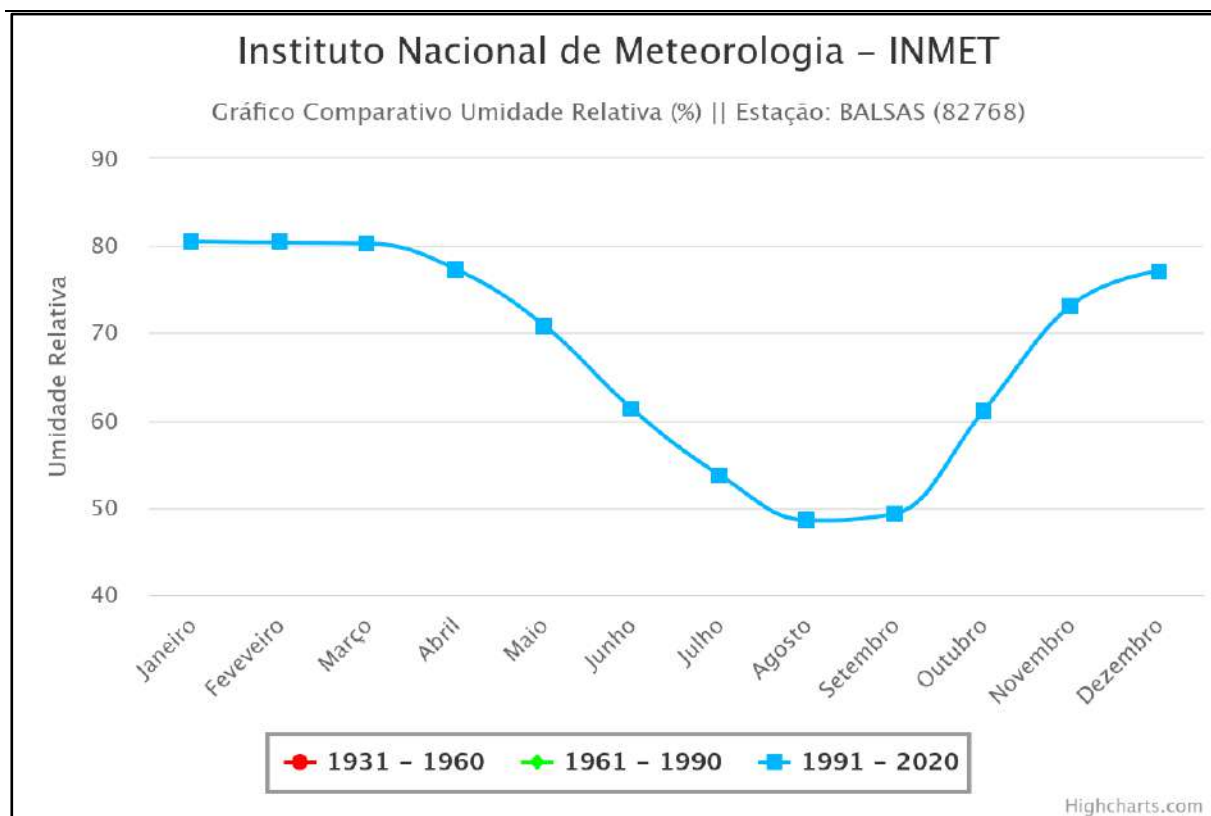


Figura 37 - Média mensal de umidade relativa do ar registradas pela estação convencional 83883 da região próxima a área de influência do empreendimento, entre 1974 e 2016
Fonte: Adaptado de INMET, 2022.

Observa-se que janeiro, fevereiro e março são os meses de maior umidade, com uma taxa média de 80% de umidade relativa, enquanto agosto e setembro são os de menor, com aproximadamente 48%. A umidade relativa do ar média, ao longo de todos os meses, é de 68%. Nota-se que os meses de menor umidade relativa concentram-se no período seco, quando as temperaturas são mais elevadas, e em contrapartida, a maior porcentagem de umidade ocorre no chuvoso, quando há menores temperaturas.

A Figura 38 apresenta os valores médios, das temperaturas observadas, para o período de 1991 a 2020, da estação meteorológica convencional 82768 de Balsas.

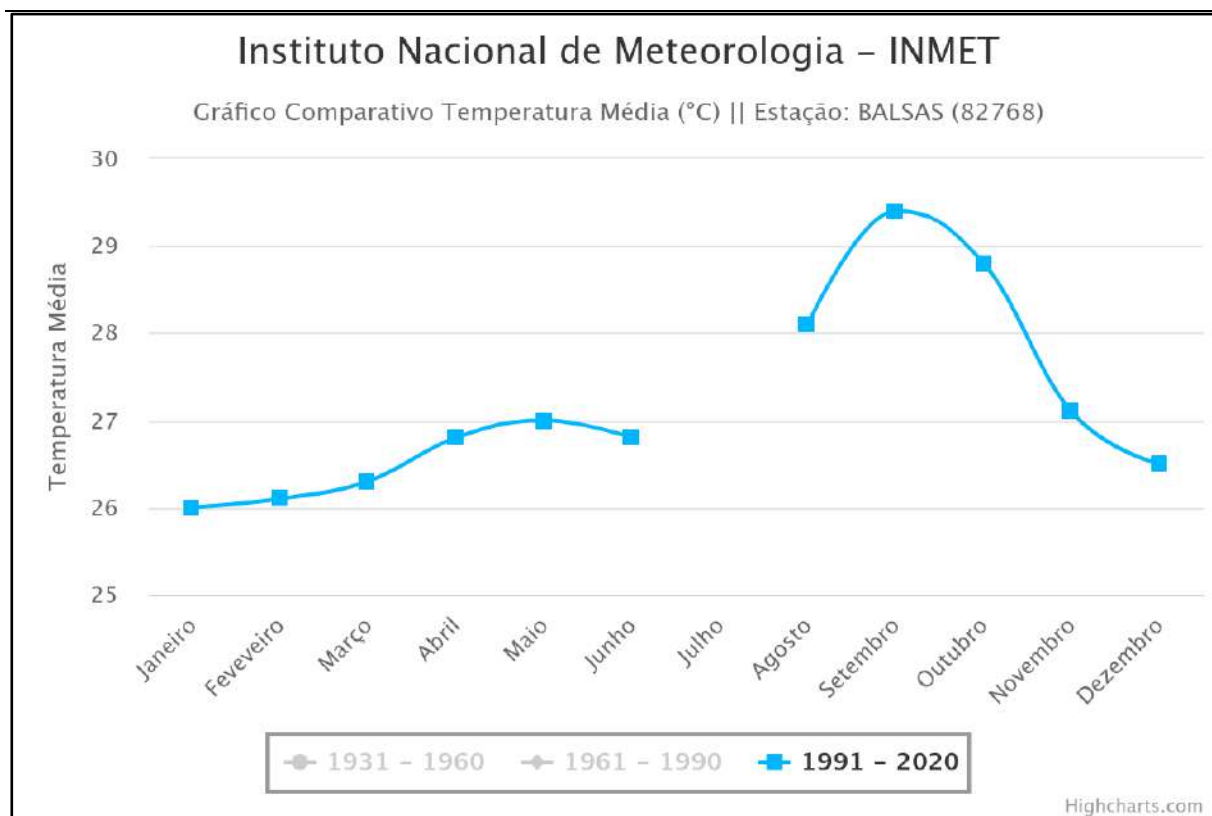


Figura 38 - Valores médios das temperaturas observadas, pela estação automática 82768 da região próxima a área de influência do empreendimento, entre 1991 e 2020.

Fonte: adaptado de INMET (2022).

Observa-se que o mês com a temperatura máxima (média mensal) mais elevada foi setembro, com cerca de 29°C, e o mês de menor temperatura foi janeiro com, aproximadamente, 26°C.

8.1.2.3 Evapotranspiração

Foram obtidos os dados de evapotranspiração potencial fornecidos pelo INMET, a partir da Normal Climatológica do Brasil, período 1991-2020 (INMET [202-]). A evapotranspiração potencial representa a máxima evapotranspiração que ocorreria se o solo dispusesse de suprimento de água, suficiente. Portanto, representa a quantidade total de água transferida por evaporação e transpiração dos vegetais para a atmosfera e advinda de uma superfície natural coberta totalmente por vegetação e com o solo bem suprido em água - máxima evapotranspiração para as condições atmosféricas especificadas.

A Tabela 28 apresenta a evapotranspiração potencial mensal e total anual para a estação meteorológica Balsas do INMET.

Tabela 28 - Evapotranspiração potencial mensal e total anual para a estação meteorológica Balsas do INMET.

MÊS	EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (mm)
Janeiro	188,2
Fevereiro	163,7
Março	175,0
Abril	174,6
Maio	176,8
Junho	163,6
Julho	-
Agosto	216,8
Setembro	245,1
Outubro	264,1
Novembro	221,2
Dezembro	205,3
Total anual	-

Fonte: Adaptado de INMET ([202-])

8.1.2.4 Regime de ventos

O movimento do ar na atmosfera ocasionado por fenômenos naturais, como os movimentos de translação e rotação da Terra, resulta na formação do vento. O regime dos ventos é suscetível as variáveis climáticas como: a pressão atmosférica, a radiação solar global, a umidade do ar e a evaporação (EMBRAPA, 2012). O vento atua auxiliando no equilíbrio térmico e pode ser, também, um importante agente dispersor de poluentes. Sua ocorrência pode ser vertical ou horizontal e variar em direção e velocidade.

A representação de intensidade e direção dos ventos pode ser dada a partir dos dados históricos (1991 a 2020) da estação convencional 82768 de Balsas, conforme a tabela abaixo.

Tabela 29 – Intensidade do vento

Normal Climatológica do Brasil 1991-2020															
Intensidade do Vento (m.s ⁻¹)															
Código	Nome da Estação	UF	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82768	BALSAS	MA	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	1,0

Fonte: INMET (2024)

Percebe-se a pequena variação na velocidade do vento, sendo a menor aferição média nos meses de outubro com 0,8m/s e dos meses de julho a setembro com 1,1m/s. A velocidade média computada da amostra foi de 1,0 m/s.

A partir da série de dados históricos de ventos, foi realizada a classificação das velocidades médias dos ventos predominantes na região próxima a área de influência do empreendimento, de acordo com a Escala de Beaufort. A escala classifica a intensidade do vento de acordo com as condições observadas da velocidade e efeitos resultantes das ventanias no mar e em terra. A Escala de Beaufort consiste em uma tabela descritiva dos doze níveis diferentes de intensidade, em que a força do vento varia de 0 (calmaria) à 12 (furacão).

Tabela 30 – Intensidade do vento

Normal Climatológica do Brasil 1991-2020															
Direção Predominante do vento (Pontos cardeais e colaterais)															
Código	Nome da Estação	UF	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
82768	BALSAS	MA	Calma	Calma	Calma	Calma	Calma	Calma	Calma	SE	Calma	Calma	Calma	Calma	Calma

Fonte: INMET (2024).

De acordo com a Escala de Beaufort, os ventos enquadram-se, em sua maioria, como calmaria, com algumas brisas mais intensas de julho a setembro á sudeste.

8.1.3 Geomorfologia e Geologia

De acordo com o Mapa Geológico do Maranhão, o Aterro Sanitário e suas áreas de influência (ADA, AID, AII) estão localizados no sul do Estado e estão entre as formações do Tabuleiro de Balsas e os vãos do Alto Parnaíba

O município de Balsas está inserido nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que, segundo Brito Neves (1998), foi implantada sobre os riftes cambro-ordovicianos de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato. Compreende as supersequências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994). Na área do município, o Grupo Balsas está representado pelas formações Piauí (C2pi) Carbonífero, Pedra de Fogo (P12pf), Motuca (P3m) Permiano e Sambaíba (T12s) Triássico; o Terciário-Quaternário, Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc). Small (1913 apud SANTOS et al., 1984) usou o termo “série Piauí” para designar toda sequência paleozóica da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Posteriormente, Duarte (1936 apud SANTOS et al., 1984) e Oliveira & Leonardos (1943 apud SANTOS et al., 1984) restringiram o termo “série” para o de formação, representando apenas as camadas carboníferas do Pensilvaniano. Os limites estratigráficos atuais para a sequência pensilvaniana, compreendidos entre os arenitos e siltitos da formação Poti e o sílex basal da formação Pedra de Fogo é o conceito adotado por Lima & Leite (1978). Litologicamente a formação Piauí consiste de uma sequência essencialmente arenosa, com níveis de siltitos e folhelhos, além de intercalações de calcário. No topo desenvolvem-se, localmente, níveis de sílex.

Os sedimentos arenosos da seção inferior são representados por arenitos avermelhados, róseos e amarelados, finos a grosseiros, argilosos, localmente feldspáticos. A seção superior é constituída de arenitos avermelhados, amarelo-esbranquiçados, finos a médios, pintalgados de caulim, regularmente selecionados e grãos subarredondados. Estratificação cruzada tipo plano-tabular e acanalada de grande porte são as estruturas dominante na seção. Ocupa uma vasta área na porção Sudoeste do município de Balsas. Plummer (1946) propôs o termo formação Pedra de Fogo para designar as camadas ricas em chert e fósseis vegetais Psaronius, que afloram no vale do rio Pedra de Fogo, entre Pastos Bons e Nova Iorque. Esse conceito foi adotado por Lima

& Leite (1978). A formação caracteriza-se, essencialmente, por uma sequência de siltitos, folhelhos e calcários, com arenitos predominando na seção média.

Em todo o pacote desenvolvem-se leitos de até 0,50m de espessura, lentes ou até nódulos achatados de sílexito, uma característica marcante da unidade. Troncos de madeira silicificada, descritos como Psaronius, com até 50 cm de diâmetro, são encontrados na base e próximo do topo da formação. É comum, nos níveis de arenitos, estratificação cruzada, enquanto nos níveis de folhelhos e siltitos ocorrem fragmentos de conchas e impressões de restos vegetais. São frequentes estruturas de escorregamento (slumping) em “pequenos dobramentos”, causados por acomodação de estratos de diferentes competências. É a que ocupa a maior expressão geográfica e aflora, em todos os quadrantes do município, expondo-se amplamente na sede municipal. Formação Motuca (P3m). Plummer (1948 apud SANTOS et al., 1984) propôs a denominação formação Motuca para designar os folhelhos vermelho-tijolo com intercalações de calcário e anidrita, sobrejacente aos estratos Pedra de Fogo que afloram nos arredores da fazenda Motuca, entre São Domingos e Benedito Leite, no estado do Maranhão. Aguiar (1971) dividiu essa formação em três membros e ratificou a sua concordância com as formações Pedra de Fogo e Sambaíba, considerando-a de idade permo-triássica.

A espessura máxima dessa formação na Bacia Sedimentar do Parnaíba, atravessada em sondagem, é de 296 m (PETRI E FÚLVARO, 1983). Reúne, na sua seção inferior, arenitos finos a médios, róseos a esbranquiçados, além de folhelhos e siltitos arenosos, vermelho-tijolo. Na seção média predominam siltitos e folhelhos esverdeados, bem laminados, com fraturas preenchidas por aragonita. A seção superior constitui-se de arenitos avermelhados, finos a médios, argilosos. Ocorrem, também, leitos de sílex contorcidos, indicando pequenos dobramentos convolutos. Assenta-se sobre a formação Pedra de Fogo e é recoberta pela formação Sambaíba, com as quais mantém, respectivamente, relações de contato gradacional na base e no topo, às vezes bruscos e com discordância erosiva. Ocupa uma área situada a

noroeste do município de Balsas Plummer (1948 apud SANTOS et al., 1984) usou originalmente o termo Sambaíba para designar os arenitos que afloram, em forma de mesetas, próximo à cidade de Sambaíba, no estado do Maranhão. Litologicamente, esta formação consiste de arenitos avermelhados, róseos, escuros e esbranquiçados, predominantemente finos a médios.

Em geral, são pintalgados de caulim, com grãos subangulares à subarredondados e foscos. É comum, na seção mais superior, níveis de sílex. Ainda, no topo da unidade, onde ocorrem intercalações de níveis de basalto, esses arenitos apresentam-se bastante silicificados. Estratificação cruzada de grande porte do tipo torrencial é a estrutura sedimentar, predominante. Northfleet & Neves (1967 apud SANTOS et al., 1984) citam espessuras variáveis de 60 a 110 metros para a formação Sambaíba. Lima & Leite (1978) referem-se a 40 metros de espessura na região de Lizarda-Gurupá, no Estado do Tocantins. 200 metros, próximo a cidade de Sambaíba-MA.

Na região centro-sul, da bacia, nota-se maior expressividade, em termos de espessura dessa unidade, enquanto na borda oeste da bacia suas espessuras são decrescentes no sentido E-W. O contato inferior da formação Sambaíba, com unidades Paleozóicas (formações Piauí e Pedra de Fogo) é discordante e, concordante com a formação Motuca (Lima & Leite, 1978). Seu contato superior com a formação Urucuiá é discordante e, em geral, marcado por uma superfície aplainada, com cobertura arenosa sendo, também discordante com a formação Corda.

No contato dos arenitos Sambaíba com os basaltos observa-se o truncamento dos primeiros pelos basaltos. Aflora em uma área situada no extremo norte do município de Balsas. Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc). A primeira tentativa de separação dessas coberturas interioranas, determinando-as de Cobertura Colúvio-Eluviais Indiferenciadas, coube a Campos et al. (1976). Porém, com base em estudos de campo Oliveira et al. (1974), esses capeamentos foram definidos como produtos de alteração de rochas cristalinas transformados em sedimentos

areno-siltico-argilosos, inconsolidados, de idade TerciárioQuaternário. Braga et al. (1977) caracterizam litologicamente esses sedimentos como um material areno-argiloso, caulínítico, com cimento argiloso e/ou ferruginoso. Eles são constituídos de grãos de quartzo imaturos e pouco desgastados, ocasionais pontuações de opacos, palhetas de mica e grãos de feldspatos, em vias de alteração. A falta de estratificação, o caráter arcoseano, a presença de minerais micáceos e feldspáticos caracterizam esses sedimentos como imaturos e, por outro lado, sugerem, em seu processo de formação, condições climáticas semiáridas a que foram submetidos, desde a degradação até os tempos atuais. (CPRM, 2011)

A figura abaixo representa as formações geológicas do estado e a localização do empreendimento:

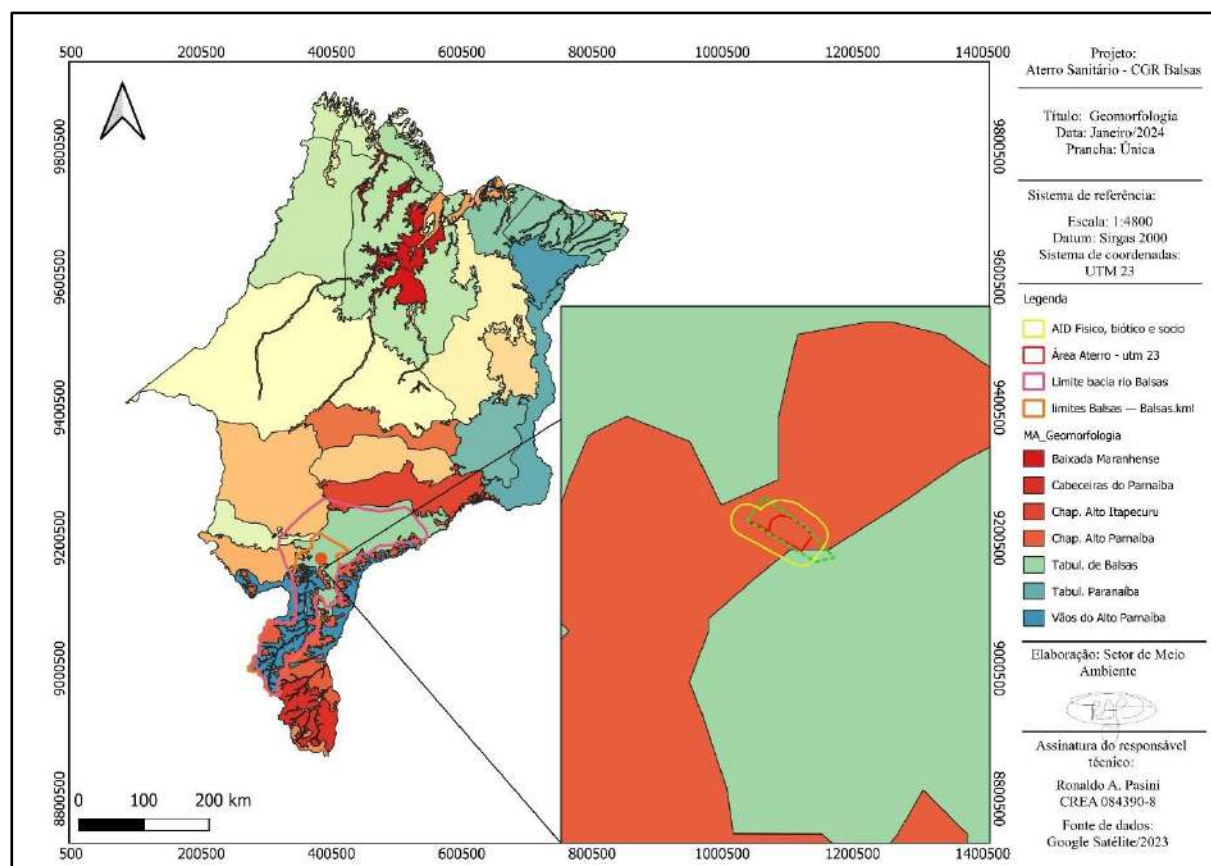


Figura 39 – Formação geológica.

8.1.3.1 Potencial espeleológico

Foi realizada busca de dados no sistema CANIE (Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas), segundo os dados atualizados para o ano de 2023, sendo que as cavernas mais próximas, localizada a 76km, no município de Tasso Fragoso, corresponde à gruta Junçara e Gruta Acaso, estando fora das áreas de influência e de estudo do empreendimento. Conclui-se que o potencial espeleológico na AID é baixo, pois não foram visualizadas rochas naturais capazes de formar galerias, salões ou cavidades. Conforme figura a seguir.

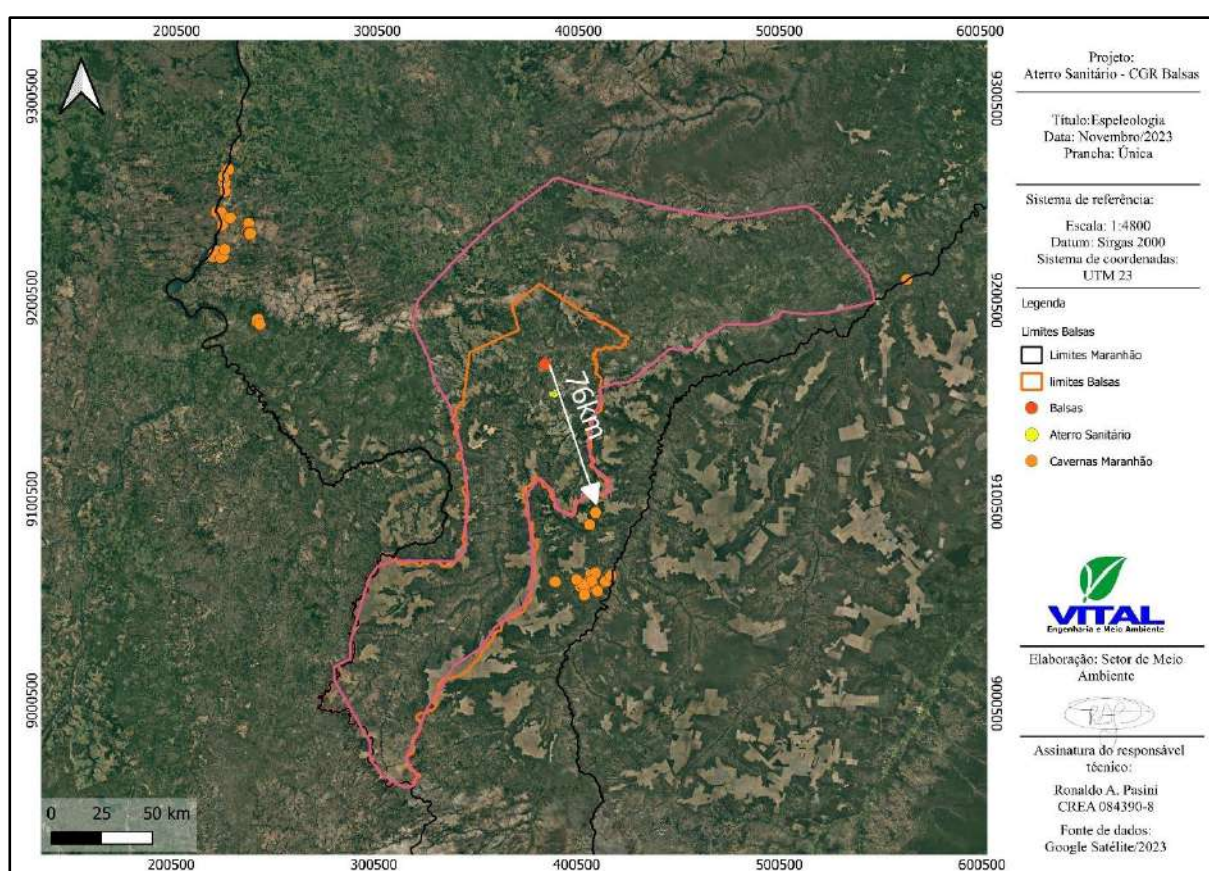


Figura 40 – Potencial espeleológico

8.1.3.2 Ocorrências paleontológicas e fossilíferas

Em busca realizada no banco de dados e sistema GeoSGB do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, não foram encontrados registros de sítios paleontológicos e fossilíferos na área de influência direta ou indireta do empreendimento, sendo o mais próximo encontrado a 180km

de distância, o sítio paleontológico arqueológico, Monumento Natural das árvores fossilizadas do Estado do Tocantins, onde são encontrados restos de floresta petrificada gonduânica. Peça chave para o conhecimento da botânica, fitogeografia, clima e ecologia planetária do Permiano. Os troncos permineralizados impressionam pelas dimensões e notável beleza cênica. E o segundo mais próximo, já no estado do Maranhão, a 240km de distância, o sítio paleontológico em Pastos Bons, onde são encontrados vertebrados fósseis permianos da formação Pedra de Fogo, onde foi encontrado o maior exemplar de anfíbio fóssil do mundo.

Estas e demais ocorrências podem ser observadas na figura abaixo em relação ao empreendimento.

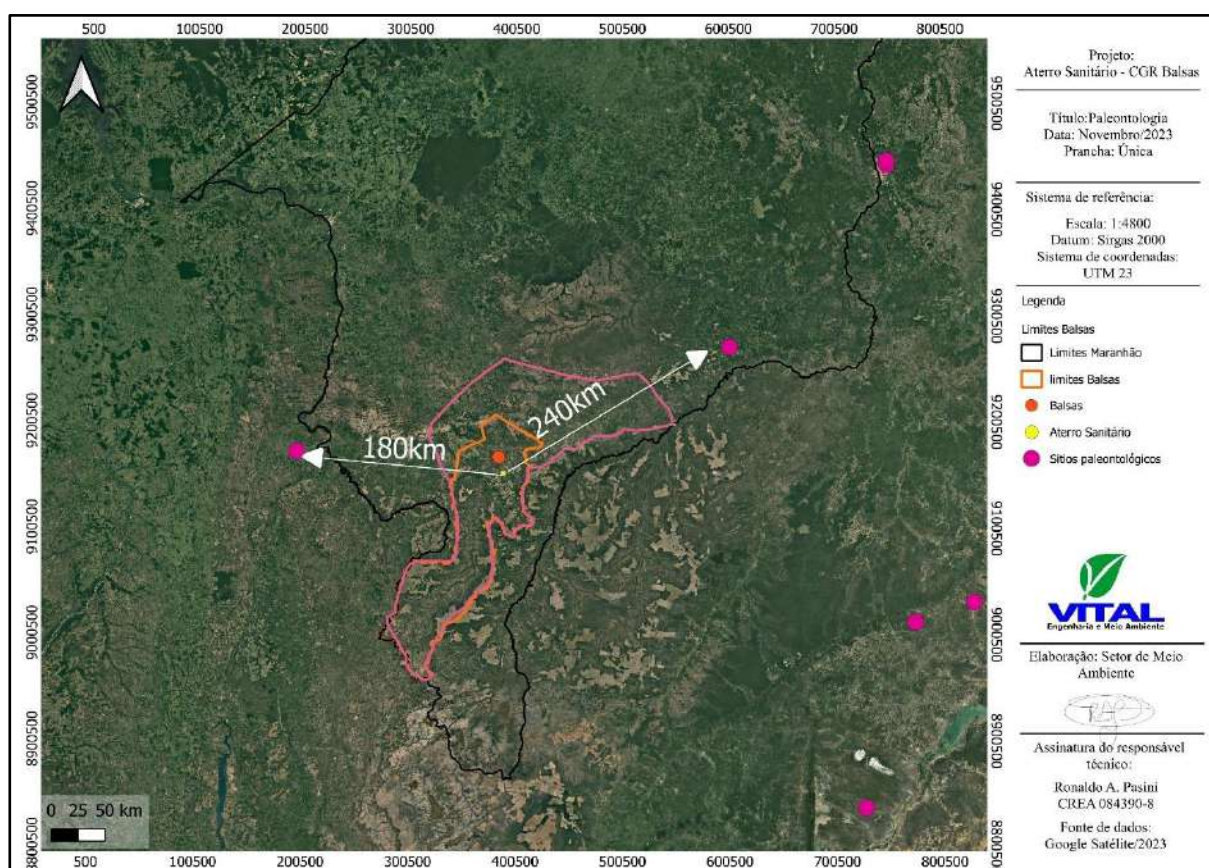


Figura 41: Mapa de sítios paleontológicos

8.1.4 Geotecnia e Pedologia

8.1.4.1 Contexto geotécnico

Suscetibilidade de movimentos de massa

Para verificar os riscos de movimentos de massa, deslizamentos e risco geológico foi realizada consulta nos mapas online disponibilizados pelo CPRM. Concluiu-se que a região do estudo não é suscetível a movimentos de massa, deslizamentos e risco geológico. A seguir são apresentadas as principais formas de instabilidade.

Segundo Caputo (1988), às formas de instabilidade de maciços terrosos nem sempre se apresentam bem caracterizadas e definidas, podendo se classificar em três grandes grupos:

- 1- Desprendimento de blocos de terra ou rocha: constituem-se em deslocamentos, por gravidade, de blocos de rocha, sendo subdivididos em 04 tipos básicos conforme apresentado a seguir:

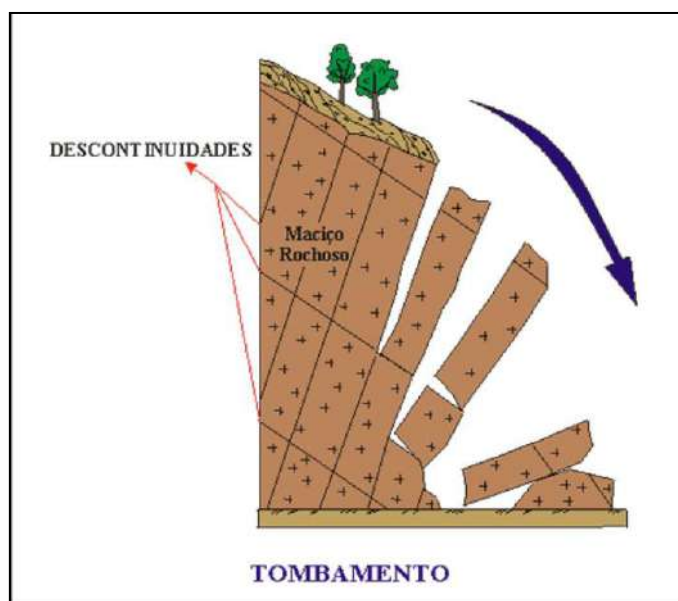


Figura 42 - O desprendimento por TOMBAMENTO, consiste no movimento de rotação de blocos rochosos, condicionado por estruturas geológicas no maciço rochosos sub-verticais.

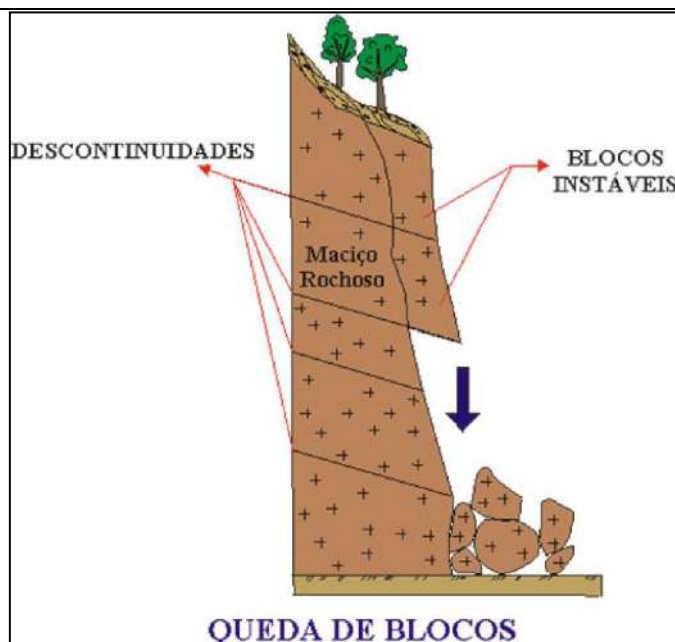


Figura 43 - O desprendimento por QUEDA DE BLOCOS, consiste em blocos de rochas que se desprendem do maciço e se deslocam em queda livre encosta abaixo, podendo ocorrer em volumes e litologias diversas.

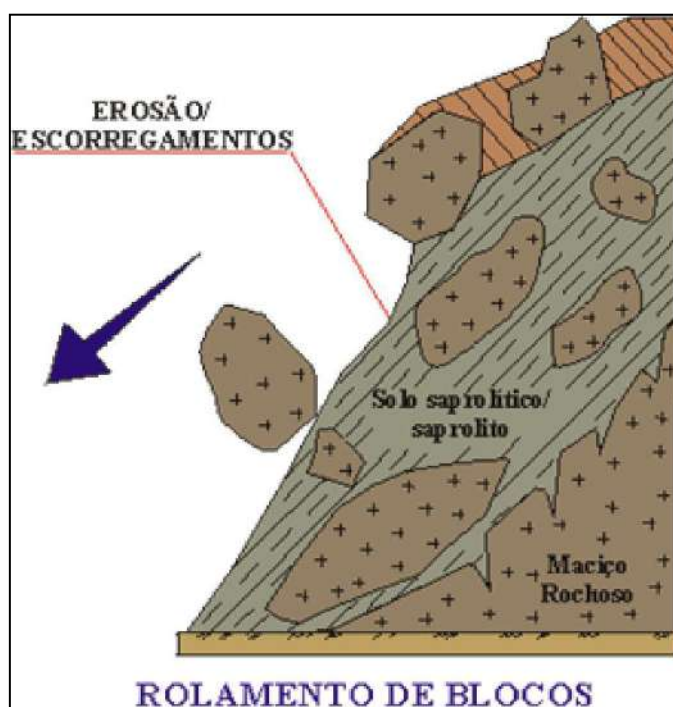


Figura 44 - O desprendimento por ROLAMENTO DE BLOCOS, consiste em movimento de blocos rochosos ao longo de encostas, o que geralmente ocorrer pela perda de apoio.

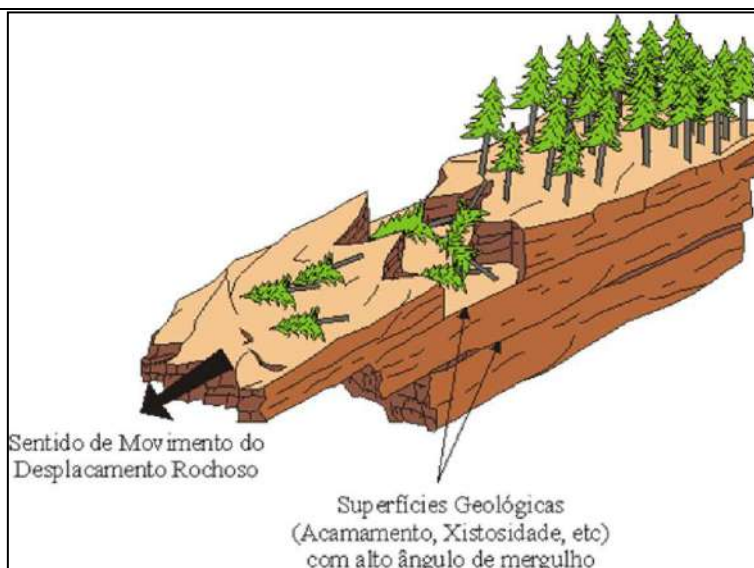


Figura 45 - O desprendimento por DESPLACAMENTO, consiste em movimento em queda livre ou por deslizamento de blocos rochosos, ao longo de superfícies estruturais (xistosidade, acamamento), que ocorre devido às variações térmicas ou por alívio de pressão.

2 - Escorregamentos: Escorregamentos são movimentos rápidos, de curta duração e de massas de terreno geralmente bem definida quanto ao seu volume cujo centro de gravidade se desloca para baixo do talude. A diferença entre rastejamento é a velocidade, rastejos são movimentos lentos e contínuos de material de encostas com limites indefinidos.

Podem envolver grandes massas de solo, como por exemplo, os taludes de uma região inteira, sem que haja, na área interessada diferenciação entre o material em movimento e o material estacionário. A movimentação é provocada pela ação da gravidade intervindo, porém, os efeitos devidos a variações de temperatura e umidade.

A velocidade máxima do movimento depende da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e da natureza do terreno os movimentos mais bruscos ocorrem em terrenos relativamente homogêneos que combinam coesão com atrito interno elevado e nos qual a superfície de escorregamento é mais inclinada. O decréscimo da resistência ao cisalhamento produzido pelo movimento inicial varia entre mais ou menos 20% para areias pouco soltas e argilas de pequena sensibilidade atingindo até 90% para areias saturadas muito soltas e argilas moles de grande sensibilidade, o que implica movimentos muito

rápidos para estes últimos materiais. Os movimentos de massa em taludes por escorregamento podem ocorrer através de 03 formas distintas, apresentadas a seguir:

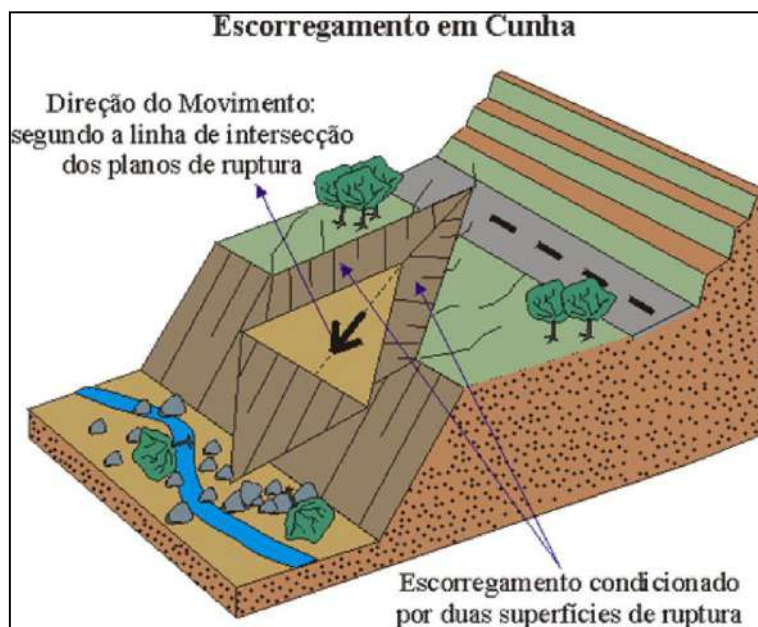


Figura 46 - Escorregamento em CUNHA, consiste em movimento ao longo de um eixo formado pela intersecção de estruturas planares em maciços rochosos, que desloca o material em forma de prisma. São comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

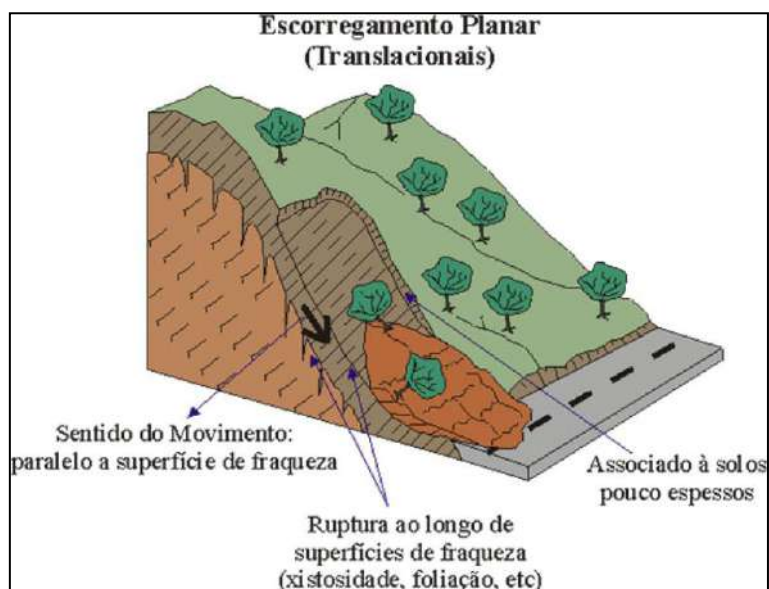


Figura 47 - Escorregamento PLANAR ou TRANSLACIONAL, ocorre geralmente em maciços rochosos onde o movimento é condicionado por estruturas planares (xistosidade, fraturamento, foliação, etc). O sentido do movimento é paralelo ao plano de ruptura, sendo que o ponto de ruptura geralmente ocorre no contato com a rocha subjacente.

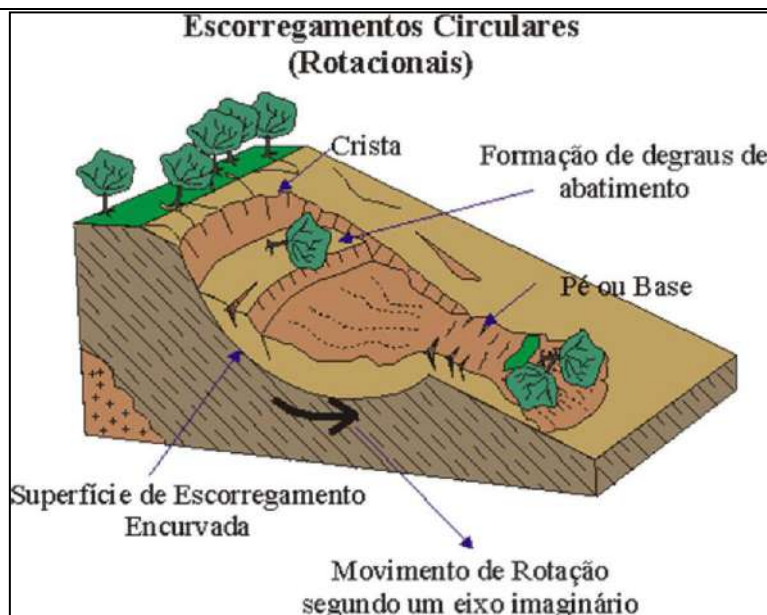


Figura 48 - Escorregamento CIRCULAR ou ROTACIONAL, apresenta superfície de deslizamento encurvada, correspondendo a movimento rotacional, segundo um eixo. Ocorre geralmente em aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas.

3 - Rastejo: Consiste em movimento descendente, lento e contínuo de massa de solo de um talude, caracterizando uma deformação plástica, sem geometria e superfície de ruptura definidas. Ocorrem geralmente em horizontes superficiais de solo/rocha, como também em rochas alteradas e fraturadas.

A ocorrência de rastejo pode ser identificada através da observação de indícios indiretos, tais como: encurvamento de árvores, postes e cercas, fraturamento da superfície do solo e de pavimentos, além do “embarrigamento” de muros de arrimo. Os rastejos são bons indicadores da ocorrência eminente de escorregamentos.

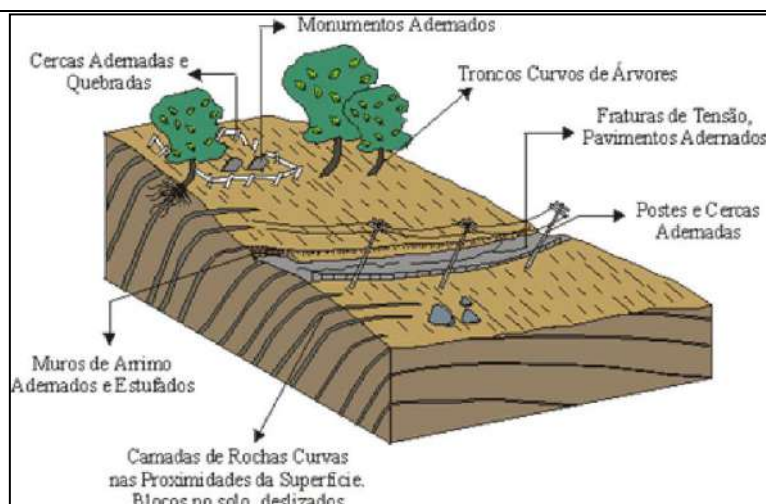


Figura 49 - Exemplo de movimentação do tipo rastejo.

Suscetibilidade de erosão na ADA e AID

Conforme foi observado em vistoriais realizadas na área de implantação, a área do aterro sanitário apresenta risco moderado de instabilidade de massas ou formação de processos erosivos, devido a região possuir uma parte em áreas íngremes, com presença de cobertura vegetal, sendo que a remoção parcial desta última poderá desagregar o solo, deixando-o susceptível a fenômenos de movimentação de massas, especialmente escorregamento.

De uma forma geral o relevo apresenta ondulação baixa a moderada, com declividade entre 5 e 25%.

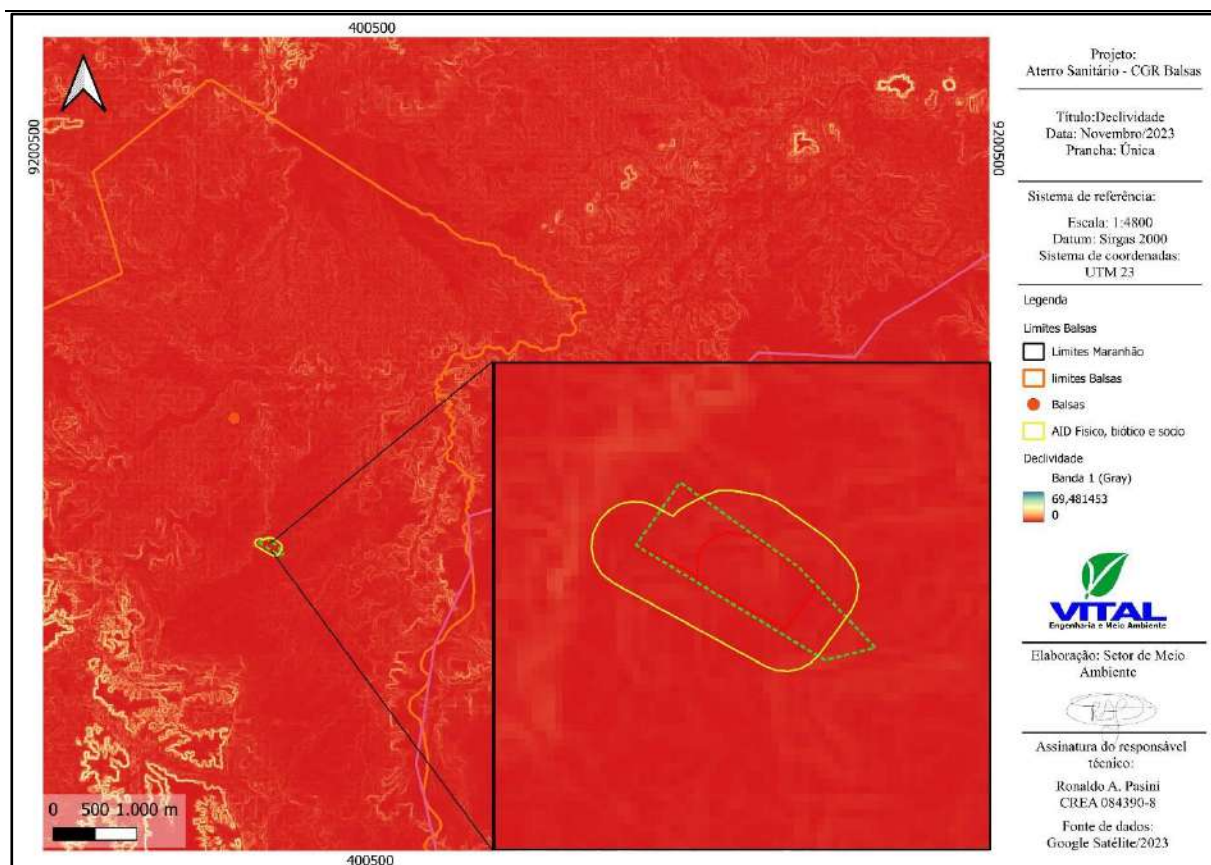


Figura 50 - Declividade

8.1.4.2 Pedologia

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) é um sistema multicategórico, descendente e de abrangência nacional aberto a atualizações e inserções e hierarquizado em seis diferentes níveis categóricos inseridos na Chave do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Compreende 13 classes de 1º nível (Ordens) e cerca de 625 classes no 4º nível (Subgrupos). No 1º nível apresentam as seguintes nomenclaturas: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos.

O desenvolvimento do sistema tem sido, desde a sua retomada em 1995 até sua publicação, o resultado do trabalho conjunto de estudiosos da classificação de solos que atuam em diversas instituições de pesquisa e universidades. A coordenação deste trabalho coube à

Embrapa Solos, que teve, também, o papel de articulador das ações necessárias para viabilizar a consecução dos objetivos do projeto.

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo, Solos Litólicos e Areia Quartzosa (EMBRAPA, 2006). Latossolos Amarelos são solos profundos, bem acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos, com elevada saturação de alumínio e teores de nutrientes muito baixos. São encontradas em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e com extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais comum as coberturas areno-argilosas e argilosas derivadas ou sobrepostas às formações sedimentares. Mesmo com baixa fertilidade natural e em decorrência do relevo plano e suavemente ondulado esse solo tem ótimo potencial para agricultura e pecuária. Devido sua baixa fertilidade e acidez elevada esses solos são exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos são solos minerais possuem textura média e argilosa, situando-se, principalmente, nas encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e topos de chapadas, com relevo que varia desde plano até fortemente ondulado. São originados de materiais de formações geológicas, principalmente sedimentares, de outras coberturas argilo-arenosas assentadas sobre outras formações geológicas. As áreas onde ocorrem essa classe de solo são utilizadas com cultura de subsistência com destaque para a cultura de milho, feijão, arroz e fruticultura (manga, caju e banana), além do extrativismo do coco babaçu. Nas áreas onde o relevo é plano a suavemente ondulado podem ser aproveitadas para a agricultura, de forma racional, com controle da erosão e aplicação de corretivos e adubos para atenuar os fatores limitantes à sua utilização. Solos Litólicos são solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, muito rasos ou rasos, com horizonte A sobre a rocha ou

sobre horizonte C. São de textura variável, freqüentemente arenosa ou média e preferencialmente ocupam locais com forte declividade, geralmente encostas de morros, serras e sopés de chapadas. As principais limitações quanto ao uso agrícola são a pequena espessura do solo, a freqüente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, a grande susceptibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado que são as mais freqüentes de sua ocorrência. Areias Quartzosas são solos arenosos, essencialmente quartzosos, que apresentem teores em argila inferiores a 15%, muito profundos, excessivamente drenados, forte a fortemente ácidos e com baixa a muito baixa fertilidade natural. Apresenta baixa saturação de bases e alta a média saturação de alumínio trocável. Não dispõem praticamente de nenhuma reserva de nutrientes para as plantas. A seqüência dos horizontes é do perfil do tipo A/C, onde A apresenta profundidade variável, com baixos teores de matéria orgânica (IBGE, 1984).

A formação e classificação pedológica da região e localização do empreendimento é expressa por meio da figura a seguir:

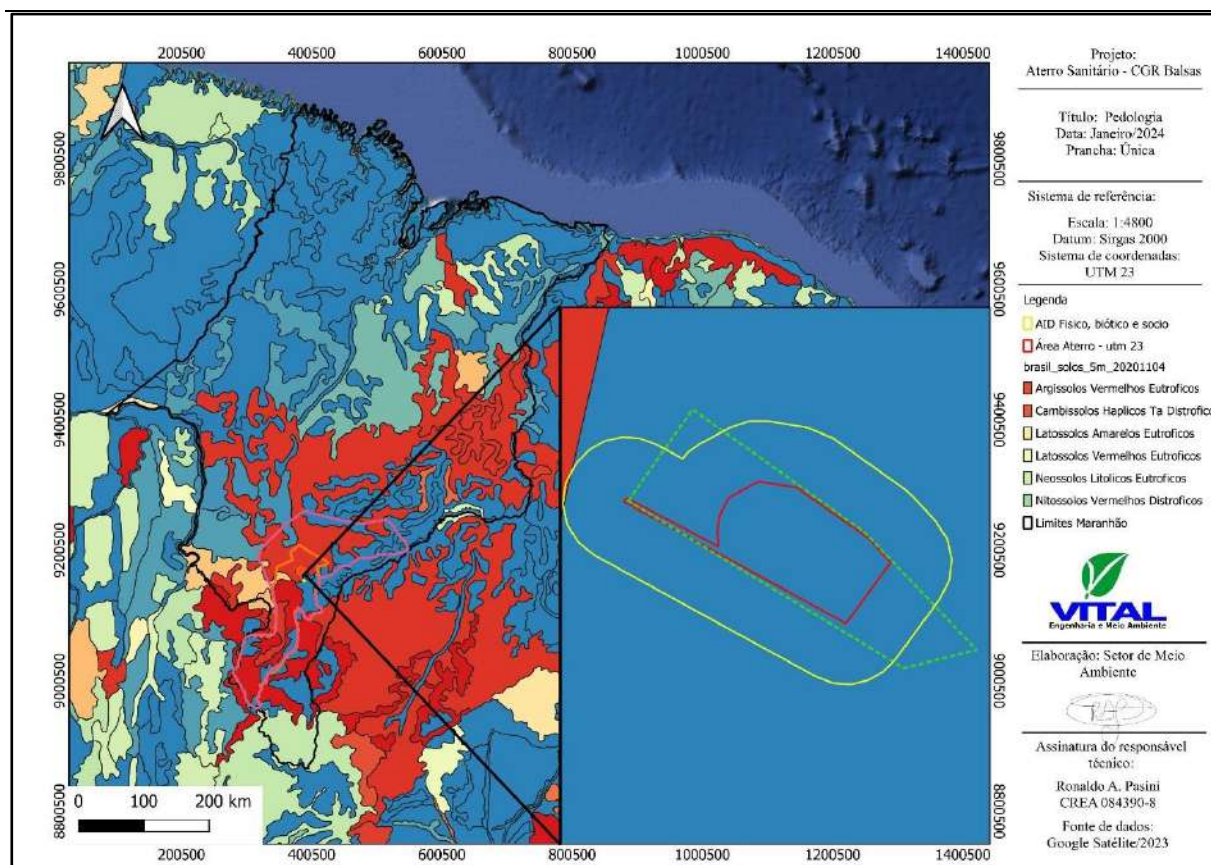


Figura 51 – Formação Pedológica

O Anexo 4 traz os laudos de sondagem da área de implantação com os perfis de solo e estratificação da área.

8.1.5 Recursos hídricos

8.1.5.1 Águas superficiais

O Maranhão é o único estado do Nordeste que menos se identifica com as características hidrológicas da região, pois não há estiagem e nem escassez de recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, em seu território. É detentor de uma invejável rede de drenagem com, pelo menos, dez bacias hidrográficas perenes. Podem ser assim individualizadas: Bacia do rio Mearim, Bacia do rio Gurupi, Bacia do rio Itapecuru, Bacia do rio Grajaú, Bacia do rio Turiaçu, Bacia do rio Munim, Bacia do rio Maracaçumé-Tromaí, Bacia do rio Uru-Pericumã-Aurá, Bacia do rio Parnaíba-Balsas, Bacia do rio Tocantins, além de outras pequenas bacias.

Suas principais vertentes hidrográficas são: a Chapada das Mangabeiras, a Chapada do Azeitão, a Serra das Cruzeiras, a Serra do Gurupi e a Serra do Tiracambu. As bacias hidrográficas são subdivididas em sub-bacias e microbacias. Elas constituem divisões das águas, feitas pela natureza, sendo o relevo responsável pela divisão territorial de cada bacia, que é formada por um rio principal e seus afluentes.

O município de Balsas pertence à bacia hidrográfica do rio Parnaíba, já que o rio das Balsas que drena a área do município é seu afluente pela margem esquerda. Esta bacia localiza-se na área transicional entre a Amazônia e a região Nordeste Ocidental. Por estar localizada numa área de transição, apresentam feições topográficas amazônicas na porção ocidental, feições aplainadas, sertanejas, no setor leste-sudeste, além de relevo subtabular que constitui as cuestas da porção central da bacia. Ela drena uma área aproximada de 331.441 km², distribuída entre os estados do Piauí, Maranhão e Ceará, sendo que uma parte está localizada no estado do Piauí, onde podem ser encontrados vários rios intermitentes.

Em sua foz, o rio Parnaíba apresenta uma planície litorânea com aspectos variados. Ele se origina da junção dos rios Surubim, Água Quente e Boi Pintado, cujas nascentes situam-se na serra da Tabatinga que é o ponto de convergência dos estados do Piauí, Maranhão, Tocantins e Bahia, numa altitude aproximada de 800 metros, no extremo sul do Maranhão.

Após um percurso de aproximadamente 1.400 km, desemboca em forma de delta, entre as baías do Caju e das Canárias. A partir da nascente, o curso segue rumo norte, margeado pelas serras do Penitente e Grande até a confluência com o rio Medonho, onde apresenta leve mudança para nordeste, mantendo seu curso até o município de Nova Iorque. De lá sofre uma súbita inflexão para leste, até Floriano, quando retorna seu rumo para norte.

Próximo a Duque Bacelar, o rio começa a fluir em direção nordeste, acentuado-se próximo à Santa Quitéria, persistindo até a foz. Flui, predominantemente, sobre terrenos Paleozóicos, porém, próximo a sua desembocadura corre sobre terrenos Quaternários.

Seus principais afluentes, pela margem direita, são os rios Gurguéia, Uruçuí Preto, Poti, Longá. Pela margem esquerda, rio das Balsas. Este tem suas cabeceiras na chapada das Mangabeiras com altitude média de 600 metros, após percorrer uma extensão de 525 km. Deságua no rio Parnaíba, à altura das cidades de Benedito Leite (MA) e Uruçuí (PI), cuja bacia hidrográfica tem cerca de 24.540 km². Trata-se de rio perene e tem como principais afluentes o rio Balsinhas, pela margem direita, e os rios Maravilhas e Neves, pela esquerda. Além do rio das Balsas, drena a área do município o rio Jacu e os riachos: Boa Sorte, das Coivaras, do Cocal, São Pedro, da Vargem Suja, Boa Esperança, dos Gerais, do Bom Sossego, da Taboca, da América, do Gavião, da Cachoeira, do Cocal, da Estiva, da Macaúba, do Espinho, Sobradinho, do Poço Verde, Brejo Comprido, Serrinha, Santo Antônio, do Boi, Veredão, Pendanga, dentre outros.

Abaixo são apresentados os mapas de localização do empreendimento em relação às bacias hidrográficas do estado do Maranhão, e na sequência sua posição na bacia hidrográfica do Rio Balsas.

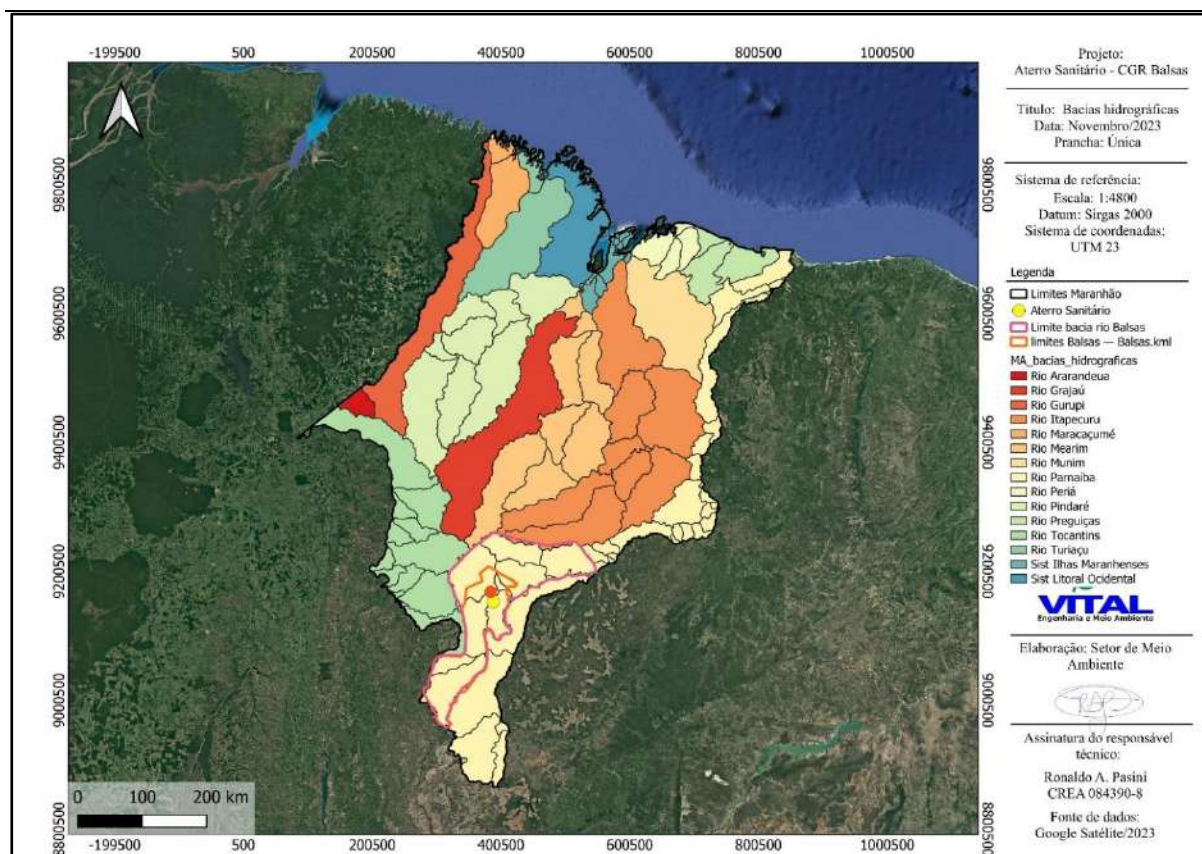


Figura 52 – Bacias Hidrográficas do Maranhão e localização do empreendimento

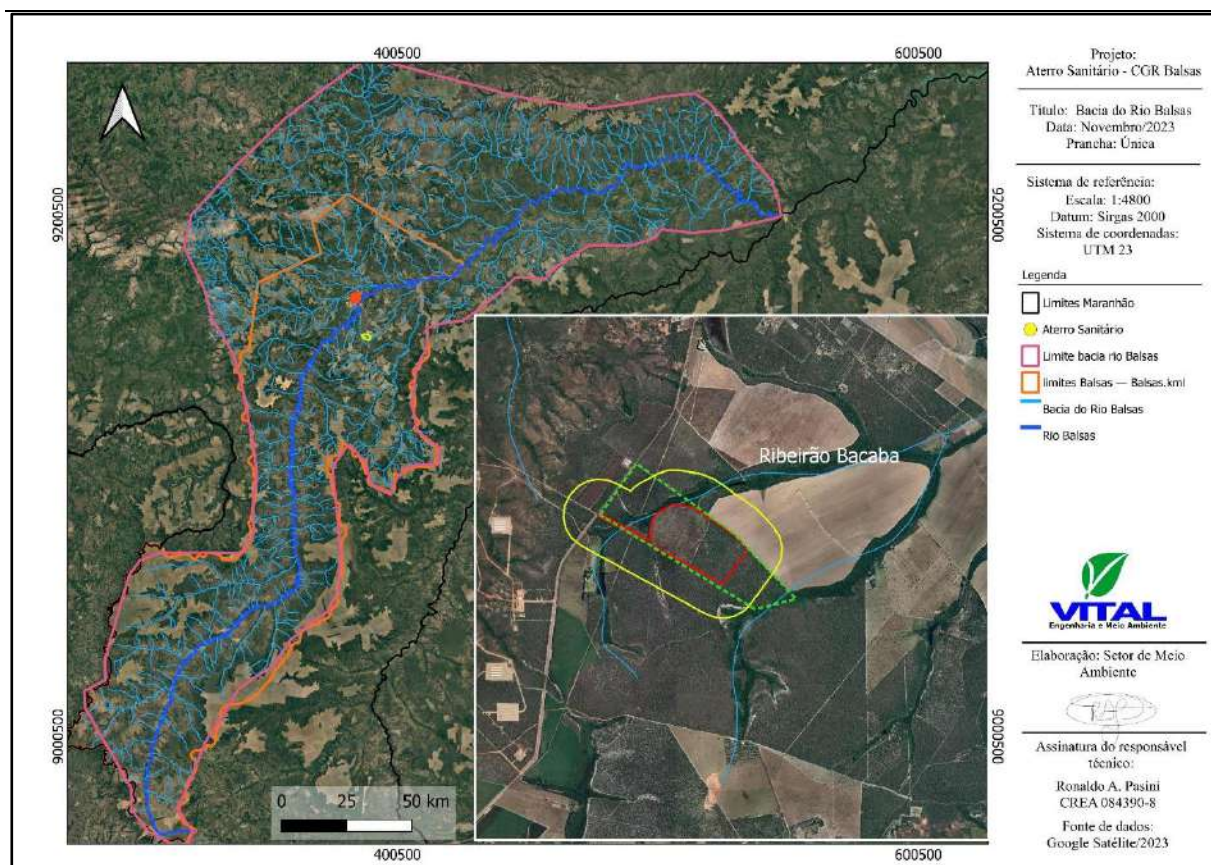


Figura 53 – Hidrografia da Bacia do Rio Balsas

8.1.5.2 Águas subterrâneas

O estado do Maranhão está quase totalmente inserido na Bacia Sedimentar do Parnaíba, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do país. Trata-se de bacia do tipo intracratônica, com arcabouço geométrico influenciado por feições estruturais de seu embasamento, o que lhe impõe uma estrutura tectônica em geral simples, com atitude monoclinal das camadas que mergulham suavemente das bordas para o seu interior. (CPRM, 2011)

Segundo Góes et al. (1993), a espessura máxima de todo o pacote sedimentar dessa bacia está estimada em 3.500 metros, da qual cerca de 85% são de idade paleozóica e o restante, mesozóica. Dessa forma, o estado do Maranhão, por estar assentado plenamente sobre terrenos de rochas sedimentares, diferentemente dos outros estados nordestinos, apresenta

possibilidades promissoras de armazenamento e exploração de águas subterrâneas, com excelentes exutórios e sem períodos de estiagem.

É considerada água subterrânea apenas aquela que ocorre abaixo da superfície, na zona de saturação, onde todos os poros estão preenchidos por água. A formação geológica que tem capacidade de armazenar e transmitir água é denominada aquífero. Em relação à geologia, existem três domínios principais de águas subterrâneas: rochas ígneas e metamórficas, que armazenam água através da porosidade secundária resultante de fraturas, caracterizando, segundo Costa (2000), “aquífero fissural”; rochas carbonáticas, calcário e dolomito, que armazenam água com o desenvolvimento da porosidade secundária, através da dissolução e lixiviação de minerais carbonáticos pela água de percolação ao longo das discontinuidades geológicas, caracterizando o que é denominado de “aquífero cárstico”; sedimentos consolidados, arenitos, e inconsolidados, as aluviões e dunas, que caracterizam o aquífero poroso ou intergranular.

O município de Balsas apresenta um domínio hidrogeológico: o do aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Piauí (C2pi), Pedra de Fogo (P12pf), Motuca (P3m) e Sambaíba (T12s); e pelos Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc).

O aquífero Piauí ocorre como aquífero livre, próximo à calha do rio Parnaíba, enquanto que mais para o centro da bacia ele está confinado pelos sedimentos argilosos e siltosos sobrepostos das demais formações. Apresenta uma constituição litológica, reunindo arenitos róseos, maciços, com raras intercalações de folhelhos na parte inferior, podendo ser considerado um bom aquífero, enquanto na seção superior, com predominância de siltitos e folhelhos apresenta uma permeabilidade fraca, constituindo uma zona pouco promissora para a captação de água subterrânea. Apresenta um potencial hidrogeológico que varia de fraco a médio, em sua seção superior, e de médio a elevado na seção inferior, mais arenosa. É alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, infiltração vertical,

ascendente e descendente, através das formações inferior e superior e pela contribuição da rede de drenagem superficial.

Os principais exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero, principalmente durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico, diminui a infiltração, favorecendo um substancial aumento do processo nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultante do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

As formações Pedra de Fogo e Motuca, representadas predominantemente por siltitos, folhelhos, arenitos muito finos, argilosos e lentes de sillexitos, portanto litologias essencialmente pelíticas, representa um manancial de fraco potencial hidrogeológico. Esses aquíferos são explorados no município principalmente através de poços tubulares rasos e poços escavados, tipo “amazonas”.

O aquífero Sambaíba, que ocorre tanto como aquífero livre como confinado na área do município, apresenta constituição litológica predominantemente arenosa (arenitos finos a médios, bem selecionados), com boa permeabilidade, caracterizando-se com de potencial hidrogeológico médio a elevado. É alimentado pela infiltração direta das precipitações pluviométricas nas áreas de recarga, sendo bastante favorecido pelo relevo aplanado, onde se desenvolvem extensos areais; infiltração vertical, descendente, através das formações superiores e pela contribuição da rede de drenagem superficial, principalmente na época de cheias. Seus principais exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aquífero principalmente durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico diminui a infiltração, favorecendo aumento desse processo nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aquífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultante do bombeamento

de poços manuais e tubulares, existentes. As Coberturas Colúvio-Eluviais podem armazenar água subterrânea no período chuvoso, dependendo de suas espessuras e, eventualmente, podem ser aproveitadas para captação em condições pontuais. Elas têm uma maior importância na alimentação das formações subjacentes e são exploradas através de poços de grande diâmetro, do tipo amazonas.

Abaixo é apresentado o mapa com os aquíferos aflorantes no estado do maranhão e a região de estudo e implantação do empreendimento.

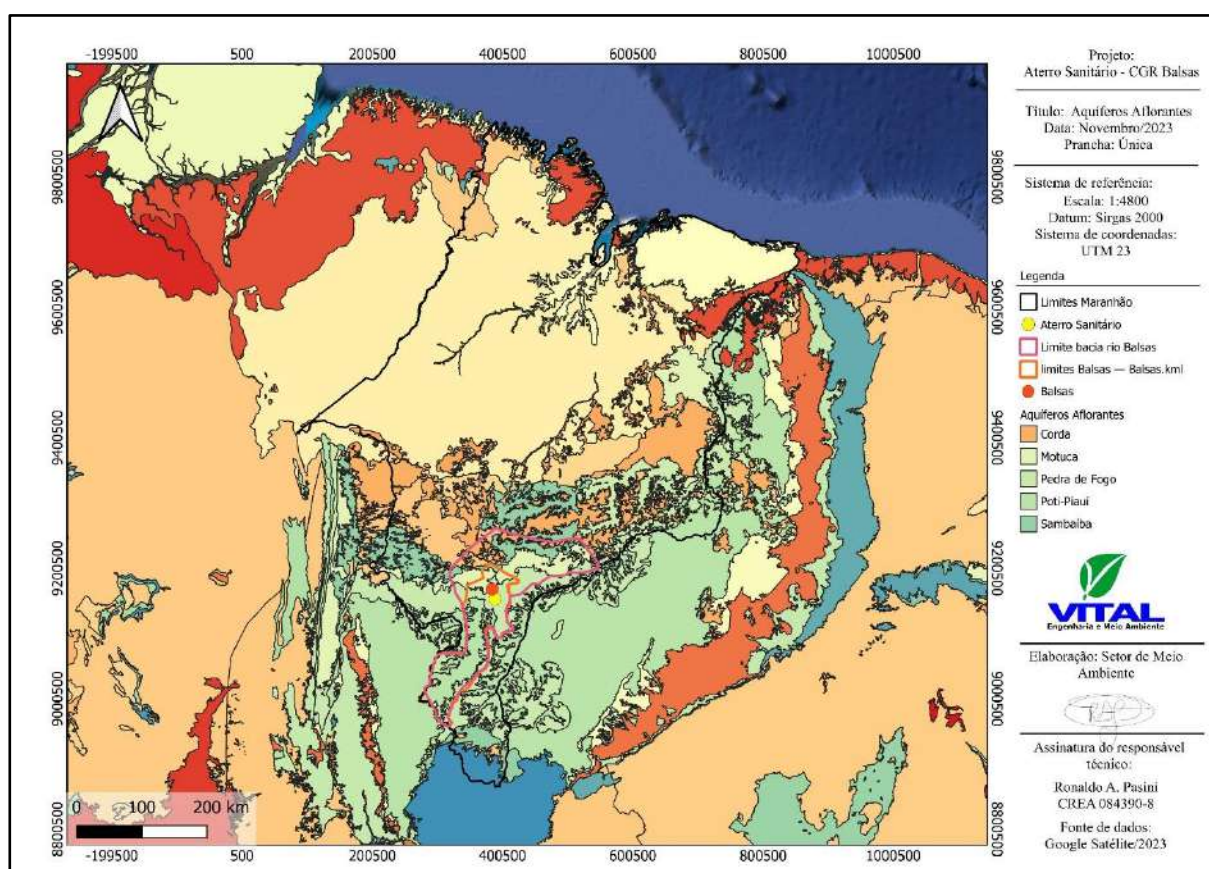


Figura 54 – Aquíferos Aflorantes

8.1.6 Qualidade da água

O aumento populacional tem contribuído para o aumento do consumo e consequentemente para o aumento da produção de resíduos com diferentes características físicas, biológicas e químicas (ABDEL-SHAFY e MANSOUR et al., 2018). O lixo doméstico,

comumente, possui uma dada quantidade de água, oriunda da umidade do ar e do processo de decomposição da matéria orgânica e, principalmente devido a composição ser basicamente de matéria orgânica (LINO et al. 2023). Essa água percorre lixões e aterros sanitários com a ajuda das chuvas, dissolvendo substâncias presentes em tais locais e formando um líquido extremamente poluente denominado chorume. A composição do chorume é importante na determinação dos seus efeitos potenciais sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas adjacentes (FARIA e MONDELLI, 2020; JUNIOR et al., 2023). Os contaminantes carreados pelo chorume são dependentes da composição do resíduo sólido e das atividades químicas, físicas e biológicas que ocorrem, simultaneamente, dentro do depósito (DULLIUS et al., 2020; VACCARI et al., 2019).

A quantidade, a qualidade e a concentração de chorume gerado no aterro são afetadas pelos seguintes fatores: precipitação, evapotranspiração, condição operacional do aterro, tempo de construção (exposição dos resíduos sem cobertura), grau de compactação, cobertura final (declividade e material impermeabilizante) e drenagem superficial da área do aterro (KLEIN et al., 2017; LINDAMULLA et al., 2022). Assim, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que visa minimizar os danos à saúde pública e os impactos sobre o meio ambiente (YAASHIKAA et al., 2022). Minimizando problemas de contaminação ambiental provenientes do descarte de resíduos sólidos urbanos.

Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área e reduzi-los ao menor volume possível, recobrando-os com uma camada de terra na conclusão de cada trabalho, ou intervalos menores, se necessário (MADADIAN et al., 2020). A infiltração da precipitação por meio do solo é um processo natural, e faz parte do ciclo de recarga do lençol freático. A percolação é a infiltração de água por meio dos resíduos sólidos, carreando com ela, as substâncias solúveis suspensas no meio; e a lixiviação é a operação que

separa certas substâncias, contidas nos resíduos sólidos, por meio de lavagem ou de percolação (ABDEL-SHAFY et al., 2024).

Desta forma, torna-se fundamental tratar e lançar o efluente dos aterros sanitários, de forma que os parâmetros estejam dentro dos limites máximos e mínimos estabelecidos pelas legislações pertinentes. Além disto, dada a grande relevância quanto aos mais diversos aspectos relacionados à poluição hídrica, a implementação destes aterros precisa seguir rigorosamente as normas técnicas para implementação. Diante deste cenário, a avaliação da qualidade dos recursos hídricos vem assumindo importância crescente nos últimos anos em face da relevância e gravidade dos problemas relacionados com as ações antrópicas (MELLO et al., 2020). Assim, se faz necessário um estudo de caracterização dos aspectos da qualidade da água do curso hídrico que irá receber o efluente tratado do aterro sanitário, para que se possa gerenciar de forma sustentável a atual qualidade do rio.

8.1.6.1 Material e Método

A coleta de água foi realizada com condições climáticas de tempo bom, junto às margens do Rio Ribeirão Bacaba, no município de Balsas. Foram determinadas variáveis físicas, químicas e biológicas, avaliando a qualidade da água e a verificação de sua compatibilização com os usos existentes e previstos, a dessedentação de animais, a irrigação de cultivos, a manutenção da vida aquática, e a verificação de eficácia das medidas de controle propostas e gerar informações com vistas ao gerenciamento dos recursos hídricos da bacia.

Em todos os pontos foram medidos o Oxigênio Dissolvido (OD), a temperatura da água e do ar com uso de sonda AKSO AK87. As amostras coletadas foram encaminhadas para o laboratório Acquáriu's Laboratório de Análises Ambientais, localizada no município de Imperatriz-MA. Neste laboratório foram analisados 24 parâmetros físicos e químicos da qualidade da água. Para a análise dos parâmetros seguiu-se a metodologia estabelecida pela

Standard Methods for Examinations of Water and Waste Water (SMEWW, 2017). Ainda, para determinar a qualidade da água seguiu-se a metodologia desenvolvida pela CETESB, através do Índice da Qualidade da Água, Índice de Estado Trófico, Índice de Comunidade Fitoplantônica, Índice de Comunidade Zooplantônica e índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) (CETESB, 2020).

Considerando que cabe ao Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão, estabelecer o enquadramento dos corpos de água do estado, fica resolvido que o enquadramento destes será embasado na Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março 2005 (BRASIL, 2005). Portanto, os resultados obtidos a partir da análise laboratorial serão comparados aos limites estabelecidos na resolução CONAMA 357/05, para rio de Classe II.

8.1.6.2 Índice da Qualidade da Água –IQA

A partir de uma pesquisa de opinião, realizada com especialistas em qualidade da água, o IQA foi elaborado em 1970 pelo National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos (CETESB, 2020). Este índice define parâmetros de qualidade que refletem principalmente a contaminação dos corpos hídricos, ocasionado pelo lançamento de esgotos domésticos. No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental ligada à Secretaria de Meio Ambiente do governo paulista, utiliza desde 1975 uma versão adaptada da versão original. Cabendo destacar que na versão brasileira o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total e o parâmetro fosfato, por fósforo total, mantendo-se, entretanto, os mesmos pesos e as respectivas curvas de qualidade. É um índice muito utilizado tanto para caracterizar a qualidade da água de rios (MEDEIROS et al., 2017a.; ALJANABI et al., 2020; AKHTAR et al., 2021), e bacias hidrográficas (NASCIMENTO et al., 2019; SIMEDO et al., 2018). Alguns estudos ainda preveem algumas adaptações (AKHTAR et al., 2021; CICILINSKI et al., 2020).

O IQA é determinado pelos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura (da amostra), nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais. Destaca-se que para os nove parâmetros supracitados, existem valores fixos (w_i), em relação a sua importância na conformação global. Conforme figura abaixo, cada parâmetro possui um valor de qualidade (q) obtido através da leitura do gráfico em função da concentração ou medida de análise laboratorial.

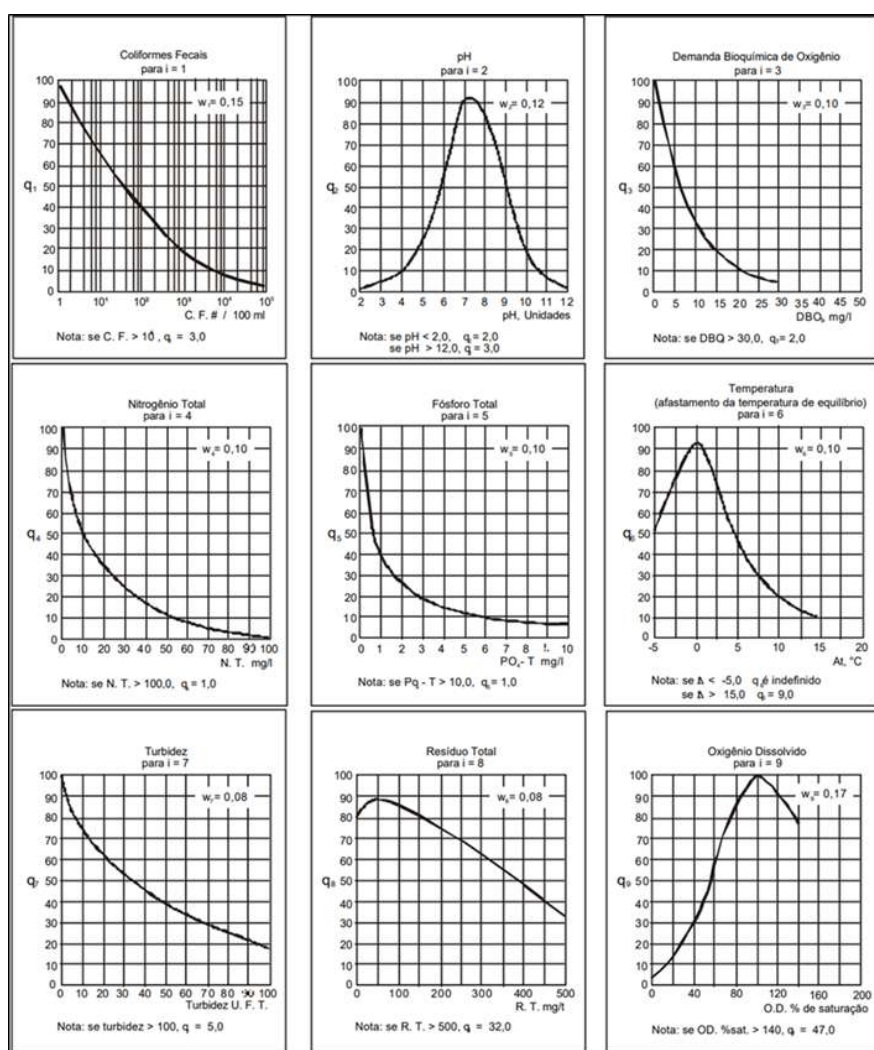


Figura 55 - Curvas médias de variação das águas. Fonte: CETESB, 2020.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice.

A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e;

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Em que:

n : número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Neste estudo foi utilizado o programa QualiGraf (MÖBUS, 2017). Assim foram calculados os índices de qualidade da água para cada amostra que representa um ponto no rio. O Índice de Qualidade da Água – IQA foi utilizado devido à facilidade de aplicação e o uso bastante difundido como indicador de qualidade da água. Seus valores podem variar de 0 a 100, conforme pode ser visualizado na figura abaixo.

Nível de Qualidade - CETESB	
Ótimo	$80 \leq IQA \leq 100$
Bom	$52 \leq IQA < 80$
Aceitável	$37 \leq IQA < 52$
Ruim	$20 \leq IQA < 37$
Péssima	$0 \leq IQA < 20$

Figura 56 - Faixa de valores que categorizam a qualidade da água. Fonte: Mobus, 2017.

8.1.6.3 Índice de Estado Trófico – IET

O elevado crescimento populacional e junto deste, o aumento das atividades antrópicas que geram impactos ao meio ambiente tem se intensificado nas últimas décadas. Neste contexto, a preocupação com a qualidade dos recursos hídricos superficiais destaca-se, visto a grande importância deste quesito. De forma geral, observa-se que a degradação da qualidade dos cursos hídricos é em função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica e das fontes pontuais e difusas de poluição (MELLO et al., 2020). Em áreas com elevada densidade populacional observa-se que a degradação ocorre principalmente devido ao lançamento de matéria orgânica, nutrientes, substâncias inorgânicas e tóxicas a partir de efluentes domésticos e industriais (MEDEIROS et al., 2017b; WEN et al., 2017).

Uma das formas de estimar o grau de degradação de corpos aquáticos é partir da utilização de índices de qualidade. Um dos índices utilizados é o Índice do Estado Trófico – IET, desenvolvido por Carlson (1977). Entretanto, como as equações desenvolvidas neste índice, inicialmente, foram desenvolvidas para ambientes de clima temperado, no Brasil, este mesmo índice foi adequado por Toledo Jr. et al. (1983). Desde a deste estudo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) tem aplicado esta metodologia para a determinação do estado de eutrofização de ambientes lênticos no estado de São Paulo. Porém em função das características dos corpos aquáticos variarem no tempo e espaço, em função do uso e ocupação do solo, houve a necessidade de alterações de alguns métodos de avaliação, em função disto, Toledo Jr. et al. (1990), alteram o IET e inserem outras categorias. Cabe destacar ainda que o cálculo do IET pode ser feito com apenas uma variável disponível, caso não houver resultado para fósforo total ou clorofila a, sem nenhuma limitação (CETESB, 2007; LAMPARELLI, 2004).

Por fim, como corpos aquáticos são sistemas complexos, não estáticos, algumas considerações passam a não corresponder à realidade do ambiente. Assim, a última alteração

do IET para ambientes subtropicais foi realizada por Lamparelli (2004). O resultado é composto pelo Índice do Estado Trófico para a concentração do fósforo total na coluna d'água e concentração de clorofila-a. Desta forma, seguem-se as seguintes equações:

Rio:	CL	$IET (CL) = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln CL)) / \ln 2)) - 20$
	PT	$IET (PT) = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln PT)) / \ln 2)) - 20$
Reservatório	CL	$IET (CL) = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln CL)) / \ln 2))$
	PT	$IET (PT) = 10 \times (6 - ((1,77 - 0,42 \times (\ln PT)) / \ln 2))$

Figura 57 - Equações utilizadas para gerar o IET de acordo com as variações dos parâmetros ambientais Fósforo Total e Clorofila-a para rios e reservatórios.

No modelo matemático proposto por Lamparelli (2004) a classificação para os índices de estado trófico se divide em: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico. O método leva em consideração a concentração de Fósforo Total (PT) e Clorofila “A” (CL), no quadro abaixo é possível observar esses níveis de classificação e o significado ambiental de cada item. Após encontrado o valor médio do IET, este é enquadrado nas categorias de estado trófico, conforme apresentado no quadro abaixo.

Quadro 1 - Critérios de classificação estado trófico segundo o Índice de Carlson Modificado por Lamparelli (2004).

IET	ESTADO TRÓFICO	CARACTERIZAÇÃO
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófico	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$59 < IET \leq 63$	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
$63 < IET \leq 67$	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da

IET	ESTADO TRÓFICO	CARACTERIZAÇÃO
		água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
IET > 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

8.1.6.4 Índice de Comunidade Fitoplantônica – ICF

As amostras destinadas à análise quantitativa do fitoplâncton foram obtidas com um frasco de vidro âmbar, por meio de amostragem na superfície, obedecendo a orientação do disco de Secchi, considerando a zona eufótica da coluna d'água. A amostra foi fixada com solução de lugol acético ou outro preservante orientado pelo laboratório. Amostras qualitativas de fitoplâncton foram obtidas mediante uso de rede com malha de abertura de 20 µm. Para a coleta, das amostras foi realizado o arraste, tendo na rede, o acoplamento de um fluxometro para estimar o volume de água filtrado.

A densidade fitoplantônica foi estimada mediante o uso de um microscópio invertido, segundo o método de Utermöhl (UTERMÖHL, 1958). O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou detritos presentes na amostra e o tempo de sedimentação conforme a altura da câmara de sedimentação, sendo de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara (MARGALEF, 1983).

A contagem foi feita aleatoriamente, por campos, até a obtenção de 100 indivíduos da espécie mais frequentes, sendo o erro inferior a 20%, a um coeficiente de confiança de 95% (LUND et al., 1958). Também foi considerada a curva de estabilização. O cálculo dos valores de densidade foi realizado de acordo com SMEWW (1995), sendo os resultados expressos em indivíduos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por mililitros, ou seja, considerando-se as formas em que as algas se encontram na natureza.

O Índice de Comunidade Fitoplanctônica utiliza a dominância dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, a densidade dos organismos e o Índice de Estado Trófico (IET), visando separar em categorias a qualidade da água. Com a alteração do IET, em 2005, foi estabelecida uma nova ponderação dessa variável, válida tanto para o índice para rios (ICFRIO) quanto para reservatórios (ICFRES), conforme mostra o quadro abaixo.

Quadro 2 - Classificação do Índice de Comunidade Fitoplanctônica.

CATEGORIA	PONDERAÇÃO	NÍVEIS
Ótima	1	Não há Dominância entre grupos Densidade Total < 1000 org/ml $IET \leq 52$
Boa	2	Dominância de Clorofíceas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade Total > 1000 e < 5000 org/ml $52 < IET \leq 59$
Regular	3	Dominância de Clorofíceas (Chlorococcales) Densidade Total > 5000 e < 10000 org/ml $59 < IET \leq 63$
Ruim	4	Dominância de Cianofíceas ou Euglenofíceas Densidade Total > 10000 org/ml $63 < IET$

O valor final, que gera o diagnóstico ou a classificação final da qualidade, foi simplesmente a média aritmética das três ponderações parciais relativas à dominância, densidade e valor de IET. Os laudos das análises da Comunidade Fitoplanctônica são apresentados no Anexo 3.

8.1.6.5 Índice de Comunidade Zooplantônica – ICZ

Para a avaliação da comunidade zooplantônica presente no Rio Ribeirão Bacaba foram coletadas amostras através do arraste das redes, estando acoplado um fluxometro para estimar o volume de água filtrado. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixados em solução de formaldeído a 4% ou outro preservante definido pelo laboratório analítico, tamponada com carbonato de cálcio.

A composição zooplanctônica foi avaliada utilizando-se lâminas e lamínulas comuns e microscópio óptico. A abundância da comunidade foi estimada através da contagem, em câmaras de Sedgwick-Rafter, de cinco sub-amostras, de 1,5 ml (total de 7,5 ml), obtidas com pipeta do tipo Hensen-Stempel, sendo os resultados de densidade final apresentados em indivíduos por mL.

O Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios- ICZRES leva em consideração a presença ou ausência dos principais grupos zooplanctônicos e relaciona a razão entre o número total de calanóides - indicador de melhor qualidade da água - e o número total de ciclopóides - indicador de ambientes altamente eutróficos (SAMPAIO et al., 2002; RIETZLER et al., 2002), com o respectivo Índice de Estado Trófico (IET), calculado com os dados de Clorofila-a. Estes dois resultados (razão NCal/NCyc e IET) encontram-se associados com categorias Boa, Regular, Ruim e Péssima, obtidas a partir do apresentado na figura abaixo.

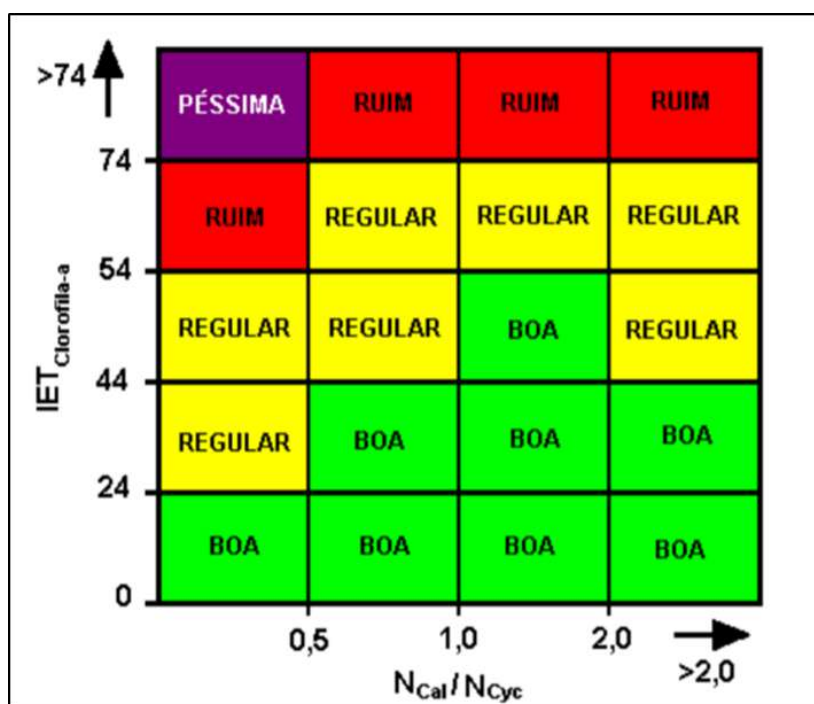


Figura 58 - Classificação do Índice de Comunidade Zooplanctônica. Fonte: CETESB, 2020.

Para a utilização desta matriz há necessidade da presença dos 3 principais grupos zooplanctônicos (Rotíferos, Copépodes e Cladóceros). Na ausência de Calanóides, deverá ser

atribuído $N_{Cal}/N_{Cyc} < 0,5$. Na presença de calanóides e ausência de ciclopóides, emprega-se $N_{CAL}/N_{CYC} > 2,0$. Na ausência de Rotíferos ou Cladóceros, atribuir RUIM. Na ausência de Ciclopóides, atribuir PÉSSIMA. As espécies registradas encontram-se no Anexo 3.

8.1.6.6 Índice Biological Monitoring Working Party – BMWP

O Índice BMWP é um índice qualitativo, que considera apenas a presença/ausência de famílias de macroinvertebrados bentônicos. A cada uma das famílias discriminadas no índice, é atribuído um valor de 1 a 10, de acordo com seu grau de tolerância ou sensibilidade a poluentes orgânicos (sendo 1 o valor atribuído para os organismos mais tolerantes, e 10 o valor atribuído para os organismos mais sensíveis ao impacto). Assim a pontuação para um determinado ponto amostral é obtida pela soma dos valores individuais de todas as famílias presentes (SILVEIRA, 2004). No quadro apresentado abaixo são apresentadas as famílias e suas respectivas ponderações, com dados adaptados de Loyola (2000).

Quadro 3 - Ponderação das famílias registradas de acordo com o grau de tolerância à poluição. Dados adaptados de Loyola et al., 2000.

TAXA	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae (Efemerópteros); Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae (Plecópteros); Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae (Tricópteros); Athericidae, Blephariceridae (Dípteros)	10
Astacidae (Crustáceos); Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae (Odonatas); Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae (Tricópteros).	8
Ephemerellidae (Efemerópteros); Nemouridae (Plecópteros); Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae (Tricópteros).	7
Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae (Moluscos); Hydroptilidae, (Tricópteros); Platycnemididae, Coenagrionidae (Odonatas)	6
Oligoneuridae (Efemerópteros); Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae (Coleópteros); Hydropsychidae (Tricópteros); Tipulidae, Simuliidae, (Dípteros); Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae (Turbelárias); Aeglidae (Crustáceos)	5
Baetidae, Caenidae (Efemerópteros); Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae (Coleópteros); Tabanidae, Stratiomyiidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Psychodidae, Anthomyiidae, Limoniidae (Dípteros); Sialidae (Megalópteros); Piscicolidae (Hirudíneas); Hidracarina (Ácaros)	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae (Hemípteros); Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae (Coleópteros); Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae,	3

TAXA	PONTUAÇÃO
Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae (Moluscos); Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae (Hirudíneas); Asellidae, Ostracoda (Crustáceos)	
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae (Dípteros)	2
Subclasse Oligochaeta (Todas as famílias)	1

O método original do BMWP não faz menção a um sistema de classificação da qualidade da água. Contudo tomando como base os índices bióticos existentes, é possível identificar faixas de pontuação para determinar classes de qualidade de água (ALBATERCEDOR e SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988) e estabelecer um Sistema de Classificação, conforme adaptação de Monteiro et al. (2008).

Esse sistema de classificação é dividido em cinco classes (graus de contaminação), que abrangem o espectro do somatório da pontuação das famílias encontradas no local. Cada classe recebe uma classificação quanto a qualidade de suas águas, que são: excelente, boa, satisfatória, ruim e muito ruim. E consequentemente, cada classe recebe uma cor referente ao seu grau de contaminação, que são azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, respectivamente, conforme pode ser visualizado no quadro abaixo, tornando o BMWP é útil para se comparar locais com diferentes graus de integridade.

Quadro 4 - Agrupamento das famílias de invertebrados bentônicos de acordo com a tolerância à poluição.

Classe	BMWP	Qualidade	Cor
I	≥ 150	Excelente	Azul
II	149-100	Boa	Verde
III	99-60	Satisfatória	Amarelo
IV	59-20	Ruim	Laranja
V	≤ 19	Muito Ruim	Vermelho

Os macroinvertebrados bentônicos compõem um grupo de grande importância ecológica em ambientes aquáticos (ERIKSEN et al., 2021; FEIO et al., 2021), habitando sedimento de corpos d'água e com capacidade de colonizar diversos tipos de substratos, tais como restos de árvores, folhas, rochas e macrófitas aquáticas, durante todo ou parte do seu ciclo

de vida (CALLISTO 2001; CAMARGO et al., 2019). A composição do substrato e a disponibilidade de alimento afetam diretamente a distribuição desses organismos e de suas comunidades no ambiente aquático (TIKKANEN et al., 2000; GALETI et al., 2020; COUTO et al., 2023), assim como as características físicoquímicas da água (TAMPO et al., 2021; SHUMAN et al., 2020; FEIO et al., 2021).

Estes organismos possuem sensibilidade a diversos tipos de degradação ambiental e respondem de forma diferente as condições do ambiente em que são expostos, podendo apresentar alterações morfológicas das espécies ou na estrutura das comunidades, refletindo o estado de todo o ecossistema aquático (BROOKS et al., 2021; WEGSCHEIDER et al., 2023). O estabelecimento dessas espécies depende do tipo de substrato, dos padrões de corrente, da concentração dos nutrientes e do regime de luz a que são expostos (PINTO et al., 2020). A utilização de macroinvertebrados bentônicos possibilita a avaliação desses ecossistemas continentais e apresenta-se como um método eficaz para estudos de impactos ambientais, uma vez que a integridade dessa comunidade de animais está intimamente relacionada a possíveis alterações no habitat quanto à presença de substâncias poluidoras (TAMPO et al., 2021; HARTMANN et al., 2019; TROTTIER et al., 2022).

Assim, esse grupo pode ser empregado como bioindicador de qualidade de água, permitindo uma avaliação associada aos efeitos ecológicos acarretados por diversos impactos no ambiente, tais como poluição ou implantação de empreendimentos (SILVA et al., 2016; COUTO et al., 2023, TROTTIER et al., 2022; ERIKSEN et al., 2021). Dessa forma, as características desse grupo, tais como abundância em ecossistemas aquáticos diversos (lênticos e lóticos), tipo de locomoção, e presença e ausência em amostragens antes e depois de impactos ambientais os tornam viáveis em estudos de qualidade ambiental (HARTMANN et al., 2019; COUTO et al., 2023).

Em função das características bioindicadoras dos macroinvertebrados bentônicos, o presente diagnóstico visou levantar as espécies e avaliar o estado atual de conservação da comunidade local, e inferir sobre sua relação com os fatores indicativos de qualidade na região de implantação do empreendimento. Assim, através das ponderações das famílias assinaladas para a área de influência do futuro empreendimento, objetivou-se gerar o índice BMWP e desta forma, categorizar a qualidade da água no trecho do Rio Ribeirão Bacaba. Como no projeto do aterro sanitário está previsto o lançamento do efluente tratado na ETE, o levantamento das famílias e espécies da macrofauna bentônica também servirá como critério de comparação, caso sejam liberadas as licenças ambientais para implementação e operação do empreendimento.

8.1.6.7 Coleta das Amostras

As amostras foram coletadas na área de influência da implantação do futuro aterro sanitário da CGR Balsas, as margens do Ribeirão Bacaba no município de Balsas – MA. A seguir é apresentado o mapa indicando os dois pontos amostrais (montante e jusante), bem como, uma tabela descrevendo os aspectos de conservação das suas respectivas Áreas de Preservação Permanente e localização em relação ao empreendimento.

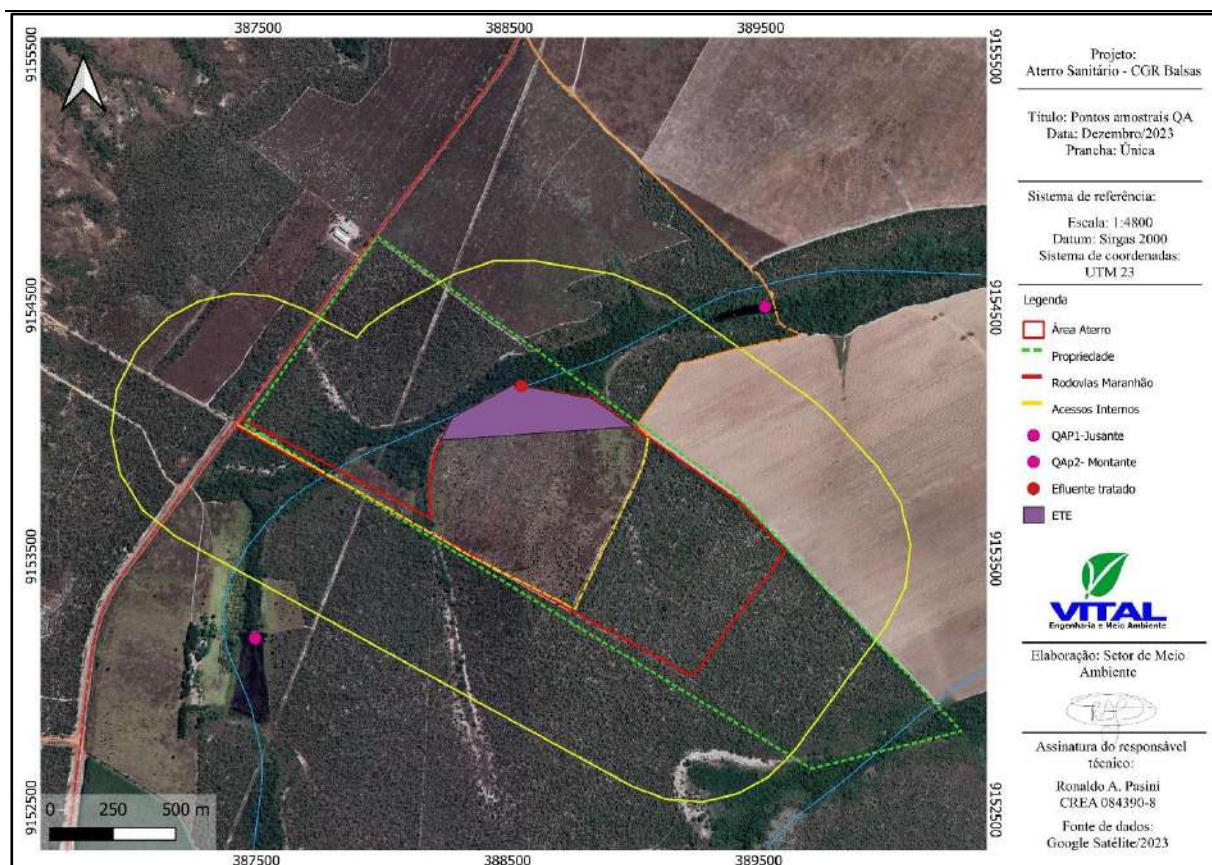


Figura 59: Pontos amostrais qualidade da água

Quadro 5- Localização geográfica e descrição das Áreas de Preservação Permanente dos três pontos amostrais.

Ponto	Sistema de Referência de Coordenadas - SIRGAS 2000: Geográficas		Descrição
	Latitude	Longitude	
P1	7°38'53.35"	46° 0'11.42"O	Localizado a jusante do futuro empreendimento. As áreas de APP, neste ponto, compreendem mata de galeria. O ponto amostral se caracteriza como lântico, devido a presença de uma barragem no leito do rio e também porque não ocorreu registros de precipitação pluviométrico no ato das coletas.
P2	7°39'34.45"S	46° 1'11.84"O	Localizado a montante do futuro empreendimento. As áreas de APP, neste ponto, a formação de Cerrado Strcto Senu, áreas de silvicultura e agrícola. O ponto amostral se caracteriza como lântico, devido a presença de uma barragem no leito do rio e também porque não ocorreu registros de precipitação pluviométrico no ato das coletas.

8.1.6.8 Resultado e Discussão

8.1.6.8.1 Parâmetros Ambientais Analisados

Conforme os parâmetros estabelecidos pela legislação CONAMA 357/05, o Rio Ribeirão Bacaba está enquadrado na Classe II. Os resultados obtidos nas análises laboratoriais para os dois pontos amostrados são apresentados nos quadros abaixo. Foram realizadas duas campanhas de amostragem abrangendo uma na estação seca (Setembro-2023) e uma na estação chuvosa (Dezembro-2023).

Quadro 6 - Resultados dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 1.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/05 Classe 2	Ponto 1		Atende - CONAMA 357/05
			set/23	dez/23	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Até 1.000 NMP/100mL	150,00	170,00	Sim
pH	-	Entre 6,0 e 9,0	6,05	6,09	Sim
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	10,91	12,79	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Até 500 mg/L	5,84	6,76	Sim
Sólidos Totais	mg/L	-	9,00	9,00	-
Sólidos Sedimentáveis	mL/L/h	-	0,09	0,09	-
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L O ₂	Maior que 5 mg/L O ₂	5,93	5,98	Sim
Salinidade	‰	Até 0,50 ‰	0,06	0,06	Sim
DBO	mg/L	Até 5,0 mg/LO ₂	0,00	0,00	Sim
Óleos e Graxas Totais	mg/L	Virtualmente Ausentes	0,00	0,00	Sim
Nitrogênio Total	mg/L N	-	0,90	0,78	-
Fósforo Total	mg/L P	Até 0,03 mg/L – ambiente lântico	0,05	0,05	Não
Ferro Dissolvido	mg/L	Até 0,30 mg/L	0,00	0,28	Sim
Mercúrio Total	mg/L	Até 0,0002 mg/L	0,00	0,00	Sim
Sulfeto	mg/L	Até 0,002 mg/L	0,004	0,002	Parcialmente
Chumbo Total	mg/L	Até 0,01 mg/L	0,00	0,00	Sim
Cianeto Livre	mg/L	Até 0,005 mg/L	0,00	0,00	Sim
Cromo Trivalente	mg/L	-	0,06	0,09	-
Cromo Hexavalente	mg/L	-	0,02	0,05	-
Fenóis Totais	mg/L	Até 0,003 mg/L	0,00	0,00	Sim

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/05 Classe 2	Ponto 1		Atende - CONAMA 357/05
			set/23	dez/23	
Surfactantes Aniônicos	mg/L	Até 0,50 mg/L	0,20	0,23	Sim
Turbidez	UNT	Até 100 UNT	10,00	10,00	Sim
Temp. da água	°C	-	23,20	24,00	-

Quadro 7 - Resultados dos parâmetros ambientais analisados para o Ponto 2.

Parâmetro	Unidade	CONAMA 357/05 Classe 2	Ponto 2		Atende - CONAMA 357/05
			set/23	dez/23	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Até 1.000 NMP/100mL	290,00	280,00	Sim
pH	-	Entre 6,0 e 9,0	6,14	6,08	Sim
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	11,66	11,70	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Até 500 mg/L	6,21	6,23	Sim
Sólidos Totais	mg/L	-	9,00	9,00	-
Sólidos Sedimentáveis	mL/L/h	-	0,09	0,09	-
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L O ₂	Maior que 5 mg/L O ₂	5,96	7,49	Sim
Salinidade	‰	Até 0,50 ‰	0,06	0,06	Sim
DBO	mg/L	Até 5,0 mg/LO ₂	0,00	0,00	Sim
Óleos e Graxas Totais	mg/L	Virtualmente Ausentes	0,00	0,00	Sim
Nitrogênio Total	mg/L N	-	1,12	1,12	-
Fósforo Total	mg/L P	Até 0,03 mg/L – ambiente lântico	0,05	0,05	Não
Ferro Dissolvido	mg/L	Até 0,30 mg/L	0,00	0,30	Sim
Mercúrio Total	mg/L	Até 0,0002 mg/L	0,00	0,00	Sim
Sulfeto	mg/L	Até 0,002 mg/L	0,006	0,002	Parcialmente
Chumbo Total	mg/L	Até 0,01 mg/L	0,00	0,00	Sim
Cianeto Livre	mg/L	Até 0,005 mg/L	0,00	0,00	Sim
Cromo Trivalente	mg/L	-	0,10	0,12	-
Cromo Hexavalente	mg/L	-	0,04	0,07	-
Fenóis Totais	mg/L	Até 0,003 mg/L	0,00	0,00	Sim
Surfactantes Aniônicos	mg/L	Até 0,50 mg/L	0,10	0,18	Sim
Turbidez	UNT	Até 100 UNT	10,00	10,00	
Temp. da água	°C	-	22,60	24,10	

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos durante as duas campanhas de amostragens realizadas na área de influência do futuro empreendimento. Estes resultados serão discutidos de forma separada para cada parâmetro ambiental, tendo como base a comparação com os limites máximos e mínimos estabelecidos para águas de Classe II, conforme resolução

CONAMA 357/05, sendo esta resolução, também critério de comparação no Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Maranhão.

8.1.6.9 *Coliformes Termotolerantes*

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, sendo uma das maiores preocupações em relações aos padrões da qualidade da água (RIBEIRO et al., 2022; MUNIZ et al., 2020). Geralmente, existem duas categorias de bactérias coliformes que são encontradas na água: coliformes totais e termotolerantes. O grupo coliformes é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Os coliformes totais são encontrados naturalmente no meio ambiente como no solo, na água e nos dejetos humanos ou de animais. A presença de coliformes totais, por si só, não implica que a água esteja comprometida, mas pode indicar a presença de bactérias potencialmente patogênicas.

Atualmente denominados de termotolerantes, os coliformes fecais são o grupo dos coliformes totais que estão presentes especificamente no intestino e nas fezes de animais de sangue quente e são considerados uma indicação mais precisa de contaminação fecal de animais e humanos. A bactéria *Escherichia coli* é a principal espécie do grupo dos coliformes termotolerantes e é considerada o melhor indicador de poluição fecal.

O parâmetro analisado Coliformes Termotolerantes possui limite de 1000 NMP/100mL estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 para rios de Classe II. Todas as amostras atenderam aos limites estipulados pela legislação, conforme pode ser visualizado no gráfico abaixo.

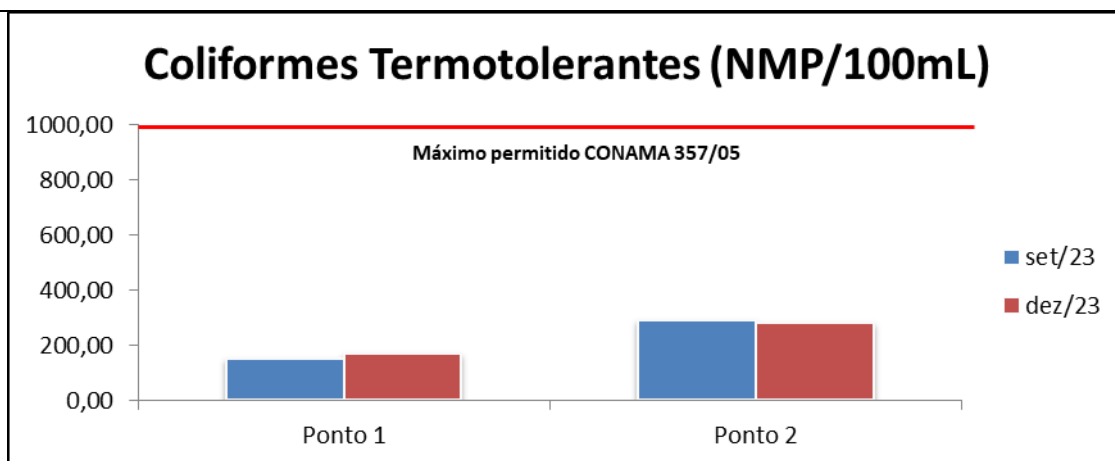


Gráfico 1 - Resultados do parâmetro coliformes termotolerantes para os pontos amostrados.

8.1.6.10 Potencial Hidrogeniônico – pH

Este parâmetro pode definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução e deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade. Alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres nela presentes. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para a corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a descontaminação das águas. Os resultados obtidos para o pH nos pontos amostrados atendem aos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05, sendo que o valor considerado para a Classe II é de 6,0 a 9,0, como pode-se observar no gráfico a seguir.

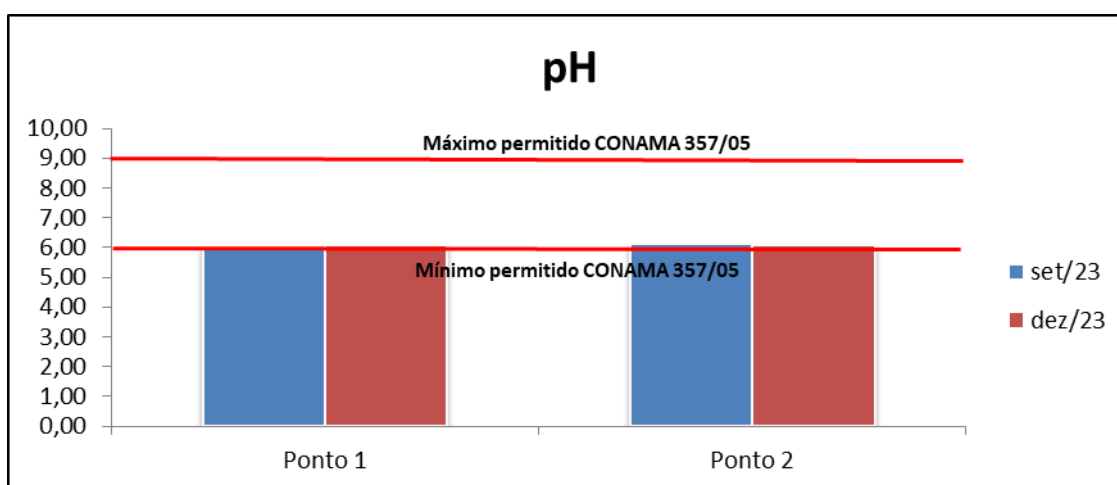


Gráfico 2 - Resultados do parâmetro pH para os pontos amostrados.

8.1.6.11 Condutividade Elétrica

Segundo Boesch (2002) e Esteves (2011), a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água, mas não especifica quantidades e componentes. É um parâmetro importante para controlar e determinar o estado e a qualidade de água (PIÑEIRO DI BLASI et al., 2013). Existe uma correlação estatística entre a condutividade da água e a concentração de diversos elementos e íons (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). De acordo com Esteves (2011), nas regiões tropicais a condutividade está relacionada com as características geoquímicas da região e condições climáticas (periodicidade de precipitações). Rios que podem ter a mesma nascente e diferentes drenagens apresentam diferenças na condutividade elétrica (FRANČIŠKOVIĆ-BILINSKI et al. 2013). Este resultado não possui valores máximos ou mínimos estabelecidos na resolução CONAMA 357/05. Os resultados obtidos na análise das amostras são apresentados abaixo.

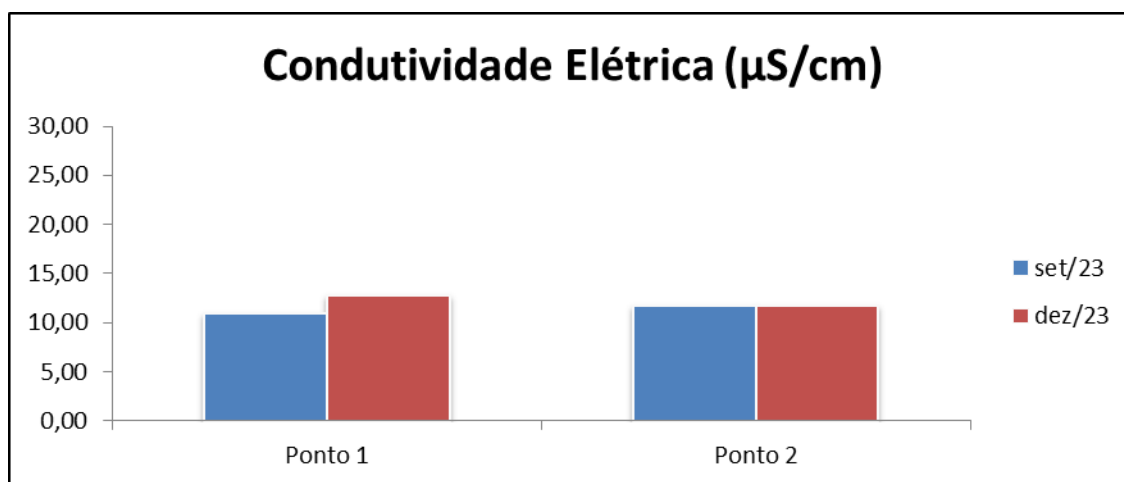


Gráfico 3 - Resultados do parâmetro condutividade elétrica para os pontos amostrais.

8.1.6.12 Sólidos Dissolvidos Totais

Os sólidos dissolvidos em água potável podem ser originários de fontes naturais, águas de escoamento urbano, resíduos municipais e industriais, produtos químicos utilizados no tratamento de água e da própria infraestrutura de canalização (AVIGLIANO, 2016; WU et al., 2021). Embora não sejam considerados um poluente primário, são um indicador da qualidade

da água. Os sólidos dissolvidos em níveis elevados na água potável podem afetar o sabor, tornando-o amargo ou salgado. Os TDS em níveis elevados podem também levar à formação de calcário e corrosão em qualquer aplicação, mas especialmente em caldeiras e água de refrigeração.

Os resultados para este parâmetro são apresentados no gráfico abaixo. De forma geral, todas as amostras analisadas, encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução do CONAMA 357/05, para águas de Classe II.

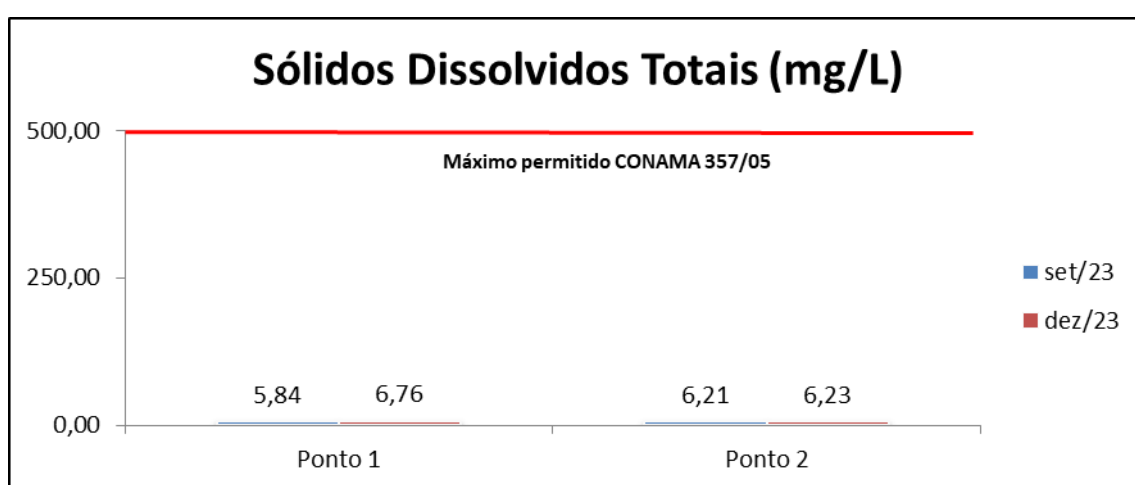


Gráfico 4 - Resultados do parâmetro sólidos dissolvidos totais para os pontos amostrados.

8.1.6.13 Sólidos Totais

Resíduos nas águas correspondem a todo material que permanece na cápsula após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de resíduos presentes na água (resíduo total, não-filtráveis, dissolvidos, fixos e voláteis). Os resíduos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios prejudicando a desova de peixes. Podem ainda reter bactérias e materiais orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Ainda, altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferirem sabor às águas. Além disso, os valores

elevados de sólidos suspensos podem indicar contaminação orgânica dos rios por efluentes domésticos ou industriais, ou excesso de matéria sólida levada aos rios por erosão, movimentação de terra na bacia e a perda da mata ciliar.

Os resultados obtidos para o parâmetro Sólidos Totais encontram-se representados no gráfico abaixo. Quanto a esse parâmetro a resolução CONAMA 357/05 não apresenta limites numéricos, apenas a observação de que os resíduos sólidos objetáveis devem estar virtualmente ausentes. Cabe destacar que este é um dos parâmetros analisados para gerar o Índice da Qualidade da Água, através da metodologia da CETESB (CETESB, 2020).

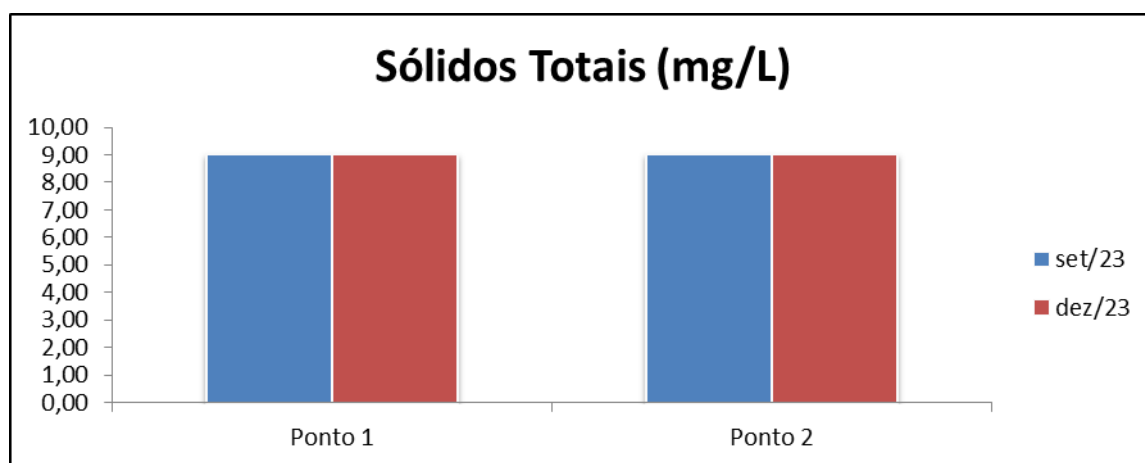


Gráfico 5 - Resultados do parâmetro sólidos totais para os pontos amostrados.

8.1.6.14 Sólidos Sedimentáveis

Sólidos sedimentáveis constituem a parte mais grosseira dos sólidos suspensos e são constituintes principais dos lodos das estações de tratamento. Os sólidos sedimentáveis são considerados indicadores de poluição e constituem um parâmetro importante de legislações. A análise de sólidos sedimentáveis é fundamental para garantir que os efluentes estejam livres de contaminação e, por ser um elemento de controle legal do tratamento de efluentes, a análise de sólidos sedimentáveis deve ser realizada de forma recorrente.

Apesar de estar previsto na resolução CONAMA 357/05, os valores contidos nesta legislação dizem respeito apenas ao lançamento de efluentes. Para águas de Classe II, não há

limites máximos ou mínimos estabelecidos. Os resultados obtidos para os pontos amostrados durante as duas campanhas realizadas podem ser conferidos no gráfico abaixo.

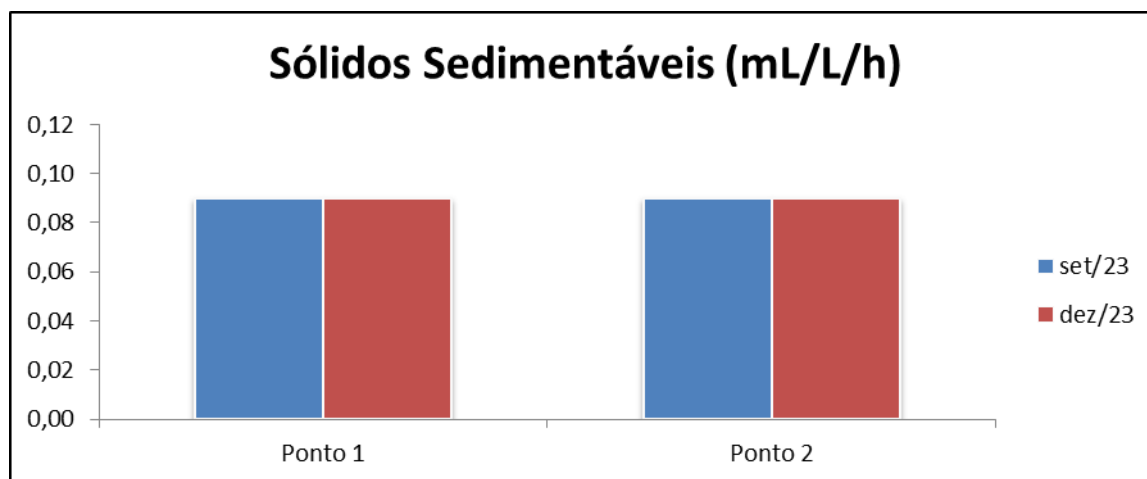


Gráfico 6 - Resultados do parâmetro sólidos sedimentáveis para os pontos amostrados.

8.1.6.15 Oxigênio Dissolvido – OD

Oxigênio dissolvido é a concentração de oxigênio (O_2) contido na água, sendo essencial para todas as formas de vida aquática. Os sistemas aquáticos produzem e consomem o oxigênio, o qual é retirado da atmosfera na interface água - ar e também é obtido como resultado de atividades fotossintéticas de algas e plantas (BOZORG-HADDAD et al., 2021; LIQOAROBBY et al., 2021). A quantidade de oxigênio presente na água em condições normais, depende da temperatura, da quantidade de sais presentes e da pressão atmosférica. A solubilidade dos gases aumenta com a diminuição da temperatura e aumento da salinidade. Portanto, águas mais frias retêm maior quantidade de oxigênio e águas salinas contêm menos oxigênio. A pressão relativa do ar e o grau de saturação do oxigênio, alteram com a altitude, sendo que o oxigênio contido na água diminui com o aumento da altitude devido ao decréscimo da pressão relativa. Por isso, equipamentos portáteis para medidas de OD em campo devem ser constantemente calibrados. As concentrações de OD normalmente são expressas em mg/L, podendo também serem registradas em porcentagem de saturação (quantidade de oxigênio

contido em 1L de água relativo ao nível total de oxigênio que a água pode reter naquela temperatura).

Os níveis de OD tem variações sazonais e em períodos de 24h. Normalmente, em águas naturais e ao nível do mar, a concentração está em torno de 8mg/L a 250 °C. A concentração de OD em lagoas e represas, varia verticalmente na coluna de água, ao passo que em rios e riachos apresenta variações mais horizontais ao longo do curso das águas (ARR et al., 2020; HUANG et al., 2019; LOPES et al., 2018). Rios de grande profundidade podem apresentar alguma estratificação vertical do OD (KAMIDIS et al., 2021).

A determinação da concentração de OD é de importância fundamental na avaliação da qualidade das águas, uma vez que o oxigênio, está envolvido praticamente em todos os processos químicos e biológicos (BOZORG-HADDAD et al., 2021). A descarga em excesso de material orgânico na água pode resultar no esgotamento de oxigênio do sistema (HAMDHANI et al., 2020). Exposições prolongadas a concentrações abaixo de 5mg/L podem não matar alguns organismos presentes, mas aumenta a susceptibilidade ao estresse. Exposição abaixo de 2 mg/L podem levar à morte a maioria dos organismos. A análise de OD em águas subterrâneas tem uso mais limitado como indicador de poluição. Sua medida se torna mais necessária para entendimento de processos químicos e bioquímicos que ocorrem nos aquíferos (CHEN et al., 2020; BU et al., 2021; SALGADO et al., 2018; FACCO et al., 2020).

As determinações de OD devem ser conduzidas preferencialmente *in situ*. Caso não seja possível, as amostras devem ser analisadas no máximo em até 8 horas após a coleta, desde que sejam devidamente preservadas em campo. Os resultados obtidos para o OD atendem aos padrões do CONAMA 357/05 sendo que o valor considerado para rios da classe II é superior a 5,0 mg/L O₂ e todas as amostras analisadas apresentaram resultados acima desse valor, como se pode observar no gráfico abaixo.

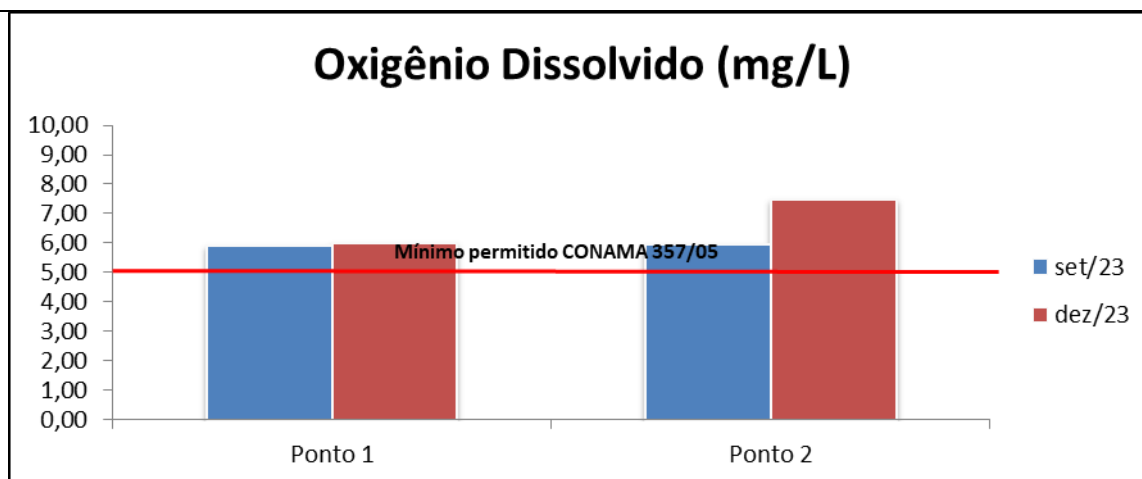


Gráfico 7 - Resultados do parâmetro oxigênio dissolvido para os pontos amostrados.

8.1.6.16 Salinidade

A elevada salinidade torna o sabor da água desagradável, conferindo-lhe a propriedade laxativa aos seus usuários. Na irrigação promove o processo de salinização acelerada dos solos, tornando as terras impróprias ao uso agrícola e no no consumo animal poderá ocorrer distúrbios intestinais, sendo mais agravante naqueles animais que estão em proceso de gestação e amentação.

Em período de seca a diminuição da precipitação pluviométrica também pode influenciar na variação deste parâmetro. Ainda, a maior ou menor variação de sais minerais presentes no sistema também influenciam diretamente na variação deste parâmetro. A resolução CONAMA 357/05, não estabelece valores limites para este parâmetro. Os resultados obtidos para as amostras coletadas nos pontos amostrais são apresentados abaixo.

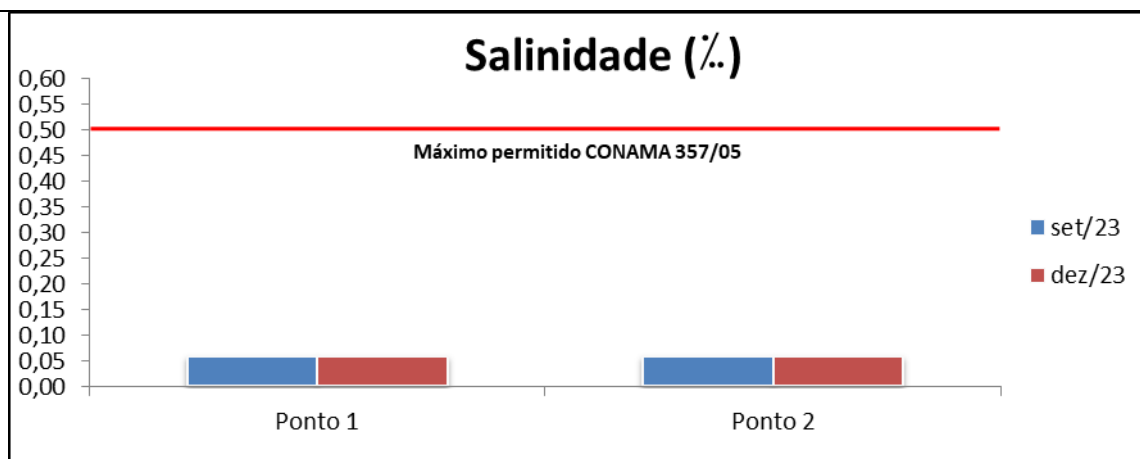


Gráfico 8 - Resultados do parâmetro salinidade para os pontos amostrados.

8.1.6.17 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

A DBO de uma amostra de água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Normalmente é considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20}.

Maiores acréscimos, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Valores elevados podem indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e ainda, poder obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água. Pelo fato da DBO somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, ela não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana.

Os resultados obtidos para DBO para os pontos amostrados, apresentaram valores não detectáveis, portanto considerados igual a zero (0). Diante disto, cabe destacar que todas as

amostras estão dentro dos limites do CONAMA 357/05 para classe II sendo que o valor máximo permitido é de até 5,0 mg/L O₂. Como os resultados obtidos são muito baixos, para este parâmetro em específico, não será realizada a representação gráfica.

8.1.6.18 Óleos e Graxas Totais

Constituem um conjunto substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, solúveis em n-hexano (solvente) e que compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais etc. Este parâmetro costuma ser identificado também por MSH - material solúvel em hexano. Os óleos e graxas - OG raramente são encontrados em águas naturais, pois geralmente são oriundos de despejos de efluentes das indústrias de prospecção de petróleo, petroquímicas, de óleos comestíveis, laticínios, matadouros, frigoríficos, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas, etc (ZACHARIAS e FORNARO, 2020; RESTREPO et al., 2019). Estas substâncias, em seu processo de decomposição, reduzem o oxigênio dissolvido, elevando a DBO_{5,20}, causando alteração no ecossistema aquático (ELJAIEK-URZOLA et al., 2019).

Nas águas naturais, os OG acumulam-se nas superfícies, podendo trazer sérios problemas ecológicos por dificultar as trocas gasosas que ocorrem entre a massa líquida e a atmosfera, em especial a de oxigênio (SOARES et al., 2021; CORDES et al., 2016; DISNER e TORRES, 2020). Além disso, os óleos e graxas provocam obstrução em redes coletoras de esgotos e inibição em processos biológicos de tratamento.

A resolução CONAMA 357/05 não prevê limites máximos ou mínimos para águas de Classe II, apenas a especificação que precisa estar virtualmente ausentes. Os resultados das amostras coletadas nos pontos amostrados encontram-se representados no gráfico abaixo. De forma geral, como os resultados obtidos foram menores que o limite de quantificação pelo laboratório, considera-se resultados iguais a zero (0). Portanto, todas as amostras encontram-se

dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05. Como os resultados apresentados são muito baixos, não será realizado a representação gráfica.

8.1.6.19 Nitrogênio Total

O Nitrogênio é junto com o fósforo o elemento que ajuda a causar o processo de eutrofização (DODDS e SMITH, 2016; SHEN et al., 2020). Grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes. O nitrogênio pode estar presente na água na forma de nitrogênio amoniacal, orgânico, nitrato e nitrito. Os nitrogênios amoniacal e orgânico são chamados reduzidos e o nitrato e nitrito oxidados, podendo ser associados à idade da poluição. Sendo assim, se na amostra de água superficial, for encontrada predominância de formas reduzidas (amônia e nitrogênio orgânico) significa que a fonte da poluição se encontra próxima e recente. Se prevalecer nitrato e nitrito, as fontes de contaminação encontram-se distantes.

O nitrato é a principal forma de nitrogênio configurado encontrado nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a sua principal fonte são os dejetos humanos e de animais (BERGER et al., 2022; TUHOLSKE et al., 2021). Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes, por isso quando em grandes concentrações pode ocorrer a eutrofização do corpo hídrico (SHEN et al., 2020). O nitrito é uma forma química de nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, sendo mais comum em água subterrânea, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

O Nitrogênio não possui padrão estipulado na resolução CONAMA 357/05 que possui limites para outros parâmetros relacionados: Nitrogênio Amoniacal total, Nitrito e Nitrato que

são as diferentes formas que se encontra o nitrogênio em águas naturais. Por participar do processo de eutrofização artificial, optou-se por analisar o nitrogênio total, bem como, para calcular o Índice de Qualidade da Água (LI et al., 2013; CETESB, 2020). Os resultados obtidos para as amostras analisadas nos pontos a mostrados durante as duas campanhas de amostragens são apresentados no gráfico abaixo.

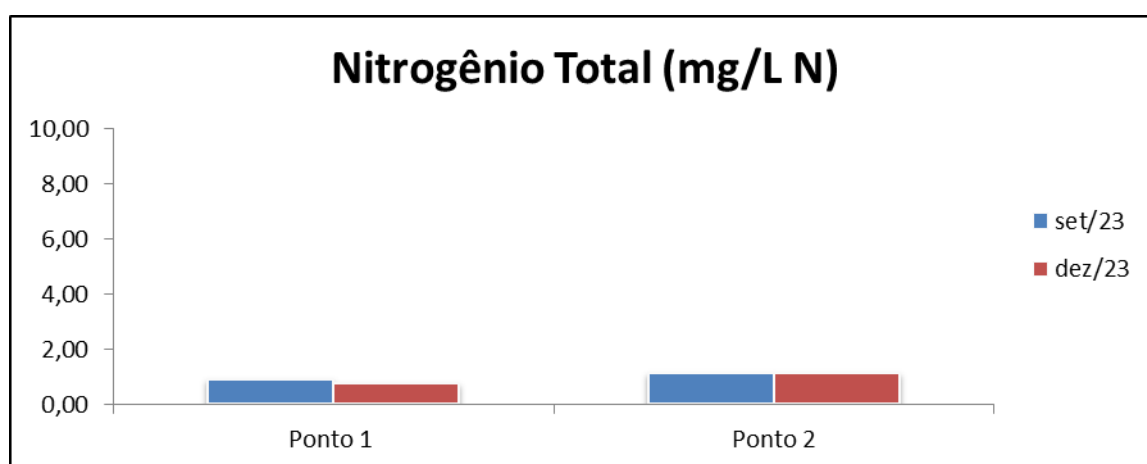


Gráfico 9 - Resultados do parâmetro nitrogênio total para os pontos amostrados.

8.1.6.20 Fósforo Total

O fósforo é um dos principais nutrientes presentes na hidrosfera, pois participa de importantes processos metabólicos em seres vivos. A importância do fósforo nesses ambientes é verificada através da atuação do fósforo como o principal nutriente limitante para produtividade primária em ambientes aquáticos continentais (ESTEVES, 2011). No ambiente aquático, o fósforo se apresenta sob a forma de fosfato que pode ser classificado como: fosfato insolúvel, fosfato orgânico dissolvido, fosfato reativo, fosfato total dissolvido e fosfato total. Do ponto de vista da importância biológica do fósforo, em ambientes aquáticos, a fração fosfato reativo se destaca porque é a fração mais bio-disponível para os seres vivos, como por exemplo, os micro-organismos plâncton, especialmente algas (ESTEVES, 2011). O lançamento de despejos, tratados ou não, ou o carreamento de fertilizantes para as águas superficiais pode estimular o desenvolvimento excessivo de organismos.

Atividades antrópicas como os esgotos domésticos, são naturalmente ricos em fósforo e a sua concentração ultimamente vem aumentando, devido ao uso sempre crescente de detergentes sintéticos que os contém (QUEVEDO e PAGANINI, 2017; MEKONNEN e HOEKSTRA, 2018). Ainda, os fosfatos são largamente empregados como fertilizantes comuns e são levados pelas chuvas até os cursos d'água (GOYETTE et al., 2018). Altas concentrações de fósforo na água estão associadas com a eutrofização artificial, provocando o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas em cursos d'água (NGATIA e TAYLOR, 2019). De acordo com os valores apresentados, observa-se que o valor de referência da CONAMA 357/05 para o Fósforo Total foi excedido para os pontos amostrais, conforme pode ser constatado no gráfico abaixo.

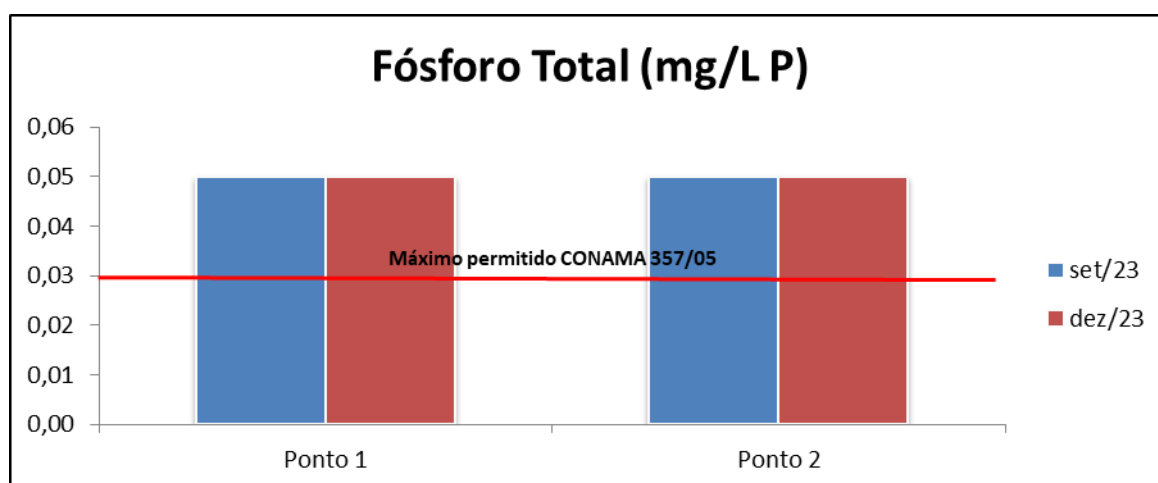


Gráfico 10 - Resultados do parâmetro fósforo total para os pontos amostrados.

Dentre as mudanças antrópicas que influenciam negativamente na qualidade da água, o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento em cursos hídricos pode ser um dos mais significativos (KHALID et al., 2018). Os níveis alterados deste parâmetro, é um bom indicativo de poluição por lançamento de esgoto doméstico sem tratamento. Destaca-se ainda a importância das áreas de agricultura e silvicultura lindeiras aos pontos amostrados. O revolvimento do solo para o plantio de monoculturas, principalmente soja, podem contribuir

para o aporte de sedimentos ao longo da bacia hidrográfica onde está localizado o empreendimento (MELLO et al., 2020).

Associado a isso, a aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas, que podem conter em sua composição altas cargas de fósforo que por ventura, acabam sendo carregadas para o corpo hídrico, também podem estar contribuindo para os valores encontrados (MENDES et al., 2020). Ainda, destaca-se a utilização de fertilizantes, cada vez mais frequentes e em maiores quantidades, para o aumento do rendimento das monoculturas cultivadas (GIRARDI et al., 2016). Sendo assim, o programa ambiental de monitoramento da qualidade das águas superficiais, se torna essencial no que diz respeito também na avaliação da bacia hidrográfica onde estará localizada o futuro empreendimento.

8.1.6.21 *Ferro Dissolvido*

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme a reação: $\text{Fe} + \text{CO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{FeCO}_3$. O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carregamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Pode ser uma fonte importante de contribuição os efluentes industriais, visto que muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é procedida através da passagem da peça em banho ácido.

O ferro, apesar de não se constituir em um elemento tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede

de distribuição. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004). É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais.

No tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de ferro na etapa de coagulação e floculação. As águas que contêm ferro caracterizam-se por apresentar cor elevada e turbidez baixa. Os flocos formados geralmente são pequenos, ditos “pontuais”, com velocidades de sedimentação muito baixa. Em muitas estações de tratamento de água, este problema só é resolvido mediante a aplicação de cloro, denominada de pré-cloração. Através da oxidação do ferro pelo cloro, os flocos tornam-se maiores e a estação passa a apresentar um funcionamento aceitável. No entanto, é conceito clássico que, a pré-cloração de águas deve ser evitada, pois em caso da existência de certos compostos orgânicos chamados precursores, o cloro reage com eles formando trihalometanos, associados ao desenvolvimento do câncer. Nas águas tratadas para abastecimento público, o emprego de coagulantes a base de ferro provoca elevação em seu teor.

Levando em consideração os limites estipulados na resolução do CONAMA 357/05 de 0,3 mg/L, o parâmetro analisado Ferro Dissolvido, não excedeu os limites máximos estabelecidos pela legislação pertinente. Cabe destacar que para a campanha de Setembro-2023, as amostras analisadas não apresentaram valores detectáveis, sendo consideradas, portanto, igual a zero (0), conforme pode ser observado no gráfico abaixo.

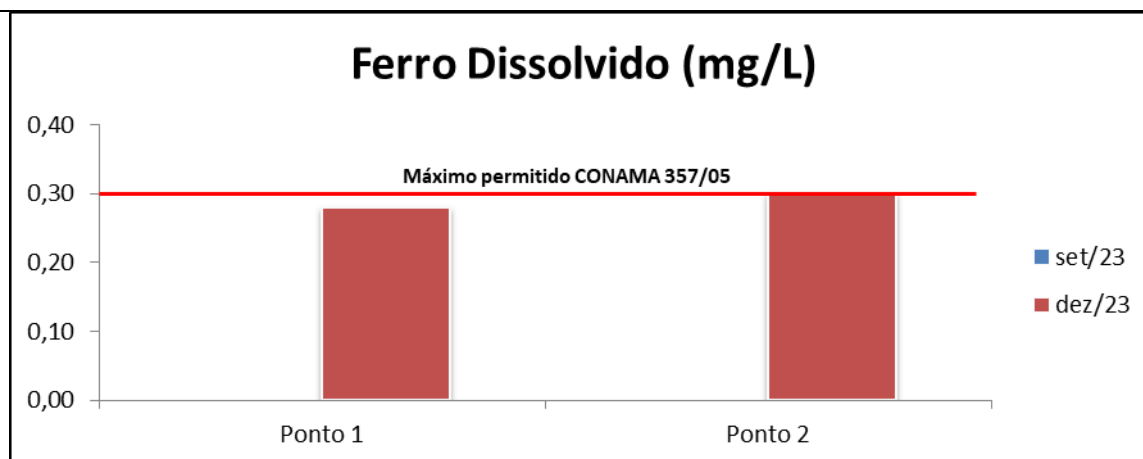


Gráfico 11 - Resultados do parâmetro ferro dissolvido para os pontos amostrados.

8.1.6.22 Mercúrio Total

O metal pode ser encontrado na natureza sob a forma de mercúrio metálico, mercúrio inorgânico e mercúrio orgânico, sendo que a principal preocupação em termos de toxicidade está relacionada à forma orgânica do mercúrio (MeHg) (HEALTH CANADA, 2020). Embora a ingestão de mercúrio inorgânico seja relacionada incidência de tumores benignos (WHO, 2017), a IARC (2020) considera que as evidências de carcinogenicidade do mercúrio inorgânico são limitadas.

No caso do mercúrio metálico, a IARC (2020) considera que as evidências obtidas até então são inadequadas para determinar a sua carcinogenicidade. Já o mercúrio orgânico é considerado carcinogênico à animais (IARC, 2020). Contudo, espera-se que o mercúrio inorgânico seja a espécie predominante nos ambientes aquáticos superficiais e subterrâneos (WHO, 2017). As principais fontes antropogênicas de mercúrio no ambiente incluem a mineração, lançamento de efluentes, deposição atmosférica, contaminação por pesticidas ou outros resíduos com mercúrio em sua composição (BHARDWAJ et al., 2020; GOMES et al., 2021). Ao término das amostragens, os valores assinalados para este parâmetro, não foram passíveis de detecção, portanto, considera-se variação igual a zero (0). Assim, para todas as amostras analisadas, os pontos amostrais encontram-se dentro dos limites máximos

estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05. Pelo valor registrado, não será feita a representação gráfica para este parâmetro.

8.1.6.23 Sulfeto

O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é um gás incolor, de cheiro desagradável característico, extremamente tóxico e mais denso do que o ar. É bastante inflamável e sua temperatura de auto-ignição é de $260^{\circ}C$, enquanto o limite de baixa explosividade é da ordem de 4,3% no ar (em volume). O sulfeto de hidrogênio pode ter origem na natureza e nos segmentos industriais. Na natureza é proveniente dos campos de petróleo e gás natural, das águas subterrâneas, das zonas pantanosas, das jazidas de sal, de carvão, de minérios sulfetados e na emissão de vulcões, ou seja, é originário de processos geológicos baseados em diversos mecanismos físico-químicos ou microbiológicos.

Nos segmentos industriais a procedência do H_2S é conhecida, geralmente, é oriunda de processos de remoção química e/ou de lavagens de gases ácidos, de sistemas de tratamento de efluentes, de fermentações, de decapagens ácidas, etc. A geração natural do H_2S , está relacionada a ambientes geológicos diversos nos quais estejam presentes os componentes necessários e suficientes para o desencadeamento das reações, também se faz presente em ambientes onde ocorrem intensa decomposição de matéria orgânica depositadas no fundo dos rios.

As análises obtidas para os pontos amostrados, mostram que nas coletas realizadas durante a campanha de Setembro-2023, os dois pontos analisados (montante e jusante), apresentaram valores em desconformidade com a resolução CONAMA 357/05. Nas amostras analisadas durante a campanha de Dezembro-2023, todos os pontos amostrados apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela resolução pertinente, conforme pode ser visualizado no gráfico apresentado abaixo.

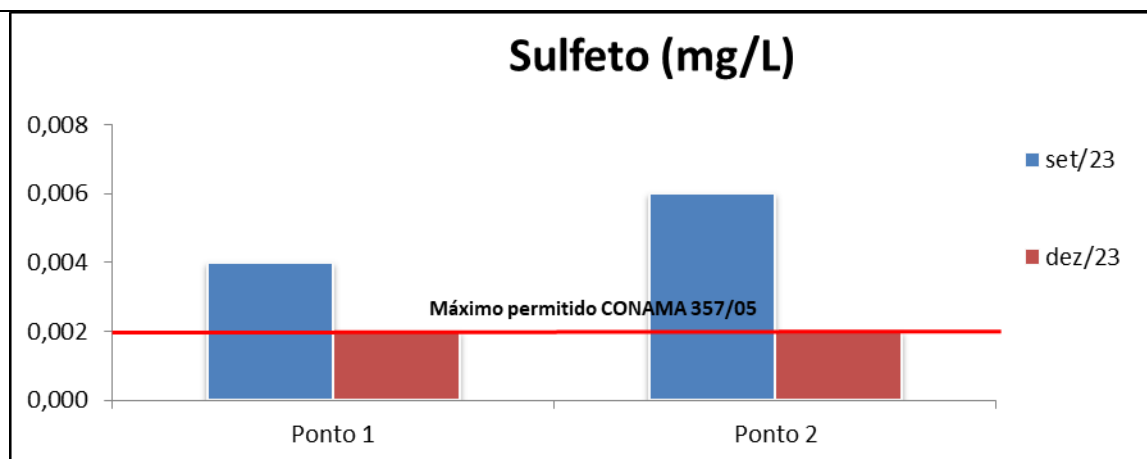


Gráfico 12 - Resultados do parâmetro sulfetos para os pontos amostrados.

Este resultado pode estar associado principalmente às características que descrevem os pontos ambientalmente. De forma geral, os dois pontos amostrados estão localizados em um trecho de Rio Ribeirão Bacaba, onde há um pequeno barramento. Desta forma, parte deste curso hídrico apresenta características lânticas. Com um barramento localizado em cada ponto amostral, maiores quantidades de galhos e folhas são retidos e, no processo de decomposição deste material, maiores concentrações de sulfetos podem ser registrados, devido ao aumento do consumo de matéria orgânica pelos microorganismos presentes no sistema.

Ainda, em associação às pressões antrópicas que influenciam de forma direta e/ou indireta os pontos amostrados, as atividades agrícolas, principalmente a aplicação de defensivos agrícolas que contenham em sua formulação química, compostos orgânicosulfurados, também podem estar influenciando nos resultados observados para o sulfetos. Junto das águas das chuvas, ocorre o lixíamento do solo, principalmente em extensas áreas agrícolas, o que por sua vez pode carrear para dentro dos cursos hídricos maiores cargas de determinados poluentes.

8.1.6.24 Chumbo Total

Além de processos como a deposição atmosférica, lançamento de efluentes industriais ou a erosão de solos contaminados, a contaminação de águas potáveis por chumbo, pode se dar por meio da dissolução do chumbo a partir de tubos, conexões e soldas usados nos sistemas de

abastecimento de água (LIBÂNIO, 2010; WHO, 2017; HEALTH CANADA, 2020). Ações antrópicas vem sendo uma das maiores preocupações quanto a contaminação por chumbo, principalmente em águas superficiais (GOMES et al., 2021).

Os resultados obtidos através das amostragens para os pontos amostrados estão dentro do limite estabelecido na resolução do CONAMA 357/05. Como os resultados assinalados não foram passíveis de detecção, a variação pode ser considerada igual a zero (0). Desta forma, não será feita a representação gráfica para este parâmetro.

8.1.6.25 *Cianeto Livre*

Os compostos de cianeto são potencialmente tóxicos a qualquer forma de vida e podem estar presentes no ambiente sob várias formas. Compreendem uma classe de compostos inorgânicos e orgânicos que contêm o grupamento ciano (CN^-). Na água, o cianeto é encontrado na forma molecular, como ácido cianídrico (HCN), ou na forma livre, como íon cianeto (CN^-). A toxicidade dos vários compostos de cianeto depende da espécie química e de sua respectiva constante de estabilidade (JASZCZAK et al., 2017).

Os cianetos podem ser produzidos naturalmente por várias bactérias, algas, fungos e numerosas espécies de plantas. Além dos processos naturais, diversas atividades podem induzir a ocorrência de cianeto no ar, na água e no solo, tais como: combustão de biomassa, galvanoplastia, metalurgia, limpeza de metais, curtimento de couros e peles, produção de fibras sintéticas, borrachas, pesticidas, corantes e fármacos, fotografia, fotogravura, mineração de metais, combate a incêndios, operações em postos de gasolina e obtenção de produtos intermediários nos processos industriais (GHEIBI et al., 2022).

Os resultados obtidos a partir das análises das amostras dos dois pontos amostrais, durante as duas campanhas realizadas, mostram que não houve valores passíveis de detecção. Isso ocorreu porque os resultados obtidos, são menores que os valores de referência. Portanto,

devido ao valor ser considerado igual a zero (0), para este parâmetro não será realizado a representação gráfica.

8.1.6.26 Cromo Trivalente

Entre os metais traço de relevância ambiental, destaca-se o cromo (Cr), que está presente em ambientes aquáticos e pode se acumular no corpo humano via ingestão e/ou inalação. O cromo é um metal de transição com seis estados de oxidação, porém somente as espécies Cr (III) e Cr (VI) possuem interesse tanto do ponto de vista ambiental quanto biológico. Os efeitos do cromo são dependentes do seu estado de oxidação, pois o Cr (VI) é altamente móvel e considerado tóxico, por ser um agente carcinogênico, mesmo em baixas concentrações, enquanto que o Cr (III) é um micronutriente essencial para os seres humanos, além de pouco móvel (MONGA et al., 2022).

A presença de cromo em águas naturais pode estar associada aos processos de contaminação de origem antrópica, ligada a atividades como indústrias de transformação e beneficiamento de metal e do tratamento de madeira, curtumes, mineração e indústrias de manufaturas de pigmentos, de filmes fotográficos e de inibidores de corrosão. A ocorrência natural está associada a incêndios florestais, erupções vulcânicas (SILVA e PEDROZO, 2001) e, via intemperismo, principalmente de rochas máficas-ultramáficas (FAURE, 1998).

O parâmetro Cromo trivalente (Cr III), não apresenta valores máximos e mínimos estabelecidos pela resolução COANA 357/05. Como os resultados obtidos para este parâmetro apresentam abaixo do valor de referência, pode-se considerar que para todas as amostras analisadas, durante as duas campanhas, os valores são igual a zero (0). Desta forma, não será realizada a representação gráfica.

8.1.6.27 Cromo Hexavalente

O Cromo Hexavalente (Cr VI), tem sido usado pela indústria de eletrônicos como tratamento anti-corrosivo, tais como: peças com banho de zinco, painéis de circuitos integrados e tubos de raios catódicos, bem como para blindagem elétrica para alguns componentes. Também tem uso em cromados, fabricação de corantes e pigmentos, escurecimentos de peles e preservação da madeira (JAISHANKAR et al., 2014).

O elemento também pode ser encontrado na natureza na forma de cromita (FeCr_2O_4), um óxido duplo de ferro e cromo de coloração amarelo ocre, de onde o cromo é extraído industrialmente por processo térmicos ou eletrolíticos. O metal é resistente ao ataque de ácidos como HCl, e H_2SO_4 à temperatura ambiente, daí vem a importância do metal para a galvanoplastia, que reveste desde maçanetas de portas, até estruturas metálicas pelo processo de eletrodeposição, além de ser usado na fabricação de ligas metálicas contendo ferro e níquel que são altamente resistente a corrosão (SHARMA et al., 2022).

Para este parâmetro, os resultados obtidos mostram que os pontos amostrados ficaram abaixo dos valores de referência. Portanto, para as amostras aliadas nas duas campanhas, os resultados obtidos são considerados igual a zero (0). Assim, não será realizada a representação gráfica para este parâmetro ambiental.

8.1.6.28 Fenóis Totais

Os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Indústrias de processamento da borracha, colas e adesivos, resinas impregnantes, componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais. Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e aos microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

Os resultados das amostras analisadas para os pontos amostrais, mostram que os valores registrados não foram passíveis de detecção. Assim, pode-se considerar que para todos os pontos o resultado é zero (0). Desta forma, não será feita a representação gráfica para este parâmetro.

8.1.6.29 Surfactantes Aniônicos

Surfactantes são um dos produtos mais versáteis da indústria química. Suas moléculas anfifílicas são utilizadas em todas as áreas industriais, desde detergentes domésticos, lamas de perfuração, produtos alimentares e farmacêuticos. O termo surfactante vem da palavra agente tensoativo. Elas são moléculas anfifílicas e, portanto, são absorvidas na interface ar-água. Na interface, eles se alinham de forma que a parte hidrofóbica fique no ar e a parte hidrofílica na água. Isso causará a diminuição das tensões superficiais ou interfaciais. A cauda hidrofóbica é um hidrocarboneto, fluorocarbono ou siloxano. Os surfactantes são normalmente classificados com base em sua cabeça polar, pois as caudas hidrofóbicas são geralmente semelhantes. Se o grupo principal não tiver carga, o surfactante é chamado de não iônico. Se o grupo principal tiver carga negativa ou positiva, é denominado aniônico ou catiônico, respectivamente. Se contiver grupos positivos e negativos, o surfactante é denominado zwitteriônico.

Os surfactantes aniônicos e não iônicos são de longe os tipos de surfactantes mais usados na indústria. O surfactante aniônico encontra uso especialmente em produtos de limpeza, como detergentes para a roupa e shampoos. Os surfactantes não-iniônicos, por outro lado, são freqüentemente usados como agentes umectantes e na indústria de alimentos. Ambos os surfactantes catiônicos e zwitteriônicos são mais para uso especial, pois são mais caros de produzir.

A legislação CONAMA 357/05, para águas de Classe II, estabelece um limite de até 0,5 mg LAS/L. Os resultados das amostras coletadas nos pontos amostrais estão representados no

gráfico abaixo. Cabe destacar que para as amostras analisadas nos pontos amostrais, em ambas as campanhas, os resultados obtidos mostram que os resultados apresentam-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação pertinente.

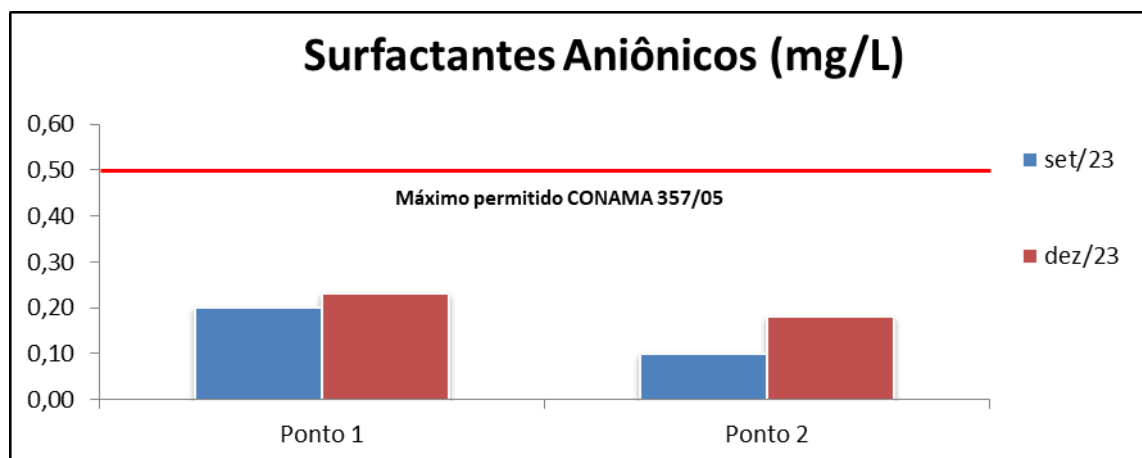


Gráfico 13 - Resultados do parâmetro surfactantes aniônicos para os pontos amostrados.

8.1.6.30 IQA

No que se refere ao IQA, a ponderação dos parâmetros ambientais analisados para a área de influência do futuro empreendimento, mostra que para os dois pontos analisados, a qualidade da água ficou categorizada como boa. Observa-se o mesmo padrão ao considerarmos as médias, levando em consideração as duas campanhas de amostragens realizadas. Os resultados obtidos estão representados nos gráficos apresentados abaixo.

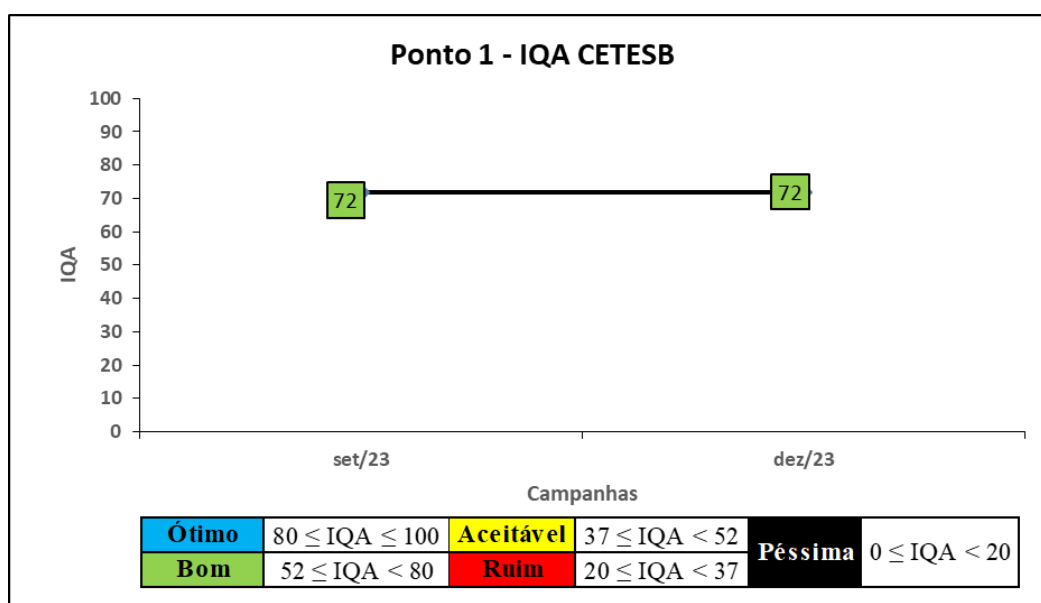


Gráfico 14 - Resultados do IQA para o Ponto 1.

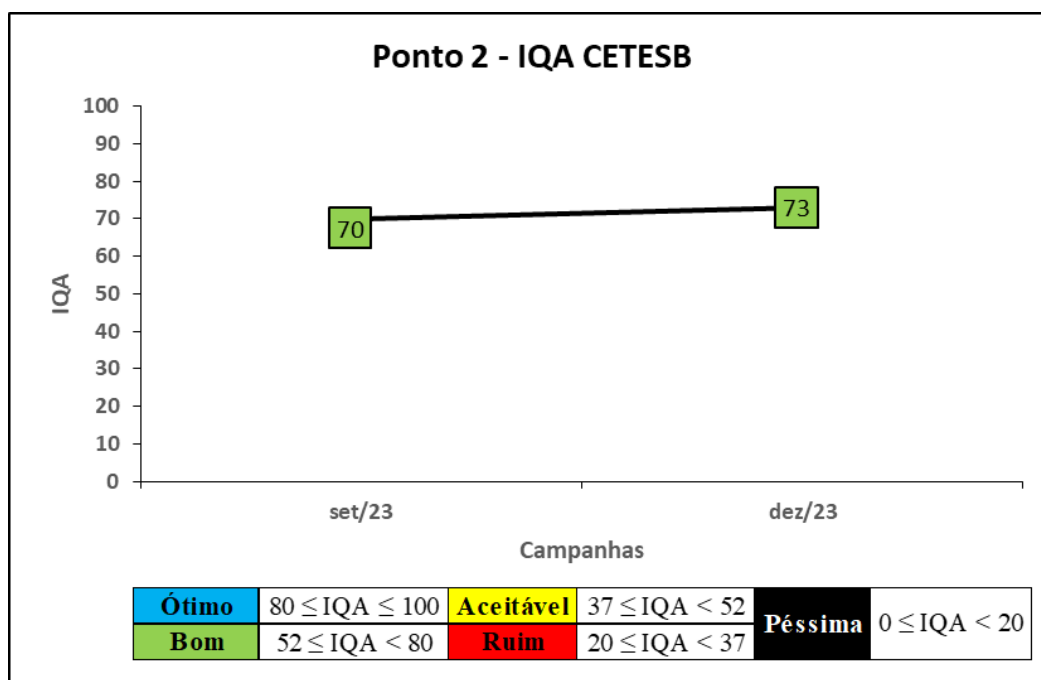


Gráfico 15 - Resultados do IQA para o Ponto 2.

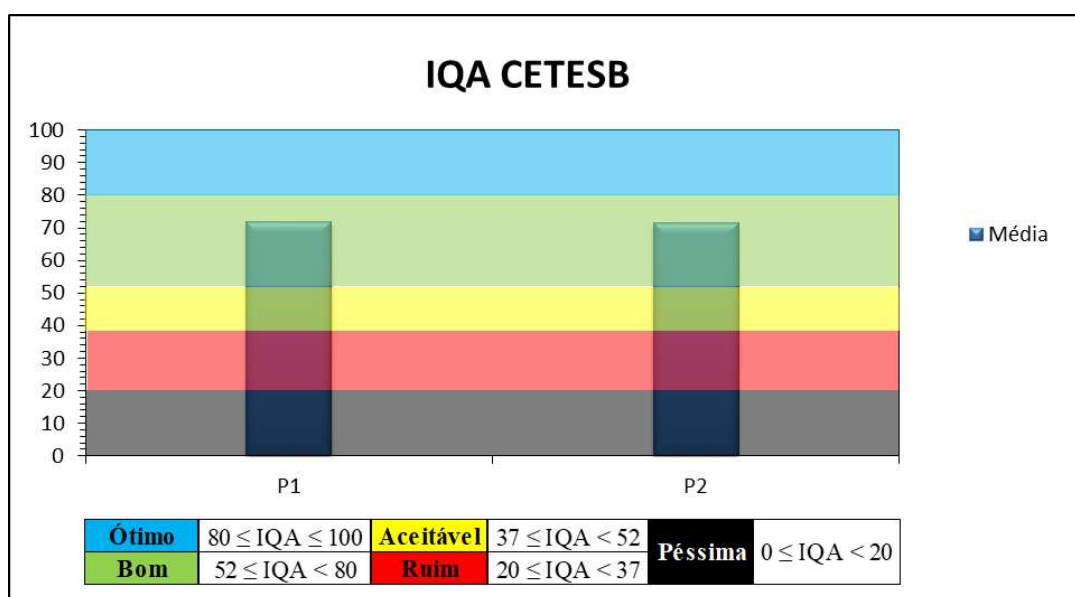


Gráfico 16 - Média geral do IQA para os pontos amostrados durante as duas campanhas realizadas.

Cabe destacar que mesmo os valores de Fósforo Total terem excedidos os valores máximos estabelecidos na resolução CONAMA 357/05, ao analisarmos sua ponderação, através dos pesos estabelecidos na metodologia do IQA, não se observa influência na geração dos índices de qualidade da água. De modo geral, observou-se que os parâmetros pH (na escala

de ponderação 0,12), Oxigênio Dissolvido (escala de ponderação 0,17), Fósforo Total (escala de ponderação 0,10), foram os únicos parâmetros ambientais, envolvidos na geração do IQA, que apresentaram as maiores variações, tanto entre os pontos amostrados, quanto entre as campanhas de amostragem realizadas. A seguir são apresentados os valores dos pesos e das ponderações dos parâmetros ambientais analisados.

Quadro 8 - Pesos e ponderações dos parâmetros ambientais analisados para os pontos amostrados na área de influência do futuro empreendimento.

Campanha	Parâmetros		OD (%)	CT (NPM)	pH	DBO (mg/L)	N (mg/L)	P (mg/L)	Temp (°C)	Turb (NTU)	ST (mg/L)
	Peso (w)		0,17	0,15	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08
set/23	Valores de qi	P1	13,48	14,10	4,34	6,49	8,84	9,29	8,60	6,18	6,49
		P2	13,39	14,10	3,63	6,49	8,84	9,12	8,60	6,18	6,49
dez/23	Valores de qi	P1	13,82	14,10	4,20	6,49	8,84	9,38	8,60	6,18	6,49
		P2	16,30	14,10	3,67	6,49	8,84	9,12	8,60	6,18	6,49

Ainda, cabe destacar a importância do monitoramento das águas subterrâneas, cuja metodologia deve ser realizada com a implementação de seis poços de monitoramento na área de influência do futuro empreendimento. Assim, um poço deverá ser implementado à montante e cinco a jusante, conforme proposta técnica apresentada no projeto. Este monitoramento torna-se relevante visto que caso haja infiltrações pela não eficiência da membrana e/ou infiltração do lixido de chorume pela não eficiência dos drenos, tais infiltrações podem também repercutir de forma negativa nas águas superficiais, devido principalmente à recarga do curso hídricos, através do lençol freático.

8.1.6.31 IET

No que se refere às análises da disponibilidade de nutrientes no sistema, observa-se que ao analisarmos o IET, levando em consideração a variação da clorofila-a e do fósforo, o estado

trófico ficou estabelecido como ultraoligotrófico, nas duas campanhas realizadas. Cabe destacar que os resultados obtidos para este índice, levaram em consideração apenas a variação registrada para o parâmetro fósforo total, visto que não foram observados valores passíveis de detecção para a clorofila-a. Contudo, esta metodologia pode ser realizada desta forma sem que haja quaisquer prejuízos ambientais relacionados (CETESB, 2007). Os resultados obtidos podem ser conferidos no gráfico apresentado abaixo.

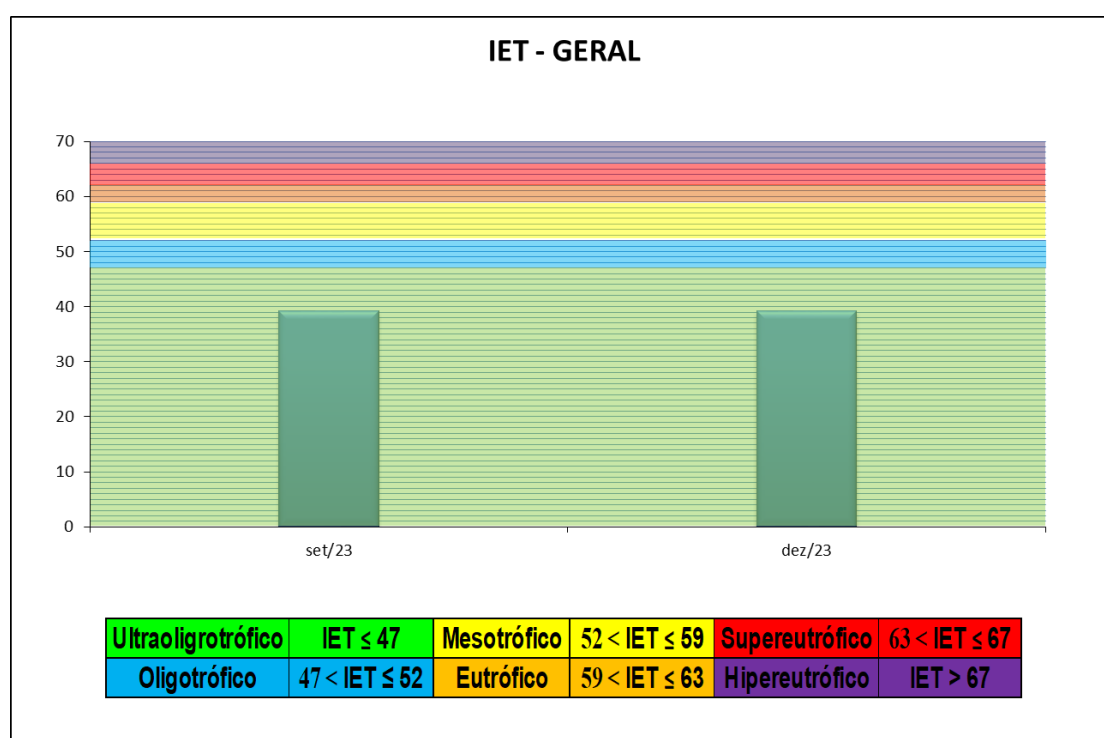


Gráfico 17 - Resultados do IET para os pontos amostrados na área de influência do futuro empreendimento.

Observou-se o mesmo padrão quanto às médias gerais, levando em consideração os resultados obtidos a partir das análises das duas campanhas de amostragens realizadas. Onde, constata-se o mesmo estado trófico, ultraoligotrófico para os dois pontos amostrados na área do futuro empreendimento. Os resultados gerais obtidos para o IET são apresentados no quadro abaixo.

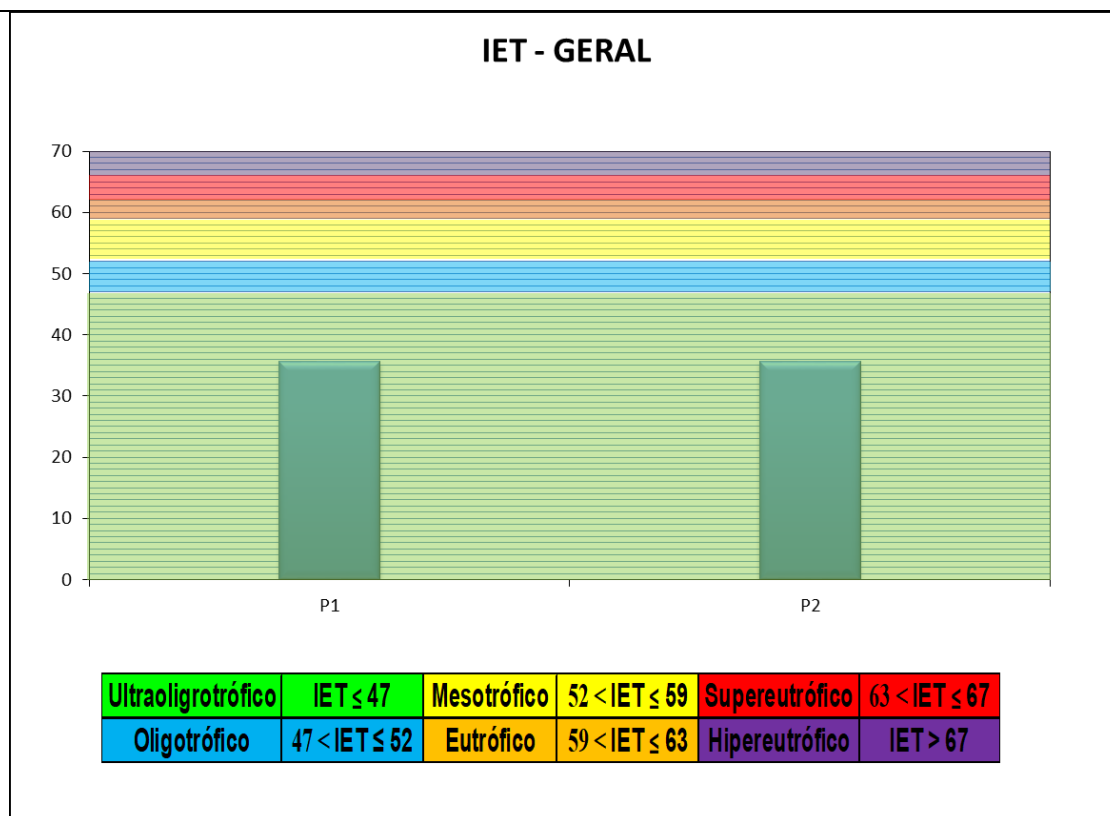


Gráfico 18 - Resultados do IET geral assinalados para os pontos amostrados na área de influência do empreendimento.

Estes resultados descrevem ambientes com baixos níveis de nutrientes disponíveis no sistema e, conseqüentemente, ambientes que apresentam baixa produtividade primária. Como os resultados obtidos descrevem a fase de estudos, também tornam-se de grande relevância visto que a partir destes resultados, poderão ser feitas as comparações com as fases subsequentes, caso o empreendimento em questão consiga suas respectivas licenças ambientais. Diante deste cenário, destaca-se a grande relevância ambiental dos aterros sanitários nos aspectos que podem caracterizar o aumento de cargas de nutrientes como por exemplo o fósforo, devido principalmente ao fato de a maior parte dos resíduos sólidos urbanos serem caracterizados de matéria orgânica (LINO et al. 2023; ORNER, et al., 2021; BENADDI, et al., 2022).

Diante desta característica intrínseca e associado também às maiores concentrações de água nos resíduos orgânicos, maiores volumes de chorume podem ser produzidos. Sob os

aspectos das variações de nutrientes disponíveis no sistema, este tipo de lixiado deve ser tratado da forma mais criteriosa possível, levando em consideração medidas específicas contidas nas normas relativas ao funcionamento de aterros sanitários e/ou legislações/leis. Além disto, os aspectos que descrevem ambientalmente os pontos aqui analisados, principalmente o ponto que estará localizado a jusante do lançamento do efluente tratado na ETE, também precisa ser levado em consideração. Este ponto está caracterizado com características mais lânticas, devido principalmente ao fato de, neste ponto do Rio Ribeirão Bacaba, apresentar um pequeno barramento no curso hídrico, influenciando a velocidade da correnteza, principalmente em estações de seca.

Cabe destacar que o tratamento do efluente da ETE deve sempre estar cunhado nas normas técnicas já estabelecidas. Sendo que o seu lançamento precisará no mínimo apresentar às variações dos parâmetros ambientais dentro dos limites máximo e mínimos estabelecidos na resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011). Atenção especial deve ser dada, caso haja alguma atualização desta resolução e/ou a criação de leis específicas no âmbito nacional, estadual e/ou municipal. Desta forma, o empreendedor chancela sua preocupação com os aspectos relacionados á qualidade da água, tanto em escala local, quanto em escala da bacia hidrográfica onde o curso hídrico está localizado.

8.1.6.32 ICF

Ao término das duas campanhas de amostragem, realizadas na área de influência do futuro empreendimento, foram assinaladas 49 espécies fitoplantônicas, sendo amostrados um total de 501 indivíduos. Os grupos mais representativos foram as Chlorophyceae e Zygnemaphyceae que com 11 espécies registradas, representaram 22,44% do total dos taxa registrados, respectivamente. Para os grupos Bacillariophyta, Cyanophyceae e Trebouxiophyceae, foram assinaldas seis espécies, o que por sua vez representaram 12,24% do

total das espécies registradas, respectivamente. O grupo das Chrysophyceae, Dinophyceae e Euglenophyceae, assinalaram respectivamente, três e duas espécies. Por fim, os grupos que apresentaram apenas uma espécie foram Coscinodiscophyceae, Mediophyceae e Xanthophyceae. Os resultados obtidos são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 9 - Lista das espécies fitoplantônicas registradas durante as duas campanhas de amostragens na área de influência do futuro empreendimento.

GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
Bacillariophyta	<i>Eunotia</i> sp.	6
	<i>Frustulia</i> sp.	2
	<i>Nitzschia bilobata</i>	8
	<i>Pinnularia</i> sp.	2
	<i>Pleurosigma</i> sp.	0
	<i>Surirella linearis</i>	18
Riqueza/Densidade Subtotal	6 (12,24%)	36
Coscinodiscophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	48
Riqueza Subtotal	1 (2,04%)	48
Mediophyceae	<i>Leptocylindricus</i> sp.	6
Riqueza/Densidade Subtotal	1 (2,04%)	6
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	26
	<i>Eudorina elegans</i>	12
	<i>Kirchneriella obesa</i>	6
	<i>Monactinus simplex</i>	22
	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	16
	<i>Oedogonium</i> sp.	30
	<i>Pectinodesmus</i> sp.	2
	<i>Pediastrum simplex</i>	14
	<i>Radiococcus</i> sp.	0
	<i>Tetraedron</i> sp.	0
	<i>Volvox aureus</i>	1
Riqueza/Densidade Subtotal	11 (22,44%)	129
Chrysophyceae	<i>Dinobryon elegantissimum</i>	0
	<i>Dinobryon</i> sp.	80
	<i>Mallomonas</i> sp.	2
Riqueza/Densidade Subtotal	3 (6,12%)	82

GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> sp.	2
	<i>Merismopedia</i> sp.	4
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	18
	<i>Microcystis robusta</i>	16
	<i>Oscillatoria</i> spp.	0
	<i>Pseudanabaena</i> sp.	8
Riqueza/Densidade Subtotal	6 (12,24%)	48
Dinophyceae	<i>Ceratium furcoides</i>	4
	<i>Peridinium</i> sp.	7
Riqueza/Densidade Subtotal	2 (4,08%)	11
Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp.	10
	<i>Lepocinclis</i> sp.	0
Riqueza/Densidade Subtotal	2 (4,08%)	10
Trebouxiophyceae	<i>Acanthosphaera</i> sp.	6
	<i>Crucigenia</i> sp.	12
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0
	<i>Oocystis</i> sp.	0
	<i>Oocystis lacustres</i>	2
	<i>Oocystis</i> sp.	0
Riqueza/Densidade Subtotal	6 (12,24%)	20
Xanthophyceae	<i>Centritactus</i> sp.	16
Riqueza/Densidade Subtotal	1 (2,04%)	16
Zygnemaphyceae	<i>Cosmarium lagoense</i>	2
	<i>Desmidium</i> sp.	2
	<i>Spirogyra</i> sp1	18
	<i>Spirogyra</i> sp2	0
	<i>Spondylosium</i> sp.	2
	<i>Staurastrum elongatum</i>	6
	<i>Staurastrum limneticum</i>	32
	<i>Staurastrum rotula</i>	18
	<i>Staurastrum sebaldi</i>	5
	<i>Staurastrum</i> sp.	10
	<i>Xanthidium regulare</i>	0
Riqueza/Densidade Subtotal	11 (22,44%)	95

GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
Riqueza/Densidade Total	49	501

No que se refere a variação na riqueza de espécies e na abundância dos indivíduos, em escala local (pontos amostrados), ambos os pontos assinalaram o mesmo número de espécies (N=49). O que diferiu, foi a abundâncias dos taxa registrados. A maior abundância foi registrada para o Ponto 1 (jusante), com 269 indivíduos. Para este ponto amostral, os grupos com maior riqueza de espécies foram das Zygnemaphyceae e Chlorophyceae, que apresentaram 11 espécies, respectivamente. Estes grupos taxonômicos foram seguidos pelas Bacillariophyta, Cyanophyceae e Trebouxiophyceae, ambos com seis espécies. Os demais resultados serão apresentados no quadro abaixo.

No que concerne aos taxa registrados no Ponto 2 (montante), os grupos Chlorophyceae e Zygnemaphyceae, apresentaram a maior riqueza de espécies, 11 taxa. Para este ponto foram registrados 232 indivíduos. Os grupos taxonômicos que apresentaram a menor riqueza de espécies foram, Coscinodiscophyceae, Mediophyceae e Xanthophyceae, ambos com registro de uma única espécie. Os resultados obtidos para as assembleias fitoplantônicas para os pontos amostrados são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 10 - Lista das espécies fitoplantônicas registradas para os dois pontos amostrados na área de influência do futuro empreendimento.

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
P1	Bacillariophyta	<i>Eunotia</i> sp.	0
		<i>Frustulia</i> sp.	0
		<i>Nitzschia bilobata</i>	4
		<i>Pinnularia</i> sp.	0
		<i>Pleurosigma</i> sp.	0
		<i>Surirella linearis</i>	8
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	12
	Coscinodiscophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	28

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	28
	Mediophyceae	<i>Leptocylindricus</i> sp.	6
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	6
	Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	16
		<i>Eudorina elegans</i>	8
		<i>Kirchneriella obesa</i>	2
		<i>Monactinus simplex</i>	14
		<i>Monoraphidium arcuatum</i>	14
		<i>Oedogonium</i> sp.	18
		<i>Pediastrum simplex</i>	0
		<i>Pectinodesmus</i> sp.	8
		<i>Radiococcus</i> sp.	0
		<i>Tetraedron</i> sp.	0
		<i>Volvox aureus</i>	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	80
	Chrysophyceae	<i>Dinobryon elegantissimum</i>	0
		<i>Dinobryon</i> sp.	38
		<i>Mallomonas</i> sp.	2
	Riqueza/Densidade Subtotal	3	40
	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> sp.	0
		<i>Merismopedia</i> sp.	2
		<i>Microcystis aeruginosa</i>	12
		<i>Microcystis robusta</i>	12
		<i>Oscillatoria</i> spp.	0
		<i>Pseudanabaena</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	26
	Dinophyceae	<i>Ceratium furcoides</i>	2
		<i>Peridinium</i> sp.	1
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	29
	Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp.	6
		<i>Lepocinclis</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	6
	Trebouxiophyceae	<i>Acanthosphaera</i> sp.	6
		<i>Crucigenia</i> sp.	0

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0
		<i>Oocystis lacustres</i>	0
		<i>Oocystis</i> sp.	0
		<i>Oocysti</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	6
	Xanthophyceae	<i>Centritactus</i> sp.	12
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	12
	Zygnemaphyceae	<i>Cosmarium lagoense</i>	0
		<i>Desmidium</i> sp.	0
		<i>Spirogyra</i> sp1	12
		<i>Spirogyra</i> sp2	0
		<i>Spondylosium</i> sp.	0
		<i>Staurastrum elongatum</i>	4
		<i>Staurastrum limneticum</i>	14
		<i>Staurastrum rotula</i>	14
		<i>Staurastrum sebaldi</i>	0
		<i>Staurastrum</i> sp.	6
		<i>Xanthidium regulare</i>	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	50
	Riqueza/Densidade Total	49	269
P2	Bacillariophyta	<i>Eunotia</i> sp.	6
		<i>Frustulia</i> sp.	2
		<i>Nitzschia bilobata</i>	4
		<i>Pinnularia</i> sp.	2
		<i>Pleurosigma</i> sp.	0
		<i>Surirella linearis</i>	10
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	24
	Coscinodiscophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	20
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	20
	Mediophyceae	<i>Leptocylindricus</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	0
	Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	10
		<i>Eudorina elegans</i>	4
		<i>Kirchneriella obesa</i>	4
		<i>Monactinus simplex</i>	8

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
		<i>Monoraphidium arcuatum</i>	2
		<i>Oedogonium</i> sp.	12
		<i>Pediastrum simplex</i>	2
		<i>Pectinodesmus</i> sp.	6
		<i>Radiococcus</i> sp.	0
		<i>Tetraedron</i> sp.	0
		<i>Volvox aureus</i>	1
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	49
	Chrysophyceae	<i>Dinobryon elegantissimum</i>	0
		<i>Dinobryon</i> sp.	42
		<i>Mallomonas</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	3	42
	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> sp.	2
		<i>Merismopedia</i> sp.	2
		<i>Microcystis aeruginosa</i>	6
		<i>Microcystis robusta</i>	4
		<i>Oscillatoria</i> spp.	0
		<i>Pseudanabaena</i> sp.	8
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	22
	Dinophyceae	<i>Ceratium furcoides</i>	2
		<i>Peridinium</i> sp.	6
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	8
	Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp.	4
		<i>Lepocinclis</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	4
	Trebouxiophyceae	<i>Acanthosphaera</i> sp.	0
		<i>Crucigenia</i> sp.	12
		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0
		<i>Oocystis lacustres</i>	2
		<i>Oocystis</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	5	14
	Xanthophyceae	<i>Centritactus</i> sp.	4
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	4
	Zygnemaphyceae	<i>Cosmarium lagoense</i>	2

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (IND/ML)
		<i>Desmidium</i> sp.	2
		<i>Spirogyra</i> sp1	6
		<i>Spirogyra</i> sp2	0
		<i>Spondylosium</i> sp.	2
		<i>Staurastrum elongatum</i>	2
		<i>Staurastrum limneticum</i>	18
		<i>Staurastrum rotula</i>	4
		<i>Staurastrum sebaldi</i>	5
		<i>Staurastrum</i> sp.	4
		<i>Xanthidium regulare</i>	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	45
	Riqueza/Densidade Total	49	232

Entender como ocorrem as variações das espécies em escala local torna-se relevante, visto que de forma geral, tanto fatores bióticos como abióticos, podem influenciar a distribuição das espécies ao longo do curso do Rio Ribeirão Bacaba. Além disto, os grupos taxonômicos podem ser mais ou menos tolerantes quanto aos aspectos antrópicos em escala local, o que por sua vez também pode repercutir no ICF gerado para cada ponto amostral. Maiores detalhes serão discutidos abaixo.

Levando em consideração a ponderação dos resultados obtidos para o IET, a dominância dos grupos taxonômicos registrados, bem como suas respectivas densidades (ind/mL), a qualidade da água também foi analisada quanto a análise do ICF, que diz respeito aos taxa fitoplantônicos registrados para os dois pontos amostrados. Desta forma, a qualidade da água para os pontos amostrais ficou categorizada como ótima. Quando levado em consideração a lista geral dos grupos taxonômicos, assinalados para a área de influência do futuro empreendimento, a qualidade da água ficou classificada como boa. No quadro a seguir, são apresentados as categorizações da qualidade da água, quando analisada sob a perspectiva dos taxa fitoplantônicos.

Quadro 11 - ICF registrados na área de influência do futuro empreendimento.

Quadro 11 – ICF Registrados na área de influência do futuro empreendimento.				
Período	Data da Coleta	ICF		ICF-GERAL
		Pontos Amostrais		
		P1	P2	
1ª Campanha	19/09/2023	1	1	2
2ª Campanha	06/12/2023	1	1	

Indubitavelmente, a dominância do grupo das clorofíceas e das diatomáceas está diretamente associada as alterações que podem ocorrer na água, visto a alta sensibilidade que estas apresentam. Em consequência disso, esses componentes fitoplanctônicos são utilizadas como bioindicadores das condições de corpos hídricos (CARDOSO et al., 2017; SALOMONI et al., 2017). Além dessa sensibilidade, esses seres fitoplanctônicos possuem características que as auxiliam nessa ação como por exemplo, colonização, especificidades ambientais e amplo grau de tolerabilidade, o que as colocam como excelentes bioindicadoras ambientais (ALMEIDA et al., 2020; SILVA et al., 2019).

Como observado nos resultados obtidos para os parâmetros ambientais, o Fósforo Total, pode indicar altas cargas de matéria orgânica. Além disto, o Fósforo é um importante nutriente envolvido nos processos de reprodução destes organismos. Ainda, como as áreas adjacentes que caracterizam ambientalmente a região onde o Rio Ribeirão Bacaba está localizado, são basicamente extensas áreas de agricultura e silvicultura, esse fator também pode estar associado a este resultado, visto o importante aporte de nutrientes como Fósforo e Nitrogênio nestas regiões.

Para o grupo das clorofíceas, os resultados obtidos podem estar relacionados com o hábito de vida cosmopolita da maioria dos gêneros e espécies de algas verdes e pelas características morfológicas/ fisiológicas (tamanho diminuto e crescimento acelerado), podendo ser encontradas em diferentes condições climáticas e limnológicas, podendo ser dominantes no número de táxons (RIEDIGER et al. 2015; MENDES e COSTA 2016). Este grupo pode ser favorecido pela variação de nutrientes na lâmina d'água, principalmente devido

às estratégias de assimilação dos nutrientes pelas clorófitas (ARAGÃO et al. 2007). De forma geral as Chlorophyceae, são extremamente abundantes nos ambientes aquáticos, responsáveis pela maior parte da produção de oxigênio molecular disponível a partir da fotossíntese, sendo indicadores de ambientes oligotróficos a mesotróficos.

Outro grupo taxonômico interessante, destaca-se as Cyanophyceae, que, apresentou ao menos seis gêneros com potencial em liberação de cianotoxina, *Anabaena* sp., *Merismopedia* sp., *Microcystis* sp. *Oscillatoria* spp. e *Pseudanabaena* sp. Cabendo destacar que, não trazem grandes riscos, quando os padrões da qualidade da água são mantidos como bons. O enriquecimento das águas com nutrientes provenientes de áreas agrícolas e até mesmo da área do futuro aterro sanitário (quando não operado de forma correta), podem acarretar em ocorrência de florações de cianófitas nos ecossistemas aquáticos (MOLICA e AZEVEDO, 2009). Cabe destacar aqui que não houve nenhum registro de florações de quaisquer grupos taxonômicos de fitoplâncton nas áreas de influência do futuro empreendimento durante as campanhas de amostragens realizadas.

No que diz respeito às variações sazonais, os resultados obtidos a partir das campanhas realizadas, com as amostragens de dois pontos, na área de influência do futuro empreendimento, em estação seca e estação chuvosa, não mostram-se diferentes. De forma geral, tanto a estação seca quanto a estação chuvosa, apresentaram o mesmo número de espécies (N=49) e, a abundância dos indivíduos foi muito similar, sendo que na estação seca foram amostrados 246 indivíduos e 255 na estação chuvosa. Os resultados obtidos são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 12 - Taxa registrados nas duas estações sazonais na área de influência do futuro empreendimento.

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
Seca	Bacillariophyta	<i>Eunotia</i> sp.	3
		<i>Frustulia</i> sp.	1
		<i>Nitzschia bilobata</i>	4
		<i>Pinnularia</i> sp.	1
		<i>Pleurosigma</i> sp.	0

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
		<i>Surirella linearis</i>	9
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	18
	Coscinodiscophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	24
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	24
	Mediophyceae	<i>Leptocylindricus</i> sp.	3
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	3
	Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	13
		<i>Eudorina elegans</i>	6
		<i>Kirchneriella obesa</i>	3
		<i>Monactinus simplex</i>	11
		<i>Monoraphidium arcuatum</i>	8
		<i>Oedogonium</i> sp.	15
		<i>Pediastrum simplex</i>	7
		<i>Pectinodesmus</i> sp.	1
		<i>Radiococcus</i> sp.	0
		<i>Tetraedron</i> sp.	0
		<i>Volvox aureus</i>	1
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	65
	Chrysophyceae	<i>Dinobryon elegantissimum</i>	0
		<i>Dinobryon</i> sp.	40
		<i>Mallomonas</i> sp.	1
	Riqueza/Densidade Subtotal	3	41
	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> sp.	1
		<i>Merismopedia</i> sp.	2
		<i>Microcystis aeruginosa</i>	9
		<i>Microcystis robusta</i>	8
		<i>Oscillatoria</i> spp.	0
		<i>Pseudanabaena</i> sp.	4
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	24
	Dinophyceae	<i>Ceratium furcoides</i>	1
		<i>Peridinium</i> sp.	3
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	4
	Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp.	5
		<i>Lepocinclis</i> sp.	0

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	5
	Trebouxiophyceae	<i>Acanthosphaera</i> sp.	3
		<i>Crucigenia</i> sp.	6
		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0
		<i>Oocystis lacustres</i>	1
		<i>Oocystis</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	5	10
	Xanthophyceae	<i>Centritactus</i> sp.	8
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	8
	Zygnemaphyceae	<i>Cosmarium lagoense</i>	1
		<i>Desmidium</i> sp.	1
		<i>Spirogyra</i> sp1	9
		<i>Spirogyra</i> sp2	0
		<i>Spondylosium</i> sp.	1
		<i>Staurastrum elongatum</i>	3
		<i>Staurastrum limneticum</i>	16
		<i>Staurastrum rotula</i>	7
		<i>Staurastrum sebaldei</i>	1
		<i>Staurastrum</i> sp.	5
		<i>Xanthidium regulare</i>	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	44
	Riqueza/Densidade Total	49	246
Chuvosa	Bacillariophyta	<i>Eunotia</i> sp.	3
		<i>Frustulia</i> sp.	1
		<i>Nitzschia bilobata</i>	4
		<i>Pinnularia</i> sp.	1
		<i>Pleurosigma</i> sp.	0
		<i>Surirella linearis</i>	9
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	18
	Coscinodiscophyceae	<i>Aulacoseira granulata</i>	24
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	24
	Mediophyceae	<i>Leptocylindricus</i> sp.	3
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	3
	Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	13

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
		<i>Eudorina elegans</i>	6
		<i>Kirchneriella obesa</i>	3
		<i>Monactinus simplex</i>	11
		<i>Monoraphidium arcuatum</i>	8
		<i>Oedogonium</i> sp.	15
		<i>Pediastrum simplex</i>	7
		<i>Pectinodesmus</i> sp.	1
		<i>Radiococcus</i> sp.	0
		<i>Tetraedron</i> sp.	0
		<i>Volvox aureus</i>	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	64
	Chrysophyceae	<i>Dinobryon elegantissimum</i>	0
		<i>Dinobryon</i> sp.	40
		<i>Mallomonas</i> sp.	1
	Riqueza/Densidade Subtotal	3	41
	Cyanophyceae	<i>Anabaena</i> sp.	1
		<i>Merismopedia</i> sp.	2
		<i>Microcystis aeruginosa</i>	9
		<i>Microcystis robusta</i>	8
		<i>Oscillatoria</i> spp.	0
		<i>Pseudanabaena</i> sp.	4
	Riqueza/Densidade Subtotal	6	24
	Dinophyceae	<i>Ceratium furcoides</i>	3
		<i>Peridinium</i> sp.	4
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	7
	Euglenophyceae	<i>Euglena</i> sp.	5
		<i>Lepocinclis</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	2	5
	Trebouxiophyceae	<i>Acanthosphaera</i> sp.	3
		<i>Crucigenia</i> sp.	6
		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0
		<i>Oocystis lacustres</i>	1
		<i>Oocystis</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	5	10
	Xanthophyceae	<i>Centritactus</i> sp.	8

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
	Riqueza/Densidade Subtotal	1	8
	Zygnemaphyceae	<i>Cosmarium lagoense</i>	1
		<i>Desmidium</i> sp.	1
		<i>Spirogyra</i> sp1	9
		<i>Spirogyra</i> sp2	0
		<i>Spondylosium</i> sp.	1
		<i>Staurastrum elongatum</i>	3
		<i>Staurastrum limneticum</i>	16
		<i>Staurastrum rotula</i>	11
		<i>Staurastrum sebaldi</i>	4
		<i>Staurastrum</i> sp.	5
		<i>Xanthidium regulare</i>	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	11	51
	Riqueza/Densidade Total	49	255

Cabe destacar que tanto as Chlorophyceae quanto as Zygnemaphyceae, foram os grupos taxonômicos dominantes, em ambas as estações. Este resultado refletiu no ICF gerado (apresentado nas discussões da variação em escala local), onde nas duas campanhas a categorização da qualidade da água ficou estabelecida como ótima. Como a variação pluviométrica é um fator importante quando analisado às variações de determinados parâmetros ambientais, como por exemplo fósforo e nitrogênio, e como por sua vez, estes elementos químicos também mostram-se importantes na reprodução destes organismos, este aspecto (variação pluviométrica), também torna-se relevante quando no monitoramento das atividades envolvidas neste tipo de empreendimento, principalmente quando na operação.

Na fase onde são apresentadas os maiores volumes de chuva, espera-se também que maiores volumes de chorume sejam produzidos. Nesta fase pode-se esperar também que maiores cargas de lixiviados possam atingir os solos e conseqüentemente as águas, sejam superficiais ou subterrâneas. Esses volumes maiores de lixiviados podem repercutir de forma

direta no processo de eutrofização dos pontos amostrados, principalmente o ponto localizado à jusante. Cabe destacar que no ponto a jusante (Ponto 1), é onde se observará possíveis efeitos negativos devido ao lançamento do efluente tratado na ETE.

Ainda, observa-se que o Ponto 1 é caracterizado ambientalmente, como apresentando velocidade da correnteza menores, apresentando-se como mais lântico. Essa caracterização ambiental torna-se relevante quando se analisa possíveis aflorações descontroladas de determinados microorganismos fitoplantônicos. Se os efluentes não forem tratados de forma adequada, fazendo com que as cargas de fósforo e nitrogênio sejam diminuídas, pode-se esperar possíveis impactos ambientais associados à maiores disponibilidades de nutrientes. Isso pode ocorrer principalmente quando observadas às estações secas, onde a menor vazão disponível no curso hídrico, pode concentrar os níveis destes elementos químicos. Além disto, estes aspectos podem se apresentar em cenários mais catastróficos, devido ao fato das pressões antrópicas que influenciam a área de influência do futuro empreendimento, como por exemplo, extensas áreas agrícolas e de silvicultura. O que por sua vez, pode culminar em impactos ambientais cumulativos, onde as medidas de mitigação podem se mostrar mais demoradas para serem implementadas.

8.1.6.33 ICZ

Ao término das duas campanhas de amostragens realizadas na área de influência do empreendimento (Setembro-2023 e Novembro-2023), foram assinaladas 40 espécies, culminando em um total de 12.608 indivíduos amostrados. O grupo taxonômico que apresentou o maior número de espécies foi os Rotífera, que com 19 espécies registrados, representou 47,05% do total dos taxa registrados. A segunda maior variação no número de espécies foi registrada para o grupo dos Cladocera, que representando 22,50% do total dos taxa, assinalou nove espécies. O grupo dos Copepoda e Protista assinalaram seis e cinco espécies

respectivamente. A maior variação quanto ao número de espécies foi para o grupo dos Ostracoda, que assinalou apenas uma espécie. Os resultados obtidos para os taxa podem ser conferidos no quadro abaixo.

Quadro 13 - Taxa registrados para a área de influência do futuro empreendimento.

GRUPO	TAXA	DENSIDADE (ind/mL)
Cladocera	<i>Bosmina hagamani</i>	682
	<i>Bosmina longirostris</i>	1760
	<i>Bosminopsis deitersi</i>	694
	<i>Ceriodaphnia paradoxa</i>	0
	<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0
	<i>Daphnia</i> sp.	0
	<i>Diaphanosoma</i> sp.	0
	<i>Moina rostrata</i>	158
	<i>Moina</i> sp.	0
Riqueza/Densidade Subtotal	9 (22,50%)	3294
Copepoda	<i>Calanoida</i> sp1	0
	<i>Calanoida</i> sp2	4
	<i>Ciclopoida</i> sp.	2
	Copepodito	2368
	<i>Macrocylops</i> sp.	0
	Nauplius	4170
	<i>Notodiaptomus deitersi</i>	336
	<i>Paracyclops</i> sp.	178
Riqueza/Densidade Subtotal	6 (15,00%)	7058
Ostracoda	Ostracoda spp.	0
Riqueza/Densidade Subtotal	1 (2,50%)	0
Protista	<i>Arcella</i> sp.	4
	<i>Arcella vulgaris</i>	0
	<i>Diffugia</i> sp.	0
	<i>Euglypha denticulata</i>	22
	<i>Vorticella</i> sp.	0
Riqueza/Densidade Subtotal	5 (12,50%)	26
Rotífera	<i>Brachionus dolabratus</i>	2
	<i>Brachionus falcatus</i>	0
	<i>Brachionus mirius</i>	0
	<i>Brachionus plicatilis</i>	2

GRUPO	TAXA	DENSIDADE (ind/mL)
	<i>Brachionus zannisesi</i>	180
	<i>Colotheca coronetta</i>	18
	<i>Colotheca mutabilis</i>	568
	<i>Colotheca</i> sp.	0
	<i>Filinia camasecla</i>	984
	<i>Filinia longiseta</i>	0
	<i>Keratella americana</i>	422
	<i>Keratella cochlearis</i>	22
	<i>Keratella tropica</i>	0
	<i>Lecane aculeata</i>	2
	<i>Lecane bulla</i>	6
	<i>Lecane sylvie</i>	0
	<i>Notholca</i> sp.	0
	<i>Polyathra major</i>	4
	<i>Trichocerca cylindrica</i>	20
Riqueza/Densidade Subtotal	19 (47,50%)	2230
Riqueza/Densidade Total	40	12608

Em relação aos taxa registrados em escala local (pontos amostrais), observa-se variação apenas na abundância (densidade) dos organismos. De forma geral, os dois pontos amostrados assinalaram o mesmo número de espécies. O grupo do rotíferos apresentou o maior número de espécies, seguido dos cladóceros, para ambos os pontos. A maior densidade para os rotíferas foi registrada para o Ponto 1, apresentando também a maior densidade para o grupo dos copépodes. O Ponto 2, por sua vez, apresentou a maior densidade do grupo dos cladóceras. Os resultados obtidos em escala local são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 14 - Taxa registrados em escala local (pontos amostrais) na área de influência do futuro empreendimento.

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (ind/mL)
P1	Cladocera	<i>Bosmina hagamani</i>	472
		<i>Bosmina longirostris</i>	848
		<i>Bosminopsis deitersi</i>	0
		<i>Ceriodaphnia paradoxa</i>	0
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (ind/mL)
		<i>Daphnia</i> sp.	0
		<i>Diaphanosoma</i> sp.	0
		<i>Moina rostrata</i>	158
		<i>Moina</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	9 (22,50%)	1478
	Copepoda	<i>Calanoida</i> sp1	0
		<i>Calanoida</i> sp2	4
		<i>Ciclopoida</i> sp.	0
		Copepodito	1450
		<i>Macrocylops</i> sp.	0
		Nauplius	3376
		<i>Notodiaptomus deitersi</i>	278
		<i>Paraciclops</i> sp.	178
	Riqueza/Densidade Subtotal	6 (15%)	5286
	Ostracoda	Ostracoda spp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	1 (2,50%)	0
	Protista	<i>Arcella</i> sp.	4
		<i>Arcella vulgaris</i>	0
		<i>Diffflugia</i> sp.	0
		<i>Euglypha denticulata</i>	22
		<i>Vorticela</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	5 (12,50%)	26
	Rotífera	<i>Brachionus dolabratus</i>	0
		<i>Brachionus falcatus</i>	0
		<i>Brachionus mirius</i>	0
		<i>Brachionus plicatilis</i>	0
		<i>Brachionus zannisesi</i>	164
		<i>Colotheca coronetta</i>	0
		<i>Colotheca mutabilis</i>	568
		<i>Colotheca</i> sp.	0
		<i>Filinia camasecla</i>	808
		<i>Filinia longiseta</i>	0
		<i>Keratella americana</i>	332
		<i>Keratella cochlearis</i>	14
		<i>Keratella tropica</i>	0
		<i>Lecane aculeata</i>	2
		<i>Lecane bulla</i>	0

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (ind/mL)
		<i>Lecane sylvie</i>	0
		<i>Notholca</i> sp.	0
		<i>Polyathra major</i>	4
		<i>Trichocerca cylindrica</i>	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	19 (47,50%)	1892
	Riqueza/Densidade Total	40	8682
P2	Cladocera	<i>Bosmina hagamani</i>	210
		<i>Bosmina longirostris</i>	912
		<i>Bosminopsis deitersi</i>	694
		<i>Ceriodaphnia paradoxa</i>	0
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0
		<i>Daphnia</i> sp.	0
		<i>Diaphanosoma</i> sp.	0
		<i>Moina rostrata</i>	0
		<i>Moina</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	9 (22,50%)	1816
	Copepoda	<i>Calanoida</i> sp1	0
		<i>Calanoida</i> sp2	0
		<i>Ciclopoida</i> sp.	2
		Copepodito	918
		<i>Macrocylops</i> sp.	0
		Nauplius	794
		<i>Notodiaptomus deitersi</i>	58
		<i>Paracyclops</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	6 (15%)	1772
	Ostracoda	Ostracoda spp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	1 (2,50%)	0
	Protista	<i>Arcella</i> sp.	0
		<i>Arcella vulgaris</i>	0
		<i>Diffugia</i> sp.	0
		<i>Euglypha denticulata</i>	0
		<i>Vorticela</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	5 (12,50%)	0
	Rotífera	<i>Brachionus dolabratus</i>	2
		<i>Brachionus falcatus</i>	0
		<i>Brachionus mirius</i>	0

PONTO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE (ind/mL)
		<i>Brachionus plicatilis</i>	2
		<i>Brachionus zannisesi</i>	16
		<i>Colotheca coronetta</i>	18
		<i>Colotheca mutabilis</i>	0
		<i>Colotheca sp.</i>	0
		<i>Filinia camasecla</i>	176
		<i>Filinia longiseta</i>	0
		<i>Keratella americana</i>	90
		<i>Keratella cochlearis</i>	8
		<i>Keratella tropica</i>	0
		<i>Lecane aculeata</i>	0
		<i>Lecane bulla</i>	6
		<i>Lecane sylvie</i>	0
		<i>Notholca sp.</i>	0
		<i>Polyathra major</i>	0
		<i>Trichocerca cylindrica</i>	20
	Riqueza/Densidade Subtotal	19 (47,50%)	338
Riqueza/Densidade Total		40	3926

Quando avaliados os taxa sob os aspectos sazonais, observou-se que tanto na estação seca quanto na estação chuvosa, os pontos amostrados registraram o mesmo número de espécies e mesmo número de indivíduos. Assim, de forma geral, observa-se que o grupo dos rotíferas apresentou o maior número de espécies, com 19 taxa registrados, representando 47,50% do total das espécies registradas. O grupo dos cladóceros registrou a segunda maior variação no número de espécies, sendo registradas nove espécies. Os grupos que apresentaram os menores números de espécies foram Copepoda, Protista e Ostracoda, assinalando seis, cinco e uma espécie, respectivamente. Os resultados sazonais estão representados na quadro abaixo.

Quadro 15 - Taxa registrados para a área de influência do empreendimento durante as estações seca e chuvosa.

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
Chuvosa	Cladocera	<i>Bosmina hagamani</i>	341
		<i>Bosmina longirostris</i>	880
		<i>Bosminopsis deitersi</i>	347

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
		<i>Ceriodaphnia paradoxa</i>	0
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0
		<i>Daphnia</i> sp.	0
		<i>Diaphanosoma</i> sp.	0
		<i>Moina rostrata</i>	79
		<i>Moina</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	9 (22,50%)	1647
	Copepoda	<i>Calanoida</i> sp1	0
		<i>Calanoida</i> sp2	2
		<i>Ciclopoida</i> sp.	1
		Copepodito	1184
		<i>Macrocylops</i> sp.	0
		Nauplius	2085
		<i>Notodiaptomus deitersi</i>	168
		<i>Paracyclops</i> sp.	89
	Riqueza/Densidade Subtotal	6 (15%)	3529
	Ostracoda	Ostracoda spp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	1 (2,50%)	0
	Protista	<i>Arcella</i> sp.	2
		<i>Arcella vulgaris</i>	0
		<i>Diffugia</i> sp.	0
		<i>Euglypha denticulata</i>	11
		<i>Vorticela</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	5 (12,50%)	13
	Rotífera	<i>Brachionus dolabratus</i>	1
		<i>Brachionus falcatus</i>	0
		<i>Brachionus mirius</i>	0
		<i>Brachionus plicatilis</i>	1
		<i>Brachionus zannisesi</i>	90
		<i>Colotheca coronetta</i>	9
		<i>Colotheca mutabilis</i>	284
		<i>Colotheca</i> sp.	0
		<i>Filinia camasecla</i>	492
		<i>Filinia longiseta</i>	0
		<i>Keratella americana</i>	211
		<i>Keratella cochlearis</i>	11
		<i>Keratella tropica</i>	0

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
		<i>Lecane aculeata</i>	1
		<i>Lecane bulla</i>	3
		<i>Lecane sylvie</i>	0
		<i>Notholca</i> sp.	0
		<i>Polyathra major</i>	2
		<i>Trichocerca cylindrica</i>	10
	Riqueza/Densidade Subtotal	19 (47,50%)	1115
	Riqueza/Densidade Total	40	6304
Seca	Cladocera	<i>Bosmina hagamani</i>	341
		<i>Bosmina longirostris</i>	880
		<i>Bosminopsis deitersi</i>	347
		<i>Ceriodaphnia paradoxa</i>	0
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0
		<i>Daphnia</i> sp.	0
		<i>Diaphanosoma</i> sp.	0
		<i>Moina rostrata</i>	79
		<i>Moina</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	9 (22,50%)	1647
	Copepoda	<i>Calanoida</i> sp1	0
		<i>Calanoida</i> sp2	2
		<i>Ciclopoida</i> sp.	1
		Copepodito	1184
		<i>Macrocylops</i> sp.	0
		Nauplius	2085
		<i>Notodiatomus deitersi</i>	168
		<i>Paracylops</i> sp.	89
	Riqueza/Densidade Subtotal	6 (15%)	3529
	Ostracoda	Ostracoda spp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	1 (2,50%)	0
	Protista	<i>Arcella</i> sp.	2
		<i>Arcella vulgaris</i>	0
		<i>Diffugia</i> sp.	0
		<i>Euglypha denticulata</i>	11
		<i>Vorticela</i> sp.	0
	Riqueza/Densidade Subtotal	5 (12,50%)	13
	Rotífera	<i>Brachionus dolabratus</i>	1
		<i>Brachionus falcatus</i>	0

ESTAÇÃO	GRUPO	TAXA	DENSIDADE
		<i>Brachionus mirius</i>	0
		<i>Brachionus plicatilis</i>	1
		<i>Brachionus zannisesi</i>	90
		<i>Colotheca coronetta</i>	9
		<i>Colotheca mutabilis</i>	284
		<i>Colotheca sp.</i>	0
		<i>Filinia camasecla</i>	492
		<i>Filinia longiseta</i>	0
		<i>Keratella americana</i>	211
		<i>Keratella cochlearis</i>	11
		<i>Keratella tropica</i>	0
		<i>Lecane aculeata</i>	1
		<i>Lecane bulla</i>	3
		<i>Lecane sylvie</i>	0
		<i>Notholca sp.</i>	0
		<i>Polyathra major</i>	2
		<i>Trichocerca cylindrica</i>	10
	Riqueza/Densidade Subtotal	19 (47,50%)	1115
	Riqueza/Densidade Total	40	6304

Em relação à categorização da qualidade da água, avaliada através da presença de grupos taxonômicos específicos (Copépodes, Rotíferos e Cladóceros), nas amostras analisadas e estabelecidas pela metodologia do ICZ, nos pontos amostrados, ficou estabelecida como boa. No quadro apresentado abaixo pode-se conferir os resultados do ICZ obtidos para os pontos amostrais, sazonalidade e geral.

Quadro 16 - ICZ registrados para a área de influência do empreendimento.

PERÍODO	DATA DA COLETA	ICZ		ICZ- GERAL
		PONTOS AMOSTRAIS		
		P1	P2	
1ª Campanha	19/09/2023	Boa	Boa	Boa
2ª Campanha	06/12/2023	Boa	Boa	

Os indivíduos que compõem a comunidade zooplancônica apresentam sensibilidade frente às mudanças ambientais e podem responder rapidamente aos mais diversos tipos de

impactos, podendo ser utilizados para a geração dos mais diversos índices, desde ecológicos quanto de diversidade (NDAH et al., 2022). Essas respostas podem se manifestar tanto através da alteração na composição e diversidade, como no aumento ou diminuição da densidade da comunidade zooplanctônica (DANTAS-SILVA e DANTAS, 2013). De acordo com Matsumura-Tundisi e Tundisi (2003), alterações estruturais da comunidade de zooplâncton podem ser o primeiro passo para detectar mudanças em grande escala, em consequência do processo de eutrofização e/ou toxicidade.

Para os copépodes, alguns estudos demonstraram uma forte relação entre esses organismos e fatores ambientais, como o status trófico do ambiente (especialmente para os ciclopóides) (GAZONATO NETO et al., 2014; PERBICHE-NEVES et al., 2016; MACEDO et al., 2019). Ainda, podem ser influenciados pela biogeografia e tamanho da bacia, além das importantes interações dentro das teias alimentares aquáticas (PERBICHE-NEVES et al., 2014; SEGOVIA et al. 2015).

Os cladóceros são de fundamental importância para a transferência de energia entre as cadeias tróficas, podendo inclusive servir como indicadores de estados de trofia de rios ou reservatórios (URBANO et al., 2022). Podem ainda, ser influenciados por fatores em escalas locais, como por exemplo a temperatura e a precipitação pluviométrica (ROCHA et al., 2017). Por essas características este grupo taxonômico serve como bioindicador da saúde hídrica de rios e de diversos outros ecossistemas aquáticos nos mais diversos lugares do mundo (FROLOVA, 2018; SICILIANO et al., 2015).

Os rotíferos representam um importante grupo de zooplâncton, pois podem contribuir com mais de 50% da produtividade deste (THOMAS et al., 2017). Essa grande diversidade faz com que sejam considerados indicadores eficazes das condições ambientais devido à sua sensibilidade às mudanças ambientais (PHAN et al., 2021). Desta forma, a estrutura da comunidade de rotíferos é influenciada por fatores como temperatura da água, salinidade,

transparência, status trófico e predadores (SERAFFIM-JUNIOR, et al., 2019). A composição de espécies dos rotíferos, sua abundância e seus índices de diversidade têm sido amplamente aplicados para avaliar a qualidade da água (OH et al., 2017, KOLAROVA e PAWEL, 2023).

Por fim, apesar de existirem fatores antrópicos relevantes no que diz respeito aos aspectos da distribuição das espécies do zooplâncton, como por exemplo extensas área agrícolas e de silvicultura, a presença dos três grupos principais, cladódera, rotífera e copépoda, nos dois pontos amostrados, descrevem ambientes em equilíbrio. Mesmo que de forma indireta, a presença destes grupos taxonômicos caracterizam ambientes que podem ser considerados mais conservados. Diante disto, servem também para que haja futuras comparações, caso o empreendimento receba sua licença e seja implementado. Isso pode ser realizado tanto ao nível de espécies quanto ao nível de densidade/abundância, podendo aumentar, diminuir ou até ocorrer a substituição de determinados gêneros em resposta de possíveis impactos ambientais associados ao futuro empreendimento.

8.1.6.34 BMWP

Ao término das amostragens durante as campanhas realizadas em Setembro-2023 e Dezem-2023, foram registradas, para a área de influência do futuro empreendimento, nos dois pontos amostrados (montante e jusante), 15 famílias. Para a ordem dos odonatas, foi assinalada o maior número de famílias, sendo registradas cinco famílias, o que por sua vez representou 33,33% do total de famílias registradas. O segundo maior número de famílias foi estabelecido para os Hemiptera, que com 4 famílias, representou 26,66% do total dos taxa registrados. As ordens Coleoptera e Diptera, assinalaram duas famílias. Por fim, para três ordens foram registradas o menor número de famílias, sendo elas, Ephemeroptera, Lepidoptera e Trichoptera, ambas com o registro de uma única família. Os resultados obtidos podem ser conferidos no quadro apresentado abaixo.

Quadro 17 - Taxa da macrofauna bentônica registrados para a área de influência do futuro empreendimento.

Ordem/Classe	Família	Abundância
Coleoptera	Coleoptera	2
	Hydrophilidae	1
Riqueza/Abundância Subtotal	1 (6,66%)	3
Diptera	Chironomidae	8
	Culicidae	4
Riqueza/Abundância Subtotal	2 (13,33%)	12
Ephemeroptera	Baetidae	5
Riqueza/Abundância Subtotal	1 (6,66%)	5
Hemiptera	Belostomatidae	5
	Naucoridae	4
	Nepidae	1
	Notonectidae	2
Riqueza/Abundância Subtotal	4 (26,66%)	12
Lepidoptera	Pyralidae	1
Riqueza/Abundância Subtotal	1 (6,66%)	1
Odonata	Aeshnidae	2
	Coenagrionidae	5
	Gomphidae	8
	Libellulidae	36
	Odonata	4
	Protoneuridae	1
Riqueza/Abundância Subtotal	5 (33,33%)	56
Trichoptera	Hydropsychidae	1
Riqueza/Abundância Subtotal	1 (6,66%)	1
Riqueza/Abundância Total	15	90
BMWP Total	55 - Classe IV - Ruim	

No que concerne a ponderação das famílias registradas pela metodologia implementada, o BMWP, de forma geral, somou 55. Este somatório enquadrrou a área de influência do futuro empreendimento na Classe IV, o que por sua vez descreve ambientes com qualidade da água ruim. Contudo, cabe destacar os aspectos bióticos e abióticos que influenciam na distribuição das famílias ao longo do curso hídrico. Neste sentido, cabe destacar a influência dos tipos de

substratos, onde os organismos se encontram, associados principalmente em relação a capacidade de colonização, disponibilidade de alimentos e até as características físico-química das águas (TIKKANEN et al., 2000; GALETI et al., 2020; COUTO et al., 2023; TAMPO et al., 2021; SHUMAN et al., 2020; FEIO et al., 2021).

Ainda, cabe destacar que todas as metodologias utilizadas para categorizar a qualidade da água, apresentadas neste estudo (IQA, ICF, IET e ICZ), foi possível caracterizar ambientes com água de qualidade boa e ótima. Desta forma, utilizar as famílias de macroinvertebrados aquáticos para categorizar a qualidade da água de um determinado curso hídrico, pode não descrever de forma fidedigna as reais condições ambientais dos sistemas analisados. Contudo, direcionar os estudos para os aspectos ecológicos, tais como índices, riqueza e abundância, podem embasar melhor a argumentação voltada ao cenário das condições ambientais. Diante disto, dada os requisitos ecológicos da maior parte das famílias, como por exemplo, a utilização como bioindicadores ambientais, serve de subsídio para entender como as atividades antrópicas, inerentes ao empreendimento, podem influenciar as dinâmicas de distribuição das famílias e/ou espécies que ocorrem na área de influência do futuro empreendimento.

Contudo, é de fundamental relevância destacar a caracterização ambiental dos pontos onde as assembleias de macroinvertebrados foram amostradas. Como os pontos amostrais sofrem influência de extensas áreas agrícolas e de silvicultura, tais ações antrópicas podem estar servindo como filtro e influenciando na distribuição das famílias na área de estudo. Diante deste cenário, não se pode descartar que a diversidade de famílias registradas esteja sendo uma resposta ambiental, frente a estas ações antrópicas, já estabelecidas nos sistemas analisados.

Em relação à variação registrada em escala local (pontos amostrados), não há diferença em relação ao número de famílias registradas. Ao término das duas campanhas de amostragens realizadas, o Ponto 1 (jusante) assinalou 12 famílias. No ponto localizado a montante (Ponto 2), foram registradas 10 famílias. Em ambos os pontos amostrados a ordem Odonata foi a que

apresentou o maior número de famílias (N=4). Os demais dados podem ser conferidos no quadro apresentado abaixo.

Quadro 18 - Taxa registrados na área de influência do futuro empreendimento.

Ponto	Ordem/Classe	Família	Abundância
P1	Coleoptera	Coleoptera	2
		Hydrophilidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	3
	Diptera	Chironomidae	7
		Culicidae	3
	Riqueza/Abundância Subtotal	2 (15,38%)	10
	Ephemeroptera	Baetidae	4
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	4
	Hemiptera	Belostomatidae	2
		Nepidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	2 (15,38%)	3
	Lepidoptera	Pyralidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	1
	Odonata	Aeshnidae	1
		Gomphidae	1
		Libellulidae	13
		Odonata	4
		Protoneuridae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	4 (30,76%)	20
	Trichoptera	Hydropsychidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	1
	Riqueza/Abundância Total	12	42
	BMWP - Total	43 - Classe IV - Ruim	
P2	Diptera	Chironomidae	1
		Culicidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	2 (15,38%)	2
	Ephemeroptera	Baetidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	1
	Hemiptera	Belostomatidae	3

Ponto	Ordem/Classe	Família	Abundância
		Naucoridae	4
		Notonectidae	2
	Riqueza/Abundância Subtotal	3 (23,07%)	9
	Odonata	Aeshnidae	1
		Coenagrionidae	5
		Gomphidae	7
		Libellulidae	23
	Riqueza/Abundância Subtotal	4 (30,76%)	36
	Riqueza/Abundância Total	10	48
	BMWP - Total	44 - Classe IV - Ruim	

No que se refere à metodologia utilizada para categorizar os aspectos da qualidade da água, o BWMP, através das ponderações das famílias registradas para cada ponto amostral, classificou o trecho do Rio Ribeirão Bacaba, na área de influência do futuro empreendimento, como qualidade da água ruim, em ambos os pontos amostrados. Cabe ressaltar que estes dados não refletem os aspectos descritos pelas demais metodologias utilizadas neste estudo, como exemplo IQA, ICF, ICZ e IET, onde em todas estas metodologias supracitadas, obteve-se a categorização da qualidade da água como boa ou ótima.

Como já mencionado outrora, estes resultados podem estar refletindo aspectos antrópicos, que não estão associados ao empreendimento, como por exemplo a influência negativa de extensas área agrícolas e de silvicultura, próximas às áreas aqui estudadas. Contudo, o levantamento das famílias para a área de influência do futuro aterro sanitário da CGR-Balsas, torna-se de fundamental relevância neste momento. Como não há pressões antrópicas que estão associadas às atividades de implantação e/ou operação do aterro sanitário, caso o empreendimento receba suas licenças ambientais para tal, estes resultados servirão para comparar possíveis impactos ambientais associados ao empreendimento.

Além disto, cabe mencionar que o Ponto 1, localizado a jusante, terá influência do lançamento do efluente tratado da ETE. Assim, espera-se que quaisquer problemas,

relacionados a ineficiência do processo de tratamento do lixiado, reflitam diretamente nas dinâmicas ecológicas das famílias de macroinvertebrados presentes neste ponto. Ainda, o Ponto 2, localizado a montante, servirá como controle, para relacionar aos possíveis impactos ambientais associados ao futuro aterro sanitário da CGR-Balsas.

No que se refere às questões sazonais, as assembleias macrobentônicas amostradas nas estações seca e chuvosa, tendem a não apresentar diferenças significativas. Contudo, durante a estação seca foram registradas 12 famílias na área de influência do futuro empreendimento. As amostragens realizadas durante a estação chuvosa, assinalou oito famílias para os pontos amostrados. Em ambas as estações amostradas, a ordem Odonata apresentou o maior número de famílias registradas (Estação seca – N=4; Estação chuvosa – N=5). Os demais resultados podem ser conferidos no quadro apresentado abaixo.

Quadro 19 - Taxa registrados durante as estações de seca e chuvosa na área de influência do futuro empreendimento.

Estação	Ordem/Classe	Família	Abundância
Seca - 15/09/2023	Coleoptera	Coleoptera	2
		Hydrophilidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	3
	Diptera	Chironomidae	8
		Culicidae	4
	Riqueza/Abundância Subtotal	2 (15,38%)	12
	Ephemeroptera	Baetidae	3
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	3
	Hemiptera	Belostomatidae	1
		Naucoridae	4
		Notonectidae	2
	Riqueza/Abundância Subtotal	3 (23,07%)	7
	Lepidoptera	Pyalidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	1
	Odonata	Aeshnidae	1
		Gomphidae	6
		Libellulidae	4

Estação	Ordem/Classe	Família	Abundância
		Protoneuridae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	4 (30,76%)	12
	BMWP - Seca	33 - Classe IV - Ruim	
	Riqueza/Abundância Total	12	38
Chuvosa - 08/12/2023	Ephemeroptera	Baetidae	2
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	2
	Hemiptera	Belostomatidae	4
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	4
	Odonata	Nepidae	1
		Aeshnidae	1
		Coenagrionidae	5
		Gomphidae	2
		Libellulidae	32
		Odonata	4
	Riqueza/Abundância Subtotal	5 (38,46%)	45
	Trichoptera	Hydropsychidae	1
	Riqueza/Abundância Subtotal	1 (7,69%)	1
	BMWP - Chuvosa	42 - Classe IV - Ruim	
	Riqueza/Abundância Total	8	52

Quando na comparação entre as estações, apesar de na estação chuvosa terem sido registradas as famílias com maiores ponderações do BMWP, de forma geral, ambas as estações enquadram-se como qualidade da água ruim. Neste cenário, reitera-se que da mesma forma que ocorreu nas análises sazonais das demais metodologias para categorizar a qualidade da água no trecho do Rio Ribeirão Bacaba (IQA, ICF, ICZ e IET), os resultados sazonais obtidos para o BWMP, estão na contra-mão dos demais resultados apresentados. Cabe ressaltar que desta forma, a categorização sazonal da qualidade da água na área de influência do futuro empreendimento, através do índice BMWP, não condiz com os aspectos da qualidade da água registrada para a área de estudo.

Neste interim, ressalta-se as possíveis influências de ações antrópicas, que podem já estar estabelecidas no sistema, como por exemplo extensas áreas agrícolas e de silvicultura. As atividades voltadas a agricultura podem estar lançando no curso hídrico maiores cargas de

nutrientes, em determinadas épocas do ano, o que por sua vez pode estar servindo como um filtro ambiental, selecionando os requisitos ecológicos de determinadas famílias, ocasionando a substituição de taxa ou a diminuição e/ou aumento das suas respectivas abundâncias. Isso acontece porque determinadas famílias podem ser mais ou menos tolerantes à determinadas condições ambientais. Associado à esses fatores, aspectos como o aumento das vazões em estações chuvosas e a diminuição destas, em estações de seca, também podem repercutir na distribuição das famílias ao longo do *continuum* do Rio Ribeirão Bacaba.

8.1.6.34.1 Espécies de Possível Ocorrência

As buscas pelos dados secundários mostraram que a região do município de Balsas – MA, pode ser considerada como subamostrada, no que se refere a diversidade de espécies da macroinvertebrados aquáticos. Diante deste cenário, é importante mencionar que os dados levantados abarcam áreas mais distantes do local onde está sendo pretendido para implementação do empreendimento e, muitas vezes, provém de unidades de conservação, onde as pressões antrópicas são diferentes. Para o município de Balsas, houve compilação de dados de um estudo (R5). A seguir são apresentados alguns dados referentes aos estudo obtidos.

R1: Barbosa et al., 2020 – Artigo mostrando a influência das variáveis espaciais e ambientais na formação das assembleias de insetos aquáticos em duas áreas protegidas em transição de Cerrado e Amazônia. Para este estudo foram contabilizadas 15 famílias. Desenvolvido nos Parque Estadual do Mirador (Municípios - Mirador, Grajaú e São Raimundo das Mangabeiras. Parque Nacional da Chapada das Mesas (Municípios - Estreito, Carolina e Riachão). Desenvolvido do município de Caxias.

R2: Barros et al., 2021 – Artigo descrevendo os aspectos ecológicos da subordem Heteroptera em associação com fatores físico-químicos e ambientais. Para este estudo foram assinaladas sete famílias. Desenvolvido do município de Caxias.

R3: Castro, Elizete, Ribeiro – Dissertação de mestrado – Mostra os efeitos ambientais na distribuição de insetos aquáticos em tributários do Rio Itapecuru, no Leste Maranhense. Para este estudo foram assinaladas 13 famílias. Desenvolvido do município de Caxias.

R4: Veras, Daniel, Silas. 2017 – Dissertação de mestrado - Mostra o efeito da perda de integridade de habitat de riachos sobre as assembleias de odonata na zona de ecotono do Leste Maranhense. Para este estudo foram registradas sete famílias. Desenvolvido do município de Caxias.

R5: Stragliotto, Layla, Karolyne, Dourado. 2019 – Trabalho de Conclusão de Curso – Identifica e caracteriza a comunidade bentônica do Riacho do Matão – MA. Para este estudo foram assinaladas 16 famílias. Desenvolvido do município de Balsas.

Ao término das buscas aos dados secundários, foram registradas no total 38 famílias. Cabe destacar aqui que como a metodologia do BMWP pondera os pesos para cada família registrada, os critérios de comparação aos dados secundários e os registrados neste estudo, limitam-se às famílias e não às espécies e/ou gêneros. Os dados de possível ocorrência podem ser conferidos no quadro abaixo.

Quadro 20: Taxa de possível ocorrência registrados para a área de influência do futuro empreendimento. *Refere-se ao número de famílias.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Estudo				
				R1	R2	R3	R4	R5
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	-	X		X		
		<i>Aturbina</i>	-			X		
		<i>Callibaetis</i>	-	X		X		
		<i>Cloeodes</i>	-			X		
		<i>Criptonympha</i>	-	X				
		<i>Paracloeodes</i>	-			X		
		<i>Camelobaetidius</i>	-			X		
		<i>Guajirolus</i>	-			X		
		<i>Waltzophius</i>	-	X				
		<i>Baetis</i>	-					X
		<i>Zelus</i>	-	X				
	Caenidae	<i>Caenis</i>	-	X		X		X
	Euthyplociidae	<i>Campylocia</i>	-	X				
	Leptohyphidae	<i>Amanahyphes</i>	-	X				
		<i>Leptohyphes</i>	-	X		X		X
		<i>Macunahyphes</i>	-	X				
		<i>Traverhyphes</i>	-	X		X		
		<i>Tricorythodes</i>	-	X		X		
		<i>Tricorythopsis</i>	-			X		
	Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	-	X		X		
		<i>Fittkaulus</i>	-	X		X		
		<i>Hagenulopsis</i>	-	X		X		
		<i>Homothraul</i>	-	X				

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Estudo				
				R1	R2	R3	R4	R5
		<i>Hydrosmilodon</i>	-	X		X		
		<i>Massartella</i>	-	X				
		<i>Microphlebia</i>	-	X				
		<i>Miroculis</i>	-	X		X		
		<i>Paramaka</i>	-	X		X		
		<i>Simothraulopsis</i>	-	X		X		
		<i>Thraulodes</i>	-			X		X
		<i>Tikuna</i>	-	X				
		<i>Ulmeritoides</i>	-	X		X		
	Oligoneuridae	<i>Oligoneuria</i>	-			X		
	Polymitarciidae	<i>Asthenopus</i>	-			X		
		<i>Tortopus</i>	-			X		
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	-	X		X		
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	-	X		X		X
	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	-	X				
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	-	X		X		X
		<i>Macronema</i>	-	X		X		
		<i>Macrostemum</i>	-	X		X		
		<i>Smicridea</i>	-	X				
		<i>Synoestropsis</i>	-	X		X		
	Hydroptilidae	<i>Flintiella</i>	-	X				
		<i>Hydroptila</i>	-	X				X
		<i>Metrichia</i>	-	X				
		<i>Neotrichia</i>	-	X		X		

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Estudo				
				R1	R2	R3	R4	R5
		<i>Oxyethira</i>	-			X		
	Hidrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	-	X				
	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	-	X				
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	-	X		X		
		<i>Oecetis</i>	-	X				
		<i>Triplectides</i>	-	X				
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	-	X		X		
	Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	-	X		X		
		<i>Cyrnellus</i>	-	X		X		
		<i>Polypsectropus</i>	-	X				
		<i>Polycentropus</i>	-			X		
Heteroptera	Gerridae	<i>Cylindrostethus</i>	-		X			
		<i>Brachymetra</i>	-		X			
		<i>Limnogonus</i>	-		X			
		<i>Trepobates</i>	-		X			
		<i>Rheumatobates</i>	-		X			
	Veliidae	<i>Microvelia</i>	-		X			
		<i>Rhagovelia</i>	-		X			
		<i>Paravelia</i>	-		X			
		<i>Stridulivelia</i>	-		X			
	Belostomidae	<i>Belostoma</i>	-		X			
	Naucoridae	<i>Limnocoris</i>	-		X			
		<i>Ambrysus</i>	-		X			
		<i>Pelocoris</i>	-		X			

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Estudo				
				R1	R2	R3	R4	R5
Zygopetara	Nepidae	<i>Curicta</i>	-		X			
		<i>Ranatra</i>	-		X			
		<i>Notonectidae</i>	<i>Martarega</i>		X			
		<i>Gelastocoridae</i>	<i>Gelastocoris</i>		X			
	Coenagrionidae	-	<i>Argia hasemani</i>				X	
		-	<i>Argia lilacina</i>				X	
		-	<i>Argia indicatrix</i>				X	
		-	<i>Argia reclusa</i>				X	
		<i>Argia</i>	-					X
		-	<i>Acanthagrion aeopilum</i>				X	
		-	<i>Acanthagrion gracile</i>				X	
		-	<i>Epipleoneura venezuelensis</i>				X	
		-	<i>Epipleoneura westfalli</i>				X	
		-	<i>Epipleoneura williamsoni</i>				X	
		-	<i>Epipleoneura metallica</i>				X	
		-	<i>Neoneura sylvatica</i>				X	
		-	<i>Neoneura confundens</i>				X	
		-	<i>Ischnura capreolus</i>				X	
		-	<i>Telebasis coccinea</i>				X	
		-	<i>Telebasis filiola</i>				X	
		-	<i>Telebasis griffinii</i>				X	
		-	<i>Telebasis sanguinalis</i>				X	
		-	<i>Tigriagrion aurantinigrum</i>				X	
	Calopterygidae	-	<i>Hetaerina auripennis</i>				X	

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Estudo				
				R1	R2	R3	R4	R5
Anisoptera	Lestidae	-	<i>Hetaerina rosea</i>				x	
		-	<i>Hetaerina sanguinea</i>				x	
		<i>Hetaerina</i>	-				x	
		-	<i>Lestes forficula</i>				x	
		-	<i>Perilestes solutus</i>				x	
	Aeshnidae	-	<i>Neuraeschna calverti</i>				x	
		<i>Remartinia</i>	-				x	
		<i>Coryphaeschna</i>	-				x	
	Libellulidae	-	<i>Dasythemis essequiba</i>				x	
		-	<i>Brachymesia herbida</i>				x	
		-	<i>Diastatops obscura</i>				x	
		-	<i>Dythemis sterilis</i>				x	
		-	<i>Erythrodiplax castanae</i>				x	
		-	<i>Erythrodiplax basalis</i>				x	
		-	<i>Erythrodiplax fusca</i>				x	
		-	<i>Erythrodiplax latimaculata</i>				x	
		-	<i>Erythrodiplax melanica</i>				x	
		-	<i>Erythrodiplax ochracea</i>				x	
		-	<i>Erythrodiplax umbrata</i>				x	
		-	<i>Erythemis haematogastra</i>				x	
		-	<i>Erythemis peruviana</i>				x	
		-	<i>Erythemis plebeja</i>				x	
		-	<i>Erythemis vesiculosa</i>				x	
		-	<i>Micrathryia pseudeximia</i>				x	

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Estudo				
				R1	R2	R3	R4	R5
		-	<i>Micrathryia ocellata</i>				x	
		-	<i>Micrathryia romani</i>				x	
		-	<i>Nephepeltia phryne</i>				x	
		-	<i>Nephepeltia flavifrons</i>				x	
		-	-					x
		<i>Nephepeltia</i>	-				x	
			<i>Oligoclada abbreviata</i>				x	
			<i>Orthemis biolleyi</i>				x	
			<i>Orthemis cultiformis</i>				x	
			<i>Orthemis schmidtii</i>				x	
			<i>Orthemis sulphurata</i>				x	
		<i>Orthemis</i>	-				x	
			<i>Perithemis lais</i>				x	
			<i>Tramea binotata</i>				x	
			<i>Uracis imbuta</i>				x	
			<i>Zenithoptera lanei</i>				x	
Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	-					x
	Staphilinidae	-	-					x
Gastropoda	Ampularidae	<i>Pomacea</i>	-					x
	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i>	-					x
	Ancylidae	-	-					x
Bivalvia	Sphareliidae	<i>Psidium</i>						x
Crustacea	Paleomonidae	<i>Macrobrachium</i>						x
*Riqueza Total		38	-	15	7	13	7	16

Os dados secundários mostram que de forma geral, para a área de influência do futuro empreendimento, pode-se esperar uma baixa diversidade de famílias. Neste sentido, através dos dados apresentados no quadro acima, constata-se que no R1 foram registradas o mesmo número de famílias (N=15), quando comparados aos dados coletados neste estudo. Para os dados obtidos em R2, R3 e R4, observa-se que o número de famílias registradas para este estudo (Aterro Sanitário da CGR-Balsas), houve um aumento do número de famílias que podem ser registradas na área de influência. Por fim, para os dados obtidos em R5, pode-se observar o registro de 16 famílias, uma a mais que na área do futuro aterro sanitário.

Cabe destacar ainda, que no R5 são apresentados os dados no mesmo município onde o futuro empreendimento estará localizado, portanto, atribui-se maior respaldo científico quando nas comparações aos demais estudos apresentados. Isso acontece porque os dados secundários contidos no R5 podem ser interpretados como sendo influenciado pelas mesmas (e/ou muito similares) pressões antrópicas, presentes na área de influência do futuro empreendimento. De forma geral, levando em consideração o número total de famílias registradas nos cinco estudos (N=38), as amostragens realizadas neste estudo (Aterro Sanitário da CGR-Balsas), representou 39,47% do total das famílias de possível ocorrência.

8.1.6.9 Conclusões

De forma geral, referentes aos parâmetros ambientais analisados na área de influência do futuro empreendimento, apenas dois apresentaram valores em desconformidade com a resolução CONAMA 357/05, o fósforo total e os sulfetos. Contudo, cabe destacar que referente às suas ponderações, estabelecidas pela metodologia implementada pela CETESB, o IQA, apenas um apresentou-se em desconformidade, sendo este, o fósforo total. Todavia, a análise do IQA mostrou que esta variação excedente não foi significativa, ao ponto de categorizar a qualidade da água nas piores classificações. Desta forma, ao término das duas campanhas de

amostragem na área de influência do CGR-Balsas, a qualidade da água ficou estabelecida como boa.

Diante deste cenário é fundamental mencionar a relevância ambiental do monitoramento dos parâmetros ambientais aqui descritos. Como o projeto prevê o lançamento do efluente tratado da ETE no Rio Ribeirão Bacaba, é fundamental que os parâmetros de lançamento deste, estejam no mínimo, embasados nos valores máximos e mínimos estabelecidos na resolução CONAMA 430/2011, ou em possíveis atualizações de legislações em âmbito nacional, estadual ou municipal e/ou, na criação de alguma lei nestes cenários. Ainda, é de extrema relevância a implementação dos poços de monitoramento das águas subterrâneas, dado que em determinado momento podem haver a recarga, através dos lençóis freáticos, no Rio Ribeirão Bacaba. Portanto, para esta categoria de água, também se faz necessário que sejam respeitados os limites máximos e mínimos estabelecidos na resolução 396/2008, ou a qualquer outra legislação que estiver em vigor e/ou apontada pelo órgão ambiental pertinente.

A análise do estado de trofia, estabelecida pela metodologia do IET, mostrou que não há grandes preocupações, no momento, com possíveis prejuízos quanto aos aspectos dos diferentes usos da água, na área de influência do futuro empreendimento. De modo geral, em ambos os pontos amostrados, o estado trófico ficou estabelecido como ultraoligotrófico. Esta categorização do IET, descreve ambientes com baixos níveis de nutrientes disponíveis no sistema e conseqüentemente, culminam em baixa produtividade primária. Esta análise torna-se relevante, frente às características do empreendimento. A análise do ponto a jusante (Ponto 1), servirá como reflexo da eficiência do sistema de tratamento do lixiviado, nas ETEs. Assim, é fundamental que neste processo, micronutrientes como fósforo e nitrogênio sejam assimilados com o máximo de eficiência.

No que se refere a categorização da qualidade da água através dos organismos fitoplantônicos e zooplantônicos, observa-se que em ambas as metodologias, a área de influência do futuro empreendimento, no mínimo, estabeleceu-se como qualidade da água boa. Como são organismos considerados como excelentes indicadores da qualidade ambiental, a utilização desta metodologia torna-se de grande relevância quando se avaliam os mais diversos aspectos da qualidade da água. Como haverá o lançamento do efluente tratado no curso hídrico, a variação dos micronutrientes precisam estar sempre dentro dos limites máximos e mínimos, estabelecidos nas legislações específicas. Desta forma o empreendedor endossa sua preocupação e sua responsabilidade ambiental e garante os demais usos da água, ao longo do curso do Rio Ribeirão Bacaba.

As análises referentes à macrofauna bentônica mostrou que a qualidade da água, quando adotada a metodologia do BWMP, foi classificada como ruim. Isso ocorre porque muitos fatores tanto bióticos quanto abióticos influenciam a distribuição das famílias ao longo do trecho do curso hídrico aqui estudado. Das ações antrópicas, destaca-se a influência das atividades voltadas a agricultura e a silvicultura. A utilização de maiores cargas de nutrientes, utilizados para complementar a adubação (principalmente química), bem como a aplicação de defensivos agrícolas, podem influenciar de forma negativa as assembleias de invertebrados aquáticos presentes na área de influência onde os pontos foram amostrados. Diante disto, observou-se que para essa metodologia, os resultados obtidos foram na contra-mão dos demais resultados utilizados para categorizar a qualidade da água como por exemplo, IQA, IET, ICZ e ICF.

Desta forma, conclui-se que a análise da macrofauna bentônica pode não ser uma boa ferramenta quando se pretende categorizar a qualidade da água, na área de influência do futuro

aterro sanitário da CGR-Balsas. Contudo, aspectos relacionados à ecologia, principalmente, à diversidade, podem ser relevantes e tendem a auxiliar na compreensão dos possíveis impactos ambientais associados à implementação e operação do empreendimento. Assim, é fundamental que as metodologias, como por exemplo, drenos, canaletas de direcionamento de águas pluviais, poços de monitoramento de águas subterrâneas e tratamento do lixiviado, estejam sempre operando com o máximo da eficiência. Desta forma, se asseguram os quesitos ecológicos e transmitem a preocupação do empreendedor em assegurar a qualidade da água, e manter os mais diversos aspectos dos diferentes usos da água no trecho do Rio Ribeirão Bacaba.

8.2 MEIO BIÓTICO

8.2.1 Caracterização do Ecossistema

8.2.1.1 Unidades de Conservação

Das unidades de Conservação (UC) ou zonas de amortecimento definidas em plano de manejo, em um raio de 10 quilômetros, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 13/1990, não foram localizadas. A mais próxima do empreendimento encontrada é a do Parque Nacional da Chapada das Mesas, que está a uma distância de 92km em linha reta do empreendimento, sendo uma unidade de conservação de proteção integral, de jurisdição federal, criado por meio do Decreto s/n de 12/12/2005, tendo como órgão gestor o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

A segunda Unidade mais próxima é a Estação Ecológica de Uruçuí-Una e está a cerca de 130km do empreendimento, sendo uma unidade de proteção integral federal, criada por meio do Decreto n.º 86061 de 04/06/1981, gerido pelo ICMBio. E a terceira unidade mais próxima é a do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, cerca de 200km em linha reta do empreendimento, sendo uma unidade de proteção integral federal, gerida também pelo ICMBio,

instituída pelo Decreto s/n de 16/07/2002. Abaixo os mesmo poderão ser visualizados em relação a localização do futuro aterro sanitário.

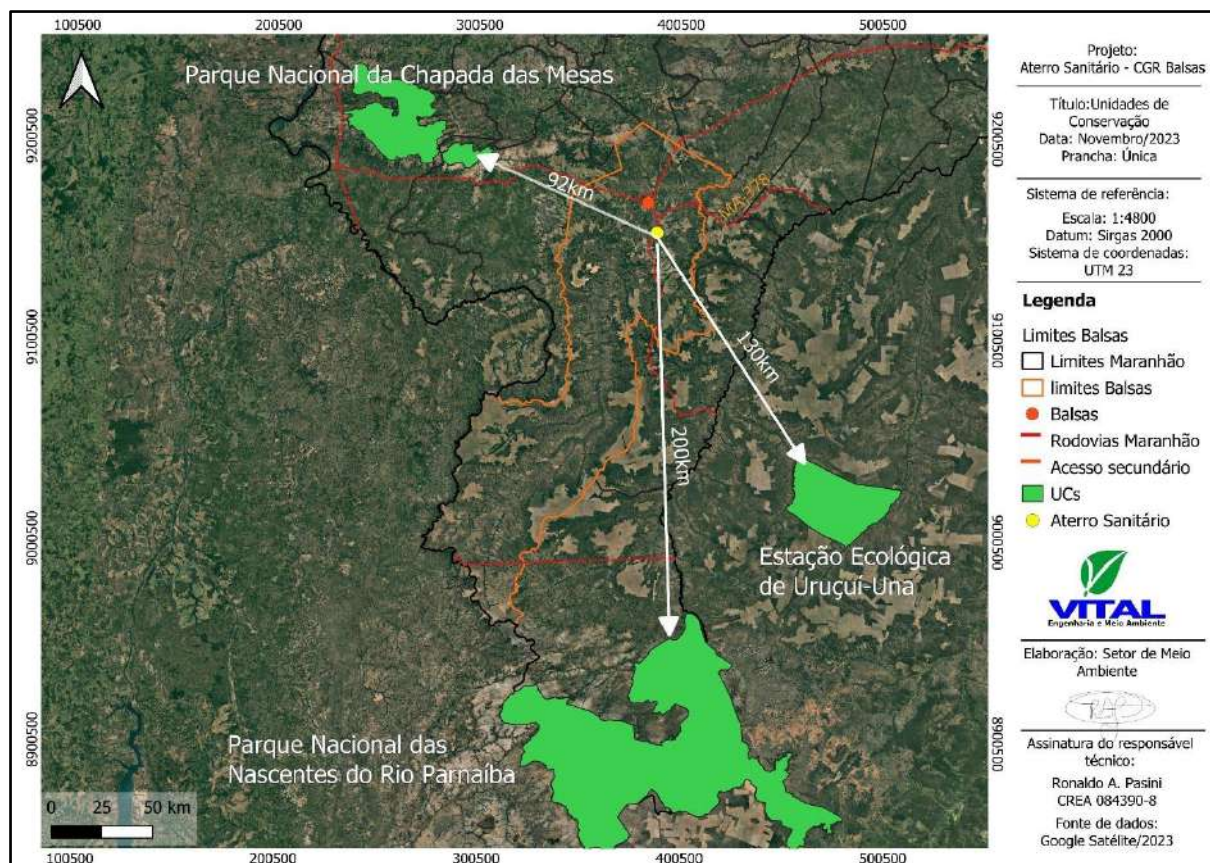


Figura 60: Unidades de Conservação.

8.2.1.2 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

No que se referem as Áreas Prioritárias para Conservação (MMA, 2007), levando em consideração o centroide da área do empreendimento, o Aterro Sanitário da CGR Balsas estará localizado entre áreas que variam de alta, muito alta e extremamente alta em prioridade para a conservação da biodiversidade, a saber áreas como a do Ri Sucuriçu, Rio Balsas e Parnaíba, conforme pode ser visualizado no mapa abaixo.

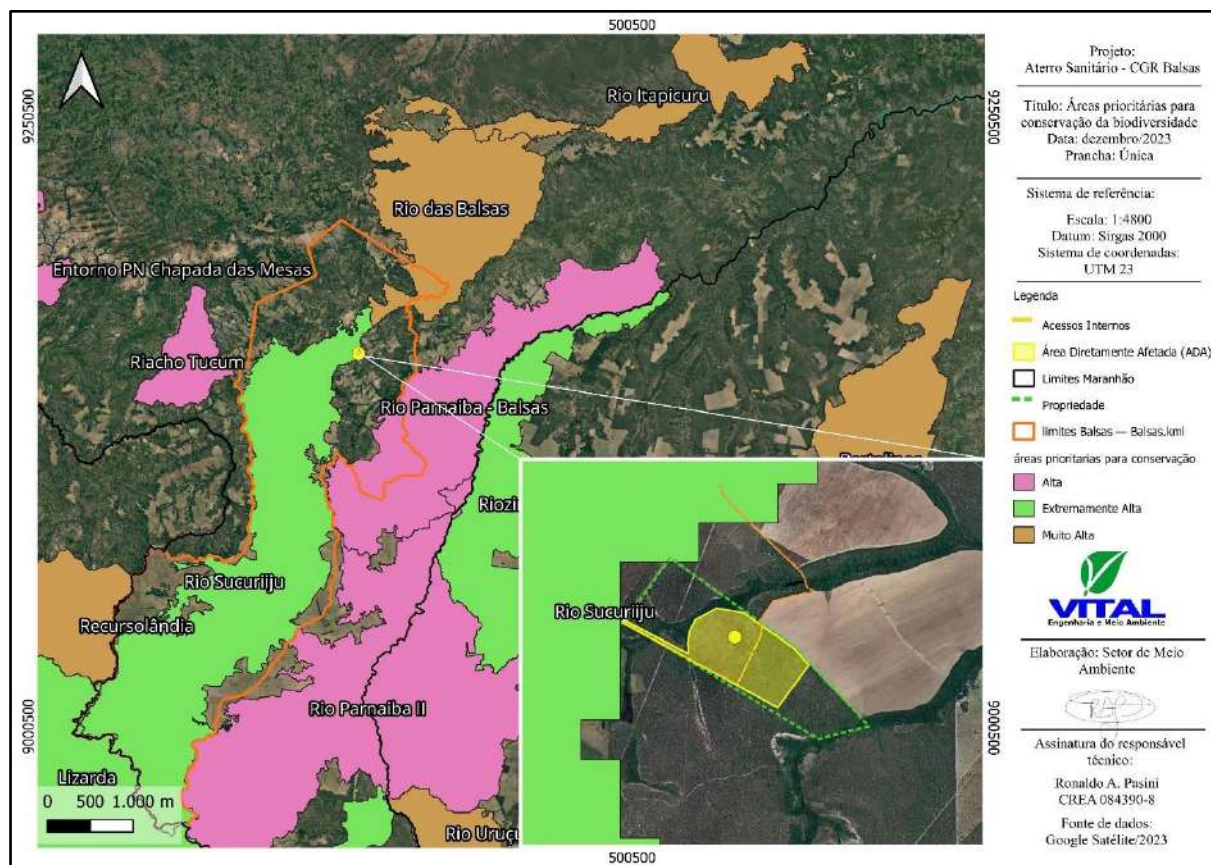


Figura 61: Áreas prioritárias para conservação.

Em suma, observa-se que o empreendimento não estará localizado em nenhuma das áreas categorizadas em algum grau de prioridade de conservação de Cerrado. Entretanto, é fundamental que os Programas Ambientais vinculados as licenças ambientais, levem em consideração os impactos ambientais relacionados a implementação do empreendimento e, que principalmente, tenham medidas mitigatórias para minimizar estes impactos. Uma ação importante e que merece destaque, é a recuperação das áreas degradadas e regeneração e/ou recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APP.

8.2.2 Flora

8.2.2.1 Caracterização Geral

A vegetação da área inventariada encontra-se inserida no bioma Cerrado. O cerrado é reconhecido como a savana mais rica do mundo em termos de biodiversidade, tendo uma flora com cerca de 12.000 espécies, com plantas arbustivas, arbóreas, herbáceas, cipós e gramíneas, das quais 40% são endêmicas (IBGE, 2012; BRASIL, 2015). Além disso, é o habitat de aproximadamente 1.150 espécies animais conhecidos (BARRETO, 2007).

Além de se destacar quanto à biodiversidade, o cerrado também é representativo em relação à extensão territorial, ocupando 22% do território brasileiro (aproximadamente 2 milhões de km²), e é considerado o segundo maior do país, estando presente em 11 estados brasileiros (MMA, 2009), dentre esses o Maranhão que comporta cerca de 60% de cerrado (BARRETO, 2007).

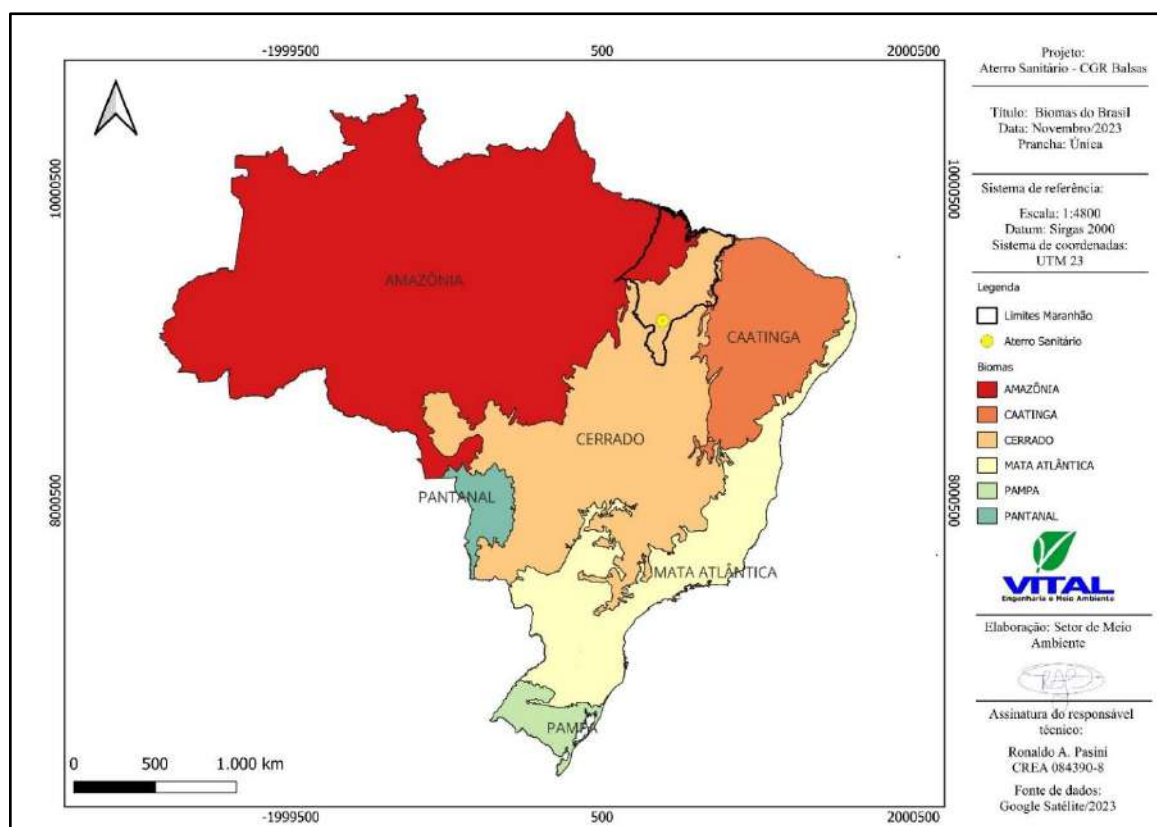


Figura 62: Biomas do Brasil e o empreendimento

Em razão da importância do cerrado para o equilíbrio e a manutenção dos diversos ecossistemas, faz-se necessário a elaboração de um planejamento detalhado ao se utilizar os seus recursos naturais.

Apesar de apresentar fisionomia vegetal característica desse bioma, uma parcela significativa da vegetação da área inventariada é caracterizada como secundária, em diferentes estágios de sucessão ecológica. Isso se dá devido a extensa interferência antrópica na referida área, especialmente pelas atividades agropecuárias.

Para o IBGE (2012), enquadram-se como vegetação secundária todas as comunidades vegetais onde ocorreu intervenção humana com o objetivo de mudança de uso do solo, principalmente, para atividades agrícolas, de modo que tenha provocado a descaracterização da vegetação primária com forte estímulo a sucessão ecológica.

A figura a seguir mostra as fitofisionomias identificadas na área estudada.

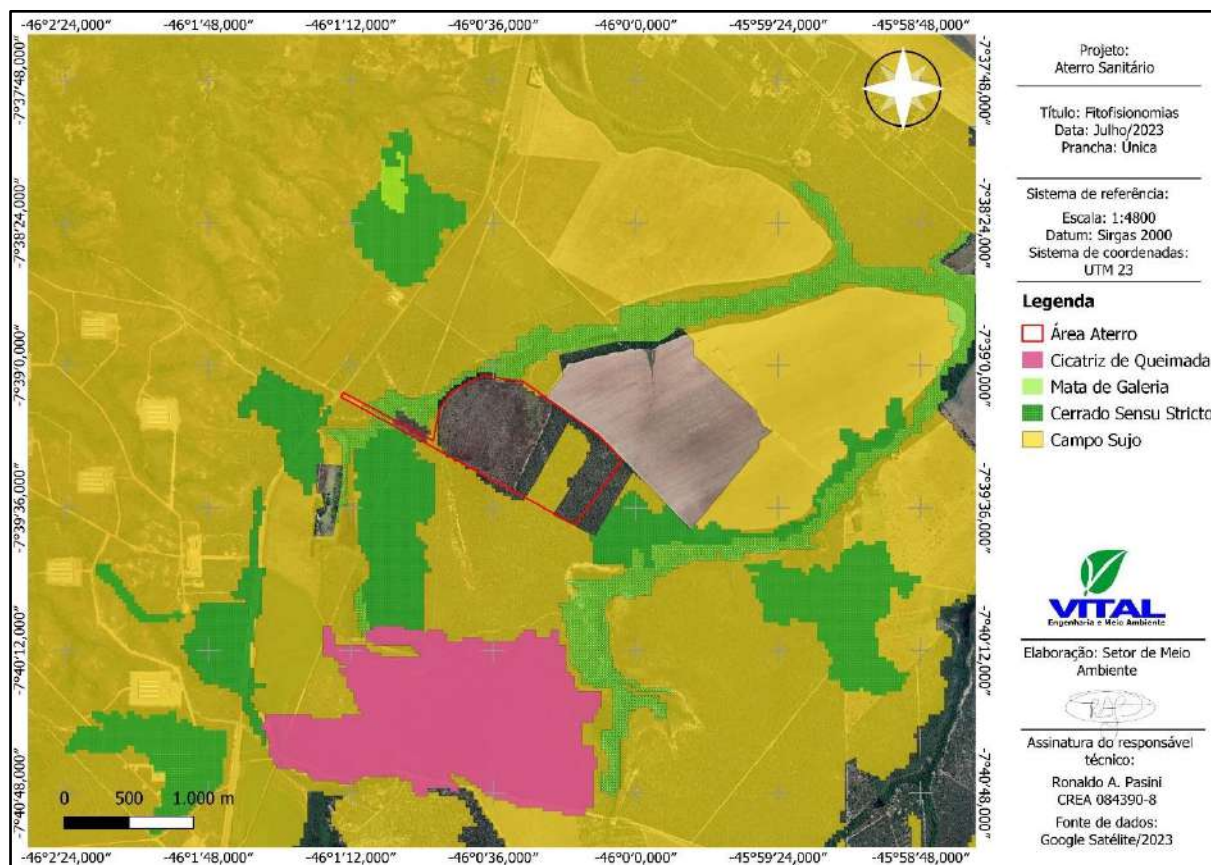


Figura 63: Mapa de fitofisionomias da área estudada.

Para o manejo destas áreas, é necessário aprovação do Plano de Exploração Florestal – PEF pela SEMA, trata-se de uma exigência para a concessão da Autorização de Supressão Vegetal, conforme definido no Art. 36 da Portaria Nº 0013, de 01 de Fevereiro de 2013, da SEMA/MA, o referido plano consta no Anexo 5.

8.2.2.2 Inventário Florestal

A realização do inventário florestal contribuiu com a caracterização quantitativa e qualitativa da cobertura vegetal das áreas de intervenção do empreendimento. Também propiciou a quantificação do volume de material lenhoso a ser gerado com a supressão de vegetação, além de criar parâmetros para um provável monitoramento ambiental após a

implantação do empreendimento, permitindo inferir a respeito de possíveis impactos ambientais.

8.2.2.2.1 Método de amostragem

De acordo com a descrição das técnicas de amostragem usuais no inventário de formações florestais (IBGE, 1992), a amostragem pode ser aleatória irrestrita ou inteiramente casualizada, aleatória restrita ou estratificada, não-aleatória sistemática, e não-aleatória seletiva.

No presente estudo, as unidades amostrais foram locadas em formações florestais de cerrado consideradas representativas da vegetação florestal da área de intervenção do empreendimento. Foi feita uma amostragem aleatória simples, sendo instaladas 34 parcelas de 20 m de largura por 50 m de comprimento ($1.000\text{m}^2 = 0,1\text{hectare}$).

As parcelas foram implantadas preferencialmente em locais afastados de bordas, trilhas e clareiras, de forma a evitar interferências externas e permitir a amostragem da vegetação em seu estado de conservação predominante.

8.2.2.2.2 Parâmetros

Em cada unidade amostral foram coletados os seguintes dados dos exemplares arbóreos:

- Nome popular, para posterior identificação do nome científico;
- Circunferência na altura do peito (CAP) de todos os indivíduos arbóreos com CAP superior a 5,0 cm. Para as árvores que bifurcavam abaixo do CAP, foram medidos todos os troncos com CAP superior a 5,0 cm;
- Altura total do tronco principal e de todas as bifurcações dentro do limite de CAP considerado (em metros);

Além dos dados quantitativos das árvores, foram registradas coordenadas geográficas de cada uma das parcelas, com o objetivo de auxiliar na localização das mesmas.

8.2.2.2.3 Intensidade ideal de amostragem

O quadro a seguir apresenta a intensidade amostral do inventário florestal, relacionando a área total inventariada com a área total das formações florestais existentes na área de intervenção; além do erro amostral para a variável volume por hectare e o número ótimo de parcelas para atingir um erro de 20%, conforme exigido no Artigo 36, da Portaria N° 0013/2013 SEMA/MA.

Quadro 21 – Intensidade e erro amostral do inventário florestal

Tipo de vegetação	Área total de cerrado na área de intervenção	Área total amostrada	Intensidade amostral	Erro amostral */**	Número de parcelas mensuradas	Número ótimo de parcelas ***
Cerrado	87,1697ha	34.000,00m ² (3,40 ha)	3,9%	19,7864%	34	34

Legenda: * Para a variável volume por hectare.

** Para uma probabilidade de 95% da média verdadeira estar dentro do intervalo de confiança calculado.

*** Para erro de 20% e probabilidade de 95% da média verdadeira estar dentro do intervalo de confiança calculado.

Nota-se que a intensidade amostral do inventário florestal foi de 3,9% da área total de intervenção. Esta intensidade amostral foi suficiente para atingir um erro amostral para a variável volume por hectare de 19,7864%, com uma probabilidade de 95% de a média verdadeira estar dentro do intervalo de confiança calculado. Indicando que o inventário florestal foi bastante representativo da população estudada.

8.2.2.2.4 Tamanho e forma das unidades amostrais

Para captar a maior variabilidade possível das florestas mensuradas, foram utilizadas unidades retangulares com tamanho de 20 m x 50 m e área fixa de 1.000 m² ou 0,10 ha.

8.2.2.2.5 Calculos estatísticos adotados

Os dados dendrométricos coletados no inventário florestal foram lançados no programa Mata Nativa (CIENTEC), o qual fornece todos os parâmetros estatísticos, fitossociológicos, diamétricos, volumétricos e de diversidade, permitindo inferir a respeito das formações florestais inventariadas.

Na análise dos resultados do inventário florestal, são considerados os seguintes principais parâmetros:

Número de árvores

Área basal

Densidade Absoluta

Dominância Absoluta (área basal da espécie por hectare)

Volume/área

A densidade e a dominância absoluta foram os principais parâmetros utilizados para a análise da estrutura florestal estudada. Ambos foram considerados os mais adequados para expressar a estrutura da floresta. O volume também foi calculado entre as áreas amostradas, fornecendo informações sobre a disponibilidade de madeira por espécie e por área. Foi estimado também o volume de material lenhoso por hectare, de modo a avaliar o estoque de madeira disponível.

O quadro a seguir apresenta as fórmulas utilizadas para o cálculo dos parâmetros adotados na análise dos resultados do inventário florestal.

Quadro 22 – Parâmetros estatísticos

Parâmetro	Fórmula	Legenda
Média aritmética	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$	$\bar{X}$ = média aritmética da variável amostrada; X = variável amostrada; i n = número de amostras.
Variância	$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$	S^2 = variância da variável amostrada; s $\bar{X}$ = média da variável amostrada; X = variável amostrada; i n = número de amostras.
Variância da média para uma população infinita	$S^2 = \frac{s^2}{n}$	S^2 = variância da média da variável amostrada; s n = número de amostras.
Desvio padrão	$S_s = \pm \sqrt{S^2_s}$	S = desvio padrão da variável amostrada; s S^2_s = variância da variável amostrada.
Erro padrão	$S_s = \pm \sqrt{S^2_s}$	S = erro padrão da média da variável amostrada; S^2 = variância da média da variável amostrada. s
Coefficiente de variação	$CV\% = \frac{s}{\bar{X}} \cdot 100$	$CV\%$ = coeficiente de variação da variável amostrada; S = desvio padrão da variável amostrada; s $\bar{X}$ = média da variável amostrada.
Intervalo de confiança	$\bar{X} \pm t \cdot S$	$\bar{X}$ = média da variável amostrada; t = valor tabelado; S = erro padrão da média da variável amostrada; μ = média paramétrica ou verdadeira.

Erro de amostragem relativo	$E_r = \pm \frac{t \cdot S_s}{X}$	= erro de amostragem relativo; E_r t = valor tabelado; S = erro padrão da média da variável amostrada; s X = média da variável amostrada.
Intensidade amostral ideal para uma população infinita	$N = t^2 \cdot (CV\%)^2 \cdot E\%$	CV% = coeficiente de variação da variável amostrado t = valor tabelado; E% = erro de amostragem.

Quadro 23 – Estimadores dos parâmetros da estrutura horizontal

Parâmetro	Fórmula	Legenda
Densidade absoluta	$DA_i = \frac{n_i}{A}$	DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare; n = número de indivíduos da i-ésima espécie na i amostragem; A = área total amostrada, em hectare.
Densidade relativa	$DR_i = \frac{DA_i}{DT} \cdot 100$	DR = densidade relativa (%) da i-ésima espécie; i DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare; DT = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas).
Densidade total	$DT = \frac{N}{A}$	DT = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas); N = número total de indivíduos amostrados; A = área total amostrada, em hectare.

Frequência absoluta	$FA = \left(\frac{u_i}{u_t} \right) \cdot 100$	FA = frequência absoluta da i-ésima espécie na população; u_i = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre; u_t = número total de unidades amostrais.

Quadro 24 – Parâmetros Dendrométricos

Parâmetro	Fórmula	Legenda
Área basal	$AB = \sum_{i=1}^s AB_i$	AB_i = área basal total da espécie i.
Volume total do tronco com casca (tora, lenha e carvão)	$V = \frac{\pi \cdot (DAP)^2}{4} \cdot H \cdot 0,55$	= volume total do tronco; = diâmetro a altura do peito em metros ; = altura total da árvore em metros;
Volume por parcela	$V_a = V_1 + V_2 + \dots + V_n$	V_a = volume da amostra; V_n = volume de cada indivíduo.
Volume médio por parcela	$Y = (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n) / n$	Y = volume médio por unidade amostral; Y_n = volume individual; = número de parcelas.

8.2.2.2.6 Resultados

Os resultados do inventário florestal encontram-se apresentados nos quadros como segue.

Quadro 25 – Quadro geral de volume por espécie/há/área total

Código	Nome Científico	Nome Comum	V/ha	V Total (87,1697)
1	Eremanthus erythropappus	CANDEIA	0,3778	32,9327
2	Hancornia speciosa	MANGABEIRA	0,0755	6,5813
3	Manilkara huberi	MAÇARANDUBA	1,9589	170,7567
4	Caryocar brasiliense	PEQUI	0,9336	81,3816
5	Dimorphandra mollis	FAVA D'ANTA	0,2369	20,6505
6	Qualea grandiflora	PAU TERRA	3,6357	316,9229
7	Simarouba versicolor	MATA MENINO	0,0861	7,5053
8	Rourea induta	PAU DE BRINCO	0,3433	29,9254
9	Diospyros hispida	OLHO DE BOI	0,4404	38,3895
10	Byrsonima crassifolia	MURICI	0,4346	37,8840
11	Vochysia cinnamonea	COALHADEIRA	1,0449	91,0836
12	Sclerolobium paniculatum	CACHAMORRA	6,4676	563,7788
13	Salvertia convallariodora	FOLHA LARGA	1,8287	159,4072
14	Curatella americana	SAMBAÍBA	0,4826	42,0681
15	Anacardium occidentale	CAJU	0,7274	63,4072
16	Eugenia dysenterica	CAGAITA	0,1373	11,9684
17	Tapirira guianensis	PAU POMBO	1,2594	109,7815
18	Sapium glandulatum	PAU DE LEITE	0,0853	7,4356
19	Vatairea sp.	AMARGOSO	0,2998	26,1335
20	Annona emarginata	MASSAROCA	0,1364	11,8899
21	Psidium cattleianum	ARAÇÁ	0,0996	8,6821
22	Tabebuia caraiba	CRAIBA	0,468	40,7954
23	Mouriri pusa	PUÇÁ	1,0617	92,5481
24	Bowdichia sp.	SUCUPIRA	0,8511	74,1901
25	Annona coriacea	BRUTO	0,1188	10,3558
26	Bowdichia virgilioides	SUCUPIRA PRETA	0,1667	14,5312
27	Genipa sp.	GENIPAPINHO	0,0025	0,2179
28	Stryphnodendron adstringens	BARBATIMÃO	0,2358	20,5546
29	Rutaceae Esenbeckia	PAU D'ARQUINHO	0,2856	24,8957
30	Vatairea macrocarpa	ANGELIM	0,4958	43,2187
31	Himatanthus obovatus	BORRACHINHA	0,1171	10,2076
32	Tabebuia chrysotricha	PARA TUDO	0,0798	6,9561
33	Hymenaea courbaril	JATOBÁ	0,0574	5,0035
34	Astronium fraxinifolium	GONÇALO ALVES	0,1404	12,2386
35	Machaerium scleroxylon	VIOLETA	0,0627	5,4655
36	Zygia latifolia	SETE FOLHAS	0,0023	0,2005
37	Magonia pubescens	TINGUÍ	0,1955	17,0417
38	Cochlospermum regium	ALGODÃOZINHO	0,1263	11,0095

39	Copaifera langsdorffii	PODÓI	0,0807	7,0346
40	Xylopia emarginata	PINDAÍBA	0,1041	9,0744
41	Chlorophora tinctoria	TATAREMA	0,3797	33,0983
42	Brosimum gaudichaudii	INHARÉ	0,0031	0,2702
43	Enterolobium gummiferum	TAMBORIL	0,024	2,0921
44	Cordia trichotoma	CASCUDINHO	0,0184	1,6039
45	Strychnos pseudoquina	QUINA	0,0062	0,5405
46	Salacia elliptica	SETE CAPAS	0,0033	0,2877
47	Croton urucurana Baill	SANGUE DE BOI	0,0024	0,2092
48	Aspidosperma discolor	TRÊS QUINAS	0,0064	0,5579
49	Pereskia Aculeata	FOLHA DE CARNE	0,0205	1,7870
50	Agonandra brasiliensis	MARFIM	0,0072	0,6276
51	Albizia lebbbeck	CORAÇÃO DE NEGRO	0,0062	0,5405
		TOTAL	26,2214	2285,7116

Quadro 26 – Quadro geral da estrutura horizontal

Cód.	Nome Científico	Nome Comum	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC %	VI	VI %
1	Eremanthus erythropappus	CANDEIA	40	15	0	11,7647	2,6161	44,118	2,7726	0	2,0256	4,6417	2,3208	7,414	2,4714
2	Hancornia speciosa	MANGABEIRA	11	8	0	3,2353	0,7194	23,529	1,4787	0	0,4396	1,159	0,5795	2,638	0,8792
3	Manilkara huberi	MAÇARANDUBA	133	29	0,0002	39,1176	8,6985	85,294	5,3604	0	7,9927	16,691	8,3456	22,05	7,3506
4	Caryocar brasiliense	PEQUI	40	18	0,0001	11,7647	2,6161	52,941	3,3272	0	3,5898	6,2059	3,1029	9,533	3,1777
5	Dimorphandra mollis	FAVA D'ANTA	27	14	0	7,9412	1,7659	41,177	2,5878	0	1,2693	3,0352	1,5176	5,623	1,8743
6	Qualea grandiflora	PAU TERRA	227	33	0,0003	66,7647	14,846	97,059	6,0998	0,0001	14,742	29,588	14,794	35,69	11,896
7	Simarouba versicolor	MATA MENINO	4	4	0	1,1765	0,2616	11,765	0,7394	0	0,3269	0,5885	0,2942	1,328	0,4426
8	Rourea induta	PAU DE BRINCO	76	27	0	22,3529	4,9706	79,412	4,9908	0	2,3913	7,3619	3,6809	12,35	4,1175
9	Diospyros hispida	OLHO DE BOI	82	25	0,0001	24,1176	5,363	73,529	4,6211	0	3,0989	8,4619	4,2309	13,08	4,361
10	Byrsonima crassifolia	MURICI	58	23	0,0001	17,0588	3,7933	67,647	4,2514	0	2,6307	6,424	3,212	10,68	3,5585
11	Vochysia cinnamonea	COALHADEIRA	83	21	0,0001	24,4118	5,4284	61,765	3,8817	0	3,983	9,4114	4,7057	13,29	4,431
12	Sclerolobium paniculatum	CACHAMORRA	151	26	0,0004	44,4118	9,8757	76,471	4,8059	0,0001	17,494	27,37	13,685	32,18	10,725
13	Salvertia convallariodora	FOLHA LARGA	46	21	0,0001	13,5294	3,0085	61,765	3,8817	0	5,5411	8,5496	4,2748	12,43	4,1438
14	Curatella americana	SAMBAÍBA	20	13	0	5,8824	1,308	38,235	2,403	0	1,8262	3,1342	1,5671	5,537	1,8457
15	Anacardium occidentale	CAJU	45	23	0,0001	13,2353	2,9431	67,647	4,2514	0	3,4454	6,3885	3,1942	10,64	3,5466
16	Eugenia dysenterica	CAGAITA	18	9	0	5,2941	1,1772	26,471	1,6636	0	0,7253	1,9026	0,9513	3,566	1,1887
17	Tapirira guianensis	PAU POMBO	45	18	0,0001	13,2353	2,9431	52,941	3,3272	0	4,6476	7,5907	3,7954	10,92	3,6393
18	Sapium glandulatum	PAU DE LEITE	8	6	0	2,3529	0,5232	17,647	1,1091	0	0,443	0,9662	0,4831	2,075	0,6917
19	Vatairea sp.	AMARGOSO	35	16	0	10,2941	2,2891	47,059	2,9575	0	1,3994	3,6885	1,8442	6,646	2,2153
20	Annona emarginata	MASSAROCA	19	10	0	5,5882	1,2426	29,412	1,8484	0	0,878	2,1207	1,0603	3,969	1,323
21	Psidium cattleianum	ARAÇÁ	9	7	0	2,6471	0,5886	20,588	1,2939	0	0,4795	1,0682	0,5341	2,362	0,7874
22	Tabebuia caraiba	CRAIBA	51	24	0	15	3,3355	70,588	4,4362	0	2,3016	5,6371	2,8185	10,07	3,3578
23	Mouriri pusa	PUÇÁ	30	13	0,0001	8,8235	1,9621	38,235	2,403	0	3,3387	5,3008	2,6504	7,704	2,5679
24	Bowdichia sp.	SUCUPIRA	27	13	0,0001	7,9412	1,7659	38,235	2,403	0	2,6884	4,4542	2,2271	6,857	2,2857
25	Annona coriacea	BRUTO	19	13	0	5,5882	1,2426	38,235	2,403	0	0,7789	2,0215	1,0108	4,425	1,4748
26	Bowdichia virgilioides	SUCUPIRA PRETA	7	6	0	2,0588	0,4578	17,647	1,1091	0	0,5497	1,0075	0,5037	2,117	0,7055
27	Genipa sp.	GENIPAPINHO	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0185	0,0839	0,0419	0,269	0,0896
28	Stryphnodendron adstringens	BARBATIMÃO	17	7	0	5	1,1118	20,588	1,2939	0	0,918	2,0298	1,0149	3,324	1,1079
29	Rutaceae Esenbeckia	PAU D'ARQUINHO	53	18	0	15,5882	3,4663	52,941	3,3272	0	1,7677	5,2341	2,617	8,561	2,8537
30	Vatairea macrocarpa	ANGELIM	52	20	0,0001	15,2941	3,4009	58,824	3,6969	0	2,6084	6,0094	3,0047	9,706	3,2354
31	Himatanthus obovatus	BORRACHINHA	14	6	0	4,1176	0,9156	17,647	1,1091	0	0,6895	1,6052	0,8026	2,714	0,9047
32	Tabebuia chrysotricha	PARA TUDO	7	4	0	2,0588	0,4578	11,765	0,7394	0	0,4128	0,8706	0,4353	1,61	0,5367

33	Hymenaea courbaril	JATOBÁ	7	6	0	2,0588	0,4578	17,647	1,1091	0	0,2586	0,7164	0,3582	1,826	0,6085
34	Astronium fraxinifolium	GONÇALO ALVES	12	7	0	3,5294	0,7848	20,588	1,2939	0	0,5131	1,2979	0,649	2,592	0,8639
35	Machaerium scleroxylon	VIOLETA	8	4	0	2,3529	0,5232	11,765	0,7394	0	0,3106	0,8339	0,4169	1,573	0,5244
36	Zygia latifolia	SETE FOLHAS	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0136	0,079	0,0395	0,264	0,0879
37	Magonia pubescens	TINGUÍ	12	6	0	3,5294	0,7848	17,647	1,1091	0	0,7872	1,572	0,786	2,681	0,8937
38	Cochlospermum regium	ALGODÃOZINHO	3	2	0	0,8824	0,1962	5,8824	0,3697	0	0,3638	0,56	0,28	0,93	0,3099
39	Copaifera langsdorffii	PODÓI	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,1994	0,2648	0,1324	0,45	0,1499
40	Xylopia emarginata	PINDAÍBA	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,386	0,4514	0,2257	0,636	0,2121
41	Chlorophora tinctoria	TATAREMA	11	8	0	3,2353	0,7194	23,529	1,4787	0	1,1099	1,8293	0,9147	3,308	1,1027
42	Brosimum gaudichaudii	INHARÉ	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0185	0,0839	0,0419	0,269	0,0896
43	Enterolobium gummiiferum	TAMBORIL	2	2	0	0,5882	0,1308	5,8824	0,3697	0	0,1044	0,2352	0,1176	0,605	0,2016
44	Cordia trichotoma	CASCUDINHO	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,109	0,1744	0,0872	0,359	0,1197
45	Strychnos pseudoquina	QUINA	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0305	0,0959	0,048	0,281	0,0936
46	Salacia elliptica	SETE CAPAS	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0241	0,0895	0,0448	0,274	0,0915
47	Croton urucurana Baill	SANGUE DE BOI	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0241	0,0895	0,0448	0,274	0,0915
48	Aspidosperma discolor	TRÊS QUINAS	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0377	0,1031	0,0516	0,288	0,096
49	Pereskia Aculeata	FOLHA DE CARNE	7	4	0	2,0588	0,4578	11,765	0,7394	0	0,1761	0,6339	0,3169	1,373	0,4577
50	Agonandra brasiliensis	MARFIM	2	1	0	0,5882	0,1308	2,9412	0,1848	0	0,0611	0,1919	0,0959	0,377	0,1256
51	Albizia lebeck	CORAÇÃO DE NEGRO	1	1	0	0,2941	0,0654	2,9412	0,1848	0	0,0305	0,0959	0,048	0,281	0,0936
		*** Total	1529	34	0,0021	449,706	100	1591,2	100	0,0006	100	200	100	300	100

Quadro 27 – Estatística do inventário florestal

Parâmetro / Nível de Inclusão	1
Área Total (ha)	87,17
Parcelas	34
n (Número ótimo de Parcelas)	34
Volume Medido	89,1527
Média	2,6221
Desvio Padrão	1,5165
Variância	2,2998
Variância da Média	0,065
Erro Padrão da Média	0,255
Erro Padrão da Média %	9,7232
Coefficiente de Variação %	57,8346
Variância da Média %	94,5404
Valor de t Tabelado	2,035
Erro de Amostragem	0,5188
Erro de Amostragem %	19,7864
IC para a Média (95%)	2,103 <= X <= 3,141
IC para a Média por ha (95%)	21,033 <= X <= 31,41
Volume Estimado	2285,709
IC para o Total (95%)	1.833,449 <= X <= 2.737,969
EMC	2,1906

Quadro 28 – Localização das parcelas

Parcela	Área (m²)	Largura	Comprimento	Coordenadas
1	1000	20	50	387696.621,9154254.502
2	1000	20	50	387846.545,9154482.072
3	1000	20	50	388006.284,9154664.001
4	1000	20	50	388180.759,9154538.476
5	1000	20	50	388006.062,9154337.164
6	1000	20	50	387842.524,9154129.574
7	1000	20	50	388012.512,9153754.158
8	1000	20	50	387601.808,9154092.628
9	1000	20	50	388362.623,9153896.951
10	1000	20	50	387725.453,9154050.463
11	1000	20	50	387772.471,9154365.802
12	1000	20	50	387939.776,9154566.876
13	1000	20	50	388111.403,9154572.809
14	1000	20	50	387935.613,9154227.536

15	1000	20	50	388073.427,9154445.236
16	1000	20	50	387898.324,9153809.393
17	1000	20	50	388874.665,9153287.160
18	1000	20	50	388983.842,9153486.547
19	1000	20	50	389064.787,9153636.555
20	1000	20	50	389254.493,9153740.378
21	1000	20	50	389431.651,9153501.746
22	1000	20	50	389219.874,9153308.091
23	1000	20	50	389140.734,9153140.950
24	1000	20	50	388268.939,9153723.361
25	1000	20	50	388449.183,9154050.954
26	1000	20	50	388855.402,9153363.959
27	1000	20	50	388999.287,9153250.412
28	1000	20	50	389077.537,9153373.214
29	1000	20	50	389141.250,9153486.473
30	1000	20	50	389200.835,9153572.412
31	1000	20	50	389085.617,9153833.081
32	1000	20	50	389409.790,9153652.508
33	1000	20	50	389268.956,9153498.602
34	1000	20	50	389337.333,9153362.654

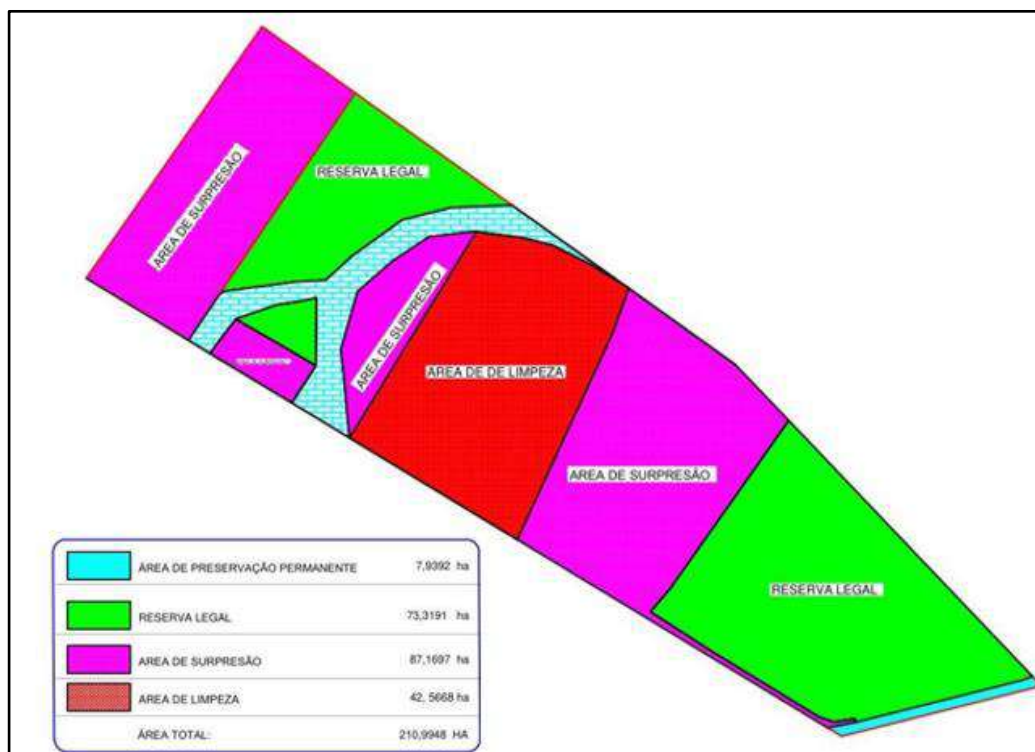


Figura 64: Áreas de inventário

8.2.2.2.7 Considerações finais

A área inventariada apresentou 51 espécies, estimando-se a geração de um volume médio de 26,22 m³/ha e um volume total para área a ser suprimida de 2.285,70 m³, podendo variar +/- 452,27 m³ a 95% de probabilidade.

Segundo Portaria Estadual Nº 13, de 01 de fevereiro de 2013, Art. 36, para volumes estimados abaixo de 50 m³/ha, em áreas de exploração florestal acima de 11 (onze) hectares, o inventário florestal integrante do Projeto de Exploração Florestal – PEF poderá ser realizado por amostragem, com 95% de probabilidade e erro amostral de até 20%. Considerando que o erro amostral encontrado foi de 19,7864%, o presente inventário florestal apresentou erro amostral satisfatório.

Na área inventariada não foram encontradas espécies ameaçadas de extinção. Em relação a espécies legalmente protegidas, no âmbito nacional (Portaria N°83/1991), foi encontrada 1 espécie, o Gonçalo Alves (*Astronium fraxinifolium*) com 12 indivíduos. No âmbito estadual, foi encontrada 1 espécie *Caryocar brasiliense* (Pequizeiro), com 40 indivíduos.

Como medida mitigadora, sugere-se a compensação ambiental, proporcional ao número de indivíduos suprimidos, a partir de diretrizes estabelecidas pelo órgão ambiental competente. Em síntese, a instalação do empreendimento é um insumo importante ao fornecer garantias às atividades econômicas provenientes da expansão do mercado local e regional, trata-se, portanto, de um empreendimento absolutamente justificável do ponto de vista técnico, constituindo-se em uma alternativa bastante atraente no tocante aos aspectos financeiros e de baixo custo social.

8.2.3 Fauna

Apesar de serem considerados mundialmente como a principal forma de disposição adequada dos resíduos, aterros sanitários em países em desenvolvimento ainda são uma meta a ser alcançada, devido a popularização do descarte em vazadouros a céu aberto (SANTOS, 2011). A disposição final dos resíduos sólidos em aterros sanitários ocorre em 26,2% dos municípios brasileiros (SNIS, 2015).

A degradação de habitats e poluição afeta diretamente a fauna nativa, e no caso de aterros sanitários ainda pode atrair fauna doméstica e vetores, comprometendo ainda mais a integridade do ambiente. As informações obtidas sobre a fauna na AID e AII da área do aterro da CGR Balsas são bastante escassas devido à falta de trabalhos científicos e de levantamentos específicos voltados para a região.

O protocolo de levantamento e monitoramento da fauna terrestre, aquática e semiaquática foi padronizado de acordo com o Termo de Referência apresentado e a

Notificação SEMA Nº 1150/2023. Além disso, foram listadas as espécies ameaçadas de extinção, seguindo as listas Nacional (MMA, 2022) e Global (IUCN, 2024), pois o estado do Maranhão não possui lista das espécies ameaçadas. A autorização para manejo de fauna foi solicitada conforme orientações da Portaria Nº 276 de 23 de junho de 2023. A Autorização Ambiental de Fauna (AFF) voltada para o levantamento de fauna silvestre foi expedida em 24 de agosto de 2023, Nº AFF-028/2023, sob processo Nº 2307050027, conforme Anexo 7.

O diagnóstico baseou-se tanto em dados secundários, através da lista de espécies de possível ocorrência para as áreas de influência deste empreendimento, quanto em dados primários, provenientes de campanhas de levantamento de campo nas áreas diretamente afetadas e de influência direta do futuro empreendimento e em áreas adjacentes. Os dados brutos do levantamento de fauna são apresentados no Anexo 10.

8.2.3.1 Período de Amostragem

As amostragens abrangeram as estações seca e chuvosa, com campanhas nos meses de setembro e dezembro de 2023, para avaliação fauna terrestre (de avifauna, herpetofauna, mastofauna, himenóptera terrestre e insetos vetores) e aquática (ictiofauna, ictioplâncton e macrofauna bentônica). Os levantamentos de campo variaram entre dois (02) e cinco (05) dias a depender do grupo de fauna amostrado. Todos os grupos foram amostrados nas duas campanhas, com exceção de ictioplâncton que foi amostrado apenas na estação chuvosa, pois na estação seca não havia correnteza suficiente nos corpos de água para amostragem do grupo.

Quadro 29 - Período das campanhas de amostragem de fauna terrestre.

CAMPANHA	GRUPO AMOSTRADO	ESTAÇÃO	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
C1	Avifauna Herpetofauna Mastofauna Himenóptera terrestre	Estação Seca	11 a 16/09/2023

	Insetos Vetores Ictiofauna Macrofauna Bentônica		
C2	Herpetofauna Mastofauna Himenóptera terrestre Insetos Vetores Ictiofauna Ictioplâncton Macrofauna Bentônica	Estação Chuvosa	05 a 10/12/2023

8.2.3.2 Pontos Amostrais

8.2.3.2.1 Fauna Terrestre

Para a fauna terrestre a amostragem abrangeu a Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, abrangendo três fitofisionomias do Cerrado, incluindo Mara de Galeria, Cerrado Stricto Sensu e Campo Sujo, além das áreas úmidas para amostragem de anfíbios anuros.

A área de amostragem localiza-se na zona rural do município de Balsas – MA a aproximadamente 15 km da Prefeitura Municipal de Balsas, nas coordenadas geográficas 387430.46 m E / 9154026.25 m S. A área de interferência do empreendimento abrange também o Rio Ribeirão Bacaba, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. A área do entorno do futuro empreendimento é bastante impactada, especialmente com presença de áreas destinadas a agricultura e silvicultura.

Quadro 30 - Pontos de amostragem de fauna terrestre.

Área	FITOFISIONOMIA	Local	Coordenadas
Área 01	Mata de Galeria	AID, AII	388738.96 m E / 9154271.44 m S
Área 02	Campo Sujo	ADA	389068.32 m E / 9153574.31 m S
Área 03	Cerrado Stricto Sensu	AID, AII	389727.96 m E / 9152988.81 m S

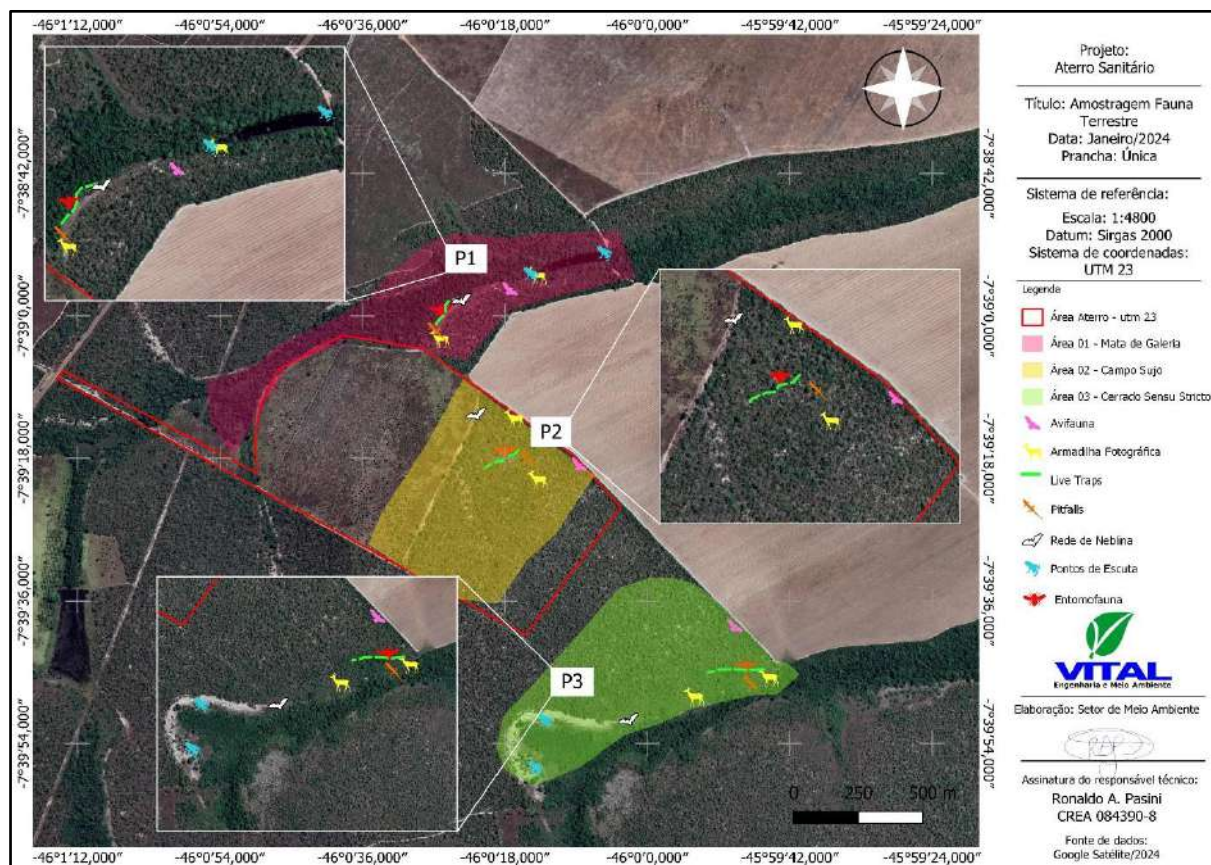


Figura 65: Localização dos pontos de amostragem da fauna terrestre.

Área 01

A Área 01 abrange um fragmento de vegetação nativa de Cerrado da fitofisionomia de Mata de Galeria (formação florestal), abrangendo a AID e AII do empreendimento e com presença de áreas úmidas. A área é bastante alterada e possui transição com a fitofisionomia de campo sujo, com a presença de um açude artificial, onde a água do curso d'água foi barrada para criação de peixes.



Figura 66: Visualização geral da área de amostragem A1.

Área 02

A Área 02 se trata de um fragmento de Cerrado da fitofisionomia de Campo Sujo, e faz parte diretamente afetada pelo empreendimento. A área é bastante fragmentada, e possui muito impacto oriundo de queima criminoso (como foi presenciado em campo pela equipe técnica). É uma área mais seca e sem presença de corpos hídricos aparentes.



Figura 67: Visualização geral da área de amostragem A2.

Área 03

A Área 03 é configurada por um fragmento de Cerrado da fitofisionomia florestal de Cerrado Stricto Sensu, e faz parte da AID e AII do empreendimento. A área é bastante alterada e possui um curso hídrico.



Figura 68: Visualização geral da área de amostragem A3.

Pontos de Escuta – Anurofauna

Para a aplicação da metodologia de Pontos de Escuta para anfíbios, foram selecionadas áreas úmidas diversas para a amostragem, considerando açudes, córregos, banhados, rios

intermitentes e locais com presença de água em geral. Abaixo seguem algumas fotos dos pontos separados de acordo com as áreas amostrais.

Quadro 31 – Coordenadas da localização dos ambientes úmidos amostrados para a metodologia Ponto de Escuta.

ÁREA	PONTO	AMBIENTE	COORDENADAS
A1	PE01	Curso d'água represado	7°38'52.18"S 46° 0'5.38"O
A1	PE02	Mata ciliar da represa	7°38'54.85"S 46° 0'14.68"O
A3	PE03	Alagado em área aberta	7°39'57.23"S 46° 0'14.10"O
A3	PE04	Poça permanente em área aberta	7°39'51.19"S 46° 0'12.86"O

PE01



Figura 69: Vista geral do Ponto de Escuta 01 na Área 1.

PE02

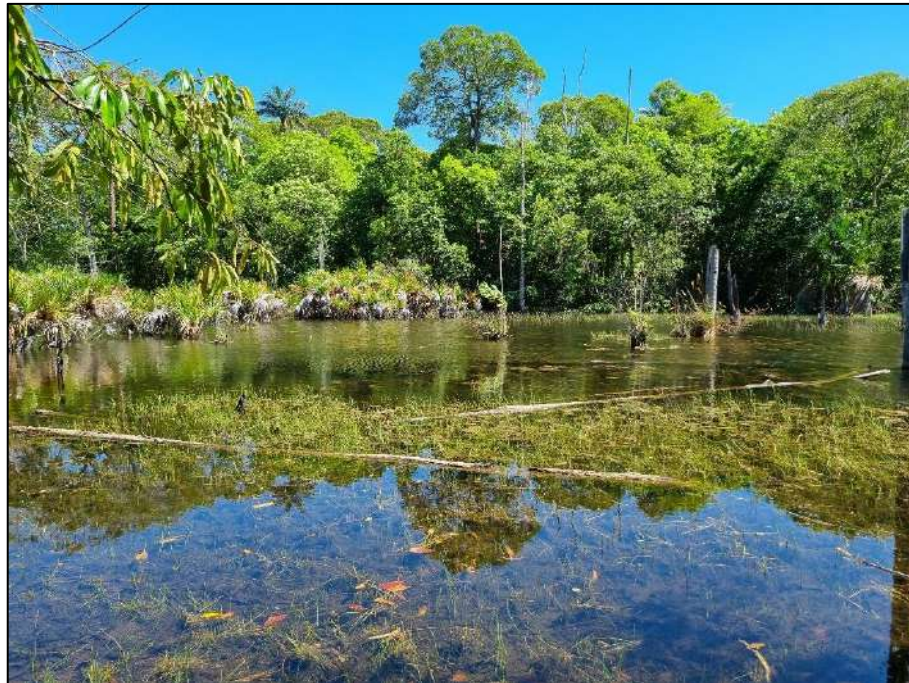


Figura 70: Vista geral do Ponto de Escuta 02 na Área 1.

PE03



Figura 71: Vista geral do Ponto de Escuta 03 na Área 3.

PE04



Figura 72: Vista geral do Ponto de Escuta 04 na Área 3.

8.2.3.2.2 Fauna Aquática

Para a fauna aquática (ictiofauna, ictioplâncton e macrofauna bentônica) a amostragem abrangeu dois pontos, um montante e outro a jusante do empreendimento, em dois corpos hídricos, conforme quadro com as coordenadas com os sítios amostrais. Ressalta-se que a amostragem de ictioplâncton ocorreu na estação chuvosa e apenas no ponto P1, por ser o único momento e local em que as condições eram favoráveis para a coleta das amostras (volume de água e correnteza).

Quadro 32 - Pontos de amostragem da fauna aquática

CÓDIGO	LOCAIS DE COLETA	GRUPOS AMOSTRADOS	COORDENADAS
P1	Rio Ribeirão Bacaba – P1	Ictiofauna Ictioplâncton Macrofauna Bentônica	Lat 7°38'54.64"S Long 46° 0'12.72"O
P2	Represamento de água – P2	Ictiofauna Macrofauna Bentônica	Lat 7°39'35.52"S Long 46° 1'12.50"O

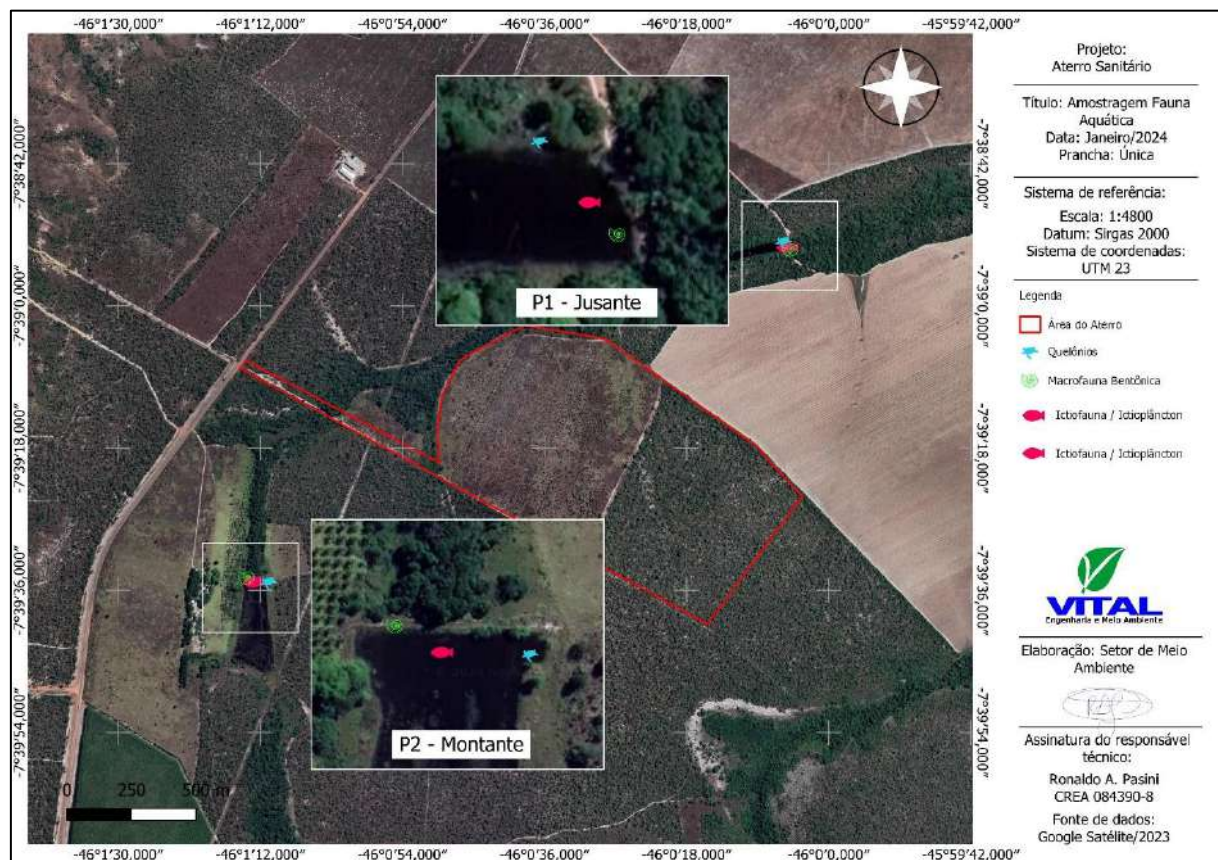


Figura 73: Localização dos pontos de amostragem da fauna aquática.

P01

Ponto de amostragem localizado a montante da área do futuro empreendimento no Rio Ribeirão Bacaba, em um local onde a água foi represada, mas com pontos que apresentaram correnteza na estação chuvosa. O entorno do ponto abrange a formação de mata de galeria.



Figura 74: Vista geral do ponto de amostragem P01 da fauna aquática.

P02

Ponto de amostragem P2 é localizado a jusante da área futuro empreendimento, em um local onde os moradores fizeram um represamento para criação de peixes. O entorno do ponto abrange a formação de Cerrado Stricto Sensu e áreas de silvicultura e agricultura.



Figura 75: Vista geral do ponto de amostragem P02 da fauna aquática.

8.2.3.3 Mamíferos

8.2.3.3.1 Introdução

O Brasil possui alta diversidade de espécies, detendo aproximadamente 12% da fauna de mamíferos do mundo (COSTA *et al.*, 2005; BURGIN *et al.*, 2018), representada por 778 espécies, sendo as ordens mais diversas Rodentia (S = 267), Chiroptera (S = 184) e Primates (S

= 130) (ABREU-JR *et al.*, 2023). Para o estado do Maranhão são escassas as informações de diversidade de espécies, sendo que o trabalho publicado por Vieira e Oliveira (2020), contabilizou 89 espécies de mamíferos não-voadores para o estado.

A mastofauna é um importante grupo para estudo nos diagnósticos ambientais, especialmente no que diz respeito a inferência sobre o estado de conservação dos ecossistemas pois possuem diversos nichos ecológicos, incluindo espécies exigentes quanto a qualidade do ambiente (CEBALLOS & EHRLICH, 2002). Assim, os mamíferos servem como parâmetro para se medir condições ambientais, podendo indicar fatores de degradação ou de integridade do ambiente em que são encontrados.

Os mamíferos de médio e grande porte geralmente são os mais afetados pelas diferentes pressões antrópicas, devido a sua necessidade de grandes áreas de uso em comparação com outros grupos, maior exigência de recursos, pouca capacidade de dispersão por áreas abertas e/ou urbanas (MICHALSKI & PERES, 2007; PRIST *et al.*, 2012) e baixas taxas reprodutivas (TABARELLI & GASCON, 2005) e conflitos humanos (*e.g.* caça, predação de criações domésticas). Muitas vezes, a presença de algumas espécies com grande requerimento de habitat, como um predador de topo de cadeia, por exemplo, pode servir como espécie guarda-chuva e indicar a integridade de todo o habitat onde está inserido (CROOKS, 2002). Assim, mamíferos de médio e grande porte podem ser considerados bons bioindicadores, sendo importante o monitoramento da ocorrência dos mesmos durante empreendimentos que possam vir a impactá-los (PARDINI, 2004; REIS *et al.*, 2006).

Os mamíferos voadores (morcegos) possuem uma grande diversidade de espécies, possuindo uma considerável variedade de guildas tróficas, o que permite a atuação em diversos processos ecológicos importantes (PEREIRA, 2018). São exemplos, a polinização e dispersão

de sementes de uma enorme variedade de espécies vegetais (LOBOVA et al., 2009; KUNZ et al., 2011) e o controle de populações de insetos e pragas agrícolas. Essas populações também podem sofrer com impactos negativos devido a fragmentação e perda de habitat, portanto a necessidade de amostragem dos mesmos.

Em função das características bioindicadoras da mastofauna terrestre e voadora, o presente diagnóstico visou levantar as espécies e avaliar o estado atual de conservação da comunidade local, além de compreender as potenciais perturbações oriundas do empreendimento em tela.

8.2.3.3.2 Material e Métodos

O levantamento de mamíferos nas Áreas de Influência Direta e Indireta da área de implantação do Aterro Sanitário foi realizado em quatro campanhas de cinco (05) dias, contemplando as estações seca e chuvosa.

Busca Ativa

Para o registro sistemático de mamíferos de médio e grande porte, foram realizadas buscas ativas. A amostragem consistiu em percorrer diariamente a pé, lentamente, trilhas e/ou estradas, visando o registro direto ou indireto da mastofauna terrestre. A busca ativa por evidências diretas foi realizada pela visualização das espécies ou por suas vocalizações (PARDINI *et al.*, 2003). Portanto, censos foram realizados nos períodos diurno e noturno, a fim de contemplar amostragem de espécies com diferentes hábitos (BENNIE *et al.*, 2014).

Em relação à busca por evidências indiretas, procurou-se por vestígios (*e.g.* carcaças, tocas, pegadas, fezes, pelos), associados a mastofauna. Durante a coleta de dados, foram percorridas áreas de solo propício; como áreas brejosas, margens do rio, locais que auxiliam a

confirmação de pegadas. Todos os vestígios foram identificados com o auxílio de guias especializados (BORGES & TOMÁS, 2004; BECKER & DALPONTE, 2013).

O esforço amostral da busca ativa foi de 4 horas por região de amostragem (duas horas diurnas e duas horas noturnas), totalizando 24 horas de amostragem para as duas campanhas (Quadro 33).

Quadro 33 - Esforço amostral total da metodologia de busca ativa para o levantamento da mastofauna terrestre.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (3 ÁREAS X 2 HORAS DIURNAS X 2 HORAS NOTURNAS)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Busca ativa diurna	06 horas	12 horas
Busca Ativa noturna	06 horas	12 horas
TOTAL	12 horas	24 horas





Figura 76 – Locais de amostragem de Busca Ativa.

Armadilhas Fotográficas

Armadilha fotográfica utilizada para registro de mamíferos, em especial de médio e grande porte, e muito eficiente no levantamento de espécies de hábitos noturnos que dificilmente são observadas através da busca ativa. É um método não-invasivo e apresenta alta eficácia no registro de espécies com baixo esforço operacional, sendo amplamente utilizado em estudos mastozoológicos (TOBLER *et al.*, 2008).

O esforço amostral por campanha foi de 720 horas de exposição (6 armadilhas x 5 noites consecutivas), com alternância entre os pontos amostrais, com o cumulativo das duas campanhas totalizando 1440 horas de exposição. A fim de tornar o método mais efetivo no registro das espécies, foram utilizadas iscas atrativas para a fauna, como frutas da estação, ração de gato, sal grosso e proteínas diversas (carnes, sardinha ou bacon).

Quadro 34 – Esforço amostral da metodologia de Armadilhas Fotográficas.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (24 HORAS X 5 NOITES X 6 ARMADILHAS)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Armadilhas Fotográficas	720 horas de exposição	1440 horas de exposição



Figura 77 – Armadilhas fotográficas instaladas e iscas utilizadas.

Redes de Neblina - Morcegos

Foram utilizadas ainda redes de neblina para captura de indivíduos de morcego, sendo que em cada ponto amostral as linhas serão armadas com três redes de 12 metros de comprimento e 3 metros de altura. Em cada ponto amostral as redes foram abertas no pôr-do-sol (18h) com exposição por um período de 4 horas, culminando em um esforço amostral de 432 m².h por ponto e 2592 m².h para as duas campanhas (Quadro 3).

As redes deverão foram instaladas em fragmentos florestais remanescentes, ou na borda dos fragmentos. Após abertas, as redes foram inspecionadas a cada 30 minutos para retirada de morcegos capturados. Assim que retirados das redes, os mesmos foram acondicionados em

sacos de pano e em seguida identificados, submetidos a averiguações biométricas quando necessário, fotografados e soltos.

Quadro 35 - Esforço amostral total da metodologia Rede de Neblina para o levantamento de morcegos.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (4 HORAS DE EXPOSIÇÃO X 3 ÁREAS)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Rede de Neblina - Morcegos	1296 m ² .h	2592 m ² .h

Após abertas, as redes serão inspecionadas a cada 30 minutos para retirada de morcegos capturados. Assim que retirados das redes, os mesmos serão acondicionados em sacos de pano e em seguida identificados, submetidos a averiguações biométricas quando necessário, fotografados e soltos.



Figura 78 – Redes de neblina instaladas em campo.



Figura 79 – Captura e triagem de morcegos em rede de neblina.

Live traps – Sherman e Tomahawk

Esta metodologia é aplicada para captura de pequenos mamíferos terrestres (roedores e marsupiais). Em cada área amostral ($n = 3$) foi estabelecido um transecto com 10 pontos equidistantes entre 10 e 15 metros, em cada ponto será instalada uma armadilha do tipo sherman (na altura do sub-bosque) e uma armadilha do tipo tomahawk (no nível do solo), totalizando 20 armadilhas por transecto, 60 armadilhas por campanha (Quadro 36). As armadilhas ficaram ativas por cinco noites consecutivas por campanha. As armadilhas de captura foram iscadas uma mistura de paçoca, sardinha, fubá e banana (ASTÚA *et al.*, 2006; CÁCERES *et al.*, 2011), e re-iscadas diariamente.

Quadro 36 - Esforço amostral total da metodologia de *live trap*, para o levantamento da mastofauna terrestre.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (20 ARMADILHAS X 3 ÁREAS X 5 NOITES)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Live traps	300 armadilhas-noite	600 armadilhas-noite

Os animais capturados foram identificados quanto a espécie, sexo, condição reprodutiva, idade (no caso de marsupiais com verificação da erupção dentária), tiveram suas medidas biométricas tomadas em caso de dúvidas taxonômicas (peso, comprimento do corpo e cauda), e foram marcados com brincos numerados, e soltos no mesmo local de captura.



Figura 80 – Armadilhas de captura (sherman e Tomahawk) instaladas em campo.



Figura 81 – Captura e triagem de pequenos mamíferos em armadilhas de captura.

Pitfalls – Armadilhas de Intercepção e Queda

Esta metodologia é aplicada para captura de pequenos mamíferos terrestres (roedores e marsupiais) e répteis e anfíbios. Em cada área de amostragem foram instalados cinco (05) baldes em linha, sendo compostos por baldes de 60 litros, equidistanciados 10 metros. Os baldes foram interligados por uma cerca-guia de lona plástica com 50 cm de altura, enterrados à

aproximadamente 5 cm de profundidade no solo e mantida em posição vertical por estacas de madeira. Os baldes foram furados para evitar o acúmulo de água e morte dos espécimes, além de adicionado em cada balde um anteparo de isopor para abrigo e flutuação. As armadilhas foram verificadas duas vezes ao dia, no início da manhã e no meio da tarde. Nos períodos entre amostragens os baldes permaneceram fechados e as cercas-guia recolhidas, ou seja, a estação só permanecerá apta à captura durante o período de campo, ao final do campo os baldes e cercas-guia foram retirados do campo. As armadilhas permaneceram em funcionamento por cinco (05) dias sucessivos em cada campanha.

Quadro 37 - Esforço amostral total da metodologia de *pitfall*, para o levantamento da mastofauna terrestre e herpetofauna.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (05 BALDES X 3 ÁREAS X 5 NOITES)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Pitfalls	75 pitfalls-noite	150 pitfalls-noite



Figura 82 – Armadilhas de Intercepção e Queda (*pitfalls*) instaladas em campo.



Figura 83 – Captura e triagem de pequenos mamíferos em Armadilhas de Intercepção e Queda (*pitfalls*).

Análise de Dados

Os dados obtidos para mastofauna foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade e a equitabilidade da comunidade de mamíferos em cada unidade amostral.

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

A determinação da suficiência amostral e estimativa de riqueza de espécies foi feita através da curva de acumulação de espécies, calculada a partir da geração de 100 curvas por meio da aleatorização de dados, utilizando os estimadores não-paramétricos Jackknife 1 e Bootstrap, através do programa EstimateS (COLWELL, 2016), considerando cada dia de coleta de dados como unidade amostral. A curva de acumulação é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade, e foi calculada para cada unidade amostral. O estimador priorizado foi Jackknife 1, por ser considerado o estimador mais preciso e menos enviesado quando comparado a outros métodos de extrapolação (BATISTA & SCHILLING, 2006).

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza e abundância em cada unidade amostral considerando as campanhas separadamente. Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade de mamíferos estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Dissimilaridade de Jaccard). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo Programa R (R CORE TEAM, 2008).

8.2.3.3.3 Resultados e Discussão

Espécies de possível ocorrência na região do empreendimento

Para a região do empreendimento foram consideradas cinco referências bibliográficas como base (Quadro 38), culminando na possível ocorrência de 180 espécies de mamíferos nativos e uma (S = 01) espécie de mamífero exótico (*), sendo as ordens Chiroptera (S = 78), Rodentia (S = 38) e Carnivora (S = 19) as mais representativas.

Quadro 38 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de mamíferos de possível ocorrência para a região do empreendimento.

REFERÊNCIA	AUTORES, ANO	ESTUDO
R1	LIMA, 2009	Dissertação – Mamíferos de médio e grande porte do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Brasil.
R2	OLÍMPIO et al., 2016	Artigo – Bat fauna of the Cerrado savanna of eastern Maranhão, Brazil, with new species occurrences
R3	GUIMARÃES et al., 2016	Guia de Campo da UHE Estreito
R4	BARRETO (2007)	Livro – Cerrado Norte do Brasil = North Cerrado of Brazil.
R5	VIEIRA, OLIVEIRA (2020)	Artigo – Non-volant mammalian species richness in the ecotonal Brazilian midnorth: checklist for Maranhão state
R6	Alto Uruguai – Engenharia e Planejamento (2019)	EIA/RIMA – Aterro Sanitário de Imperatriz/MA

Abaixo seguem listadas as espécies de possível ocorrência e seu *status* de conservação e as espécies registradas durante o diagnóstico de fauna.

Quadro 39 - Lista das espécies de mamíferos de possível ocorrência e registrados na região do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Cetacea	Iniidae	<i>Inia sp.</i>	boto-cor-de-rosa				x			
		<i>Inia geoffrensis</i>	boto-branco	EN-BR; EN-IUCN;				x		
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys philander</i>	cuíca-lanosa				x	x	x	
		<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca				x	x	x	x
		<i>Didelphis marsupialis</i>	gambá-de-orelha-preta				x	x	x	
		<i>Gracilinanus agilis</i>	cuíca				x	x	x	
		<i>Gracilinanus microtarsus</i>	cuíca					x		
		<i>Marmosa murina</i>	cuíca				x	x	x	
		<i>Marmosops parvidens</i>	cuíca				x			
		<i>Metachirus nudicaudatus</i>	cuíca-de-quatro-olhos				x			
		<i>Micoureus demerarae</i>	mucura				x		x	
		<i>Monodelphis domestica</i>	catita				x	x	x	
		<i>Monodelphis sp.</i>	catita					x		
		<i>Monodelphis umbristriata</i>	catita					x		
		<i>Philander opossum</i>	cuíca-de-quatro-olhos				x	x	x	
		<i>Thylamys pusilla</i>	catita-de-areia					x		
		<i>Thylamys karimii</i>	catita	VU-IUCN			x		x	
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha		x		x	x	x	x
		<i>Dasypus septemcinctus</i>	tatuí				x	x	x	x
	Chlamyphoridae	<i>Cabassous unicinctus</i>	tatu-de-rabo-mole				x	x	x	x
		<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba				x	x	x	x
		<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	VU-BR; VU-IUCN				x	x	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Tolypeutes tricinctus</i>	tatu-bola	EN-BR; VU-IUCN	x			x	x	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapiti				x	x	x	
Primates	Callitrichidae	<i>Callithrix jacchus</i>	sagui-de-tufo-branco		x			x	x	
		<i>Callithrix penicillata</i>	sagui-de-tufos-pretos				x			
		<i>Saguinus niger</i>	sagui-una	VU-BR; VU-IUCN					x	
	Cebidae	<i>Sapajus libidinosus</i>	macaco-prego	NT-IUCN	x		x		x	
		<i>Sapajus apella</i>	macaco-prego-castanho					x	x	
		<i>Saimiri sciureus</i>	macaco-de-cheiro				x	x	x	
	Aotidae	<i>Aotus infulatus</i>	macaco-da-noite							
		<i>Aotus azarae</i>	quatro-olhos						x	
	Atelidae	<i>Alouatta belzebul</i>	guariba-de-mãos-ruivas	VU-BR			x	x	x	
		<i>Alouatta caraya</i>	bugio-preto	NT-IUCN			x	x	x	
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	preguiça-comum				x	x	x	
	Cyclopedidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	tamanduá				x			
	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	VU-BR; VU-IUCN			x	x	x	
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim				x	x	x	
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato		x		x	x	x	x
		<i>Chrysocyon brachyurus</i>	lobo-guará	VU-BR; NT-IUCN	x		x	x	x	
		<i>Speothos venaticus</i>	cachorro-vinagre	VU-BR; NT-IUCN				x	x	
		<i>Lycalopex vetulus</i>	raposinha	VU-BR; NT-IUCN	x		x	x	x	
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada		x		x	x	x	x
		<i>Nasua nasua</i>	quati				x	x	x	
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	jaritataca		x		x	x	x	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	irara		x		x	x	x	
		<i>Galictis vittata</i>	furão-grande				x	x	x	
		<i>Galictis cuja</i>	furão						x	
		<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	NT-IUCN			x	x	x	
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaririca		x		x	x	x	
		<i>Leopardus braccatus</i>	gato-palheiro				x			
		<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	EN-BR; VU-IUCN	x		x	x	x	
		<i>Leopardus wiedii</i>	gato-maracajá	VU-BR; NT-IUCN				x	x	
		<i>Leopardus colocolo</i>	colocolo	VU-BR; NT-IUCN				x	x	
		<i>Panthera onca</i>	onça-pintada	VU-BR; NT-IUCN	x		x	x	x	
		<i>Puma concolor</i>	puma		x		x	x	x	
		<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco	VU-BR	x		x	x	x	
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	anta	VU-BR; VU-IUCN	x		x	x	x	x
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	cateto		x		x	x	x	x
		<i>Tayassu pecari</i>	queixada	VU-BR; VU-IUCN				x	x	
	Cervidae	<i>Blastocerus dichotomus</i>	cervo-do-pantanal	VU-BR; VU-IUCN	x			x	x	
		<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro				x	x	x	
		<i>Subulo gouazoubira</i>	veado-catingueiro		x		x	x	x	
		<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro	NT-IUCN	x		x	x	x	
Rodentia	Cricetidae	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	rato-do-mato				x		x	
		<i>Holochilus sciureus</i>	rato-d'água						x	
		<i>Calomys callosus</i>	rato					x		
		<i>Calomys expulsus</i>	rato-do-chão						x	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Cerradomys scotti</i>	rato-do-mato						X	
		<i>Necomys lasiurus</i>	rato-do-mato				X		X	
		<i>Nectomys rattus</i>	rato-d'água				X			
		<i>Nectomys saquamipes</i>	rato-d'água					X		
		<i>Oecomys bicolor</i>	rato-de-árvore				X		X	
		<i>Oxymycterus delator</i>	rato-do-brejo				X			
		<i>Oxymycterus roberti</i>	rato-da-vareda					X		
		<i>Oryzomys subflavus</i>	rato					X		
		<i>Oryzomys sp.</i>	rato					X		
		<i>Oligoryzomys cf. nigripes</i>	rato-do-mato						X	
		<i>Rhipidomys macrurus</i>	rato-de-árvore				X		X	
		<i>Rhipidomys mastacalis</i>	rato					X		
		<i>Rhipidomys emiliae</i>	rato-da-árvore						X	
		<i>Thalpomys cf. lasiotis</i>	rato-do-chão						X	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	rato-de-fava				X		X	
	Echimyidae	<i>Proechimys roberti</i>	rato-de-espinho				X		X	
		<i>Proechimys guyannensis</i>	rato-de-espinho					X		
		<i>Proechimys sp.</i>	rato-de-espinho					X		
		<i>Dactylomys cf. dactylinus</i>	rato-do-bambu						X	
		<i>Makalata didelphoides</i>	rato-de-espinho					X	X	
		<i>Echimys chrysurus</i>	rato-estrela					X		
		<i>Thrichomys sp.</i>	rato					X		
		<i>Thrichomys laurentius</i>	punaré						X	

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Thrichomys apereoides</i>	punaré				x	x		
	Sciuridae	<i>Guerlinguetus aestuans</i>	caxinguelê					x	x	
	Muridae	<i>*Mus musculus</i>	camundongo				x			
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	paca		x		x	x	x	x
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia				x			x
		<i>Dasyprocta leporina</i>	cutia				x	x		
		<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	cutia		x		x	x	x	
	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara				x	x	x	x
		<i>Kerodon rupestris</i>	mocó					x	x	
		<i>Galea spixii</i>	preá					x	x	
	Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço-cacheiro				x	x	x	
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Rhynchonycteris naso</i>	morcego-de-tromba			x		x		
		<i>Pteropteryx sp.</i>	morcego					x		
		<i>Pteropterys macrotis</i>	morcego					x		
		<i>Saccopteryx bilineata</i>	morcego				x	x		
		<i>Saccopteryx canescens</i>	morcego				x			
	Phyllostomidae	<i>Ametrida centurio</i>	morcego				x			
		<i>Anoura geoffroyi</i>	morcego-beija-flor				x			
		<i>Desmodus rotundus</i>	morcego-vampiro-comum			x	x	x		
		<i>Diaemus youngii</i>	morcego-vampiro			x		x		
		<i>Glossophaga soricina</i>	morcego-beija-flor			x	x	x		
		<i>Glyphonycteris sylvestris</i>	morcego				x			
		<i>Lamproncycteris brachyotis</i>	morcego				x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Lichonycteris degener</i>	morcego-beija-flor				x			
		<i>Hsunnycteris thomasi</i>	morcego-beija-flor				x			
		<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	morceguinho-do-cerrado	EN-BR; EN-IUCN			x			
		<i>Lophostoma brasiliense</i>	morcego			x	x			
		<i>Lophostoma carrikeri</i>	morcego				x			
		<i>Lophostoma silvicola</i>	morcego			x	x			
		<i>Mimon sp.</i>	morcego					x		
		<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	morcego					x		
		<i>Micronycteris hirsuta</i>	morcego				x			
		<i>Micronycteris microtis</i>	morcego				x			
		<i>Micronycteris minuta</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Micronycteris schmidtorum</i>	morcego			x				
		<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	morcego			x	x			
		<i>Phylloderma stenops</i>	morcego			x				
		<i>Phyllostomus discolor</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Phyllostomus elongatus</i>	morcego				x			
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Phyllostomus sp.</i>	morcego					x		
		<i>Trachops cirrhosus</i>	morcego			x	x			
		<i>Carollia benkeithi</i>	morcego				x			
		<i>Carollia brevicauda</i>	morcego				x			
		<i>Carollia perspicillata</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Chrotopterus sp.</i>	morcego					x		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Rhinophylla pumilio</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Artibeus anderseni</i>	morcego				x			
		<i>Artibeus concolor</i>	morcego				x			
		<i>Artibeus glaucus</i>	morcego				x			
		<i>Artibeus gnoma</i>	morcego			x	x			
		<i>Artibeus fimbriatus</i>	morcego			x				
		<i>Artibeus lituratus</i>	morcego-das-frutas			x	x	x		
		<i>Artibeus obscurus</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Artibeus planirostris</i>	morcego			x	x			
		<i>Artibeus cinereus</i>	morcego			x		x		
		<i>Artibeus sp.</i>	morcego					x		
		<i>Platyrrhinus fusciventris</i>	morcego-de-linha-branca			x				
		<i>Platyrrhinus helleri</i>	morcego				x			
		<i>Platyrrhinus incarum</i>	morcego-de-linha-branca				x			
		<i>Platyrrhinus lineatus</i>	morcego-de-linha-branca				x	x		
		<i>Platyrrhinus cf. recifinus</i>	morcego-de-linha-branca			x	x			
		<i>Sturnira lilium</i>	morcego-fruteiro			x	x	x		
		<i>Sturnira tildae</i>	morcego-fruteiro				x	x		
		<i>Tonatia bidens</i>	morcego					x		
		<i>Tonatia saurophila</i>	morcego				x			
		<i>Trinycteris nicefori</i>	morcego				x			
		<i>Uroderma bilobatum</i>	morcego				x	x		
		<i>Vampyressa pusilla</i>	morcego				x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Vampyriscus brocki</i>	morcego	NT-IUCN			x			
		<i>Vampyrum spectrum</i>	morcego				x			
	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	morcego				x	x		
	Molossidae	<i>Cynomops abrusus</i>	morcego			x				
		<i>Eumops sp.</i>	morcego					x		
		<i>Molossops temminckii</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Molossops sp.</i>	morcego					x		
		<i>Molossus rufus</i>	morcego-cauda-de-rato-maior			x				
		<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	morcego			x				
	Natalidae	<i>Natalus macrourus</i>	morcego	VU-BR; NT-IUCN			x			
	Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	morcego-pescador					x		
	Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	morcego-vermelho			x				
		<i>Lasiurus ega</i>	morcego			x				
		<i>Myotis albescens</i>	morcego				x			
		<i>Myotis nigricans</i>	morcego			x	x	x		
		<i>Rhogeessa tumida</i>	morcego					x		
		<i>Eptesicus brasiliensis</i>	morcego				x			
		<i>Eptesicus diminutus</i>	morcego				x			
	Thyropteridae	<i>Thyroptera devivoi</i>	morcego-de-ventosa				x			
		<i>Thyroptera discifera</i>	morcego-de-ventosa				x			
11	36	180	180	25	22	31	116	103	74	12

Legendas: NT – Quase Ameaçado; VU – Vulnerável; EN – Em Perigo; CR – Criticamente ameaçado. IUCN – Nível global (IUCN, 2024); BR – Nível nacional (MMA, 2022); *Espécie exótica invasora. R = Referência utilizada

Espécies registradas na ADA e AID

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante as quatro campanhas de levantamento de dados acerca da mastofauna na Área de Interferência (AI) e Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, ocorreram 79 registros pertencentes a 18 espécies de mamíferos nativos, distribuídos em sete ordens e treze famílias, conforme apresentado no Quadro 40. A riqueza registrada corresponde a 10% das espécies de possível ocorrência para a região ($S = 180$), das espécies registradas três não constam nos dados secundários, sendo elas *Chiroderma vilossum*, *Cerradomys langguthi* e *Oligoryzomys mattogrossae*, isso demonstra que a diversidade de mamíferos da região ainda não é completamente conhecida.

Quanto a composição das espécies, as ordens mais representativas foram Rodentia ($S = 5$) e Carnivora ($S = 5$) e, configurando cerca 55% da riqueza local (Gráfico 19). Quanto a distribuição de espécies por família, Cricetidae se destacou com maior número de espécies ($S = 3$), as demais famílias apresentaram duas ou uma espécie cada.

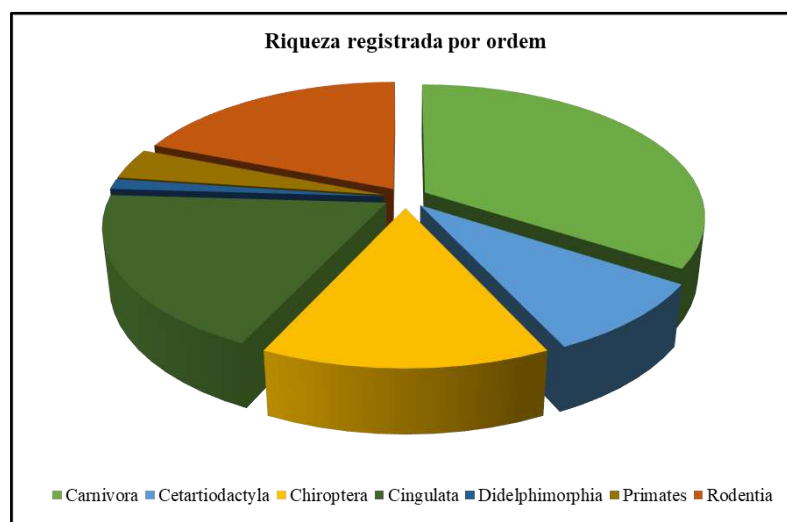


Gráfico 19 – Distribuição das espécies de mamíferos de acordo com as ordens registradas na área de influência do empreendimento.

Quadro 40 - Mamíferos registrados na área de influência do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	STATUS DE AMEAÇA	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Gambá-de-orelha-preta		A3	C1	01
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyus sp.</i>	Tatu		A1; A2; A3	C1; C2	09
	Chlamyphoridae	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba		A1; A2	C1; C2	06
Primates	Cebidae	<i>Sapajus libidinosus</i>	Macaco-prego	NT-IUCN	A1; A3	C1	03
Rodentia	Cricetidae	<i>Cerradomys langguthi</i>	Rato-do-chão		A3	C2	01
		<i>Necomys lasiurus</i>	Rato-do-mato		A1; A3	C1; C2	05
		<i>Oligoryzomys mattogrossae</i>	Rato-do-mato		A3	C1	02
	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara		A1	C2	01
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	Cutia		A1; A2	C1; C2	06
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Morcego		A1; A2; A3	C1; C2	09
		<i>Chiroderma villosum</i>	Morcego		A3	C2	01
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	Morcego		A1	C1	01
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus sp.</i>	Gato-do-mato	VU-BR	A1; A2; A3	C1; C2	03
	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato		A1; A2; A3	C1; C2	21
		<i>Lycalopex vetulus</i>	Raposinha	VU-BR; NT-IUCN	A2	C2	01
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Cangambá		A2	C1	01
	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada		A3	C1	01
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Subulo gouazoubira</i>	Veado-catingueiro		A2; A3	C1; C2	07
07	13	18	-	02	-	-	79

Legenda: NT = Quase ameaçado; VU = Vulnerável. BR = Ameaçado em nível nacional; IUCN = Ameaçado em nível global.

Considerando o número de registros das espécies levantadas, o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) foi a espécie com o maior número de registros, correspondendo a cerca de 26,5% ($n = 21$) dos registros totais (Gráfico 20). O cachorro-do-mato ocorreu em ambas campanhas amostrais, porém com maior número de registros na estação chuvosa, além do mais, nessa estação também foram registrados grupos com até cinco indivíduos, incluindo animais adultos e filhotes. Os indivíduos desta espécie possuem hábitos generalistas e possuem ampla distribuição, sendo bastante adaptados a ambientes alterados.

A segunda espécie mais frequente entre os registros foi o morcego (*Carollia perspicillata*) e o tatu (*Dasypus* sp.) ambos com 11,3% ($n = 9$) dos registros totais. *C. perspicillata* apresenta ampla distribuição geográfica nas Américas, sua dieta é frugívora, constituída principalmente de plantas do estrato florestal médio. É dispersora de plantas primárias e se desloca aproximadamente 5km por noite durante o forrageio, fornecendo um importante serviço ecossistêmico para a regeneração da vegetação nativa (REIS et al., 2017).

Pelo menos oito (08) espécies apresentaram apenas um registro cada, em sua maioria são espécies de ampla distribuição, mas que para a região amostral aparentemente não são abundantes. Também foram registradas algumas espécies consideradas mais sensíveis as alterações ambientais, como por exemplo o *Leopardus* sp. e o *Lycalopex vetulus*

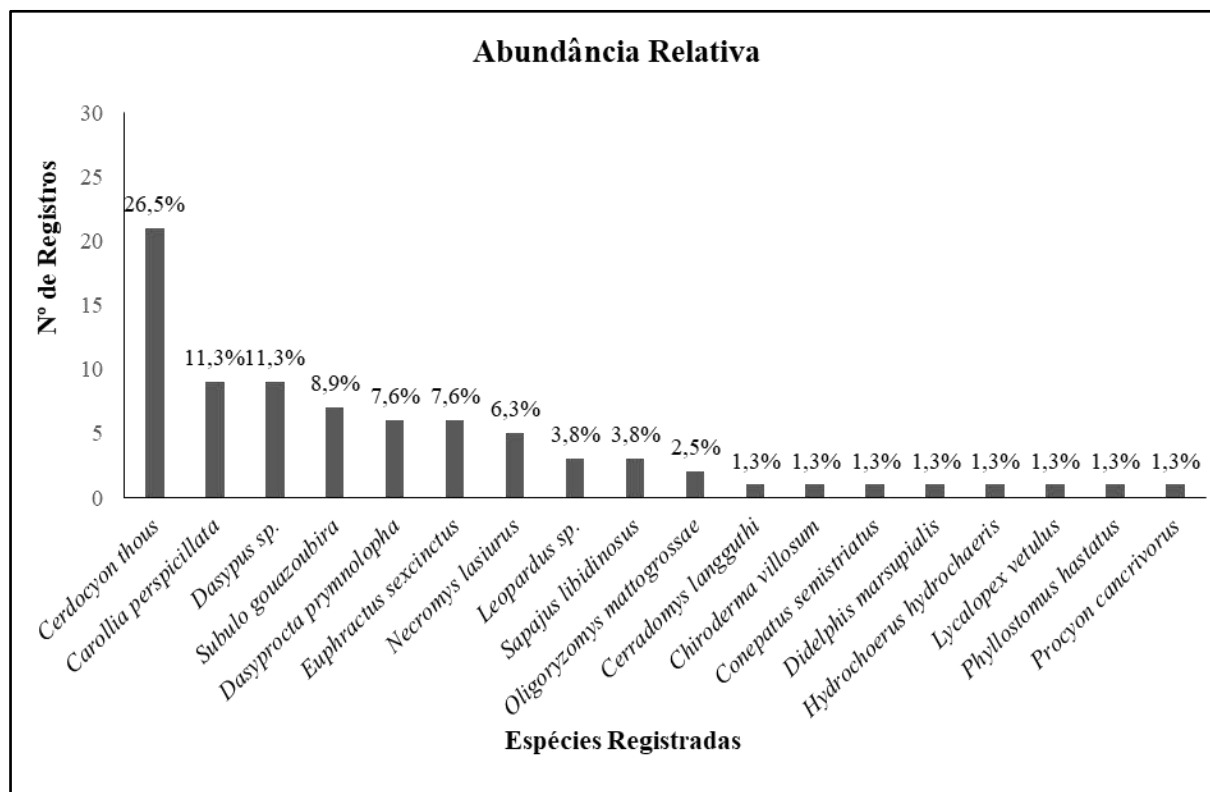


Gráfico 20 – Abundância relativa de mamíferos registrados na área do empreendimento.

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando os dados obtidos através dos métodos padronizados. Estes indicadores servirão para parâmetros comparativos em etapas futuras do licenciamento.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi maior que 3 ($H' = 3,47$), demonstrando uma alta diversidade da amostra de maneira geral. A Equitabilidade de Pileou ($J = 0,83$) obtida neste estudo demonstra que as espécies estão equitativamente distribuídas na amostra, o que é inversamente proporcional ao índice de dominância. Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice

varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo ($DS = 0,11$), sugerindo que não há probabilidade de que a dominância de espécies seja maior que a diversidade, corroborando o valor encontrado para o Índice de Shannon.

Considerando as áreas amostrais separadamente, a Área 03 obteve o maior índice de diversidade ($H' = 3,26$), essa área apresentou 12 espécies, sendo que 05 delas foram exclusivas e estão relacionadas principalmente com pequenos mamíferos. De modo geral todas as áreas apresentaram uma diversidade similar, sem ocorrer a dominância de espécies.

Todos os valores destes aspectos comparativos podem ser consultados no Quadro 41, o qual apresenta os indicadores ecológicos utilizados das métricas por área de amostragem, com o intuito de subsidiar a verificação de oscilações que indiquem impactos ambientais provenientes da implantação e operação do empreendimento sob as espécies de mamíferos.

Quadro 41 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.

Campanhas	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
A1	2,87	0,86	0,15
A2	3,00	0,94	0,07
A3	3,26	0,91	0,08
TOTAL	3,47	0,83	0,11

Comparação entre as Campanhas Amostrais

Através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard foi gerado um dendograma de cluster para verificar possíveis agrupamentos entre as áreas ou campanhas de levantamento, utilizando os dados de riqueza. O valor do Coeficiente Cofenético foi maior que 0,7 ($ccc = 0,91$) demonstrando que o agrupamento formado foi representativo (Gráfico 21). Como pode ser observado no gráfico abaixo, a Área 02 apresentou uma alta dissimilaridade quando comparada

entre as campanhas amostrais, isso porque a composição de espécies nessa área diferiu entre as estações seca e chuvosa. Já a Área 01 apresentou uma composição de espécies muito similar entre as estações amostrais.

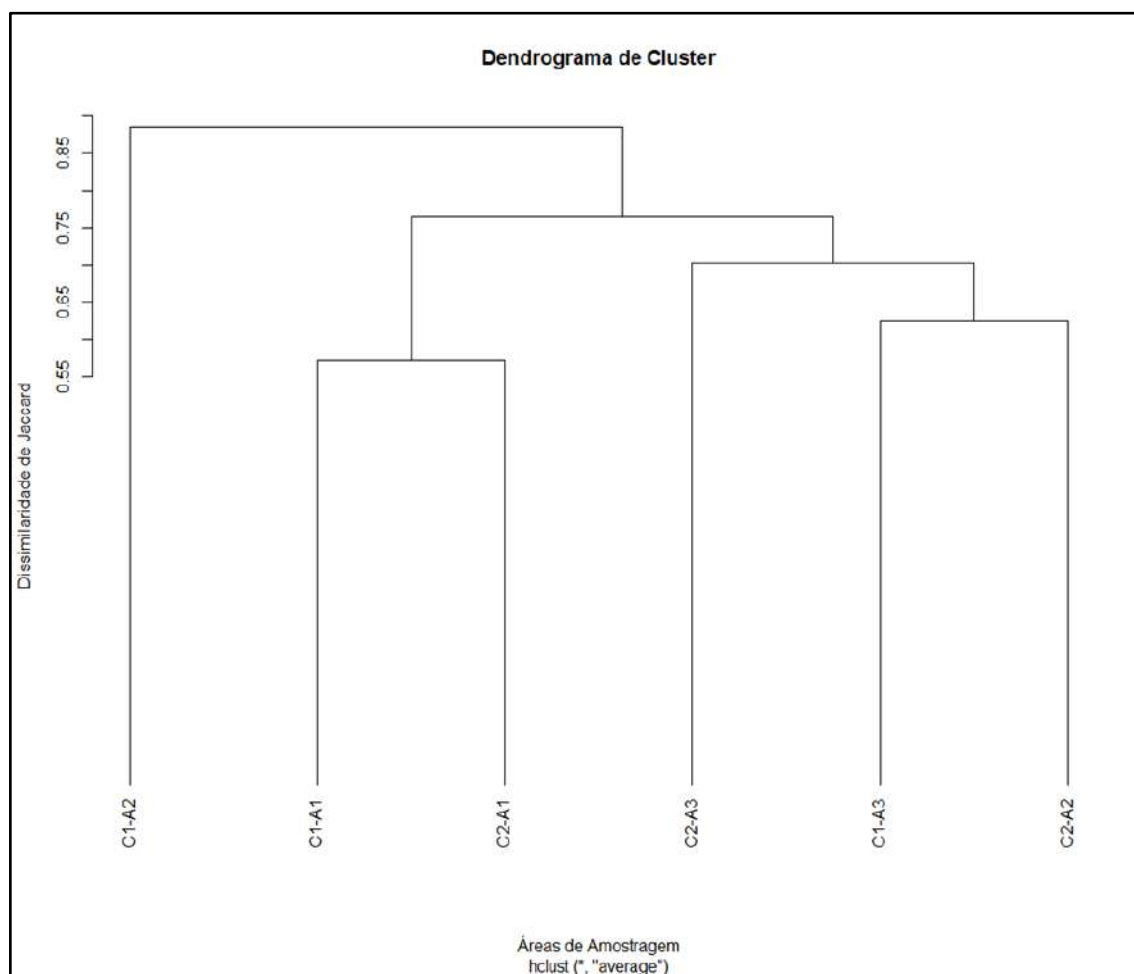


Gráfico 21 – Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da mastofauna (ccc = 0,91).

As campanhas amostrais apresentaram valores similares de registros, com 14 espécies e 38 registros na C1 e 12 espécies e 41 registros na C2, isso pode indicar que a sazonalidade não parece exercer efeito sobre os registros de mamíferos, com a continuidade das amostragens será possível observar se ao longo do tempo haverá alterações na diversidade baseado nas estações amostrais.

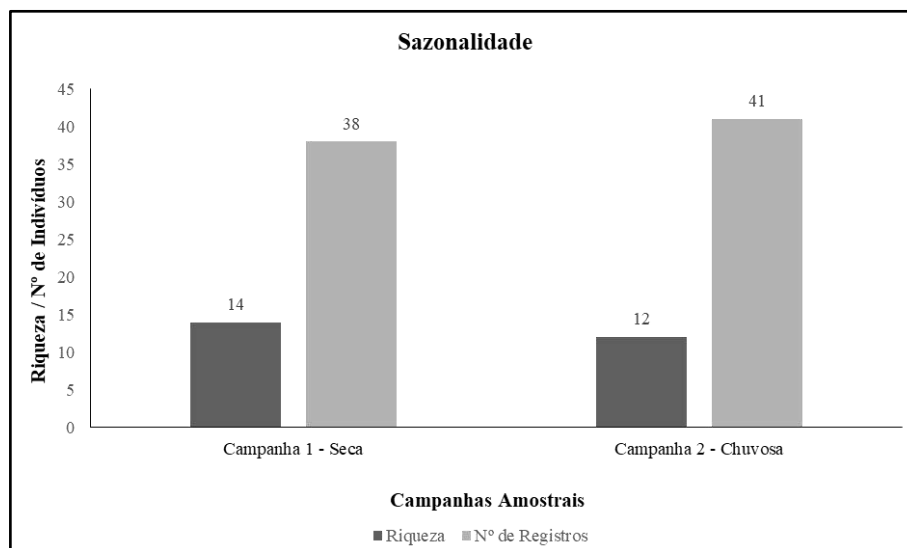


Gráfico 22 – Diversidade de espécies nas duas campanhas amostrais.

Curva de Acumulação de Espécies

A suficiência amostral foi calculada cumulativamente considerando todas as áreas amostradas e todas as campanhas executadas. A curva de acumulação de espécies não demonstrou estabilização da assíntota, ou seja, o número de espécies estimadas é maior do que o encontrado neste diagnóstico, conforme esperado para esse tipo de estudo. A riqueza encontrada correspondeu a 72% da estimada pelo estimador não-paramétrico Jackknife 1, e a 85% da riqueza estimada pelo Bootstrap. Embora o número de espécies de mamíferos seja menor do que o estimado, as informações levantadas foram suficientes para a caracterização da mastofauna local e identificação de ocorrência de espécies-chave.

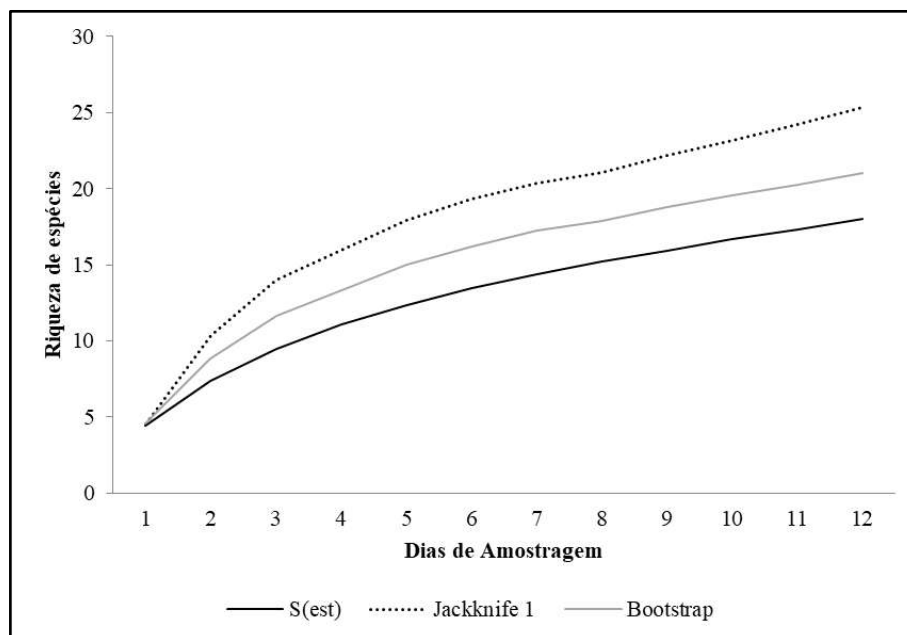


Gráfico 6 - Curva de acumulação de espécies de mamíferos registradas durante as campanhas de amostragem realizadas para o levantamento da mastofauna.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

As espécies da mastofauna registradas na área de estudo foram categorizadas de acordo com os graus de ameaça nas listas: nacional (MMA, 2022) e global (IUCN, 2024), e ainda foram consultados os Planos Nacionais de Conservação (PANs). No Brasil um total de 80 espécies (10,6%) estão incluídas em alguma categoria de ameaça global (12 em perigo crítico, 31 em perigo e 37 vulneráveis), 28 (3,7%) são consideradas quase ameaçada, duas espécies (0,3%) são presumíveis extintas, 96 (12,8%) são consideradas com dados deficientes para conservação (QUINTELA, ROSA, FEIJÓ, 2020).

Na AID do empreendimento foi registrada a presença de duas ($S = 2$) espécies ameaçadas de extinção, o felino *Leopardus sp* e o canídeo *Lycalopex vetulus*. Além dessas, também foi registrada uma espécie enquadrada como quase ameaçada de extinção pela IUCN, o macaco-prego *Sapajus libidinosus*. Ressalta-se ainda que não existem espécies migratórias de mamíferos na região de estudo.

Quadro 42 – Mamíferos ameaçados de extinção registrados na área de influência do futuro aterro.

TÁXON	NOME POPULAR	CAMPANHA	STATUS	COORDENADAS	
				Latitude	Longitude
<i>Leopardus sp.</i>	Gato-do-mato	C1,C2	VU -BR	7°39'21.59"S 7°39'36.47"S 7°39'20.60"S	46° 0'49.10"O 45°59'50.86"O 46° 0'25.59"O
<i>Lycalopex vetulus</i>	Raposinha	C2	VU-BR; NT-IUCN	7°39'36.66"S	46° 0'22.53"O

Os registros identificados na área de influência do aterro foram fezes e pegadas, esse tipo de vestígio impossibilitou a classificação em nível de espécie. A caça para o comércio de peles e a destruição do habitat são as principais ameaças a conservação dessas espécies, com suas populações estando severamente reduzidas, além disso, atropelamentos e doenças transmitidas por animais domésticos também contribuem significativamente para a redução dos felinos no Brasil. A maioria dos felinos encontrados no Brasil são ameaçados de extinção em algum nível, considerando as espécies de pequeno porte (*L. guttulus* e *L. wiedii*) ambas são consideradas Vulneráveis pela lista nacional (MMA, 2022), enquanto *L. guttulus* também é considerado Vulnerável pela IUCN (2024).



Figura 84 – Vestígios de felino silvestre encontrados na região do aterro.

A raposinha (*Lycalopex vetulus*) foi visualizada em deslocamento na Área 02, na ocasião não foi possível obter o registro fotográfico do indivíduo. É a única espécie de canídeo brasileiro endêmica do Cerrado, entre as principais ameaças para a espécie pode-se citar

atropelamentos, perda de habitat, caça por retaliação, doenças e alta mortalidade de filhotes e juvenis (LEMOS et al., 2013).

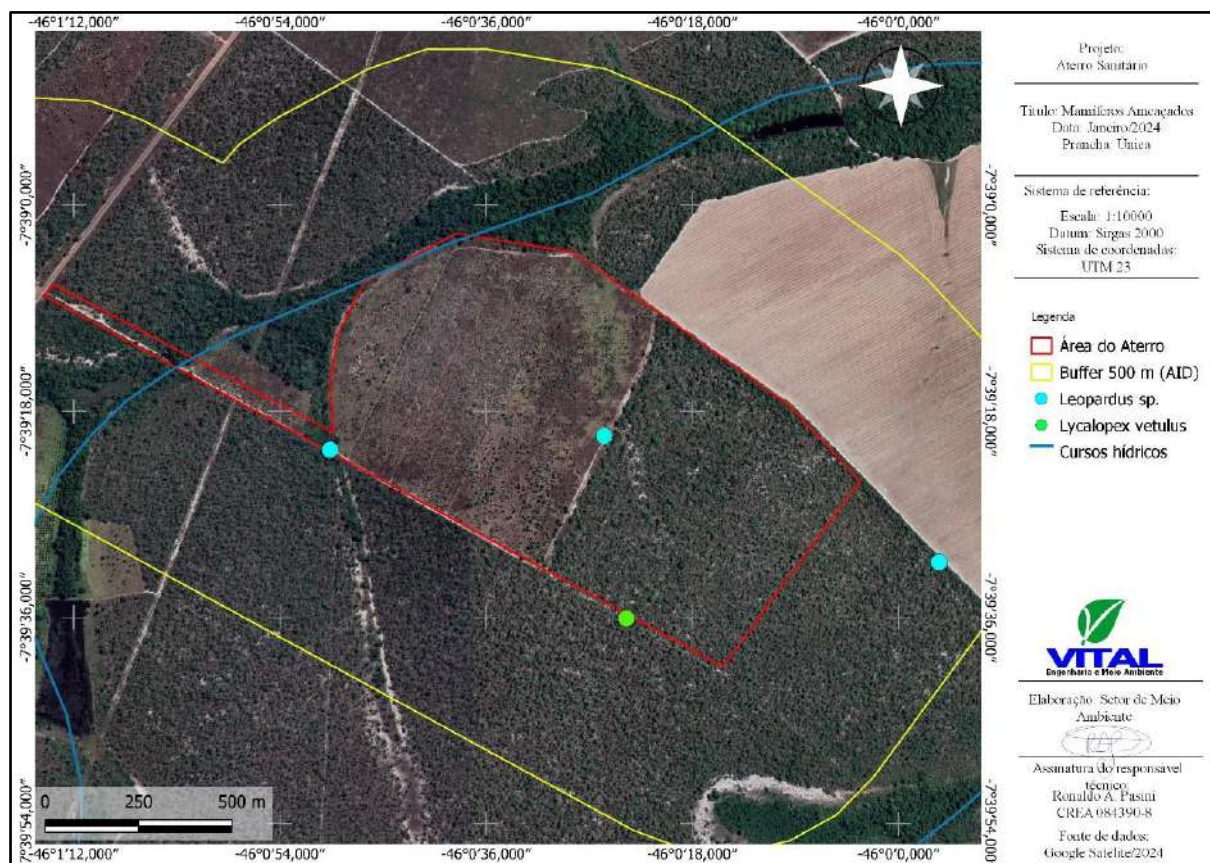


Figura 85 – Localização dos registros das espécies de mamíferos ameaçados de extinção na área do empreendimento.

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

As espécies que sofrem elevada pressão de caça são classificadas como cinegéticas. Assim, foram indicados os mamíferos que sofrem maior pressão de caça de acordo com Travassos (2011) e que se encontram listadas na CITES (2024).

As espécies registradas foram avaliadas em função da ameaça em relação ao tráfico e comércio ilegal de animais silvestres, por meio das seguintes categorias:

- Apêndice I: inclui espécies ameaçadas de extinção. O comércio de indivíduos destas espécies só é permitido em circunstâncias excepcionais;

- Apêndice II: inclui espécies que não necessariamente estão ameaçadas com extinção, mas o comércio deve ser controlado para evitar uso incompatível com sua sobrevivência;
- Apêndice III: contém espécies que estão protegidas em ao menos um país, e que foram solicitadas a outras partes da CITES ajuda para controlar seu comércio.

Foram registradas sete (07) espécies na área de estudo consideradas cinegéticas e que sofrem pressão de caça. De acordo com as categorias da CITES, uma espécie está classificada no Apêndice I (*Leopardus* sp.) e duas no Apêndice II (*Cerdoyon thous* e *Sapajus libidinosus*). Além disso, quatro espécie não categorizadas no CITES, mas que sofrem forte influência de caça foram listadas por constar no trabalho de Travassos (2011) (Quadro 43).

Quadro 43 – Mamíferos cinegéticos registrados na área de influência do futuro aterro.

TÁXON	NOME POPULAR	CAMPANHA	ÁREA	CITES (2024)	TRAVASSOS (2011)
<i>Subulo gouazoubira</i>	veado-catingueiro	C1, C2	A2, A3		x
<i>Leopardus</i> sp.	gato-do-mato	C1, C2	A1, A2, A3	I	
<i>Sapajus libidinosus</i>	macaco-prego	C1	A1, A3	II	
<i>Cerdocyon thous</i>	graxaim	C1, C2	A1, A2, A3	II	
<i>Dasyopus</i> sp.	tatu	C1, C2	A1, A2, A3		x
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	cutia	C1, C2	A1, A2		x
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	C2	A1		x

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Durante o estudo não foram registradas espécies exóticas/invasoras na área de amostragem. Animais domésticos, como cães (*Canis familiaris*), foram registrados na área amostral 01 e 02. Também foram encontrados vestígios de caça na região e foram visualizados caçadores, geralmente cães domésticos são utilizados na caça esportiva.



Figura 86 - Cães domésticos e vestígios de caça registrados na área de influência do aterro sanitário.

8.2.3.3.4 Considerações Finais

Neste diagnóstico, considerando todos os métodos, ocorreram 79 registros de mamíferos, pertencentes a 18 espécies, distribuídas em sete ordens e treze famílias. Foram registradas duas espécies de mamíferos ameaçadas de extinção, considerando as listas vermelhas em todas as esferas (nacional e global), o felídeo *Leopardus* sp. e o canídeo *Lycalopex vetulus*. A riqueza registrada corresponde a 10% das espécies de possível ocorrência para a região ($S = 180$).

A maioria das espécies que foram registradas nesse estudo não são indicadoras de boa qualidade ambiental, dado seu hábito generalista e ampla adaptação a ambientes antropizados, tais como *Dasypus* sp. (tatu), *Cerdocyon thous* (graxaim) e *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara). Entretanto foram registradas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (*Leopardus* sp., *Lycalopex vetulus*, *Sapajus libidinosus*), para as quais deverá se ter maior atenção durante o período de supressão e de obras. Também foram registradas espécies que prestam importantes serviços ecossistêmicos, como os morcegos frugívoros e a cutia, que atuam como dispersores de sementes.

Através da curva de acumulação concluiu-se que não houve estabilização da assíntota, o que já era esperado para o estudo em questão. Isso significa que a medida que os esforços amostrais avancem durante o processo de licenciamento, novas espécies podem ser acrescidas a riqueza local. No entanto, considera-se que as informações levantadas foram suficientes para o diagnóstico da fauna terrestre local.

Ainda, ocorreu o registro de animais domésticos, como cães (*Canis familiaris*) e foi visualizada uma alta pressão da caça no local em todas as áreas amostradas, o que junto com as alterações ambientais locais reflete ameaça para a fauna silvestre tanto com a descaracterização de habitats quanto de transmissão de doenças e predação.

Por conta da região do empreendimento ser bastante antropizada, as áreas de vegetação nativa remanescentes se tornam importantes para a conservação das espécies locais, sendo necessária a manutenção dessas áreas. Embora a maioria das espécies registradas seja comum, grande parte delas depende de ambientes saudáveis para manter a viabilidade de suas populações a longo prazo.

8.2.3.3.5 Registros Fotográficos



Figura 87 – *Cerdocyon thous* e *Subulo gouazoubira* registrados com armadilha fotográfica.



Figura 88 – *Necromys lasiurus* e *Cerradomys langguthi*.



Figura 89 – *Carollia perspicillata* e *Chiroderma villosum*.



Figura 90 – *Phyllostomus hastatus* e *Oligoryzomys mattogrossae*.



Figura 91 – Pegada de *Dasyprocta prymnolopha* e *Procyon cancrivorus*.

8.2.3.4 Aves

8.2.3.4.1 Introdução

O Brasil abriga uma das mais diversas avifauna do mundo, com 1.971 espécies de aves registradas (CBRO, 2021), segundo o site Wikiaves (2024) para o estado do Maranhão são registradas 719 espécies de aves, enquanto Carvalho (2018) registrou a ocorrência de 750 espécies para o estado. Dentre as principais ameaças ao grupo, estão perda, degradação e fragmentação dos habitats e a caça voltada para comércio ilegal.

Esses animais desempenham importantes funções nos ecossistemas e contribuem ativamente para o equilíbrio ambiental, pois atuam nos processos de polinização e dispersão de inúmeras plantas. Além disso, muitas espécies de aves se alimentam de invertebrados, auxiliando no controle populacional de insetos e outros pequenos animais, que poderiam tornar-se muito abundantes e de alguma forma desequilibrar o ambiente.

As aves possuem características únicas que as tornam organismos ideais para descrever o estado de conservação de um determinado ambiente (NAKA & RODRIGUES, 2000), pois são consideradas bioindicadores por ocuparem as mais variadas guildas e nichos ecológicos (SICK, 1997). A avifauna pode ser encontrada em uma ampla variedade de ambientes, sendo

facilmente registrada tanto por observações visuais quanto pelas vocalizações e qualquer alteração no ambiente que ocasione variações quantitativas e qualitativas das espécies, pode ser mensurada. Em situações onde há uma redução na cobertura florestal e restam apenas pequenos fragmentos, a avifauna sofre conseqüências negativas como a redução da diversidade (D'ANGELO NETO *et al.*, 1998) e as comunidades de aves sofrem mudanças em suas composições quando ocorre alguma alteração nas formações vegetais, seja ela natural ou antrópica (ALEIXO, 1999).

Em função das características bioindicadoras da avifauna, o presente diagnóstico visou levantar as espécies e avaliar o estado atual de conservação da comunidade local, além de compreender as potenciais perturbações oriundas do empreendimento em tela.

8.2.3.4.2 Material e Métodos

Transectos de Amostragem Visual e Auditiva (Busca Ativa)

A busca ativa de aves, através de visualizações e vocalizações, foi realizada procurando contemplar ambientes distintos, entre eles o interior e borda de fragmento de vegetação nativa, áreas abertas (agricultáveis e de pastagem), trechos na vegetação da mata de galeria do rio Ribeirão Bacaba e de áreas úmidas do entorno.

As atividades foram realizadas durante o dia, sendo intensificadas a partir do amanhecer até por volta das 11 horas e também ao entardecer, períodos estes de maior atividade das aves. Eventualmente, utilizou-se o período noturno para obtenção de dados a respeito de aves noturnas. Para a amostragem foram demarcados transectos livres e percorridos a pé, contemplando todos os ambientes citados anteriormente. Durante os transectos foram registradas as espécies de aves ocorrentes por meio de registro auditivo e/ou visual e, quando

possível, informações gerais sobre sua ecologia e biologia. O esforço amostral da busca ativa foi de 12 horas por campanha (Quadro 44).

Quadro 44 - Esforço Amostral total da metodologia de busca ativa, para o levantamento da avifauna.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (3 ÁREAS X 2 HORAS DIURNAS X 2 HORAS NOTURNAS)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Busca ativa diurna	06 horas	12 horas
Busca Ativa noturna	06 horas	12 horas
TOTAL	12 horas	24 horas

Nas figuras a seguir são demonstrados alguns dos locais onde foram realizados os levantamentos da avifauna para execução do método, nas áreas influência direta e indireta do empreendimento.

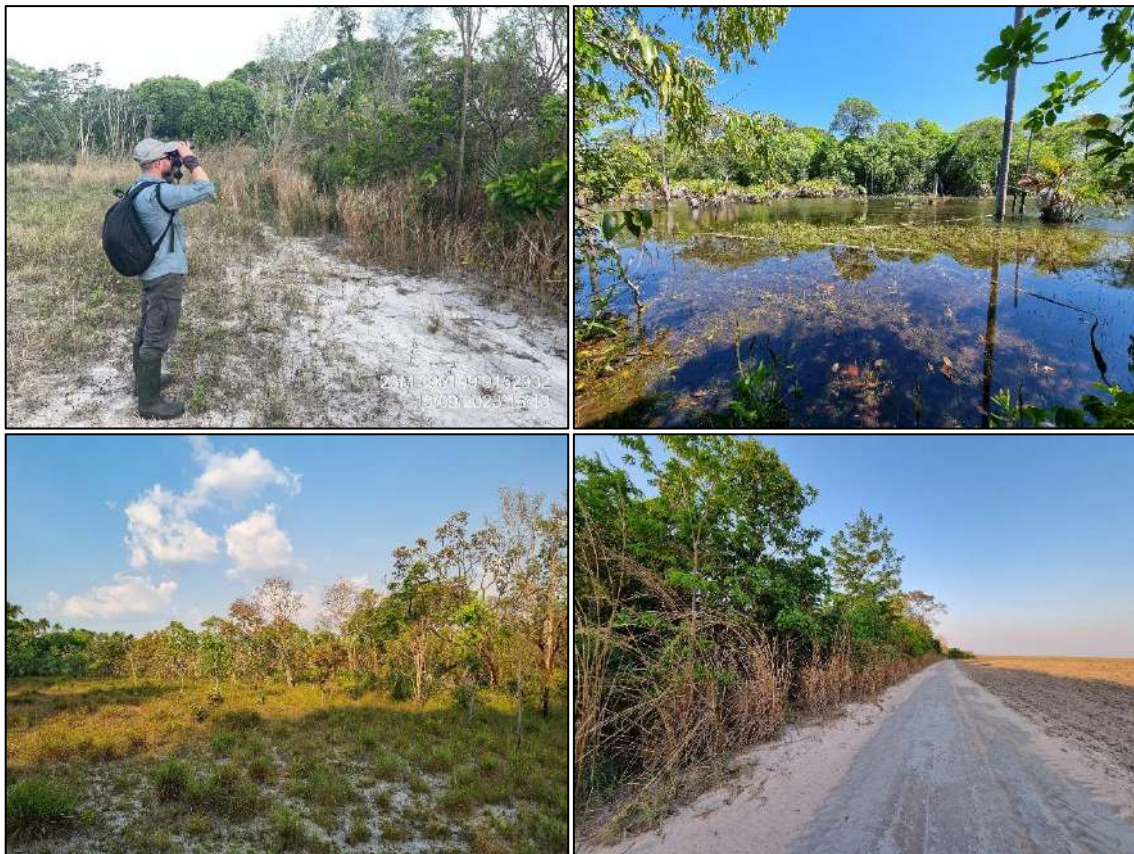


Figura 92 – Áreas de amostragem para Busca Ativa da avifauna.

Listas de Mackinnon

Os dados quantitativos foram obtidos através do método de Listas de Mackinnon (MACKINNON & PHILIPPS, 1993), através da elaboração de 54 listas. Este método consiste em percorrer transectos lineares na área de estudo e elaborar listas com dez espécies cada, sendo que a mesma espécie não pode ser incluída em uma mesma lista, mas sim nas listas subsequentes, sempre com o cuidado para não registrar os mesmos indivíduos. A partir dos dados quantitativos foi possível obter o IFL - Índice de Frequência nas Listas que consiste na abundância relativa de cada espécie durante as diferentes estações climáticas observadas, conforme a equação:

$$\text{IFL} = n(i) / \text{LM}$$

IFL = índice de frequência nas listas;

$n(i)$ = número de vezes que a espécie i foi registrada;

LM = número total de listas de Mackinnon.

Tabela 31 – Esforço amostral da metodologia de Listas de Mackinnon.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Listas de Mackinnon	C1 - 24 listas	55 listas
	C2 – 30 listas	



Figura 93 – Áreas de amostragem para Lista de Mackinnon.

Pontos de Escuta

Para obtenção de dados quantitativos foi empregado o método de ponto de escuta. Esta metodologia consiste em permanecer em um ponto por um determinado período de tempo, a fim de contabilizar todos os indivíduos em um determinado raio de observação (BIBBY *et al.*, 1993). Para este caso foi determinado o período de 10 minutos por ponto e um raio de observação de 50 metros em torno do mesmo (Quadro 45).

Em cada um dos três locais de amostragem foram estabelecidos pontos de escuta com distância mínima de 200 metros entre si, a fim de evitar sobreposição de raios de observação. Todos os pontos dos três locais foram amostrados intercaladamente durante os dias de amostragem no período da manhã (entre 6 e 10h) ou no fim da tarde (entre 16 e 18h), períodos

de maior atividade das aves. Os pontos foram distribuídos principalmente em fragmentos florestais e eventualmente em áreas de borda ou silvicultura.

Para avaliar a abundância relativa de cada espécie foi calculado o IPA - Índice Pontual de Abundância (VIELLIARD, *et al.* 2010), que consiste na razão entre o número de contatos obtidos pelo número de pontos de amostragem realizados.

Quadro 45 - Esforço amostral total da metodologia de Ponto de Escuta, para o levantamento da avifauna.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (5 PONTOS DE ESCUTA X 3 ÁREAS X 10 MINUTOS)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Ponto de Escuta (PE)	150 minutos	300 minutos



Figura 94 – Execução da metodologia de pontos de escuta.

Análise de Dados

Os dados obtidos para avifauna foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade e a equitabilidade da comunidade de aves em cada unidade amostral.

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

A determinação da suficiência amostral e estimativa de riqueza de espécies foi feita através da curva de acumulação de espécies, calculada a partir da geração de 100 curvas por meio da aleatorização de dados, utilizando os estimadores não-paramétricos Jackknife 1 e Bootstrap, através do programa EstimateS (COLWELL, 2016), considerando cada dia de coleta de dados como unidade amostral. A curva de acumulação é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade, e foi calculada para cada unidade amostral. O estimador priorizado foi Jackknife 1, por ser considerado o estimador mais preciso e menos enviesado quando comparado a outros métodos de extrapolação (BATISTA & SCHILLING, 2006).

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza e abundância em cada unidade amostral considerando as campanhas separadamente. Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade de aves estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Dissimilaridade de Jaccard). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo Programa R (R CORE TEAM, 2008).

8.2.3.4.3 Resultados e Discussão

Espécies de possível ocorrência na região do empreendimento

Para a região do empreendimento foram consideradas cinco referências bibliográficas como base (

Quadro 46), culminando na possível ocorrência de 399 espécies de aves, sendo as ordens Passeriformes (S = 197), Apodiformes (S = 20) e Accipitriformes (S = 20) as mais representativas (Quadro 47).

Quadro 46 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de aves de possível ocorrência para a região do empreendimento.

REFERÊNCIA	AUTORES, ANO	ESTUDO
R1	WIKIAVES, 2024	Lista de Espécies para a região do município de Balsas/MA
R2	GUIMARÃES et al., 2015	Guia de Campo – UHE Estreito
R3	BARRETO (2007)	Livro – Cerrado Norte do Brasil = North Cerrado of Brazil.
R4	OLMOS; BRITO (2007)	Artigo – Aves da região da barragem de Boa Esperança, médio rio Parnaíba, Brasil.
R5	CARVALHO (2018)	Tese – As aves do Estado do Maranhão: Atualização do Conhecimento e Conservação em uma região de ecótono entre a floresta Amazônica e Cerrado
R6	Alto Uruguai – Engenharia e Planejamento (2019)	EIA/RIMA – Aterro Sanitário de Imperatriz/MA

Quadro 47 - Lista das espécies de avifauna de registradas e de possível ocorrência na região do futuro aterro.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Rheiformes	Rheidae	<i>Rhea americana</i>	ema	NT-IUCN	x	x	x			
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga			x				
	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i>	biguá			x	x			
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz		x	x	x		x	
		<i>Nothura maculosa</i>	codorna-amarela				x			
		<i>Nothura boraquira</i>	codorna-do-nordeste						x	
		<i>Crypturellus cinereus</i>	inhambu-pixuna			x				
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó			x	x	x	x	
		<i>Crypturellus soui</i>	tururim			x	x			x
		<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó			x	x			
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato			x				
		<i>Dendrocygna autumnalis</i>	marreca-cabocla			x				
		<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê		x	x				
	Anhimidae	<i>Anhima cornuta</i>	anhuma			x	x			x
Galliformes	Cracidae	<i>Crax fasciolata</i>	mutum-de-penacho	VU-IUCN		x	x		x	
		<i>Ortalis supercilialis</i>	aracuã-de-sobrancelhas			x				
		<i>Penelope ochrogaster</i>	jacu-de-barriga-castanha	VU-IUCN		x				
		<i>Penelope supercilialis</i>	jacupemba	NT-IUCN		x	x			
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa		x	x	x	x	x	x
		<i>Columbina squammata</i>	rolinha-fogo-apagou		x	x	x	x	x	x
		<i>Columbina minuta</i>	rolinha-de-asa-canela				x			
		<i>Columba livia</i>	pombo-doméstico				x			
		<i>Claravis pretiosa</i>	pararu-azul			x			x	
		<i>Geotrygon montana</i>	pariri			x				
		<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-de-testa-branca			x	x		x	x
		<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu			x	x	x		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega			x	x		x	
		<i>Patagioenas picazuro</i>	pomba-asa-branca			x	x	x		
		<i>Patagioenas speciosa</i>	pomba-trocal			x				
		<i>Uropelia campestris</i>	rolinha-vaqueira			x				
		<i>Zenaida auriculata</i>	avoante			x	x			
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto		x	x	x			x
		<i>Crotophaga major</i>	anu-coroca			x				
		<i>Guira guira</i>	anu-branco			x	x			x
		<i>Tapera naevia</i>	saci		x	x	x			
		<i>Dromococcyx phasianellus</i>	peixe-frito		x					
		<i>Dromococcyx pavoninus</i>	peixe-frito-pavonino		x	x				
		<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato		x	x	x	x		
		<i>Coccyzua minuta</i>	chincão-pequeno			x				
		<i>Coccyzus americanus</i>	papa-lagarta-de-asa-vermelha			x				
		<i>Coccyzus euleri</i>	papa-lagarta-de-euler			x				
		<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-acanelado			x				
Eurypygiiformes	Eurypygidae	<i>Eurypyga helias</i>	pavãozinho-do-pará			x				
Nyctibiiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	urutau		x	x	x	x		
		<i>Nyctibius grandis</i>	urutau-grande			x				
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	cigana			x				
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura meridionalis</i>	andorinhão-do-temporal			x	x			
		<i>Chaetura spinicaudus</i>	andorinhão-de-sobre-branco					x		
		<i>Cypseloides senex</i>	taperuçu-velho		x	x				
		<i>Streptoprocne biscutata</i>	taperuçu-de-coleira-falha			x				
		<i>Streptoprocne zonaris</i>	taperuçu-de-coleira-branca		x		x			
		<i>Tachornis squamata</i>	andorinhão-do-buriti			x	x			
	Trochilidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	beija-flor-de-veste-preta			x	x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Avocettula recurvirostris</i>	beija-flor-de-bico-virado			x				
		<i>Heliactin bilophus</i>	chifre-de-ouro		x	x	x			
		<i>Chrysolampis mosquitos</i>	beija-flor-vermelho		x	x	x			
		<i>Heliomaster longirostris</i>	bico-reto-cinzeno		x	x				
		<i>Chlorestes cyanus</i>	beija-flor-roxo			x				
		<i>Calliphlox amethystina</i>	estrelinha-ametista		x		x			
		<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura		x	x	x	x		
		<i>Chlorostilbon lucidus</i>	besourinho-de-bico-vermelho				x			
		<i>Chionomesa fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde		x	x	x	x		x
		<i>Colibri serrirostris</i>	beija-flor-de-orelha-violeta				x			
		<i>Phaethornis pretrei</i>	rabo-branco-acanelado			x	x			
		<i>Phaethornis ruber</i>	rabo-branco-rubro			x	x			
		<i>Phaethornis maranhaoensis</i>	rabo-branco-do-maranhão							x
		<i>Thalurania furcata</i>	beija-flor-tesoura-verde			x	x			
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrostomus rufus</i>	joão-corta-pau			x				
		<i>Podager nacunda</i>	corução			x				
		<i>Chordeiles rupestris</i>	bacurau-da-praia			x				
		<i>Nyctidromus albicollis</i>	bacurau			x	x	x		x
		<i>Nyctidromus nigrescens</i>	bacurau-de-lajeado			x				
		<i>Nannochordeiles pusillus</i>	bacurauzinho					x		
		<i>Hydropsalis parvula</i>	bacurau-chintã			x				
		<i>Hydropsalis torquata</i>	bacurau-tesoura			x	x			
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	carão			x	x			
	Heliornithidae	<i>Heliornis fulica</i>	picaparra			x			x	
	Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	frango-d'água-azul		x	x				
		<i>Mustelirallus albicollis</i>	sanã-carijó				x			
		<i>Gallinula galeata</i>	galinha-d'água				x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Rufirallus viridis</i>	sanã-castanha		x	x				x
		<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes			x	x			x
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero		x	x	x			x
		<i>Vanellus cayanus</i>	batuíra-de-esporão			x	x			
	Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	jaçanã		x	x	x		x	x
	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	talha-mar			x				
		<i>Phaetusa simplex</i>	trinta-réis-grande			x				
		<i>Sternula superciliaris</i>	trinta-réis-pequeno			x				
	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	maçarico-de-perna-amarela			x				
		<i>Tringa solitaria</i>	maçarico-solitário			x				
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	cabeça-seca			x				
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi		x	x			x	x
		<i>Agamia agami</i>	garça-da-mata	VU-IUCN		x				
		<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande			x				
		<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura			x				
		<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira			x	x			x
		<i>Butorides striata</i>	socozinho			x	x		x	x
		<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena			x				
		<i>Pilherodius pileatus</i>	garça-real			x	x			
		<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira			x	x			
	Threskiornithidae	<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca		x	x	x			x
		<i>Phimosus infuscatus</i>	tapicuru			x	x			
		<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	coró-coró			x	x			
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela			x				
		<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha		x	x	x	x		x
		<i>Coragyps atratus</i>	urubu-preto			x	x			x
		<i>Sarcoramphus papa</i>	urubu-rei			x	x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Cariamiformes	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema			X	X	X		
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	mergulhão-caçador			X	X			
		<i>Tachybaptus dominicus</i>	mergulhão-pequeno			X	X			
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	águia-pescadora			X				
	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>	gavião-gato		X	X			X	
		<i>Accipiter bicolor</i>	gavião-bombachinha-grande			X				
		<i>Busarellus nigricollis</i>	gavião-belo			X				
		<i>Circus buffoni</i>	gavião-do-banhado			X				
		<i>Elanoides forficatus</i>	gavião-tesoura			X	X			
		<i>Elanus leucurus</i>	gavião-peneira			X	X			
		<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro		X	X				
		<i>Gampsonyx swainsonii</i>	gaviãozinho			X	X			
		<i>Harpagus diodon</i>	gavião-bombachinha		X					
		<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo		X	X	X			X
		<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó		X	X	X	X	X	X
		<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	gavião-de-rabo-branco		X	X	X		X	
		<i>Geranoospiza caerulescens</i>	gavião-pernilongo			X	X			
		<i>Pseudastur albicollis</i>	gavião-branco		X					
		<i>Buteo albonotatus</i>	gavião-urubu			X				
		<i>Buteo nitidus</i>	gavião-pedrês		X	X				X
		<i>Spizaetus melanoleucus</i>	gavião-pato				X			
		<i>Spizaetus tyrannus</i>	gavião-pegas-macaco			X				
		<i>Ictinia plumbea</i>	sovi			X	X			
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto furcata</i>	suindara			X	X	X		
	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	caburé		X	X	X	X	X	
		<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira		X	X	X			
		<i>Asio clamator</i>	coruja-orelhuda			X				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Asio flammeus</i>	mocho-dos-banhados			X				
		<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato			X		X		X
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha		X	X	X	X	X	
		<i>Trogon melanurus</i>	surucuá-de-cauda-preta			X				
		<i>Trogon surrucura</i>	surucuá-variado			X				
		<i>Trogon viridis</i>	surucuá-grande-de-barriga-amarela			X				
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	martim-pescador-miúdo			X				
		<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde			X	X			X
		<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno			X	X			
		<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande			X	X			
Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	udu-de-coroa-azul		X	X	X			
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva		X	X	X	X	X	
		<i>Brachygalba lugubris</i>	ariramba-preta			X	X			
	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	urubuzinho		X	X	X			
		<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto		X	X	X		X	X
		<i>Nonnula rubecula</i>	macuru			X				
		<i>Notharchus tectus</i>	macuru-pintado		X	X				
		<i>Nystalus chacuru</i>	joão-bobo			X	X	X		
		<i>Nystalus maculatus</i>	rapazinho-dos-velhos		X	X	X	X		
		<i>Tamatia tamatia</i>	rapazinho-carijó			X				
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu		X	X	X			
		<i>Ramphastos vitellinus</i>	tucano-de-bico-preto		X	X	X			
		<i>Ramphastos tucanus</i>	tucano-de-papo-branco			X				
		<i>Pteroglossus aracari</i>	araçari-de-bico-branco		X	X				
		<i>Pteroglossus castanotis</i>	araçari-castanho			X	X			
		<i>Pteroglossus inscriptus</i>	araçari-de-bico-riscado			X	X			
	Picidae	<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco		X	X	X		X	X

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Melanerpes cruentatus</i>	benedito-de-testa-vermelha			x				
		<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau-de-banda-branca			x	x	x		
		<i>Veniliornis affinis</i>	pica-pau-avermelhado		x	x				
		<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno			x	x	x	x	x
		<i>Veniliornis mixtus</i>	pica-pau-chorão				x			
		<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho		x	x	x	x	x	x
		<i>Campephilus rubricollis</i>	pica-pau-de-barriga-vermelha			x				
		<i>Celeus ochraceus</i>	pica-pau-ocráceo		x	x				
		<i>Celeus flavus</i>	pica-pau-amarelo			x				
		<i>Celeus flavescens</i>	pica-pau-de-cabeça-amarela				x	x		x
		<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo		x	x	x		x	
		<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado			x	x	x		
		<i>Picumnus albosquamatus</i>	pica-pau-anão-escamado			x				x
		<i>Picumnus cirratus</i>	picapauzinho-barrado			x				
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	carcará		x	x	x			x
		<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro		x	x	x	x	x	x
		<i>Falco femoralis</i>	falcão-de-coleira		x	x	x			
		<i>Falco ruficularis</i>	cauré			x	x			
		<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri			x	x	x		
		<i>Daptrius ater</i>	gavião-de-anta							x
		<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã			x	x			x
		<i>Ibycter americanus</i>	cancão			x				
		<i>Micrastur ruficollis</i>	falcão-caburé			x				
		<i>Micrastur semitorquatus</i>	falcão-relógio			x	x			
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo		x	x	x		x	x
		<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	NT-IUCN		x	x	x		
		<i>Amazona amazonica</i>	curica		x	x	x	x		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim		x	x	x		x	
		<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	arara-azul	VU-IUCN	x	x	x			
		<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé			x	x			
		<i>Ara chloropterus</i>	arara-vermelha			x	x			
		<i>Ara macao</i>	araracanga			x				
		<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei		x	x	x	x	x	
		<i>Aratinga jandaya</i>	jandaia-verdadeira			x	x			x
		<i>Orthopsittaca manilatus</i>	maracanã-do-buriti		x	x	x			
		<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena			x	x	x		
		<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego	NT-IUCN		x				
		<i>Primolius maracana</i>	maracanã				x			
		<i>Pionus maximiliani</i>	maitaca-verde				x	x		
		<i>Pionus menstruus</i>	maitaca-de-cabeça-azul			x				
		<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão			x	x	x	x	x
		<i>Pyrrhura amazonum</i>	tiriba-de-hellmayr	VU-BR; NT-IUCN		x				
		<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	aratinga-de-testa-azul			x				
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Formicivora rufa</i>	papa-formiga-vermelho		x	x	x	x		
		<i>Formicivora grisea</i>	papa-formiga-pardo			x	x			x
		<i>Cercomacra ferdinandi</i>	chororó-de-goiás	END; NT-IUCN		x				
		<i>Dysithamnus mentalis</i>	choquinha-lisa			x				
		<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	chorozinho-de-chapéu-preto			x	x			
		<i>Herpsilochmus longirostris</i>	chorozinho-de-bico-comprido			x				
		<i>Herpsilochmus pectoralis</i>	chorozinho-de-papo-preto	VU-IUCN		x				
		<i>Mirmorchilus strigilatus</i>	tem-farinha-aí					x		
		<i>Sakesphorus luctuosus</i>	choca-d'água			x				x
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada		x	x	x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Thamnophilus torquatus</i>	choca-de-asa-vermelha		x	x	x	x		
		<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto		x	x	x	x		
		<i>Taraba major</i>	choró-boi		x	x	x		x	x
	Xenopidae	<i>Xenops rutilans</i>	bico-virado-carijó			x		x	x	
	Melanopareiidae	<i>Melanopareia torquata</i>	meia-lua-do-cerrado		x	x	x	x		
	Conopophagidae	<i>Conopophaga roberti</i>	chupa-dente-de-capuz		x	x	x			
	Dendrocolaptidae	<i>Dendroplex picus</i>	arapaçu-de-bico-branco		x	x			x	x
		<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	arapaçu-pardo			x				
		<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	arapaçu-grande			x	x		x	
		<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado		x	x	x	x	x	
		<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde			x	x	x	x	
		<i>Campylorhamphus trochilrostris</i>	arapaçu-beija-flor			x				
		<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	arapaçu-de-garganta-branca			x				
		<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	arapaçu-de-garganta-amarela			x				
	Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	japacanim			x	x			x
	Furnariidae	<i>Berlepschia rikeri</i>	limpa-folha-do-buriti		x		x			
		<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro				x			
		<i>Furnarius figulus</i>	casaca-de-couro-da-lama		x	x				
		<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	curutié			x			x	
		<i>Phacellodomus rufifrons</i>	joão-de-pau				x	x		
		<i>Synallaxis albescens</i>	uí-pi			x	x			
		<i>Synallaxis frontalis</i>	petrim			x	x	x	x	
	Pipridae	<i>Neopelma pallescens</i>	fruxu-do-cerradão		x	x	x			
		<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho		x	x	x		x	
		<i>Manacus manacus</i>	rendeira		x	x	x		x	
		<i>Machaeropterus pyrocephalus</i>	uirapuru-cigarra						x	
		<i>Pipra fasciicauda</i>	uirapuru-laranja			x				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
	Onychorhynchidae	<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	uirapuruzinho			x				
		<i>Myiobius atricaudus</i>	assanhadinho-de-cauda-preta		x	x			x	
		<i>Myiobius barbatus</i>	assanhadinho			x				
	Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleiro-preto			x	x	x		
		<i>Pachyramphus rufus</i>	caneleiro-cinzentos			x				
		<i>Pachyramphus validus</i>	caneleiro-de-chapéu-preto			x				
		<i>Pachyramphus viridis</i>	caneleiro-verde			x				
		<i>Tityra cayana</i>	anambé-branco-de-rabo-preto			x	x	x		
		<i>Tityra inquisitor</i>	anambé-branco-de-bochecha-parda			x	x		x	
		<i>Tityra semifasciata</i>	anambé-branco-de-máscara-negra			x				
		<i>Xenopsaris albinucha</i>	tijerila			x				
	Rhynchocyclidae	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	bico-chato-amarelo		x	x	x	x		x
		<i>Tolmomyias sulphureus</i>	bico-chato-de-orelha-preta			x				
		<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio			x	x	x		x
		<i>Poecilatriccus fumifrons</i>	ferreirinho-de-testa-parda		x	x				
		<i>Hemitriccus striatocollis</i>	sebinho-rajado-amarelo		x	x	x			x
		<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebinho-de-olho-de-ouro		x	x	x	x		
		<i>Corythopsis delalandi</i>	estalador						x	
		<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo			x	x			
		<i>Mionectes oleagineus</i>	abre-asa			x				
	Motacillidae	<i>Anthus chii</i>	caminheiro-zumbidor			x				
	Tyrannidae	<i>Euscarthmus rufomarginatus</i>	maria-corruiira	NT-IUCN	x					
		<i>Elaenia chiriquensis</i>	chibum		x	x	x	x		
		<i>Elaenia cristata</i>	guaracava-de-topete-uniforme			x	x	x		
		<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela			x	x		x	
		<i>Elaenia mesoleuca</i>	tuque			x				
		<i>Elaenia spectabilis</i>	guaracava-grande					x		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha			X	X	X		X
		<i>Hirundinea ferruginea</i>	gibão-de-couro			X	X			
		<i>Suiriri suiriri</i>	suiriri-cinzento		X		X	X	X	
		<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe			X	X			
		<i>Casiornis fuscus</i>	caneleiro-enxofre		X	X				
		<i>Casiornis rufus</i>	maria-ferrugem			X				
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi			X	X	X	X	X
		<i>Capsiempis flaveola</i>	marianinha-amarela			X	X			
		<i>Empidonotus varius</i>	peítica			X		X		
		<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo			X				
		<i>Attila cinnamomeus</i>	tinguaçu-ferrugem			X				
		<i>Attila spadiceus</i>	capitão-de-saíra-amarelo			X				
		<i>Legatus leucophaius</i>	bem-te-vi-pirata			X				
		<i>Inezia subflava</i>	amarelinho			X				
		<i>Nengetus cinereus</i>	primavera				X			
		<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado		X	X				
		<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei		X	X	X	X	X	
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea		X	X	X		X	X
		<i>Myiozetetes similis</i>	bentevizinho-de-penacho-vermelho			X	X			
		<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo				X			
		<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	suiriri-de-garganta-rajada			X				
		<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca			X				
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri		X	X	X	X		X
		<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha		X	X	X			
		<i>Colonia colonus</i>	viuvinha			X				
		<i>Myiopagis caniceps</i>	guaracava-cinzenta			X		X		
		<i>Myiopagis gaimardii</i>	maria-pechim			X	X			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Myiopagis viridicata</i>	guaracava-de-crista-alaranjada			x		x		
		<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	peitica-de-chapéu-preto		x			x	x	
		<i>Fluvicola albiventer</i>	lavadeira-de-cara-branca		x	x				
		<i>Fluvicola nengeta</i>	lavadeira-mascarada			x				
		<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	guaracavuçu		x	x	x	x	x	
		<i>Contopus cinereus</i>	papa-moscas-cinzento			x	x			
		<i>Lathrotriccus euleri</i>	enferrujado			x	x	x	x	
		<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira			x	x	x		x
		<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré			x	x			
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	maria-cavaleira-pequena			x				
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado			x	x	x	x	
		<i>Ornithion inerme</i>	poaieiro-de-sobrancelha			x				
		<i>Phaeomyias murina</i>	bagageiro			x	x			
		<i>Phyllomyias fasciatus</i>	piolhinho			x	x			
		<i>Sirystes sibilator</i>	gritador			x				
		<i>Sublegatus modestus</i>	guaracava-modesta			x		x		
		<i>Xolmis velatus</i>	noivinha-branca			x			x	
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari		x	x	x			x
		<i>Hylophilus pectoralis</i>	vite-vite-de-cabeça-cinza		x	x				
		<i>Vireo olivaceus</i>	juruviera-boreal					x		
		<i>Vireo chivi</i>	juruviera		x	x	x			
	Corvidae	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo		x	x	x	x	x	
		<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	gralha-cancã		x	x	x	x	x	
	Cotingidae	<i>Cotinga cotinga</i>	anambé-de-peito-roxo			x				
		<i>Gymnoderus foetidus</i>	anambé-pombo			x				
		<i>Procnias averano</i>	araponga-do-nordeste			x	x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
	Hirundinidae	<i>Querula purpurata</i>	anambé-uma			x				
		<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio		x	x				
		<i>Hirundo rustica</i>	andorinha-de-bando				x			
		<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande			x	x			x
		<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo			x	x			
		<i>Pygochelidon melanoleuca</i>	andorinha-de-coleira			x				
		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora			x	x		x	x
	Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra		x	x	x	x		x
		<i>Campylorhynchus turdinus</i>	catatau			x				
		<i>Cantorchilus leucotis</i>	garrinchão-de-barriga-vermelha			x	x		x	
		<i>Pheugopedius genibarbis</i>	garrinchão-pai-avô			x	x			x
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila atricapilla</i>	balança-rabo-do-nordeste		x					
		<i>Poliophtila plumbea</i>	balança-rabo-de-chapéu-preto				x	x		
		<i>Poliophtila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara			x				
	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco		x	x	x	x	x	x
		<i>Catharus fuscescens</i>	sabiá-norte-americano			x				
		<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca			x				
		<i>Turdus nudigenis</i>	caraxué			x				
		<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira			x	x			
	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo			x	x		x	x
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	pardal		x		x			
	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim		x	x	x	x		x
		<i>Euphonia violacea</i>	gaturamo-verdadeiro		x	x				
	Platyrinchidae	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	patinho			x	x			
	Passerellidae	<i>Arremon taciturnus</i>	tico-tico-de-bico-preto		x	x			x	
		<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo			x	x			x
		<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico		x	x	x	x		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
	Icteridae	<i>Leistes superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul		x	x				
		<i>Leistes militaris</i>	polícia-inglesa-do-norte			x				x
		<i>Cacicus cela</i>	xexéu		x	x	x			x
		<i>Psarocolius decumanus</i>	japu			x				x
		<i>Icterus cayanensis</i>	inhapim		x		x			
		<i>Icterus pyrrhopterus</i>	encontro			x				
		<i>Molothrus bonariensis</i>	chupim		x	x				
		<i>Molothrus oryzivorus</i>	iraúna-grande			x				
		<i>Gnorimopsar chopi</i>	pássaro-preto		x	x	x		x	
	Parulidae	<i>Setophaga pitaiyumi</i>	mariquita		x		x			
		<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula		x	x	x		x	
		<i>Myiothlypis flaveola</i>	canário-do-mato			x	x		x	
	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaço-de-fogo		x	x	x		x	
	Thraupidae	<i>Charitospiza eucosma</i>	mineirinho	NT-IUCN	x	x	x	x		
		<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	bico-de-veludo				x			
		<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra				x			
		<i>Cissopis leverianus</i>	tietinga			x				
		<i>Nemosia pileata</i>	saíra-de-chapéu-preto		x	x	x	x		
		<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo		x	x	x			
		<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto		x	x	x	x		
		<i>Cyanerpes cyaneus</i>	saíra-beija-flor		x	x				
		<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul		x	x	x	x		
		<i>Coereba flaveola</i>	cambacica		x	x	x		x	x
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	tico-tico-rei-cinza		x	x	x	x	x	
		<i>Tachyphonus rufus</i>	pipira-preta		x	x	x		x	
		<i>Eucometis penicillata</i>	pipira-da-taoca			x	x		x	
		<i>Porphyrospiza caerulescens</i>	campainha-azul			x	x	x		

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		<i>Ramphocelus carbo</i>	pipira-vermelha		x	x	x		x	x
		<i>Sporophila angolensis</i>	curió			x	x			
		<i>Sporophila bouvreuil</i>	caboclinho			x				
		<i>Sporophila leucoptera</i>	chorão			x				
		<i>Sporophila nigricollis</i>	baiano		x	x	x			
		<i>Sporophila lineola</i>	bigodinho			x				
		<i>Sporophila caerulescens</i>	coleirinho		x	x				
		<i>Sporophila plumbea</i>	patativa			x	x			
		<i>Sporophila maximiliani</i>	bicudo				x			
		<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	bandoleta		x	x	x		x	
		<i>Conirostrum speciosum</i>	figuinha-de-rabo-castanho		x	x		x		
		<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinzento		x	x	x	x		x
		<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro		x	x	x	x		x
		<i>Stilpnia cayana</i>	saíra-amarela		x	x	x			x
		<i>Stilpnia cyanicollis</i>	saíra-de-cabeça-azul			x				
		<i>Neothraupis fasciata</i>	cigarra-do-campo	NT-IUCN		x	x	x		
		<i>Paroaria dominicana</i>	cardeal-do-nordeste			x	x			x
		<i>Paroaria gularis</i>	cardeal-da-amazônia			x				
		<i>Arremon taciturnus</i>	tico-tico-de-bico-preto				x			
		<i>Saltator maximus</i>	tempera-viola			x	x		x	
		<i>Saltator coerulescens</i>	trinca-ferro-gongá							x
		<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro			x	x			
		<i>Saltatricula atricollis</i>	bico-de-pimenta			x	x		x	
		<i>Schistochlamys melanopis</i>	sanhaço-de-coleira			x				
		<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha			x				
		<i>Thlypopsis sordida</i>	saí-canário			x			x	
		<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu			x	x		x	x

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5	R6
29	70	402	402	14	130	356	226	85	85	71

Legendas: Status de Conservação: NT – Quase Ameaçado; VU – Vulnerável; EN – Em Perigo; CR – Criticamente ameaçado. IUCN – Nível global; BR – Nível nacional.
R = Referências utilizadas.

Espécies registradas na ADA e AID

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante as quatro campanhas de levantamento da avifauna na Área de Interferência (AI) e Área de Influência Direta (AID) para o futuro Aterro Sanitário de Balsas, ocorreram 1040 registros pertencentes a 169 espécies aves, distribuídas em 21 ordens e 49 famílias, conforme apresentado no Quadro 40. A riqueza registrada corresponde a cerca de 42,5% das espécies de possível ocorrência para a região ($S = 402$).

Quanto a composição das espécies, as ordens mais representativas foram Passeriformes ($S = 95$), Piciformes ($S = 18$) e Columbiformes ($S = 8$), configurando mais de 55% da riqueza local (Gráfico 23). A família com o maior número de espécies registradas foi Tyrannidae ($S = 27$), seguida por Thraupidae ($S = 26$), Psittacidae ($S = 11$), Picidae ($S = 10$) e Columbidae ($S = 08$). Levando em consideração a abundância, as famílias mais abundantes foram Tyrannidae, Columbidae e Thraupidae.

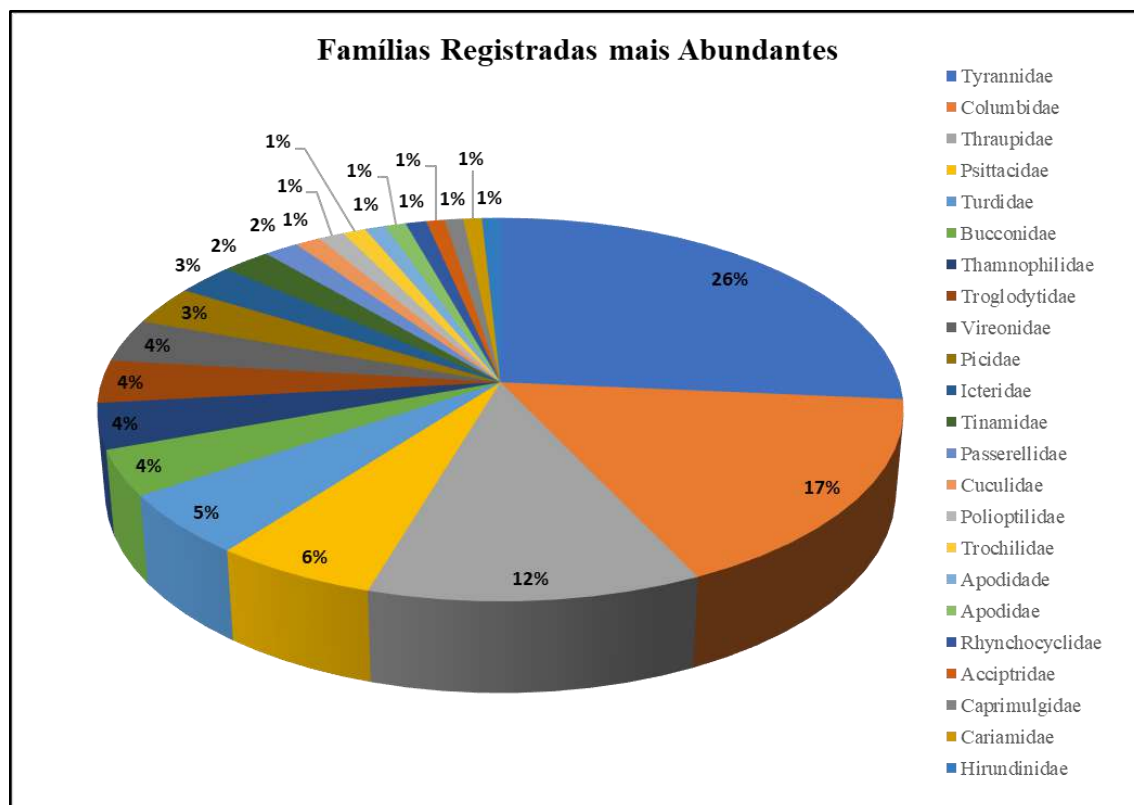


Gráfico 23 – Distribuição das espécies de aves de acordo com as famílias registradas na área de influência do empreendimento.

Quadro 48 – Aves registradas na área de influência direta do futuro empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	gaviãozinho	A1	C1	1
		<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã	A3	C1	1
		<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	A1;A3	C1;C2	2
		<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	A1;A2;AII	C1	5
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	A1;A3	C1;C2	4
Apodiformes	Apodidae	<i>Tachornis squamata</i>	andorinhão-do-buriti	A1;A2;A3	C1;C2	18
	Trochilidae	<i>Chionomesa fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde	A1;A2;A3	C1;C2	5
		<i>Chrysolampis mosquitus</i>	beija-flor-vermelho	A3	C1;C2	2
		<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	A1;A2	C2	2
		<i>Helioaster longirostris</i>	bico-reto-cinzento	A2	C2	1
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antristomus rufus</i>	joão-corta-pau	A2	C1;C2	2
		<i>Antristomus sericocaudatus</i>	bacurau-rabo-de-seda	A1	C1	1
		<i>Hydropsalis parvula</i>	bacurau-chintã	A1;A3	C1	2
		<i>Nyctidromus albicollis</i>	bacurau	A1;A2;A3	C1;C2	3
Cariamiformes	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	A1;A2;A3	C1;C2	9
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	A3	C1;C2	2
		<i>Coragyps atratus</i>	urubu-preto	A3	C1	1
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	A1;A2	C1;C2	3
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	rolinha-de-asa-canela	A3	C1	1
		<i>Columbina squammata</i>	rolinha-fogo-apagou	A1;A2;A3	C1;C2	49
		<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	A1;A2;A3	C1;C2	34
		<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-de-testa-branca	A1;A3	C2	3

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
		<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	A1;A2;A3;AII	C1;C2	28
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	A2;A3	C1;C2	3
		<i>Patagioenas picazuro</i>	pomba-asa-branca	A1;A2;A3	C1;C2	25
		<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	A1;A2;A3	C1;C2	12
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle inda</i>	martim-pescador-da-mata	A1	C1	1
Craciformes	Cracidae	<i>Penelope supercilialis</i>	jacupemba	A2;A3	C1	2
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarto-acanelado	A2	C2	1
		<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	A3	C1;C2	2
		<i>Crotophaga major</i>	anu-coroca	A1	C2	1
		<i>Dromococcyx pavoninus</i>	peixe-frito-pavonino	A3;AII	C1	3
		<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	A1;A3	C1;C2	4
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	carcará	A1;A3	C2	2
		<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	A1;A2;A3	C1;C2	4
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	urubuzinho	A1;A3	C1;C2	19
		<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto	A1;A2;A3	C1;C2	9
		<i>Notharchus tectus</i>	macuru-pintado	A1	C2	1
		<i>Nystalus maculatus</i>	rapazinho-dos-velhos	A1;A2;A3	C1;C2	7
	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	A1;A3	C1;C2	4
Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus melanophaius</i>	sanã-parda	A3	C1;C2	4
		<i>Rufirallus viridis</i>	sanã-castanha	A1	C2	1
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaço-de-fogo	A1;A2;A3	C1;C2	4
	Conopophagidae	<i>Conopophaga roberti</i>	chupa-dente-de-capuz	AII	C1	1
	Corvidae	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo	A2;A3	C1;C2	4

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
	Cotingidae	<i>Procnias averano</i>	araponga-do-nordeste	AII	C1	1
	Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	A1;A2	C1;C2	4
		<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	A1	C2	3
	Formicariidae	<i>Formicarius colma</i>	galinha-do-mato	A1	C2	1
	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	A1;A2;A3;AII	C1;C2	5
		<i>Euphonia violacea</i>	gaturamo-verdadeiro	A1	C1	1
	Furnariidae	<i>Synallaxis frontalis</i>	petrim	A1;A2;AII	C1	3
	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande	A2	C2	1
		<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	A1	C2	2
		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	A1;A3	C1;C2	2
		<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio	A1	C1;C2	3
	Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	pássaro-preto	A1;A2;A3	C1;C2	22
		<i>Icterus cayanensis</i>	inhapim	A2	C1	1
		<i>Leistes superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul	A1	C1	1
		<i>Molothrus bonariensis</i>	chupim	A1	C2	2
	Melanopareiidae	<i>Melanopareia torquata</i>	meia-lua-do-cerrado	A1;A2	C1;C2	7
	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	A1;A2;A3	C1;C2	5
	Onychorhynchidae	<i>Myiobius atricaudus</i>	assanhadinho-de-cauda-preta	A3	C1	1
	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	A1;A3	C1;C2	3
	Passerellidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	cigarrinha-do-campo	A2	C1	1
		<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	A1;A2;A3	C1;C2	12
		<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	A2	C1	2
	Pipridae	<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho	A1	C1;C2	7

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila atricapilla</i>	balança-rabo-do-nordeste	A1;A2;A3;AII	C1;C2	11
	Rhynchocyclidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebinho-de-olho-de-ouro	A2;A3;AII	C1;C2	4
		<i>Hemitriccus striaticollis</i>	sebinho-rajado-amarelo	A3	C2	1
		<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	A1;A3	C1;C2	3
		<i>Tolmomyias flaviventris</i>	bico-chato-amarelo	A1;A3	C1;C2	2
	Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	papa-formiga-pardo	A1;A3	C1;C2	8
		<i>Formicivora rufa</i>	papa-formiga-vermelho	A2	C1	1
		<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	chorozinho-de-chapéu-preto	A1;A3	C1;C2	8
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	A3	C2	3
		<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto	A2;A3;AII	C1;C2	10
		<i>Thamnophilus torquatus</i>	choca-de-asa-vermelha	A1;A2	C1;C2	6
	Thraupidae	<i>Charitospiza eucosma</i>	mineirinho	A2	C2	2
		<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	A1;A3	C1;C2	5
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	tico-tico-rei-cinza	A1;AII	C1	2
		<i>Cyanerpes cyaneus</i>	saíra-beija-flor	A1	C1	1
		<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	bandoleta	A3	C2	1
		<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	A1;A2;A3	C1;C2	7
		<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto	A2;A3	C2	3
		<i>Nemosia pileata</i>	saíra-de-chapéu-preto	A1	C1	1
		<i>Neothraupis fasciata</i>	cigarra-do-campo	A2	C1	1
		<i>Ramphocelus carbo</i>	pipira-vermelha	A1;A3	C1	4
		<i>Saltator coerulescens</i>	trinca-ferro-gongá	A2	C1;C2	2
		<i>Saltator maximus</i>	tempera-viola	A3	C2	1

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
		<i>Saltatricula atricollis</i>	batuqueiro	A2;A3	C1;C2	3
		<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	A1	C2	1
		<i>Sporophila caerulescens</i>	coleurinho	A2	C1	1
		<i>Sporophila nigricollis</i>	baiano	A1;A2;A3	C1;C2	7
		<i>Sporophila plumbea</i>	patativa	A3	C1;C2	2
		<i>Stilpnia cayana</i>	saíra-amarela	A1;A2;A3	C1;C2	15
		<i>Tachyphonus rufus</i>	pipira-preta	A1;A2;A3	C1;C2	14
		<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	A1;A3	C1;C2	8
		<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinzentos	A1;A2;A3	C1;C2	19
		<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	A2;A3;AII	C1;C2	7
	Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleiro-preto	A3	C2	1
		<i>Tityra semifasciata</i>	anambé-branco-de-máscara-negra	A1;A2;A3	C1;C2	6
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	catatau	A2	C2	1
		<i>Cantorchilus leucotis</i>	garrinchão-de-barriga-vermelha	A1;A3	C2	5
		<i>Pheugopedius genibarbis</i>	garrinchão-pai-avô	A1;A3;AII	C1;C2	24
		<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	A1;A3	C1;C2	4
	Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	A2;A3	C1;C2	2
		<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	A1;A2;A3;AII	C1;C2	46
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	A1;A2;A3;AII	C1;C2	17
		<i>Conirostrum speciosum</i>	figuinha-de-rabo-castanho	A1	C1	1
		<i>Elaenia chiriquensis</i>	chibum	A1;A2;A3	C1;C2	5
		<i>Elaenia cristata</i>	guaracava-de-topete-uniforme	A1;A2;A3;AII	C1;C2	24
		<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	A1;A2;A3	C2	12

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
		<i>Elaenia spectabilis</i>	guaracava-grande	A2	C2	1
		<i>Empidonomus varius</i>	peitica	A1;A2;A3	C2	10
		<i>Euscarthmus meloryphus</i>	barulhento	A1;AII	C1	2
		<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	peitica-de-chapéu-preto	A1;A2;A3	C1;C2	7
		<i>Legatus leucophaeus</i>	bem-te-vi-pirata	A1;A2;A3	C1;C2	16
		<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	A1;A2;A3	C1;C2	7
		<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	A1;A2;A3	C1;C2	9
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	maria-cavaleira-pequena	A1;A2;A3	C1;C2	13
		<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	A1;A2;A3	C1;C2	14
		<i>Myiopagis gaimardii</i>	maria-pechim	A3	C1	1
		<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	A1	C2	1
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	A1;A3;AII	C1;C2	13
		<i>Phaeomyias murina</i>	bagageiro	A1;A2;A3	C2	7
		<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo	A1;A3	C2	2
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	A1;A2;A3	C1;C2	29
		<i>Tyrannulus elatus</i>	maria-te-viu	A1;A3	C1	4
		<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca	A1;A3	C1	2
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	A1;A2;A3	C1;C2	39
		<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	A1;A2	C1;C2	10
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	A1;A2;A3;AII	C1;C2	19
		<i>Hylophilus pectoralis</i>	vite-vite-de-cabeça-cinza	A2;AII	C1;C2	2
		<i>Vireo chivi</i>	juruviara	A1;A2;A3;AII	C1;C2	13
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	A1	C2	1

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
	Threskiornithidae	<i>Butorides striata</i>	socozinho	A1;A3	C2	3
		<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi	A1	C1	1
		<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	A2;A3	C1;C2	4
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho	A1;A3	C1;C2	6
		<i>Celeus ochraceus</i>	pica-pau-ocráceo	A1;A2;A3	C1;C2	3
		<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	A2	C2	2
		<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	A2;A3	C2	2
		<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	A2;A3	C2	2
		<i>Melanerpes cruentatus</i>	benedito-de-testa-vermelha	A1;A2	C1;C2	5
		<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	A3	C2	1
		<i>Veniliornis affinis</i>	pica-pau-avermelhado	A1;A2;A3	C1	4
		<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno	A3	C2	6
	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	A2;A3	C1	2
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego	A1	C1	1
		<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	A1;A2;A3;AII	C1;C2	9
		<i>Amazona amazonica</i>	curica	A1;A3	C1;C2	7
		<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	A3	C1	1
		<i>Ara chloropterus</i>	arara-vermelha	A3	C2	2
		<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	A1;A2;A3;AII	C1;C2	16
		<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	A1;A2	C2	2
		<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	A1;A2;A3	C2	7
		<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	A1;A2;A3	C1;C2	7
		<i>Orthopsittaca manilatus</i>	maracanã-do-buriti	A3	C1	1

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	ÁREA AMOSTRAL	CAMPANHA	Nº INDIVÍDUOS
		<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	A1	C1	1
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato	A1;A3	C1	2
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	inhambu-pixuna	A1	C1	4
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	A2;A3	C1	3
		<i>Crypturellus tataupa</i>	inhambu-chintã	A1;A2;A3	C2	7
		<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó	A3	C2	1
		<i>Nothura boraquira</i>	codorna-do-nordeste	A1;A2	C1;C2	3
		<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz	A2;A3;AII	C1;C2	3
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha	A1;A3	C1;C2	5
21	49	169	169	-	-	1040

A família Thraupidae possui espécies com grande variedade ecológica, envolvendo tanto espécies florestais quanto espécies campestres, espécies onívoras, frugívoras, nectarívoras ou granívoras. São ameaçadas principalmente pela perda de habitat e pela introdução de predadores exóticos, com 16% de suas espécies possuindo algum grau de ameaça em nível global (FAVRETTO, 2023).

A família Tyrannidae é uma das famílias mais diversas de aves e possui representantes, dentre seus 98 gêneros, amplamente distribuídos nas Américas. Os indivíduos pertencentes a esta família, englobam uma variedade de comportamentos ecológicos, formas de reprodução, hábitos alimentares e ocupam diferentes tipos de habitat, dentre áreas abertas e savanas, tundra alpina e ambientes costeiros, e toda a gama de habitats florestais. (SICK, 1997; WINKLER; BILLERMAN; LOVETTE, 2020). Apesar de terem uma dieta predominantemente insetívora, espécies como bem-te-vi são onívoras e se alimentam de todo tipo de artrópodes ou frutas, sendo bons dispersores de sementes (SIGRIST, 2009).

Geralmente conhecidas como pombas, à maioria das espécies da família Columbidae apresentam cores modestas e são grandes voadoras, ocupando praticamente todos os biomas brasileiros, pois se alimentam de grãos, sementes e frutos (SIGRIST, 2009). Considerando o número de registros das espécies levantadas, as aves *Columbina squammata* (rolinha-fogo-apagou) e *Turdus leucomelas* (sabiá-barranco) foram as espécies com maior número de registros ($n = 49$ e $n = 46$, respectivamente) correspondendo conjuntamente a 9,0% dos registros totais (Gráfico 24).

Pelo menos 47 espécies apresentaram apenas um registro pontual. A maioria das espécies com elevado número de registros neste estudo corresponde a aves generalistas e de ampla distribuição, com grande plasticidade ambiental e tolerância a ambientes alterados.

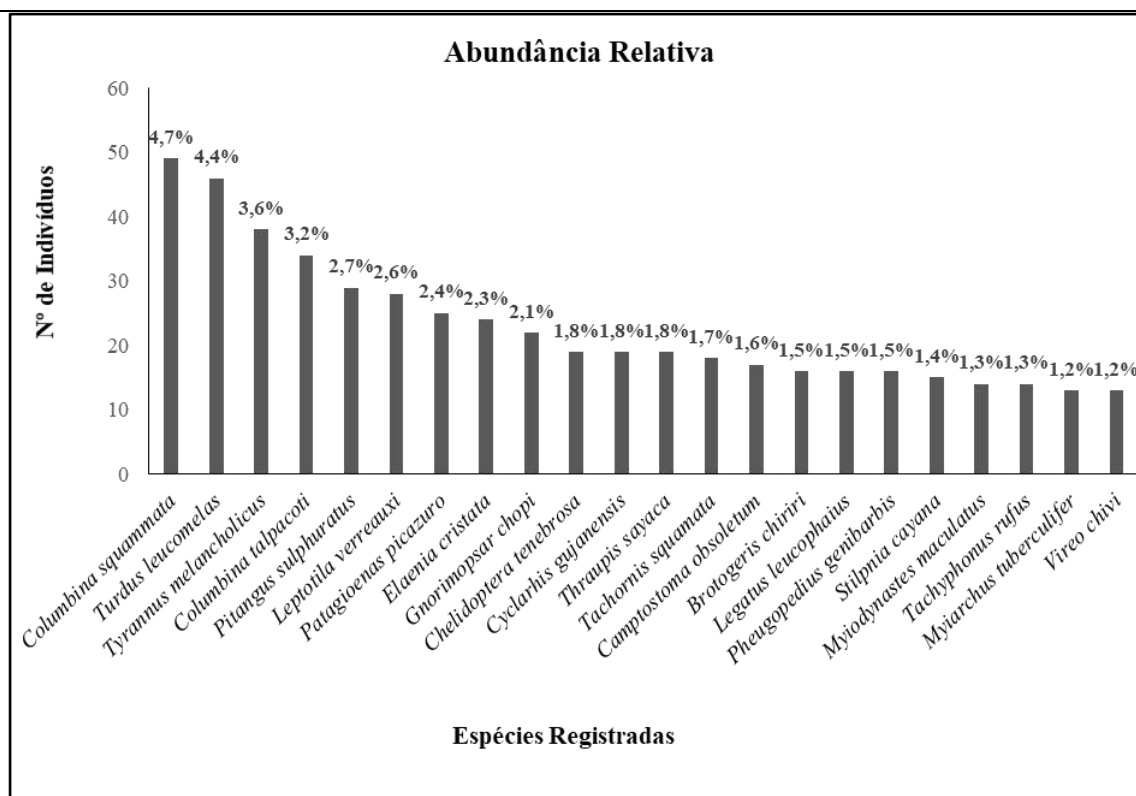


Gráfico 24 – Abundância relativa de aves registrados na área do empreendimento.

Listas de Mackinnon

Foram elaboradas 54 listas de Mackinnon no total, o maior número de listas registradas ocorreu na campanha 2 (n = 30). Foram registradas 134 espécies de aves através deste método, com 26 espécies exclusivas. A maior riqueza proveniente das listas de Mackinnon ocorreu também na Campanha 02, com 104 espécies registradas, sendo esse um reflexo direto da sazonalidade (época de chuvas e primavera) na atividade dos indivíduos (Quadro 49).

Quadro 49 – Número de listas de Mackinnon e riqueza de avifauna registrada.

ÁREA	CAMPANHA 1		CAMPANHA 2	
	Nº de Listas	Riqueza	Nº de Listas	Riqueza
A1	11	55	10	59
A2	05	21	10	56
A3	08	34	10	56
TOTAL	24	74	30	104

As 10 espécies de aves silvestres com o maior Índice de Frequência nas Listas de forma cumulativa foram *Columbina squammata*, *Tyrannus melancholicus*, *Columbina talpacoti*, *Turdus*

leucomelas, *Patagioenas picazuro*, *Leptotila verreauxi*, *Pitangus sulphuratus*, *Chelidoptera tenebrosa*, *Myiozetetes cayanensis* e *Gnorimopsar chopi*. O padrão de frequência entre as campanhas foi similar ao cumulativo e foram registradas 25 espécies exclusivamente através deste método.

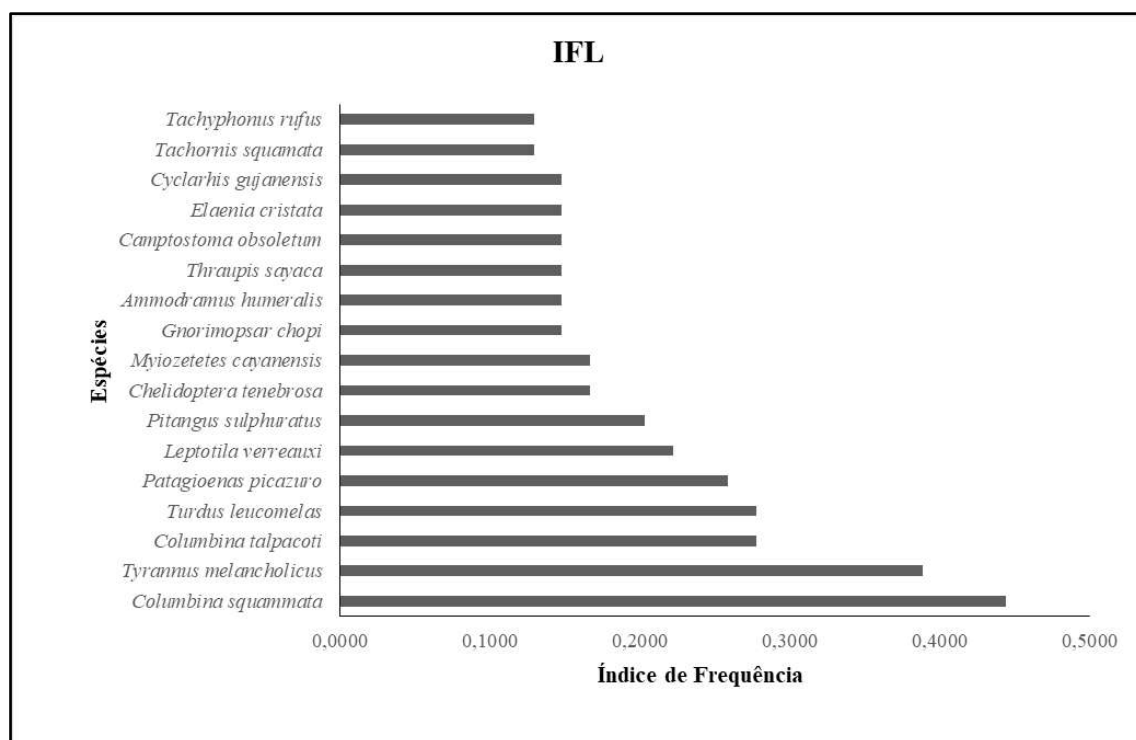


Gráfico 25 – Índice de frequência de aves registradas nas listas de Mackinnon na área do aterro.

Quadro 50 – Espécies registradas através do método de Lista de Mackinnon e o índice de frequência nas listas (IFL) por campanha e cumulativo.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE DE FREQUÊNCIA		
					C1	C2	Geral
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	R	0,0417	0,0333	0,0370
		<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã	R	0,0417	0,0333	0,0370
		<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R	0,0417	0,0000	0,0185
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	R	0,0417	0,0333	0,0370
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chionomesa fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde	R	0,0833	0,0333	0,0556
		<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Helimaster longirostris</i>	bico-reto-cinzentos	R	0,0000	0,0333	0,0185
	Apodidae	<i>Tachornis squamata</i>	andorinhão-do-buriti	R	0,1667	0,1000	0,1296
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antristomus rufus</i>	joão-corta-pau	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	R	0,0000	0,0333	0,0185
Cariamiformes	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	R	0,1250	0,0333	0,0741
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Coragyps atratus</i>	urubu-preto	R	0,0417	0,0000	0,0185
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R	0,0000	0,0333	0,0185
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina squammata</i>	rolinha-fogo-apagou	R	0,3333	0,5333	0,4444
		<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	R	0,2083	0,3333	0,2778
		<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-de-testa-branca	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	R	0,2083	0,2333	0,2222
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	R	0,0417	0,0333	0,0370
		<i>Patagioenas picazuro</i>	pomba-asa-branca	R	0,2083	0,3000	0,2593
		<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	R	0,1667	0,0667	0,1111
Craciformes	Cracidae	<i>Penelope superciliosa</i>	jacupemba	R	0,0417	0,0000	0,0185
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-acanelado	R	0,0000	0,0333	0,0185

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE DE FREQUÊNCIA		
					C1	C2	Geral
Falconiformes	Falconidae	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Caracara plancus</i>	carcará	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R	0,0000	0,0333	0,0185
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	urubuzinho	R	0,2500	0,1000	0,1667
		<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Nystalus maculatus</i>	rapazinho-dos-velhos	R	0,0000	0,0667	0,0370
	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	R	0,0417	0,0000	0,0185
Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus melanophaius</i>	sanã-parda	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Rufirallus viridis</i>	sanã-castanha	R	0,0000	0,0333	0,0185
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaço-de-fogo	R	0,0417	0,0000	0,0185
	Corvidae	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo	R	0,0417	0,0000	0,0185
	Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	R	0,0417	0,0667	0,0556
		<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R	0,0000	0,0333	0,0185
	Formicariidae	<i>Formicarius colma</i>	galinha-do-mato	R	0,0000	0,0333	0,0185
	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	R	0,0000	0,1000	0,0556
		<i>Euphonia violacea</i>	gaturamo-verdadeiro	R	0,0417	0,0000	0,0185
	Furnaridae	<i>Synallaxis frontalis</i>	petrim	R	0,0417	0,0000	0,0185
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio	R	0,0000	0,0333	0,0185
	Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	pássaro-preto	R	0,1250	0,1667	0,1481
		<i>Molothrus bonariensis</i>	chupim	R	0,0000	0,0333	0,0185
	Melanopareiidae	<i>Melanopareia torquata</i>	meia-lua-do-cerrado	R	0,0000	0,0667	0,0370
	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	R	0,0000	0,1333	0,0741

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE DE FREQUÊNCIA		
					C1	C2	Geral
	Onychorhynchidae	<i>Myiobius atricaudus</i>	assanhadinho-de-cauda-preta	R	0,0417	0,0000	0,0185
	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	R	0,0417	0,0333	0,0370
	Passerellidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	R	0,0000	0,2667	0,1481
		<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	R	0,0833	0,0000	0,0370
	Pipridae	<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho	R	0,0000	0,0333	0,0185
	Poliophtidae	<i>Poliophtila atricapilla</i>	balança-rabo-do-nordeste	R	0,0417	0,1000	0,0741
	Rhynchocyclidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebinho-de-olho-de-ouro	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Tolmomyias flaviventris</i>	bico-chato-amarelo	R	0,0000	0,0333	0,0185
	Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	papa-formiga-pardo	R	0,0000	0,1333	0,0741
		<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	chorozinho-de-chapéu-preto	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto	R	0,0833	0,0333	0,0556
		<i>Thamnophilus torquatus</i>	choca-de-asa-vermelha	R	0,0833	0,0333	0,0556
	Thraupidae	<i>Charitospiza eucosma</i>	mineirinho	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	R	0,0417	0,0333	0,0370
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	tico-tico-rei-cinza	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Cyanerpes cyaneus</i>	saíra-beija-flor	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	R	0,0000	0,1000	0,0556
		<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Ramphocelus carbo</i>	pipira-vermelha	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Saltator maximus</i>	tempera-viola	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Saltatricula atricollis</i>	batuqueiro	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	R	0,0000	0,0333	0,0185

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE DE FREQUÊNCIA		
					C1	C2	Geral
		<i>Sporophila nigricollis</i>	baiano	R	0,1250	0,0333	0,0741
		<i>Sporophila plumbea</i>	patativa	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Stilpnia cayana</i>	saíra-amarela	R	0,1250	0,0667	0,0926
		<i>Tachyphonus rufus</i>	pipira-preta	R	0,1250	0,1333	0,1296
		<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	R	0,0833	0,0000	0,0370
		<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinzentos	R	0,0833	0,2000	0,1481
		<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	R	0,0833	0,1000	0,0926
	Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleiro-preto	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Tityra semifasciata</i>	anambé-branco-de-máscara-negra	R	0,0000	0,0667	0,0370
	Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	garrinchão-de-barriga-vermelha	R	0,0000	0,1000	0,0556
		<i>Pheugopedius genibarbis</i>	garrinchão-pai-avô	R	0,0833	0,1000	0,0926
		<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	R	0,0417	0,0667	0,0556
	Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	R	0,4167	0,1667	0,2778
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	R	0,1250	0,1667	0,1481
		<i>Elaenia chiriquensis</i>	chibum	R	0,0417	0,1333	0,0926
		<i>Elaenia cristata</i>	guaracava-de-topete-uniforme	R	0,1667	0,1333	0,1481
		<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	R	0,0000	0,2000	0,1111
		<i>Empidonomus varius</i>	peítica	R	0,0000	0,2000	0,1111
		<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	peítica-de-chapéu-preto	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Legatus leucophaius</i>	bem-te-vi-pirata	R	0,0833	0,1000	0,0926
		<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	R	0,0833	0,0667	0,0741
		<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	R	0,0833	0,0667	0,0741
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	maria-cavaleira-pequena	R	0,0417	0,1667	0,1111

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE DE FREQUÊNCIA		
					C1	C2	Geral
		<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	R	0,1250	0,1000	0,1111
		<i>Myiopagis gaimardii</i>	maria-pechim	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	R	0,2083	0,1333	0,1667
		<i>Phaeomyias murina</i>	bagageiro	R	0,0000	0,1000	0,0556
		<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	R	0,1250	0,2667	0,2037
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	R	0,4583	0,3333	0,3889
		<i>Tyrannulus elatus</i>	maria-te-viu	R	0,1250	0,0000	0,0556
		<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	R	0,1250	0,1000	0,1111
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R	0,0833	0,2000	0,1481
		<i>Hylophilus pectoralis</i>	vite-vite-de-cabeça-cinza	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Vireo chivi</i>	juruviara	R	0,0000	0,1667	0,0926
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	socozinho	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	R	0,0000	0,0333	0,0185
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho	R	0,0833	0,0000	0,0370
		<i>Celeus ochraceus</i>	pica-pau-ocráceo	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco	R	0,0000	0,0667	0,0370
		<i>Melanerpes cruentatus</i>	benedito-de-testa-vermelha	R	0,0417	0,0333	0,0370
		<i>Veniliornis affinis</i>	pica-pau-avermelhado	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno	R	0,0000	0,1000	0,0556

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE DE FREQUÊNCIA		
					C1	C2	Geral
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	R	0,0417	0,0667	0,0556
		<i>Amazona amazonica</i>	curica	R	0,0833	0,0000	0,0370
		<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	R	0,0833	0,1333	0,1111
		<i>Orthopsittaca manilatus</i>	maracanã-do-buriti	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	R	0,0417	0,0000	0,0185
		<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	R	0,0000	0,0333	0,0185
		<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	R	0,0000	0,1000	0,0556
		<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	R	0,0833	0,1000	0,0926
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	inhambu-pixuna	R	0,0833	0,0000	0,0370
		<i>Crypturellus tataupa</i>	inhambu-chintã	R	0,0000	0,1000	0,0556
		<i>Nothura boraquira</i>	codorna-do-nordeste	R	0,0417	0,0667	0,0556
		<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz	R	0,0000	0,0333	0,0185
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha	R	0,1250	0,0000	0,0556

Legenda: R = Espécie residente.

IPA - Índice Pontual de Abundância

O IPA (Índice Pontual de Abundância) para cada espécie amostrada representa o número médio de contatos dessa espécie por amostra e indica a abundância da espécie em função do seu coeficiente de detecção (desconhecido). Nesse caso o IPA é um valor relativo, mas comparável com valores obtidos para a mesma espécie em datas, locais e comunidades diferentes.

O IPA por espécie variou entre 0,0333 (um contato) e 1,0000 (30 contatos). A ordenação dos IPAs por espécie em ordem decrescente mostra a estimativa da abundância relativa das espécies da comunidade em função do seu IPA (Gráfico 26, Quadro 51).

A espécie com maior IPA foi *Turdus leucomelas*, o sabiá-barranco, representante da família Turdidae e com ampla distribuição geográfica no Brasil (SICK, 1997), sendo encontrado facilmente em diversos tipos de ambientes.

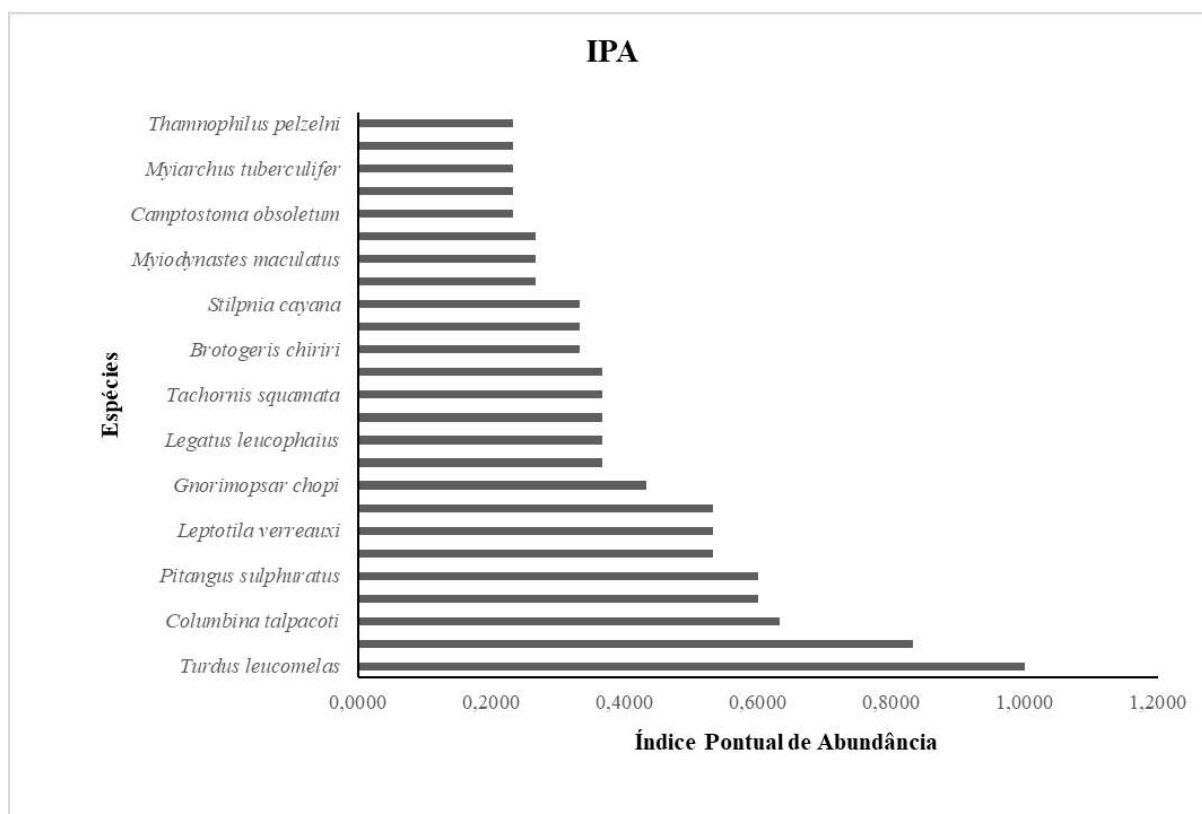


Gráfico 26 – Índice pontual de abundância de aves registradas no ponto de escuta.

Quadro 51 – Espécies registradas através do método de Ponto de Escuta e o índice pontual de abundância (IPA) por campanha e cumulativo.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE PONTUAL DE ABUNDÂNCIA		
					C1	C2	GERAL
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	gaviãozinho	R	0,0667	-	0,2000
		<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R	0,2667	-	0,1667
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	R	0,1333	-	0,0333
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chionomesa fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde	R	0,0667	0,0667	0,1000
		<i>Chrysolampis mosquitus</i>	beija-flor-vermelho	R	0,0667	0,0667	0,2000
		<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	R	-	0,0667	0,0333
	Apodidae	<i>Tachornis squamata</i>	andorinhão-do-buriti	R	0,3333	0,4000	0,0667
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrostomus sericocaudatus</i>	bacurau-rabo-de-seda	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Hydropsalis parvula</i>	bacurau-chintã	R	0,0667	-	0,3333
		<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bacurau	R	0,0667	-	0,0667
Cariamiformes	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	R	0,1333	0,2000	0,0667
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	R	0,0667	-	0,1333
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R	0,0667	0,0667	0,2333
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina squammata</i>	rolinha-fogo-apagou	R	0,8667	0,8000	0,0333
		<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	R	0,5333	0,7333	0,0667
		<i>Columbina minuta</i>	rolinha-de-asa-canela	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-de-testa-branca	R	-	0,1333	0,1667
		<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	R	0,9333	0,1333	0,0333
		<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Patagioenas picazuro</i>	pomba-asa-branca	R	0,4000	0,3333	0,0333
		<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	R	0,2667	0,1333	0,3333
Craciformes	Cracidae	<i>Penelope supercilialis</i>	jacupemba	R	0,0667	-	0,0667
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	R	0,0667	-	0,0667
		<i>Crotophaga major</i>	anu-coroca	R	-	0,0667	0,1000

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE PONTUAL DE ABUNDÂNCIA		
					C1	C2	GERAL
		<i>Dromococcyx pavoninus</i>	peixe-frito-pavonino	R	0,2000	-	0,0333
		<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	R	0,1333	0,0667	0,8333
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	carcará	R	-	0,0667	0,6333
		<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R	0,1333	0,0667	0,0333
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	urubuzinho	R	0,2000	0,4667	0,0333
		<i>Notharchus tectus</i>	macuru-pintado	R	-	0,0667	0,0333
		<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto	R	0,2000	0,3333	0,0333
		<i>Nystalus maculatus</i>	rapazinho-dos-velhos	R	0,1333	0,2000	0,0333
	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	R	0,0667	1,1333	0,0667
Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus melanophaius</i>	sanã-parda	R	0,0667	0,0667	0,1000
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	sanhaço-de-fogo	R	0,1333	0,0667	0,1333
	Corvidae	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	gralha-do-campo	R	0,1333	0,0667	0,0333
	Conopophagidae	<i>Conopophaga roberti</i>	chupa-dente-de-capuz	R	0,0667	-	0,1000
	Cotingidae	<i>Procnias averano</i>	araponga-do-nordeste	R	0,0667	-	0,3667
	Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	arapaçu-de-cerrado	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R	-	0,1333	0,1333
	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	R	0,0667	0,0667	0,0333
	Furnariidae	<i>Synallaxis frontalis</i>	petrim	R	0,0667	-	0,1000
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R	-	0,0667	0,1000
		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	R	-	0,0667	0,0333
		<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande	R	-	0,0667	0,5333
		<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio	R	0,1333	-	0,2000
	Icteridae	<i>Gnorimopsar chopi</i>	pássaro-preto	R	0,6667	0,2000	0,0333
		<i>Icterus cayanensis</i>	inhapim	R	0,0667	-	0,1333
		<i>Molothrus bonariensis</i>	chupim	R	-	0,0667	0,0333

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE PONTUAL DE ABUNDÂNCIA		
					C1	C2	GERAL
	Melanopareiidae	<i>Melanopareia torquata</i>	meia-lua-do-cerrado	R	0,0667	0,2667	0,0667
	Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	R	0,0667	-	0,1333
	Passerellidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	R	-	0,2000	0,0333
		<i>Ammodramus aurifrons</i>	cigarrinha-do-campo	R	0,0667	-	0,1333
	Pipridae	<i>Antilophia galeata</i>	soldadinho	R	0,2667	0,1333	0,0333
	Poliopitidae	<i>Poliopitila atricapilla</i>	balança-rabo-do-nordeste	R	0,3333	0,1333	0,0667
	Rhynchocyclidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebinho-de-olho-de-ouro	R	0,0667	0,0667	0,1000
		<i>Hemitriccus striatcollis</i>	sebinho-rajado-amarelo	R	-	0,0667	0,0333
		<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	R	0,0667	0,0667	0,4333
		<i>Tolmomyias flaviventris</i>	bico-chato-amarelo	R	0,0667	-	0,1667
	Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	papa-formiga-pardo	R	0,1333	0,1333	0,0333
		<i>Formicivora rufa</i>	papa-formiga-vermelho	R	0,0667	-	0,0667
		<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	chorozinho-de-chapéu-preto	R	0,0667	0,4000	0,0333
		<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	R	0,1333	-	0,2333
		<i>Thamnophilus pelzelni</i>	choca-do-planalto	R	0,2667	0,2000	0,0333
		<i>Thamnophilus torquatus</i>	choca-de-asa-vermelha	R	0,1333	0,0667	0,0333
	Thraupidae	<i>Charitospiza eucosma</i>	mineirinho	R	-	0,0667	0,0333
		<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	R	0,0667	0,1333	0,0667
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	tico-tico-rei-cinza	R	0,0667	-	0,3667
		<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	bandoleta	R	-	0,0667	0,0333
		<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	R	0,2000	0,0667	0,0667
		<i>Hemithraupis guira</i>	saíra-de-papo-preto	R	-	0,0667	0,5333
		<i>Nemosia pileata</i>	saíra-de-chapéu-preto	R	0,0667	-	0,1000
		<i>Neothraupis fasciata</i>	cigarra-do-campo	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Ramphocelus carbo</i>	pipira-vermelha	R	0,2000	-	0,1000

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE PONTUAL DE ABUNDÂNCIA		
					C1	C2	GERAL
		<i>Saltator coerulescens</i>	trinca-ferro-gongá	R	0,0667	0,0667	0,1667
		<i>Sporophila nigricollis</i>	baiano	R	0,1333	0,0667	0,1000
		<i>Sporophila plumbea</i>	patativa	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Stilpnia cayana</i>	saíra-amarela	R	0,3333	0,3333	0,2667
		<i>Tachyphonus rufus</i>	pipira-preta	R	0,1333	0,2000	0,1667
		<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	R	0,2000	0,2000	0,2333
		<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinzento	R	0,2000	0,5333	0,2667
		<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	R	0,1333	-	0,1333
	Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	anambé-branco-de-máscara-negra	R	0,2000	0,2000	0,0333
	Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	garrinchão-de-barriga-vermelha	R	-	0,1333	0,0333
		<i>Campylorhynchus turdinus</i>	catatau	R	-	0,0667	0,0333
		<i>Pheugopedius genibarbis</i>	garrinchão-pai-avô	R	0,8000	0,4000	0,0333
		<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	R	-	0,0667	0,1667
	Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	R	1,1333	0,8667	0,3667
	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	R	0,4000	0,0667	0,0333
		<i>Conirostrum speciosum</i>	figuinha-de-rabo-castanho	R	0,0667	-	0,1333
		<i>Elaenia chiriquensis</i>	chibum	R	-	0,0667	0,6000
		<i>Elaenia cristata</i>	guaracava-de-topete-uniforme	R	0,5333	0,5333	0,0333
		<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	R	-	0,4000	0,1000
		<i>Elaenia spectabilis</i>	guaracava-grande	R	-	0,0667	0,0333
		<i>Empidonomus varius</i>	peitica	R	-	0,2667	0,1000
		<i>Euscarthmus meloryphus</i>	barulhento	R	0,0667	-	0,6000
		<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	peitica-de-chapéu-preto	R	0,1333	0,2000	0,2333

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE PONTUAL DE ABUNDÂNCIA		
					C1	C2	GERAL
		<i>Legatus leucophaeus</i>	bem-te-vi-pirata	R	0,3333	0,4000	0,0333
		<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	R	0,1333	0,0667	0,0333
		<i>Myiarchus swainsoni</i>	irré	R	0,2667	0,0667	0,0333
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	maria-cavaleira-pequena	R	0,3333	0,1333	0,0667
		<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	R	0,3333	0,2000	0,1000
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	R	0,2000	0,0667	0,0667
		<i>Phaeomyias murina</i>	bagageiro	R	-	0,2667	0,1333
		<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo	R	-	0,0667	0,0667
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	R	0,6667	0,5333	0,0667
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	R	0,4667	0,6000	0,1000
		<i>Tyrannulus elatus</i>	maria-te-viu	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-garganta-branca	R	0,0667	-	0,0333
		<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	R	0,1333	0,1333	0,3333
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R	0,5333	0,2000	0,0333
		<i>Hylophilus pectoralis</i>	vite-vite-de-cabeça-cinza	R	0,0667	-	0,3667
		<i>Vireo chivi</i>	juruvira	R	0,3333	0,2000	0,0667
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	socozinho	R	-	0,1333	0,1667
	Threskiornithidae	<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	R	0,1333	0,1333	0,0667
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho	R	0,1333	0,1333	0,2333
		<i>Celeus ochraceus</i>	pica-pau-ocráceo	R	-	0,0667	0,1000
		<i>Dryobates affinis</i>	pica-pau-vermelhado	R	0,2000	-	0,1333
		<i>Melanerpes cruentatus</i>	benedito-de-testa-vermelha	R	0,0667	0,1333	0,2000
		<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	R	-	0,0667	0,3667
		<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno	R	-	0,2000	0,1000
	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	R	0,1333	-	0,0667

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÍNDICE PONTUAL DE ABUNDÂNCIA		
					C1	C2	GERAL
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	R	0,2000	0,2000	0,0333
		<i>Amazona amazonica</i>	curica	R	0,2000	0,1333	0,0333
		<i>Ara chloropterus</i>	arara-vermelha	R	-	0,1333	0,0667
		<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	R	0,3333	0,3333	0,0333
		<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	R	-	0,0667	1,0000
		<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	R	-	0,2667	0,0333
		<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	R	0,1333	-	0,0333
Strigiformes	Stringidae	<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato	R	0,0667	-	0,5333
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	inhambu-pixuna	R	0,1333	-	0,1333
		<i>Crypturellus tataupa</i>	inhambu-chintã	R	-	0,2667	0,0667
		<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	R	0,2000	-	0,1000
		<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó	R	-	0,0667	0,2667
		<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz	R	0,0667	0,0667	0,0667
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	surucuá-de-barriga-vermelha	R	0,0667	0,0667	0,2000

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando os dados obtidos através dos métodos padronizados. Estes indicadores servirão para parâmetros comparativos em etapas futuras do licenciamento.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi superior ao valor 5 ($H' = 6,57$), demonstrando uma diversidade elevada da amostra de forma geral. A Equitabilidade de Pileou ($J = 0.88$) obtida neste estudo demonstrou que as espécies estão igualmente distribuídas na amostra. O Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo ($DS = 0,01$), sugerindo que não há probabilidade de que a dominância de espécies seja maior que a diversidade, corroborando o valor encontrado para o Índice de Shannon.

Considerando as áreas amostrais separadamente, todas apresentaram valores similares com uma elevada diversidade, baixa dominância e alta equitabilidade. Ainda que a Área 01 tenha apresentado um valor um pouco maior para o Índice de Shannon, não se pode considerar que a diferença entre as áreas seja significativa. Esse resultado pode ser explicado pela proximidade das áreas, que para a avifauna não funciona como uma barreira já que possuem alta capacidade de dispersão, isso leva a diversidade similar (riqueza e abundância) na região como um todo, porém, podendo variar na composição de espécies a depender dos tipos de habitats encontrados em cada área.

Todos os valores destes aspectos comparativos podem ser consultados no quadro abaixo, o qual apresenta os indicadores ecológicos utilizados das métricas por área de amostragem. Esses valores poderão ser utilizados de forma comparativa ao longo das próximas fases do empreendimento.

Quadro 52 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.

Campanhas	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
A1	6,3052	0,9211	0,0145
A2	5,9928	0,9231	0,0175
A3	6,1661	0,9008	0,0179
TOTAL	6,5776	0,8888	0,0151

Comparação entre as Campanhas Amostrais

Através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard foi gerado um dendograma de cluster para verificar possíveis agrupamentos entre as áreas ou campanhas de levantamento, utilizando os dados de riqueza. O valor do Coeficiente Cofenético foi maior que 0,7 ($ccc = 0,8014$) demonstrando que o agrupamento formado foi representativo (Gráfico 21). Os agrupamentos ocorreram tanto pelas áreas como pelas campanhas amostrais, uma maior similaridade pode ser observada na Área 02 que não apresentou influência da sazonalidade. Enquanto isso as Áreas 01 e 03 foram mais influenciadas pela sazonalidade, já que os agrupamentos formados estiveram relacionados com a sazonalidade.

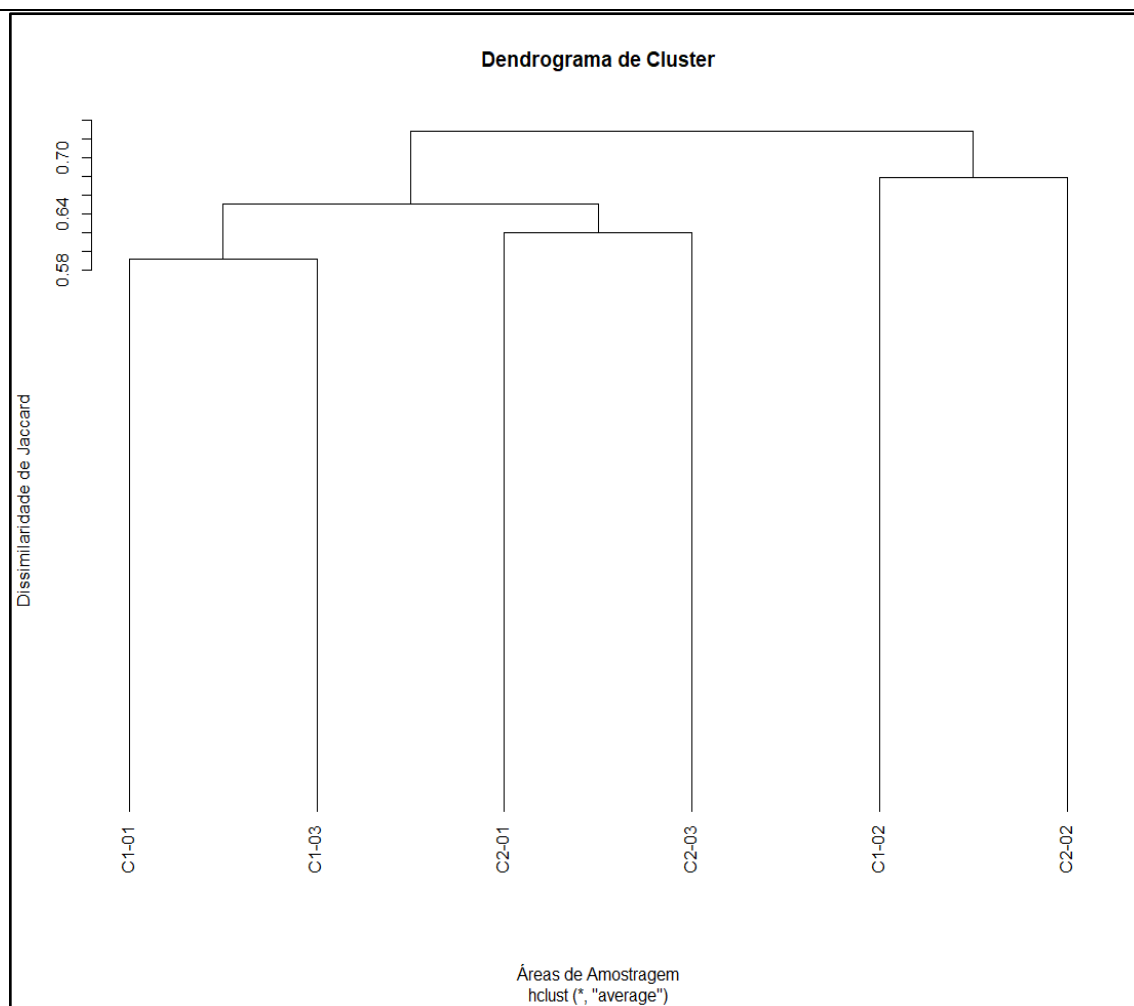


Gráfico 27 – Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da avifauna (ccc = 0,8014).

Curva de Acumulação de Espécies

A suficiência amostral foi calculada cumulativamente considerando todas as áreas amostradas e todas as campanhas executadas através dos métodos padronizados. A curva de acumulação de espécies não demonstrou estabilização da assíntota, ou seja, o número de espécies estimadas é maior do que o encontrado neste diagnóstico, conforme esperado para o estudo em questão. A riqueza encontrada correspondeu a 79% da estimada pelo estimador não-paramétrico Jackknife 1, e a 89% da riqueza estimada pelo Bootstrap. Embora o número de espécies de aves seja menor do que o estimado, as informações levantadas foram suficientes para a caracterização da avifauna local e identificação de áreas relevantes para o grupo.

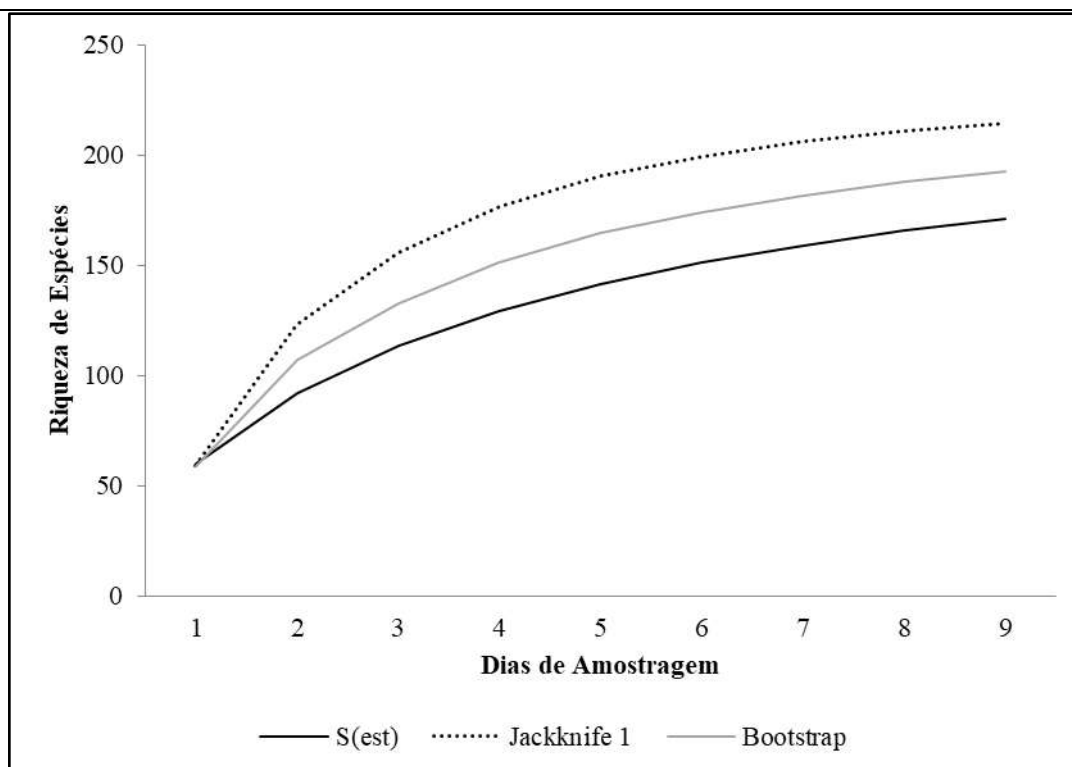


Gráfico 28 - Curva de acumulação de espécies de aves registradas durante as campanhas de amostragem realizadas para o levantamento da avifauna.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

As espécies da avifauna registradas na área de estudo foram categorizadas de acordo com os graus de ameaça nas listas: nacional (MMA, 2022) e global (IUCN, 2024), e ainda foram consultados os Planos Nacionais de Conservação (PANs). Durante as amostragens realizadas para este diagnóstico não foram registradas espécies de avifauna ameaçadas de extinção. Ressalta-se que para o Estado do Maranhão não existe lista oficial de espécies ameaçadas de extinção, portanto em nível estadual não houve como categorizar as espécies.

Foram registradas quatro ($S = 04$) espécies endêmicas do Cerrado, mas nenhuma delas possui distribuição restrita à área de influência do empreendimento (

Quadro 53). Cabe destacar a espécie *Cyanocorax cristatellus* (gralha-do-campo), que segundo algumas referências é considerada endêmica do Cerrado, porém sua distribuição tem

se expandido e atualmente é possível encontra-lá no Bioma Mata Atlântica, isso pode estar relacionado com o desmatamento desse bioma e o aumento de áreas de campo.

Quadro 53 - Avifauna endêmica do bioma Cerrado registrada na área de influência do empreendimento.

ESPÉCIE	NOME POPULAR
<i>Antilophia galeata</i>	Soldadinho
<i>Charitospiza eucosma</i>	Mineirinho
<i>Melanopareia torquata</i>	Meia-lua-do-cerrado
<i>Neothraupis fasciata</i>	Cigarra-do-campo

Para a classificação das espécies com hábitos migratórios foi seguido SOMENZARI e al. (2018). Dentre aquelas que efetuam deslocamentos de menores proporções foram registradas 13 espécies, conforme o quadro a seguir. Não foram registradas espécies que realizam grandes migrações.

Quadro 54 - Avifauna parcialmente migradora registrada na área de influência do empreendimento.

ESPÉCIE	NOME POPULAR
<i>Elaenia chiriquensis</i>	Chibum
<i>Elaenia spectabilis</i>	Guaracava-grande
<i>Empidonomus varius</i>	Peitica
<i>Hydropsalis parvula</i>	Bacurau-chintã
<i>Legatus leucophaeus</i>	Bem-te-vi-pirata
<i>Myiarchus swainsoni</i>	Irré
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado
<i>Pachyrhamphus polychopterus</i>	Caneleiro-preto
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi
<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-grande
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca
<i>Vireo chivi</i>	Juruviara

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

As espécies que sofrem elevada pressão de caça são classificadas como cinegéticas. Assim, foram indicados as aves que sofrem maior pressão de caça e de tráfico ilegal de acordo com a lista na CITES (2024).

As espécies registradas foram avaliadas em função da ameaça em relação ao tráfico e comércio ilegal de animais silvestres, por meio das seguintes categorias:

- Apêndice I: inclui espécies ameaçadas de extinção. O comércio de indivíduos destas espécies só é permitido em circunstâncias excepcionais;
- Apêndice II: inclui espécies que não necessariamente estão ameaçadas com extinção, mas o comércio deve ser controlado para evitar uso incompatível com sua sobrevivência;
- Apêndice III: contém espécies que estão protegidas em ao menos um país, e que foram solicitadas a outras partes da CITES ajuda para controlar seu comércio.

Foram registradas 22 espécies na área de estudo consideradas cinegéticas e que sofrem pressão de caça, sendo que todas as espécies estão enquadradas segundo o Apêndice II.

Quadro 55 – Aves cinegéticas registradas na área de influência do empreendimento.

TÁXON	NOME POPULAR	CAMPANHA	ÁREA	CITES (2023)
Accipitridae				
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	C1, C2	A1, A3	II
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	gaviãozinho	C1	A1	II
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	C1	A1, A2, AC	II
Falconidae				
<i>Caracara plancus</i>	carcará	C2	A1, A3	II
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acaúã	C1	A3	II
<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	C1, C2	A1, A3	II
Trochilidae				
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	beija-flor-vermelho	C1, C2	A3	II
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	C2	A1, A2	II
<i>Heliomaster longirostris</i>	bico-reto-cinzento	C2	A2	II
Psittacidae				
<i>Ara ararauna</i>	arara-canindé	C1	A3	II
<i>Ara chloropterus</i>	arara-vermelha	C2	A3	II
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	C1	A1	II
<i>Amazona amazonica</i>	curica	C1, C2	A1, A3	II
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	C1, C2	A1, A2, A3, AC	II

TÁXON	NOME POPULAR	CAMPANHA	ÁREA	CITES (2023)
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	papagaio-galego	C1	A1	II
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	C1, C2	A1, A2, A3, AC	II
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	C1, C2	A1, A3	II
<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	C2	A1, A2	II
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	maracanã-do-buriti	C1	A3	II
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	C2	A1, A2, A3	II
Ramphastidae				
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	C1	A2, A3	II
Strigidae				
<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato	C1	A1, A3	II

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Não foram registradas espécies de aves exóticas ou domésticas durante o levantamento primário.

8.2.3.4.4 Considerações Finais

Neste diagnóstico, considerando todos os métodos, foram registradas 169 espécies de aves, distribuídas em 21 ordens e 49 famílias. Não foram registradas espécies ameaçadas de extinção. No entanto, foram registradas quatro espécies endêmicas de ocorrência restrita ao bioma Cerrado.

Nesse estudo foram registradas em sua maioria espécies comuns e adaptadas a ambientes com um certo grau de antropização (ex. avoante, bem-te-vi, sabiá-do-campo), bem como também foram registradas espécies que necessitam de áreas de vegetação nativa e são endêmicas do Cerrado (ex. soldadinho, balança-rabo-do-nordeste, mineirinho). Também foram registradas aves que pertencem a diferentes guildas e, portanto, prestam diferentes serviços ecossistêmicos, como os insetívoros que ajudam no controle das populações de diversos insetos e os frugívoros que fazem o papel de dispersores de sementes.

Através da curva de acumulação concluiu-se que não houve estabilização da assíntota, já esperado para esse tipo de estudo, o que significa que a medida que os esforços amostrais avancem durante o processo de licenciamento, novas espécies podem ser acrescidas a riqueza local. No entanto, considera-se que as informações levantadas foram suficientes para o diagnóstico do grupo e identificação de áreas de interesse para a avifauna.

É preciso atenção durante a fase de obras, evitando-se supressão durante o período reprodutivo da maioria das espécies, bem como realizar o acompanhamento das atividades de implantação, visando o resgate e afugentamento se for necessário.

8.2.3.4.5 Registros Fotográficos



Figura 95 – *Tyrannus savana*; *Tyrannus melancholicus*.



Figura 96 – *Saltatricula atricapilla*; *Phaenomias murina*.



Figura 97 – *Forpus xanthopterygius*; *Amazona aestiva*.



Figura 98 – *Galbula ruficauda*; *Ramphastos toco*.



Figura 99 - *Chelidoptera tenebrosa*; *Geranospiza caerulescens*.



Figura 100 – *Nystalus maculatus*; *Thalurania furcata*.



Figura 101 – *Ardea alba*; *Campephilus melanoleucos*.



Figura 102 - *Charitospiza eucosma*; *Columbina squammata*.

8.2.3.5 Répteis

8.2.3.5.1 Introdução

Atualmente, são reconhecidas 12.060 espécies de répteis no planeta e o número vem aumentando (UETZ et al., 2022). Para o Brasil a tendência é a mesma, a cada ano são descritas

ou reportadas novas espécies de répteis, o que contribui para manter a terceira posição no ranking de países com maior biodiversidade de répteis do mundo (COSTA et al, 2022a). Destas, 856 espécies ocorrem no Brasil e são divididas nas ordens Squamata ($S = 811$), Testudines ($S = 39$) e Crocodylia ($S = 6$) (GUEDES et al, 2022). Os répteis ocorrem em praticamente todos os ecossistemas brasileiros e, por serem ectotérmicos, são especialmente diversos e abundantes nas regiões mais quentes do país.

O Cerrado é um dos biomas mais biodiversos do planeta, ocupa cerca de 25% do território nacional e é considerado um dos “*hotspots*” mundiais, juntamente com a Mata Atlântica (BARRETO E ARAÚJO, 2007). Para o bioma, são estimadas cerca de 285 espécies de répteis, onde o nível de endemismo pode chegar a aproximadamente 40% (RÊGO et al, 2019; BARRETO et al, 2007). O estado do Maranhão é ocupado em sua maior parte pelo Cerrado e por ser uma região de transição geográfica entre a Amazônia e Caatinga, pode servir como corredor ecológico, o que influencia na distribuição de espécies e também em relação a espécies endêmicas (BARRETO & ARAÚJO, 2007).

Os répteis são importantes em estudos ambientais para a conservação de regiões naturais por ocuparem o topo de várias cadeias alimentares e exigirem certa oferta alimentar que sustente suas populações (MOURA-LEITE *et al.*, 1993). A maioria das espécies de répteis ocorre em florestas tropicais e são especialistas em habitats, o que dificulta sua sobrevivência em ambientes alterados (MARTINS & MOLINA, 2008). Já as espécies que ocorrem nas savanas e em formações abertas são mais resistentes, porém, estas também vêm sofrendo devido ao desmatamento e queimadas para a expansão de áreas para a agricultura (BARRETO et al, 2007), o que torna ainda mais necessário o desenvolvimento de estudos de levantamento da herpetofauna no Cerrado.

Em função das características bioindicadoras da herpetofauna o presente diagnóstico visou levantar as espécies e avaliar o estado atual de conservação da comunidade local, além de compreender as potenciais perturbações oriundas do empreendimento em tela.

8.2.3.5.2 Material e Métodos

Transectos de Amostragem Visual e Auditiva (Busca Ativa)

Método no qual são amostrados os indivíduos encontrados durante atividades de procura, sendo percorridos transectos em vários ambientes, onde os animais são visualizados (Registro Visual – RV) e/ou identificados através de suas vocalizações (Registro Auditivo – RA). A busca ativa se dará 12 horas por campanha, sendo seis horas de busca ativa diurna e seis horas de busca ativa noturna.

Foram percorridos ambientes propícios para a localização da herpetofauna, locais com poças, lagoas, riachos e corpos d'água aliados a matas de melhor grau de conservação. Para essa técnica de amostragem serão analisados sinais que possam ter sido deixados por espécies de anfíbios, como desovas e girinos, e por espécies de répteis, como ecdises (troca de pele) e rastros, além da visualização direta.

A busca ativa noturna contemplou também locais propícios para levantamento de crocodilianos e quelônios. Ainda, serão realizadas estimativas de abundância por avistamento e mapeamento de praias, visando a amostragem de crocodilianos e quelônios termorregulando. A metodologia consistiu em percorrer, diariamente, todo o perímetro de margens dos cursos d'água interceptados pelo empreendimento. As margens deverão ser vistoriadas usando binóculos, fotografando-se, na medida do possível, todos os indivíduos amostrados. Os indivíduos devem ser contados e identificados taxonomicamente. Cada avistamento deverá ser georreferenciado.

Quadro 56 - Esforço amostral total da metodologia Busca Ativa, para o levantamento da herpetofauna.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (3 ÁREAS X 2 HORAS DIURNAS X 2 HORAS NOTURNAS)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Busca ativa diurna - Répteis	06 horas	12 horas
Busca Ativa noturna - Anfíbios	06 horas	12 horas
TOTAL	12 horas	24 horas



Figura 103 – Locais de busca ativa de répteis.

Armadilhas do tipo “Hoop”

Complementarmente, para a amostragem de quelônios, foram utilizadas armadilhas do tipo “hoop” (covos), instaladas nos corpos d’água próxima a superfície para garantir a sobrevivência dos indivíduos capturados. Foram instalados dois covos em cada ponto amostral

da fauna aquática, expostos por três dias e vistoriados duas vezes ao dia. Os covos foram iscados com miúdos de frango.

Quadro 57 - Esforço amostral total da metodologia de armadilhas do tipo “hoop”, para o levantamento de quelônios.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (2 armadilhas x 2 áreas x 2 dias)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Armadilhas do tipo “hoop” - covos	288 horas de exposição	576 horas de exposição



Figura 104 – Armadilhas do tipo “Hoop” instaladas em campo.

Pitfalls – Armadilhas de Intercepção e Queda

Vide metodologia descrita para mastofauna no item “Pitfalls – Armadilhas de Intercepção e Queda”.

Análise de Dados

Os dados obtidos para répteis foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade e a equitabilidade da comunidade de aves em cada unidade amostral.

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as

espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

A determinação da suficiência amostral e estimativa de riqueza de espécies foi feita através da curva de acumulação de espécies, calculada a partir da geração de 100 curvas por meio da aleatorização de dados, utilizando os estimadores não-paramétricos Jackknife 1 e Bootstrap, através do programa EstimateS (COLWELL, 2016), considerando cada dia de coleta de dados como unidade amostral. A curva de acumulação é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade, e foi calculada para cada unidade amostral. O estimador priorizado foi Jackknife 1, por ser considerado o estimador mais preciso e menos enviesado quando comparado a outros métodos de extrapolação (BATISTA & SCHILLING, 2006).

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza e abundância em cada unidade amostral considerando as campanhas separadamente. Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade de aves estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Dissimilaridade de Jaccard). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo Programa R (R CORE TEAM, 2008).

8.2.3.5.3 Resultados e Discussão

Espécies de possível ocorrência na região do empreendimento

Para a região do empreendimento foram consideradas cinco referências bibliográficas como base (Quadro 58). Ao todo, as referências encontradas somam 101 espécies de répteis de possível ocorrência para a região do empreendimento. Os grupos mais representativos foram as serpentes e lagartos (Quadro 59).

Quadro 58 – Referências bibliográficas utilizadas para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de répteis de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Referência	Autores, ANO	ESTUDO
R1	GUIMARÃES et al., 2016	Guia de Campo da UHE Estreito
R2	BARRETO, L. - 2007	Livro - Cerrado Norte do Brasil
R3	SILVA, M. B.; ROCHA, W. A.; NOGUEIRA-PARANHOS, J. D. - 2016	Artigo - Checklist of reptiles of the Amazonia-Caatinga-Cerrado ecotonal zone in eastern Maranhão, Brazil
R4	MOURA, C. C. M.; MOURA, G. J. B.; LISBOA, E. B. F.; LUZ, V. L. F. - 2014	Artigo - Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil
R5	CAVALCANTE-PINTO, K.; PINHEIRO, L. R.; FERREIRA, J. B.; CRUZ, L. S. S.; ANJOS, S. F.; PEREIRA, K. D. L.; ARAÚJO, D. M.; CASTRO, A. L. S. - 2019	Herpetological biodiversity of the Maranhão ecotone, Brazil

Quadro 59 - Lista das espécies de répteis de possível ocorrência e registrados na região do futuro empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
CROCODILIA	Aligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	jacaré-tinga		x		x		x
		<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	jacaré-paguá		x				
SQUAMATA	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena alba</i>	cobra-de-duas-cabeças		x	x			x
		<i>Amphisbaena roberti</i>	cobra-de-duas-cabeças		x				
		<i>Amphisbaena talisiae</i>	cobra-de-duas-cabeças		x				
		<i>Amphisbaena vermicularis</i>	cobra-de-duas-cabeças		x	x	x		x
		<i>Leposternon polystegum</i>	cobra-de-duas-cabeças		x				x
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus brasiliensis</i>	lagartixa		x				
		<i>Hemidactylus mabouia</i>	lagartixa-de-casa		x		x		x
	Hoplocercidae	<i>Hoplocercus spinosus</i>	lagarto-espinhoso						x
	Phyllodactylidae	<i>Gymnodactylus amarali</i>	lagartixa		x				
		<i>Phyllopezus pollicaris</i>	lagartixa		x				
		<i>Thecadactylus rapicauda</i>	lagartixa		x				x
	Sphaerodactylidae	<i>Chatogekko aff. amazonicus</i>	lagartixa						x
		<i>Coleodactylus meridionalis</i>	lagartinho			x	x		
		<i>Gonatodes humeralis</i>	lagartinho		x		x		x
	Anolidae	<i>Anolis brasiliensis</i>	papa-vento			x			
		<i>Anolis chrysolepis</i>	papa-vento		x				x
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	iguana		x	x	x		x
	Polychrotidae	<i>Polychrus acutirostris</i>	lagarto-preguiça		x		x		
		<i>Polychrus marmoratus</i>	calango-cego						x
	Tropiduridae	<i>Tropidurus hispidus</i>	calango		x	x	x		
		<i>Tropidurus oreadicus</i>	calango		x	x			x
		<i>Tropidurus semitaeniatus</i>	calango				x		
		<i>Tropidurus torquatus</i>	calango		x				

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
	Scincidae	<i>Brasiliscincus heathi</i>	calango-liso				x		
		<i>Copeoglossum nigropunctatum</i>	lagarto-liso		x	x			x
		<i>Notomabuya frenata</i>	lagarto-liso		x				x
		<i>Varzea bistriata</i>	lagarto-liso		x				
	Aniliidae	<i>Anilius scytale</i>	coral-falsa		x				
	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	jibóia		x		x		x
		<i>Corallus hortulana</i>	cobra-de-veado		x				x
		<i>Epicrates assis</i>	cobra-arco-íris		x				
		<i>Epicrates cenchria</i>	cobra-arco-íris		x	x			x
		<i>Epicrates crasso</i>	jibóia-parda		x				
		<i>Eunectes murinus</i>	sucuri		x		x		x
	Colubridae	<i>Adelphostigma occipitalis</i>	cobra-de-folhicho		x				
		<i>Apostolepis cearensis</i>	cobra-de-ferrão		x				
		<i>Chironius bicarinatus</i>	cobra-cipó		x				x
		<i>Chironius exoletus</i>	cobra-cipó		x				
		<i>Chironius flavolineatus</i>	cobra-cipó		x				
		<i>Clelia clelia</i>	muçurana		x				
		<i>Clorosoma viridissimum</i>	cobra-cipó						x
		<i>Dipsas catesbyi</i>	dormideira		x				
		<i>Dipsas mikanii</i>	dormideira		x				x
		<i>Drymarchon corais</i>	papa-pinto		x		x		
		<i>Erythrolamprus almadensis</i>	palheira			x			
		<i>Erythrolamprus miliaris</i>	cobra-verde						x
		<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	palheira		x	x			x
		<i>Erythrolamprus reginae</i>	palheira		x	x			x
		<i>Erythrolamprus typhlus</i>	cobra-verde		x				x

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
		<i>Erythrolamprus viridis</i>	cobra-verde-da-caatinga				x		
		<i>Helicops angulatus</i>	cobra-d'água		x		x		x
		<i>Helicops leopardinus</i>	cobra-d'água			x			
		<i>Hydrodynastes gigas</i>	boipevaçu			x			
		<i>Imantodes cenchoa</i>	cobra-cipó		x				
		<i>Imantodes lentiferus</i>	cobra-cipó						x
		<i>Leptodeira anulata</i>	dormideira		x	x	x		x
		<i>Lygophis lineatus</i>	cobra		x				
		<i>Lygophis paucidens</i>	cobra		x		x		
		<i>Mastigodryas boddaerti</i>	jaracuçu-do-brejo		x				x
		<i>Oxyrhopus guibei</i>	falsa-coral			x			
		<i>Oxyrhopus petolarius</i>	falsa-coral		x				
		<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	falsa-coral		x	x	x		x
		<i>Philodryas nattereri</i>	cobra-cipó		x				
		<i>Phimophis guerini</i>	bicuda		x				
		<i>Pseudoboa coronata</i>	cobra		x				
		<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	cobra		x				
		<i>Pseudoboa nigra</i>	cobra		x	x			x
		<i>Psomophis joberti</i>	cobra-da-terra		x		x		
		<i>Rodriguesophis iglesiassi</i>	cobrinha		x				
		<i>Spilotes pullatus</i>	caninana		x		x		x
		<i>Tantilla melanocephala</i>	cobra-da-terra		x	x	x		
		<i>Thamnodynastes pallidus</i>	corre-campo		x				
		<i>Thamnodynastes sp.</i>	corre-campo		x	x			
		<i>Xenodon merremii</i>	boipeva		x		x		x

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
	Elapidae	<i>Micrurus brasiliensis</i>	coral-falsa		x				
		<i>Micrurus aff. ibiboboca</i>	cobra-coral				x		
	Leptotyphlopidae	<i>Trilepida koppesi</i>	cobra-cega		x				
	Typhlopidae	<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	cobra-da-terra		x	x			
	Viperidae	<i>Bothrops atrox</i>	jararaca		x				
		<i>Bothrops brasil</i>	jararaca		x				
		<i>Bothrops itapetiningae</i>	jararaquinha-do-brejo	VU-IUCN	x				
		<i>Bothrops moojeni</i>	jararaca		x				
		<i>Bothrops neuwiedii</i>	jararaca		x				
		<i>Crotalus durissus</i>	cascavel		x		x		x
	Gymnophthalmidae	<i>Ameiva ameiva</i>	calango-verde		x	x	x		x
		<i>Ameivula ocellifera</i>	calanguinho		x	x			
		<i>Ameivula pyrrhogularis</i>	calango				x		
	Teiidae	<i>Cercosaura ocellata</i>	lagartixa-listrada		x				
		<i>Colobosaura modesta</i>	calango-cobra		x	x			
		<i>Kentropyx calcarata</i>	calango		x				x
		<i>Micrablepharus maximiliani</i>	calango-de-rabo-azul		x	x	x		
		<i>Salvator merianae</i>	teiú		x	x	x		x
		<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	teiú		x	x			
		<i>Tupinambis teguixin</i>	teiú		x				x
TESTUDINES	Geomydidae	<i>Rhinoclemmys punctularia</i>	aperema		x		x	x	
	Chelidae	<i>Phrynops geoffroanus</i>	cágado-de-barbicha		x		x	x	
		<i>Mesoclemmys gibba</i>	cágado-de-poças			x			x
	Podocnemidae	<i>Podocnemis unifilis</i>	tracajá	VU-IUCN	x	x			
		<i>Podocnemis expansa</i>	tartaruga-da-amazônia		x				
		101		2	83	29	30	2	40



ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
Estado de conservação: BR = espécie ameaçada para o território nacional (MMA, 2022); IUCN = espécie ameaçada de extinção em nível global (IUCN, 2024). Categoria de ameaça: VU = vulnerável; EN = em perigo; CR = criticamente em perigo; NT = quase ameaçado. Espécie exótica = * Referências: R1 - Guia de Campo UHE Estreito; R2 - BARRETO (2007) ; R3 - SILVA et al (2016); R4 - MOURA (2014); R5 - CAVALCANTE-PINTO et al (2019).									

Espécies registradas na ADA e AID

Durante o levantamento realizado nas áreas de influência direta do empreendimento ocorreram registros pertencentes a vinte espécies de répteis, pertencentes a doze famílias e duas ordens. Entre as famílias mais representativas pode-se citar Dipsadidae e Teiidae com quatro espécies cada e Colubridae com três (Figura 105). Quatro espécies foram registradas em ambas as campanhas.

Os registros podem ser vistos no quadro a seguir.

Quadro 60 - Répteis registrados na área de influência direta do futuro empreendimento.

Táxon			Nome comum	Status de conservação	Campanhas		Constância	Tipo de Registro
Ordem	Família	Nome científico			C1	C2		
SQUAMATA	Alligatoridae	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	jacaré-anão		X	X	2	BA
	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena alba</i> *	cobra-cega			X	1	OC
	Anolidae	<i>Norops meridionalis</i>	calango-bandeira			X	1	BA
	Boidae	<i>Boa constrictor</i> *	jibóia			X	1	OC
	Colubridae	<i>Chironius</i> sp.	cobra-cipó			X	1	BA
		<i>Dryophylax hypoconia</i>	corredeira-carehada			X	1	BA
		<i>Tantilla melanocephala</i>	cobra-da-terra		X		1	PT
	Dipsadidae	<i>Leptodeira annulata</i>	cobra-olho-de-gato			X	1	BA
		<i>Philodryas nattereri</i>	cobra-cipó			X	1	BA
		<i>Phimophis guerini</i>	cobra-nariguda			X	1	BA
		<i>Xenodon merremii</i>	boipeva			X	1	BA
	Gymnophthalmidae	<i>Micrablepharus maximiliani</i>	calango-do-rabo-azul		X		1	BA
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	iguana		X		1	AF
	Sphaerodactylidae	<i>Coleodactylus</i> sp.	lagartixa			X	1	BA, OC
	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	calango-verde		X	X	2	BA, PT, SH, TK
		<i>Ameivula ocellifera</i>	calango-da-praia		X	X	2	BA, PT
		<i>Salvator merianae</i>	lagarto-teiú		X		1	BA, OC
		<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	teiú-amarelo			X	1	BA, TK
	Tropiduridae	<i>Tropidurus</i> cf. <i>hispidus</i>	calango-do-Cerrado		X	X	2	BA, PT, OC
TESTUDINES	Chelidae	<i>Phrynops geoffroanus</i> *	cágado-de-barbixa			X	1	OC
Riqueza de espécies =		20			8	16		

Táxon			Nome comum	Status de conservação	Campanhas		Constância	Tipo de Registro
Ordem	Família	Nome científico			C1	C2		
Estado de conservação: BR = espécie ameaçada para o território nacional (MMA, 2022); IUCN = espécie ameaçada de extinção em nível global (IUCN, 2024) Categoria de ameaça: VU = vulnerável; EN = em perigo; CR = criticamente em perigo; NT = quase ameaçado. Campanhas: C1 = Estação seca; C2 = Estação chuvosa; Método de registro: AR = Armadilha fotográfica; BA = Busca ativa; OC = Registro ocasional; PT = Pitfall; SH = Armadilha Sherman; TK = Armadilha Tomahawk; * = Registrado fora da área de influência direta do empreendimento.								

As serpentes da família Colubridae são ovíparas e em sua maioria apresentam atividade diurna. Possuem hábitos terrícolas, arborícolas, subarborícolas ou fossoriais. Se alimentam de diversos grupos de animais, mas principalmente de pequenos vertebrados (anfíbios, aves e mamíferos de pequeno porte) (BERNARDE, 2012).

A família Dipsadidae é uma das famílias mais diversificadas de serpentes e está distribuída exclusivamente nas Américas (MARTÍNEZ, 2011). Inclui espécies de hábitos diurnos e noturnos, terrícolas, arborícolas, subarborícolas, fossoriais e aquáticas. Podem apresentar dentição áglifa ou opistóglifa e se alimentam de diversos grupos de animais (vertebrados e invertebrados) (BERNARDE, 2012).

A família Teiidae, pertence a Ordem Squamata e é composta por espécies de lagartos com hábitos diurnos, terrícolas, subarborícolas e semi-aquáticos. Sua alimentação consiste em artrópodes e algumas espécies podem ser onívoras, como é o caso do lagarto-teiú (*S. merianae*) (BERNARDE, 2012).

As demais famílias, obtiveram registro de apenas uma espécie cada. De modo geral, são espécies comuns, de distribuição ampla e ocorrência em áreas abertas.

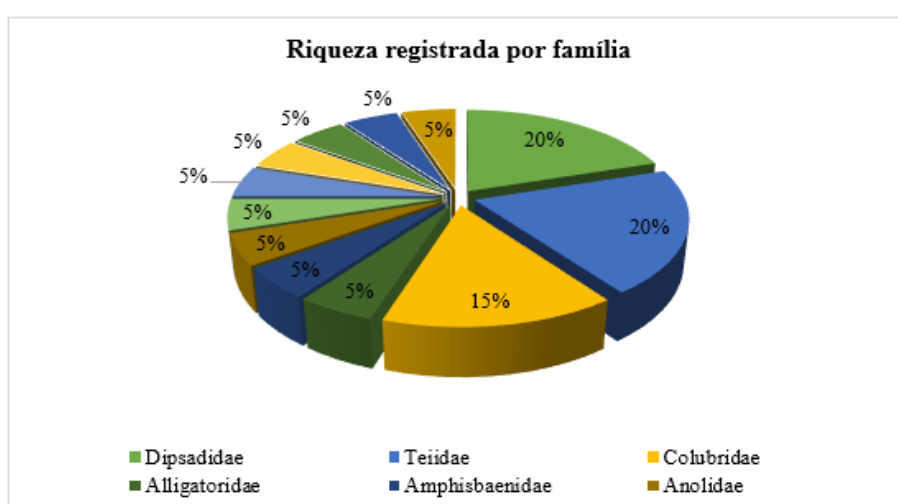


Figura 105 - Riqueza de espécies de répteis por família.

As espécies *Paleosuchus palpebrosus* (jacaré-anão), *Ameiva ameiva* (calango-verde), *Ameivula ocellifera* (calango-da-praia) e *Tropidurus cf. hispidus* (calango), foram registradas tanto durante a campanha seca (setembro/2023), quanto na chuvosa (dezembro/2023). Estas são espécies com ampla distribuição pela região do empreendimento, por isso são frequentemente registradas.

Cabe destacar, que as espécies *Amphisbaena alba* (cobra-cega), *Boa constrictor* (jibóia), ambas atropeladas e *Phrynops geoffroanus* (cágado-de-barbelas) foram registradas em áreas de influência indireta do empreendimento, durante o deslocamento das equipes para as atividades. Porém, é possível afirmar que estas espécies ocorrem nas áreas próximas ao empreendimento, pois são de ampla ocorrência para a região.

Além das metodologias de busca ativa e *pitfalls* executadas neste estudo para o grupo dos répteis, vale citar que houveram capturas de espécimes em armadilhas dos tipos Tomahawk, Sherman e também uma iguana (*I. iguana*) foi registrada em armadilha fotográfica.

Em relação a abundância, as espécies *Tropidurus cf. hispidus*, *Ameiva ameiva* e *Ameivula ocellifera* tiveram o maior número de indivíduos registrados, com 22, 21 e 14 espécimes respectivamente. Todas as três espécies de lagartos citadas podem ser facilmente encontradas em áreas abertas e até mesmo impactadas.

As demais espécies obtiveram abundância registrada menos representativas.

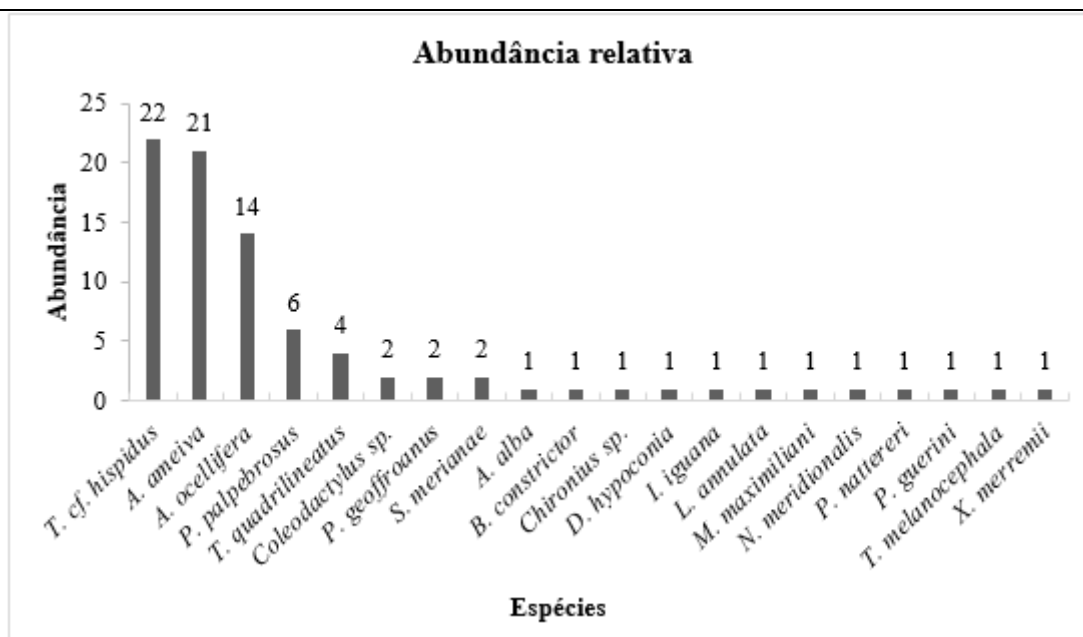


Figura 106 - Abundância relativa de répteis.

A sazonalidade também demonstrou exercer influência nos registros, como pode ser avaliado na figura abaixo. Tanto a riqueza, quando a abundância foi maior na estação chuvosa (dezembro), visto que as temperaturas são mais agradáveis, mesmo para os répteis.

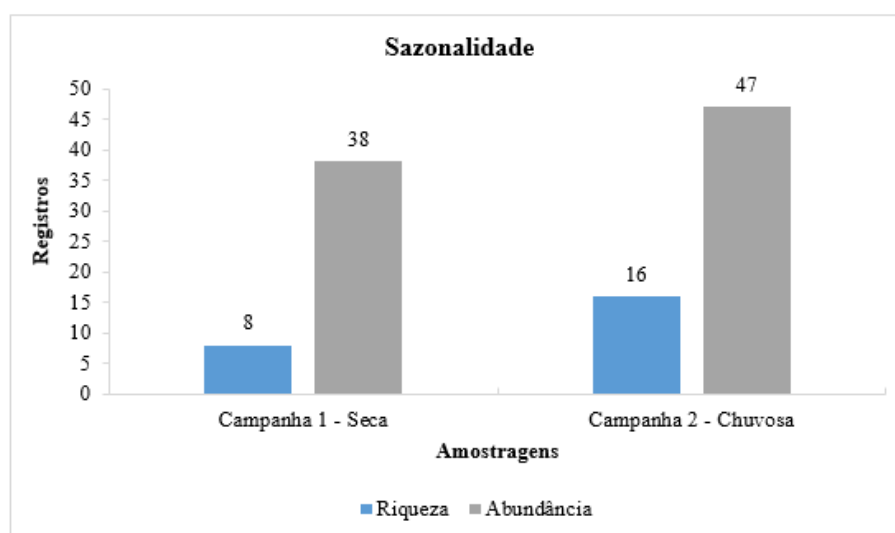


Figura 107 - influência da sazonalidade nos registros.

Os indivíduos que pertencem ao grupo dos répteis em geral são de difícil visualização, em função de sua coloração críptica, ou seja, coloração parecida com o ambiente na qual está inserido. Por esse motivo, muitas vezes os encontros com esses indivíduos são ocasionais.

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando os dados obtidos através dos métodos padronizados. Estes indicadores servirão para parâmetros comparativos em etapas futuras do licenciamento.

O Índice de Diversidade de Shannon (H') total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi de 3,22, demonstrando alta diversidade da amostra de maneira geral. A Equitabilidade de Pileou ($J = 0,79$) obtida neste estudo mostrou que cerca de 79% da diversidade máxima teórica foi alcançada, ou seja, quanto mais próximo a 1 mais próximo da diversidade esperada. Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo ($DS = 0,15$), sugerindo que não há probabilidade de que a dominância de espécies seja maior que a diversidade.

Considerando as unidades amostrais separadamente, pode-se perceber pelo quadro abaixo que a Área 1 apresentou os valores de índices mais satisfatórios, com alta diversidade de espécies, com indivíduos distribuídos de maneira uniforme e baixa dominância.

As Áreas 2 e 3 apresentaram menor diversidade de espécies registradas, sendo 3 espécies para A2 e oito espécies para A3. Da mesma maneira, os índices de equitabilidade e dominância para ambas as áreas não foram satisfatórios, onde para A3 a espécie *Ameiva ameiva* se demonstrou dominante sobre as demais.

Todos os valores destes aspectos comparativos podem ser consultados no

Quadro 67, o qual apresenta os indicadores ecológicos utilizados das métricas por área de amostragem, com o intuito de subsidiar a verificação de oscilações que indiquem impactos ambientais provenientes da implantação e operação do empreendimento sob as espécies de répteis.

Quadro 61 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.

ÁREA	ÍNDICE DE SHANNON (H')	EQUITABILIDADE DE PIELOU (J)	DOMINÂNCIA DE SIMPSON (D)
Área 1	3,45	0,88	0,09
Área 2	1,38	0,87	0,38
Área 3	2,82	0,94	0,09
TOTAL	3,22	0,79	0,15

Comparação entre as Campanhas Amostrais

Através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard foi gerado um dendograma de cluster para verificar possíveis agrupamentos entre as áreas ou campanhas de levantamento, utilizando os dados de riqueza. O valor do Coeficiente Cofenético foi mediano ($ccc = 0,745381$) demonstrando que o agrupamento formado foi representativo (Figura 108). Os cluster formados indicam maior dissimilaridade das Áreas 1 e 3 entre as amostragens, refletindo a influência da sazonalidade nas atividades do grupo. Já a Área 2, formou um agrupamento mais isolado, o que pode ser explicado pelo fato de ter sido a área com menor índice de diversidade de espécies encontradas em ambas as campanhas, não sofrendo influência da sazonalidade.

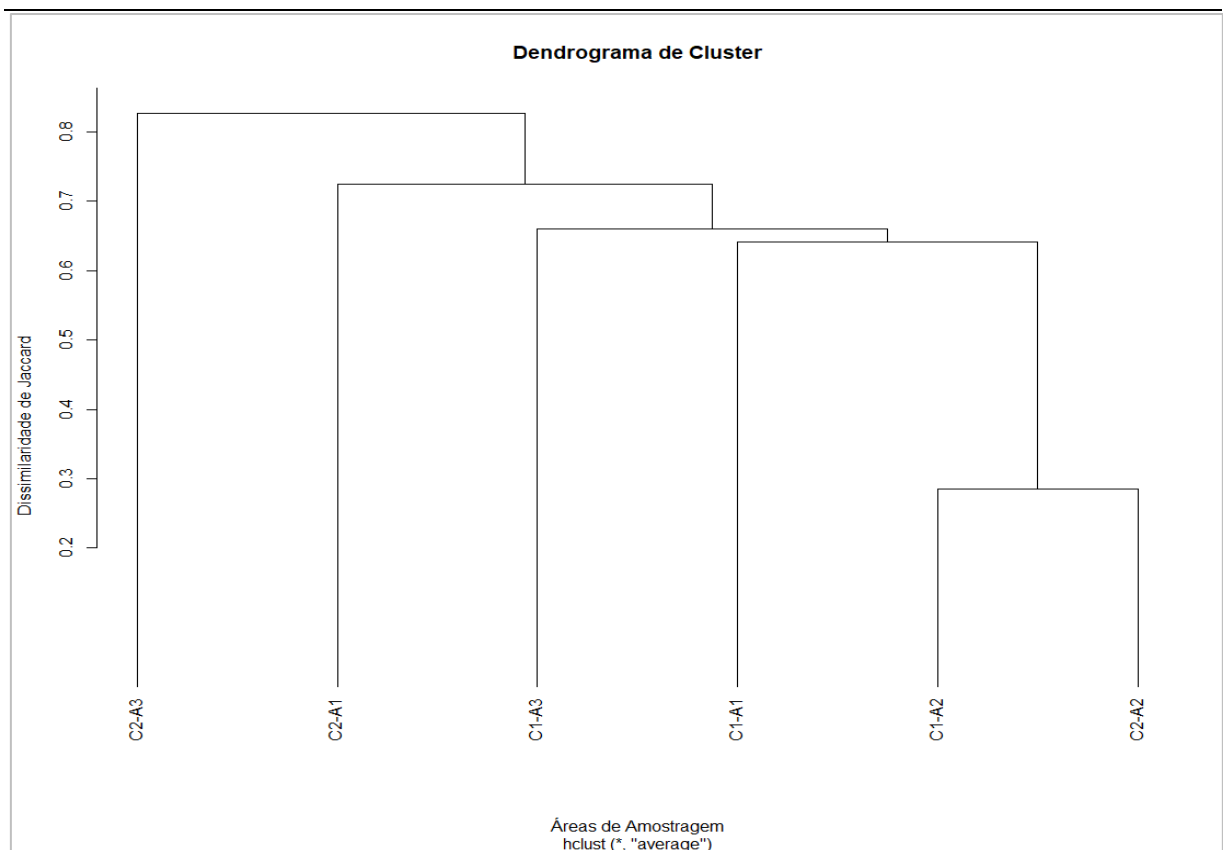


Figura 108 - Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da anurofauna (ccc = 0,96).

Curva de Acumulação de Espécies

A suficiência amostral foi calculada cumulativamente considerando todas as áreas amostradas e todas as campanhas executadas. A curva de acumulação de espécies não demonstrou estabilização da assíntota, ou seja, o número de espécies estimadas é maior do que o encontrado neste diagnóstico, conforme esperado para o estudo em questão.

Assim, considera-se que o esforço empregado foi eficiente para o levantamento da fauna de répteis local e identificação das áreas de uso das espécies.

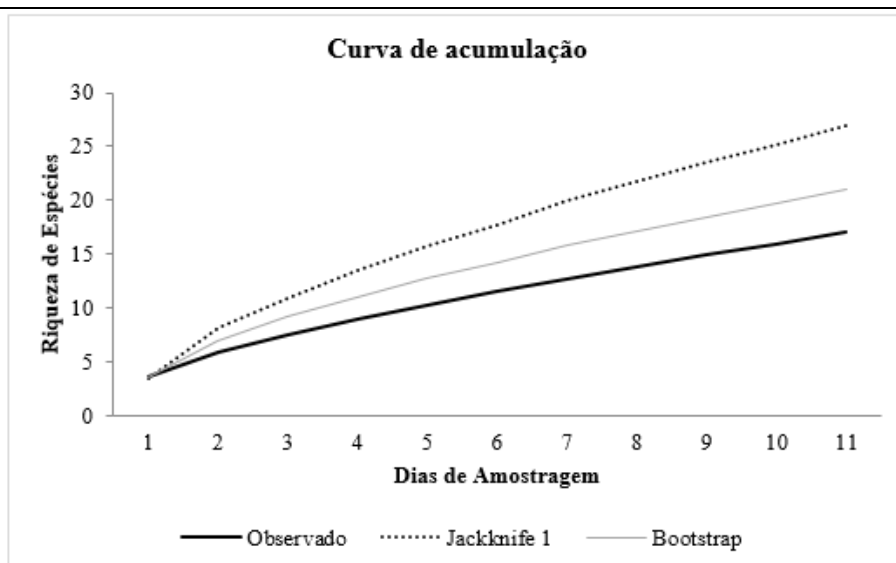


Figura 109 - Curva de acumulação de espécies de mamíferos registrados durante as campanhas de amostragem realizadas para o levantamento de répteis.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Levando em consideração que o estado do Maranhão não possui lista de espécies ameaçadas de extinção, os répteis registrados na área de estudo foram categorizados de acordo com os graus de ameaça nas listas nacional (MMA, 2022), global (IUCN, 2024), e ainda foram consultados os Planos Nacionais de Conservação (PANs).

Na área de influência do empreendimento não foram registradas espécies ameaçadas de extinção.

Em relação ao endemismo, foi registrado o lagarto-bandeira (*Norops meridionalis*), endêmico do bioma Cerrado. É uma espécie de pequeno porte, coloração e comportamento crípticos, de hábitos diurnos e típica de áreas densas com gramíneas. Foi primeiramente descrito no Paraguai e com ocorrência para o Cerrado brasileiro e também na Bolívia (GUARNIZO et al, 2016; VELUDO, 2011).

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Durante as amostragens não foram registradas espécies exóticas e invasoras.

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

As espécies que sofrem elevada pressão de caça são classificadas como cinegéticas. As espécies registradas foram avaliadas em função da ameaça em relação ao consumo humano e comércio ilegal de animais silvestres, por meio das seguintes categorias:

- Apêndice I: inclui espécies ameaçadas de extinção. O comércio de indivíduos destas espécies só é permitido em circunstâncias excepcionais;
- Apêndice II: inclui espécies que não necessariamente estão ameaçadas com extinção, mas o comércio deve ser controlado para evitar uso incompatível com sua sobrevivência;
- Apêndice III: contém espécies que estão protegidas em ao menos um país, e que foram solicitadas a outras partes da CITES ajuda para controlar seu comércio.

Foram registradas quatro espécies na área de estudo consideradas cinegéticas e que sofrem pressão de caça. De acordo com as categorias da CITES, o lagarto-teiú (*S. merianae*), a iguana (*I. iguana*), jibóia (*B. constrictor*) e o teiú-amarelo (*T. quadrilineatus*) estão classificados no Apêndice II (

Quadro 62). O lagarto-teiú e o teiú amarelo muitas vezes são comercializados para o consumo humano em algumas regiões do país, já a jibóia e a iguana são utilizadas como pets.

Quadro 62 – Répteis cinegéticos registradas nas áreas de influência do futuro empreendimento.

TÁXON	NOME POPULAR	CAMPANHA	ÁREA	CITES (2022)
<i>Boa constrictor</i>	jibóia	C2	AII	II
<i>Iguana iguana</i>	iguana	C1	A1	II
<i>Salvator merianae</i>	lagarto-teiú	C1	A1, A3	II
<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	teiú-amarelo	C2	A1, A3	II

8.2.3.5.4 Considerações Finais

Durante as campanhas realizadas foram registradas vinte espécies de répteis, sendo a diversidade considerada satisfatória. A campanha chuvosa, realizada em dezembro/2023, apresentou maior riqueza em relação a campanha de setembro. O mês de setembro compreende a estação seca para o estado do Maranhão, as temperaturas são mais altas, sendo que mesmo animais ectotérmicos procuram abrigo quando a temperatura do ambiente for muito elevada. Durante a estação de chuva, as temperaturas são mais amenas e também a disponibilidade de água e recursos alimentares é maior, permitindo maior atividade do grupo.

O Cerrado possui uma rica biodiversidade, com espécies endêmicas, mas também abriga espécies generalistas e de ampla distribuição, o que também pode ter contribuído com a diversidade registrada neste estudo.

Devido ao aumento do desmatamento no Cerrado, este tipo de levantamento de fauna é importante, pois fornece subsídios para elaboração de planos de ação adequados de conservação e também para mensurar os impactos causados pela implantação de empreendimentos.

8.2.3.5.5 Registros Fotográficos



Figura 110 – *Paleosuchus palpebrosus* e *Amphisbaena alba*.



Figura 111 – *Norops meridionalis* e *Boa constrictor*.



Figura 112 – *Dryophylax hypoconia* e *Leptodeira annulata*.



Figura 113 – *Phimophis guerini*



Figura 114 – *Xenodon merremii* e *Iguana iguana*.



Figura 115 – *Coleodactylus* sp. e *Ameiva ameiva*.



Figura 116 – *Ameivula ocellifera* e *Salvator merianae*.



Figura 117 – *Tropidurus cf. hispidus* e *Tupinambis quadrilineatus*.



Figura 118 – *Phrynops geoffroyanus*.

8.2.3.6 Anfíbios

8.2.3.6.1 Introdução

Mundialmente, são conhecidas cerca de 8.722 espécies de anfíbios (AMPHIBIAWEB, 2024). O Brasil é o país com a maior riqueza de anfíbios do planeta, segundo o site Espécies de Anfíbios do Mundo (2024), o território brasileiro apresenta cerca de 1230 espécies de anfíbios, sendo 1186 anuros, 39 espécies de cecílias e 5 espécies de salamandras.

O Cerrado é o segundo maior bioma fitogeográfico do Brasil e com elevado nível de endemismo. Os estudos sobre as populações de anfíbios têm aumentado recentemente, pois o

avanco da ação antrópica motivada pela expansão agrícola tem afetado os ambientes naturais, refletindo diretamente na sobrevivência das espécies (GAMBALE et al, 2014).

A herpetofauna do Cerrado no geral é muito rica. Isso se deve a enorme heterogeneidade de ambientes, ou seja, existe uma variação de altitude elevada, com terrenos acidentados que permitem a criação de um mosaico de habitats e a disponibilidade de inúmeros recursos naturais, o que também favorece a variabilidade genética das espécies (GAMBALE et al, 2014; NALI et al, 2020).

Pelo fato de os anfíbios serem abundantes e funcionalmente importantes em muitos habitats terrestres e aquáticos, eles são componentes significantes da biota da Terra. Esses animais apresentam forte sensibilidade a alterações de parâmetros físicos e químicos da água e várias espécies são também sensíveis a alterações na estrutura da vegetação nas vizinhanças dos corpos d'água (SILVANO & PIMENTA, 2003). Outros fatores, como a variação sazonal, também podem influenciar a distribuição de espécies de anfíbios anuros, seu período de reprodução é altamente afetado pela distribuição das chuvas, principalmente porque a disponibilidade de sítios aquáticos para reprodução é maior durante a estação chuvosa (AICHINGER, 1987).

Fatores pontuais, no entanto, interferem muito na conservação das populações, sendo a introdução de espécies exóticas, o uso de pesticidas, o aumento da radiação ultravioleta, as mudanças climáticas, a poluição das águas e a destruição de habitats (LOEBMANN, 2005). A principal causa de declínios em populações de anfíbios é, seguramente, a destruição dos habitats, mas as doenças infecciosas, como a causada pelo fungo quitrídeo, são também significativas (YOUNG *et al.*, 2004).

Considerando o fato que os anfíbios são sensíveis às alterações de habitats, o presente diagnóstico visou levantar as espécies e avaliar o estado atual de conservação da comunidade

local, especialmente espécies ameaçadas de extinção, além de compreender as potenciais perturbações oriundas do empreendimento em tela e subsidiar informações para definir estratégias de conservação.

8.2.3.6.2 Material e Métodos

Ponto de Escuta para Anfíbios Anuros

Para a amostragem de anfíbios anuros foram definidos quatro pontos amostrais próximos a áreas úmidas onde parte destes será atingida pelo empreendimento. Os pontos de escuta se concentraram nas áreas A1 e A3 pois eram as únicas áreas com ambientes úmidos.

Em cada área amostral foram realizados dois pontos de escuta de 20 minutos, totalizando 180 minutos de esforço amostral por campanha (Quadro 63).

Quadro 63 - Esforço amostral total da metodologia Ponto de Escuta, para o levantamento de anfíbios anuros.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (2 áreas x 2 pontos de escuta x 20 minutos)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Ponto de Escuta para Anfíbios	80 minutos	160 minutos





Figura 119 – Execução da metodologia de Ponto de Escuta.

Transectos de Amostragem Visual e Auditiva (Busca Ativa)

Vide metodologia descrita para répteis no item “Transectos de Amostragem Visual e Auditiva (Busca Ativa)”.



Figura 120 - Metodologia de busca ativa.

Pitfalls – Armadilhas de Intercepção e Queda

Vide metodologia descrita para mastofauna no item “Pitfalls – Armadilhas de Intercepção e Queda”.



Figura 121 – Instalação e revisão das armadilhas.

Análise de Dados

Os dados obtidos para anfíbios foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade e a equitabilidade da comunidade de anfíbios em cada unidade amostral.

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as

propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

A determinação da suficiência amostral e estimativa de riqueza de espécies foi feita através da curva de acumulação de espécies, calculada a partir da geração de 100 curvas por meio da aleatorização de dados, utilizando os estimadores não-paramétricos Jackknife 1 e Bootstrap, através do programa EstimateS (COLWELL, 2016), considerando cada dia de coleta de dados como unidade amostral. A curva de acumulação é uma expressão da diversidade de espécies numa comunidade, e foi calculada para cada unidade amostral. O estimador priorizado foi Jackknife 1, por ser considerado o estimador mais preciso e menos enviesado quando comparado a outros métodos de extrapolação (BATISTA & SCHILLING, 2006).

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza e abundância em cada unidade amostral considerando as campanhas separadamente. Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade de mamíferos estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Dissimilaridade de Jaccard). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo Programa R (R CORE TEAM, 2008).

8.2.3.6.3 Resultados e Discussão

Espécies de possível ocorrência na região do empreendimento

Para a região do empreendimento foram considerados cinco referências bibliográficas como base (

Quadro 64), culminando na possível ocorrência de 74 espécies de anfíbios nativos, distribuídos em oito famílias, sendo as famílias Hylidae (S = 27) e Leptodactylidae (S = 25) as mais diversas representativas (Quadro 65).

Quadro 64 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de anfíbios de possível ocorrência para a região do empreendimento.

Referência	Autores, ANO	ESTUDO
R1	GUIMARÃES et al., 2016	Guia de Campo da UHE Estreito
R2	BARRETO, L. - 2007	Livro – Cerrado Norte do Brasil
R3	VALDUJO, P. H. - 2011	Tese - Diversidade e distribuição de anfíbios do Cerrado: o papel dos fatores históricos e dos gradientes ambientais
R4	ANDRADE, E. B.; WEBER, L. N.; LEITE, J. R. S. A. - 2017	Artigo - Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil
R5	NOVAIS, V. G. - 2014	Dissertação - Diversidade de anfíbios em segmentos do baixo rio Tocantins sob impacto ambiental da Usina Hidrelétrica de Estreito (Tocantins – Maranhão)

Quadro 65 –Lista das espécies de anfíbios anuros de possível ocorrência e registrados na região do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
ANURA	Dendrobatidae	<i>Allobates marchesianus</i>	sapinho		x				
	Bufonidae	<i>Rhaebo guttatus</i>	sapinho-dourado		x				x
		<i>Rhinella diptycha</i>	sapo-boi		x	x			x
		<i>Rhinella granulosa</i>	sapo-de-areia			x			
		<i>Rhinella jimi</i>	sapo-cururu					x	
		<i>Rhinella margaritifera</i>	sapo-folha		x	x			x
		<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	sapo-cururuzinho		x			x	x
		<i>Rhinella ocellata</i>	cururuzinho-ocelado		x	x		x	
	Craugastoridae	<i>Barycholos ternetzi</i>	rã		x				x
		<i>Pristimantis aff. gutturalis</i>	rã				x		
		<i>Pristimantis fenestratus</i>	rã		x				x
	Hylidae	<i>Boana albopunctata</i>	perereca-cabrinha		x	x			
		<i>Boana boans</i>	perereca		x	x		x	x
		<i>Boana geographica</i>	perereca-mapa						x
		<i>Boana lundii</i>	perereca-usina		x				
		<i>Boana multifasciata</i>	rã-ponta-de-lança		x	x	x	x	x
		<i>Boana punctata</i>	perereca-pontilhada		x	x		x	x
		<i>Boana raniceps</i>	perereca-da-bananeira		x	x			x
		<i>Dendropsophus branneri</i>	pererequinha-do-brejo		x			x	
		<i>Dendropsophus cruzi</i>	perereca		x				x
		<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	rãzinha-de-mármore-preto		x				
		<i>Dendropsophus minutus</i>	perereca-ampulheta		x	x		x	x
		<i>Dendropsophus nanus</i>	pererequinha-do-brejo		x	x			x
		<i>Dendropsophus parviceps</i>	perereca		x				
		<i>Dendropsophus rubicundulus</i>	perereca		x	x		x	
		<i>Dendropsophus soaresi</i>	perereca					x	
		<i>Dendropsophus walfordi</i>	perereca			x			
		<i>Osteocephalus taurinus</i>	perereca-perna-fina		x		x	x	x

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
		<i>Pseudis bolbodactyla</i>	rã-d'água		x				
		<i>Pseudis tocantins</i>	rã-d'água		x				x
		<i>Scinax constrictus</i>	perereca		x				x
		<i>Scinax fuscomarginatus</i>	perereca		x			x	x
		<i>Scinax fuscovarius</i>	perereca-de-banheiro		x				x
		<i>Scinax nasicus</i>	perereca-raspa-cuia		x				
		<i>Scinax nebulosus</i>	perereca		x	x		x	x
		<i>Scinax ruber</i>	perereca-de-nariz-vermelho		x			x	
		<i>Scinax x-signatus</i>	perereca-de-banheiro		x	x			
		<i>Trachycephalus typhonius</i>	perereca-leiteira		x				x
	Leptodactylidae	<i>Adenomera andreae</i>	rãzinha-da-mata		x				x
		<i>Adenomera hylaedactyla</i>	rãzinha-da-mata		x			x	x
		<i>Adenomera marmorata</i>	rãzinha-piadeira		x				
		<i>Adenomera martinezi</i>	rãzinha-da-mata		x				x
		<i>Adenomera saci</i>	rãzinha-da-mata		x			x	
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	rã-assobiadora		x	x		x	x
		<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	rã-pimenta		x	x			x
		<i>Leptodactylus latrans</i>	rã-manteiga		x				x
		<i>Leptodactylus mystaceus</i>	rã-de-bigode		x			x	x
		<i>Leptodactylus petersii</i>	rã-de-dedos-finos			x		x	
		<i>Leptodactylus podicipinus</i>	rã-goteira		x				x
		<i>Leptodactylus pustulatus</i>	rã-assobiadora-do-Ceará		x				x
		<i>Leptodactylus sertanejo</i>	rã					x	
		<i>Leptodactylus syphax</i>	rã		x				x
		<i>Leptodactylus troglodytes</i>	rã-cavadeira		x			x	x
		<i>Leptodactylus vastus</i>	rã-pimenta-da-Caatinga					x	
		<i>Physalaemus centralis</i>	rãzinha-anã		x			x	x
		<i>Physalaemus cuvieri</i>	rã-cachorro		x	x			x
		<i>Physalaemus ephippifer</i>	rã			x			

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3	R4	R5
		<i>Physalaemus nattereri</i>	rã-quatro-olhos		x				x
		<i>Pseudopaludicola canga</i>	rãzinha					x	
		<i>Pseudopaludicola falcipes</i>	rãzinha		x				
		<i>Pseudopaludicola jaredi</i>	rãzinha					x	
		<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	rãzinha		x			x	x
		<i>Pseudopaludicola saltica</i>	rãzinha-saltadora		x				
	Microhylidae	<i>Chiasmocleis albopunctata</i>	rãzinha-pintada		x				x
		<i>Dermatonotus muelleri</i>	sapo-bode		x				x
		<i>Elachistocleis bicolor</i>	sapo-guarda		x				
		<i>Elachistocleis bumbameuoi</i>	sapo				x		
		<i>Elachistocleis carvalhoi</i>	sapo-guarda		x				
		<i>Elachistocleis cesarii</i>	sapo-oval						x
		<i>Elachistocleis piauiensis</i>	sapo			x			
	Odontophrynidae	<i>Proceratophrys cristiceps</i>	sapo-de-chifres						
		<i>Proceratophrys goyana</i>	sapo-de-chifres		x				x
	Phyllomedusidae	<i>Pithecopus azureus</i>	perereca-macaco		x			x	x
		<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	rã-de-perna-alaranjada		x	x			
		74			58	22	4	27	41
Estado de conservação: BR = espécie ameaçada para o território nacional (MMA, 2022); IUCN = espécie ameaçada de extinção em nível global (IUCN, 2024). Categoria de ameaça: VU = vulnerável; EN = em perigo; CR = criticamente em perigo; NT = quase ameaçado. Espécie exótica = * Referências: R1 - Guia de Campo UHE Estreito; R2 - BARRETO (2007) ; R3 - VALDUJO (2011); R4 - ANDRADE et al (2017); R5 - NOVAIS (2014)									

Espécies registradas na ADA e AID

Riqueza e Abundância de Espécies

Durante as campanhas realizadas para diagnóstico da fauna de anfíbios na área de influência do empreendimento, ocorreram 170 registros pertencentes a vinte espécies de anfíbios nativos, distribuídos em uma ordem e três famílias conforme apresentado no Quadro 66.

Quadro 66 - Anfíbios registrados na área de influência do empreendimento.

Táxon			Nome Comum	Status de Conservação	Campanhas		Constância	Método de Registro	
Ordem	Família	Espécie			C1	C2			
ANURA	Bufonidae	<i>Rhinella diptycha</i>	sapo-cururu		X		1	BA	
		<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	cururuzinho		X	X	2	BA, PE, PT	
	Hylidae	<i>Boana multifasciata</i>	perereca		X	X	2	PE	
		<i>Boana punctata</i>	perereca-pontilhada			X	1	PE	
		<i>Dendropsophus branneri</i>	pererequinha-do-brejo		X	X	2	PE	
		<i>Dendropsophus minutus</i>	perereca-ampulheta		X	X	2	PE	
		<i>Dendropsophus nanus</i>	pererequinha-do-brejo			X	1	BA, PE	
		<i>Scinax constrictus</i>	perereca-nariguda		X	X	2	PE	
		<i>Scinax fuscomarginatus</i>	pererequinha-do-brejo			X	1	PE	
		<i>Scinax fuscovarius</i>	perereca-de-banheiro			X	1	BA	
		Leptodactylidae	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	rãzinha-de-folhiço		X	X	2	BA, PE
			<i>Adenomera saci</i>	rãzinha-saci			X	1	PE
	<i>Leptodactylus fuscus</i>		rã-assobiadora			X	1	BA	
	<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>		rã-pimenta			X	1	PE	
	<i>Leptodactylus macrosternum</i>		rã-manteiga		X	X	2	BA	
	<i>Leptodactylus troglodytes</i>		rã-cavadeira		X		1	BA, PE	
	<i>Physalaemus cuvieri</i>		rã-cachorro		X	X	2	BA, PT	
	<i>Pseudopaludicola canga</i>		rãzinha-de-folhiço		X	X	2	BA, PE	
	<i>Pseudopaludicola cf. jaredi</i>		rãzinha-de-folhiço			X	1	BA	
	<i>Pseudopaludicola sp.1</i>		rãzinha-de-folhiço			X	1	BA	
Riqueza de espécies =		20			11	18			

Táxon			Nome Comum	Status de Conservação	Campanhas		Constância	Método de Registro
Ordem	Família	Espécie			C1	C2		
Estado de conservação: BR = espécie ameaçada para o território nacional (MMA, 2022); IUCN = espécie ameaçada de extinção em nível global (IUCN, 2024) Categoria de ameaça: VU = vulnerável; EN = em perigo; CR = criticamente em perigo; NT = quase ameaçado. Campanhas: C1 = Estação seca; C2 = Estação chuvosa; Método de registro: BA = Busca ativa; PE = Ponto de escuta; PT = Pitfall;								

A família que apresentou maior riqueza, foi a família Leptodactylidae, com um total de dez espécies. Atualmente a família abriga 239 espécies pelo mundo, divididas em 13 gêneros, das quais 188 ocorrem no Brasil. O tamanho corporal varia de pequeno (*Adenomera* sp.) a grande porte (*Leptodactylus* sp.). Possuem hábitos terrestres e semi-aquáticos. Os indivíduos estão associados à serapilheira de florestas tropicais, próximas à água, mas também há espécies que habitam zonas áridas (AMPHIBIAWEB; FROST, 2024; DE-CARVALHO et al, 2008).

A espécie que apresentou maior número de indivíduos registrados, foi o leptodactídeo *Pseudopaludicola canga* (S = 34). A espécie foi inicialmente descrita e considerada endêmica da região da Serra dos Carajás (PA), mas estudos citogenéticos indicam que a espécie pode ocorrer no estado do Maranhão, ampliando assim sua distribuição (PANSONATO et al, 2012). O gênero é composto com indivíduos de porte muito pequeno (aprox. 20 mm) e são amplamente distribuídos pela porção oriental da América do Sul, ocorrendo desde a Colômbia até a Argentina (DUARTE, 2008).



Figura 122 – Indivíduo de *P. canga* avistado durante busca ativa.

A família Hylidae, com oito espécies registradas, está entre os mais diversificados e bem-sucedidos anuros que ocorrem em áreas da Europa, norte da África e da Ásia, América do Sul e Central, oeste da Índia, Austrália e Nova Guiné. Os hilídeos atualmente compõem a família mais numerosa dentre os anuros, sendo constituída por aproximadamente 1051 espécies, sendo que no Brasil, ocorrem 429 espécies de hilídeos e 52 gêneros. (FROST, 2024).

A família Bufonidae é representada pelos conhecidos “sapos-cururu”. Atualmente é composta por 652 espécies, 54 gêneros (FROST, 2024). No Brasil, ocorrem 95 espécies de bufonídeos. As características marcantes da família, são as pernas curtas, pele rugosa e glândulas paratóides secretoras de uma substância tóxica, que ficam atrás dos olhos (AMPHIBIAWEB, 2024).

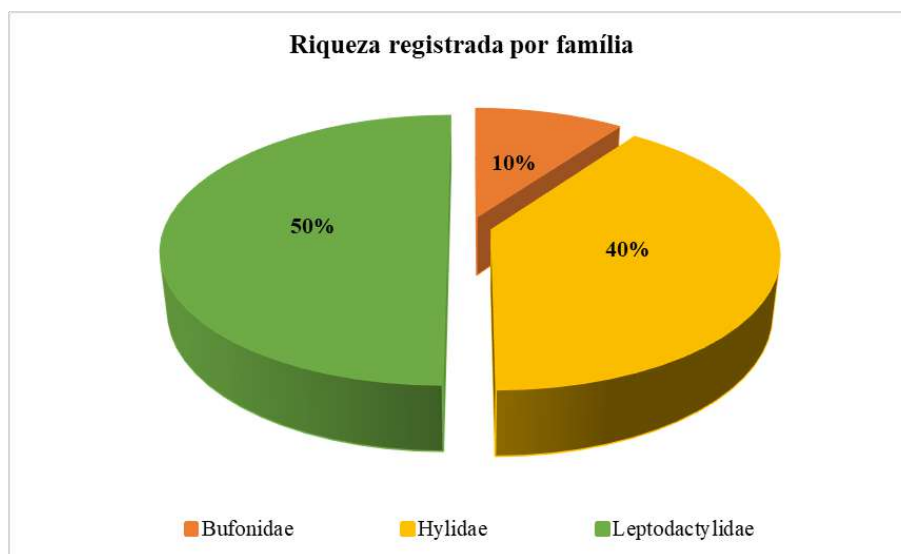


Figura 123 – Distribuição das espécies de répteis de acordo com as famílias registradas na área do empreendimento.

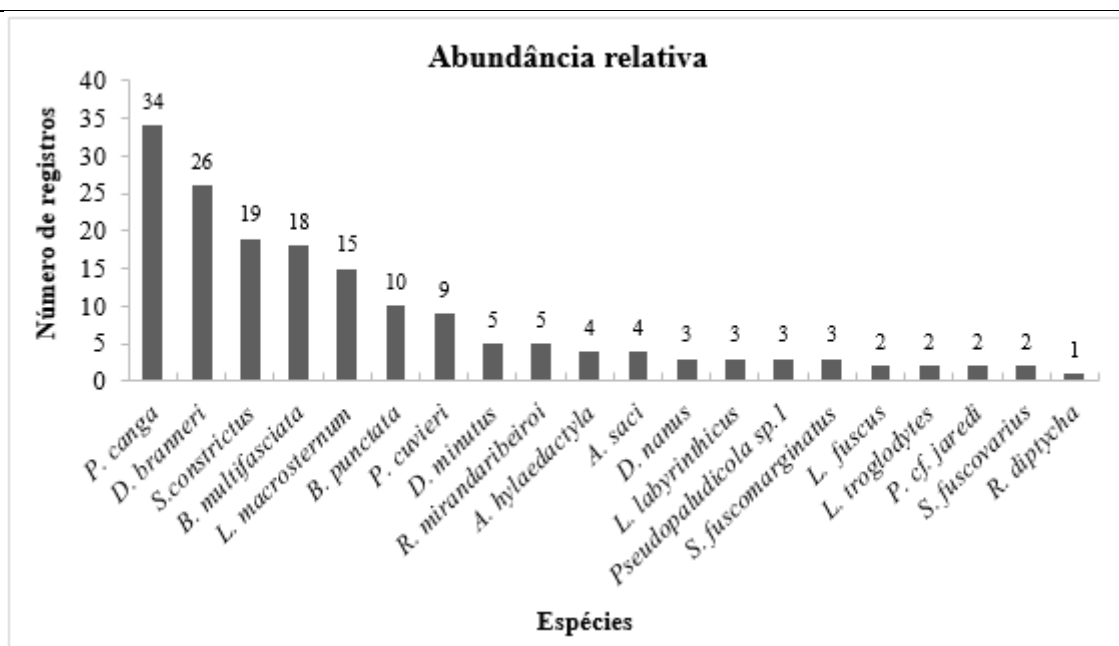


Figura 124 – Abundância relativa das espécies de anfíbios.

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando os dados obtidos através dos métodos padronizados. Estes indicadores servirão para parâmetros comparativos em etapas futuras do licenciamento.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi de $H' = 4,04$, demonstrando uma altíssima diversidade da amostra de maneira geral. A Equitabilidade de Pileou ($J = 0,94$) obtida neste estudo mostrou que cerca de 94% da diversidade máxima teórica foi alcançada, ou seja, quanto mais próximo a 1, mais próximo da diversidade esperada. Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral

obtido foi baixo ($DS = 0,05$), sugerindo que a probabilidade de que há dominância de espécies é quase nula.

Analisando as unidades amostrais separadamente, pode-se notar que de maneira geral os valores obtidos para os três indicadores ecológicos foram mais que satisfatórios. Apenas merece destaque o Índice de Diversidade de Shannon, para a Área 2, que foi menor que 3 ($H' = 2,52$), já que a área foi a que apresentou a menor diversidade de espécies de anfíbios para este estudo, semelhante ao que aconteceu com o grupo dos répteis.

As Áreas 1 e 3 apresentaram bons valores de diversidade, equitabilidade e dominância, sugerindo que as mesmas fornecem boas condições ambientais para a sobrevivência de espécies de anfíbios.

Todos os valores destes aspectos comparativos podem ser consultados no

Quadro 67, o qual apresenta os indicadores ecológicos utilizados das métricas por área de amostragem, com o intuito de subsidiar a verificação de oscilações que indiquem impactos ambientais provenientes da implantação e operação do empreendimento sob as espécies de anfíbios.

Quadro 67 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.

ÁREA	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
Área 1	3,34	0,93	0,08
Área 2	2,52	0,98	0,05
Área 3	3,70	0,93	0,06
TOTAL	4,04	0,94	0,05

Comparação entre as Campanhas Amostrais

Através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard foi gerado um dendograma de cluster para verificar possíveis agrupamentos entre as áreas ou campanhas de levantamento, utilizando os dados de riqueza. O valor do Coeficiente de Correlação

Cofenético foi mediano ($ccc = 0,89$) demonstrando que o agrupamento formado foi representativo (Figura 125). Os cluster formados indicam maior agrupamento entre as áreas amostrais 1 e 3 em ambas as campanhas, já que ambas apresentaram maior riqueza de espécies de maneira geral, porém com maior abundância de registros durante a estação chuvosa (C2).

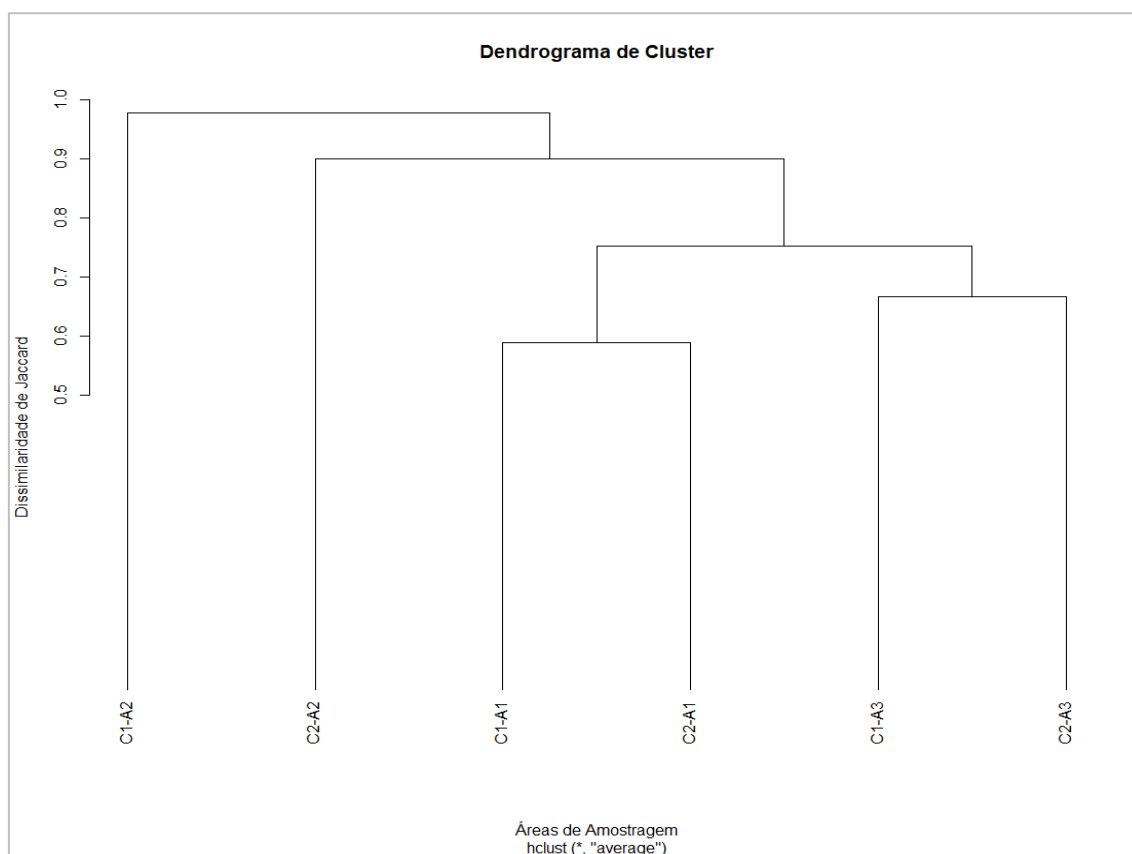


Figura 125 – Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento da anurofauna ($ccc = 0.745381$).

Curva de Acumulação de Espécies

A suficiência amostral foi calculada cumulativamente considerando todas as áreas amostradas e todas as campanhas executadas. A curva de acumulação de espécies não demonstrou estabilização da assíntota, ou seja, o número de espécies estimadas é maior do que o encontrado neste diagnóstico, conforme esperado para o estudo em questão.

Assim, considera-se que o esforço empregado foi eficiente para o levantamento da anurofauna local e identificação das áreas de uso das espécies, que de maneira geral representam anfíbios de ampla distribuição e de hábitos generalistas, refletindo as condições ambientais dos ambientes amostrados.

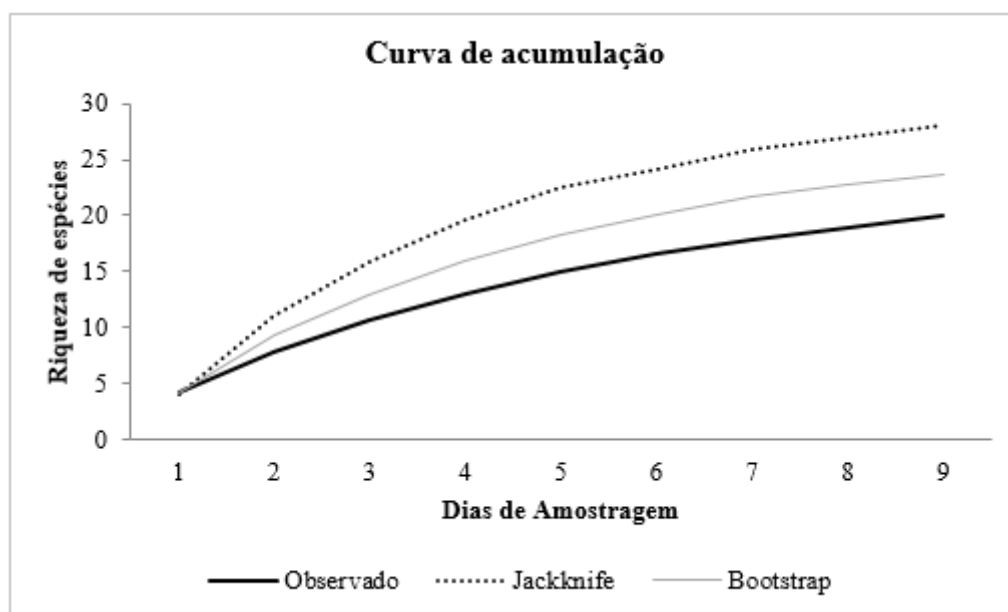


Figura 126 - Curva de acumulação de espécies registradas durante as campanhas de amostragem realizadas para o levantamento da anurofauna.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

As espécies da anurofauna registradas na área de estudo foram categorizadas de acordo com os graus de ameaça nas listas nacional (MMA, 2022) e global (IUCN, 2024), e ainda foram consultados os Planos Nacionais de Conservação (PANs).

Na área de influência do empreendimento não foram registradas espécies ameaçadas de extinção, endêmicas ou incluídos nos PANs nacionais.

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

Na região do estudo não foram encontradas espécies cinegéticas ou de importância econômica.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Não foram registradas espécies de anfíbios exóticas para a área do futuro empreendimento

8.2.3.6.4 Considerações finais

Ao final do estudo para levantamento de espécies de anfíbios na região do futuro empreendimento, foram realizados 170 registros divididos entre 20 espécies. Apesar das áreas serem bastante impactadas pela ação humana, a diversidade de espécies encontrada pode ser considerada satisfatória, porém vale ressaltar que devido a isto, são espécies de anfíbios comuns, com ampla distribuição, hábitos generalistas e com tolerância a ambientes degradados.

Outro ponto importante a ser analisado, é que tanto a diversidade quanto a abundância de registros foram maiores durante a campanha chuvosa (dezembro = C2), já que com o aumento das águas, cresce também a quantidade de sítios reprodutivos utilizados pelo grupo, além das temperaturas serem um pouco mais amenas durante o período mencionado, o que confirma a influência da sazonalidade sobre as atividades dos anfíbios.

Apesar de muitas espécies utilizarem ambientes alterados, pouco se sabe sobre a persistência das populações nestes locais, uma vez que os anfíbios são sensíveis às diversas alterações ambientais, o que demonstra a importância da manutenção dos remanescentes florestais na conservação das espécies (DUELLMAN & TRUEB, 1994).

8.2.3.6.5 Registros Fotográficos



Figura 127 – *Rhinella diptycha* e *Rhinella mirandaribeiroi*.



Figura 128 – *Boana multifasciata* e *Boana punctata*.



Figura 129 – *Dendropsophus branneri* e *Dendropsophus minutus*.

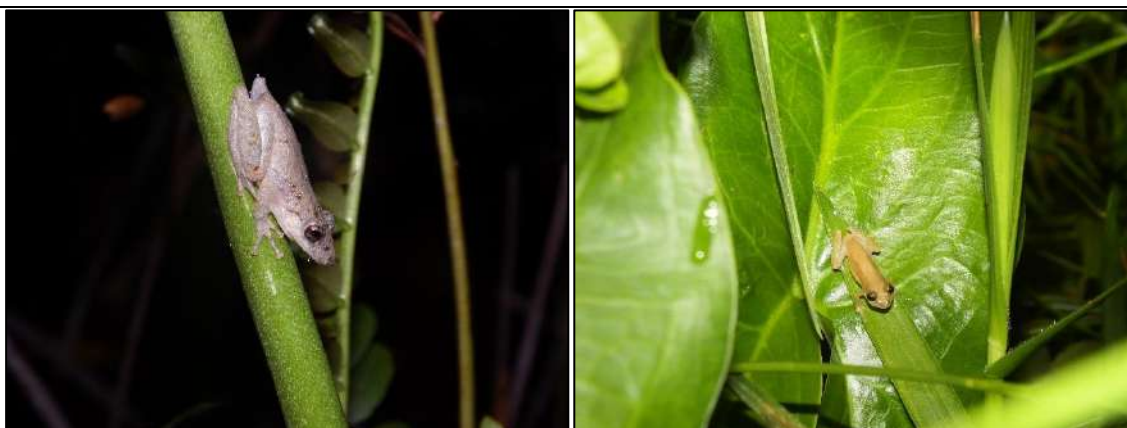


Figura 130 – *Scinax constrictus* e *Scinax fuscomarginatus*.



Figura 131 – *Adenomera hylaedactyla* e *Adenomera saci*.



Figura 132 – *Leptodactylus labyrinthicus* e *Leptodactylus macrosternum*.



Figura 133 – *Physalaemus cuvieri* e *Pseudopaludicola* cf. *jaredi*.

8.2.3.7 Entomofauna Terrestre

8.2.3.7.1 Introdução

Os insetos, além de serem relevantes na manutenção da diversidade biológica, atuando na cadeia alimentar evitando a extinção de muitos seres vivos, possuem grande papel na polinização das plantas e vem se mostrando, também, relevantes bioindicadores ambientais através de seu comportamento ou presença em determinadas áreas (WINK et al., 2005), além de alguns grupos serem importantes vetores de doenças.

Considerando as abelhas são os principais agentes polinizadores dos ecossistemas, sendo de extrema importância para a manutenção da vida no planeta (BARBOSA et al., 2017). Estudos sobre a ação das abelhas no meio ambiente evidenciam a extraordinária contribuição desses insetos na preservação da vida vegetal e também na manutenção da variabilidade genética (NOGUEIRA-COUTO, 1998).

Em relação as doenças transmitidas por insetos vetores são causadas por diferentes agentes etiológicos como vírus, bactérias, protozoários e helmintos, que obrigatoriamente desenvolvem parte do seu ciclo de vida em vetores, que transmitem o parasito para os hospedeiros definitivos. Os vetores biológicos pertencem a diferentes grupos de invertebrados

(artrópodes e moluscos) sendo mosquitos em sua maioria, moscas, flebotomíneos, carrapatos e moluscos dulcícolas e terrestres (REY, 2011; NEVES et al, 2005).

Considerando o fato que insetos são sensíveis às alterações de habitats e possíveis vetores, o presente diagnóstico visou levantar as espécies bioindicadoras e possíveis vetores de doenças, além de avaliar o estado atual de conservação da comunidade local e compreender as potenciais perturbações oriundas do empreendimento em tela e subsidiar informações para definir estratégias de conservação.

8.2.3.7.2 Material e Métodos

Himenópteras Terrestres (Abelhas)

Para o levantamento de himenópteros foram amostrados três fragmentos de vegetação nativa na área do empreendimento. Foi utilizado uma metodologia de amostragem, armadilhas com iscas de cheiros para atrair abelhas endêmicas da tribo Euglossini.

Essas armadilhas foram confeccionadas com garrafas PET, contendo duas aberturas na parte superior com diâmetro de 2,5cm, onde foram acoplados funis de plástico. Foi amarrado um chumaço de algodão contendo isca-odor, preso a um barbante um pouco acima da altura das aberturas para atrair as abelhas. As garrafas também foram preenchidas com 100 ml de álcool para fixar as abelhas ao final da amostragem. Foram utilizadas duas essências para atrair as abelhas, eucaliptol e vanilina, as essências foram intercaladas entre as armadilhas.

Em cada área amostral (n=3) Foram instaladas 5 armadilhas de cheiro intercaladas, totalizando 15 armadilhas por campanha. Essas armadilhas ficaram expostas por 72 horas, por campanha, posteriormente os equipamentos foram recolhidos e os indivíduos capturados fixados em álcool 70% e encaminhados para identificação através de especialista. Destaca-se que estas armadilhas têm o intuito principal de capturar abelhas, mas não são exclusivas para

esse grupo, portanto outros táxons que foram capturados também foram identificados e incluídos no estudo.

Quadro 68 - Esforço amostral total da metodologia para o levantamento de himenópteros.

APARELHOS	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA (72 X 15 ARMADILHAS)	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Armadilha de cheiro	1080 horas de exposição	2160 horas de exposição



Figura 134 – Armadilha de cheiro instaladas em campo.

Insetos vetores

Para a amostragem de insetos vetores foram utilizadas armadilhas com atraente luminoso (estruturas em forma de barraca suspensa com fonte luminosa para a atração e aprisionamento dos insetos, similares as armadilhas Shannon).

Utilizadas para captura de insetos hematófagos, atraídos por iscas de origem animal ou vegetal; devem ser verificadas diariamente e os insetos coletados e armazenados para posterior análise e identificação em laboratório. As armadilhas permaneceram ativas por um (01) dia em cada área.



Figura 135 – Armadilhas luminosas instaladas em campo.

8.2.3.7.3 Resultados e Discussão

Espécies de possível ocorrência na região do empreendimento – Himenópteras Terrestre (Abelhas)

Para a região do empreendimento foram consideradas quatro referências bibliográficas como base, culminando na possível ocorrência de 123 espécies de abelhas nativas.

Quadro 69 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de himenópteros de possível ocorrência para a região do empreendimento.

REFERÊNCIA	AUTORES, ANO	ESTUDO
R1	RÊGO & ALBUQUERQUE, 2012	Artigo – Biodiversidade de abelhas em zonas de transição no Maranhão
R2	ABELHA, 2023	Site – Atlas da Meliponicultura no Brasil
R3	GUIMARÃES et al., 2016	Guia de Campo da UHE Estreito
R4	SANTOS et al., 2004	Artigo – Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia

Abaixo seguem listadas as espécies de possível ocorrência e as espécies registradas durante o diagnóstico de fauna.

Quadro 70 – Lista das espécies de abelhas de possível ocorrência na região do empreendimento.

FAMÍLIA	TRIBO	ESPÉCIE	R1	R2	R3	R4
Andrenidae	Oxaeinae	<i>Oxae flavescens</i>				x
	Panurginae	<i>Acamptopoeum sp.</i>				x
Apidae	Apinae	<i>Apis mellifera</i>	x		x	x
		<i>Bombus brevivillus</i>				x
	Meliponini	<i>Cephalotrigona femorata</i>	x			
		<i>Cephalotrigona sp.</i>			x	
		<i>Frieseomelitta flavicornis</i>	x		x	

FAMÍLIA	TRIBO	ESPÉCIE	R1	R2	R3	R4
		<i>Frieseomelitta varia</i>				x
		<i>Frieseomelitta sp.</i>			x	x
		<i>F. aff portoi</i>	x			
		<i>Melipona (Melikerria) fasciculata</i>	x	x	x	x
		<i>Melipona (Michmelia) rufiventris</i>	x		x	
		<i>Melipona subnitida</i>	x	x		
		<i>Melipona seminigra pernigra</i>				x
		<i>Oxytrigona</i>	x			
		<i>Oxytrigona tataíra</i>	x		x	x
		<i>Partamona chapadicola</i>	x			
		<i>P. (Partamona) ailyae</i>	x		x	x
		<i>P. cupira</i>	x			
		<i>P. mosquito</i>	x			
		<i>Partamona sp.</i>				x
		<i>Ptilotrigona lurida</i>	x			
		<i>Plebeia sp.</i>			x	x
		<i>Scaptotrigona polysticta</i>	x			
		<i>Scaptotrigona tubiba</i>	x	x		
		<i>Scaptotrigona sp.</i>			x	x
		<i>Scaura latitarsis</i>			x	
		<i>Scaura longula</i>			x	
		<i>Tetragona dorsalis</i>	x			
		<i>Tetragona quadrangula</i>	x		x	x
		<i>Tetragona sp.</i>			x	
		<i>Trigona fulviventrís</i>	x		x	x
		<i>Trigona fuscipennis</i>	x		x	
		<i>Trigona branneri</i>			x	
		<i>Trigona amalthea</i>			x	
		<i>Trigona pallens</i>	x		x	x
		<i>Trigona recursa</i>	x		x	x
		<i>Trigona dallatoreana</i>				x
		<i>Trigona spinipes</i>	x		x	x
		<i>Trigona truculenta</i>	x			x
		<i>Trigona amazonensis</i>			x	x
		<i>Trigona sp.</i>			x	x
		<i>Trigonisca sp.</i>	x			
		<i>T. pediculana</i>	x			
	Trigonini	<i>Tetragonisca angustula</i>	x	x		x
	Euglossini	<i>Euglossa cordata</i>	x		x	x
		<i>Euglossa sp.</i>			x	
		<i>Eulaema nigrita</i>	x		x	x
		<i>Eulaema cingulata</i>	x		x	
		<i>Eulaema meriana</i>			x	

FAMÍLIA	TRIBO	ESPÉCIE	R1	R2	R3	R4
		<i>Exarete smaragdina</i>			x	
		<i>Centris</i> sp.	x		x	
		<i>Centris aenea</i>	x			x
		<i>Centris</i> sp.n.	x			
		<i>Centris fuscata</i>			x	
		<i>C. (Centris) caxiensis</i>	x		x	
		<i>C. (Centris) flavifrons</i>	x		x	
		<i>C. (Centris) decolorata</i>	x			
		<i>C. (Trachina) longimana</i>	x			
		<i>Centris (Trachina) fuscata</i>				x
		<i>Centris (Trachina) sp.</i>				x
		<i>C. (Ptilotopus) maranhensis</i>	x		x	
		<i>C. (Ptilotopus) moerens</i>			x	
		<i>C. (Ptilotopus) sponsa</i>			x	
		<i>C. (Ptilotopus) denudans</i>			x	x
		<i>C. (Centris) spilopoda</i>	x		x	
		<i>C. (Hemisiella) tarsata</i>	x			
		<i>C. (Hemisiella) trigonoides</i>	x		x	
		<i>Centris (Heterocentris) aff. vittata</i>				x
		<i>Centris cf. versicolor</i>				x
		<i>Epicharis</i> sp.			x	
		<i>Epicharis flava</i>				x
		<i>Epicharis bicolor</i>	x		x	
	Emphorini	<i>Ancyloscelis</i> sp.				x
		<i>Melitoma segmentaria</i>				x
		<i>Melitoma</i> sp.			x	
	Exomalopsini	<i>E. (Exomalopsis) analis</i>	x			x
		<i>Exomalopsis (Exomalopsis) auripilosa</i>				x
		<i>Exomalopsis (Exomalopsis) sp.</i>				x
	Ericrocidini	<i>Mesonychium</i> sp.			x	
		<i>Mesoplia</i> sp.				x
	Eucerini	<i>Gaesischia araguaiana</i>				x
		<i>Melissodes</i> sp.				x
	Osirini	<i>Osiris</i> sp.				x
	Tapnotaspidini	<i>Paratetrapedia</i> sp.	x		x	
		<i>Paratetrapedia gigantea</i>				x
		<i>Paratetrapedia hypoleuca</i>				x
		<i>Paratetrapedia lineata</i>				x
		<i>Paratetrapedia testacea</i>				x
		<i>Paratetrapedia velutina</i>				x
		<i>P. duckei</i>	x			
		<i>Tapinotaspoides</i> sp.				x
		<i>Xanthopedia globulosa</i>	x			

FAMÍLIA	TRIBO	ESPÉCIE	R1	R2	R3	R4
	Tetrapediini	<i>Tetrapedia sp.</i>				x
	Ceratiniina	<i>C. (Crewella) gossypii</i>	x		x	
		<i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i>			x	x
		<i>Ceratina sp.</i>				x
		<i>Xylocopa sp.</i>			x	
		<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i>			x	x
		<i>X. (Neoxylocopa) carbonaria</i>	x			
		<i>Xylocopa cf. nigrocincta</i>				x
		<i>Xylocopa cf. suspecta</i>				x
		<i>X. (Neoxylocopa) grisescens</i>	x		x	x
		<i>X. (Schonnherria) muscaria</i>	x			x
	Hylaeini	<i>Hylaeus sp.</i>	x			x
	Augochlorini	<i>Augochlora sp.</i>	x		x	x
		<i>Augochlorella sp.</i>			x	
		<i>Augochloropsis sp.</i>	x		x	x
		<i>Megalopta sp.</i>				x
		<i>Pseudaugochlora sp.</i>				x
		<i>Pseudaugochlora graminea</i>	x			
	Anthidiini	<i>Epanthidium sp.</i>	x			
		<i>Epanthidium tigrinum</i>	x			x
		<i>Hypanthidium maranhense</i>				x
	Megachilini	<i>Megachile sp.</i>	x		x	x
		<i>Megachile (Acentron) sp.</i>				x
		<i>Megachile (Austromegachile) habilis</i>				x
		<i>Megachile (Leptorachis) paulistana</i>				x
		<i>Megachile (Neomegachile) uniformis</i>				x
		<i>Megachile (Ptilosarus) sp.</i>				x
		<i>Coelioxys sp.</i>				x
		<i>Coelioxys (Cryptocoelioxys) sp.</i>				x
		<i>M. (Tylomegachile) orba</i>	x			

Espécies de possível ocorrência na região do empreendimento – Insetos Vetores

Para a região do empreendimento foram consideradas duas referências bibliográficas como base, culminando na possível ocorrência de 66 espécies de insetos vetores.

Quadro 71 – Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies de insetos vetores de possível ocorrência para a região do empreendimento.

REFERÊNCIA	AUTORES, ANO	ESTUDO
R1	SILVA, 2012	Mongrafia – Distribuição espacial de artrópodes do solo em áreas de cerrado stricto sensu, cerradão e mata de galeria no município de Codó, MA, Brasil

REFERÊNCIA	AUTORES, ANO	ESTUDO
R2	JUNIOR, 2019	Dissertação – Moscas varejeiras (Diptera: Calliphoridae) como bioindicadores de metais potencialmente tóxicos em áreas antropizadas no cerrado maranhense
R3	CHAVES et al., 2022	Artigo - Detection of Wolbachia in Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the state of Maranhão, Brazil.

Abaixo seguem listadas as espécies de possível ocorrência e as espécies registradas durante o diagnóstico de fauna.

Quadro 72 – Lista das espécies de insetos vetores de possível ocorrência na região do empreendimento.

CLASSES	ORDENS	FAMÍLIA	ESPÉCIE	R1	R2	R3
Arachnida	Acari	-	-	x		
	Araneae	-	-	x		
	Opiliones	-	-	x		
	Pseudoscorpiones	-	-	x		
	Scorpiones	-	-	x		
Chilopoda	Geophilomorpha	-	-	x		
	Polizoniida	-	-	x		
	Scolopendromorpha	-	-	x		
	Scutigeromorpha	-	-	x		
Diplopoda	Opisthospermophora	-	-	x		
	Spirobolida	-	-	x		
Ellipura	Collembola	-	-	x		
Insecta	Archaeognatha	-	-	x		
	Blattaria	-	-	x		
	Coleoptera	-	-	x		
	Dermaptera	-	-	x		
	Diplura	-	-	x		
	Diptera	-	-	x		
		Sarcophagidae	-		x	
		Calliphoridae	-		x	
			<i>Chrysomya albiceps</i>		x	
			<i>Chloroprocta idiodea</i>		x	
			<i>Cochliomya macellaria</i>		x	
			<i>Chrysomya megacephala</i>		x	
			<i>Cryshomya putoria</i>		x	
			<i>Lucilia eximia</i>		x	

CLASSES	ORDENS	FAMÍLIA	ESPÉCIE	R1	R2	R3
		Culicidae	<i>Aedes (Howardina) fulvithorax</i>			x
			<i>Ae. (Stegomyia) aegypti</i>			x
			<i>Ae. (Stg.) albopictus</i>			x
			<i>Ae. (Ochlerotatus) scapularis</i>			x
			<i>Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis</i>			x
			<i>An. (Nys.) argyritarsis</i>			x
			<i>An. (Nys.) aquasalis</i>			x
			<i>An. (Nys.) darlingi</i>			x
			<i>An. (Nys.) evansae</i>			x
			<i>An. (Nys.) sp.</i>			x
			<i>An. (Nys.) trianullatus</i>			x
			<i>An. (Nys.) goeldii</i>			x
			<i>Coquillettidia (Rynchotaenia) juxtamansonia</i>			x
			<i>Cq. (Rhy.) venezuelensis</i>			x
			<i>Culex (Anoediopora) conservator</i>			x
			<i>Cx. (Culex) quinquefasciatus</i>			x
			<i>Cx. (Melanoconion) sp.</i>			x
			<i>Toxorhynchites (Lynchiella) haemorrhoidalis</i>			x
			<i>Wyeomyia melanocephala</i>			x
			<i>Wy. (Wyeomyia) arthrostigma</i>			x
		Chloropidae	-		x	
		Drosophilidae	-		x	
		Faniidae	-		x	
		Muscidae	-		x	
		Otitidae	-		x	
		Phoridae	-		x	
		Richardiidae	-		x	
		Ropalomeridae	-		x	
		Sphaeroceridae	-		x	
	Embioptera	-	-	x		
	Hemiptera	-	-	x		
	Hymenoptera	-	-	x		

CLASSES	ORDENS	FAMÍLIA	ESPÉCIE	R1	R2	R3
	Isoptera	-	-	x		
	Lepidoptera	-	-	x		
	Orthoptera	-	-	x		
	Psocoptera	-	-	x		
	Siphonaptera	-	-	x		
	Thysanoptera	-	-	x		
	Zygentoma	-	-			
Symphyla	-	-	-	x		

Espécies registradas na ADA e AID

Riqueza e Abundância das Espécies

Durante as duas campanhas de levantamento de dados acerca da entomofauna na Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, ocorreram 495 registros pertencentes a 80 taxas diferentes.

Considerando o número de registros dos taxa levantados, Coleoptera sp.2, Coleoptera sp.3, Brachycera sp.1, Brachycera sp.3, *Scaptotrigona* sp.1, Formicidae sp.4, Isoptera sp.1, Isoptera sp.2, Lepidoptera sp.3, Lepidoptera sp.6, Lepidoptera sp.7 e Vespoidea sp.1 foram comuns nas três áreas amostrais, evidenciando uma ampla distribuição para a região amostral.

Quadro 73 – Entomofauna registrados na área de influência do empreendimento

ORDEM	FAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
Araneae	Araneae	Araneae sp.1	1	0	0
Blattodea	Blattodea	Blattaria sp.1	1	0	0
		Blattaria sp.2	0	0	1
Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera sp.1	1	0	0
		Coleoptera sp.10	0	10	0
		Coleoptera sp.11	1	6	0
		Coleoptera sp.12	0	1	0
		Coleoptera sp.13	0	2	0
		Coleoptera sp.14	0	1	0
		Coleoptera sp.15	0	4	2
		Coleoptera sp.16	0	1	0
		Coleoptera sp.17	1	0	0

ORDEM	FAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
		Coleoptera sp.18	1	0	0
		Coleoptera sp.19	1	0	0
		Coleoptera sp.2	2	2	2
		Coleoptera sp.20	1	1	0
		Coleoptera sp.21	1	0	0
		Coleoptera sp.22	1	0	0
		Coleoptera sp.23	2	0	0
		Coleoptera sp.24	0	1	0
		Coleoptera sp.25	0	0	1
		Coleoptera sp.26	0	0	1
		Coleoptera sp.3	7	5	1
		Coleoptera sp.4	1	0	0
		Coleoptera sp.5	2	1	0
		Coleoptera sp.6	2	0	0
		Coleoptera sp.7	0	7	0
		Coleoptera sp.8	0	1	0
		Coleoptera sp.9	0	3	2
	Curculionidae	Curculionidae sp.2	0	2	0
		Curculionidae sp.3	1	0	0
	Staphylinidae	Staphylinidae sp.1	16	3	0
Diptera	Diptera	Brachycera sp.1	6	89	1
		Brachycera sp.2	15	50	0
		Brachycera sp.3	1	6	2
		Brachycera sp.4	0	0	1
	Chironomidae	Chironomidae sp.1	1	0	0
	Culicidae	Culicidae sp.1	0	0	1
	Tephritidae	Tephritidae sp.1	1	0	0
	Therevidae	Therevidae sp.1	0	0	1
Hemiptera	Cicadidae	Cicadidae sp.1	0	0	2
	Hemiptera	Hemiptera sp.1	1	0	0
		Hemiptera sp.2	1	0	0
		Hemiptera sp.3	1	0	1
		Hemiptera sp.4	0	2	1
		Hemiptera sp.5	0	1	0
		Hemiptera sp.6	0	2	0
		Hemiptera sp.7	0	1	0
		Hemiptera sp.8	0	2	1
		Hemiptera sp.9	0	0	2
Hymenoptera	Apidae	Camargoia sp.1	0	0	1
		Plebeia sp.1	5	0	0
		Scaptotrigona sp.1	1	1	5
		Trigona pallens	0	1	1
		Trigona sp.1	3	0	0

ORDEM	FAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
	Formicidae	Trigonisca sp.1	0	1	0
		Formicidae sp.1	2	0	18
		Formicidae sp.2	0	2	1
		Formicidae sp.3	0	1	0
		Formicidae sp.4	15	44	1
		Formicidae sp.5	0	4	0
		Formicidae sp.6	4	7	0
		Formicidae sp.7	0	1	0
		Formicidae sp.8	0	1	0
		Formicidae sp.9	0	2	0
	Halictidae	Halictinae sp.1	1	0	0
		Paroxystoglossa sp.	0	1	0
Isoptera	Isoptera	Isoptera sp.1	7	0	4
		Isoptera sp.2	1	4	1
Lepidoptera	Lepidoptera	Lepidoptera sp.1	1	0	0
		Lepidoptera sp.2	1	4	0
		Lepidoptera sp.3	3	0	12
		Lepidoptera sp.4	0	1	0
		Lepidoptera sp.5	0	2	0
		Lepidoptera sp.6	1	3	1
		Lepidoptera sp.7	1	10	5
	Tineoidea	Tineoidea sp.1	1	0	0
Mantodea	Mantodea	Mantodea sp.1	0	1	3
Vespoidea	Vespoidea	Ichneumonoidea sp.1	1	0	0
		Vespoidea sp.1	4	1	1

A ordem Coleoptera foi a mais representativa neste estudo, com 29 taxas registrados, apresentando o padrão desta ordem, pois é a maior ordem de insetos, com cerca de 350.000 espécies conhecidas (MUGNAI et al., 2010). Os insetos desta ordem possuem vários nichos ecológicos, pois ocupam praticamente todos os ambientes onde um inseto pode ocorrer, além do mais, muitos grupos desta ordem são utilizados como indicadores da qualidade ou degradação do ambiente devido às suas características particulares (SILVA & SILVA, 2011).

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando os dados obtidos através dos métodos padronizados. Estes indicadores servirão para parâmetros comparativos em etapas futuras do licenciamento.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, foi maior que 4 ($H' = 4,73$), demonstrando uma alta diversidade da amostra de maneira geral. A Equitabilidade de Pileou ($J = 0,74$) obtida neste estudo demonstra que as espécies estão equitativamente distribuídas na amostra, o que é inversamente proporcional ao índice de dominância. Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo ($D = 0,07$), sugerindo que não há probabilidade de que a dominância de espécies seja maior que a diversidade, corroborando o valor encontrado para o Índice de Shannon.

Considerando as áreas amostrais separadamente, a Área 01 obteve o maior índice de diversidade ($H' = 4,60$), essa área apresentou 43 taxas, sendo que 22 delas foram exclusivas, sendo elas Araneae sp.1, Blattaria sp.1, Chironomidae sp.1, Coleoptera sp.1, Coleoptera sp.17, Coleoptera sp.18, Coleoptera sp.19, Coleoptera sp.21, Coleoptera sp.22, Coleoptera sp.23, Coleoptera sp.4, Coleoptera sp.6, Curculionidae sp.3, Halictinae sp.1, Hemiptera sp.1, Hemiptera sp.2, Ichneumonoidea sp.1, Lepidoptera sp.1, *Plebeia* sp.1, Tephritidae sp.1, Tineoidea sp.1 e *Trigona* sp.1.

Todos os valores destes aspectos comparativos podem ser consultados no Quadro 13, o qual apresenta os indicadores ecológicos utilizados das métricas por área de amostragem, com

o intuito de subsidiar a verificação de oscilações que indiquem impactos ambientais provenientes da implantação e operação do empreendimento sob a entomofauna.

Quadro 74 – Indicadores Ecológicos apresentados por área de amostragem.

ÁREA	ÍNDICE DE SHANNON (H')	EQUITABILIDADE DE PIELOU (J)	DOMINÂNCIA DE SIMPSON (D)
Área 1	4,6099	0,8496	0,0569
Área 2	3,7791	0,6881	0,1443
Área 3	4,1103	0,8377	0,0868
TOTAL	4,7393	0,7497	0,0774

Comparação entre as Campanhas Amostrais

Através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard foi gerado um dendograma de cluster para verificar possíveis agrupamentos entre as áreas ou campanhas de levantamento, utilizando os dados de riqueza. O valor do Coeficiente Cofenético foi mediano ($ccc = 0,86$) demonstrando que o agrupamento formado foi representativo.

Como pode ser observado no gráfico abaixo, houve espécies comuns entre as campanhas, especialmente entre as Áreas 01 e 02.

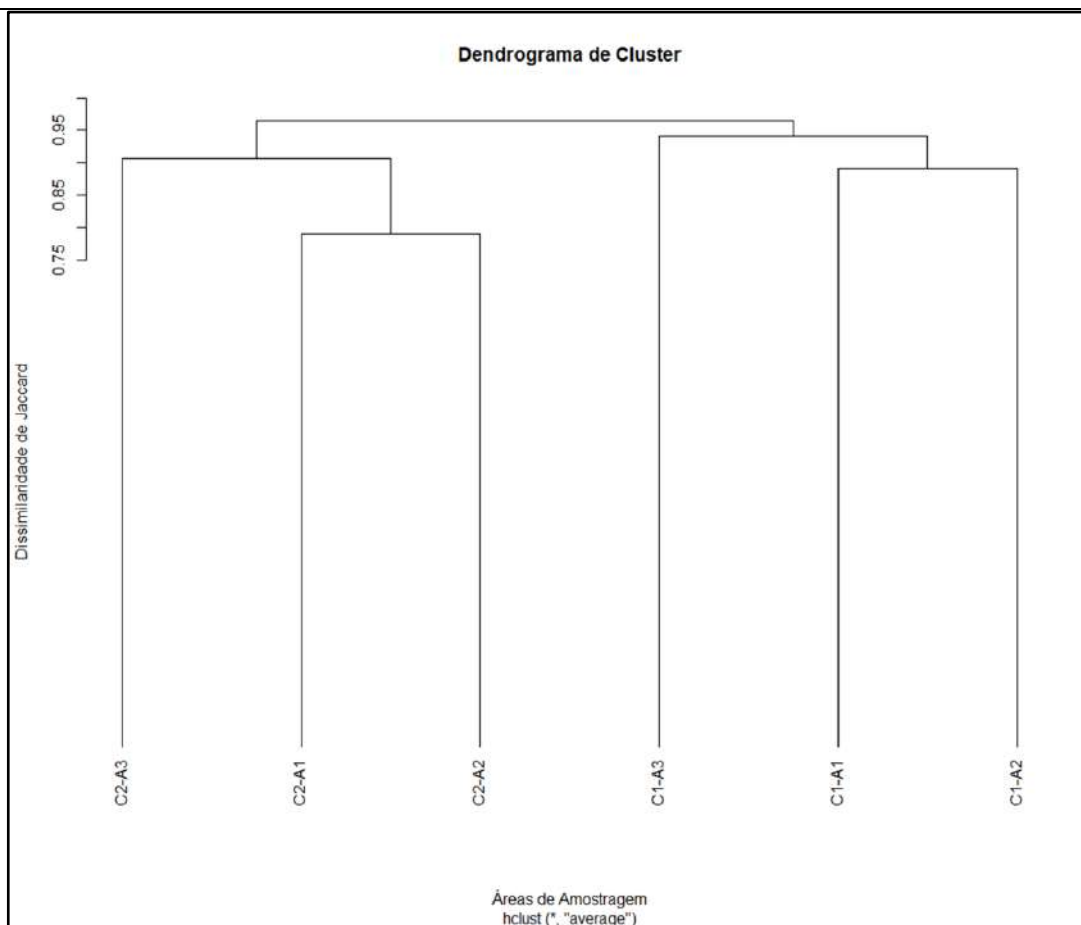


Gráfico 29 – Dendrograma de cluster gerado através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard, considerando todas as áreas e campanhas amostrais para o levantamento de entomofauna (ccc = 0,8676593).

Himenópteras Terrestres (Abelhas)

Em relação a fauna himenóptera ocorreram 21 registros pertencentes a oito taxa de abelhas, distribuídos em seis ordens e oito famílias, conforme apresentado no quadro abaixo. A riqueza registrada corresponde a 6,5% das espécies de possíveis ocorrências para a região ($S = 123$), dos taxa registrados três não constam nos dados secundários, sendo eles *Camargoia* sp.1, *Halictinae* sp.1 e *Paroxystoglossa* sp., isso demonstra que a diversidade de abelhas da região ainda não é completamente conhecida.

Quadro 75 – Himenóptera registrados na área de influência do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	SUBFAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
Hymenoptera	Apidae	Apinae	<i>Plebeia</i> sp.1	5		
			<i>Trigona pallens</i>		1	1
			<i>Trigona</i> sp.1	3		

ORDEM	FAMÍLIA	SUBFAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
			<i>Scaptotrigona</i> sp.1	1	1	5
			<i>Camargoia</i> sp.1			1
			<i>Trigonisca</i> sp.1		1	
		Halictinae	<i>Halictinae</i> sp.1	1		
			<i>Paroxystoglossa</i> sp.		1	

Considerando os registros dos taxa levantados, *Scaptotrigona* sp.1 foi o taxa com maior número de registros. As espécies desse gênero podem ser encontradas em um vasto território de clima tropical e subtropical que se estende do Rio Grande do Sul ao México (MORAES et al., 2000), além disso, reúne espécies que constroem seus ninhos em cavidades pré-existent (SILVEIRA et al., 2002).

Apesar da baixa diversidade de espécies de abelhas nativas registrada para a área de estudo, cabe destacar a importância da vegetação nativa, principalmente a fitofisionomia Cerrado *strictu sensu*, como forma de disponibilidade de alimento (pela polinização) e de abrigos (troncos e folhas). Diante disto, é fundamental que a supressão de vegetação nativa seja acompanhada para possíveis resgates de abrigos. Além disto, a supressão da vegetação nativa deve ser realizada apenas nas áreas onde de fato, seja necessário a implementação de estruturas voltados à implementação do aterro sanitário.

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e é aqui que as abelhas se destacam como principais polinizadores (GOTTSBERGER E SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006). Estudos anteriores sugerem que a apifauna do Cerrado apresenta maior riqueza e abundância de espécies do que outros biomas. A composição de espécies em áreas de Cerrado pode apresentar grande variação devido à composição florística (Silveira e Campos 1995). Além disso, a riqueza de espécies de abelhas pode ser ainda maior em regiões de ecótono entre áreas de Cerrado e Floresta Amazônica, e importante no que diz respeito aos limites de distribuição em qualquer um dos biomas considerados no local de transição. Um bom exemplo disso é o

estudo realizado nesse tipo de área de transição, que relatou que a comunidade de abelhas continha 15 espécies endêmicas da região amazônica, uma espécie endêmica do Cerrado e 27 espécies comuns à Floresta Amazônica e ao Cerrado (Almeida et al., 2019).

Insetos Vetores

Em relação entomofauna amostrada com a metodologia de armadilha luminosa, foram assinalados 93 registros pertencentes a 63 taxa de insetos, conforme apresentado no quadro abaixo. Dos taxa registrados nove não constam nos dados secundários, sendo eles *Curculionidae* sp.3, *Staphylinidae* sp.1, Chironomidae, Culicidae, Therevidae, *Brachycera* sp.2, *Vespoidea* sp.1, *Ichneumonoidea* sp.1 e Mantodea, demonstrando que a diversidade de insetos não é completamente conhecida na região.

Quadro 76 – Insetos Vetores registrados na área de influência do empreendimento.

ORDEM	FAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
Araneae	Araneae	Araneae sp.1	1		
Blattodea	Blattodea	Blattaria sp.1	1		
		Blattaria sp.2			1
Coleoptera	Curculionidae	Curculionidae sp.2		2	
		Curculionidae sp.3	1		
	Staphylinidae	Staphylinidae sp.1		2	
	Coleoptera	Coleoptera sp.10		10	
		Coleoptera sp.11	1	6	
		Coleoptera sp.12		1	
		Coleoptera sp.13		2	
		Coleoptera sp.14		1	
		Coleoptera sp.15		4	2
		Coleoptera sp.16		1	
		Coleoptera sp.17	1		
		Coleoptera sp.18	1		
		Coleoptera sp.19	1		
		Coleoptera sp.2	1	1	2
		Coleoptera sp.20	1	1	
		Coleoptera sp.21	1		
		Coleoptera sp.22	1		
		Coleoptera sp.23	2		

ORDEM	FAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
		Coleoptera sp.24		1	
		Coleoptera sp.25			1
		Coleoptera sp.26			1
		Coleoptera sp.3	2	1	
		Coleoptera sp.5	1		
		Coleoptera sp.6	1		
		Coleoptera sp.7		3	
		Coleoptera sp.9		3	1
Diptera	Chironomidae	Chironomidae sp.1	1		
	Culicidae	Culicidae sp.1			1
	Therevidae	Therevidae sp.1			1
	Diptera	Brachycera sp.2		3	
		Brachycera sp.3			2
		Brachycera sp.4			1
Hemiptera	Cicadidae	Cicadidae sp.1			2
	Hemiptera	Hemiptera sp.2	1		
		Hemiptera sp.3	1		1
		Hemiptera sp.4		2	1
		Hemiptera sp.5		1	
		Hemiptera sp.6		2	
		Hemiptera sp.7		1	
		Hemiptera sp.8		2	1
		Hemiptera sp.9			2
Hymenoptera	Formicidae	Formicidae sp.1	1		
		Formicidae sp.2			1
		Formicidae sp.4	1		
		Formicidae sp.5		4	
		Formicidae sp.6	4	7	
		Formicidae sp.7		1	
		Formicidae sp.8		1	
		Formicidae sp.9		2	
Vespoidea	Vespoidea	Vespoidea sp.1	4	1	1
		Ichneumonoidea sp.1	1		
Isoptera	Isoptera	Isoptera sp.1	6		4
		Isoptera sp.2	1	4	1
Lepidoptera	Lepidoptera	Lepidoptera sp.2	1	4	
		Lepidoptera sp.3	3		12
		Lepidoptera sp.4		1	
		Lepidoptera sp.5		2	
		Lepidoptera sp.6	1	3	1

ORDEM	FAMÍLIA	TAXA	A1	A2	A3
		Lepidoptera sp.7	1	10	5
Mantodea	Mantodea	Mantodea sp.1		1	3

Em relação aos insetos vetores, cabe destacar que na metodologia utilizada não foi possível a captura de nenhum taxa desse grupo. Contudo, quanto aos indivíduos da família de mosquitos Culicidae, foi passível a identificação apenas em nível de família. De forma geral, algumas espécies elencadas nesta família podem ser vetores de vírus ou arboviroses, como é o caso dos mosquitos do gênero *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* e *Wyeomyia*.

Desta forma, como o local, caso o empreendimento adquira suas respectivas licenças ambientais, deve receber os resíduos sólidos urbanos, onde, de forma geral contém muito recipientes de plástico e de outros materiais com grande potencial de acumular água das chuvas. Assim é fundamental que como forma de controle e evitar a disponibilidade de abrigos, os resíduos recebidos, logo que cheguem no aterro, já sejam cobertos por uma camada de terra. Além disto, é fundamental que hajam campanhas de monitoramento para verificar que essas medidas estejam sendo feitas, evitando a proliferação de mosquitos com grande potencial em transmitir doenças.

Ainda, é fundamental destacar que como muitos indivíduos só foram passíveis de identificar a subordem, como no caso de Brachycera e, levando em consideração que nesta subordem encontram-se as moscas (nas suas mais diversas espécies), é importante que o aterro e as camadas de resíduos sejam depositadas da melhor forma possível. Nos dados secundários ao menos seis espécies de moscas são passíveis de ocorrência na área de estudo. Além disto, as espécies de moscas, consideradas como domésticas são consideradas comuns, por isso o próprio nome. Contudo, observa-se que em resíduos sólidos, principalmente orgânico, como restos de comida e animais mortos, é comum a presença de larvas e ovos de diversas espécies de moscas, desde as domésticas quanto as varejeiras. Assim, o aterramento das camadas de resíduos, logo

quando chegam, também auxiliam no processo de controle. Cabe destacar também a relevância em monitorar as populações destes insetos nas áreas próximas, para averiguar possíveis impactos ambientais associados, principalmente levando em consideração os aspectos sanitários envolvidos com estes organismos.

De igual forma, observa-se o mesmo cenário com a ordem Blattodea, que apesar de que nesse estudo os indivíduos amostrados sejam de espécies nativas, é muito comum em residências e, conseqüentemente, em resíduos sólidos, principalmente de origem orgânica, as espécies *Blatella germanica* e *Periplaneta americana*. Também acaba sendo comum que juntamente com os resíduos coletados nos centros urbanos, essas espécies acabem indo parar nos aterros sanitários também, seja pela presença dos indivíduos, ovos (ooteca), e/ou ninfas. Como ocorre com os mosquitos e as moscas, o aterramento dos resíduos que chegam no local auxilia no processo de controle destes organismos. Além disto, o processo de separação, com o intuito de diminuir a disponibilidade de alimentos, principalmente relacionado aos resíduos de origem orgânica, também pode contribuir para o processo de controle das populações.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Durante as amostragens realizadas para este diagnóstico não foram registradas espécies de entomofauna ameaçadas de extinção.

Espécies Cinegéticas ou de Importância Econômica

Não foram registradas na área de estudos espécies consideradas cinegéticas ou de importância econômica para a entomofauna.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras – Incluindo Espécies Domésticas

Durante as amostragens realizadas na área de estudo não foram registradas espécies exóticas e/ou potencialmente invasoras.

8.2.3.7.4 Considerações Finais

Neste diagnóstico ocorreram 495 registros pertencente a 80 taxa diferentes. Durante as amostragens realizadas para este diagnóstico não foram registradas espécies de entomofauna ameaçadas de extinção, cinegéticas e/ou exóticas. Através do Índice de Dissimilaridade de Jaccard foi possível observar que o agrupamento formado foi representativo entre as áreas e campanhas de levantamento.

Quanto aos aspectos sanitário e de importância médica, relacionado principalmente com mosquitos, moscas e baratas, destaca-se que não houve registro de nenhuma taxa (identificado em nível de espécies), durante as amostragens. Contudo, cabe destacar que a família Culicidae teve ao menos um indivíduo presente. Além disto, a ordem Blattodea também esteve presente, assim como indivíduos da subordem Brachycera, que por sua vez, abrigam muitas espécies de moscas com importância sanitária e médica. Diante deste cenário, é fundamental que a metodologia de aterramento dos resíduos seja realizada da forma mais eficiente possível. Desta forma, é possível controlar o tamanho das populações evitando a propagação de determinadas espécies.

No que concerne as abelhas nativas, destaca-se uma baixa diversidade amostrada para a área de estudo. Contudo, dada a importância ambiental, destaca-se a relevância dos aspectos da supressão de vegetação nativa, principalmente Cerrado, no quesito diminuição de abrigos e diminuição na disponibilidade de sítios para alimentação. Ainda, salienta-se a influência de aspectos antrópicos, já existentes na área pretendida para implementação do CGR-Balsas, como por exemplo, extensas áreas agrícolas e de silvicultura. Assim, observa-se que a matriz de entorno, apesar de possuir vegetação nativa, sofre influência direta de pressões antrópicas.

8.2.3.7.5 Registros Fotográficos



Figura 136 – *Trigona pallens* (Apidae) e *Trigona* sp.1 (Apidae).



Figura 137 – *Camargoia* sp.1 (Apidae) e *Plebeia* sp.1 (Apidae).



Figura 138 – *Chironomidae* sp.1 (Diptera) e *Culicidae* sp.1 (Diptera).

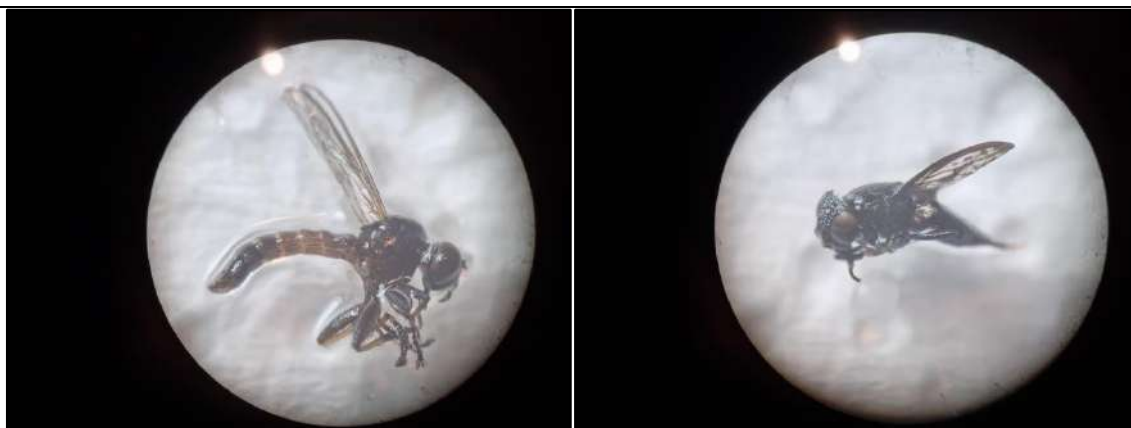


Figura 139 – Therevidae sp.1 (Diptera) e Brachycera sp.4 (Diptera).

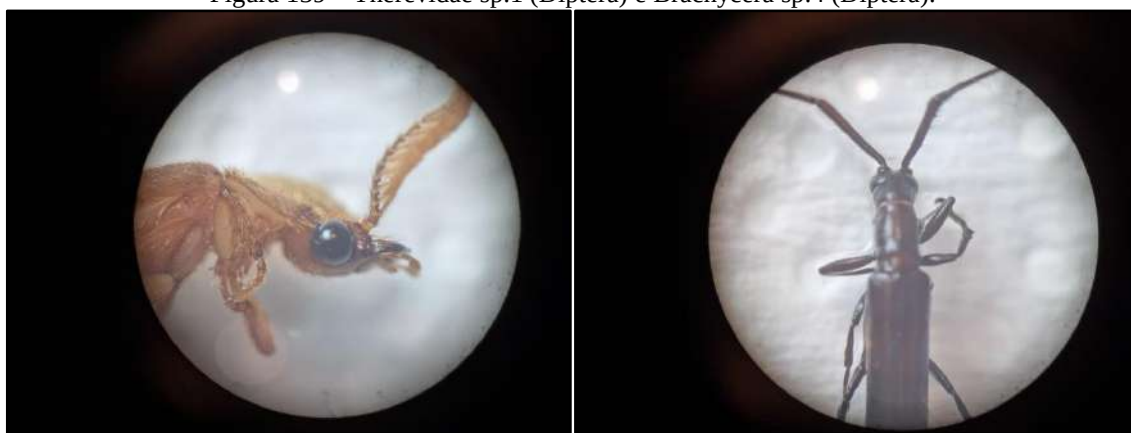


Figura 140 – Coleoptera sp.17 e Coleoptera sp.18.



Figura 141 – Hemiptera sp.3 e Ichneumonoidea sp.1 (Hymenoptera).

8.2.3.8 Ictiofauna

8.2.3.8.1 Introdução

No Brasil são gerados em média 380 kg de resíduos por habitante ao ano. Desse montante 41,6% ainda são destinados inadequadamente (ABRELPE, 2015). Mesmo sendo um

problema mundial, as consequências negativas da alta produção de resíduos sólidos são mais perceptíveis nos países em desenvolvimento, é um dos fatores de maior impacto ambiental que põe em risco a saúde pública (MATOS et al., 2011). Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010), 50,8% dos municípios brasileiros ainda depositam os resíduos sólidos em vazadouros a céu aberto (lixões) e 22,5% em aterros controlados. O problema é mais agravante na região norte do país, onde aproximadamente 59% dos municípios lançam seus resíduos em lixões (ABRELPE, 2010).

A destinação de resíduos de forma incorreta, diretamente no solo, a céu aberto, próximo a cursos hídricos, bem como através de queima não controlada, ainda são situações que ocorrem em grande escala nos municípios do país. A disposição incorreta gera degradação ambiental através de poluição da água, ar e solo, além da proliferação de vetores e de doenças. Esses efeitos danosos, com o passar dos anos, apresentam custos cada vez mais elevados para adoção de medidas de controle e remediação (ABRELPE, 2015). Dessa forma, um empreendimento de tratamento e disposição de resíduos municipais pode ser visto como uma importante solução para um problema ambiental e de saneamento.

A destinação incorreta de resíduos e contaminação de cursos hídricos podema afetar a comunidade de peixes, pois acarretam na alteração da qualidade da água e consequentemente a fauna aquática. Neste sentido foi realizado o levantamento da ictiofauna em uma área de estudo para a implantação do Aterro Balsas no município de Balsas no estado do Maranhão/BR. No Rio Ribeirão Bacaba, tributário do Rio das Balsas o qual é o maior afluente do rio Parnaíba, com mais de 500 Km de extensão, cortando o Sul do estado.

Esse grupo de fauna, segundo Casatti e Ferreira (2009), Karr (1981) e Cunico et al. (2012), dentre os diferentes organismos aquáticos, são considerados valiosos bioindicadores no nível de organismo, população e de comunidade, podendo dar um indicativo pré e pós

implantação. Devido à escassez de dados para o Rio em questão a busca de espécies de possível ocorrência foi estendida para toda bacia do Parnaíba.

Nos dados secundários de possível ocorrência foram contabilizadas 127 espécies para a Bacia do Rio Parnaíba. Em 2012 (RAMOS) amostrou 91 espécies ao longo de 27 pontos amostrais, as espécies generalistas foram as mais representativas no estudo. Foram catalogadas 37 espécies no baixo curso do Rio Parnaíba, espécies generalistas foram as mais abundantes (MELO, 2015). Um estudo mais recente na região central do Rio Parnaíba amostrou 59 espécies em 40 locais de amostragem (SILVA et al., 2023). São poucos os estudos realizados na bacia de modo geral, a ictiofauna pode ser ainda mais diversa.

Os peixes de água doce na sua maioria apresentam sazonalidade em seu período reprodutivo na procura de condições ambientais favoráveis que maximizem o desenvolvimento de sua prole (VAZZOLER, 1996). Entre essas condições encontram-se a temperatura, o regime de chuvas e as variações do nível da água, que ocasionam mudanças na abundância e disponibilidade dos recursos alimentares (LOWE-MCCONNEL, 1999; ABUJANRA et al., 2009).

Nesse sentido, além de levantamento da ictiofauna os estudos de ictioplâncton em ambientes aquáticos continentais fornecem informações relevantes para a compreensão da biologia e ecologia de espécies em estágios iniciais, pois algumas espécies tendem a ter uma gama maior de exigências são necessários gatilhos para a reprodução. Isso permite que sejam utilizadas técnicas de manejo e proteção das áreas de desova, alimentação e crescimento das larvas, procurando assim, garantir o equilíbrio da ictiofauna presente em uma bacia hidrográfica através de ações conservacionistas a fim de regulamentar também a atividade pesqueira promovendo assim, práticas de exploração sustentáveis (REYNALTE-TATAJE et al., 2008).

Assim, o levantamento de informações sobre a distribuição e composição taxonômica da ictiofauna, bem como amostragem de ictioplâncton fornecem importantes informações para o seu monitoramento futuro, manejo e conservação. Nesse sentido, o conhecimento dos processos ambientais que influenciam as relações das espécies com o ambiente, em especial para o ambiente aquático, constitui-se em uma abordagem eficiente para o melhor entendimento da composição e estruturação das assembleias de peixes.

8.2.3.8.2 Material e Métodos

O Aterro Sanitário localiza-se na zona rural do município de Balsas – MA. A área de interferência do empreendimento abrange também o Rio Ribeirão Bacaba, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. Foram definidos dois pontos de amostragem da ictiofauna e ictioplâncton, ponto 1: Jusante do empreendimento e ponto 2: montante do empreendimento. Ressalta-se que a amostragem de ictioplâncton ocorreu na estação chuvosa e apenas no ponto P1 jusante, por ser o único momento e local em que as condições eram favoráveis para a coleta das amostras (volume de água e correnteza).

Avaliação da Comunidade de Peixes

Para a amostragem de ictiofauna foram utilizados diferentes métodos, como redes de espera (emalhar), tarrafas, puçás e covos. Foram instaladas redes de espera nas malhas 1,5cm, 3cm e 5cm medidos entre nós com 5 metros de comprimento e 1,5 m de altura em cada ponto amostral ($n = 3$), um conjunto por ponto amostral ($n = 2$). As redes foram instaladas ao final da tarde e retiradas na manhã seguinte, permanecendo por aproximadamente 12 horas. Para cada ponto amostral foram executados 10 lances de tarrafas, para o uso dos puçás foram padronizados por tempo mínimo de permanência de 30 minutos, ainda foram instalados 3 covos

por ponto amostral com iscas de espera na intenção de atrair os indivíduos, esses foram dispostos ao entardecer e retirados na manhã seguinte, permanecendo aproximadamente 12 horas

Quadro 77.

Quadro 77 – Aparelhos de pesca utilizados para monitorar a ictiofauna no Rio Ribeirão Bacaba na área de influência da construção do Aterro Sanitário, Balsas/MA.

METODOLOGIA	ESFORÇO AMOSTRAL POR CAMPANHA	ESFORÇO AMOSTRAL TOTAL (2 CAMPANHAS)
Redes de espera simples	(15m redes x 1,5m; 12 HORAS; 2 pontos) 810 m ² /h	1620 m ² /h
Tarrafa	(10 lances x 2 pontos) 20 lances	40 lances
Puçá	(30 minutos x 2 pontos) 60 minutos	120 minuto
Covó	(3 unidades x 12 horas x 2 pontos) 72 horas	144 horas

Abaixo seguem imagens da realização das metodologias de amostragem da ictiofauna nos dois pontos amostrais no Rio Ribeirão Bacaba, nas duas campanhas amostrais. Campanha seca setembro/2023 e chuvosa dezembro/2023.





Figura 142 - Instalação das metodologias de captura da ictiofauna no Rio Ribeirão Bacaba, na estação seca setembro/2023, Balsas/MA. Rede de espera; puçá; covo e tarrafa.



Figura 143 - Instalação das metodologias de captura da ictiofauna no Rio Ribeirão Bacaba, na estação chuvosa dezembro/2023, Balsas/MA. Rede de espera; puçá; covo e tarrafa.

Os exemplares coletados foram identificados, conforme literatura disponível para a bacia do Parnaíba medidos em campo e soltos novamente próximo ao ponto de coleta, alguns exemplares foram coletados para serem analisados em laboratório e confirmação taxonomica.



Figura 144 - Identificação dos exemplares de peixes amostrados no Rio Ribeirão Bacaba.

Ictioplâncton

Para a amostragem de ictioplâncton foram utilizadas redes de plâncton do tipo cônico-cilíndricas, de malha 0,5 mm e 1,5m de comprimento (NAKATANI, et. al., 2001) onde foi acoplado um fluxômetro mecânico para posterior obtenção do volume de água filtrada (Figura 145). A amostragem só foi possível de ser realizada em um ponto amostral devido as condições do ambiente, visto que as amostragens foram realizadas de modo passivo. A rede ficou disposta a partir de uma corda transversal no rio, sendo a posição da rede regulada por cabos e depressores (poitas). As amostragens foram realizadas nos horários das 20:00 h e 08:00 h, com tempo de exposição 30 minutos, em cada horário. Esses horários foram estabelecidos devido as pesquisas na literatura que demonstram ser os de maiores atividades reprodutivas dos peixes, ao anoitecer que diminui a visibilidade dos ovos e larvas evitando a predação e ao amanhecer em que as temperaturas voltam a ficarem elevadas e peixes diurnos tendem a aproveitar esse horário.



Figura 145 - Amostragem de ictioplâncton com fluxômetro acoplado no Rio Ribeirão Bacaba, dezembro/2023.

Todo o material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixados no álcool a 90% e transportados para o laboratório para triagem. Através de sondas foram mensuradas as variáveis ambientais para determinar a qualidade da água, como a transparência (cm), oxigênio dissolvido (mg/l), temperatura (°C), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH e velocidade (m/s), com essas informações pode ser verificado se alguma variável possa ter influenciado no resultado (Figura 146).



Figura 146 - Medição das variáveis ambientais com o multiparâmetro.

As amostras foram triadas com auxílio de um microscópio estereoscópio, sob uma placa e as larvas foram separadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível, de acordo com (NAKATANI et al., 2001; REYNALTE-TATAJE, ZANIBONI-FILHO, 2008). Caso tenham espécimes nas amostras, a identificação das larvas fixadas consiste na separação dos espécimes

nos níveis genérico e específico, mediante análise morfométrica e merística, com base nas descrições, chaves e ilustrações publicadas na literatura especializada. Abaixo seguem imagens do processo de triagem das amostras.



Figura 147 – Triagem das amostras de icteoplâncton amostradas no Rio Ribeirão Bacaba.

Análise da composição e abundância das espécies

A partir dos dados coletados em campo, foram confeccionadas tabelas e figuras contendo as espécies identificadas, o total de exemplares coletados, a biomassa e número de indivíduos para cada ponto de amostragem e campanha.

Em relação ao status de ameaça de extinção foram consideradas a lista internacional (IUCN, 2023) e nacionais (Portaria MMA nº 444/2014 e MMA nº 445/2022), bem como classificadas como espécies sensíveis a mudanças ambientais, e que apresentam importância econômica.

Índices de Diversidade

Os dados obtidos para ictiofauna foram analisados estatisticamente, sendo avaliados os valores de riqueza, abundância, diversidade e a equitabilidade da comunidade peixes em cada unidade amostral.

A diversidade de espécie refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região. A diversidade pode ser subdividida em dois grupos: riqueza e equitabilidade. A riqueza refere-se ao número de espécies presentes em uma determinada área, enquanto a equitabilidade diz respeito à distribuição de indivíduos entre as espécies. Áreas mais ricas e com maior equitabilidade entre as espécies apresentarão maiores índices de diversidade.

O Índice de Diversidade de Shannon dá maior peso para as espécies raras e quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade da população em estudo (MAGURRAN, 1988). É um dos índices mais usados, pois, uma vez que utiliza a base de logaritmos naturais, as propriedades matemáticas de H' apresentam maior consistência e coerência (HUTCHESON, 1970).

Já o índice de Equitabilidade de Pielou (J') mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Seu valor máximo é 1 e a proximidade a este valor revela o quanto as espécies são igualmente abundantes.

O índice de Simpson (D) é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (SIMPSON, 1949). Varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

Os dendrogramas de similaridade foram confeccionados a partir dos dados de riqueza e abundância em cada unidade amostral considerando as campanhas separadamente. Visando identificar possíveis similaridades entre a comunidade de mamíferos estudada, foi realizado um comparativo entre as áreas, utilizando a análise de Cluster (índice de Dissimilaridade de Jaccard). Os dados foram compilados em uma matriz de presença-ausência, gerando dendrogramas executados pelo Programa R (R CORE TEAM, 2008).

8.2.3.8.3 Resultados e Discussão

Espécies de possível ocorrência na região do empreendimento

Para a região do empreendimento não foram encontrados estudos referente a ictiofauna, sendo assim as buscas foram estendidas para toda a bacia do Rio Parnaíba, podem ocorrer 127 espécies de peixes nativos, pertencentes a onze ordens sendo os Characiformes (S = 57) e Siluriformes (S = 39) as mais representativa, não foram verificadas a presença de espécies exóticas nos estudos analisados (Quadro 79).

Quadro 78 - Referência bibliográfica utilizada para o levantamento dos dados secundários referentes as espécies da ictiofauna de possível ocorrência para a região do empreendimento.

REFERÊNCIA	AUTORES, ANO	ESTUDO
R1	RAMOS, 2012	Ictiofauna de água doce da Bacia do Rio Parnaíba
R2	SILVA et al., 2023	Ichthyofauna of the Nascentes do Rio Parnaíba National Park: watershed divide in the main agricultural encroachment area in the Brazilian Cerrado
R3	MELO, 2015	Ictiofauna baixo curso do Rio Parnaíba, PI

Abaixo seguem listadas as espécies de possível ocorrência e seu *status* de conservação e as espécies registradas durante o diagnóstico de fauna (Quadro 79).

Quadro 79 – Lista das espécies de peixes de possível ocorrência na região da futura AHE Porto Ferreira.

N	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3
1	Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Paratrygon signata</i>		x		
2			<i>Potamotrygon orbignyi</i>				x
3	Clupeiformes	Pristigasteridae	<i>Pellona flavipinnis</i>		x		

N	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3
4		Engraulidae	<i>Anchovia surinamensis</i>		x		
5			<i>Anchoviella guianensis</i>		x		
6			<i>Anchoviella lepidentostole</i>		x		x
7			<i>Pterengaulis atherinoides</i>		x		
8			<i>Lycengraulis batesii</i>		x		x
9	Characiformes	Parodontidae	<i>Apareiodon itapicuruensis</i>		x		
10			<i>Apareiodon sp.1</i>			x	
11			<i>Apareiodon sp.2</i>			x	
12			<i>Apareiodon davisii</i>		x		
13		Curimatidae	<i>Curimata macrops</i>		x		
14			<i>Curimatella immaculata</i>		x	x	x
15			<i>Psectrogaster rhomboides</i>		x		
16			<i>Steindachnerina notonota</i>		x	x	
17		Prochilodontidae	<i>Prochilodus lacustris</i>		x		
18		Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i>		x	x	
19			<i>Leporinus piau</i>		x	x	
20			<i>Megaleporinus obtusidens</i>		x	x	
21			<i>Leporinus reinhardti</i>				x
22			<i>Schizodon rostratus</i>		x		x
23		Chilodontidae	<i>Caenotropus labyrinthicus</i>			x	x
24		Crenuchidae	<i>Characidium zebra</i>		x	x	x
25			<i>Characidium tapuia</i>			x	
26			<i>Characidium sp.</i>			x	
27		Hemiodontidae	<i>Hemiodus argenteus</i>		x		
28			<i>Hemiodus paraguayae</i>		x	x	x
29		Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>			x	
30			<i>Metynnis lippincottianus</i>		x		
31			<i>Pygocentrus nattereri</i>		x		
32			<i>Myloplus asterias</i>		x		
33			<i>Serrasalmus rhombeus</i>		x		
34			<i>Astyanax lacustris</i>		x		x
35		Characidae	<i>Psalidodon fasciatus</i>		x	x	
36			<i>Brachyhalcinus parnaibae</i>		x	x	
37			<i>Bryconamericus sp.</i>		x	x	
38			<i>Bryconops affinis</i>		x		
39			<i>Bryconops cf. melanurus</i>		x	x	
40			<i>Compsura heterura</i>		x	x	
41			<i>Creagrutus sp 1</i>		x		
42			<i>Hemigrammus brevis</i>			x	
43			<i>Hemigrammus marginatus</i>			x	x
44			<i>Hemigrammus rodwayi</i>			x	
45			<i>Hemigrammus sp.1</i>		x	x	x
46			<i>Hasemania sp.</i>			x	
47			<i>Hyphessobrycon sp.</i>			x	x
48			<i>Jupiaba polylepis</i>		x	x	x
49			<i>Knodus victoriae</i>		x	x	x
50			<i>Moenkhausia sp.</i>		x		
51			<i>Moenkhausia dichroura</i>		x		x
52			<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>		x	x	

N	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3
53			<i>Psellogrammus kennedyi</i>		x		x
54			<i>Phenacogaster calverti</i>		x	x	x
55			<i>Poptella compressa</i>		x		
56			<i>Roeboides sazimai</i>		x		x
57			<i>Roeboides margareteae</i>		x		x
58			<i>Serrapinnus heterodon</i>		x	x	
59			<i>Serrapinnus piaba</i>		x		x
60			<i>Serrapinnus sp.</i>			x	
61			<i>Tetragonopterus argenteus</i>		x		x
62		Triporthidae	<i>Triporthus signatus</i>		x	x	
63		Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>		x		
64		Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>		x	x	
65			<i>Hoplias malabaricus</i>		x	x	
66	Siluriformes	Callichthyidae	<i>Aspidoras raimundi</i>		x	x	
67			<i>Aspidoras sp.</i>			x	
68			<i>Callichthys callichthys</i>			x	
69			<i>Corydoras julii</i>		x		
70			<i>Corydoras sp.</i>			x	
71			<i>Corydoras treitlii</i>		x		x
72			<i>Hoplosternum littorale</i>		x		x
73		Loricariidae	<i>Ancistrus damasceni</i>		x	x	
74			<i>Parotocinclus haroldoi</i>		x		
75			<i>Hypostomus sp. 1</i>		x	x	x
76			<i>Hypostomus sp. 2</i>		x		x
77			<i>Hypostomus sp. 4</i>		x		
78			<i>Hypostomus sp. 5</i>			x	
79			<i>Hypostomus velhomonge</i>			x	
80			<i>Loricaria parnahybae</i>		x	x	
81			<i>Parotocinclus cabessadecua</i>			x	
82			<i>Loricariichthys derbyi</i>		x		x
83		Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia sp.</i>			x	
84			<i>Imparfinis sp.</i>			x	
85			<i>Phenacorhamdia cabocla</i>			x	
86			<i>Rhamdia quelen</i>		x	x	
87			<i>Pimelodella steindachneri</i>		x		
88			<i>Pimelodella parnahybae</i>			x	x
89			<i>Pimelodella sp.</i>				
90		Doradidae	<i>Hassar affinis</i>		x		
91			<i>Platydoras brachylecis</i>		x		
92		Auchenipteridae	<i>Ageneiosus sp.1</i>		x		
93			<i>Parauchenipterus sp.</i>				x
94			<i>Auchenipterus menezesi</i>		x		
95			<i>Centromochlus sp.</i>				
96		Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>		x		
97			<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>		x		
98			<i>Pimelodus blochii</i>		x		
99			<i>Pimelodus ornatus</i>		x		
100			<i>Pimelodus maculatus</i>		x	x	
101			<i>Pimelodus sp.1</i>			x	

N	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	CATEGORIA DE AMEAÇA	R1	R2	R3
102			<i>Pimelodus sp. 2</i>		x		
103			<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>		x		
104			<i>Sorubim lima</i>		x		
105		Gymnotidae	<i>Gymnotus aff. carapo</i>			x	
106			<i>Eigenmannia virescens</i>		x		x
107		Sternopygidae	<i>Eigenmannia sp.</i>		x		
108			<i>Sternopygus macrurus</i>		x		
109		Rhamphichthyidae	<i>Rhamphichthys rostratus</i>		x		
110		Apteronotidae	<i>Apteronotus sp.</i>		x		
111		Rivulidae	<i>Melanorivulus parnaibensis</i>			x	
112		Poeciliidae	<i>Pamphorichthys hollandi</i>				x
113			<i>Pamphorichthys sp.</i>		x		
114		Belonidae	<i>Pseudotylorus microps</i>		x		
115		Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>		x		x
116			<i>Synbranchus madeirae</i>			x	
117		Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i>				x
118		Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>		x		x
119			<i>Aequidens tetramerus</i>			x	
120			<i>Cicla monoculus</i>		x		
121			<i>Cichlasoma orientale</i>			x	x
122			<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>		x	x	
123			<i>Crenicichla menezesi</i>		x	x	x
124			<i>Crenicichla sp.2</i>			x	
125			<i>Geophagus parnaibae</i>		x	x	x
126			<i>Satanoperca jurupari</i>		x		
127		Achiriidae	<i>Trinectes paulistanus</i>		x		
	Riqueza total por referência				91	59	37

Espécies registradas na ADA e AID

Todas espécies amostradas foram na área da AID, não estando localizadas na área que será implantado o empreendimento, no entanto faz-se necessário o monitoramento desse curso hídrico, bem como de áreas úmidas afim de detectar a continuidade dessas espécies durante e após a instalação do empreendimento.

Riqueza e Abundância de Espécies

No estudo ocorrido entre em setembro e dezembro de 2023 foram capturados 113 peixes divididos em três ordens, 6 famílias, 8 espécies e dois morfotipos identificados até gênero

(Quadro 80). Quanto a composição das espécies, as ordens mais representativas foram os Characiformes ($S = 7$) e Cichliformes ($S = 2$), os Cyprinodontiformes tiveram apenas uma espécie registrada (Gráfico 30). A ordem Characiformes é uma das mais abundantes entre os peixes de água doce, compreendendo 23 famílias, 270 gêneros e 2.079 espécies (ESCHMEYER & FONG, 2015), com sua maior diversidade ocorrendo na região Neotropical, onde predominam na maior parte dos ambientes de água doce (LOWE-MCCONNELL, 1975; WINEMILLER, 1996).

Quanto a distribuição de espécies por família, Characidae se destacou com maior número de espécies ($S = 3$), as demais famílias apresentaram duas ou uma espécie cada. Em termos de abundância, a ordem mais abundante foi a Characiforme 86,7% dos indivíduos amostrados pertencem a essa ordem, seguido dos Cichliformes com 7,1% das capturas.

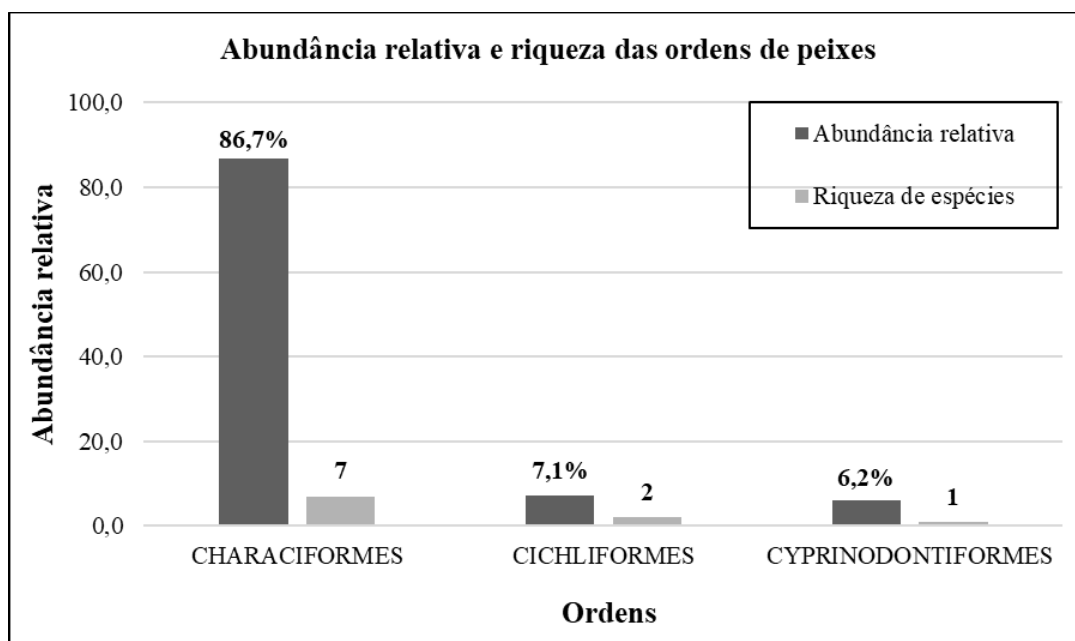


Gráfico 30 - Riqueza de espécies registrada por ordem amostrada.

A assembleia de peixes capturada apresentou espécies que se enquadram em três estratégias reprodutivas distintas. As espécies sedentárias (SD) que representaram 50%, como *Moenkhausia sanctaefilomenae*, *Hemigrammus* sp., *Hyphessobrycon* sp., *Metynnis lippincottianus*. Espécies que realizam cuidado parental (CP) representaram 40%, sendo essas

espécies representantes das famílias Erythrinidae e Cichlidae, *Hoplias malabaricus*, *Hoplerethrinus unitaeniatus*, *Aequidens tetramerus* e *Satanoperca jurupari*. E uma espécie migradora de curta distância (CD) *Steindachnerina notonota* representando apenas 10%.

Dentre os 10 táxons registrados, sete mantiveram se constantes nas duas camaphas amostrais, indicando que a ictiofauna local se mantém constante dentre períodos distos de condições ambientais. Ainda foi possível observar através do tamanho das espécies que as mesmas são classificadas de pequeno a médio porte, variando de 2,6 cm a 26,8 cm, indivíduos de menor porte foram coletados principalmente no puçá e os de maior porte em redes de emalhar. A estação que apresentou maior abundância de peixes foi estação da primavera (chuvosa) representando 66,4% (campanha 2 – 75 indivíduos) do total de peixes capturados para todo o estudo. Em seguida, a estação seca (campanha 1 – 38 indivíduos) do total de peixes capturados, correspondendo a 33,6% do total de capturas (Quadro 80).

Quadro 80 – Lista dos táxons dos peixes em cada campanha de amostragem no Rio Ribeirão Bacaba em setembro e dezembro/2023. Or.: Origem da espécie; N: Espécie nativa; E.R.: Estratégia reprodutiva, SD: Sedentária; CD: Migrador de curta distância; CP: Cuidado parental; Número total de indivíduos capturados em cada campanha, tamanho médio dos indivíduos amostrados. Constancia= 1 capturada apenas em uma campanha, 2 capturada nas duas campanhas. Status de conservação: LC= pouco preocupante; DD= dados insuficientes. Método de captura: Rede de espera (Rd); Covo (Cv); Tarrafa (Tr), Puça (Pc).

Ordem/Família/Espécie	Nome comum	Status	Or.	E.R.	Campanhas		Média de tamanho (cm)	Constância	Método de captura
					set/23	dez/23			
CHARACIFORMES									
Characidae									
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> (Steindachner, 1907)	Lambari-olho-de-fogo	LC	N	SD	4	23	7,8	2	Rd; Cv
<i>Hemigrammus</i> sp.	Piabinha	LC	N	SD	13	4	3,2	2	Pc
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	Tetra sangue	LC	N	SD		2	3,3	1	Pc
Curimatidae									
<i>Steindachnerina notonota</i> (Miranda Ribeiro, 1937)	Biru/ Saguiru/Piabussu	LC	N	CD	1	2	6,6	2	Rd; Tr
Erythrinidae									
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Traíra	LC	N	CP	5	8	26,8	2	Rd; Cv
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Jeju	LC	N	CP		10	23	1	Rd
Serrasalminidae									
<i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)	Dólar de prata/Pacu prata	LC	N	SD	10	16	7,1	2	Rd; Tr, Cv
CICHLIFORMES									
Cichlidae									
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	Acará/Acará de sela	LC	N	CP	1		8	1	Tr
<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	Cará bicudo	LC	N	CP	2	5	10,6	2	Rd; Tr
CYPRINODONTIFORMES									
Rivulidae									
<i>Melanorivulus parnaibensis</i> (Costa, 2003)	Peixe-anual/Killifish	DD	N	SD	2	5	2,6	2	Pc
Riqueza de espécies	10				8	9			



Ordem/Família/Espécie	Nome comum	Status	Or.	E.R.	Campanhas		Média de tamanho (cm)	Constância	Método de captura
					set/23	dez/23			
Abundância de indivíduos	93				38	75			

As espécies mais abundantes durante o diagnóstico foram o Lambari-olho-de-fogo *Moenkhausia sanctaefilomenae* representando 23,9% do total de indivíduos amostrados (Gráfico 31), pertence a família Characidae, um grupo dominante entre os peixes de água doce da América do Sul (BRITSKI et al., 1999). Essa espécie foi amostrada nas duas campanhas, possuem táticas reprodutivas eficientes, produção de numerosos ovos, rápida embriogênese e eclosão (REYNALTE-TATAJE et al. 2008; HIRT et al. 2011) esses fatores possibilitam que esses indivíduos sejam dominantes em vários rios do Brasil (AGOSTINHO et al. 1995; OLIVEIRA et al. 2008). Não apresenta cuidado parental, e a primeira maturação gonadal nas fêmeas ocorre com 21 mm e nos machos com 22 mm (SUZUKI; VAZZOLER; MARQUES; LIZAMA; INADA, 2004).

A espécie habita rios, riachos e lagoas das planícies de inundação dos rios Parnaíba, São Francisco, Alto Paraná, bacia do rio Paraguai e Uruguai (REIS et al. 2003). Os indivíduos podem alcançar um comprimento máximo de 70 mm e são encontrados em áreas com extensa vegetação subemersa e emergente. São ágeis nadadores e ocupam da meia água a superfície para coletar itens alimentares (MACHADO-ALLISON 1987, CASATTI et al. 2001). A espécie pode ser visualizada na Figura 148 em registros fotográficos.

A segunda espécie mais abundante foi o Dólar de prata/Pacu prata *Metynnis lippincottianus*, representou 23% do total amostrado na campanha. *Metynnis* Cope, 1878, é um dos gêneros da família mais ricos em espécies, sendo atualmente representado por 28 espécies nominais, das quais apenas 14 são consideradas válidas (PAVANELLI et al., 2009). As espécies de *Metynnis* encontram-se amplamente distribuídas na América do Sul. *M. lippincottianus* apresenta fecundação externa, com a fêmea liberando cerca de 2 mil ovos, os quais eclodem em três dias e as larvas começam a se alimentar a partir do oitavo dia. É apreciada na aquariofilia, pelo padrão de coloração, com várias máculas pelo corpo e colorido alaranjado das nadadeiras.

Foi observado que a espécie está comumente associada a ambientes lênticos e com bancos de macrófitas (OTA, 2015).

Ainda, dentre as espécies registradas cabe destaque para o Killifish *Melanorivulus parnaibensis*, pertence a família Rivulidae (ordem Cyprinodontiformes) é uma das quatro mais diversificadas entre as 39 famílias de peixes de água doce do Brasil. Ocorre nas Américas, entre o México e a Argentina, e possui mais de 320 espécies válidas. *M. parnaibensis* é endêmica da bacia do Parnaíba (COSTA, 2003), diferente da maioria dos rivulídeos essa espécie é “não anual”, são peixes de pequeno porte, raramente chegando aos dez centímetros de comprimento total, que vivem em ambientes aquáticos rasos, parcial ou completamente isolados de rios e lagos, como as áreas marginais de riachos ou brejos perenes (ICMBIO, 2013).

Os peixes representantes dessa família são alvo dos aquarofilistas, devido as formas e cores exuberantes, bem como, seus habitats rasos e lênticos, o que as tornam mais vulneráveis às ações predatórias antropogênicas (COSTA, 2002). Como as áreas em que foi amostrada essa espécie estão fora da ADA ocorre baixo risco da mesma ser afetada, porém faz se necessário o monitoramento bem como manutenção da qualidade da água. Imagem da espécie pode ser verificada na Figura 152.

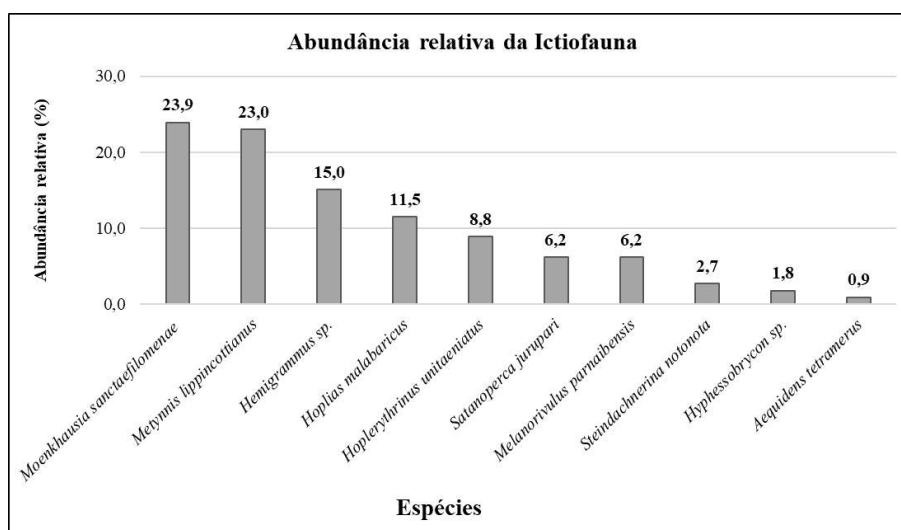


Gráfico 31 - Abundância relativa das espécies registradas nas duas campanhas no Rio Ribeirão Bacaba.

Riqueza e abundância do Ictioplâncton

Dentre as amostras de ictioplâncton analisadas não ocorreram registros de ovos e larvas durante a campanha de primavera. Abaixo segue a tabela das variáveis ambientais registradas nos diferentes horários (20:00 e 08:00), no P1= Jusante.

Quadro 81 – Variáveis abióticas observadas nos diferentes horários na amostragem em dezembro de 2023 no Rio Ribeirão Bacaba.

Ponto	Horário	Variáveis Ambientais			
		Temperatura (C°)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	pH	Velocidade (m³/s)
P1	20:00	25	6,3	6,2	785
P1	08:00	23,2	6,5	6,1	923

Na triagem das amostras coletadas não foram observados ovos e nem larvas de ictioplâncton, no entanto não podemos aferir que nesse local não ocorra reprodução dos peixes, principalmente pelo fato das espécies amostradas serem principalmente sedentárias e terem sido verificados indivíduos juvenis no local amostral. Alguns fatores podem ter influenciado na ausência de ictioplâncton, dentre eles a temperatura da água, que pode ser considerado o principal fator para o gatilho reprodutivo, até mesmo a dificuldade de amostragem, visto que pelo fato de ser um ambiente represado de característica lântica não ter sido possível a amostragem no local de reservação da água, as amostragem foram realizadas a jusante do barramento onde esco a água oriunda do reservatório, pois esse ambiente é semi-lótico possibilitando a filtragem na rede de plâncton.

Indicadores Ecológicos

Foram calculados os indicadores ecológicos, considerando apenas os dados padronizados obtidos através dos métodos quantitativos. Neste tópico são apresentados o Índice de Diversidade de Shannon, o Índice de Equitabilidade de Pielou e o Índice de Dominância de

Simpson para cada unidade amostral e para o somatório total dos dados, o resultado das análises podem ser verificados na

Quadro 82. As análises relacionadas à estrutura da comunidade de peixes, para os dados obtidos no presente estudo, mostraram que os pontos amostrais foram semelhantes em termos de riqueza de espécies.

O Índice de Diversidade de Shannon total, que leva em consideração a abundância das espécies, o valor resultante foi baixo de ($H' = 2,85$), demonstrando baixa diversidade encontrada na amostra de maneira geral.

A Equitabilidade de Pielou ($J = 0,86$) obtida neste estudo demonstra que as abundâncias das espécies registradas estão distribuídas regularmente na amostra, ou seja, as espécies são igualmente abundantes, o P2 teve valor próximo a 1 ($J = 0,90$) demonstrando que as espécies são igualmente abundantes.

Já o Índice de Dominância de Simpson expressa a dominância de espécies e a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem da mesma espécie, assim uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância. O valor estimado do índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior. Neste estudo o valor geral obtido foi baixo ($DS = 0,24$), sugerindo que não há probabilidade de que a dominância de espécies seja maior que a diversidade, corroborando o valor encontrado para o Índice de Shannon.

Quadro 82 - Índices de diversidade para a assembleia de peixes capturados nos pontos de amostragem e campanhas realizada na área de influência do Aterro Sanitário, Balsas/MA.

	Índice de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J)	Dominância de Simpson (D)
P1	2,66	0,83	0,24
P2	2,728	0,90	0,27
TOTAL	2,85	0,86	0,24

Comparação entre os pontos amostrais (sazonalidade)

A análise de similaridade entre as áreas amostradas e as campanhas realizadas, foi elaborada com os dados de abundância acumulados por todos os métodos aplicados nas duas campanhas, excluindo-se informações coletadas fora dos métodos padronizados. Foi verificado dois agrupamentos distintos entre campanhas e pontos amostrais. O primeiro agrupamento foi entre a C1-P1 e C2-P2 estando relacionado com a riqueza de espécies e composição taxonômica semelhante. O segundo agrupamento formado foi entre C1-P2 e C2-P1 estando diretamente relacionado com a mesma riqueza de espécies. O valor do Coeficiente de Correlação Cofenética elevado ($ccc = 0,72$), demonstrando que o agrupamento formado foi representativo.

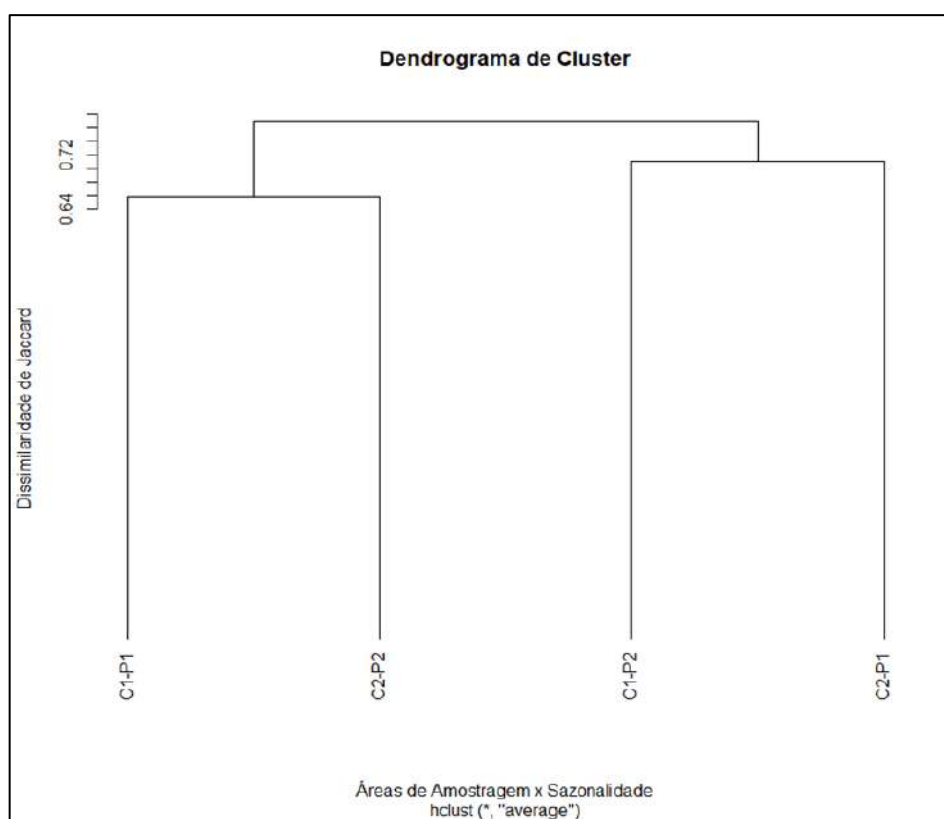


Gráfico 32 - Dendrograma de dissimilaridade de Jaccard entre as unidades amostrais e as campanhas realizadas.
C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2: Pontos amostrais.

No quadro abaixo pode ser verificada a matriz de dados que gerou o dendrograma de Cluster e conforme os pontos e campanhas amostrais.

Quadro 83 - Índice de Dissimilaridade (Jaccard) entre as unidades amostrais de e as campanhas realizadas. C1-C2: Campanhas 1 e 2; P1, P2: Pontos amostrais.

	C1-P1	C1-P2	C2-P1
C1-P2	0.7694419		
C2-P1	0.7694419	0.7111111	
C2-P2	0.6585366	0.7694419	0.7694419

Grau de Sensibilidade às alterações ambientais

O maior número de registros (n = 107) pertence a peixes categorizados como de baixa sensibilidade ambiental, corroborando o hábito das espécies que são generalistas. Para as espécies que média sensibilidade ambiental foram registrados n = 6 indivíduos pertencentes a espécie *Melanorivulus parnaibensis*. A espécie de Rivulidae foi classificada com de média sensibilidade pois as espécies pertencentes a essa família depositam seus ovos em sedimentos e é endêmica da bacia do Parnaíba (COSTA, 2003), seus dados na lista de fauna ameaçada são insuficientes (DD). Porém a espécie amostrada é um rivulídeo não anual, sendo assim o mesmo pode ser encontrado em poças perenes e intermitentes. Ainda que, os locais de amostragem da ictiofauna localizaram-se fora da área Diretamente atingida pelo empreendimento.

Espécies Ameaçadas de Extinção, Raras, Endêmicas ou Migratórias

Considerando a Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, publicada em 08 de junho de 2022 pelo Ministério do Meio Ambiente (Portarias MMA nº. 147/2022) e a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção Internacional (IUCN, 2022), não foram capturadas espécies ameaçadas no presente estudo e nem com hábito migrador.

Espécies Cinegéticas ou de importância econômica

Algumas espécies capturadas no presente estudo, apresentam importância econômica para aquarismo, como *Moenkhausia sanctaefilomenae*, *Hyphessobrycon sp.*, *Aequidens*

tetramerus. Outras espécies apresentam importância econômica, destinados ao consumo humano direto na forma do peixe inteiro, filé ou posta. Algumas espécies *H. malabaricus* e *H. unitaeniatus* fazem parte da dieta da população local.

Espécies Exóticas e Potencialmente Invasoras

Nos estudos utilizados para levantamento da ictiofauna de possível ocorrência não foram registradas espécies exóticas, porém algumas espécies são comumente utilizadas na alimentação e criação em tanques e açudes, como a tilápia *Oreochromis niloticus* e a carpa-comum *Cyprinus carpio*. No estudo para área de influência da construção do Aterro Sanitário no Rio Ribeirão Bacaba não foram capturadas espécies exóticas ou invasoras,

A maior problemática atrelada a essas espécies é o grande potencial de se tornar uma praga nos ambientes aquáticos onde é introduzida, por serem invasoras bem sucedidas, pois provoca uma redução na abundância de certos microcrustáceos planctônicos, um aumento na biomassa de algas e uma redução na transparência da água. Esses efeitos podem afetar negativamente o recrutamento de outras espécies de peixe que se alimentam essencialmente de zooplâncton na fase jovem e se orientam visualmente para localizar e capturar suas presas, ainda, por vezes competem por locais de desova tanto com espécies da mesma família que também realizam cuidado da prole, bem como com espécies que não competem por território e nem apresentam cuidado parental, provocando o declínio dos estoques das espécies de peixes nativas dos Rios onde se tornam invasoras.

8.2.3.8.4 Considerações Finais sobre a Ictiofauna

O levantamento da ictiofauna Rio Ribeirão Bacaba identificou dez na área de influência do Aterro Sanitário, o total de indivíduos amostrados foi de (n= 113), esses distribuídos em três

ordens e seis famílias. Dentre os 10 táxons registrados, sete mantiveram se constantes nas duas campanhas amostrais. As espécies mais abundantes durante o diagnóstico foram o Lambari-olho-de-fogo *Moenkhausia sanctaefilomenae* representando 23,9% do total de indivíduos amostrados, a segunda espécie mais abundante foi o Dólar de prata/Pacu prata *Metynnis lippincottianus*, representou 23% do total amostrado na campanha.

Ainda, dentre as espécies registradas cabe destaque para o Killifish *Melanorivulus parnaibensis*, pertence a família Rivulidae é endêmica da bacia do Parnaíba, diferente da maioria dos rivulídeos essa espécie é “não anual”. Como as áreas em que foi amostrada essa espécie estão fora da ADA ocorre baixo risco da mesma ser afetada, porém faz se necessário o monitoramento bem como manutenção da qualidade da água.

Em relação ao ictioplâncton, não foram observados ovos e nem larvas nas amostras, no entanto não podemos aferir que nesse local não ocorra reprodução dos peixes, principalmente pelo fato das espécies amostradas serem principalmente sedentárias e terem sido verificados indivíduos juvenis no local amostral.

Apesar de no projeto do aterro estar previsto fora da área em que os peixes foram amostrados, de qualquer maneira, ressalta-se a importância do monitoramento ambiental em relação a ictiofauna e de qualidade da água no Rio Ribeirão Bacaba nas fases durante e pós implantação do empreendimento a fim de acompanhar e manter a diversidade de espécies neste rio, pois com o acompanhamento a longo prazo é possível tomar conhecimento da dinâmica populacional e composição taxonômica para realizar programas evitem impactos sobre a ictiofauna local.

8.2.3.8.5 Registros Fotográficos



Figura 148 – Lambari-olho-de-fogo, *Moenkhausia sanctaefilomenae*; Tetra sangue, *Hyphessobrycon* sp.



Figura 149 - Biru/Saguiru/Piabussu, *Steindachnerina notonota*; Dólar de prata/Pacu prata *Metynnis lippincottianus*.



Figura 150 – Traíra *Hoplias malabaricus*; Jeju *Hoplerethrinus unitaeniatus*.



Figura 151 - Cará bicudo *Satanoperca jurupari*; Acará/Acará de sela *Aequidens tetramerus*.



Figura 152 - Killifish *Melanorivulus parnaibensis*.

8.3 MEIO SOCIOECONÔMICO

8.3.1 Metodologia

A opção metodológica na elaboração do presente Diagnóstico foi a análise estatística, com a utilização básica de dados secundários relativos às variáveis de estudo selecionadas e complementadas, em alguns casos, com dados primários da infraestrutura existente na área de estudo e entorno, coletados através de visitas *in loco*. Os dados compilados e coletados foram sistematizados através de elaboração de quadros e gráficos que permitiram a elaboração dos textos da análise socioeconômica, que compõem o corpo do presente estudo.

8.3.2 Dinâmica Populacional

8.3.2.1 Caracterização populacional

O Porto das Caraíbas, no rio Balsas, era o ponto de melhor acesso às fazendas do município de Riachão, atraindo diversos viajantes para o local. Ao saber da pequena população que se fixava no Porto das Caraíbas, o baiano Antônio Ferreira Jacobina se instala na região atraindo muitas pessoas para o povoado, denominado “Vila Nova”. Em 1893, o povoado foi elevado à categoria de vila com denominação de Santo Antônio de Balsas e em 1943 pelo Decreto-lei nº 820, de 30-12-1943, o município de Santo Antônio de Balsas passou a denominar-se simplesmente Balsas (IBGE, 2024).

8.3.2.2 Condições de saúde e doenças endêmicas

A dengue é uma doença de etiologia viral transmitida aos homens por mosquitos, por isso é classificada como uma arbovirose. No estado do Maranhão, assim como no contexto nacional e mundial a incidência desse vírus vem acarretando uma série de problemas e agravos a saúde pública (LOPES et al., 2022).

Dos 217 municípios do estado, 31 (14,3%) são prioritários para o Programa Nacional de Controle da Dengue, entre eles Balsas, que concentra uma boa parte da população do estado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

8.3.2.3 Infraestrutura básica e de serviços

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), é uma medida resumida do progresso em longo prazo, em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde.

Em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Balsas, apresentado no gráfico a seguir, alcançou 0,687, conforme apresentado na Gráfico 33.

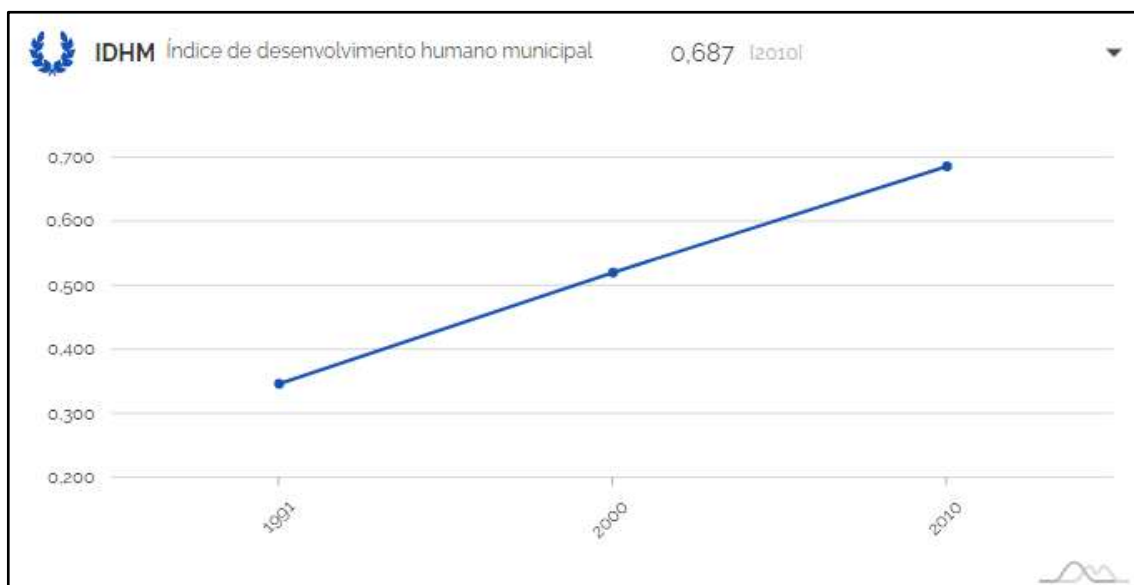


Gráfico 33 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Balsas, ano de 2010.
Fonte: IBGE (2021).

No campo da saúde o município conta com 29 estabelecimento públicos de atendimento e 14 privados. Segundo o IMESC (2010), a relação entre profissionais da saúde e a população é de 1/163.

Em 2021, houve registros de 18,46 óbitos a cada mil nascidos vivos, no mesmo ano, a taxa de mortalidade infantil no Maranhão e Brasil era de respectivamente 13,53 e 11,90 óbitos para cada 1.000 nascidos vivos.

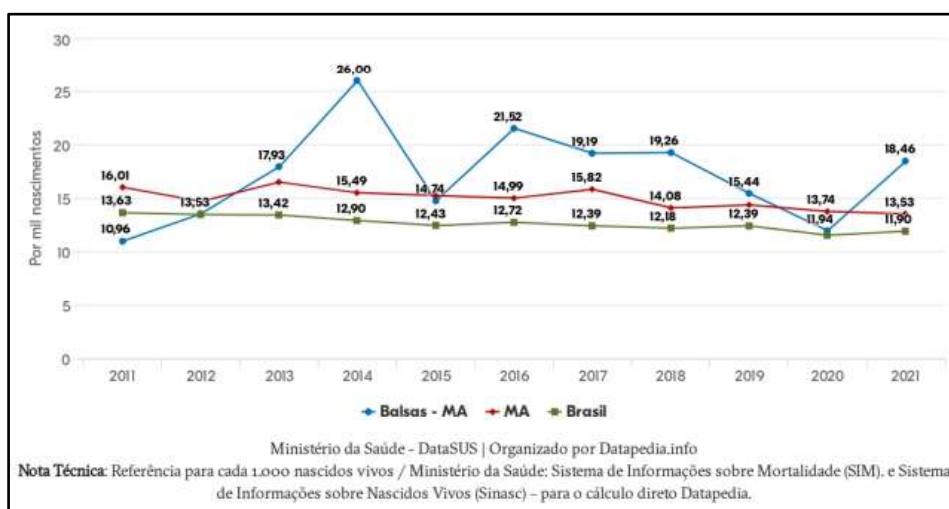


Gráfico 34 - Mortalidade infantil de Balsas, Maranhão e Brasil, no período de 2006 a 2020.
Fonte: IBGE (2024).

8.3.2.4 Indicadores Sociais

Em 2010, 87,13% da população residia na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 64,08% e 54,25% respectivamente (IBGE, 2010).

Segundo os dados do Sebrae (2024), o número de empregados cadastrados em Balsas em 2021 foi de 40.917, o que representava uma variação de 16,6% em relação ao ano anterior.

8.3.3 Dinâmica Econômica

8.3.3.1 Estrutura produtiva e de serviços

No ano de 2021, os setores econômicos que mais se destacaram foram Administração Pública, Defesa e Seguridade Social (33,6%), Agricultura, Pecuária e Serviços Relacionados (19,6%) e Comércio Varejista (14,3%) (SEBRAE, 2024).

Segundo dados do IBGE, em 2021 o município de Balsas possuía um PIB per capita da ordem de R\$ 65.059,77, colocando-o na posição 5ª do ranking estadual.

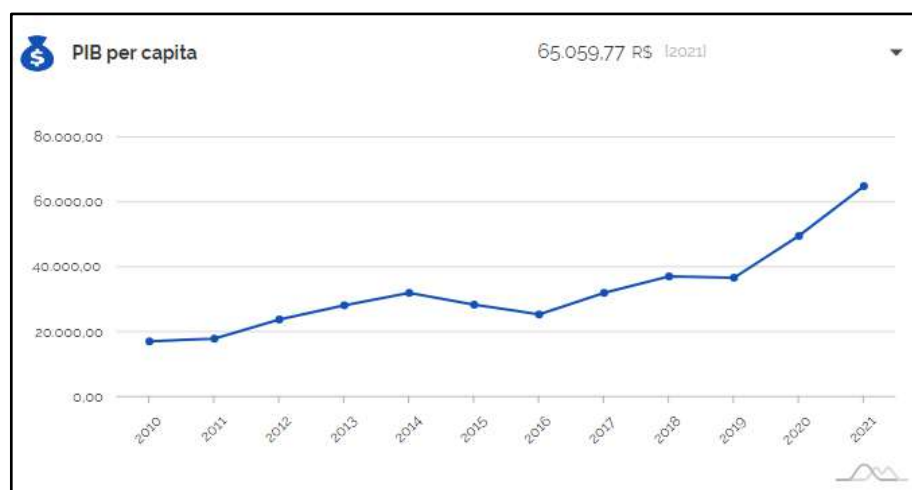


Gráfico 35 - Produto Interno Bruto per capita (preços correntes), segundo Balsas com posição regional e estadual, no período de 2010 a 2021.

Fonte: IBGE (2024).

Balsas faz parte da divisa agrícola chama de MATOPIBA, sendo o município com destaque pela agricultura mecanizada e automatizada. A cultura da soja no Maranhão é destaque no setor econômico e sua produção vem crescendo cada vez mais principalmente no sul do

estado, a soja é considerada o principal grão cultivado no Maranhão, e sua produção se concentra principalmente na cidade de Balsas. No ano de 2019, o município produziu 619.997 mil toneladas, o que corresponde a 21,7% de toda a produção do Maranhão (CRUZ & SANTOS, 2022).

O estado do Maranhão possui uma boa localização geográfica tanto em relação aos mercados americanos quanto europeus (COSTA, 2017). Além do mais, o estado conta com um sistema logístico de transporte multimodal (hidroviários, rodoviário e portuário), onde as maiores movimentações de cargas (alumínio, ferro, grãos – principalmente a soja) são realizadas através do Porto do Itaqui, localizado no município de São Luís (CRUZ & SANTOS, 2022).

Referente a composição das exportações no primeiro semestre de 2023, Balsas foi responsável pelo maior valor exportado, com US\$ 915,1 milhões. O principal produto vendido para o exterior foi a soja, que correspondeu a 84,9% das exportações realizadas pelo município, sendo a China o principal destino das exportações (IMESC, 2023).

8.3.4 Potencial Turístico

Balsas é a terceira maior cidade do estado do Maranhão, sendo cortada pela Rodovia Transamazônica, possui diversos pontos históricos e turísticos sendo de extrema importância para o município. Alguns pontos turísticos da cidade são: Porto dos Caríbas, Ponte de Madeira, Igreja Matriz de Santo Antônio, Catedral do Sagrado Coração de Jesus e Estátua de Santo Antônio. Além do mais, possui diversos rios que banham a cidade, sendo o principal o rio Balsas com 520 km de extensão.

8.3.5 Dinâmica Territorial

8.3.5.1 Zoneamento Territorial

O empreendimento está de acordo com a Lei Municipal 1.396/2018, que trata da legislação municipal de uso e ocupação do solo, de acordo com a certidão de uso e ocupação emitida pela prefeitura municipal por meio da Secretaria de Meio Ambiente, conforme Anexo 6.

8.3.5.2 Desapropriação

A construção deste empreendimento não alterará o modo de vida e o cotidiano de famílias, pois o aterro sanitário não afetará nenhuma propriedade, não sendo necessário a relocação de famílias.

8.3.6 Dinâmica Sociocultural

8.3.6.1 Comunidades Quilombolas, tradicionais e indígenas

Da proximidade com comunidades tradicionais, quilombolas e áreas indígenas, não foram identificados núcleos na área de influência do empreendimento, sendo as comunidades indígenas mais próximas localizadas a cerca de 120km ao norte, a dos Porquinhos dos Canela, da etnia Kanela, e 140km a sudoeste a comunidade Kraolândia, da etnia Kraho. Já as comunidades quilombolas localizadas ao sul, cerca de 320km a comunidade Barra do Aroeira, e a leste as comunidades de Lagoas e Riacho dos Negros a cerca de 400km, conforme apresentado no mapa abaixo.

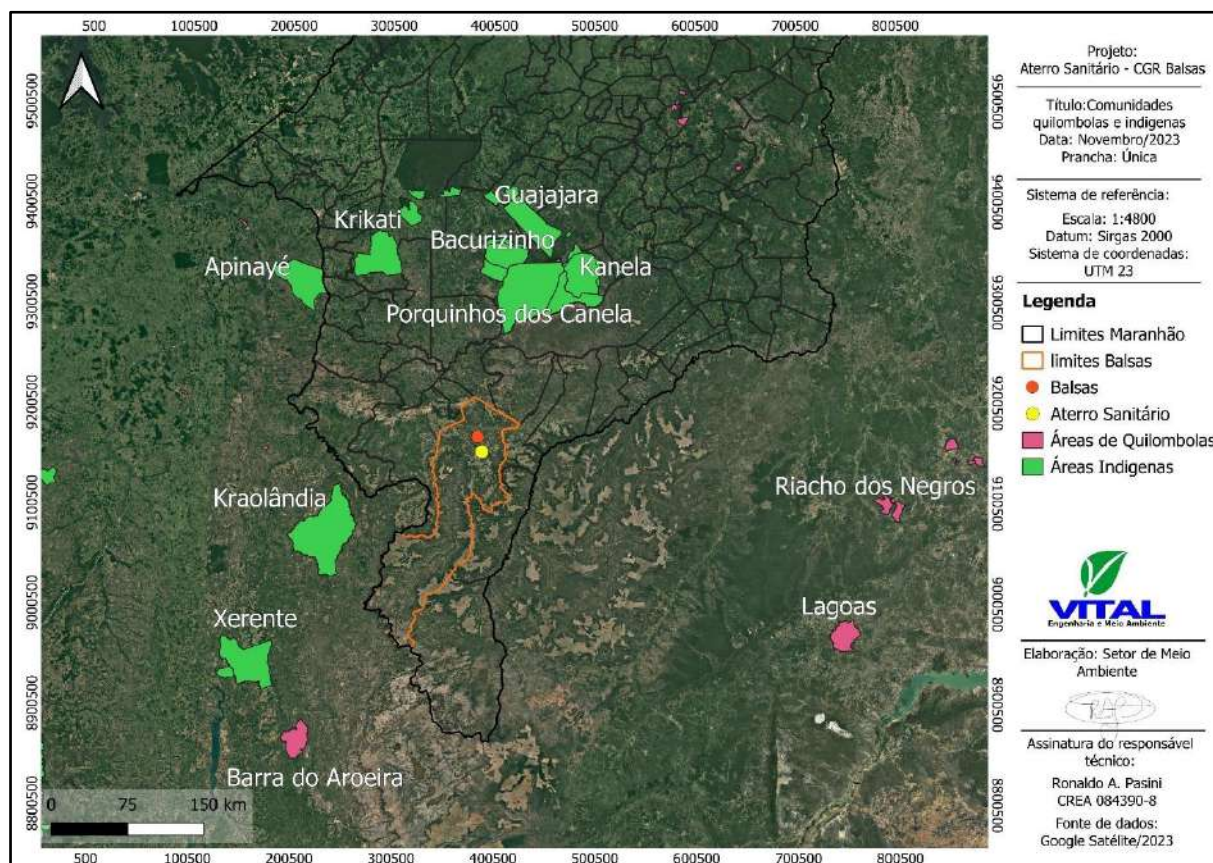


Figura 153: Comunidades indígenas, quilombolas e tradicionais.

8.3.6.2 Patrimônio histórico, cultural e arqueológico

O diagnóstico arqueológico interventivo para a implantação do Aterro Sanitário localizada em Balsas – MA, foi realizado em conforme com a licença de pesquisa publicada pela Portaria nº 19 de 11 de abril de 2014 publica no Diário Oficial da União, processo IPHAN nº 01494.000463/2023-24.

O levantamento buscou, respaldo nas leis federais e normas vigentes, estabelecendo parâmetros que visam à gestão e proteção do patrimônio cultural inseridos no contexto de licenciamento deste empreendimento. Partindo deste pressuposto, a legislação brasileira ofereceu suporte para à elaboração desta pesquisa, onde foram observadas as determinações contidas nas Leis 3.924/61 e 9.605/98, que em caráter Federal protegem o Patrimônio Cultural Arqueológico. A Constituição Federal, por sua vez, apresenta-se de forma categórica em

relação à proteção do Patrimônio Cultural Brasileiro, assim como ao direito pleno sobre eles, elucidando o direito constituído do cidadão brasileiro aos Bens Culturais de natureza material e imaterial, assim como o dever da Nação em proteger esses vestígios que remeter à Identidade Cultural dos Brasileiros.

Segundo o Termo de Referência nº 112/2023/IPHAN-MA datado de 06 de outubro de 2023 o projeto cumpriu com a legislação referente ao licenciamento ambiental, descrevendo as etapas e os objetivos alcançados pelo diagnóstico, tendo o IPHAN, portanto, manifestado o deferimento do relatório final do projeto de Diagnóstico, anuindo em favor da emissão da Licença Ambiental Prévia – LAP, conforme Anexo 8.

8.3.7 Conclusões sobre o diagnóstico socioeconômico

Analisando os impactos socioeconômicos oriundos da implantação do empreendimento, há impactos positivos para o município de Balsas, haja vista o aumento da coleta e destinação correta dos resíduos. Os impactos negativos são de amplitude baixa, visto que não haverá nenhuma propriedade atingida e nenhuma família terá de ser realocada. Não obstante, o empreendimento não interferirá sobre nenhuma estrutura pública, quer seja, rede de energia, estradas, comunidades, unidades de saúde ou estruturas de turismo, lazer ou religião. Isso porque, o aterro sanitário será implantado em uma área privada, cujos acessos se darão diretamente pela Rodovia Estadual MA-006, sem afetar a comunidade do entorno.

Levando em consideração a mão de obra a ser contratada para a execução dos trabalhos de implantação do empreendimento, compreende-se que Balsas é capaz de suprir as demandas necessárias de contratação de profissionais, visto que o município é um dos mais populosos do estado do Maranhão. Devendo os mesmos atender os critérios exigidos para os serviços, sendo que a mobilização deve ser de responsabilidade da empreiteira. Com ênfase na prevenção de

riscos e acidentes durante o período de obras do aterro Sanitário, será necessário a implantação de um Plano de Segurança do Trabalho.

8.4 PASSIVOS AMBIENTAIS

Passivo Ambiental, a grosso modo são as áreas que apresentam contaminações físicas-químicas e/ou biológicas, incluindo solo, água e ar, além da fauna e da flora, que colocam em risco o ecossistema local e regional, bem como a toda a coletividade que reside em suas proximidades.

Durante a apresentação do referido estudo podemos identificar que o armazenamento e disposição incorreta de resíduos é uma realidade na área de estudo, acarretando impactos ambientais relacionados à poluição do solo, águas superficiais, proliferação de vetores e atração de animais peçonhentos com aumento da possibilidade de acidentes. Neste sentido, o correto gerenciamento é essencial para evitar a geração de qualquer passivo ambiental por abandono de materiais ou poluição dos recursos naturais.

Mesmo nas cidades em que os resíduos já estão recebendo a correta destinação final, restaram as áreas dos antigos lixões a serem recuperadas, ou seja, devido ao não atendimento aos quesitos ambientais aplicáveis, se tornando uma espécie de “dívida” a sociedade. Está dívida é proporcional ao grau de impacto gerador do passivo. Ou seja, quanto maior é o impacto, maior é a obrigação contraída pelo seu agente ou pela sociedade.

É de extrema importância salientar que a determinação e exata mensuração dos afeitos causados a estas áreas, em alguns casos pode demorar anos para ser percebida, uma vez que não se teve controle algum dos tipos de resíduos depositados, outro ponto a ser observado é a falta de impermeabilização da base para proteção do lençol freático, deixando livre o caminho para que ocorra a penetração no solo dos líquidos gerados durante o processo de decomposição

dos resíduos, podendo estes atingir o lençol freático, causando com isso a espalhamento de seus efeitos em profundidade e tamanho inestimáveis.

Outro ponto que deve ser levado em consideração é a constantemente presença de focos de incêndios nestas áreas, que queima parcialmente o material depositado, liberando fumaça e folingem alterando a qualidade do ar.

Esses passivos acima se referem às áreas com destinação inadequada em diversos pontos no municípios, se tratando de vazadouros clandestinos, sem licenciamento e estrutura para tal. Não havendo este tipo de passivo na área onde será implantado o empreendimento.

A propriedade já foi usada para silvicultura de eucalipto, e práticas agrícolas no passado, tendo sua caracterização atual de uso do solo conforme o mapa abaixo.



Figura 154: Uso e ocupação do solo na propriedade do empreendimento

9 ANÁLISE DOS IMPACTOS

9.1 Metodologia de caracterização dos impactos

Segundo a Resolução CONAMA nº 001 de 1986, considera-se impacto ambiental:

"qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V - a qualidade dos recursos ambientais"

A partir do conhecimento da situação ambiental, foram analisadas as consequências da implantação do empreendimento, considerando as informações obtidas com a realização do diagnóstico ambiental. Serão apresentados os impactos relacionados a todas as fases do empreendimento.

Neste estudo, além da identificação e descrição de cada impacto, eles foram avaliados em dez atributos, os quais permitem análises mais específica, dimensional e temporal necessárias ao entendimento das consequências do empreendimento.

Precedeu-se a análise dos impactos minimante esperados para implantação e operação de aterro sanitário, com justificativa conforme segue:

- Desapropriações e realocação da população: não haverá necessidade de desapropriações e reassentamentos, visto que as células serão implementadas no terreno já de propriedade do empreendedor;
- Conflitos pelo uso do solo e da água: não haverá aquisição de áreas adjacentes para implantação das atividades, portanto não se espera alterações no uso do solo significativas no entorno do empreendimento, nem com demandas de uso consuntivo de recursos hídricos.

Os impactos com potencial de ocorrência para o empreendimento objeto de estudo, são descritos e caracterizados conforme definições a seguir.

9.1.1 Quanto à fase de ocorrência

É importante que haja a identificação adequada da fase do empreendimento em que irá ocorrer cada impacto, possibilitando, assim, a prévia adoção de medidas. Os atributos considerados para as fases de ocorrência foram:

- **Planejamento:** trata-se do período entre a fase de estudos e projetos até o início de mobilização para a instalação do canteiro de obras. Nesta fase a ocorrência de impactos está relacionada à notícia da construção do futuro empreendimento e à movimentação de pessoas na região em decorrência dos estudos ambientais e de engenharia, desenvolvidos no intuito de solicitar as devidas licenças ambientais, desenvolvimento de projetos e encaminhamento e aprovação destes;
- **Implantação:** compreende desde a mobilização para instalação do canteiro de obras, supressão de vegetação e limpeza da área, terraplanagem, impermeabilização de base, drenagem de percolados, drenagem pluvial e drenagem de gases, até o término das obras. É a partir deste momento que a maioria dos impactos começa a se manifestar;
- **Operação:** as áreas de disposição final de resíduos entrarão em operação, recebendo os resíduos e realizando o recobrimento das células. A essa fase estão associados os principais impacto ambientais relacionados a geração de efluentes líquidos e gasosos; e/ou
- **Desativação:** quando ocorre a paralisação integral do empreendimento, com remoção de estruturas e equipamentos. As unidades de disposição final dos resíduos sólidos serão encerradas, finalizando a disposição de resíduos. Nesta fase os principais impacto ambientais também estão relacionados a geração de efluentes líquidos e gasosos.

9.1.2 Quanto ao meio impactado

Os impactos foram avaliados em três meios de ocorrência, sendo eles:

- Físico: identificação dos impactos relacionados a fatores como solo e seus usos, clima, topografia, geologia, morfologia, pedogênese, recursos hídricos, regime hidrológico, entre outros aspectos relacionados;
- Biótico: identificação dos impactos relacionados a fauna e flora, considerando a qualidade e conservação ambiental; ou
- Socioeconômico: refere-se a todos os impactos relacionados a aspectos sociais e econômicos da comunidade local e do entorno.

9.1.3 Quanto à natureza

A natureza do impacto refere-se à qualificação dos efeitos que podem causar ao ambiente, podendo ser:

- Negativa: quando gera efeitos prejudiciais;
- Positiva: quando gera efeitos benéficos; ou
- Indeterminada: quando os conhecimentos disponíveis não permitem prever se os efeitos são benéficos ou prejudiciais.

9.1.4 Quanto à duração

A duração do impacto está relacionada com a sua permanência no ambiente, a partir de suas causas, sendo classificada como:

- Temporária: quando o impacto cessa após o encerramento de sua causa, como por exemplo, o aumento temporário da oferta de emprego;
- Permanente: quando o impacto não cessa com o passar do tempo;

- Cíclica: quando o impacto se manifesta de maneira sazonal, podendo ou não respeitar um padrão temporal; ou
- Recorrente: quando pode desaparecer e reaparecer de tempos em tempos, sem obedecer a um padrão definido.

9.1.5 Quanto à reversibilidade

Para analisar este aspecto, é necessário considerar as medidas e os programas ambientais que serão adotados para os impactos. Os impactos negativos são classificados quando à possibilidade de reversão, sendo:

- Reversível: caso existam e sejam adotadas medidas capazes de anular totalmente os seus efeitos e as condições originais recuperadas;
- Irreversível: quando não existem medidas capazes de anulá-lo totalmente, a exemplo dos impactos relacionados com a supressão de vegetação. Neste caso, adota-se formas compensadoras, como a reposição florestal e a compensação ambiental.

9.1.6 Quanto à magnitude de importância

Julgar a importância de um impacto pode ser bastante subjetivo, por isso a importância de definir um parâmetro que permita a sua comparação com outros impactos de natureza ou causa similar. A magnitude de importância constitui pontos principais dos impactos ambientais, informando sobre a significância dos mesmos e indicando a gravidade do impacto no meio ambiente, podendo ser definida como medida de alteração de um atributo ambiental, em termos quantitativos e qualitativos.

Neste estudo, optou-se por julgar a magnitude de importância dos impactos a partir de três níveis, dentro da área de estudo em que estão relacionados, ou seja, meios físicos, bióticos e socioeconômicos.

- Baixa: quando o impacto é pouco significativo, não resultará em danos significativos ao meio ambiente ou às relações socioeconômicas. Requer ações amplas dentro do procedimento da área;
- Média: quando o impacto é reversível, porém necessita de ações imediatas. Requer ações específicas dentro do procedimento da área, incluindo definições de ações preventivas; ou
- Alta: quando o impacto é de grande importância ao meio ambiente e às relações sociais, com probabilidade de irreversibilidade. Requer ações específicas com plano de ações emergenciais e programas de acompanhamento a longo prazo.

9.1.7 Quanto à temporalidade/ocorrência

Considerando que nem todos os impactos resultados de determinado empreendimento acontecem no mesmo momento ou de maneira simultânea, este atributo será assim classificado:

- Curto prazo: impactos que têm início imediatamente após determinada causa de origem;
- Médio prazo: aqueles cujos efeitos permanecem sendo sentidos após decorrer um período de tempo em relação a sua causa, até dois anos; ou
- Longo prazo: quando se registra um longo período de tempo para a permanência do impacto, após a conclusão da ação que o gerou, ou quando após a conclusão da ação geradora, o impacto torna-se permanente.

9.1.8 Quanto à probabilidade de ocorrência

Visto que muitos dos impactos identificados e descritos neste estudo são resultados de prognoses, ou seja, previsões, poderá haver certo grau de incerteza quanto a sua manifestação.

Assim, este atributo será classificado como sendo:

- Alta: é o caso dos impactos inerentes à atividade modificadora do ambiente que têm ocorrência certa;
- Média: cuja ocorrência depende de uma combinação de fatores para se manifestar, ou seja, quando a ocorrência é incerta; ou
- Baixa: quando a ocorrência é improvável.

9.1.9 Quanto à significância/importância

Interpretação geral do impacto que traduz o significado ecológico ou socioeconômico do ambiente a ser atingido:

- Alta: quando a intensidade da interferência do impacto sobre o meio ambiente e junto aos demais impactos acarreta, como resposta, perda da qualidade de vida, quando adverso, ou ganho, quando benéfico, ou seja, modifica significativamente os elementos ou aspectos ambientais relacionados;
- Média: quando modifica, mas não significativamente, os elementos ou aspectos ambientais relacionados. A intensidade do impacto sobre o meio ambiente em relação aos outros impactos assume dimensões recuperáveis, quando adverso, para a queda da qualidade de vida, ou assume melhoria da qualidade de vida; ou
- Baixa: não modifica ou pouco modifica os elementos ou aspectos ambientais relacionados.

9.1.10 Sinergia entre impactos

A avaliação do impacto deve indicar, também, se ele é sinérgico em relação a outros impactos, isto é, se a associação do impacto em análise com outros diagnosticados pode aumentar o seu efeito, seja positivo ou negativo, ou se é não-sinérgico, quando não ocorre relação mútua com outros impactos.

9.2 Impactos do meio físico

9.2.1 Alteração nos níveis de ruídos (A)

O aumento dos níveis de ruídos ocorre, principalmente, durante a fase de obras e operação na área do empreendimento, em função do uso de máquinas e tráfego de veículos pesados.

Durante a implantação do aterro sanitário, o nível de ruído aumenta devido ao maquinário utilizado nas obras de implantação, como a terraplanagem e exploração do solo para abertura das bases. Os ruídos atingem, além dos trabalhadores do empreendimento, a população no entorno.

Na fase de operação, com a disposição final dos resíduos sólidos, o uso de máquinas, como tratores e escavadeiras, e o tráfego de caminhões podem aumentar o nível de ruídos do local causando perturbação aos moradores e a fauna do local.

Na fase de encerramento, caso haja a necessidade de reconformação geométrica dos taludes e bermas do aterro, com deslocamento de maquinários e equipamentos, há a possibilidade de ocorrência de aumento dos níveis de ruídos.

Matriz 1: Atributos do impacto: alteração nos níveis de ruído.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio impactado	Físico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Alta
Temporalidade	Curto prazo
Probabilidade	Alta

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Importância	Média
Sinergia	B, G, I, L, O

9.2.2 Alteração na qualidade do ar (B)

Os impactos de alteração na qualidade do ar, abrangem tanto a geração de material particulado quanto o lançamento de gases para a atmosfera.

No que diz respeito a geração de material particulado, o trânsito de caminhões nas vias de acesso ao empreendimento e a operação das máquinas durante as obras de terraplanagem e eventualmente para a reconformação geométrica durante o encerramento, poderão gerar poeiras, principalmente nos períodos mais secos. A poeira que pode ser levantada é capaz de causar transtornos aos demais usuários da via e população próxima. Além dos impactos na saúde humana, a poeira no ar pode prejudicar o meio ambiente de várias maneiras. Quando a poeira se deposita sobre a vegetação, ela pode bloquear a luz solar, afetando a fotossíntese e, por conseguinte, o crescimento das plantas. A deposição de poeira em corpos hídricos pode aumentar a turbidez da água, prejudicando o habitat aquático e impactando a qualidade da água potável.

No que tange ao lançamento de gases, decorrentes do processo de degradação anaeróbia da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos dispostos que ocorre na fase de operação e desativação do aterro sanitário que se, não ocorrer o tratamento adequado, poderão se espalhar pela região do empreendimento. A liberação para a atmosférica dos gases do efeito estufa será constante devido ao uso constante de máquinas e equipamentos usados para as obras de implantação e durante a operação do aterro sanitário.

Matriz 2: - Atributos do impacto: alteração na qualidade do ar .

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação, Operação e Desativação
Meio impactado	Físico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Temporalidade	Longo prazo

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Probabilidade	Alta
Importância	Média
Sinergia	E, I, M, N

9.2.3 Geração de processos erosivos (C)

Na fase de implantação, para a execução dos serviços de terraplanagem é necessária a remoção da cobertura vegetal existente na área do empreendimento, bem como na escavação de material de cobrimento das células.

Com a remoção da vegetação, o solo ficará sujeito à ação da chuva e escoamento superficial, podendo ocorrer o desenvolvimento de processos erosivos e de escorregamento, tanto no entorno do empreendimento e nos taludes de disposição final dos resíduos sólidos. Além disso, em função da execução de diversas atividades, como terraplanagem para a construção das bases da unidade de disposição final dos resíduos sólidos, retirada de solo para execução da camada de impermeabilização da base, entre outras atividades que envolvam a movimentação do solo ou mudança topográfica, também podem acarretar processos erosivos.

A execução da terraplanagem em etapas, implantação do sistema de drenagem pluvial, cobertura vegetal nos taludes definitivos e compactação adequada dos solos, tais impactos serão minimizados.

Matriz 3: Atributos do impacto: Geração de processos erosivos.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio impactado	Físico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Temporalidade	Curto prazo

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Probabilidade	Média
Importância	Baixa
Sinergia	D, E, I, M

9.2.4 Alteração na qualidade das águas subterrâneas (D)

Caso ocorra alguma falha no sistema de impermeabilização dos taludes ou erro operacional, existe a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas pela infiltração de lixiviado no solo. O lixiviado por possuir alta concentração de poluentes pode causar grande impacto ambiental nas águas subterrâneas.

Entretanto, o risco deste impacto ocorrer é mínimo, visto que os aterros sanitários possuem nas unidades de disposição final dos resíduos eficientes sistemas de impermeabilização dos taludes.

O Programa de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas garantirá que qualquer alteração neste item seja identificada e corrigida.

Matriz 4: Atributos do impacto: alteração na qualidade das águas subterrâneas.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Operação e Desativação
Meio impactado	Físico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Alta
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Baixa
Importância	Alta
Sinergia	E, C, I, N, O,P

9.2.5 Alteração na qualidade das águas superficiais (E)

Segundo Sperling (1996) poluição das águas é a adição de substâncias ou de formas de energia que, diretamente ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira

tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos. Ainda cita que as principais fontes de poluentes são os sólidos em suspensão; matéria orgânica biodegradável e não biodegradável; patogênicos.

A dinâmica de escoamento das águas superficiais do entorno do aterro sanitário poderá ser modificada devido às movimentações de terra com as obras de limpeza do terreno e terraplanagem, o que pode causar o carreamento de partículas de solo que poderão causar o assoreamento do corpo hídrico, modificando a forma do seu leito natural e propiciar o aumento de sua turbidez.

Além disso, a alteração da qualidade do ribeirão Bacaba será influenciada em função do lançamento dos efluentes tratados, os quais, respeitarão os padrões legais de lançamento em corpos hídricos.

A estação de tratamento de efluentes líquidos, é dotada de dois processos distintos, primeiro uma fase biológica, que tem o objetivo de remover a matéria orgânica, patogênicos e nutrientes presentes no efluente e em seguida uma fase físico-química, que tem a propriedade de remover particulados, metais pesados e materiais refratários, quando presentes.

A estação de tratamento de efluentes foi projetada para remover até 99,58% da matéria orgânica presente nos efluentes, fazendo com que a DBO5 baixe, além da remoção de material particulado e outros poluentes.

Ressalta-se que todo o perímetro do ribeirão Bacaba, situado dentro do terreno do empreendimento, possui mata ciliar, protegendo o corpo hídrico do assoreamento potencialmente causado por processos erosivos.

Essas contribuições poderão ocorrer em três momentos: Na implantação, na operação e desativação do aterro sanitário.

Na implantação esse processo será observado durante a Limpeza do terreno e terraplanagem da área, onde grandes volumes de solo serão removidos o que favorece a erosão e o consequente assoreamento dos recursos hídricos superficiais.

Na fase de operação poderá ocorrer o assoreamento dos recursos hídricos durante a movimentação de solo realizada para efetuar a cobertura dos resíduos, além do lançamento de efluente tratado no ribeirão Bacabá. Na desativação do aterro sanitário haverá possibilidade do assoreamento dos cursos d'água, devido a erosão dos taludes consolidados, e lançamento de efluente tratado, já que os resíduos continuarão em decomposição e produzindo líquidos percolados por um período de aproximadamente 10 anos após a desativação.

Serão utilizadas técnicas adequadas para a implantação, operação e desativação do aterro sanitário, que permitirão a mitigação desse impacto. As principais medidas a serem adotadas serão as seguintes: implantação de drenos para captação das águas pluviais no entorno do aterro sanitário; plantio de gramíneas para estabilização do solo nos taludes e diminuir a velocidade do escoamento superficial e sistema de captação e tratamento dos líquidos percolados.

Sobre a possibilidade de acidentes com resíduos durante o transporte, a probabilidade de ocorrências deste tipo é reduzida considerando que as vias internas estão distantes dos corpos hídricos e a velocidade de tráfego será reduzida no interior do empreendimento (máximo de 20 km/h).

Matriz 5: Atributos do impacto: alteração na qualidade das águas superficiais.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação, operação e desativação
Meio impactado	Físico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Alta
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Baixa
Importância	Alta
Sinergia	B, C, D, J, L, M, O, P

9.3 Impactos do meio biótico

9.3.1 Aumento de vetores (F)

A ocorrência de vetores e a atração da fauna estão diretamente ligados ao fornecimento de ambientes propícios para o desenvolvimento desses animais, como urubus, gambás, roedores, entre outros. Esses animais podem se instalar no empreendimento trazendo agentes patogênicos nocivos aos colaboradores.

É imprescindível o controle dos possíveis atrativos a esses animais e combate aos vetores de doenças como a dengue (mosquito *Aedes aegypti*) e leptospirose (roedores), além do controle de moscas e baratas.

Matriz 6: Atributos do impacto: aumento de vetores.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio impactado	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Temporalidade	Médio prazo
Probabilidade	Alta
Importância	Média
Sinergia	E, H, I, J, O

9.3.2 Acidentes com a fauna (G)

O acesso a área do empreendimento é realizado através da MA-006, a qual já possui um elevado fluxo de veículos em virtude da atividade econômica desenvolvida no entorno do empreendimento seja pela agricultura ou produção de aves, portanto o fluxo já é contínuo de caminhões no acesso da AID.

Para ter acesso a área do empreendimento após a saída da MA-006, o acesso é realizado através de uma estrada particular já existente no local, não sendo necessário a abertura de novos acessos ao local. Este acesso (estrada particular) terá o aumento do trânsito de veículos pesados, podendo causar acidentes (atropelamento) da fauna local uma vez que o mesmo contorna os fragmentos florestais existentes na área.

Matriz 7: Atributos do impacto: acidentes com a fauna.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e operação
Meio impactado	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Alta
Importância	Média
Sinergia	A, I, J, L

9.3.3 Caça e captura de animais silvestres (H)

Entre as espécies de Importância Econômica (visadas pelo tráfico e aquelas de valor cinegético) espécies cinegéticas são aquelas frequentemente utilizadas na alimentação pela população regional e, portanto, alvos frequentes de caçadores.

De acordo com a legislação brasileira, a caça é proibida em todo o território nacional. No entanto, caso o estado realize estudos de embasamento e acompanhamento sobre o impacto causado pela atividade nas populações cinegéticas a caça desportiva pode ser permitida.

Devido à presença de operários e contratados pelo empreendedor, poderá ocorrer caça indiscriminada e captura da fauna local, seja para alimentação, seja para comércio ilegal de animais.

Práticas voltadas à educação ambiental junto aos colaboradores e fiscalização no período de obras e operação podem minimizar ou até mesmo evitar tal impacto.

Como medida preventiva será implementado o Programa de Educação Ambiental, com objetivo de promover atividades de orientação aos colaboradores e terceirizados envolvidos durante todas as fases de implantação e operação do empreendimento com relação a importância da preservação ambiental, bem como a realização da fiscalização para evitar a captura destes animais, além de colocação de placas indicando a proibição da caça e da pesca na área do empreendimento.

Matriz 8: Atributos do impacto: alteração na qualidade das águas subterrâneas.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e operação
Meio impactado	Biótico
Natureza	Negativa

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Média
Importância	Média
Sinergia	I, J, L

9.3.4 Perda de habitats (I)

A perda dos habitats da fauna local deverá ocorrer na fase de implantação e operação do empreendimento, com o desenvolvimento das atividades inerentes às obras de implantação do canteiro de obras, retirada de solo por caixas de empréstimo, operações de terraplenagem e melhorias no sistema viário.

As áreas onde serão feitas a retirada do solo, na mesma localização das células, constituem em um ecossistema já impactado por haver um passivo de silvicultura de eucalipto, já explorado. Neste sentido áreas que sofreram retirada de vegetação nativa, podendo seu solo apresentar baixa resiliência, isto é, seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento.

Para a recuperação é preciso selecionar e identificar espécies aptas às novas condições edáficas e que, de forma rápida, acelerem a estruturação e a formação dos horizontes mais superficiais do solo (Campos & Alves, 2006). A adaptação e o desenvolvimento dessas espécies dependerão das condições físicas, químicas, biológicas e hídricas do solo além das condições do microclima local.

Matriz 9: Atributos do impacto: Perda de habitats.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e operação
Meio impactado	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Magnitude	Média
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Alta
Importância	Alta
Sinergia	L, C

9.3.5 Aumento da oferta de alimentos para a fauna (J)

A presença do Aterro Sanitário em fase de operação, provoca impacto sobre a fauna local, pois pode servir como atrativo para os animais devido à oferta de alimentos que estão em decomposição.

Desta forma pode-se dizer que estes animais supostamente estariam sendo favorecidos dentro da cadeia alimentar, colocando esta sob a condição potencial de desequilíbrio. Mesmo com o recobrimento dos resíduos com solo, e posterior plantio de grama, esses animais aparecem no local em busca de alimentos, devido ao odor exalado e a exposição temporária dos resíduos. Ressalta-se que em caso de mal gerenciamento diário do aterro pode ocorrer o aparecimento de animais como roedores, que além de desequilibrar a cadeia alimentar, passariam a atuar como vetores de doenças, bem como espécies de aves necrófagas.

Matriz 10: Atributos do impacto: Aumento da oferta de alimentos para a fauna.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Operação
Meio impactado	Biótico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Média
Importância	Média
Sinergia	F, I, O

9.4 Impactos do meio socioeconômico

9.4.1 Geração de expectativas relacionadas ao empreendimento (K)

Durante a fase de implantação do empreendimento, pode acarretar a disseminação de informações a população no entorno devido a movimentação das obras, sendo elas verídicas ou não, gerando uma certa expectativa sobre o empreendimento nos moradores.

Matriz 11: Atributos do impacto: geração de expectativas relacionadas ao empreendimento.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Planejamento
Meio impactado	Socioeconômico
Natureza	Indeterminada
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Baixa
Temporalidade	Médio prazo
Probabilidade	Média
Importância	Média
Sinergia	N

9.4.2 Interferência no fluxo de veículos (L)

A rodovia de acesso (MA-006), apresenta um fluxo constante de carretas, pelo fato de ser rota de escoamento de grãos e insumos.

Portanto por já haver um fluxo contínuo de caminhões no acesso da AID, não haverá forte impacto no aumento do fluxo de veículo, porém o mesmo deve ser considerado.

Durante a implantação, o fluxo adicional será em função do transporte de máquinas, equipamentos e matérias de construção. Será temporário e de ocorrência esporádica ao longo do período de obras.

Já durante a operação o fluxo de veículos será diário, tanto de caminhões coletores do município de Balsas, como de municípios de entorno que vierem a aderir a Concessão do Aterro Sanitário de Balsas.

Matriz 12: Atributos do impacto: Interferência no fluxo de veículos.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e operação
Meio impactado	socioeconômico
Natureza	Negativa
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Média
Importância	Baixa
Sinergia	A, B, G, O, P

9.4.3 Alteração na paisagem (M)

Na área onde serão implantadas as unidades de disposição de resíduos serão realizadas obras de terraplanagem que irão alterar a topografia da área e, conseqüentemente, a forma que ela é vista pela população no entorno do empreendimento. As unidades de disposição final de resíduos sólidos também constituirão mais um elemento estranho à paisagem local.

O aterro sanitário em si traz uma imagem negativa para a população por se tratar de um local para a disposição dos resíduos, apesar de possuir tecnologias e normas para a execução correta. Por se tratar de implantação de células de um aterro, espera-se que a paisagem vá sendo mudada a medida que as células foram implantadas e ganhando altura.

Matriz 13: Atributos do impacto: alteração na paisagem.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio impactado	Socioeconômico
Natureza	Negativa
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Média
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Alta
Importância	Média
Sinergia	N

9.4.4 Desvalorização imobiliária (N)

O empreendimento pode causar desvalorização imobiliária no seu entorno, isso porque a disposição dos resíduos sólidos tem o potencial de gerar desconforto à comunidade local por odores desagradáveis, poeiras, tráfego de veículos pesados como caminhões.

No entanto, considerando que o empreendimento está localizado em área rural, sem presença de núcleos residenciais próximos, sendo a vizinhança dedicada à agricultura, não se espera um impacto significativo na avaliação imobiliária da região de entorno.

Matriz 14: Atributos do impacto: desvalorização imobiliária das áreas do entorno.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Operação
Meio impactado	Socioeconômico
Natureza	Negativa
Duração	Permanente
Reversibilidade	Irreversível
Magnitude	Baixa
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Baixa
Importância	Baixa
Sinergia	K, L, M

9.4.5 Interferência na saúde dos trabalhadores (O)

Durante a operação das atividades do aterro sanitário, o aumento da área de disposição final de resíduos representa um incremento no tráfego de veículos pesados e operação de máquinas que representam um risco de acidentes e atropelamento aos operários. Também, é aumentado o nível de exposição a partículas em suspensão, vibrações, ruídos, odores e vetores.

Matriz 15: Atributos do impacto: interferência na saúde dos trabalhadores.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Implantação e Operação
Meio impactado	Socioeconômico
Natureza	Negativa
Duração	Cíclica

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Média
Temporalidade	Médio prazo
Probabilidade	Alta
Importância	Média
Sinergia	L, F, A, B, D, E

9.4.6 Melhoria da qualidade ambiental da região (P)

A gestão de resíduos sólidos urbanos representa uma problemática para os municípios de todo o país, tendo em vista a necessidade de tratamento e destinação final, possuindo alto custo e complexibilidade técnica.

Tendo em vista que atualmente o Município de Balsas, destina os resíduos em um lixão, a instalação do aterro sanitário, com disposição dos resíduos sólidos urbanos de forma controlada e ambientalmente correta, proporcionará a redução substancial de impactos negativos causados pelo lixão. Assim sendo, pode-se destacar alguns pontos da melhoria da qualidade ambiental da região com a desativação do lixão existente:

- A desativação do lixão e a instalação de um aterro sanitário trará ganhos ao município quanto ao cumprimento de exigências legais e atendimento de metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, além de causar um efeito motivador aos demais municípios da região quanto a destinação correta dos resíduos sólidos urbanos.
- A desativação do lixão, com o desvio dos resíduos para o aterro sanitário, proporcionará a diminuição da poluição das águas e do solo na área do atual lixão. Também diminuirá a poluição atmosférica causada pelas queima de lixo e que afeta a saúde da população do município.

- O Aterro sanitário também terá oferta de novos empregos (instalação e operação) e irá incentivar associações de catadores, que poderão absorver as pessoas que hoje trabalham em condições insalubres no atual lixão, gerando melhorias na qualidade de vida.

A implantação do aterro sanitário no município de Balsas representa um avanço nessa área para recebimento e acondicionamento dos resíduos produzidos no município e entorno, representando uma opção segura ambientalmente, desviando esses resíduos de uma destinação incorreta.

Matriz 16: Atributos do impacto: melhoria da qualidade ambiental da localidade.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÃO
Fase de ocorrência	Operação
Meio impactado	Socioeconômico
Natureza	Positiva
Duração	Temporária
Reversibilidade	Reversível
Magnitude	Alta
Temporalidade	Longo prazo
Probabilidade	Alta
Importância	Alta
Sinergia	K, N

9.5 *Matriz de Impactos*

Face à identificação e detalhamento dos impactos relacionados a implantação da aterro sanitário da CGR Balsas, no que tange o meio físico, biótico e socioeconômico, realizou-se o cruzamento entre cada um dos impactos, em conformidade com as correlações apresentadas em cada matriz. Para cada interação entre os impactos foi atribuído o número 1, sendo que ao final da avaliação, poder-se-á identificar os impactos com maior sinergia com os demais. Posteriormente, realizou-se uma análise descritiva dos impactos mais sinérgicos.

No quadro abaixo é apresentado os efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos socioambientais oriundos da implantação empreendimento. Em análise das relações sinérgicas e cumulativas, os impactos que apresentam maior sinergia com os demais foram a Alteração na qualidade das águas superficiais e o segundo alterações na qualidade das águas subterrâneas, dada natureza do empreendimento, em que se não forem executados e operados corretamente, tem potencial de causar contaminação por meio dos líquidos percolados da massa de resíduos em decomposição.

No meio biótico os impactos de aumento de vetores e acidentes com a fauna são os que mais interagem, porem também com magnitude média e baixa, dependendo de condições de operação correta para serem evitados. Tendo no meio socioeconômico o impacto de interferência no fluxo de veículos e na saúde dos trabalhadores apresentado 5 e 6 interações, média magnitude.

Quadro 84: Matriz de sinergia entre os impactos identificados para o empreendimento.

IMPACTOS	ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	TOTAL
Alteração de níveis de ruídos	A		1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-	5
Alteração na qualidade do ar	B	-		-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	4
Geração de processos erosivos	C	-	-		1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	4
Alteração na qualidade das águas subterrâneas	D	-	-	1		1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	6
Alteração na qualidade das águas superficiais	E	-	1	1	1		-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	1	8
Aumento de vetores	F	-	-	-	-	1		-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	5
Acidentes com a fauna	G	1	-	-	-	-	-		-	1	1	-	1	-	-	-	-	4
Caça e captura de animais silvestres	H	-	-	-	-	-	-	-		1	1	-	1	-	-	-	-	3
Perda de habitats	I	-	-	1	-	-	-	-	-		-	-	1	-	-	-	-	2
Aumento na oferta de alimentos para a fauna	J	-	-	-	-	-	1	-	-	1		-	-	-	-	1	-	3
Geração de expectativas relacionadas ao empreendimento	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	1	-	-	1
Interferência no fluxo de veículos	L	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-		-	-	1	1	5
Alteração na Paisagem	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	-	-	1
Desvalorização imobiliária	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1		-	-	3
Interferência na saúde dos trabalhadores	O	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-		-	6
Melhoria na qualidade ambiental da região	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-		2

Legenda:

	Magnitude Alta		Magnitude Média		Magnitude Baixa		Meio Físico		Meio Biótico		Meio socioeconômico

10 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

Com base na análise de impacto ambiental realizada, foram definidas as Áreas de Influência Direta (AID), as Áreas de Influência Indireta (AII) e a Área de Influência total (AIT) do empreendimento.

Para a delimitação citada foram consideradas as abrangências espaciais atribuídas a cada impacto ambiental identificado e devidamente classificado. As Áreas de Influência foram indicadas para cada meio estudado (físico, biótico e socioeconômico), novamente considerando a avaliação de impacto realizada.

10.1 Área de Influência Direta (AID) e Indireta (AII)

10.1.1 AID e AII – Meio Socioeconômico

A Área de influência direta foi definida como a propriedade atingida diretamente pelo empreendimento. Para o meio socioeconômico foi delimitado com o auxílio do programa AutoCad e imagens fornecidas pelo Google Satélite, 500 m ao entorno do empreendimento como AID, totalizando uma área de 444 hectares.

A Área de Influência Indireta foi considerada como uma área em que o território poderá ser afetado pelo empreendimento, mas os impactos são menos significativos do que na ADA e AID. Para o meio socioeconômico a AII foi definida como o município em que está inserido o empreendimento.

10.1.2 AID e AII – Meios Físico e Biótico

A Área de Influência Direta corresponde à área que circunda a ADA e cujo os impactos possam ocasionar intervenções de forma direta, portanto foi delimitado com o auxílio do programa AutoCad e imagens fornecidas pelo Google Satélite, 500 m ao entorno do

empreendimento como AID para para os meios físico e biótico, essa área possui um total de 444 hectares.

A Área de Influência Indireta foi considerada como uma área em que o território poderá ser afetado pelo empreendimento, mas os impactos são menos significativos do que na ADA e AID. Para o meio físico e biótico a AII foi definida como os limites da bacia do Rio Balsas devido aos impactos cumulativos e sinérgicos que possam vir a ocorrer através da construção do Aterro Sanitário.

A seguir são apresentados os mapas representativos das áreas diretamente afetadas, de influência direta e indireta nos meios socioeconômico, físico e biótico do Aterro Sanitário da CGR Balsas.

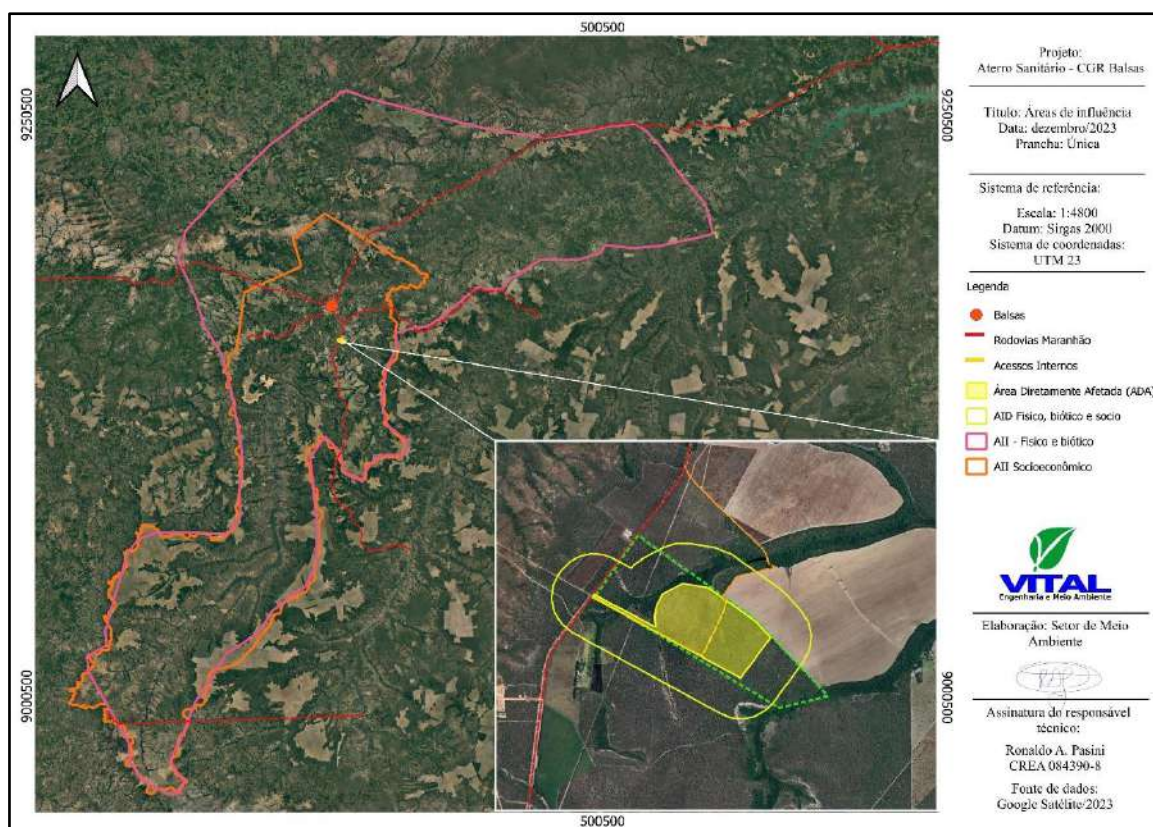


Figura 155: Delimitação da ADA, AID e AII para o Meio Socioeconômico, físico e biótico.

10.2 Áreas de Influência Total (AIT)

A Área de Influência Total (AIT), é a área que engloba todos os aspectos diretos e indiretos previstos sobre o ambiente, meio físico, biótico e socioeconômico, decorrentes da implantação do empreendimento.

Para este estudo, a área total foi definida como a junção da AII dos meios socioeconômicos, físicos e bióticos, englobando a Bacia hidrográfica do Rio Balsas e o município de Balsas, conforme segue.

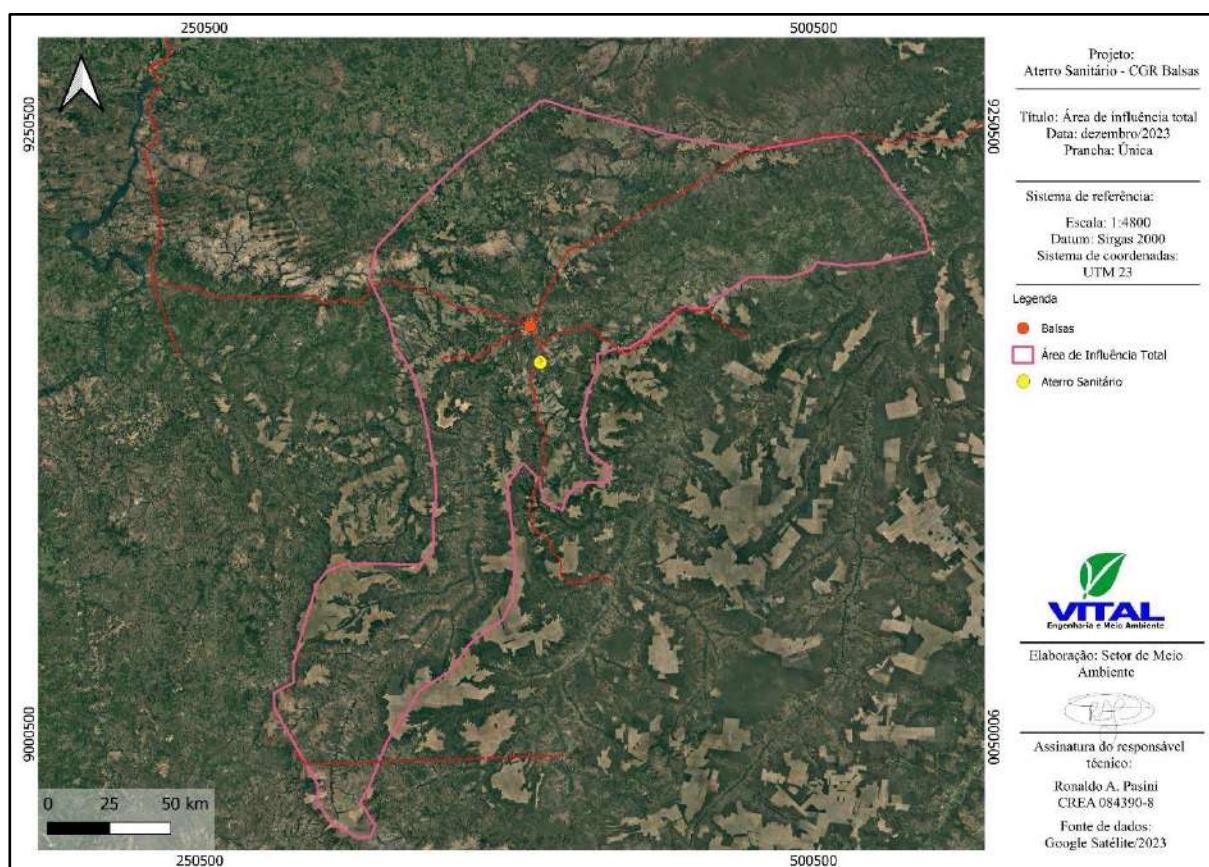


Figura 156: Delimitação da AIT.

11 MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS

11.1 Medidas Mitigadoras e compensatórias

Após identificados e classificados os impactos ambientais, foram levantadas as medidas para mitigar os efeitos negativos, ou compensar os danos ambientais, caso o impacto não possa

ser mitigado. As medidas mitigadoras e as medidas compensatórias visam o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental, promovendo a sustentabilidade a longo prazo.

Na Tabela 32 são brevemente descritas as medidas mitigadoras e compensatórias associadas a cada impacto identificados. As medidas estão organizadas por meio, impacto e entre medidas previstas no âmbito de Planos e Programas ambientais ou contempladas no Projeto de Engenharia.

Tabela 32 - Medidas mitigadoras e compensatórias para implantação do aterro de RSU da CGR Balsas.

MEIO	IMPACTO	MEDIDA MITIGADORA COMPENSATÓRIA NA FORMA DE PROGRAMAS E PLANOS AMBIENTAIS	MEDIDAS MITIGADORAS COMPLEMENTARES - PREVISTAS NO PROJETO DE ENGENHARIA
Físico	Alteração nos níveis de ruídos	Programa de monitoramento de ruídos	
Físico	Alteração na qualidade do ar	Programa de monitoramento da qualidade do ar	A via de circulação de veículos terá lastramento periódico com material de cobertura, como britas, cascalhos e podas e galhos provenientes da supressão de vegetação, reduzindo assim a poeira associada ao solo exposto. Será também implementada uma Cortina Vegetal no entorno do empreendimento que servirá, também, como uma medida mitigadora para dispersão de materiais particulares e odores provenientes da emissão de gases. O isolamento funcionará como uma barreira minimizando ação dos ventos predominantes, evitando, assim, a dissipação do material particulado e gases. Também está prevista a implementação de sistema de captação e queima de gases.
Físico	Geração de processos erosivos	Programa de monitoramento da estabilidade do solo e Programa de recuperação de áreas degradadas	Instalação de canaletas de drenagem de águas pluviais nas células do aterro, lastramento periódico das vias de passagem com material de cobertura, como britas, cascalhos, podas e galhos provenientes da supressão de vegetação, reduzindo assim a exposição do solo
Físico	Alteração na qualidade das águas subterrâneas	Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e Programa de monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de efluentes	O projeto do aterro prevê impermeabilização do solo com uma camada de 0,90m de argila compactada, sendo 0,30m abaixo de uma geomembrana, e 0,60m acima da mesma. A geomembrana é de PEAD (polietileno de alta densidade) de espessura de 2,0mm, mitigando o contato do solo natural com a disposição final dos RSU. Haverá no empreendimento, também, sistema de drenagem de líquidos percolados. O líquido percolado do aterro, será direcionado para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), e, posteriormente, será encaminhado para as lagoas de estabilização. Sendo sua destinação final as seguintes opções, respectivamente: Primeiro a recirculação do efluente na massa de resíduos; segundo, a fertirrigação em lavouras e áreas de reflorestamento; e por fim o possível lançamento em curso hídrico, sendo obedecidos os padrões de lançamento. Mitigando, desta forma a contaminação do subsolo, lençol freático e corpos hídricos.
Biótico	Perda de espécimes da fauna local	Programa de mitigação de atropelamento de fauna	

MEIO	IMPACTO	MEDIDA MITIGADORA COMPENSATÓRIA NA FORMA DE PROGRAMAS E PLANOS AMBIENTAIS	MEDIDAS MITIGADORAS COMPLEMENTARES - PREVISTAS NO PROJETO DE ENGENHARIA
Biótico	Perda de habitat	Programa de recuperação de áreas degradadas	
Biótico	Fragmentação de habitat	Programa de recuperação de áreas degradadas	
Biótico	Aumento de vetores	Programa de controle de vetores e Plano de gerenciamento dos resíduos sólidos	A área do aterro será completamente protegida por cerca com fios de arame para evitar a entrada de vetores externos ao aterro
Socioeconômico	Geração de expectativas relacionadas ao empreendimento	Programa de comunicação social e Programa de Educação Ambiental	
Socioeconômico	Alteração na paisagem	Programa de recuperação de áreas degradadas	Implantação de cortina vegetal para o isolamento visual da área
Socioeconômico	Desvalorização imobiliária	Programa de comunicação social, Programa de monitoramento de ruídos, Programa de monitoramento da qualidade do ar e Programa de recuperação de áreas degradadas	Implantação de cortina vegetal para o isolamento visual da área, Sistema de queima de gases e sistema de tratamento de efluentes do chorume proveniente das células
Socioeconômico	Interferência na saúde dos trabalhadores	Programa de monitoramento da qualidade do ar, Programa de monitoramento de ruídos e Programa de controle de vetores	
Socioeconômico	Melhoria da qualidade ambiental da região	Programa de comunicação social e Programa de educação ambiental	

A definição e elaboração dos planos programas e medidas ambientais é o resultado conjunto das medidas mitigadoras e compensatórias identificadas a partir dos impactos provocados pela implantação e operação do Aterro Sanitário da CGR Balsas, no âmbito ambiental, objetivando sua prevenção, controle, mitigação, monitoramento, acompanhamento e compensação (quando couber).

Os planos e programas ambientais visam definir estratégias e estabelecer procedimentos que possibilitem a implementação de uma gestão ambiental adequada para os impactos previstos em todos os meios, sendo eles: físico, biótico e socioeconômico.

Os impactos ambientais apresentam caráter abrangente e neste sentido, os planos e programas buscam soluções integradas, atingindo, de maneira harmônica, diferentes impactos.

Na sequência são apresentados de forma prévia os planos e programas ambientais propostos para serem desenvolvidos em todas as fases (planejamento, implantação e operação) do empreendimento.

11.2 Programa de gerenciamento dos resíduos da construção civil

O Programa tem como objetivos garantir a efetivação da gestão integrada dos resíduos oriundos da construção civil e desenvolver ações voltadas para a implementação de soluções, procedimentos e regras para o gerenciamento, caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação destes resíduos.

Inicialmente algumas diretrizes serão seguidas para orientar o planejamento da gestão dos resíduos no canteiro de obras:

- Reduzir os desperdícios e o volume de resíduos gerados;
- Segregar os resíduos por classes e tipos;

- Reutilizar materiais, elementos e componentes que não requeiram transformações;
- Reciclar os resíduos, transformando-os em matéria-prima para a produção de
- novos produtos.

Para garantia da qualidade da gestão do plano, é necessário que após projetado, os colaboradores da empresa sejam capacitados, a fim de que realizem a segregação dos resíduos da forma correta, dispondo-os nos contentores específicos, de maneira a evitar vazamento, e contaminações do solo e recursos hídricos.

Os benefícios do cumprimento dessas diretrizes são variados, contudo os principais são a diminuição de custos de produção, diminuição no uso de recursos naturais e energia a serem gastos, diminuição da contaminação do meio ambiente diminuição dos gastos com a gestão de resíduos.

O programa é aplicável para a fase de implantação do empreendimento.

11.3 Plano de gerenciamento dos resíduos sólidos

São fontes de geração de resíduos da construção civil as instalações e atividades inerentes à obra. Assim sendo, este plano tem como objetivo implementar medidas de controle e tratamento para os resíduos sólidos gerados nas fases obras. O Plano comportará o conjunto de referências capazes de orientar a organização dos geradores de resíduos.

Na área do canteiro, deverá ser previsto local coberto para armazenamento dos resíduos oriundos da obra, para posterior transporte à destinação final. As coletas dos resíduos deverão ser periódicas, evitando excesso de resíduos nos locais estocados.

A empreiteira deve implementar sistema de gerenciamento de resíduos considerando prioritariamente a não geração, a reutilização, reciclagem e a disposição dos resíduos da

construção. Esses resíduos deverão ser dispostos conforme sua classificação e atendendo ao disposto na legislação. As áreas de risco deverão ser sempre sinalizadas e de controle restrito.

Os resíduos inflamáveis, reativos, oleosos ou que contenham líquidos livres, deverão ser dispostos em aterro sanitário licenciado.

No gerenciamento das obras deverá existir um responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos e pela orientação dos operários, de forma a propiciar melhor controle dos resíduos nos locais da obra;

O plano é aplicável para a fase de implantação e operação do empreendimento.

11.4 Plano de encerramento

O objetivo fundamental da elaboração do Plano de Encerramento de um Aterro, ou de células de um aterro, de Resíduos de Serviços de Saúde é proteger o meio ambiente, a saúde pública e garantir a conformidade com regulamentações, assegurando que o local seja seguro e adequadamente gerenciado após o encerramento das atividades.

O encerramento de um aterro de resíduos de serviço de saúde é uma tarefa crítica que requer um planejamento cuidadoso para garantir a segurança pública e ambiental.

Anterior ao encerramento do aterro de resíduos de serviço de saúde ou das células do aterro é fundamental realizar uma avaliação preliminar do local. Isso inclui a identificação de todos os tipos de resíduos armazenados, a estimativa da quantidade total de resíduos, a verificação do estado das instalações e a análise de riscos ambientais e de saúde pública.

Com base na avaliação preliminar, deverá ser desenvolvido o Plano, que inclua as informações, tais como: cronograma detalhado que indique as etapas e os prazos para o encerramento do aterro; orçamento com o custo estimado do encerramento; compilação de toda documentação relevante, como licenças, autorizações e registros de resíduos; destinação e usos futuros pretendidos para a área, processo de descomissionamento de todas as infraestruturas

associadas ao aterro, como edifícios, sistemas de drenagem e cercas de segurança; e estabelecer um programa de monitoramento de longo prazo para acompanhar a qualidade da água subterrânea e do solo, bem como a integridade da cobertura final das células.

O plano é aplicável para a fase de encerramento do empreendimento.

11.5 Programa de educação ambiental

A implantação de um Programa de educação ambiental se justifica pelo compromisso do empreendedor em prover condições para diminuir os efeitos dos impactos negativos e potencializar os efeitos dos impactos positivos, com ações de informação e reordenamento das relações que forem alteradas com a implantação do aterro.

O objetivo deste programa é apoiar as ações de conscientização da mão-de-obra empregada e da população direta ou indiretamente atingida pela implantação do empreendimento, com atendimento no meio rural e urbano.

As ações deverão ressaltar a importância dos aspectos ambientais, da manutenção da biodiversidade e da qualidade de vida, de modo a tornar os membros dos grupos de interesse sujeitos ativos e colaboradores na implantação dos programas e projetos ambientais do empreendimento.

A articulação com o poder público local é fundamental uma vez que a educação ambiental será trabalhada no âmbito da comunidade local e escolar, assim como entidades e associações locais voltadas aos temas ambientais.

Os trabalhadores envolvidos na fase construtiva serão contemplados com, ao menos, uma palestra ou oficina com os temas a serem abordados.

Espera-se com a execução do programa, a conscientização dos trabalhadores e da população no entorno do empreendimento quanto à importância da preservação do meio ambiente e todos os seus componentes; a conscientização das pessoas que serão atraídas para a

região, seja para trabalhar na obra ou em busca de oportunidades de trabalho e negócios no setor de serviços, quanto à importância com o meio ambiente, na execução de suas atividades, de forma a incentivar a preservação ambiental.

O programa é aplicável para as fases de planejamento, implantação e operação.

11.6 Programa de comunicação social

O objetivo geral do Programa de comunicação social é promover a aproximação entre o empreendedor e a sociedade, em especial a população diretamente afetada pelo empreendimento, de forma a estabelecer um canal permanente de diálogo e de divulgação de informações associadas ao empreendimento. Em vista disso, o programa propõe ações contínuas de divulgação, nas quais são expostas informações relativas ao andamento do projeto, aos impactos, às medidas mitigadoras e aos projetos ambientais relacionados, bem como às ações pontuais, vinculadas ao processo de execução das obras. Além disso, o Programa deverá atuar como suporte aos demais programas ambientais desenvolvidos no âmbito do empreendimento, permitindo o envolvimento da população inserida na área de influência do empreendimento.

O programa é aplicável para as fases de planejamento, implantação e operação.

11.7 Plano de ação emergencial

O Plano de Ação Emergencial (PAE) objetiva orientar, disciplinar, determinar e apresentar os procedimentos básicos, necessários ao gerenciamento dos riscos identificados na implantação e operação do aterro, a serem adotados quando da ocorrência de acidentes, a fim de mitigar os impactos gerados. A prática do gerenciamento auxilia na definição de ações de prevenção de riscos relacionados à segurança da população residente e flutuante na área de influência direta e indireta, bem como aos colaboradores da empresa.

O plano deve dispor de sistemas de alerta e comunicação de acidentes, treinamento de pessoal e exercícios de resposta. Os procedimentos deverão ser acionados em caso de acidentes durante a execução das obras, face aos funcionários e as áreas habitadas vizinhas.

O PAE deverá considerar a identificação e avaliação de riscos, as normas e procedimentos de segurança, a previsão e execução de treinamentos, a investigação de acidentes ou incidentes, o gerenciamento das emergências, e os meios de comunicação internos e externos, prévios e durante os episódios.

A ação planejada, programada, e treinada, em resposta às emergências que eventualmente possam ocorrer, permite que se distribuam e se definam as atribuições e responsabilidades de cada ator, de modo a proporcionar condições eficientes, seguras, e ao mesmo tempo, céleres, para resolutividade do óbice.

Para isso, devem-se definir as atribuições e responsabilidades, identificar os perigos que possam resultar em acidentes, primar pela preservação do patrimônio da empresa, da continuidade operacional e da integridade física das pessoas, treinar os profissionais habilitados para operar os equipamentos necessários ao controle de emergências, e, minimizar as consequências e impactos.

O plano é aplicável para as fases de implantação e operação.

11.8 Programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas

O monitoramento ambiental pressupõe o acompanhamento da evolução de um determinado processo, gerando subsídios para a realização de alterações necessárias para a manutenção da qualidade ambiental. O Programa de monitoramento da qualidade das águas é de grande valia para levantar os impactos ambientais causados por lixiviação, erosão, infiltração do chorume para o lençol freático, assoreamento, contaminação do solo e que podem afetar diretamente os recursos hídricos.

As ações do empreendimento, tais como: movimento de caminhões, máquinas, movimento de terras, lançamento de percolado, acarretarão risco de contaminação assim se faz necessário o monitoramento da qualidade das águas.

Neste contexto o objetivo do presente programa é a obtenção e avaliação dos registros de qualidade das águas na área de contribuição do empreendimento, podendo assim avaliar os efeitos do empreendimento sobre os corpos hídricos.

- Levantamento de dados sobre a qualidade das águas realizando monitoramento em pontos a montante e jusante do empreendimento;
- Avaliar os efeitos das obras sobre os corpos hídricos e verificar a eficiência das medidas de controle ambiental executadas;
- Avaliar os resultados dos monitoramentos, identificando alterações nos resultados e a sua origem, antrópica ou natural.
- Subsidiar ações para a manutenção ou melhoria da qualidade das águas.

O programa é aplicável para as fases de implantação e operação.

11.9 Programa de monitoramento da qualidade do ar

O programa tem por objetivo controlar e monitorar as emissões atmosféricas oriundas das atividades desenvolvidas no complexo do empreendimento, em especial as atividades relativas ao uso de maquinários para transporte de resíduos, escavação, conformação de taludes e recobrimento das células do aterro.

Serão identificadas e quantificadas possíveis alterações da qualidade do ar, provocadas pela emissão de gases diversos e material particulado.

Na operação os principais gases gerados durante a operação do aterro são produzidos a partir da decomposição dos resíduos e também da movimentação de máquina e, portanto, também precisam ser monitorados.

No âmbito do programa deve ser realizada a cobertura diária das pilhas de resíduos, das áreas de implantação do aterro e umidificação dos acessos em períodos de estiagem, evitando a emissão de particulados.

Os principais resultados esperados com a execução deste programa são:

- Evitar problemas respiratórios aos colaboradores da frente de trabalho.
- Redução de emissão de gases, odores e particulados para atmosfera.

O programa é aplicável para as fases de implantação e operação.

11.10 Programa de monitoramento de ruídos

Com a intensa movimentação de maquinário e trânsito de veículos pesados durante a fase de implantação e operação do empreendimento, ocorrerá um aumento na emissão de ruídos no entorno do empreendimento afetando diretamente na fauna local e a população próxima.

O objetivo do programa é controlar e monitorar, de forma a fornecer subsídios para reduzir os ruídos na fonte geradora, sendo necessária a manutenção de equipamentos e adaptação de técnicas na operação que provoquem a mitigação da emissão de ruídos.

Dentre as ações no âmbito do programa, cabe destacar:

- Monitoramento dos níveis do ruído com o uso de equipamentos adequados e alinhados as normativas vigentes.
- Anteriormente ao início das obras, deve-se buscar equipamentos que gerem menos ruídos e que contenham abafadores. Também, sempre que possível realizar manutenção e regulagem nos equipamentos.
- Determinar o uso de EPIs aos colaboradores expostos a altos níveis de ruídos;
- Realizar a adequação das vias de acesso, permitindo que o tráfego de veículos flua sem transtornos aos moradores próximos.
- Estabelecer horários de trabalho em comum acordo com a população local;

- Treinar os operadores e realizar manutenção regulares em equipamentos e maquinários.

O programa é aplicável para as fases de implantação e operação.

11.11 Programa de monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de efluentes

Diante da existência do sistema de tratamento do chorume do aterro, para a fase de operação do empreendimento é necessário o estabelecimento de diretrizes para o correto gerenciamento dos efluentes gerados e para a verificação da eficiência e eficácia das estruturas de controle.

O programa tem como objetivo em avaliar a qualidade do efluente líquido oriundo dos sistemas de tratamento instalados, comparando suas características físico-químicas com os padrões de qualidade de efluentes legislados, identificando eventuais casos de extrapolação dos limites legais.

Deverão ser realizadas coletas do efluente bruto e tratado dos sistemas de tratamento propostos, seguindo as normas técnicas aplicáveis. O equipamento de coleta e locais de coleta devem ser compatíveis com a tipologia de sistema de tratamento adotado. Além das análises laboratoriais, deverão ser avaliadas in loco (através de medidor multiparâmetro com o devido certificado de calibração dentro da validade) as características mais sensíveis aos fatores externos.

Diante da ocorrência de não conformidades à legislação, deverão ser avaliadas estratégias para promover a adequação dos tratamentos e dos sistemas de controle. Adicionalmente, quando da constatação de possíveis contaminações, essas deverão ser reportadas à supervisão ambiental para que se proceda com as devidas providências para a realização de investigações e, quando couber, remediações.

Os resultados do monitoramento serão compilados em relatórios técnicos, destacando as não conformidades emitidas e as ações corretivas tomadas.

O programa é aplicável para a fase de operação.

11.12 Programa de monitoramento da estabilidade do solo

Este programa é responsável pela gestão de medidas baseadas nas técnicas recomendadas a serem empregadas em atividades que proporcionem a geração de áreas de terrenos expostos, que sofrerão alterações no relevo e no sistema natural de drenagem. A retirada da vegetação protetora e à movimentação de solos e rochas, resultam em alterações nos processos do meio físico, principalmente em locais sensíveis podendo, estes, manifestar-se em erosões laminares e lineares intensas, assim como em instabilidade de encostas e maciços.

Esse programa será executado por meio de ações operacionais preventivas e corretivas com o objetivo de promover o controle dos processos erosivos resultantes da implantação do empreendimento, que podem resultar em processos erosivos, instabilidade do solo, assim como assoreamento. A supressão vegetal deve ser realizada de forma a preservar ao máximo a vegetação herbácea, de maneira a preservar a proteção natural do solo.

O programa definirá a instrumentação a ser instalada, sua frequência de medição, as inspeções de campo e auditorias. Os dados coletados ao longo da implantação e operação do aterro serão tabelados e interpretados com base em gráficos e seções

Deve ser avaliada a suscetibilidade do solo a erosão nos locais de solo exposto levando em consideração a pedologia, topografia bem como a área de contribuição para a drenagem no local.

Devem ser implantadas estruturas de valas para coleta e condução das águas pluviais e dissipadores (escadas d'água) ou utilização de outras técnicas de engenharia para minimizar processos erosivos nas áreas consideradas mais propícias à instauração de processos erosivos.

O programa é aplicável para as fases de implantação e operação.

11.13 Programa de mitigação de atropelamento de fauna

A perda de indivíduos devido ao atropelamento de animais é um dos principais impactos sobre a fauna decorrente da movimentação de veículos e maquinários no canteiro de obras e na operação do aterro (conformação dos taludes, transporte de resíduos, dentre outros). Por se tratar de um impacto direto, ao passo que gera o aumento de mortalidade, a viabilidade populacional das espécies presentes na região pode ser comprometida. O Programa tem o intuito de mitigar a mortalidade oriunda dos atropelamentos causados pela colisão entre veículos e animais silvestres, visando uma menor restrição na movimentação de faunas silvestres existentes no entorno das obras.

O monitoramento possibilita identificar os pontos críticos de maior incidência de atropelamentos, bem como as espécies envolvidas e a ocorrência de mudanças na composição das comunidades, além de possibilitar a adoção de medidas de recolhimento dos animais feridos ou mortos e dar o adequado encaminhamento. Os dados coletados durante as campanhas devem subsidiar as propostas de medidas de mitigação e conservação das espécies identificadas

O programa é aplicável para as fases de implantação e operação.

11.14 Programa de controle de vetores

O programa de controle de vetores, refere-se a um conjunto de medidas e estratégias destinadas a monitorar, prevenir e controlar a proliferação de vetores que possam representar riscos para o meio ambiente e para a saúde humana na fase de implantação do empreendimento, em especial associados ao canteiro de obras. Vetores são organismos que podem transmitir doenças, como mosquitos, carrapatos e roedores.

O escopo do programa consiste na identificação e monitoramento dos vetores, estabelecimento de medidas de controle tais como repelentes, inibidores; além da gestão adequada dos resíduos no canteiro de obras para evitar a proliferação dos vetores.

O programa é aplicável para a fase de implantação e operação.

11.15 Plano ambiental da construção

O principal objetivo deste programa é estabelecer os critérios a serem seguidos durante a execução da obra a fim de nortear a ação dos construtores relacionados ao meio ambiente e trabalhadores, os quais devem ser levantados ainda na proposta técnica.

Este programa deve apresentar medidas preventivas para ordenar as atividades de construção a fim de evitar ou minimizar impactos ambientais desta natureza, além de facilitar posterior recuperação das áreas. A responsabilidade da implantação deste programa é do empreendedor, o qual explicitará a política ambiental do mesmo.

Para os trabalhadores das obras, devem-se cumprir as exigências legais e tomar cuidados exponenciais com condições de trabalho, higiene e saúde, bem como sua inserção na comunidade. Deverá fazer parte o PAC o Código de Conduta dos trabalhadores da obra.

Todos os processos envolvendo este programa deverão ser coordenados e fiscalizados por especialistas ambientais.

Durante o desenvolvimento das obras na área do aterro deverá ser realizado o acompanhamento das atividades, sendo importante garantir:

- Adoção de técnicas de construção que minimizem a interferência socioambiental do empreendimento;
- Disposição e destinação correta dos resíduos sólidos provenientes das atividades administrativas e operacionais;
- Implantação de um sistema de esgotamento sanitário adequado;

- Tratamento adequado dos efluentes contendo sólidos em suspensão, óleos e graxas.
- Tratamento adequado dos resíduos sólidos orgânicos;
- Conduzir adequadamente as águas pluviais, evitando-se o carregamento de sólidos para os cursos d'água;
- Definição do acesso a ser utilizado pelos veículos envolvidos na implantação do empreendimento, de maneira a evitar impactos em outras vias locais;
- Adequação/melhorarias do traçado do acesso viário à obra, garantindo a não interrupção do tráfego;
- Disciplinar o trânsito destinado à obra, minimizando os transtornos e o risco de acidentes com a população da AID, do entorno e fauna local;
- Plano de Segurança do Trabalho, com ênfase a prevenção de riscos e acidentes, nos caracteres ambientais, físicos e humanos;
- Prevenção e controle da situação de saúde dos trabalhadores da obra, segundo normas do Ministério do Trabalho;
- Elaboração e implantação do Código de Conduta para todos os colaboradores da obra, contendo medidas sociais e ambientais a serem adotadas durante a implantação, visando a minimização dos impactos negativos oriundos do empreendimento.

O plano é aplicável para a fase de implantação do empreendimento.

11.16 Programa de recuperação de áreas degradadas

A abertura de acessos; áreas de empréstimos e bota-foras para a implantação do empreendimento; além do decapeamento do solo, resultam em movimentações expressivas de solo, principalmente através de escavações, cortes e/ou aterros.

A abertura de novos acessos, sempre que necessário, deverá priorizar áreas de menor necessidade de movimentação de terras, aliada a áreas com pouca ou nenhuma vegetação nativa. Nestes, deverão ser implantados sistema de drenagem e condução de águas pluviais.

Todas estas áreas de movimentação de solo ou supressão de vegetação para implantação do empreendimento deverão ser objeto de um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, o qual tem como objetivos:

- Estabelecer estratégias para mitigar os efeitos negativos resultantes da implantação do empreendimento;
- Reintegrar as áreas degradadas à paisagem local, contribuindo para melhoria da qualidade ambiental existente;
- Desenvolver e implementar técnicas de reabilitação de áreas degradadas específicas para áreas de empréstimo, canteiros de obras, bota-fora e acessos desativados;
- Proceder à avaliação da eficácia dos métodos e procedimentos de recuperação e reabilitação ambiental;
- Monitorar as áreas degradadas por período de tempo à ser definido, até sua estabilização.

Áreas que, porventura, sejam objeto de locação para instalação de estruturas provisórias, deverão ser devolvidas nas mesmas condições. As áreas adquiridas e ocupadas com estruturas temporárias deverão ser objeto, prioritariamente, de reposição florestal, especialmente aquelas em que anteriormente apresentava-se ocupadas com vegetação nativa.

Em áreas onde ocorrerem remoções significativas de solo, provocando desequilíbrio nas condições de implantação de plantas e ausência do banco do germoplasma, recomenda-se que

o Programa utilize métodos básicos de restauração do solo, permitindo que espécies capazes de continuar o processo regenerativo tenham condição de desenvolvimento.

Ressalta-se que o Programa deverá prever a recomposição dos locais supracitados por meio de soluções que proporcionem contribuições ecológicas e socioculturais à população, integrando o empreendimento à região de sua atuação, resultando em condições mínimas necessárias à sobrevivência das espécies locais.

O programa é aplicável para a fase de implantação.

11.17 Programa de supervisão ambiental

O processo de degradação do meio ambiente e seus recursos naturais, principalmente por atividades antrópicas, têm elevado os questionamentos ambientais para esferas superiores. Quando do planejamento de infraestruturas que atinjam o meio ambiente, bem como sua estabilidade, cabe ao Programa de Supervisão Ambiental garantir que o empreendimento seja ao mesmo tempo funcional e ambientalmente sustentável, proporcionando coerência entre as duas situações.

Uma boa gestão ambiental permite a exploração de recursos naturais mediante gerenciamento de condicionantes impostas pelas licenças pertinentes dos órgãos competentes. Desta forma, é possível organizar o sistema de exploração, tais como uso racional da água e tratamento de efluentes, sem evitar a contribuição necessária para atender a demanda de clientes, órgãos fiscalizadores e consumidores. Logo, o Programa de Supervisão Ambiental tem objetivo de garantir que todas as condicionantes previstas nas licenças ambientais sejam atendidas pelo empreendedor, de tal modo que deve ser criada uma estrutura organizacional, permitindo tanto ao empreendedor quanto aos órgãos ambientais, verificar rapidamente a implantação e eficácia das ações propostas.

Portanto, todos os programas anteriormente apresentados são correlacionados a este, sendo o responsável por correlacionar o empreendedor e o órgão fiscalizador, mantendo-os informado da evolução do empreendimento e dos controles ambientais previstos, por meio de relatórios técnicos periódicos.

O programa é aplicável para as fases de implantação e operação.

12 PROGNÓSTICO AMBIENTAL E CONCLUSÕES

A realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) tem por objetivo diagnosticar os impactos de um empreendimento e nortear as medidas de prevenção, mitigação e/ou compensação destes. Este EIA foi elaborado por uma equipe multidisciplinar, visando abranger de forma específica cada meio passível de impacto, seja ele físico, biótico ou socioeconômico. Para tanto, foram utilizados metodologias e procedimento que visam atender a legislação vigente voltada para instalação do Aterro Sanitário, a ser instalado no município de Balsas-MA.

O aterro sanitário foi projetado para receber em média 216 ton./dia, pelo período de 30 anos, sendo que este projeto atenderá aos objetivos sanitários, ambientais, econômicos e sociais, frutos da eliminação de vetores transmissores de doenças, do controle da poluição das águas, solo e ar, ocasionados pelo descarte indevido de resíduos sem nenhuma forma de tratamento.

O presente estudo contemplou as avaliações dos meios biótico, físico e socioeconômico, buscando, com isso, diagnosticar a influência deste empreendimento no meio ambiente e na população atingida, adjacente e regional, a fim de apontar medidas e ações necessárias para garantir as condições sociais e ambientais mais próximas da original, com mínimo impacto possível.

Os impactos relacionados ao meio físico serão em sua maioria de baixa magnitude, voltados principalmente a movimentação de maquinários, aumento de pessoas no local e movimentações do solo, deverá se ter atenção com áreas mais inclinadas, principalmente em

períodos de alta pluviosidade. Apesar da qualidade da água também ser alterada por fenômenos naturais, as atividades de origem antrópica são atualmente as principais responsáveis pela alteração nos indicadores de qualidade da água. Desta forma torna-se fundamental levar em consideração também as dinâmicas de vazão, principalmente em relação às épocas de chuvas e de seca. No que diz respeito às pressões antrópicas, destacam-se aqui as possíveis relações com o uso de fertilizantes, práticas mal elaboradas do manejo do solo em áreas de agricultura. Ressaltamos a importância da continuidade da amostragem do ribeirão Bacaba na área de influência do Aterro CGR Balsas.

No meio florestal, mesmo havendo necessidade de supressão de vegetação, que se dará conforme definido no Art. 36 da Portaria Nº 0013, de 01 de Fevereiro de 2013, da SEMA/MA, serão mantidas as áreas de reserva legal do próprio imóvel e áreas de preservação permanente, totalizando cerca de 38,5% da área total do imóvel. A efetiva implantação das células do aterro sanitário se dará em área já degradada por atividade de silvicultura, demandando apenas de limpeza.

Para a fauna, a supressão da vegetação e os incômodos oriundos da construção civil provocará afugentamento e distúrbios, como por exemplo a perda de habitats, atropelamentos, competição por recursos e dispersão forçada. Para evitar atropelamentos e danos mais severos aos animais, indicou-se medidas e ações ambientais, como o resgate faunístico e a condução adequada dos veículos, especialmente envolvidos com o empreendimento, além do monitoramento durante a implantação e operação do empreendimento. Com relação a fauna silvestre registrada durante o levantamento primário no empreendimento, foram obtidos 1040 registros pertencentes a 169 espécies aves; 101 répteis, 74 espécies de anfíbios nativos, quanto a herpetofauna, foram registradas 123 espécies de abelhas. Na AID do empreendimento foi registrada a presença de duas ($S = 2$) espécies ameaçadas de extinção, o felino *Leopardus sp* e o canídeo *Lycalopex vetulus*. Além dessas, também foi registrada uma espécie enquadrada como

quase ameaçada de extinção pela IUCN, o macaco-prego *Sapajus libidinosus*. Ressalta-se ainda que não existem espécies migratórias de mamíferos na região de estudo.

Para a região do empreendimento não foram encontrados estudos referente a ictiofauna, sendo assim as buscas foram estendidas para toda a bacia do Rio Parnaíba, podem ocorrer 127 espécies de peixes nativos, pertencentes a onze ordens sendo os Characiformes (S = 57) e Siluriformes (S = 39) as mais representativa, não foram verificadas a presença de espécies exóticas nos estudos analisados.

Analisando os impactos socioeconômicos oriundos da implantação do empreendimento, há impactos positivos para o município de Balsas, haja vista que se aumenta a arrecadação pelos tributos, aumento da movimentação de pessoas e empresas e aumento dos postos de serviços. Benefícios de melhoria na qualidade de vida e condições de saúde da população, redução de doenças relacionadas à falta de saneamento e manejo de resíduos. Os impactos negativos são de amplitude baixa, tendo em vista que se dará apenas na propriedade privada e das propriedades vizinhas nenhuma família terá de ser realocada ou sofrerá interferência diretas.

Não obstante, o empreendimento não interferirá sobre nenhuma estrutura pública, quer seja, rede de energia, estradas, escolas, comunidades, unidades de saúde ou estruturas de turismo, lazer ou religião. Isso porque, o aterro será implantado em áreas privadas, cujos acessos se darão diretamente da rodovia para dentro do imóvel, por estradas internas, sem afetar a comunidade do entorno.

Verificou-se, portanto, que os diferentes impactos identificados, se tratados adequadamente através da implementação dos programas ambientais previstos, poderão ser mitigados ou compensados de forma satisfatória, garantindo a viabilidade socioambiental do empreendimento.

Portanto, o Aterro Sanitário da CGR Balsas apresenta viabilidade ambiental. Todavia, necessita-se a implementação e execução das medidas e programas enfatizados e recomendados

neste estudo, os quais são fundamentais para implantação deste empreendimento dentro dos níveis toleráveis de interferência ao meio ambiente, respeitando os recursos naturais e princípios de conservação ambiental. De igual forma, todas as condicionantes que venham a ser impostas pelo órgão ambiental devem ser consideradas e concretizadas de maneira a maximizar a gestão ambiental, reduzindo ou neutralizando os impactos que ocorreram na instalação e operação do Empreendimento.

13 BIBLIOGRAFIA

Gerais

ABNT –Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13896**: Aterro de resíduos não perigosos –Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro:ABNT, 1997.

ABREMA- Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. 2023. Disponível em: https://abrema.org.br/pdf/Panorama_2023_P1.pdf

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: MMA/SQA, 209p., 2022. Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>

CREA-PR –Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná. **Guia de Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos**. 2009. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/Publica%C3%A7%C3%B5es-Tem%C3%A1ticas-Guia-para-Elabora%C3%A7%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Sanit%C3%A1rios-para-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Urbanos-Volume-II.pdf>

CRUZ, Guilherme Henrique Santos; ALMEIDA, Maria Rita Raimundo e. Estudos de alternativas locais para aterros sanitários nos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais. **Holos Environment**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 231, 9 abr. 2020. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/holos.v20i2.12371>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 15 jan. 2021.

Tecnológica

(AIRES et al., 2003): AIRES, R. D., LOPES, T. A., BARROS, R.M., CONEGLIAN, C. M. R., DRAGONI SOBRINHO, G., TONSO, S. PELEGRINI, R. Pirólise. Rio Claro, 2003

BUAH, W. K.; CUNLIFFE, A. M.; WILLIAMS, P. T. Characterization of products from the pyrolysis of municipal solid waste. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 85, n. 5, p. 450–457, 2007

(BARROS, 2012): BARROS, R. T. V. Elementos de gestão de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte, Tessitura, 2012.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental – conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

BEANLANDS, G. E. ; DUINKER, P. N. An ecological framework for environmental impact assessment in Canada. Halifax: Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, 1983.

ERICKSON, P. A. A practical guide to environmental impact assessment. San Diego: Academic Press, 1994.

MOREIRA, I. V. Vocabulário Básico do Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente – Feema/Petrobras, 1992.

CRAVEIRO, J. R. Caracterização das Unidades De Conservação: Referências sobre o Sistema Nacional De Unidades de Conservação da Natureza. 1º SIMPGEO/SP, Rio Claro, ISBN: 978-85-88454-15-6. 2008.

IBGE. Mapa da Vegetação do Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm#sub_download>. 2004.

FAO. Gridded livestock of the world. Roma: FAO, 2007.

AMORIM, E. L. C. de. Ferramentas de Análise de Risco. Apostila do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alagoas, CTEC, Alagoas: 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/71505557/Apostila-de-ferramentas-de-analise-de-risco>>. Acessado em 30 set. 2017.

MORGADO, C.R.V. Gerência de riscos. Rio de Janeiro: SEGRAC – Núcleo de Pesquisa em Engenharia de Segurança, Gerenciamento de Riscos e Acessibilidade na UFRJ, 2000.

Legislação

ANVISA, Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº222 de 28 de março de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**. Rio de Janeiro. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**. Rio de Janeiro. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13292**. Rio de Janeiro. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005**. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12808**. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12810**. Rio de Janeiro. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15495**. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15495-2**. Rio de Janeiro. 2008.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**. Rio de Janeiro. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**. Rio de Janeiro. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13463**. Rio de Janeiro. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16173**. Rio de Janeiro. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7501**. Rio de Janeiro. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**. Rio de Janeiro. 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11174**. Rio de Janeiro. 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9547**. Rio de Janeiro. 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13412**. Rio de Janeiro. 1995.
- BRASIL. **Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002**. Dispõe sobre o sistema nacional de unidades de conservação da natureza - SNUC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm.
- BRASIL. (10 de julho de 2001). **Lei Nº 10.257**. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=10257&ano=2001&ato=39fATQU5kMNpWT905>.
- BRASIL. (10 de julho de 2001). **Lei Nº 10.257**. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=10257&ano=2001&ato=39fATQU5kMNpWT905>
- BRASIL. **Decreto Nº 99.274 de 06 de junho de 1990**. Dispõem sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e sobre a política nacional do meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/D99274compilado.htm.
- BRASIL. (19 de dezembro de 1979). **Lei Nº 6.766**. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=6766&ano=1979&ato=8b7o3Yq1EMrRVT6b0>.
- 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, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6848.htm.
- BRASIL. (18 de Junho de 2000). **Lei nº 9.985**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 20 jun. 2010.
- BRASIL. (1973). **Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973**. Estatuto do Índio. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/quem/legislacao/estatuto_indio.html>.

BRASIL. (22 de dezembro de 2006). **Lei nº 11.428**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm>.

BRASIL. (25 de Maio de 2012). **Lei nº 12.651**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83>.

BRASIL. (8 de Janeiro de 1997). **Lei nº 9.433**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 20 jun. 2010.

BRASIL. **Constituição de 5 de outubro de 1988**. Artigos referentes ao Patrimônio cultural brasileiro. Disponível em: <http://www.iphan.gov.br>.

BRASIL. **Decreto nº 25 de 30 de novembro de 1937**. Organização a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Disponível em: <http://www.iphan.gov.br>.

BRASIL. (02 de agosto de 2010). **Lei nº 12.305**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

BRASIL. **Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm.

BRASIL. (15 de julho de 2020). **Lei nº 14.026**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm.

BRASIL. (03 de janeiro de 1967). **Lei nº 5.197**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5197.htm.

BRASIL. (12 de fevereiro de 1988). **Lei nº 7.653**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7653.htm.

BRASIL. (12 de fevereiro de 1998) **Lei nº 9.605**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm.

BRASIL. (31 de agosto de 1931) **Lei nº 6.938**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm.

BRASIL. (22 de dezembro de 2006) **Lei nº 11.428**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm.

BRASIL. (29 de dezembro de 2021) **Lei nº 14.285**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 **Artigos nº. 5º, nº. 20º e nº. 216º**. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

BRASIL. **Decreto nº 3.551 de 04 de agosto de 2000**. Institui o registro de bens culturais de natureza imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o programa nacional do patrimônio imaterial e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3551.htm.

CFBIO, Conselho Federal de Biologia. Resolução nº 301, de 08 de dezembro de 2012.

CFBIO, Conselho Federal de Biologia. **Portaria nº 148, de 08 de dezembro de 2012. Regulamenta os procedimentos de captura, contenção, marcação e coleta de animais vertebrados previstos nos Artigos, 4º, 5º, 6º e 8º da Resolução CFBio nº 301/2012**”. Disponível em: <http://www.crbio02.gov.br/Noticias.aspx?n=71&t=PORTARIA%20CFBio%20N%C2%BA%20148/2012>.

CNRH, Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 004, de 04 de maio de 1994.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 005, de 15 de junho de 1989.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 08 de março de 1990.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 267, de 14 de setembro de 2000.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 436, de 22 de dezembro de 2011.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 006 de 24 de janeiro de 1986.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 009 de 03 de dezembro de 1987.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 010 de 01 de outubro de 1993.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 002 de 18 de abril de 1996.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1997.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 281, de 12 de julho de 2001.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). **Instrução Normativa nº 02 de 27 de março de 2015.** Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Nacional do Índio Funai nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe. 2015. Disponível em: https://app.sogi.com.br/Manager/texto/arquivo/exibir/arquivo?eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9AFFIjAvMzk2MDMvU0dfUmVxdWlzaXRvX0xlZ2FsX1RleHRvLzAvMC9JTINUUIXDh8ODTyBOT1JNQVRJVKegRIVOQUkgTsK6IDAYLCBERSAYNy0wMy0yMDE1LmRvYy8wLzAiAFFQWQABKH61g0tMn58C0wF0nQ_OO8hWJl2t-YHNKQiiYY

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Instrução Normativa nº 13 de 18 de dezembro.** Publica a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos, a qual será utilizada pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental e pelo Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos, bem como por futuros sistemas informatizados do Ibama que possam vir a tratar de resíduos sólidos.. 2012. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=128945>

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Instrução normativa nº 146, de 10 de janeiro de 2007.** Estabelece os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influencia de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental, como definido pela Lei nº 6938/81 e pelas Resoluções Conama nº 001/86 e nº 237/97. 2007. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=113065>

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015.** Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA. 2015. Disponível em http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Portaria_Interministerial_60_de_24_de_marco_d_e_2015.pdf

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.** 2015. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/INSTRUCAO_NORMATIVA_001_DE_25_DE_MARCO_DE_2015.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **INSTRUÇÃO NORMATIVA INCRA Nº 111, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2021.** Dispõe sobre os procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária nos processos de licenciamento ambiental de obras, atividades ou empreendimentos que impactem terras quilombolas. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-incra-n-111-de-22-de-dezembro-de-2021-369753970>

MARANHÃO (estado). **Decreto Estadual nº 13.494, de 12 de novembro de 1993.** Regulamenta o Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão 1993. Disponível em: <https://legislacao.sema.ma.gov.br/arquivos/1550005012.pdf>.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 463. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira.** 2018.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 443 de 17 de Dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.** 2014a. Disponível em: www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_443_2014_lista_esp%C3%A9cies_amea%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: out. 2015.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 148 de 07 de julho de 2022. Lista Nacional Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção.** 2022a. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf.

MS, Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (SEMA-MA). **Portaria nº 13 de 01 de fevereiro de 2013. Disciplina os procedimentos de aprovação da localização de Reserva Legal, de concessão de Licença Ambiental para Atividades Agrossilvipastoris e Autorizações Ambientais para Uso Alternativo do Solo em Imóveis Rurais no Estado do Maranhão.** Maranhão, 2013.

Meio Físico

ANA, Agência Nacional das Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil.** 2005.

BIZZI, L.A., SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., BAARS, F.J., DELGADO, I.M., ABRAM, M.B., LEÃO NETO, R., MATOS, G.M.M., SANTOS, J.O.S. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Sistema de Informações Geográficas – SIG e Mapas na Escala 1:2.500.000. 4 CD-ROMs.**2001.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências de 17 de março de 2005. Brasília, 2005. Disponível em : <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf> . Acesso em 19 set. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. COORDENAÇÃO-GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL. Portaria MS n.º

518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: < https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em 15 set. 2021.

BROETTO, TIAGO; TORNQUIST, CARLOS GUSTAVO; CAMPOS, BEN-HUR COSTA DE; SCHNEIDER, Júlio César. Relationships between Agriculture, Riparian Vegetation, and Surface Water Quality in Watersheds. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 41, p. 1-13, 2017.

CAPUTO, H.P. *Mecânica dos solos e suas aplicações: fundamentos*. 6.ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1988. 234p.

CASTILLA-GÓMEZ, J.; HERRERA-HERBERT, J. Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact assessment. *Minerals Engineering*, v. 76, p. 87–96, 2015.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIAS SOLAS E EÓLICA SÉRGIO DE S. BRITO. *Atlas eólico do Brasil*. 2007.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. CEMADEN. 2022.

CETESB, 2008. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Índices de Qualidade das Águas, critérios de avaliação da qualidade dos sedimentos e indicador de controle de fontes*. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. São Paulo – SP. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo -. IQA - Índice de Qualidade das Águas. 2011. Disponível em: <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso em: março de 2022.

CORDANI, 1974 in: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. Eds. *Geologia do Brasil: Texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da área oceânica*, DNPM/MME. 501 p. 1984.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *O Novo Mapa de Solo do Brasil. Legenda Atualizada*. Rio de Janeiro. 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 .ed. Brasília. 2006.

ESTEVES, F. A. (Org.) *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 2011. 826 p.

GAPLAN - GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. *Atlas de Santa Catarina*. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 176p. ZALÁN P.V., WOLFF S., CONCEIÇÃO J.C., MARQUES A., ASTOLFI, M.A.M., VIEIRA I.S., APPI V.T. Bacia do Paraná. In: *Origem e evolução de Bacias Sedimentares*. Petrobrás, Rio de Janeiro, p. 135-164. 1990.

GIRARDI, Rubia; PINHEIRO, Adilson; GARBOSSA, Luis Hamilton Pospissil; TORRES, Édson. Water quality change of rivers during rainy events in a watershed with different land uses in Southern Brazil. *Rbrh*, v. 21, n. 3, p. 514-524, set. 2016.

HOU, GUIRONG; BI, HUAXING; YU, XINXIAO; JIA, GUODONG; WANG, DANDAN; ZHANG, ZHENYAO; LIU, ZIQIANG. A vegetation configuration pattern with a high-

efficiency purification ability for TN, TP, AN, AP, and COD based on comprehensive assessment results. Scientific Reports, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - (2002). Biblioteca: Mapas de Clima. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.htm>>. Acesso em: março de 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Normais Climatológicas. Brasília - DF, 2022.

KHALID, Sana; SHAHID, Muhammad; NATASHA; BIBI, Irshad; SARWAR, Tania; SHAH, Ali; NIAZI, Nabeel. A Review of Environmental Contamination and Health Risk Assessment of Wastewater Use for Crop Irrigation with a Focus on Low and High-Income Countries. International Journal Of Environmental Research And Public Health, v. 15, n. 5, p. 1-36, 1 maio 2018.

KYAKUWAIRE; OLUPOT; AMODING; NKEDI-KIZZA; BASAMBA. How Safe is Chicken Litter for Land Application as an Organic Fertilizer? A Review. International Journal Of Environmental Research And Public Health, v. 16, n. 19, p. 1-23, 20 set. 2019.

LI, R. H.; LIU, S. M.; ZHANG, G. L.; REN, J. L. & ZHANG, J. “Biogeochemistry of nutrients in an estuary affected by human activities: The Wanquan River estuary, eastern Hainan Island, China”. Continental Shelf Research. 57: 18, 2012.

MELLO, Kaline de; TANIWAKI, Ricardo Hideo; PAULA, Felipe Rossetti de; VALENTE, Roberta Aversa; RANDHIR, Timothy O.; MACEDO, Diego Rodrigues; LEAL, Cecília Gontijo; RODRIGUES, Carolina Bozetti; HUGHES, Robert M.. Multiscale land use impacts on water quality: assessment, planning, and future perspectives in Brazil. Journal Of Environmental Management, v. 270, p. 1-16, set. 2020.

MENDES, Kassio Ferreira; RÉGO, Ana Paula Justiniano; TAKESHITA, Vanessa; TORNISIELO, Valdemar Luiz. In: Water Resource Pollution by Herbicide Residues. Biochemical Toxicology - Heavy Metals And Nanomaterials (Org. Sibi Raj and Dhruv Kumar), p. 2-16, 29 jul. 2020.

MÖBUS, G., 2017 - QUALIGRAF – Software para auxiliar na análise e interpretação gráfica de dados hidroquímicos. Disponível para download gratuito em: <http://www.funceme.br/DEHID/qualigraf/index.htm>

PENMAN, H. L. Penman, estimating evaporation. Transactions of the American Geophysical Union, Washington, DC, v. 37, p. 43-50, 1956

SANFORD & LANG 1960 in: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. Eds. Geologia do Brasil: Texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da área oceânica, DNPM/MME. 501 p. 1984.

SMEWW, 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22ª edição. Washington (DC), 2017.

WINGE, Manfredo et al (Orgs). Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil: volume III. Brasília: CPRM, 2013. v. 3.

Meio Biótico

Flora

ARRUDA, L.; DANIEL, O. Florística e diversidade em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Dourados, MS. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 189- 99. 2007.

BARRETO, L. **Cerrado Norte do Brasil**. v. 1. 1 ed. Pelotas: USEB, 2007. 378 p.

BRASIL. Instrução Normativa nº 03, de 04 de março de 2002. Define procedimentos de conversão de uso do solo através de autorização de desmatamento nos imóveis e propriedades rurais na Amazônia Legal. **Diário Oficial da União**, de 06 de março de 2002.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, de 28 de maio de 2012.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Biotic sampling methods**. Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers, 1977. p. 42.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. v. 1. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarium de estudos da flora, 2008. 384 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarium de estudos da flora, 2009. 384 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 3. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarium de estudos da flora, 2009. 384 p.

MMA. Instrução Normativa nº 3, de 4 de março de 2002. Resolve definir procedimentos de conversão de uso do solo através de autorização de desmatamento nos imóveis e propriedades rurais na Amazônia Legal. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, 06 de março de 2002.

MMA. IBAMA. Instrução Normativa nº 6, de 7 de abril de 2009. Dispõe sobre a emissão da ASV e as respectivas AUMPF nos empreendimentos licenciados pela Diretoria de Licenciamento Ambiental do Ibama que envolvam supressão de vegetação. **Diário Oficial da União**, 08 de abril de 2009.

MMA. Portaria nº 443, de 14 de dezembro de 2014. Resolve reconhecer como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, 16 de dezembro de 2014.

Mastofauna

ABREU-JR, E.F., CASALI, D.M., GARBINO, G.S.T., LORETTO, D., LOSS, A.C., MARMONTEL, M., NASCIMENTO, M.C., OLIVEIRA, M.L., PAVAN, S.E., & TIRELLI, F.P. Lista de Mamíferos do Brasil. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz). Disponível em: <<https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>>. Acessado em: janeiro de 2024.

ALTO URUGUAI – ENGENHARIA E PLANEJAMENTO. Estudo Prévio de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) – Aterro Sanitário de Imperatriz/MA. 2019.

BARRETO, Larissa (org.). Cerrado Norte do Brasil - North Cerrado of Brazil. Pelotas: Useb, 2007. 378 p.

BATISTA, J.L.F.; SCHILLING, A.C. Um Algoritmo Matricial para Construção da “Curva de Acumulação de Espécies”. METRVM, n.3, abr. 2006.

BECKER, Marlise. DALPONTE, Julio Cesar. Rastros de Mamíferos Silvestres Brasileiros. Um Guia de Campo. Ed. Technical Books, 2013.

BENNIE, JJ., DUFFY, JP., INGER, R., & GASTON, KJ. Biogeography of time partitioning in mammals. Proceedings of the National Academy of Sciences. vol. 111, no. 38, p. 13727-13732. 2014.

BORGES, P. A. L.; TOMÁS, W. M. Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 139p. 2004.

BURGIN, C.; COLELLA, J.P.; KAHN, P.L.; UPHAM, N.S. 2018. How many species of mammals are there? Journal of mammalogy, 99(1): 1-14.

CÁCERES, N. C, NÁPOLI, R. P.; HANNIBAL, W. Differential trapping success for small mammals using pitfall and standard cage traps in a woodland savannah region of southwestern Brazil. Mammalia, v. 75, p. 45-52, 2011.

CEBALLOS, G. & EHRLICH, P. Mammal Population Losses and the Extinction Crisis. Science (New York, N.Y.). 296. 904-7. 10.1126/science.1069349. 2002.

COLWELL, R.K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. User's Guide and application. (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>). 2016.

COSTA L.P., Y.L.R. LEITE, S.L. MENDES & A.D. DITCHFIELD. Conservação de mamíferos no Brasil. Megadiversidade, 1(1): 103-112. 2005.

CROOKS, K.R. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. Conservation Biology 16(2): 488-502. 2002

HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on Shannon formula. Journal of Theoretical Biology, 29: 151-154

GUIMARÃES, V.Y.; ALVES, C.P.P.; BATISTA, G.A.; MENDONÇA, C.V.; MATHIAS, P.V.C.; CARVALHO, J.C.; CARNEIRO, R.L. Guia de campo – UHE Estreito. Biota Projetos e Consultoria Ambiental LTDA. 1ª Ed., 2015, 249 pg.

IUCN, International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. 2023-1, versão. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: janeiro de 2024.

KUNZ, T.H.; MURRAY, S.W.; FULLER., N.W. Bats. In White, W.B. and D.C. Culver (eds.). Encyclopedia of caves. Second Edition. Academic Press. MA, USA. Pp. 45-54. 2011.

LEMOES, F.G.M.; AZEVEDO, F.C.; BEISIEGEL, B.M.; JORGE, R.P.S.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, F.H.G.; RODRIGUES, L.A. Avaliação do risco de extinção da raposa-do-campo *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, 3(1), 160-171, 2013.

LIMA, M. G. M. Mamíferos de Médio e Grande Porte do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Brasil. 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

LOBOVA, T.A.; GEISELMAN, C.K.; MORI, A.S. Seed Dispersal by Bats in the Neotropics. Memoirs of The New York Botanical Garden 101. The NYBG Press, New York. 2009.

LUDWIG, J.A. & J.F. REYNOLDS. Statistical ecology: A primer on methods and computing. New York: John Wiley, 337p. 1988.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University Press. 1988, 325p.

MICHALSKI, F. & PERES, C.A. Disturbance-mediated mammal persistence and abundance-area relationships in Amazonian forest fragments. Conservation Biology 21: 1626-40. 2007.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148 de 2022. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna (peixes e invertebrados aquáticos) Ameaçadas de Extinção. Acesso em: janeiro de 2024.

OLÍMPIO, A. P. M.; VENTURA, M. C. S.; MASCARENHAS, M. J. O.; NASCIMENTO, D. C.; ANDRADE, F. A.G.; FRAGA, E. C.; BARROS, M. C. Bat fauna of the Cerrado savanna of eastern Maranhão, Brazil, with new species occurrences. Biota Neotropica, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 1-6, 2016.

PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. Biodivers. Conserv. 13: 2567-2586. 2004.

PARDINI, R. *et al.* Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p.181-201.2003.

PEREIRA, J.S.B. Ecologia e conservação de morcegos (Chiroptera) em cavernas no sudeste do Tocantins, Brasil. Dissertação de Mestrado – Pós-graduação em Ecologia Aplicada – Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 77p. 2018.

PRIST, P.R.; MICHALSKI, F. & METZGER, J.P. How deforestation pattern in the Amazon influences vertebrate richness and community composition. *Landscape Ecology* 27(6): 799-812. DOI 10.1007/s10980-012-9729-0. 2012.

QUINTELA, F. M.; ROSA, C. A.; FEIJÓ, A. Updated and annotated checklist of recent mammals from Brazil. *An Acad Bras Cienc*. 2020.

R Development Core Team. R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2008.

REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. *Mamíferos do Brasil*. 437 p. 2006.

REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; BATISTA, C.B.; LIMA, I.P.; PEREIRA, A.D. *História natural dos morcegos brasileiros: chave de identificação de espécies*. Rio de Janeiro: Technical Books. 1 Ed., 2017, 416 pg.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688. 1949.

TABARELLI, M. & GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology* 38: 734-739. 2005.

TOBLER, M. W.; CARRILLO-PERCASTEGUI, S. E.; PITMAN, R. L.; MARES, R. & POWELL, G. An evaluation of camera traps for inventorying large and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11(3):169-178. 2008.

TRAVASSOS, L. Impacto da sobrecaça em populações de mamíferos e suas interações ecológicas nas florestas neotropicais. *Oecologia Australis*, 15(2): 380-411. 2011.

VIEIRA, O.Q., OLIVEIRA, T.G. Non-volant mammalian species richness in the ecotonal Brazilian midnorth: checklist for Maranhão State. *Biota Neotropica* 20(2): e20190912.

Avifauna

ALEIXO, A. 1999. Effects of selective logging on a Bird Community in the Brazilian Atlantic Foreste. *The Condor*, Camarillo, 101:537-548

BARRETO, Larissa (org.). *Cerrado Norte do Brasil - North Cerrado of Brazil*. Pelotas: Useb, 2007. 378 p.

BATISTA, J.L.F.; SCHILLING, A.C. Um Algoritmo Matricial para Construção da “Curva de Acumulação de Espécies”. *METRVM*, n.3, abr. 2006. Disponível em: . A

BIBBY, C.J.; N.D. BURGESS & D.A. HILL. *Bird census techniques*. London, Academic Press, 257p. 1993.

CARVALHO, D. L. *As aves do Estado do Maranhão: Atualização do conhecimento e conservação em uma região de ecótono entre a floresta Amazônica e Cerrado*. 2018. 408 f. Tese

(Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

CBRO, COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS - CBRO. Listas das aves do Brasil. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: janeiro de 2024.

CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2024. <https://checklist.cites.org/#/en>. Acesso em: janeiro de 2024.

COLWELL, R.K. 2016. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. User's Guide and application. (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>).

D'ANGELO NETO, S.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; COSTA, F.A.F. Avifauna de quatro fisionomias florestais de pequeno tamanho (5 - 8ha) no campus da UFLA. Revista Brasileira de Biologia, Lavras, v.58, n.3, p.463-472, 1998.

FAVRETTO, Mário Arthur. Aves do Brasil, vol. II: Passeriformes. Florianópolis: Mário Arthur Favretto, 2023. 633 p.

GUIMARÃES, V.Y.; ALVES, C.P.P.; BATISTA, G.A.; MENDONÇA, C.V.; MATHIAS, P.V.C.; CARVALHO, J.C.; CARNEIRO, R.L. Guia de campo – UHE Estreito. Biota Projetos e Consultoria Ambiental LTDA. 1ª Ed., 2015, 249 pg.

HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on Shannon formula. Journal of Theoretical Biology, 29: 151-154

IUCN, International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. 2022, 2nd, versão. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: janeiro de 2024.

LUDWIG, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. New York: John Wiley, 337p.

MACKINNON, J. e K. PHILIPS. A field guide to the birds of Borneo, Sumatra, Java and Bali. Oxford: Oxford University Press. 1993

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University Press. 1988, 325p.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148 de 07 de junho de 2022. Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf

NAKA, L. N.; RODRIGUES, M. As aves da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC. 2000.

OLMOS, F.; BRITO, G.R.R. Aves da região da barragem de Boa Esperança, médio rio Parnaíba, Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia. 15 (1), 37-52, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2008.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 1997.

SIGRIST, T. Guia de Campo: Avifauna Brasileira. São Paulo: Avis Brasilis, 2009.

SIMPSON, E. H. (1949). Measurement of diversity. Nature, 163, 688

SOMENZARI, Marina et al. An overview of migratory birds in Brazil. Papéis Avulsos de Zoologia, [S.L.], v. 58, p. 3, 20 fev. 2018.

VIELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. C.; ANJOS, L. dos; SILVA, W. R. Levantamento quantitativo por pontos de escruta e o índice pontual de abundância (IPA). In: MATTER, S.V.; STRAUBE, F.C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J.F. Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 47-60.

WIKIAVES - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: www.wikiaves.com.br. Acesso em janeiro de 2024.

WINKLER, D. W., BILLERMAN, S. M. AND LOVETTE, I. J. 2020. Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). - In: Billerman, S. M. et al. (eds), Birds of the World. Cornell Lab of Ornithology, in press. Wright, N. T. W. and Mauck, R. A. 1998. Philopatry, Natal Dispersal, and Inbreeding Avoidance in an Island Population of Savannah Sparrows. - Ecology 79: 755.

Répteis

BATISTA, J.L.F.; SCHILLING, A.C. Um Algoritmo Matricial para Construção da “Curva de Acumulação de Espécies”. METRVM, n.3, abr. 2006. Disponível em: <http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:metrvm:metrvm-2006-n03.pdf>. Acesso em: janeiro de 2024.

BARRETO, L.; ARAÚJO, E. P. Introdução Geral. Cap 1. p 31-33. In: BARRETO, L. Cerrado Norte do Brasil. Pelotas: Ed. USEB, 2007, 378 p.

BARRETO, L.; ARZABE, C.; LIMA, Y. C. C. Herpetofauna da Região de Balsas. Cap. 12. p 213-229. In: BARRETO, L. Cerrado Norte do Brasil. Pelotas: Ed. USEB, 2007, 378 p.

BERNARDE, P. S. Anfíbios e Répteis. Introdução ao estudo da Herpetofauna Brasileira. Curitiba, Anolis Books. 318p. 2012.

CAVALCANTE-PINTO, K. et al. Herpetological biodiversity of the Maranhão ecotone, Brazil. Scientific Electronic Archives, v. 12, p. 94-99, 2019.

CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2023. <https://checklist.cites.org/#/en>. Acesso em janeiro de 2024.

COLWELL, R.K. 2016. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. User's Guide and application. (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>).

COSTA H.C., GUEDES T.B., BÉRNILS R.S. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. 2022a. *Herpetologia Brasileira* 10:110–279.

CRUMP, M. L.; SCOTT Jr., N. J. Visual encounter surveys, p. 84-92. In: Heyer, W.R.; Donnelly, M.A. McDiarmid, R.W.; Hayerk, L.A.C.; Foster, M.S. (eds.). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994.

GUARNIZO, Carlos E. et al. Cryptic lineages and diversification of an endemic anole lizard (Squamata, Dactyloidae) of the Cerrado hotspot. *Molecular Phylogenetics And Evolution*, v. 94, p. 279-289, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2015.09.005>.

GUEDES, T. B.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; COSTA, H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. *Herpetologia Brasileira*. Vol 12, n 1, 2023.

GUIMARÃES, V.Y.; ALVES, C.P.P.; BATISTA, G.A.; MENDONÇA, C.V.; MATHIAS, P.V.C.; CARVALHO, J.C.; CARNEIRO, R.L. Guia de campo – UHE Estreito. Biota Projetos e Consultoria Ambiental LTDA. 1ª Ed., 2016, 249 pg.

HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology*, 29: 151-154

IUCN, International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. 2023, 1nd, versão. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em janeiro de 2024.

LUDWIG, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: John Wiley, 337p.

MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, Princeton University Press. 1988, 325p.

MARTINS, M.; MOLINA, F. B. Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In: MACHADO A. B. M.; DRUMMOND G. M.; PAGLIA, A. P. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

MARTÍNEZ, Paola María Sánchez. Anatomia comparada da tribo Nothopsini (Serpentes, Dipsadidae). 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148 de 7 de Junho de 2022. Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf>. Acesso em: janeiro de 2024.

MOURA-LEITE, J. C.; R. S. BÉRNILS; S. A. A. Morato. Método para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais. P. 1-5. In: Surehna/GTZ. (Org.). MAIA - Manual de Avaliação de Impactos Ambientais. 2 ed. Curitiba: Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Paraná. 1993.

MOURA, Carina Carneiro de Melo et al. Geographical distribution and ecological considerations of the Testudines fauna from Northeast Brazil. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, v. 14, p. 1-20, 2014. <http://dx.doi.org/10.13102/scb236>.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2008.

RÊGO, N. S.; FRANÇA, F. G. R.; SILVA, M. V.; SILVA-JÚNIOR, L. N; BRAZ, V. S. Diversidade de anfíbios e répteis em um fragmento de Cerrado no Brasil Central. In: *Anais do IX Congresso Brasileiro de Herpetologia*, 2019, Campinas. *Anais eletrônicos*. Campinas, Galoá, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/cbh-2019/trabalhos/diversidade-de-anfibios-e-repteis-em-um-fragmento-de-cerrado-no-brasil-central?lang=pt-br>> Acesso em janeiro de 2024.

SILVA, Marcélia Basto da et al. Checklist of reptiles of the Amazonia-Caatinga-Cerrado ecotonal zone in eastern Maranhão, Brazil. *Herpetology Notes*, v. 9, p. 7-14, 2016.

SIMPSON, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688

UETZ, P., FREED, P. & HOŠEK, J. (eds.). *The Reptile Database*. 2022. Disponível em: <<http://www.reptile-database.org>>. Acessado em: janeiro de 2024.

VELUDO, L. B. A. *Ecologia de Anolis meridionalis (Squamata, Polychrotidae) no Cerrado brasileiro*. 2011.

Anfíbios

AICHINGER, M. Annual activity patterns of anurans in a seasonal neotropical environment. *Oecologia*. 71: 583-592, 1987.

AMPHIBIAWEB. 2024. <<https://amphibiaweb.org>> University of California, Berkeley, CA, USA. Acesso em: janeiro de 2024.

ANDRADE, E. B., WEBER, L. N., LEITE, J. R. S. A. Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*. 17(4): e20160260. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2016-0260>

BARRETO, L.; ARAÚJO, E. P. Introdução Geral. Cap 1. p 31-33. In: BARRETO, L. *Cerrado Norte do Brasil*. Pelotas: Ed. USEB, 2007, 378 p.

BATISTA, J.L.F.; SCHILLING, A.C. Um Algoritmo Matricial para Construção da “Curva de Acumulação de Espécies”. *METRVM*, n.3, abr. 2006. Disponível em: <http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:metrvm:metrvm-2006-n03.pdf>. Acesso em: janeiro de 2024.

COLWELL, R.K. 2016. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. User's Guide and application. (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>).

DE-CARVALHO, C.B., FREITAS, E. B., FARIA, R.G., BATISTA, R.C., BATISTA, C.C., COELHO, W.A. & BOCCHIGLIERI, A. 2008. Natural history of *Leptodactylus mystacinus* and *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Biota Neotrop.* 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn01308032008>.

DUARTE, Thiago Cellin. Estudo citogenético de *Pseudopaludicola canga*, *P. mineira* e *P. saltica* e de cinco populações de *Pseudopaludicola* sp. (Anura, Leiuperidae). 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia Celular, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

DUELLMAN, W.E.; TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. New York, McGrawHill Book Company, 670p. 1994.

FROST, D. R. 2024. Espécies de Anfíbios do Mundo: uma Referência Online. Versão 6.2 (Data de acesso). Banco de dados eletrônico acessível em <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. Museu Americano de História Natural, Nova York, EUA. doi.org/10.5531/db.vz.0001

GAMBALE, Priscilla G. et al. Composição e riqueza de anfíbios anuros em remanescentes de Cerrado do Brasil Central. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 104, n. 1, p. 50-58, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766201410415058>.

GUIMARÃES, V.Y.; ALVES, C.P.P.; BATISTA, G.A.; MENDONÇA, C.V.; MATHIAS, P.V.C.; CARVALHO, J.C.; CARNEIRO, R.L. *Guia de campo – UHE Estreito*. Biota Projetos e Consultoria Ambiental LTDA. 1ª Ed., 2016, 249 pg.

HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology*, 29: 151-154

IUCN, International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. 2023, 1nd, versão. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em janeiro de 2024.

LOEBMANN, D. *Os anfíbios da Região Costeira do Extremo Sul do Brasil: Guia Ilustrada*. Pelotas: USEB, 2005.

LUDWIG, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. New York: John Wiley, 337p.

MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, Princeton University Press. 1988, 325p.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148 de 7 de Junho de 2022. Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf>. Acesso em: janeiro de 2024.

NALI, Renato C. et al. Topography, more than land cover, explains genetic diversity in a Neotropical savanna tree frog. *Diversity And Distributions*, v. 26, p. 1798-1812, 2020. <http://dx.doi.org/10.1111/ddi.13154>.

NOVAIS, Valeska Gouvêa. Diversidade de anfíbios em segmentos do baixo rio Tocantins sob impacto ambiental da Usina Hidrelétrica de Estreito (Tocantins - Maranhão). 2014. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais e Saúde, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2014.

PANSONATO, André et al. A new species of *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leiuperidae) from the state of Mato Grosso, Brazil, with comments on the geographic distribution of *Pseudopaludicola canga* Giaretta & Kokubum, 2003. *Zootaxa*, São Paulo, v. 3523, p. 49-58, 2012.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2008.

SILVANO D.L.; PIMENTA B.V.S. Diversidade e distribuição de anfíbios na Mata Atlântica do Sul da Bahia. Corredor de Biodiversidade na Mata Atlântica do Sul da Bahia. CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP, 2003.

SIMPSON, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688

VALDUJO, Paula Hanna. Diversidade e distribuição de anfíbios no Cerrado: o papel dos fatores históricos e dos gradientes ambientais. 2011. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

YOUNG, B.E.; et al. Disappearing jewels: The status of New World amphibians. NatureServe, Arlington, EUA. 2004.

Entomofauna Terrestre

A.B.E.L.H.A. Atlas da Meliponicultura no Brasil. 2023. Disponível em: <https://abelha.org.br/atlas-da-meliponicultura-no-brasil/>. Acesso em: jan. 2024.

ALMEIDA, R. P. S.; ARRUDA, F. V.; SILVA, D. P.; COELHO, B. W. T. Bees (Hymenoptera, Apoidea) in an Ecotonal Cerrado-Amazon Region in Brazil, *Sociobiology*, v. 66, n.3, p. 457-466, 2019.

BARBOSA, D. B. *et al.* As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. *Revista Eletrônica Científica da Uergs*, v. 3, n. 4, p. 694-703, 30 dez. 2017. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.34.694-703>.

CHAVES, Erick Barros et al. Detection of *Wolbachia* in Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the state of Maranhão, Brazil. *Journal Of Medical Entomology*, v. 59, n. 5, p. 1831-1836, 2022. <http://dx.doi.org/10.1093/jme/tjac092>.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Vegetation, Vol. II. Pollination and seed dispersal. Reta Verlag, 383pp., 2006.

GUIMARÃES, V.Y.; ALVES, C.P.P.; BATISTA, G.A.; MENDONÇA, C.V.; MATHIAS, P.V.C.; CARVALHO, J.C.; CARNEIRO, R.L. Guia de campo – UHE Estreito. Biota Projetos e Consultoria Ambiental LTDA. 1ª Ed., 2015, 249 pg.

JUNIOR, E. G. S. Moscas varejeiras (Diptera: Calliphoridae) como biondicadores de metais potencialmente tóxicos em áreas antropizadas no cerrado maranhense. 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agricultura e Meio Ambiente, Centro de Estudos Superiores de Balsas - Cesba, Universidade Estadual do Maranhão, Balsas, 2019.

MORAES, S. S.; BAUSTISTA, A. R. L.; VIANA, B. F. Avaliação da Toxicidade Aguda (DL_{50} e CL_{50}) de Inseticidas para *Scaptotrigona tubiba* (Smith) (Hymenoptera: Apidae): Via de Contato. An. Soc. Entomol. Brasil, v. 29, p. 31-37, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000100004>.

MUGNAI, Riccardo *et al.* Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. 176 p.

NEVES, D. P. et al. Parasitologia Humana. 11. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. As abelhas na manutenção da biodiversidade e geração de rendas. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, 12, 1998, Salvador-BA. Anais... Salvador: 1998, p. 101.

REY, L. Bases da Parasitologia médica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

RÊGO, M. M. C. & ALBUQUERQUE, P. M. C. Biodiversidade de Abelhas em Zonas de Transição no Maranhão. In: III Semana de Polinizadores: palestras e resumos, Petrolina: Embrapa, 2012. p. 36-57.

SANTOS, F.; CARVALHO, C. A. L.; SILVA, R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. Acta Amazônica, v. 34, p. 319-328, 2004.

SILVA, C. A. Distribuição espacial de artrópodes do solo em áreas de Cerrado *stricto sensu*, Cerradão e Mata de Galeria no município de Codó, MA, Brasil. 2018. 54 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Naturais/Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Codó, 2018.

SILVA, P. G. & SILVA, F. C. G. Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. Revista Congrega URCAMP, v. 5, p. 1-16, 2011.

SILVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. J. O. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado Brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). Revista Brasileira de Entomologia, v. 39, p. 371-401, 1995.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Composição e Arte, 253p. 2002.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 4, p. 60-71, 2005. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/283904827_Insetos_edaficos_como_indicadores_da_qualidade_ambiental. Acesso em: jan. de 2024.

Ictiofauna

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama>, 2010.

ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. Effects of the flood regime on the body condition of fish of different trophic guilds in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazil J Biological*, 69, p. 469–479, 2009.

AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E.; THOMAZ, S. M. The High River Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: Tundisi, J.G., Bicudo, C.E.M. & Matsumura-Tundisi, T. eds. *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: Abc/Sbl, p. 59-103, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014. ABRELPE, São Paulo, 2015.

BRITISK, H.A.; K.Z. SILIMON & B.S. LOPES. Peixes do pantanal manual de identificação. Brasília, Embrapa, p. 184, 1999.

CASATTI, L.; F. LANGEANI & R.M. CASTRO. Peixes de Riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Rio Paraná. *Biota Neotropical* 1 (1): 1-15, 2001.

CASATTI, L.; FERREIRA, C. A fish-based biotic integrity index for assessment of lowland streams in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, v. 623, p. 173-189, 2009.

COSTA, W. J. E. M. Peixes anuais brasileiros: diversidade e conservação. Editora UFPR. Curitiba. p. 135-154, 2002.

COSTA, W.J.E.M. 2003. A new species of the genus *Rivulus* Poey, 1860 from the Parnaíba river basin, northeastern Brazil (Teleostei, Cyprinodontiformes, Rivulidae). *Boletim do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, 511:1-7.

CUNICO, A. M.; FERREIRA, E. A.; AGOSTINHO, A. A.; BEAUMORD, A. C.; FERNANDES, R. The effects of local and regional environmental factors on the structure of fish assemblages in the Pirapó Basin, Southern Brazil. *Landscape and Urban Planning*, v. 105, p. 336-344, 2012.

ESCHMEYER, W. N. & FONG, J. D. SPECIES BY FAMILY/SUBFAMILY. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>). Versão eletrônica acessada em 13 maio de 2015.

HIRT, L. M.; ARAYA, P. R.; FLORES, S. A. Population structure, reproductive biology and feeding of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) in an Upper Paraná River tributary, Misiones Argentina. *Acta Limnologica Brasileira*, v. 23, p. 1-12, 2011.

HUTCHESON, K. A. Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. *Journal of Theoretical Biology*, v. 29, p. 151-154, 1970.

Icmbio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Peixes Rivulídeos Ameaçados de Extinção. Brasília, Janeiro de 2013.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org>. Acessado em: janeiro 2024.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, v. 6, n. 6, p. 21-27, 1981.

LOWE-MCCONNEL, R. H. *Fish Communities in Tropical Fresh-waters: Their Distribution, Ecology and Evolution*. Longman, London, p. 337, 1975.

LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Tradução VAZZOLER, A. E.A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; CUNNINGHAM, P. T. M. São Paulo: EDUSP, p. 534, 1999.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. A Wiley-Interscience publication. New York USA. 1988.

MACHADO-ALLISON, A. Los Peces de los Ilanos de Venezuela: un ensayo sobre su história natural. Caracas, Universidad Central de Venezuela, Consejo de desarrollo Científico y Humanístico, p. 144, 1987.

MAGURRAN, A.E. *Ecological Diversity and its measurement*. Princeton, Newjersey, VI+179p. 1988.

MATOS, Francinaldo Oliveira *et al.* IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DO ATERRO SANITÁRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM-PA: aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. 2011. 9 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geografia: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia, 2011.

MELO, Filipe Augusto Gonçalves de. ICTIOFAUNA BAIXO CURSO DO RIO PARNAÍBA, PI. Piauí: XXI Encontro Brasileiro de Ictiologia, p. 64, 2015.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 444 de 17 de Dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna (espécies terrestres e mamíferos aquáticos) Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/>

PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_ DEZEMBRO_DE_ 2014.pdf>. Acesso em: janeiro/2024.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. & PAVANELLI, C. S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, EDUEM. P. 378, 2001.

OLIVEIRA, C. et al. Análise genética de populações selvagens de curimbatá (*Prochilodus lineatus*) e lambari (*Astyanax altiparanae*) do rio 27 Paranapanema, utilizando marcadores de RAPD, v. 25. 2005.

OTA, Rafaela Priscila et al. Revisão taxonômica e Filogenia morfológica de *Metynnis* Cope, 1878 (Characiformes: Serrasalminidae). 2015. 479 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Inpa-Am, Manaus, 2015.

PAVANELLI, C. S.; OTA, R. P. & PETRY, P. New species of *Metynnis* Cope, 1878 (Characiformes: Characidae) from the rio Paraguay basin, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(2): 141-146, 2009.

RAMOS, Telton Pedro Alseldo. ICTIOFAUNA DE AGUÁ DOCE DA BACIA DO RIO PARNAÍBA. 2012. 2012 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Zoologia, Universidade Federal da Paraíba (Ufpb), João Pessoa, 2012.

REIS, R.E.; O. KULLANDER & C.J. FERRARIS-JR. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS, p. 742, 2003.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Biologia e identificação de ovos e larvas de peixes do alto rio Uruguai. Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologia e conservação da ictiofauna. Florianópolis, Editora UFSC, 319p, p. 229–256, 2008.

SILVA, Salu Coêlho da et al. Ichthyofauna of the Nascentes do Rio Parnaíba National Park: watershed divide in the main agricultural encroachment area in the Brazilian Cerrado. *Biota Neotropica*, Natal, Rn, v. 1, n. 23, p. 1-13, jan. 2023.

SUZUKI, H. I.; VAZZOLER, A. E. A. de M.; MARQUES, E. E.; LIZAMA, M. de los A. P.; INADA, P. Reproductive ecology of the fish assemblage. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, p. 271-292, 2004.

VAZZOLER, A. E. A. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, p. 169, 1996.

WINEMILLER, K. O. Dynamic diversity: Fish communities of tropical rivers. In: Cody, M. L.; Smallwood, J. A. (Eds.). *Long-term studies of vertebrate communities*. Academic Press, Orlando, FL, p. 99-134, 1996.

Meio Socioeconômico

BRASIL. Lei, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16001.htm.

COSTA, Ana Patrícia Bandeira de Melo. LOGÍSTICA PORTUÁRIA: análise das estratégias logísticas do Porto do Itaqui/MA. Dissertação de Mestrado em Gestão de Empresas da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Escola de Ciências Econômicas e das Organizações, Lisboa, 2017.

CRUZ, V.D.S; SANTOS, M.J.S.D. A cultura da soja no Maranhão: Desafios e possibilidades para os produtores. In: X Seminário De Iniciação Científica E II Seminário Da Pós-Graduação Do IFNMG. 2022. Diamantina: p. 1-3.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama - Balsas. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/balsas/panorama>. Acesso em: janeiro de 2024.

IBGE. Censo 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/?1=>. Acesso em: 20 jan. 2011.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. Perfil do Maranhão 2006/2007. São Luís: IMESC, 2008. v.1.

LOPES, Paulo Henrique Silva *et al.* Incidência dos casos de Dengue (2011-2017), Zika e Febre Chikungunya (2016-2017) em Balsas, Maranhão. **Research, Society And Development**, v. 11, n. 1, p. 1-7, 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.23916>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Relatório de Situação - Maranhão**. 2. ed. Brasília: MS, 2006. 28 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_snvs_ma_2ed.pdf. Acesso em: jan. 2024.

SEBRAE. **Balsas**. 2024. Disponível em: <https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/balsas-0035>. Acesso em: jan. 2024.

14 GLOSSÁRIO

ÁGUA - Substância mineral encontrada na natureza em estado líquido, sólido ou em forma de vapor, formada por duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio (H₂O), sendo responsável pela existência e pela manutenção de toda a vida na Terra.

ÁGUA LÊNTICA - Denominação genérica para indicar toda água parada, como a dos lagos.

Água lótica - Denominação utilizada para as águas correntes, como a dos rios.

ÁGUA SUBTERRÂNEA - Água presente no subsolo ocupando a zona saturada dos aquíferos, e movendo-se sob o efeito da força gravitacional. Difere da água do solo, pois nesta as forças que a comandam são as eletroquímicas, tais como capilaridade e adsorção.

ÁGUA SUPERFICIAL - Água que ocorre em corpos cuja superfície livre encontra-se em contato direto com a atmosfera, isto é, acima de superfície topográfica.

ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS - mudanças feitas pelo homem no ambiente, como, por exemplo, desmatamento ou lançamento de fumaça pelos carros. Todos nós alteramos o meio ambiente, como os animais e demais seres vivos, mas fazemos isso em grandes proporções, ao construir uma grande barragem para geração de energia elétrica, ao poluirmos o ar com um grande número de carros. Nós fazemos essas alterações conscientes ou não, e também podemos fazer alterações positivas, quando, por exemplo, reflorestamos uma área. Podemos também minimizar alterações negativas, quando fazemos coleta seletiva, ou viajamos a pé ou de bicicleta, substituindo o carro.

ANFÍBIOS - Animais que nas primeiras fases da vida, fase larval, respiram o ar dissolvido na água, mediante brânquias, e quando no estado adulto, respiram o ar atmosférico, através de

pulmões. São vertebrados marchadores, raramente rastejantes, quando os membros lhe faltam. Quase todos nadam com facilidade.

APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS - Adaptabilidade da terra para um tipo específico de utilização agrícola, pressupondo-se um ou mais distintos níveis de manejo.

AQUÍFERO- Unidade geológica que contém e libera água em quantidades suficientes de modo que pode ser utilizado como fonte de abastecimento.

AVIFAUNA - Conjunto de espécies de aves que vivem em uma determinada região.

BACIA HIDROGEOLÓGICA - Região geográfica cujas águas subterrâneas escoam para um só exutório. Pode não coincidir com a bacia hidrográfica.

BACIA HIDROGRÁFICA - Região compreendida entre divisores de água, na qual toda a água aí precipitada escoar por um único exutório.

BENTÔNICOS - Animais aquáticos que vivem junto ao substrato (fundo), podendo ser fixos (sedentários), ou apenas pousados (vágéis) e locomovendo-se de formas diversas. **BENTOS** - conjunto de seres vivos (animais, plantas...) que só vivem no fundo de rios, lagos, lagoas, oceanos ou mares.

BIODIVERSIDADE - Total de genes, espécies e ecossistemas de uma região. A biodiversidade genética refere-se à variação dos genes dentro das espécies, cobrindo diferentes populações da mesma espécie ou a variação genética dentro de uma população. A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes dentro de uma região. A diversidade de ecossistemas refere-se à variedade de ecossistemas de uma dada região. A diversidade cultural

humana também pode ser considerada parte da biodiversidade, pois alguns atributos das culturas humanas representam soluções aos problemas de sobrevivência em determinados.

BIOINDICADOR - Animal ou vegetal cuja presença em um determinado ambiente indica a existência de modificações de natureza biológica, física ou química. Alguns bioindicadores são bioacumuladores, pois denunciam a presença de substâncias tóxicas, acumulandoas.

BIOMA - Conjunto de vida (vegetal e animal) definida pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria.

BIÓTICO - Refere-se aos seres vivos do ambiente.

CAÇA PREDATÓRIA - Caça em que a proporção de indivíduos abatidos é superior à capacidade de recomposição populacional através da reprodução. É praticada clandestinamente, com fins lucrativos, provocando a aceleração do processo de extermínio de várias espécies de valor econômico. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

CLASSE DE SOLOS - Grupo de solos que apresentam uma variação definida em determinadas propriedades e que se distinguem de qualquer outra classe por diferenças nessas propriedades.

CLIMA - Conjunto de estados de tempo meteorológico que caracteriza uma determinada região durante um grande período de tempo, incluindo o comportamento habitual e as flutuações, resultante das complexas relações entre a atmosfera, geosfera, hidrosfera, criosfera e biosfera.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) - Órgão superior do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) com função de ajudar o Presidente da República a formular as

diretrizes (ideias e valores que orientam) da política nacional de meio ambiente (Lei o 6938/81). Tem 71 membros, entre pessoas dos governos federal e estaduais e da sociedade civil (entidades de classe, organizações de defesa do meio ambiente, etc.). Entre as competências do CONAMA estão o estabelecimento de todas as normas (regras) técnicas (conhecimentos do meio ambiente) e administrativas (conhecimentos de gestão) para a regulamentação (criação de regras) e a implementação (“pôr em prática”) da Política Nacional do Meio Ambiente, e a decisão, em grau de recurso, das ações de controle ambiental da SEMA (Secretaria Especial de Meio Ambiente).

CONSERVAÇÃO DA NATUREZA - Utilização racional dos recursos naturais renováveis (ar, água, solo, flora e fauna) e obtenção de rendimento máximo dos não renováveis (jazidas minerais), de modo a produzir o maior benefício sustentado para as gerações atuais, mantendo suas potencialidades para satisfazer as necessidades das gerações futuras. Não é sinônimo de preservação porque está voltada para o uso humano da natureza, em bases sustentáveis, enquanto a preservação visa à proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas.

CONTAMINAR - introduzir uma substância causadora de doença ou tóxica (venenosa) em um ambiente limpo.

DRENAGEM - Feição linear negativa, produzida por água superficial de escorrência, e que modela a topografia de uma região.

ECOLOGIA - Ciência que estuda todas as relações entre os organismos atuais e os ambientes envolventes, a distribuição dos organismos nestes ambientes, bem como a natureza das suas interações.

ECOSSISTEMA - Sistema integrado e autofuncionante que consiste em interações dos elementos bióticos e abióticos, e cujas dimensões podem variar consideravelmente.

EFLUENTE - Qualquer tipo de água ou líquido que flui de um sistema de coleta, ou de transporte, como tubulações, canais, reservatórios, e elevatórias, ou de um sistema de tratamento ou disposição final, com estações de tratamento e corpos de água receptores.

EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto no Meio Ambiente.

ENDÊMICA - Característica das espécies que tem sua ocorrência limitada a um único local ou região. **Entomofauna** - Conjunto das espécies de insetos que vivem em uma determinada região.

EPÍFITA - Autótrofo não parasita que vive apoiado em outra planta, sem ter ligação com o solo, e pertencendo geralmente as famílias das Bromeliaceae, Araceae e Orchidaceae dentre outras.

ESGOTO - Refugo líquido que deve ser conduzido a um destino final. **ESGOTO DOMÉSTICO** - Efluente líquido referente ao uso doméstico da água. Pode ser resultante das águas cloacais e das águas resultantes de outros usos, tais como banho, preparo de alimentos e lavagens. **ESGOTO SANITÁRIO** - Efluente líquido formado pela reunião de despejos de diversas origens, entre elas esgoto doméstico, esgoto de estabelecimentos comerciais e institucionais, despejos industriais, efluentes agrícolas, etc. **ESGOTO TRATADO** - Esgoto submetido a um tratamento parcial ou completo, com a finalidade de promover a remoção das substâncias indesejáveis e a mineralização da matéria orgânica.

ESPÉCIE (BIOLOGIA) - Unidade básica de classificação dos seres vivos. Designa populações de seres com características genéticas comuns, que em condições naturais reproduzem-se gerando descendentes férteis e viáveis. Embora possa haver grande variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma espécie, em geral, as características externas de uma espécie são razoavelmente constantes, permitindo que as espécies possam ser reconhecidas e diferenciadas uma das outras por sua morfologia.

ESPÉCIE AMEAÇADA - Espécie animal ou vegetal que se encontra em perigo de extinção, sendo sua sobrevivência incerta, caso os fatores que causam essa ameaça continuem atuando.

ESPÉCIE ENDÊMICA - Espécie animal ou vegetal que ocorre somente em uma determinada área ou região geográfica.

ESPÉCIE EXÓTICA (BIOLOGIA) - Espécie presente em uma determinada área geográfica da qual não é originária.

ESPÉCIE NATIVA - Espécie vegetal ou animal que, suposta ou comprovadamente, é originária da área geográfica em que atualmente ocorre.

ESPÉCIE PIONEIRA - Espécie vegetal que inicia a ocupação de áreas desprovidas de plantas, em razão da atuação do homem ou de agentes naturais.

ESPÉCIE RARA - Espécie vegetal ou animal que não está ameaçada e nem é vulnerável, porém corre certo risco, pelo fato de apresentar distribuição geográfica restrita, ou habitat pequeno, ou ainda baixa densidade na natureza.

ESPÉCIE VULNERÁVEL - Espécie vegetal ou animal que poderá ser considerada em perigo de extinção, caso os fatores causais da ameaça continuem a operar. Incluem-se aqui as populações que sofrem grande pressão de exploração.

EUTROFIZAÇÃO - Aumento da concentração de nutrientes em águas naturais, doce ou salgada, decorrentes de um processo de intensificação do fornecimento de nutrientes (principalmente nitratos e fosfatos), o que acelera o crescimento de algas e outros vegetais, e a deterioração da qualidade das águas. Embora seja um processo natural de maturação de uma massa d' água, pode ser causado ou intensificado pela ação humana (lançamento de esgotos e

outros efluentes, lixiviação de fertilizantes do solo, etc.). É um dos principais problemas enfrentados no gerenciamento de recursos hídricos.

EUTRÓFICO - Solo que apresenta em uma seção de controle de 1m de profundidade, contado a partir dos 25cm superficiais, ou menos quando ocorrer contato lítico ou litoide antes dos 125cm, e saturação por bases com valor V igual ou superior a 50%, determinada a pH 7,0.

FATORES CLIMÁTICOS - Condições físicas ou geográficas que condicionam o clima interagindo nas condições atmosféricas, tais como a latitude, altitude, as correntes marítimas, a distribuição das terras e mares, a topografia, a cobertura vegetal etc.

FATORES ECOLÓGICOS - Fatores que agem diretamente nos seres vivos, limitando seu território, modificando suas taxas de reprodução e, por vezes, fazendo aparecer, no seio de uma espécie, variedades que apresentam exigências ecológicas diferenciadas. Os fatores ecológicos podem ser climáticos, edáficos, bióticos, hídricos etc. **Filo** - Categoria taxionômica mais elevada do reino animal, e que corresponde a um grupo de animais que obedecem a um plano similar de organização, resultante de uma ascendência comum. Em Botânica, sua congênere é a divisão.

FITOPLÂNCTON - Denominação utilizada para indicar organismos fotossintetizantes, de vida livre, em geral microscópicos que flutuam no corpo de águas marinhas, ou doces. O fitoplâncton é o grande responsável pela produção primária em ambiente marinho.

FLORA - Conjunto de entidades taxonômicas vegetais (espécies, gêneros etc.) que compõe a vegetação de um território de dimensões consideráveis, como por exemplo, a flora do cerrado.

FLORESTA - Conjunto de sinúcias dominado por fanerófitos de alto porte, e apresentando quatro estratos bem definidos: herbáceo, arbustivo, arvoreta e arbóreo. Deve ser também levada em consideração a altura, para diferenciá-la das outras formações lenhosas campestres.

FLORESTA PLANTADA - Formação florestal composta por espécies exóticas e/ou nativas, plantadas com objetivos específicos.

FLORESTA PRIMÁRIA - Floresta que nunca sofreu derrubada ou corte, sendo uma remanescente das florestas originais de uma região. Floresta não alterada pela ação do homem.

FLORESTA SECUNDÁRIA - Floresta em processo de regeneração natural após ter sofrido derrubada ou alteração pela ação do homem ou de fatores naturais, tais como ciclones, incêndios, erupções vulcânicas.

GEOLOGIA - Ciência que estuda o globo terrestre desde o momento em que as rochas se formaram até o presente. Divide-se em Geologia Geral e Geologia Histórica, sendo que a primeira dedica-se ao estudo da composição, da estrutura e dos fenômenos genéticos formadores da crosta terrestre, bem como do conjunto geral de fenômenos que atuam não apenas na superfície, mas também no interior do planeta.

GEOMORFOLOGIA - Ciência que estuda o relevo da superfície terrestre, sua classificação, descrição, natureza, origem e evolução, incluindo a análise dos processos formadores da paisagem. Pode ainda ser inserido o estudo das feições submarinas.

HERPETOFAUNA - Conjunto das espécies de répteis e anfíbios que vivem em uma determinada região.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Autarquia Federal de Regime Federal, dotada de personalidade jurídica de Direito Público, autonomia administrativa e financeira, vinculada à Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de assessorá-la na formação e coordenação, bem como executar e fazer executar a política nacional do meio ambiente e da preservação, conservação e uso racional, fiscalização, controle e fomento dos recursos naturais. (Lei nº. 7.735, de 22 de fevereiro de 1989). IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ICTIOPLÂNCTON - ovos e larvas de peixes, encontrados na superfície dos rios, lagos e oceanos.

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano - É uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida. É uma maneira padronizada de avaliação e medida do bem-estar de uma população e permite dividir os territórios em análise na seguinte classificação: Desenvolvimento humano muito elevado (Acima de 0,900), Desenvolvimento humano elevado (De 0,800 a 0,899), Desenvolvimento humano médio (De 0,500 a 0,799), Desenvolvimento humano baixo (Abaixo de 0,500).

IMPACTO AMBIENTAL - Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bemestar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Resolução CONAMA nº 306, de 5 de julho de 2002.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

INSETOS - Classe de artrópodes que abriga cerca de 800 000 espécies, sendo que 12 000 são fósseis. Predominantemente terrestres, apresentam o corpo dividido em três partes: cabeça, tórax e abdômen. A cabeça possui um par de antenas e um par de olhos compostos, enquanto o tórax mostra três somitos. Apresentam três pares de patas. Apesar de o tamanho ser em geral pequeno, a Meganeura, uma libélula fóssil que viveu no Carbonífero Superior alcançou uma envergadura de cerca de 75cm. Como todos os artrópodes, os insetos passam por mudas durante a fase de crescimento e apresentam respiração traqueal. Estão presentes desde o Devoniano Médio.

INVENTÁRIO FLORESTAL - Descrição qualitativa e quantitativa de um povoamento florestal natural ou plantado (reflorestamento).

MAMÍFEROS - Tetrápodes homeotérmicos (sangue quente) que se apresentam cobertos de pelos, dotados de glândulas mamárias, e possuindo dois côndilos occipitais. Os dentes são diferenciados em caninos, incisivos e molares.

MANANCIAL - Qualquer corpo d'água superficial ou subterrâneo que serve como fonte de abastecimento.

MANEJO - Interferência planejada e criteriosa do homem no sistema natural, para produzir um benefício ou alcançar um objetivo, favorecendo o funcionalismo essencial desse sistema natural. É baseado em método científico, apoiado em pesquisa e em conhecimentos sólidos, com base nas seguintes etapas: observação, hipótese, teste da hipótese e execução do plano experimental.

MANEJO FLORESTAL - Ramo da ciência florestal que trata da prévia aplicação de sistemas silviculturais que propiciem condições de uma exploração anual ou periódica dos povoamentos, sem afetar-lhes o caráter de patrimônio florestal permanente.

MATA CILIAR - Vegetação predominantemente arbórea que acompanha a margem dos rios.

OFÍDIO - Designação científica dada aos répteis que rastejam, vulgarmente conhecidos por cobras ou serpentes, peçonhentas ou não.

PEDOLOGIA - Ciência que trata da origem, morfologia, distribuição, mapeamento e classificação dos solos.

PERFIL DO SOLO - Seção vertical do solo através de todos os horizontes pedogeneticamente inter-relacionados e também as camadas mais profundas, ou mesmo próximas à superfície, que tenham sido pouco influenciadas pelos processos pedogenéticos. **pH** - Parâmetro químico que indica a concentração de íons de hidrogênio em uma solução aquosa; variando de 0 a 14, sendo 7 o neutro. Valores abaixo de 7, indicam uma solução ácida (corrosiva) e acima, básica (incrustante).

PLÂNCTON - Conjunto de organismos aquáticos que flutuam na superfície ao sabor das correntes. Em sua maioria são seres microscópicos.

POLUIÇÃO - Degradação da qualidade ambiental resultante das atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, e lancem materiais ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

QUELÔNIOS - Répteis que possuem uma carapaça dorsal constituída, externamente, de escudos córneos, correspondentes às escamas reptilianas, e, internamente, de placas ósseas. Além da carapaça existe um plastrão, ligados entre si através de uma ponte. As tartarugas verdadeiras surgiram no Triássico, sendo que os quelônios modernos não apresentam dentes.

RÃ - Batráquio que, após a fase larvar na água, mostra predileção pela vida aquática e vive à beira dos charcos, cacimbas e outros tipos de água onde de ordinário se oculta. Possui dentes, e um corpo mais esbelto e pernas mais longas que a dos sapos, sendo bem adaptada ao salto. Recebe regionalmente as denominações de gia e caçote.

RESERVA LEGAL - Área de cada propriedade onde não é permitido o corte raso, devendo ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no Registro de Imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área.

RESERVATÓRIO - Rocha permeável (pode passar líquido por ela) e porosa (tem buracos, que podem estar preenchidos ou não por outro material) onde está armazenado o petróleo.

RESÍDUOS SÓLIDOS - Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição de ruas. Inclui ainda determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos de água, ou que exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

SOLO - Parcela dinâmica e tridimensional da superfície terrestre, que suporta e mantém as plantas. Seu limite superior é a superfície terrestre, e o inferior é definido pelos limites da ação

dos agentes biológicos e climáticos, enquanto seus extremos laterais se limitam com outros solos, onde se verifica a mudança de uma ou mais das características diferenciais.

TALUDE - Superfície inclinada do terreno na base de um morro ou de uma encosta de vale onde se encontra um depósito de detritos. O termo é topográfico e utilizado muitas vezes em geomorfologia. Quando seguido de um qualitativo, adquire uma conotação genética, tal como talude estrutural, talude de erosão, talude de acumulação etc.

TRATAMENTO DE ÁGUA - Conjunto de ações destinado a alterar as características físicas e/ou químicas e/ou biológicas da água, de modo a satisfazer o padrão de potabilidade adotado pela autoridade competente.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO - Espaço territorial e seus componentes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de preservação e/ou conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. As unidades de conservação podem ser de uso indireto quando não envolvem consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais, e de uso direto quando envolvem o uso comercial ou não dos recursos naturais.

ZONEAMENTO AMBIENTAL - Integração sistemática e interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento dos usos do solo, com o objetivo de definir a melhor gestão dos recursos ambientais identificados.

15 ANEXOS

15.1 Anexo 1- Projeto Aterro Sanitário CGR Balsas

15.2 Anexo 2- Laudos de qualidade da água

15.3 Anexo 3- Laudos de análise das comunidades fitoplanctônicas

15.4 Anexo 4- Laudo de Sondagem

15.5 Anexo 5- Plano de exploração florestal

15.6 Anexo 6- Certidão de uso e ocupação do solo

15.7 Anexo 7- Autorização de Fauna

15.8 Anexo 8- Parecer Iphan

15.9 Anexo 9- ARTs

15.10 Anexo 10- Dados Brutos de Fauna



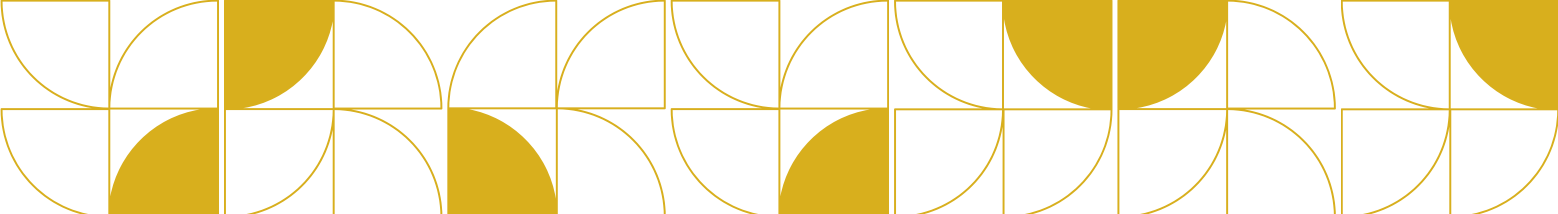
RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA) CGR BALSAS - ATERRO SANITÁRIO BALSAS - MA



I

**BALSAS
MARANHÃO**

FEVEREIRO DE 2024



EMPREENDEDOR RESPONSÁVEL

CONCESSIONÁRIA DE GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE BALSAS SPE LTDA

A CGR Balsas é uma empresa subsidiária da CRI Gestão de Resíduos, a qual atua desde 1999 no ramo de coleta, segregação, tratamento e disposição final de resíduos sólidos.

A Concessionária de Gestão e Tratamento de Resíduos de Balsas SPE LTDA é uma empresa 100% nacional, criada em 2023 e voltada para o mercado de tratamento e disposição de Resíduos Sólidos Urbanos.

CONCESSIONÁRIA DE GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE BALSAS SPE LTDA

CNPJ	51.213.422/0001-86
Endereço	Rua Antônio José Techio, 277, Centro, Ipumirim-SC. CEP: 89790-000
Telefone	(49) 3438-1575 / 99958-6371
E-mail	Bruna.klein@cricoleta.com.br
Representante Legal	Bruna Klein



EMPRESA CONSULTORA RESPONSÁVEL

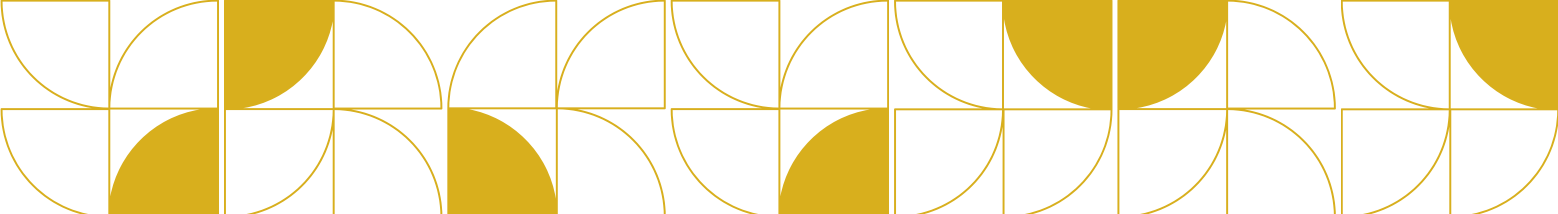
VITAL ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

O Relatório de Impacto Ambiental – RIMA da CGR Balsas foi elaborado pela Vital Engenharia Ltda. A empresa foi criada há 20 anos com o objetivo de atuar no desenvolvimento de projetos, soluções e estudos nas áreas de engenharia civil, sanitária e ambiental.

Para a execução das atividades, a Vital conta com um corpo técnico permanente composto de profissionais experientes e consultores externos firmados no compromisso de sempre desenvolver trabalhos eficientes e confiáveis.

VITAL ENGENHARIA LTDA	
CNPJ	05.194.635/0001-90
Endereço	Av. Nereu Ramos, 75-D, Edifício CPC, Sala 1207-A, Centro, Chapecó- SC, CEP: 89801-023
Telefone	(49) 3323-0294
E-mail	meioambiente@vitalengenharia.net
Representante Legal	Itacir Pasini





ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

SEMA - MA

A SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais tem por finalidade planejar e coordenar a execução das políticas relativas à promoção, organização, normatização, fiscalização e controle das ações relativas à exploração e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS - SEMA

Endereço	Av. dos Holandeses, n° 04, Quadra 06, Edifício Manhattan, Calhau São Luís – Maranhão. CEP: 65071-380.
Telefone	(98) 3194-8900
E-mail	ouvidoria@sema.ma.gov.br
Site	https://www.sema.ma.gov.br/





APRESENTAÇÃO

Este Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) apresenta os resultados dos estudos ambientais desenvolvidos para o licenciamento do Aterro Sanitário de Balsas tendo com empreendedor a empresa Concessionária de Gestão e Tratamento de Resíduos de Balsas SPE Ltda.

Inicialmente são apresentadas as características do Projeto, que envolvem a sua localização, as estruturas e as atividades necessárias para sua implantação, bem como seu cronograma. Depois, são mostradas as informações sobre a região obtidas nos levantamentos de campo, abrangendo a geologia, o solo, os cursos d'água, o relevo, a fauna, as plantas e as comunidades.

Em seguida, são descritas as alterações ambientais que poderão ocorrer com a implantação do Projeto e, por fim, as ações ambientais propostas para diminuir, controlar ou compensar essas alterações.

BOA LEITURA!

ÍNDICE

● COMO FUNCIONA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL?	07
● O PROJETO	09
ALTERNATIVAS LOCACIONAIS	10
ONDE SERÁ IMPLANTADO O ATERRO SANITÁRIO?	11
CARACTERÍSTICAS DO ATERRO SANITÁRIO	12
● ESTUDOS AMBIENTAIS	14
COMO FORAM EXECUTADOS S OS ESTUDOS AMBIENTAIS?	14
ÁREAS ESTUDADAS	15
ÁREAS PROTEGIDAS	16
USO DO SOLO	17
DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO	18
DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO	20
DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO	27
● IMPACTOS AMBIENTAIS	29
● PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS	33
● PROGNÓSTICO AMBIENTAL E CONCLUSÕES	40
● EQUIPE TÉCNICA	42
● GLOSSÁRIO	44

COMO FUNCIONA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL?

O Licenciamento ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. O objetivo do licenciamento é compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Para isso, a construção, instalação, ampliação e funcionamento de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente degradadores do meio ambiente dependerão de prévio licenciamento ambiental.



COMO FUNCIONA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL?

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

O EIA é um documento técnico que tem o objetivo de analisar a viabilidade ambiental de um Projeto. Nele encontram-se identificados e avaliados de forma imparcial e técnica:

- ➔ O estudo de alternativas técnicas e locacionais do Projeto;
- ➔ O diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico e cultural da área de influência do Projeto;
- ➔ A identificação das alterações ambientais que o Projeto poderá causar no ambiente;
- ➔ A definição de medidas para evitar, diminuir, monitorar e/ou compensar essas alterações.



RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA

O RIMA apresenta os estudos referidos no EIA de forma simples e objetiva, ilustradas por mapas, quadros e gráficos, de modo que todos os envolvidos/interessados no processo possam entender as vantagens e desvantagens do Projeto.

Este documento é disponibilizado ao público em formato impresso e digital em diversos locais e plataformas.

O PROJETO

OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

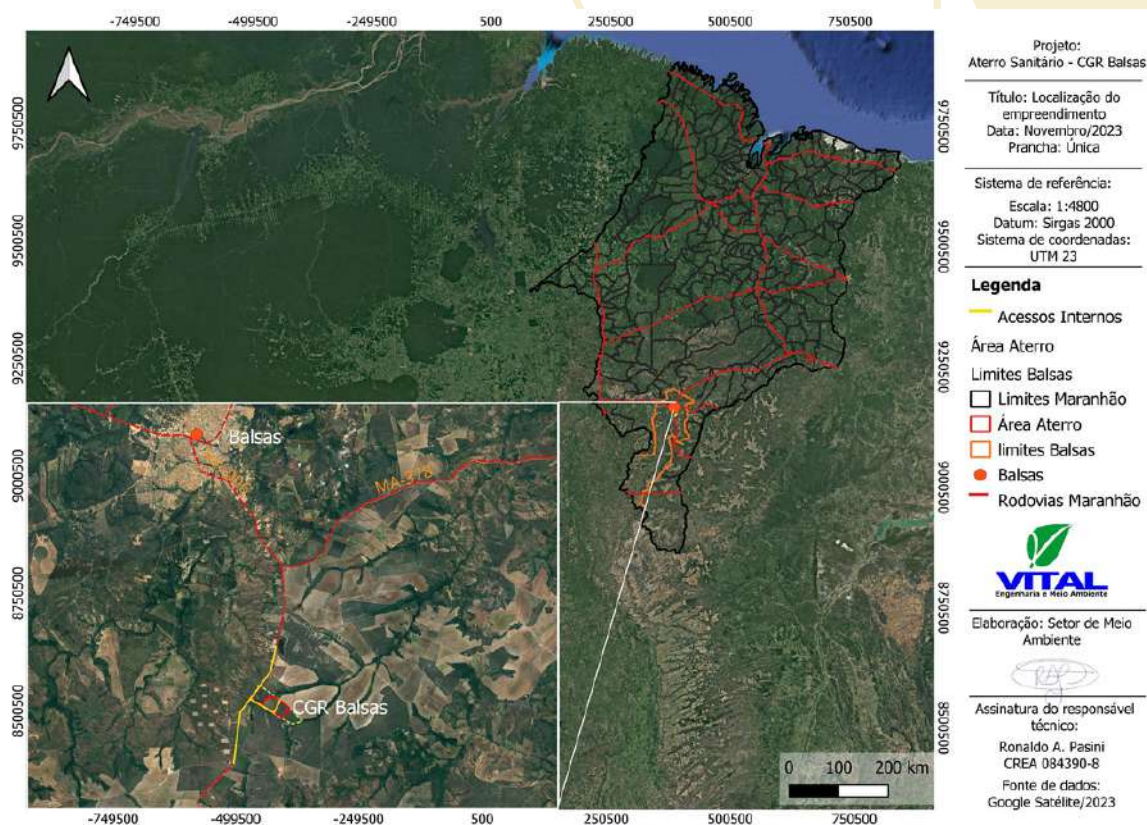
A produção diária de resíduos atualmente no município de Balsas é de aproximadamente 80 (oitenta) toneladas, tendo estimativas apontadas pelo estudo populacional realizado para alcançar a produção diária de 175 (cento e setenta e cinco) toneladas dentro do período de 30 anos.

Estima-se que a região nordeste do Brasil enviou no ano de 2022 apenas 37,3% dos resíduos coletados para uma destinação final ambientalmente adequada (ABREMA, 2023). O Município de Balsas por sua vez encontra-se na parcela de municípios com destinação ambientalmente inadequada (lixão).



Lixão de Balsas/MA
Fonte: TV Rede Mirante Maranhão (2015)

O Estudo de Impacto Ambiental em questão tem como objeto de licenciamento de um Aterro Sanitário para Balsas, Maranhão.



ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

No estudo de alternativas locacionais para implantação do aterro sanitário de Balsas-MA, foram avaliadas 5 (cinco) áreas com chances de receber a atividade. A avaliação seguiu os seguintes critérios principais:

- *Distância de recursos hídricos*
- *Vegetação*
- *Distância de residências*
- *Distância do centro gerador de resíduos*
- *Distância de aeroportos (Área de segurança aeroportuária (ASA) do futuro aeroporto de Balsas - raio de 20 km)*

Observação: Todas as 5 áreas estão distantes de áreas protegidas e todas possuem condições topográficas de receber a atividade de aterro sanitário a atendem até o fim de plano de projeto.

Abaixo segue quadro com os fatores de exclusão e a área final definida:

ÁREA	LOCALIZAÇÃO	FATORES DE EXCLUSÃO/ ÁREA DEFINIDA
Área I 212 ha	Cerca de 7 km do núcleo urbano, acesso pela MA-006	Existência de inúmeras invasões na área que é própria da Prefeitura (conflitos sociais).
Área II 133 ha	Cerca de 30 km do núcleo urbano, acesso pela BR-230 e estrada rural	Elevada distância do centro gerador e inserida no raio da ASA.
Área III 222 ha	Cerca de 12 km do núcleo urbano, acesso pela MA-006	Fora da ASA; fora de bacia de captação de água; próxima do centro gerador e distante suficiente de residências
Área IV 50 ha	Cerca de 5 km do núcleo urbano, acesso pela MA-140	Inserida no raio da ASA e recursos hídricos no centro da área.
Área V 144 ha	Cerca de 8 km do núcleo urbano, acesso pela MA-006 e BR-324	Inserida na Bacia de Captação de água do município - a montante do ponto de captação.

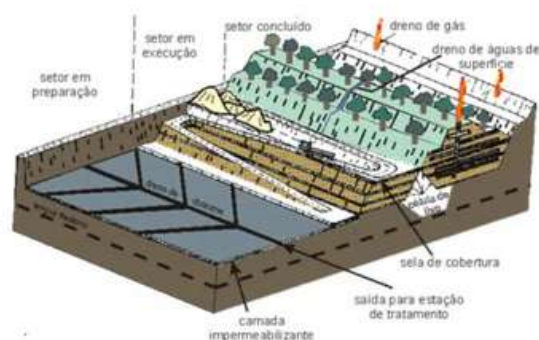
ONDE SERÁ IMPLANTADO O ATERRO SANITÁRIO?

O Aterro sanitário será localizado às margens da Rodovia Estadual MA – 006 (antiga MA – 330), sentido ao município de Tasso Fragoso, estando situado na zona rural, mais precisamente na Comunidade Aldeia, distante aproximadamente a 08 quilômetros do perímetro urbano do município de Balsas.



ATERROS SANITÁRIOS - DEFINIÇÃO

Conforme a ABNT NBR 8419 (1992), aterro sanitário é “uma técnica de disposição de resíduos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à segurança, minimizando impactos ambientais”. Os resíduos são confinados e compactados no solo, a fim de reduzir seu volume e ocupar a menor área possível, sendo cobertos por camadas de terra. Os produtos finais gerados são o biogás e o lixiviado, também chamado de chorume.

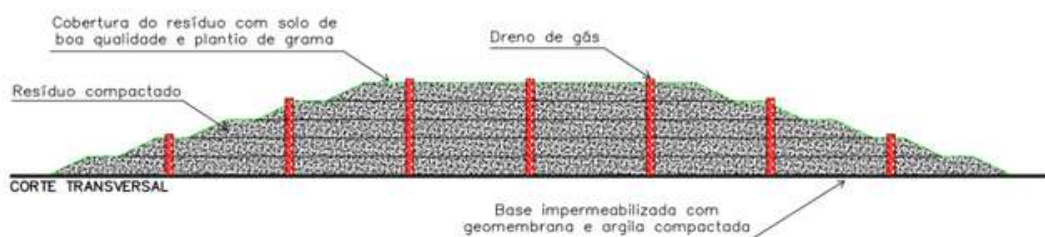


Aterro Sanitário Esquemático
Fonte: Mundo Educação

CARACTERÍSTICAS DO ATERRO SANITÁRIO DE BALSAS/MA

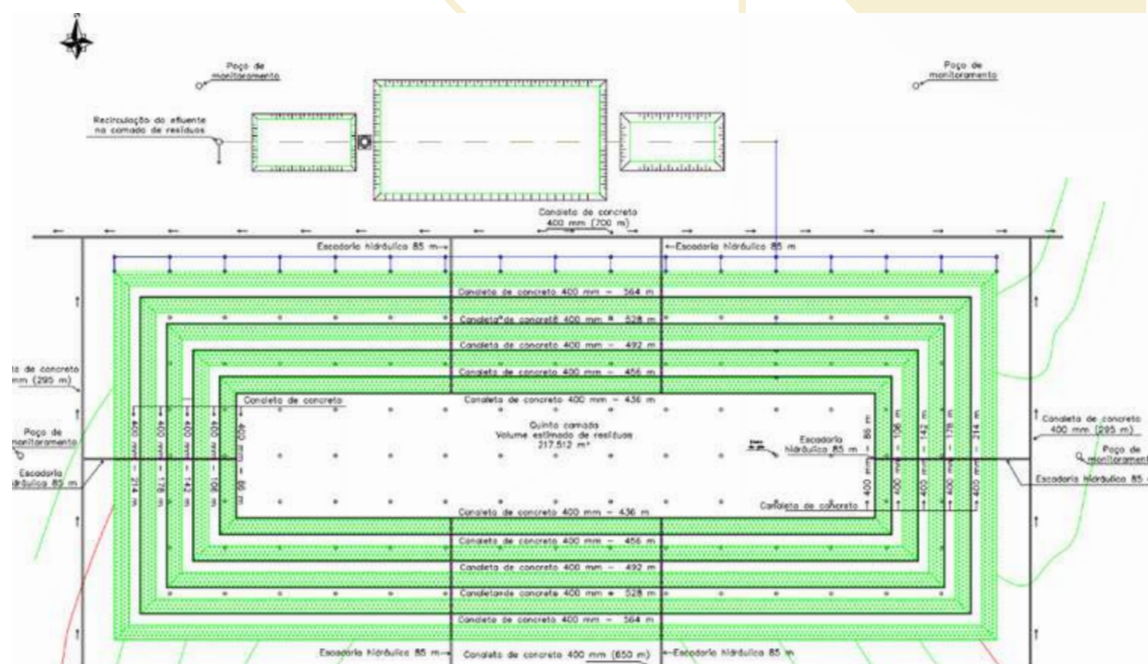
O aterro sanitário foi projetado para receber em média 216 ton./dia, pelo período de 30 anos.

O aterro foi planejado para operação em plataformas (camadas) previamente preparadas com terraplanagem, ao todo serão 5 (cinco) camadas com capacidade total de 2.172.960 m³ de resíduos sólidos.



O ATERRO CONTA COM OS SEGUINTE SISTEMAS:

- Sistema de drenagem superficial
- Sistema de impermeabilização da base do depósito de resíduos
- Sistema de drenagem do percolato (lixiviado)
- Sistema de tratamento de líquidos percolados (lixiviado)
- Sistema de captação do biogás



ESTUDOS AMBIENTAIS

COMO FORAM EXECUTADOS OS ESTUDOS AMBIENTAIS?

Inicialmente realizou-se o levantamento de informações bibliográficas sobre os meios físico, biótico e socioeconômico da região.



Posterior a isso foram definidas as áreas de influência do empreendimento. Nessas áreas ocorreram os levantamentos de campo visando a coleta de dados nos três meios contemplados.



Com base nos dados obtidos durante os levantamentos foi elaborado o diagnóstico ambiental, que consistiu na apresentação das condições ambientais da região. A análise do projeto e das condições ambientais permitiu a Avaliação dos Impactos Ambientais causados pela implantação do Aterro Sanitário.

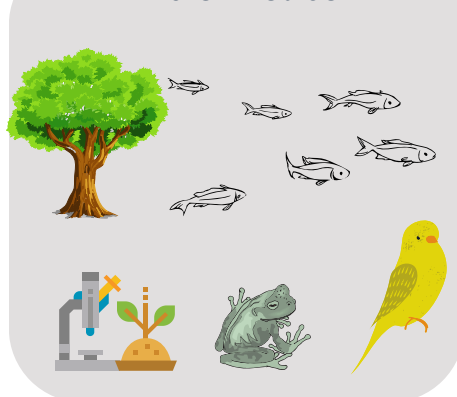


Para prevenir e mitigar os impactos ambientais previstos foram elaborados propostas de Medidas de Controle e Programas Ambientais.

Meio Físico



Meio Biótico



Meio Socioeconômico



ESTUDOS AMBIENTAIS

ÁREAS ESTUDADAS (ÁREAS DE INFLUÊNCIA)

Área de Influência Indireta (AII)

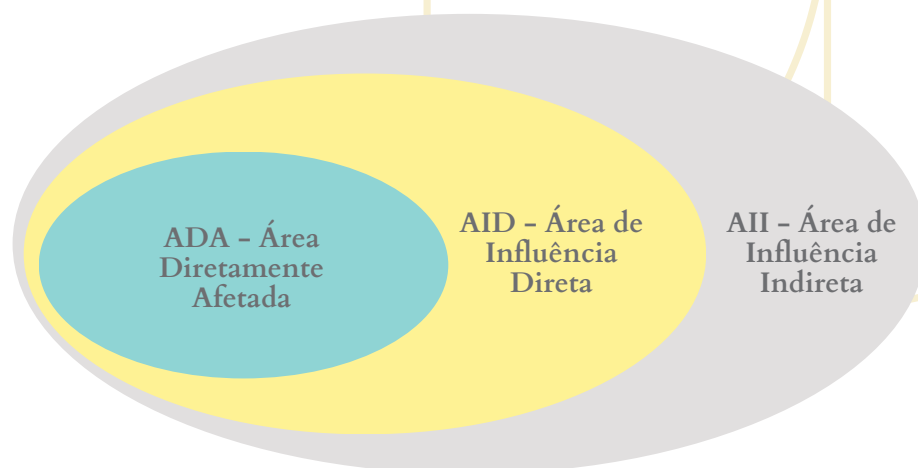
A Área de influência direta foi definida como a propriedade atingida diretamente pelo empreendimento. A AII foi definida como os limites da bacia do Rio Balsas devido aos impactos cumulativos e sinérgicos que possam vir a ocorrer através da construção do Aterro Sanitário e definida como o município em que está inserido.

Área de Influência Direta (AID)

A Área de Influência Direta corresponde à área que circunda a ADA e cujo os impactos possam ocasionar intervenções de forma direta. A AID foi delimitada 500 m ao entorno do empreendimento, possui uma área total de 444 hectares.

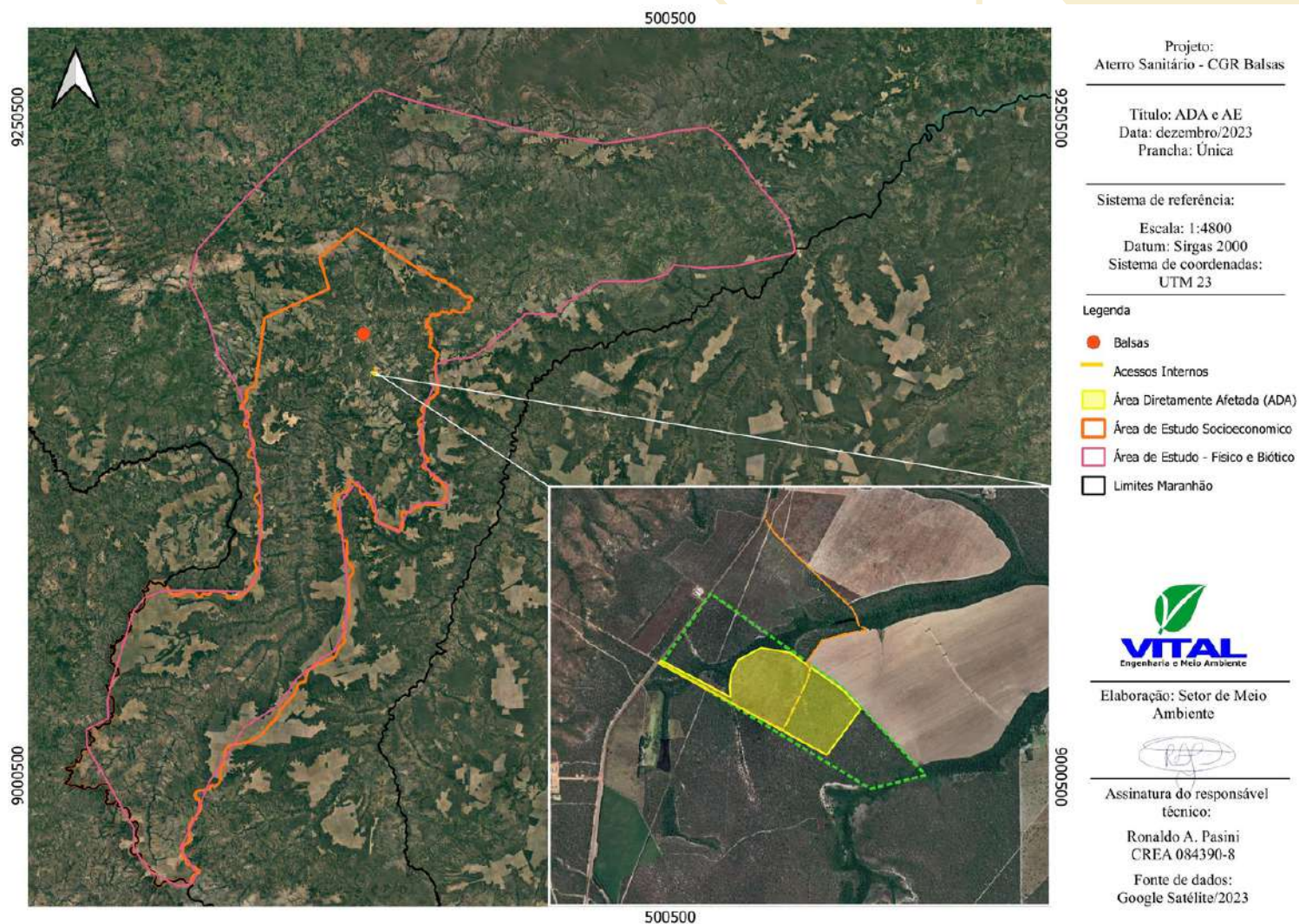
Área Diretamente Afetada (ADA)

A delimitação da Área Diretamente Afetada - ADA compreende a área provavelmente necessária à implantação do empreendimento, incluído suas estruturas de apoio, vias de acesso privadas que precisarão ser construída, ampliadas ou reformadas bem como todas as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do projeto.



ESTUDOS AMBIENTAIS

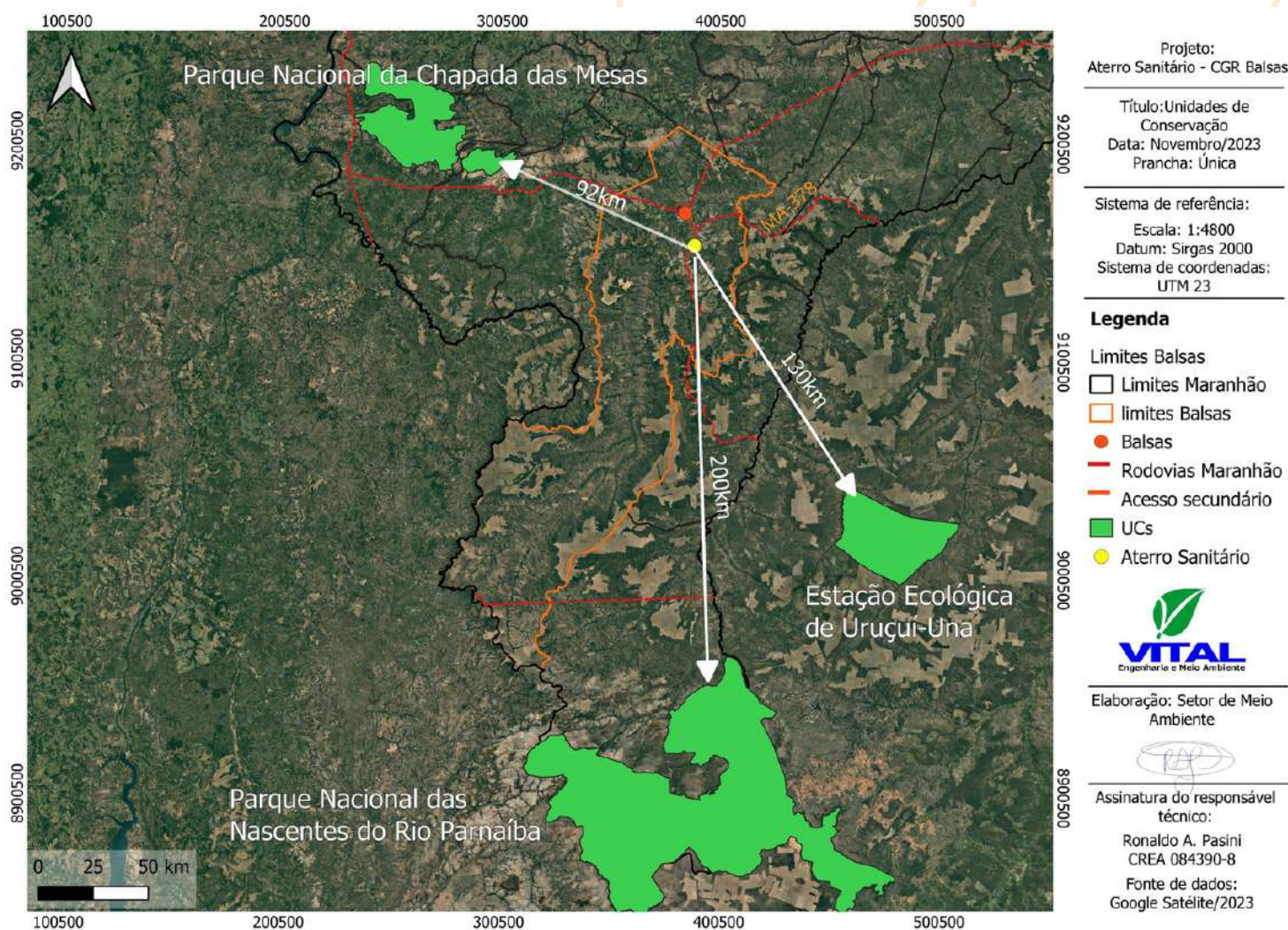
ÁREAS ESTUDADAS (ÁREAS DE INFLUÊNCIA)



ESTUDOS AMBIENTAIS

ÁREAS PROTEGIDAS

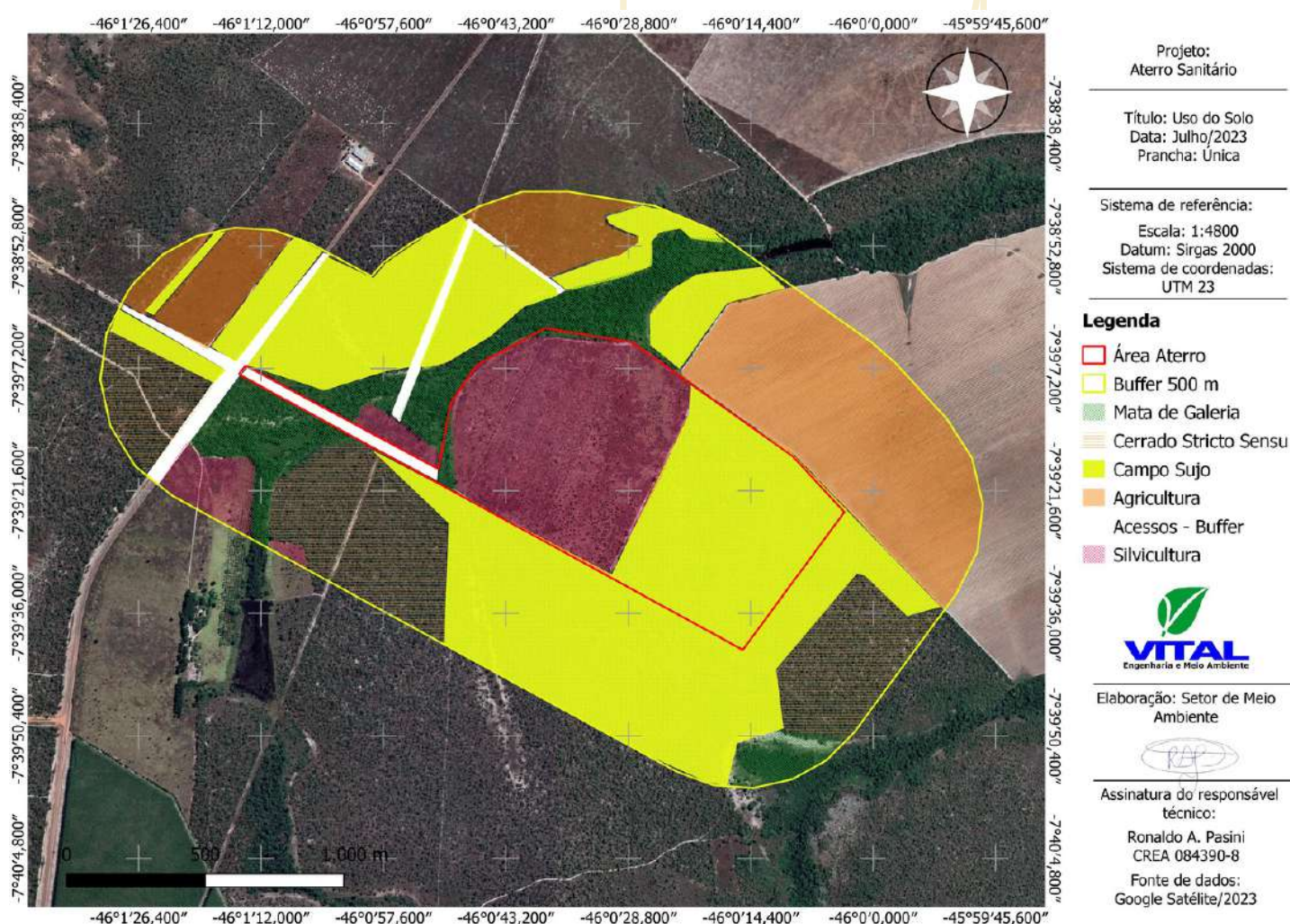
O Aterro Sanitário de Balsas não afeta nenhuma unidade de conservação ou terra indígena. A unidade de conservação mais próxima encontrada é a do Parque Nacional da Chapada das Mesas, que está a uma distância de 92km em linha reta do empreendimento. Não existem Unidades de Conservação ou Reservas Indígenas em um raio de 10 km da área onde será implantado o Aterro Sanitário.



ESTUDOS AMBIENTAIS

USO DO SOLO

A região do empreendimento já encontra-se altamente alterada, a propriedade já foi usada para silvicultura de eucalipto, e práticas agrícolas no passado.



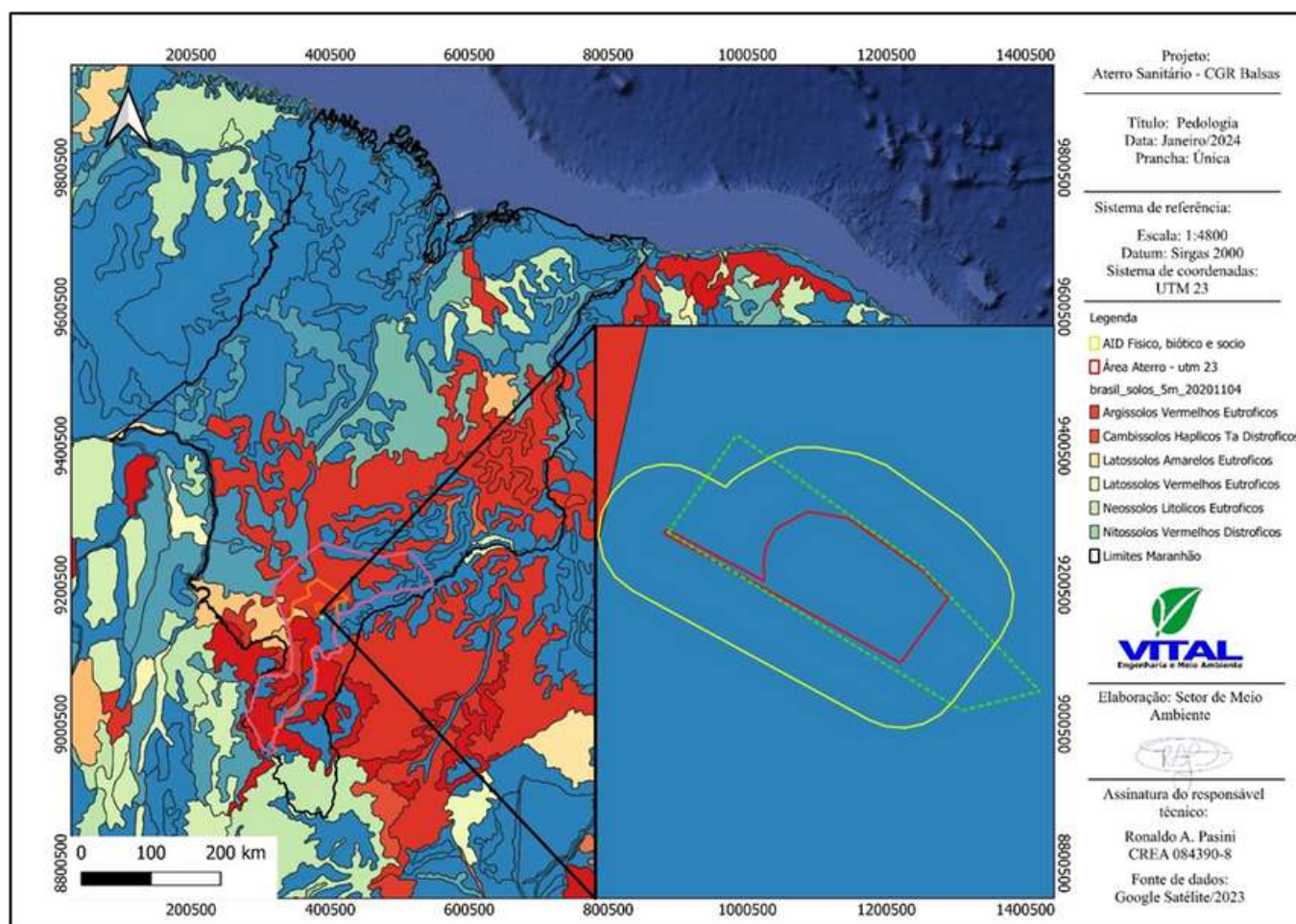
DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

CLIMA

As temperaturas em todo o Maranhão são elevadas, com médias anuais superiores a 24°C, sendo que ao norte chega a atingir 26°C. . O período chuvoso, que se concentra durante o semestre de dezembro a maio, apresenta registros estaduais da ordem de 290,4 mm e alcança os maiores picos de chuva no mês de março. O período seco, que ocorre no semestre de junho a novembro, com menor incidência de chuva por volta do mês de agosto, registra médias estaduais da ordem de 17,1mm.

PEDOLOGIA

Os solos da região estão representados por Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo, Solos Litólicos e Areia Quartzosa (EMBRAPA, 2006).

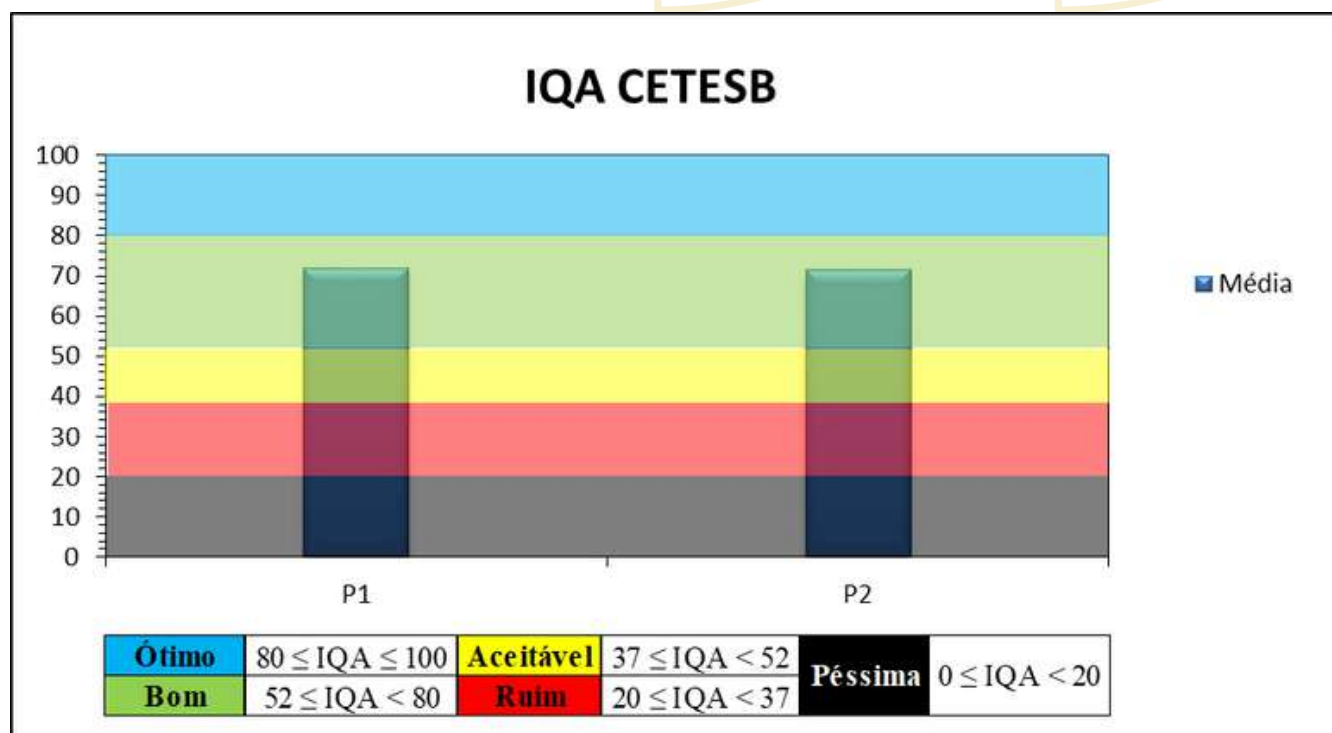


DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Para caracterizar a qualidade das águas superficiais foram coletadas amostras em dois pontos distintos do rio Ribeirão Bacaba. Onde foram analisados parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Considerando o Índice de Qualidade da Água (IQA) analisado, todos os pontos amostrais categorizaram a qualidade como boa. Dos parâmetros ambientais analisados pH, Oxigênio Dissolvido e Fósforo Total foram os únicos que apresentaram as maiores variações.



DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

VEGETAÇÃO

A área inventariada apresentou 51 espécies, estimando-se a geração de um volume médio de 26,22 m³/ha e um volume total para área a ser suprimida de 2.285,70 m³.

Na área inventariada não foram encontradas espécies ameaçadas de extinção. Em relação a espécies legalmente protegidas, no âmbito nacional (Portaria N° 83/1991), foi encontrada 1 espécie, o Gonçalo Alves (*Astronium fraxinifolium*) com 12 indivíduos. No âmbito estadual, foi encontrada 1 espécie *Caryocar brasiliense* (Pequizeiro), com 40 indivíduos.



Astronium fraxinifolium
(gonçalo-alves)



Caryocar brasiliense
(pequizeiro)

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

AVES

Durante as quatro campanhas de levantamento na AI e AID foram efetuados 1.040 registros, pertencentes a 169 espécies de aves.

Não foram registradas espécies de avifauna ameaçadas de extinção.

No entanto, foram registradas quatro espécies endêmicas do Cerrado.

- *Antilophia galeata* - Soldadinho
- *Charitospiza eucosma* - Mineirinho
- *Melanopareia torquata* - Meia-lua-do-cerrado
- *Neothraupis fasciata* - Cigarra-do-campo



Tyrannus savana
(tesourinha)



Thamnophilus torquatus
(choca-de-asa-vermelha)



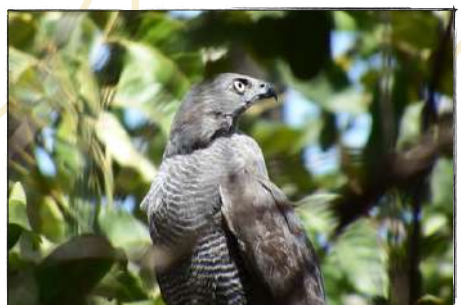
Forpus xanthopterygius
(tuim)



Elaenia cristata
(guaracava-de-topete-uniforme)



Galbula ruficauda
(ariramba-de-cauda-ruiva)



Geranospiza caerulescens
(gavião-pernilongo)

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

MAMÍFEROS

Durante as quatro campanhas de levantamento na AI e AID foram efetuados 79 registros, pertencentes a 18 espécies de mamíferos.

Dessas, duas espécies são consideradas ameaçadas de extinção:

- *Leopardus* sp. (gato-do-mato) - Vulnerável (BRASIL, 2022);
- *Lycalopex vetulus* (raposinha) - Vulnerável (BRASIL, 2022); Quase Ameaçado (IUCN, 2023)



Cerdocyon thous
(cachorro-do-mato)



Subulo gouazoubira
(veado-catingueiro)



Necromys lasiurus
(rato-de-chão)



Carollia perspicillata
(morcego)



Oligoryzomys mattogrossae
(rato-do-mato)



Phyllostomus hastatus
(morcego)

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

ANFÍBIOS E RÉPTEIS

Durante as quatro campanhas de levantamento na ADA e AID foram efetuados 170 registros, pertencentes a 20 espécies de anfíbios. Não foram identificadas espécies ameaçadas de extinção ou endêmico para o grupo de anfíbios.

Com relação aos répteis, ocorreram registros pertencentes a 20 espécies. Foi identificada uma espécie considerada endêmica do bioma Cerrado, o lagarto-bandeira (*Norops meridionalis*).



Boa constrictor
(jibóia)



Rhinella mirandaribeiroi
(cururuzinho)



Leptodactylus labyrinthicus
(rã-pimenta)



Boana punctata
(perereca-pontilhada)



Scinax constrictus
(perereca-nariguda)



Paleosuchus palpebrosus
(jacaré-anão)



Ameivula ocellifera
(calango-da-praia)



Leptodeira annulata
(cobra-olho-de-gato)

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

ENTOMOFAUNA TERRESTRE

Durante as quatro campanhas de levantamento na ADA e AID foram efetuados 495 registros, pertencentes a 80 taxas diferentes. Não foram identificadas espécies ameaçadas de extinção, cinegéticas e/ou exóticas para a entomofauna.



Trigona pallens
(Apidae)



Trigona sp. 1
(Apidae)



Camargoia sp.1
(Apidae)



Plebeia sp.1
(Apidae)



Chironomidae sp.1
(Diptera)



Culicidae sp.1
(Diptera)



Therevidae sp. 1
(Diptera)



Ichneumonidae sp. 1
(Hymenoptera)

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

PEIXES

Na área de influência do empreendimento foram capturados 113 peixes pertencentes a 08 espécies e 2 morfotipos identificados até gênero. Não foram capturadas espécies que realizam migração de longa distância, grande porte e ameaçadas de extinção.



Hoplerthrinus unitaeniatus
(jeju)



Metynnis lippincottianus
(pacu-prata)



Moenkhausia sanctaefilomenae
(lambari-olho-de-fogo)



Satanoperca jurupari
(cará-bicudo)



Hoplias malabaricus
(traíra)



Hyphessobrycon sp.
(tetra-sangue)

DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

As comunidades hidrobiológicas no Aterro Sanitário de Balsas são representadas pelos seguintes grupos: fitoplâncton (algas), zooplâncton (invertebrados aquáticos microscópicos) e macrofauna bentônica (invertebrados aquáticos que podem ser vistos a olho nu), esses grupos também podem ser considerados indicadores de qualidade da água.

MACROFAUNA BENTÔNICA

Ao final das campanhas de amostragem, foram registradas, para a área de influência do futuro empreendimento, 15 famílias representadas principalmente pelos odonatas.



Libellulidae (Odonata)

ZOOPLÂNCTON

Para o zooplâncton foram registradas 40 espécies representadas pelos grupos dos Rotíferos, Cladocera, Copepoda, Protista e Ostracoda .



Belostomatidae (Hemiptera)

FITOPLÂNCTON

Para o fitoplâncton foram registradas 49 espécies, sendo que Chlorophyceae e Zygnemaphyceae foram os grupos mais representativos.



Coleoptera



Macronema sp. (Trichoptera)

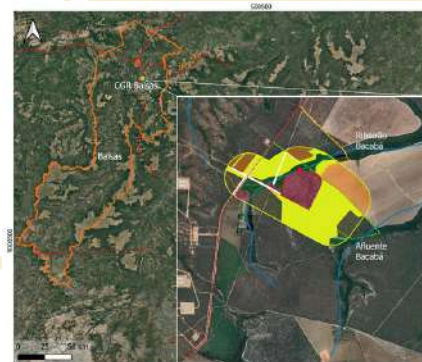


Culicidae (Diptera)

DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

CONTEXTO REGIONAL

O município de Balsas está localizado no sul do estado do Maranhão.



MUNICÍPIO DE BALSAS

População	101.767 pessoas (IBGE, 2022)
Saúde	Balsas está entre os municípios prioritários para o Programa Nacional de Controle da Dengue.
Infraestrutura básica	O município conta com 29 estabelecimentos públicos de atendimento e 14 privados.
Economia	O setor mais produtivo e de maior importância foi Administração Pública, Defesa e Seguridade Social, representando 33,6% do Valor Adicionado Bruto.
Turismo	A atividade turística no município está ligada principalmente a presença de cachoeiras e cascatas.



Vista do município e destaque para o rio balsas.

Fonte: <https://www.guiadoturismobrasil.com/gastronomia/3/MA/balsas/412>

DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

PATRIMÔNIO CULTURAL E PATRIMÔNIO NATURAL

Para realização dos estudos para diagnóstico do Patrimônio Arqueológico e Cultural foi elaborado o Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico (RAIPA), o qual foi apresentado junto ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).



O termo de referência n° 112/2023 emitido pelo IPHAN manifestou-se pela aprovação da Licença Ambiental Prévia.



IMPACTOS AMBIENTAIS

O estudo ambiental objetiva analisar, por meio da Avaliação de Impactos Ambientais, a maneira e a intensidade como a implantação do empreendimento altera o meio ambiente da região onde se pretende inseri-lo. Os impactos ambientais foram discutidos tendo como base o projeto básico de engenharia

Critérios de Avaliação	
Fase de ocorrência	Planejamento, Implantação, Operação e Desativação
Meio de ocorrência	Físico, Biótico e Socioeconômico
Natureza	Negativa, Positiva e Indeterminada
Duração	Temporária, Permanente, Cíclica e Recorrente
Importância	Baixa, Média e Alta
Temporalidade/Ocorrência	Curto, Médio ou Longo Prazo
Ocorrência	Baixa, Média e Alta
Reversão	Reversível e Irreversível

MEIO FÍSICO

IMPACTOS AMBIENTAIS



Alteração nos níveis de ruídos (A)

Durante a implantação do aterro sanitário, o nível de ruído aumenta devido ao maquinário utilizado nas obras de ampliação, como a terraplanagem e exploração do solo para abertura das bases. Os ruídos atingem, além dos trabalhadores do empreendimento, a população no entorno. **Magnitude: Alta; Fase de ocorrência: Implantação/Operação.**

Alteração na qualidade do ar (B)

Os impactos de alteração na qualidade do ar, abrangem tanto a geração de material particulado quanto o lançamento de gases para a atmosfera. O trânsito de caminhões nas vias de acesso ao empreendimento e a operação das máquinas durante as obras, poderão gerar poeiras, principalmente nos períodos mais secos. **Magnitude: Média; Fase: Implantação/Operação/Desativação.**

Geração de processos erosivos (C)

Com a remoção da vegetação, o solo ficará sujeito à ação da chuva e escoamento superficial, podendo ocorrer o desenvolvimento de processos erosivos e de escorregamento, tanto no entorno do empreendimento e nos taludes de disposição final dos resíduos sólidos. **Magnitude: Alta; Fase: Operação.**

Alteração na qualidade das águas subterrâneas (D)

Existe a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas pela infiltração de lixiviado no solo. O risco deste impacto ocorrer é mínimo, visto que os aterros sanitários possuem nas unidades de disposição final dos resíduos eficientes sistemas de impermeabilização dos taludes. **Magnitude: Alta; Fase: Operação/Desativação.**

Alteração na qualidade das águas superficiais (E)

Ressalta-se que todo o perímetro do ribeirão Bacaba, situado dentro do terreno do empreendimento, possui mata ciliar, protegendo o corpo hídrico do assoreamento potencialmente causado por processos erosivos. A probabilidade de acidentes com resíduos é reduzida considerando que as vias internas estão distantes dos corpos hídricos. **Magnitude: Alta; Fase: Implantação/Operação/Desativação.**

MEIO BIÓTICO



IMPACTOS AMBIENTAIS

Aumento de vetores (F)

A ocorrência de vetores e a atração da fauna estão diretamente ligados ao fornecimento de ambientes propícios para o desenvolvimento desses animais, como urubus, gambás, roedores, entre outros. Esses animais podem se instalar no empreendimento trazendo agentes patogênicos nocivos aos colaboradores. **Magnitude: Média; Fase: Implantação/Operação.**

Alterações na fauna (G)

O aumento do trânsito de veículos pesados, pode causar acidentes (atropelamentos) da fauna local uma vez que o mesmo contorna os fragmentos florestais existentes na área. **Magnitude: Alta; Fase: Implantação/Operação.**

Caça e captura de animais silvestres (H)

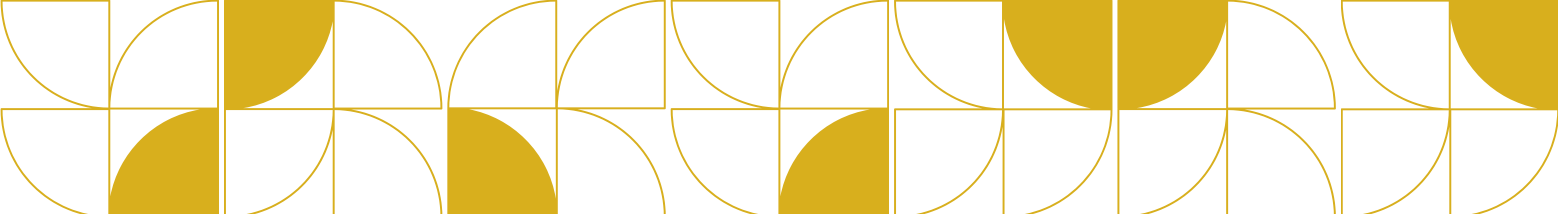
Entre as espécies de Importância Econômica (visadas pelo tráfico e aquelas de valor cinegético) espécies cinegéticas são aquelas frequentemente utilizadas na alimentação pela população regional e, portanto, alvos frequentes de caçadores. **Magnitude: Baixa; Fase: Implantação/Operação.**

Perda de habitats (I)

A perda dos habitats da fauna local deverá ocorrer na fase de implantação e operação do empreendimento, com o desenvolvimento das atividades inerentes às obras de implantação do canteiro de obras, retirada de solo por caixas de empréstimo, operações de terraplenagem e melhorias no sistema viário. **Magnitude: Média; Fase: Implantação/Operação.**

Aumento da oferta de alimentos para a fauna (J)

A presença do Aterro Sanitário em fase de operação, provoca impacto sobre a fauna local, pois pode servir como atrativo para os animais devido à oferta de alimentos que estão em decomposição. **Magnitude: Média; Fase: Operação.**



IMPACTOS AMBIENTAIS

MEIO SOCIOECONÔMICO ↘

Geração de expectativas relacionadas ao empreendimento (K)

Durante a fase de implantação do empreendimento, pode acarretar a disseminação de informações a população no entorno devido a movimentação das obras, sendo elas verídicas ou não, gerando uma certa expectativa sobre o empreendimento nos moradores. **Magnitude: Baixa; Fase: Planejamento.**

Interferência no fluxo de veículos (L)

Por já haver um fluxo contínuo de caminhões no acesso da AID, não haverá forte impacto no aumento do fluxo de veículo, porém o mesmo deve ser considerado. **Magnitude: Média; Fase: Implantação/Operação.**

Alteração na paisagem (M)

Na área onde serão implantadas as unidades de disposição de resíduos serão realizadas obras de terraplanagem que irão alterar a topografia da área e, conseqüentemente, a forma que ela é vista pela população no entorno do empreendimento. **Magnitude: Média; Fase: Implantação/Operação.**

Desvalorização imobiliária (N)

O empreendimento pode causar desvalorização imobiliária no seu entorno, isso porque a disposição dos resíduos sólidos tem o potencial de gerar desconforto à comunidade local por odores desagradáveis, poeiras, tráfego de veículos pesados como caminhões. **Magnitude: Baixa; Fase: Operação.**

Interferência na saúde dos trabalhadores (O)

O aumento da área de disposição final de resíduos representa um incremento no tráfego de veículos pesados e operação de máquinas que representam um risco de acidentes e atropelamento aos operários **Magnitude: Média; Fase: Implantação/Operação.**



IMPACTOS AMBIENTAIS

MEIO SOCIOECONÔMICO

Melhoria da qualidade ambiental da região (P)

A gestão de resíduos sólidos urbanos representa uma problemática para os municípios de todo o país, tendo em vista a necessidade de tratamento e destinação final. A instalação do Aterro Sanitário proporcionará a desativação do lixão existente no município de Balsas, garantindo a melhoria da qualidade ambiental, redução da poluição de águas, solo e ar, oferta de novos postos de emprego e incentivo de associações de catadores, além do município de Balsas passar a cumprir com requisitos legais quanto a Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei nº 12.305/10 e as metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2022). **Magnitude: Alta; Fase: Operação**

IMPACTOS AMBIENTAIS

MATRIZ DE IMPACTOS

A partir de uma avaliação conjunta entre os impactos citados anteriormente, realizou-se uma qualificação de interação de cada impacto com todos os demais, com o objetivo de visualizar as relações sinérgicas e cumulativas. A relação entre os impactos é apresentada abaixo.

Nota-se que os impactos que apresentam maior sinergia são o Alteração na qualidade das águas superficiais, alterações na qualidade das águas subterrâneas, aumento de vetores, acidentes com a fauna, interferência no fluxo de veículos e na saúde dos trabalhadores.

IMPACTOS	ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	TOTAL
Alteração de níveis de ruídos	A		1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-	5
Alteração na qualidade do ar	B	-		-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	4
Geração de processos erosivos	C	-	-		1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	4
Alteração na qualidade das águas subterrâneas	D	-	-	1		1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	6
Alteração na qualidade das águas superficiais	E	-	1	1	1		-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	1	8
Aumento de vetores	F	-	-	-	-	1		-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	5
Acidentes com a fauna	G	1	-	-	-	-	-		-	1	1	-	1	-	-	-	-	4
Caça e captura de animais silvestres	H	-	-	-	-	-	-	-		1	1	-	1	-	-	-	-	3
Perda de habitats	I	-	-	1	-	-	-	-	-		-	-	1	-	-	-	-	2
Aumento na oferta de alimentos para a fauna	J	-	-	-	-	-	1	-	-	1		-	-	-	-	1	-	3
Geração de expectativas relacionadas ao empreendimento	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	1	-	-	1
Interferência no fluxo de veículos	L	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-		-	-	1	1	5
Alteração na Paisagem	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		1	-	-	1
Desvalorização imobiliária	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1		-	-	3
Interferência na saúde dos trabalhadores	O	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-		-	6
Melhoria na qualidade ambiental da região	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-		2

Legenda:

Magnitude Alta

Magnitude Média

Magnitude Baixa

Meio Físico

Meio Biótico

Meio socioeconômico

PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Programa tem como objetivos garantir a efetivação da gestão integrada dos resíduos oriundos da construção civil e desenvolver ações voltadas para a implementação de soluções, procedimentos e regras para o gerenciamento, caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação destes resíduos.

Medidas a serem adotadas:

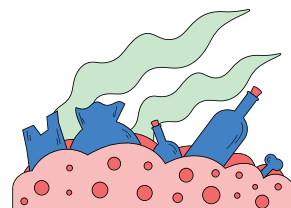
- Reduzir os desperdícios e o volume de resíduos gerados;
- Segregar os resíduos por classes e tipos;
- Reutilizar materiais, elementos e componentes que não requeiram transformações;
- Reciclar os resíduos, transformando-os em matéria-prima para a produção de novos produtos

PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

São fontes de geração de resíduos da construção civil as instalações e atividades inerentes à obra. Assim sendo, este plano tem como objetivo implementar medidas de controle e tratamento para os resíduos sólidos gerados nas fases obras.

Medidas a serem adotadas:

- Armazenamento dos resíduos oriundos da obra;
- Gerenciamento de resíduos.



PLANO DE ENCERRAMENTO

O objetivo desse plano é proteger o meio ambiente, a saúde pública e garantir a conformidade com regulamentações, assegurando que o local seja seguro e adequadamente gerenciado após o encerramento das atividades.

Medidas a serem adotadas:

- Avaliação preliminar do local;
- Programa de monitoramento da qualidade da água subterrânea.

PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

O programa tem como objetivo avaliar a qualidade do efluente líquido oriundo dos sistemas de tratamento instalados, comparando suas características físico-químicas com os padrões de qualidade de efluentes legislados, identificando eventuais casos de extrapolação dos limites legais.

Medidas a serem adotadas:

- Realizar coletas do efluente bruto e tratado;
- Avaliar estratégias para promover a adequação dos tratamentos e dos sistemas de controle.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DO SOLO

Este programa é responsável pela gestão de medidas baseadas nas técnicas recomendadas a serem empregadas em atividades que proporcionem a geração de áreas de terrenos expostos, que sofrerão alterações no relevo e no sistema natural de drenagem.

Medidas a serem adotadas:

- Avaliar a suscetibilidade do solo à erosão;
- Implantar estruturas de valas para coleta e condução das águas pluviais.



PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Esse programa tem por objetivo prever a recomposição dos locais supracitados por meio de soluções que proporcionem contribuições ecológicas e socioculturais à população, integrando o empreendimento à região de sua atuação, resultando em condições mínimas necessárias à sobrevivência das espécies locais.

Medidas a serem adotadas:

- Reintegrar as áreas degradadas à paisagem local.

PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

O Plano de Ação Emergencial (PAE) objetiva orientar, disciplinar, determinar e apresentar os procedimentos básicos, necessários ao gerenciamento dos riscos identificados na implantação e operação do aterro, a serem adotados quando da ocorrência de acidentes, a fim de mitigar os impactos gerados.

Medidas a serem adotadas:

- Previsão e execução de treinamentos;
- Investigação de acidentes ou incidentes;
- Gerenciamento das emergências;
- Meios de comunicação internos e externos.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

O objetivo desse programa é a obtenção e avaliação dos registros de qualidade das águas na área de contribuição do empreendimento, podendo assim avaliar os efeitos do empreendimento sobre os corpos hídricos.

Medidas a serem adotadas:

- Avaliar os efeitos das obras sobre os corpos hídricos;
- Subsidiar ações para a manutenção ou melhoria da qualidade das águas.



PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O objetivo desse programa é apoiar as ações de conscientização da mão-de-obra empregada e da população direta ou indiretamente atingida pela implantação do empreendimento, com atendimento no meio rural e urbano.

Medidas a serem adotadas:

- Palestras ou oficinas;
- Conscientização da população.

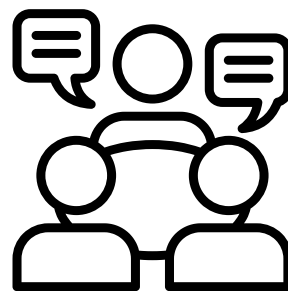


PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

O objetivo desse programa é promover a aproximação entre o empreendedor e a sociedade, em especial a população diretamente afetada pelo empreendimento, de forma a estabelecer um canal permanente de diálogo e de divulgação de informações associadas ao empreendimento.

Medidas a serem adotadas:

- Divulgação do andamento da obra;
- Comunicação com a população do entorno.

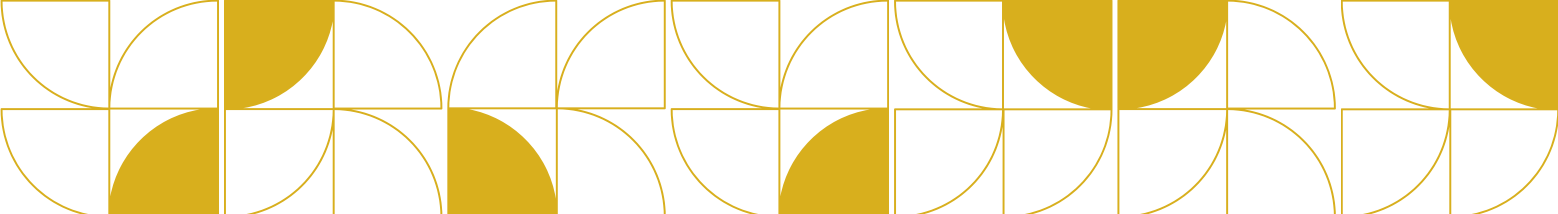


PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RUÍDOS

O objetivo do programa é controlar e monitorar, de forma a fornecer subsídios para reduzir os ruídos na fonte geradora, sendo necessária a manutenção de equipamentos e adaptação de técnicas na operação que provoquem a mitigação da emissão de ruídos.

Medidas a serem adotadas:

- Monitoramento dos níveis do ruído;



PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

O objetivo desse monitoramento é controlar e monitorar as emissões atmosféricas oriundas das atividades desenvolvidas no complexo do empreendimento, em especial as atividades relativas ao uso de maquinários para transporte de resíduos, escavação, conformação de taludes e recobrimento das células do aterro.

Medidas a serem adotadas:

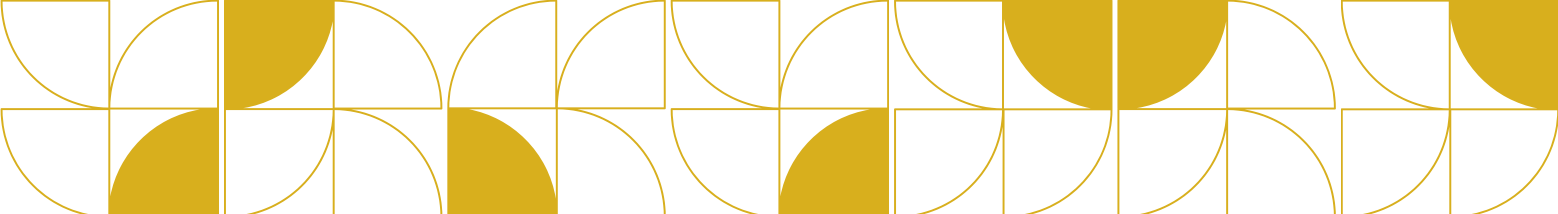
- Evitar problemas respiratórios aos colaboradores;
- Redução de emissão de gases.

PROGRAMA DE CONTROLE DE VETORES

Esse programa visa monitorar, prevenir e controlar a proliferação de vetores que possam representar riscos para o meio ambiente e para a saúde humana na fase de implantação do empreendimento, em especial associados ao canteiro de obras.

Medidas a serem adotadas:

- Identificação e monitoramento dos vetores;
- Implantar medidas de controle.



PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

PROGRAMA DE MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA

O programa tem o intuito de mitigar a mortalidade oriunda dos atropelamentos causados pela colisão entre veículos e animais silvestres, visando uma menor restrição na movimentação de faunas silvestres existentes no entorno das obras.

Medidas a serem adotadas:

- Identificar os pontos de maior incidência de atropelamentos.

PLANO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO

O principal objetivo deste programa é estabelecer os critérios a serem seguidos durante a execução da obra a fim de nortear a ação dos construtores relacionados ao meio ambiente e trabalhadores, os quais devem ser levantados ainda na proposta técnica.

Medidas a serem adotadas:

- Implantação de um sistema de esgotamento sanitário adequado;
- Tratamento adequado dos resíduos sólidos orgânicos;
- Elaboração e implantação do Código de Conduta;
- Plano de Segurança do Trabalho.

PROGRAMAS E MEDIDAS AMBIENTAIS

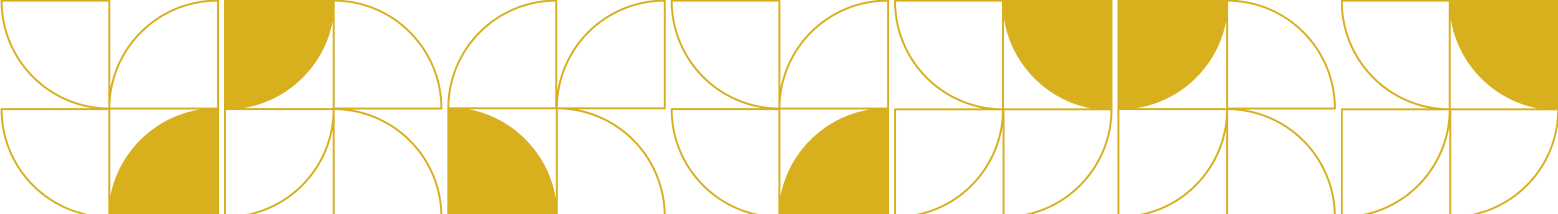
PROGRAMA DE SUPERVISÃO AMBIENTAL

Esse programa objetiva garantir que todas as condicionantes previstas nas licenças ambientais sejam atendidas pelo empreendedor, de tal modo que deve ser criada uma estrutura organizacional, permitindo tanto ao empreendedor quanto aos órgãos ambientais, verificar rapidamente a implantação e eficácia das ações propostas.

Medidas a serem adotadas:

- Supervisão das obras em relação as questões ambientais;
- Supervisão das ações ambientais na operação;
- Elaboração de diretrizes, procedimentos e especificações ambientais.





PROGNÓSTICO AMBIENTAL E CONCLUSÕES

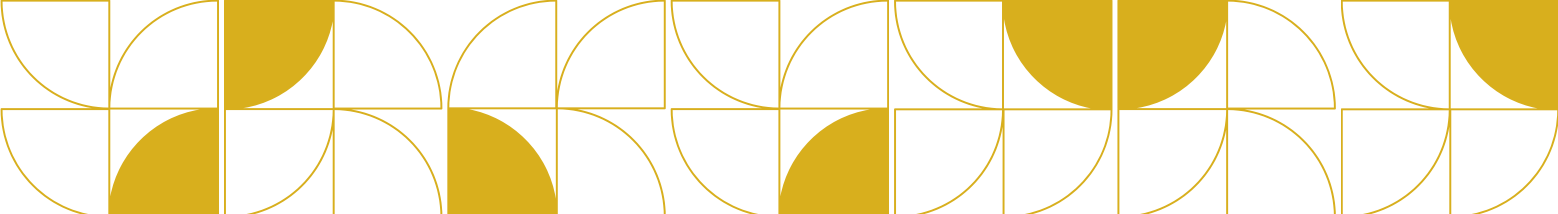
O presente estudo contemplou as avaliações dos meios biótico, físico e socioeconômico, buscando, com isso, diagnosticar a influência deste empreendimento no meio ambiente e na população atingida, adjacente e regional, a fim de apontar medidas e ações necessárias para garantir as condições sociais e ambientais mais próximas da original, com mínimo impacto possível.

Os impactos relacionados ao meio físico serão em sua maioria de baixa magnitude, voltados principalmente a movimentação de maquinários, aumento de pessoas no local e movimentações do solo, deverá se ter atenção com áreas mais inclinadas, principalmente em períodos de alta pluviosidade. Apesar da qualidade da água também ser alterada por fenômenos naturais, as atividades de origem antrópica são atualmente as principais responsáveis pela alteração nos indicadores de qualidade da água. Desta forma torna-se fundamental levar em consideração também as dinâmicas de vazão, principalmente em relação às épocas de chuvas e de seca. No que diz respeito às pressões antrópicas, destacam-se aqui as possíveis relações com o uso de fertilizantes, práticas mal elaboradas do manejo do solo em áreas de agricultura. Ressaltamos a importância da continuidade da amostragem do ribeirão Bacaba na área de influência do Aterro CGR Balsas.

No meio florestal, mesmo havendo necessidade de supressão de vegetação, que se dará conforme definido no Art. 36 da Portaria Nº 0013, de 01 de Fevereiro de 2013, da SEMA/MA, serão mantidas as áreas de reserva legal do próprio imóvel e áreas de preservação permanente, totalizando cerca de 38,5% da área total do imóvel. A efetiva implantação das células do aterro sanitário se dará em área já degradada por atividade de silvicultura, demandando apenas de limpeza.

Para a fauna, a supressão da vegetação e os incômodos oriundos da construção civil provocará afugentamento e distúrbios, como por exemplo a perda de habitats, atropelamentos, competição por recursos e dispersão forçada. Para evitar atropelamentos e danos mais severos aos animais, indicou-se medidas e ações ambientais, como o resgate faunístico e a condução adequada dos veículos, especialmente envolvidos com o empreendimento, além do monitoramento durante a implantação e operação do empreendimento. Com relação a fauna silvestre registrada durante o levantamento primário no empreendimento, foram obtidos 1040 registros pertencentes a 169 espécies aves; 101 répteis, 74 espécies de anfíbios nativos, quanto a herpetofauna, foram registradas 123 espécies de abelhas.

Para a região do empreendimento não foram encontrados estudos referente a ictiofauna, sendo assim as buscas foram estendidas para toda a bacia do Rio Parnaíba, podem ocorrer 127 espécies de peixes nativos.



PROGNÓSTICO AMBIENTAL E CONCLUSÕES

Analisando os impactos socioeconômicos oriundos da implantação do empreendimento, há impactos positivos para o município de Balsas, haja vista que se aumenta a arrecadação pelos tributos, aumento da movimentação de pessoas e empresas e aumento dos postos de serviços.

Não obstante, o empreendimento não interferirá sobre nenhuma estrutura pública, quer seja, rede de energia, estradas, escolas, comunidades, unidades de saúde ou estruturas de turismo, lazer ou religião. Isso porque, o aterro será implantado em áreas privadas, cujos acessos se darão diretamente da rodovia para dentro do imóvel, por estradas internas, sem afetar a comunidade do entorno.

Verificou-se, portanto, que os diferentes impactos identificados, se tratados adequadamente através da implementação dos programas ambientais previstos, poderão ser mitigados ou compensados de forma satisfatória, garantindo a viabilidade socioambiental do empreendimento.

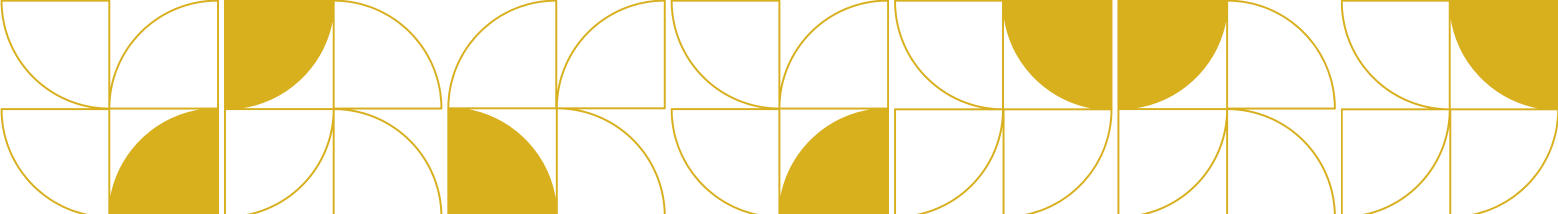
Portanto, o Aterro Sanitário CGR Balsas apresenta viabilidade ambiental. Todavia, necessita-se a implementação e execução das medidas e programas enfatizados e recomendados neste estudo, os quais são fundamentais para implantação deste empreendimento dentro dos níveis toleráveis de interferência ao meio ambiente, respeitando os recursos naturais e princípios de conservação ambiental. De igual forma, todas as condicionantes que venham a ser impostas pelo órgão ambiental devem ser consideradas e concretizadas de maneira a maximizar a gestão ambiental, reduzindo ou neutralizando os impactos que ocorreram na instalação e operação do Empreendimento.

EQUIPE TÉCNICA

PROFISSIONAL	PROFISSÃO	PARTICIPAÇÃO	REGISTRO
Coordenação Geral			
Ronaldo Antonio Pasini	Eng. Agrônomo	Coordenação geral e responsabilidade técnica	CREA/SC 084390-08
Coordenação Meio Biótico			
Daniela Behs	Bióloga, MSc.	Coordenação meio biótico	CRBio 069824/09
Meio Físico			
Itacir Pasini	Eng. Sanitarista e Ambiental	Projeto do aterro sanitário e tratamento de chorume, hidrologia e drenagem	CREA/SC 058813-9
Eduarda Matté	Eng. Sanitarista e Ambiental	Revisão/Alternativas Locacionais	CREA/SC 186490-06
Wilian Coelho	Eng. Sanitarista e Ambiental	Caracterização geral, diagnóstico meio físico, impactos e mitigação	CREA/SC 169410-9
Ronaldo Antonio Pasini	Eng. Agrônomo	Pedologia e Aptidão Agrícola/ Clima/Recursos Hídricos/ Recursos Minerais/ Infraestrutura	CREA/SC 084390-08

EQUIPE TÉCNICA

Meio Biótico			
Daniela Behs	Bióloga, MSc.	Coordenação Geral e Mastofauna	CRBio 069824-09
Gabriela Galeti	Bióloga, MSc.	Avifauna e Invertebrados Terrestres e Aquáticos	CRBio 118484-09
Paula Betina Hartmann	Bióloga	Ictiofauna e Herpetofauna	CRBio 118733-09
Flávio Marcelo Fonseca	Eng. Florestal	Flora	CREA/MA1105494217
Meio Socioeconômico			
Ronaldo Antônio Pasini	Eng. Agrônomo	Meio Socioeconômico	CREA/SC 084390-8



GLOSSÁRIO

ÁGUA - Substância mineral encontrada na natureza em estado líquido, sólido ou em forma de vapor, formada por duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio (H₂O), sendo responsável pela existência e pela manutenção de toda a vida na Terra.

ÁGUA LÊNTICA - Denominação genérica para indicar toda água parada, como a dos lagos. Água lótica - Denominação utilizada para as águas correntes, como a dos rios.

ÁGUA SUBTERRÂNEA - Água presente no subsolo ocupando a zona saturada dos aquíferos, e movendo-se sob o efeito da força gravitacional. Difere da água do solo, pois nesta as forças que a comandam são as eletroquímicas, tais como capilaridade e adsorção. Água superficial - Água que ocorre em corpos cuja superfície livre encontra-se em contato direto com a atmosfera, isto é, acima de superfície topográfica.

ÁGUA SUPERFICIAL - Água que ocorre em corpos cuja superfície livre encontra-se em contato direto com a atmosfera, isto é, acima de superfície topográfica.

ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS - mudanças feitas pelo homem no ambiente, como, por exemplo, desmatamento ou lançamento de fumaça pelos carros. Todos nós alteramos o meio ambiente, como os animais e demais seres vivos, mas fazemos isso em grandes proporções, ao construir uma grande barragem para geração de energia elétrica, ao poluirmos o ar com um grande número de carros. Nós fazemos essas alterações conscientes ou não, e também podemos fazer alterações positivas, quando, por exemplo, reflorestamos uma área. Podemos também minimizar alterações negativas, quando fazemos coleta seletiva, ou viajamos a pé ou de bicicleta, substituindo o carro.

ANFÍBIOS - Animais que nas primeiras fases da vida, fase larval, respiram o ar dissolvido na água, mediante brânquias, e quando no estado adulto, respiram o ar atmosférico, através de pulmões. São vertebrados marchadores, raramente rastejantes, quando os membros lhe faltam. Quase todos nadam com facilidade.

APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS - Adaptabilidade da terra para um tipo específico de utilização agrícola, pressupondo-se um ou mais distintos níveis de manejo.

AQUÍFERO - Unidade geológica que contém e libera água em quantidades suficientes de modo que pode ser utilizado como fonte de abastecimento.

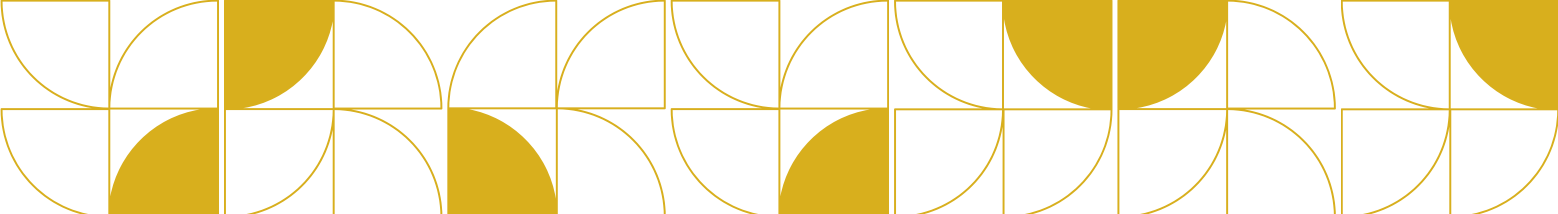
AVIFAUNA - Conjunto de espécies de aves que vivem em uma determinada região.

BACIA HIDROGEOLÓGICA - Região geográfica cujas águas subterrâneas escoam para um só exutório. Pode não coincidir com a bacia hidrográfica.

BACIA HIDROGRÁFICA - Região compreendida entre divisores de água, na qual toda a água aí precipitada escoa por um único exutório.

BENTÔNICOS - Animais aquáticos que vivem junto ao substrato (fundo), podendo ser fixos (sedentários), ou apenas pousados (vágeis) e locomovendo-se de formas diversas.

BIODIVERSIDADE - Total de genes, espécies e ecossistemas de uma região. A biodiversidade genética refere-se à variação dos genes dentro das espécies, cobrindo diferentes populações da mesma espécie ou a variação genética dentro de uma população. A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes dentro de uma região. A diversidade de ecossistemas refere-se à variedade de ecossistemas de uma dada região. A diversidade cultural humana também pode ser considerada parte da biodiversidade, pois alguns atributos das culturas humanas representam soluções aos problemas de sobrevivência em determinados.



GLOSSÁRIO

BIOINDICADOR – Animal ou vegetal cuja presença em um determinado ambiente indica a existência de modificações de natureza biológica, física ou química. Alguns bioindicadores são bioacumuladores, pois denunciam a presença de substâncias tóxicas, acumulando-as.

BIOMA – Conjunto de vida (vegetal e animal) definida pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria.

BIOTA – Denominação utilizada para o conjunto da fauna e flora de uma determinada região.

BIÓTICO – Refere-se aos seres vivos do ambiente.

CAÇA PREDATÓRIA – Caça em que a proporção de indivíduos abatidos é superior à capacidade de recomposição populacional através da reprodução. É praticada clandestinamente, com fins lucrativos, provocando a aceleração do processo de extermínio de várias espécies de valor econômico.

CLASSE DE SOLOS – Grupo de solos que apresentam uma variação definida em determinadas propriedades e que se distinguem de qualquer outra classe por diferenças nessas propriedades.

CLASSE DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS – Expressão do grau de aptidão das terras para um determinado tipo de utilização com um nível de manejo definido.

CLASSE DE CAPACIDADE DE USO DA TERRA – Categoria de um sistema interpretativo de classificação de terras, que indica a capacidade de uso do terreno para uma determinada utilização.

CLIMA – Conjunto de estados de tempo meteorológico que caracteriza uma determinada região durante um grande período de tempo, incluindo o comportamento habitual e as flutuações, resultante das complexas relações entre a atmosfera, geosfera, hidrosfera, criosfera e biosfera.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) – Órgão superior do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) com função de ajudar o Presidente da República a formular as diretrizes (ideias e valores que orientam) da política nacional de meio ambiente (Lei nº 6938/81). Tem 71 membros, entre pessoas dos governos federal e estaduais e da sociedade civil (entidades de classe, organizações de defesa do meio ambiente, etc.). Entre as competências do CONAMA estão o estabelecimento de todas as normas (regras) técnicas (conhecimentos do meio ambiente) e administrativas (conhecimentos de gestão) para a regulamentação (criação de regras) e a implementação (“por em prática”) da Política Nacional do Meio Ambiente, e a decisão, em grau de recurso, das ações de controle ambiental da SEMA (Secretaria Especial de Meio Ambiente).

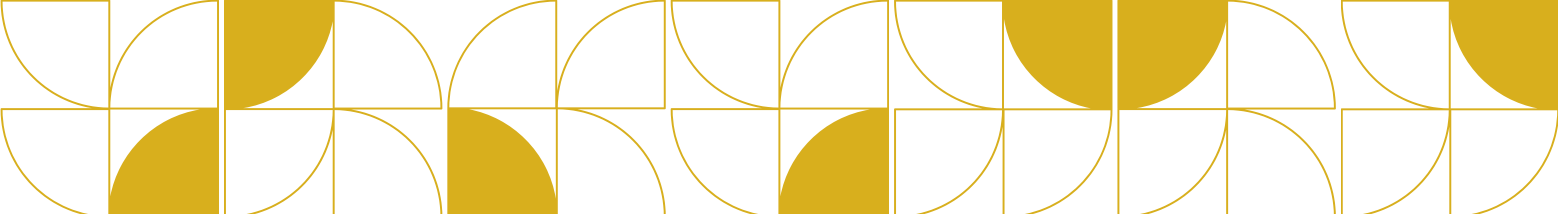
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA – Utilização racional dos recursos naturais renováveis (ar, água, solo, flora e fauna) e obtenção de rendimento máximo dos não renováveis (jazidas minerais), de modo a produzir o maior benefício sustentado para as gerações atuais, mantendo suas potencialidades para satisfazer as necessidades das gerações futuras. Não é sinônimo de preservação porque está voltada para o uso humano da natureza, em bases sustentáveis, enquanto a preservação visa à proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas.

CONTAMINAR – introduzir uma substância causadora de doença ou tóxica (venenosa) em um ambiente limpo.

DRENAGEM – Feição linear negativa, produzida por água superficial de escorrência, e que modela a topografia de uma região.

ECOLOGIA – Ciência que estuda todas as relações entre os organismos atuais e os ambientes envolventes, a distribuição dos organismos nestes ambientes, bem como a natureza das suas interações.

ECOSSISTEMA – Sistema integrado e autofuncionante que consiste em interações dos elementos bióticos e abióticos, e cujas dimensões podem variar consideravelmente.



GLOSSÁRIO

EFLUENTE - Qualquer tipo de água ou líquido que flui de um sistema de coleta, ou de transporte, como tubulações, canais, reservatórios, e elevatórias, ou de um sistema de tratamento ou disposição final, com estações de tratamento e corpos de água receptores.

EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto no Meio Ambiente.

ENDÊMICA - Característica das espécies que tem sua ocorrência limitada a um único local ou região.

Entomofauna - Conjunto das espécies de insetos que vivem em uma determinada região.

EPÍFITA - Autótrofo não parasita que vive apoiado em outra planta, sem ter ligação com o solo, e pertencendo geralmente as famílias das Bromeliaceae, Araceae e Orchidaceae dentre outras.

ESGOTO - Refugo líquido que deve ser conduzido a um destino final.

ESGOTO DOMÉSTICO - Efluente líquido referente ao uso doméstico da água. Pode ser resultante das águas cloacais e das águas resultantes de outros usos, tais como banho, preparo de alimentos e lavagens.

ESGOTO SANITÁRIO - Efluente líquido formado pela reunião de despejos de diversas origens, entre elas esgoto doméstico, esgoto de estabelecimentos comerciais e institucionais, despejos industriais, efluentes agrícolas, etc.

ESGOTO TRATADO - Esgoto submetido a um tratamento parcial ou completo, com a finalidade de promover a remoção das substâncias indesejáveis e a mineralização da matéria orgânica.

ESPÉCIE (BIOLOGIA) - Unidade básica de classificação dos seres vivos. Designa populações de seres com características genéticas comuns, que em condições naturais reproduzem-se gerando descendentes férteis e viáveis. Embora possa haver grande variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma espécie, em geral, as características externas de uma espécie são razoavelmente constantes, permitindo que as espécies possam ser reconhecidas e diferenciadas uma das outras por sua morfologia.

ESPÉCIE AMEAÇADA - Espécie animal ou vegetal que se encontra em perigo de extinção, sendo sua sobrevivência incerta, caso os fatores que causam essa ameaça continuem atuando.

ESPÉCIE ENDÊMICA - Espécie animal ou vegetal que ocorre somente em uma determinada área ou região geográfica.

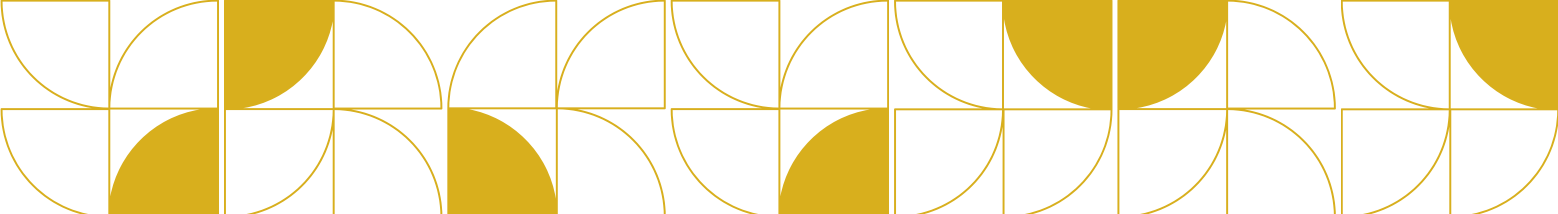
ESPÉCIE EXÓTICA (BIOLOGIA) - Espécie presente em uma determinada área geográfica da qual não é originária.

ESPÉCIE NATIVA - Espécie vegetal ou animal que, suposta ou comprovadamente, é originária da área geográfica em que atualmente ocorre.

ESPÉCIE PIONEIRA - Espécie vegetal que inicia a ocupação de áreas desprovidas de plantas, em razão da atuação do homem ou de agentes naturais.

ESPÉCIE RARA - Espécie vegetal ou animal que não está ameaçada e nem é vulnerável, porém corre certo risco, pelo fato de apresentar distribuição geográfica restrita, ou habitat pequeno, ou ainda baixa densidade na natureza.

ESPÉCIE VULNERÁVEL - Espécie vegetal ou animal que poderá ser considerada em perigo de extinção, caso os fatores causais da ameaça continuem a operar. Incluem-se aqui as populações que sofrem grande pressão de exploração.



GLOSSÁRIO

EUTROFIZAÇÃO - Aumento da concentração de nutrientes em águas naturais, doce ou salgada, decorrentes de um processo de intensificação do fornecimento de nutrientes (principalmente nitratos e fosfatos), o que acelera o crescimento de algas e outros vegetais, e a deterioração da qualidade das águas. Embora seja um processo natural de maturação de uma massa d'água, pode ser causado ou intensificado pela ação humana (lançamento de esgotos e outros efluentes, lixiviação de fertilizantes do solo, etc.). É um dos principais problemas enfrentados no gerenciamento de recursos hídricos.

EUTRÓFICO - Solo que apresenta em uma seção de controle de 1m de profundidade, contado a partir dos 25cm superficiais, ou menos quando ocorrer contato lítico ou litoide antes dos 125cm, e saturação por bases com valor V igual ou superior a 50%, determinada a pH 7,0.

FATORES CLIMÁTICOS - Condições físicas ou geográficas que condicionam o clima interagindo nas condições atmosféricas, tais como a latitude, altitude, as correntes marítimas, a distribuição das terras e mares, a topografia, a cobertura vegetal etc.

FATORES ECOLÓGICOS - Fatores que agem diretamente nos seres vivos, limitando seu território, modificando suas taxas de reprodução e, por vezes, fazendo aparecer, no seio de uma espécie, variedades que apresentam exigências ecológicas diferenciadas. Os fatores ecológicos podem ser climáticos, edáficos, bióticos, hídricos etc. Filo - Categoria taxionômica mais elevada do reino animal, e que corresponde a um grupo de animais que obedecem a um plano similar de organização, resultante de uma ascendência comum. Em Botânica, sua congênere é a divisão.

FITOPLÂNCTON - Denominação utilizada para indicar organismos fotossintetizantes, de vida livre, em geral microscópicos que flutuam no corpo de águas marinhas, ou doces. O fitoplâncton é o grande responsável pela produção primária em ambiente marinho.

FLORA - Conjunto de entidades taxonômicas vegetais (espécies, gêneros etc.) que compõe a vegetação de um território de dimensões consideráveis, como por exemplo, a flora do cerrado.

FLORESTA - Conjunto de sinúsias dominado por fanerófitos de alto porte, e apresentando quatro estratos bem definidos: herbáceo, arbustivo, arvoreta e arbóreo. Deve ser também levada em consideração a altura, para diferenciá-la das outras formações lenhosas campestres.

FLORESTA PLANTADA - Formação florestal composta por espécies exóticas e/ou nativas, plantadas com objetivos específicos.

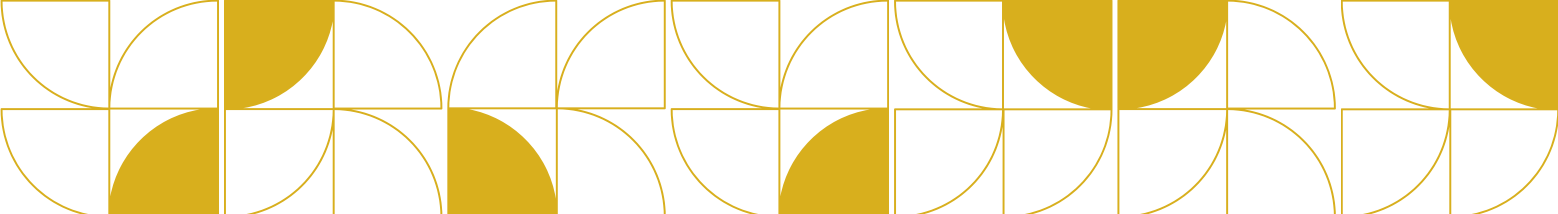
FLORESTA PRIMÁRIA - Floresta que nunca sofreu derrubada ou corte, sendo uma remanescente das florestas originais de uma região. Floresta não alterada pela ação do homem.

FLORESTA SECUNDÁRIA - Floresta em processo de regeneração natural após ter sofrido derrubada ou alteração pela ação do homem ou de fatores naturais, tais como ciclones, incêndios, erupções vulcânicas.

GEOLOGIA - Ciência que estuda o globo terrestre desde o momento em que as rochas se formaram até o presente. Divide-se em Geologia Geral e Geologia Histórica, sendo que a primeira dedica-se ao estudo da composição, da estrutura e dos fenômenos genéticos formadores da crosta terrestre, bem como do conjunto geral de fenômenos que atuam não apenas na superfície, mas também no interior do planeta.

GEOMORFOLOGIA - Ciência que estuda o relevo da superfície terrestre, sua classificação, descrição, natureza, origem e evolução, incluindo a análise dos processos formadores da paisagem. Pode ainda ser inserido o estudo das feições submarinas.

HERPETOFAUNA - Conjunto das espécies de répteis e anfíbios que vivem em uma determinada região.



GLOSSÁRIO

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Autarquia Federal de Regime Federal, dotada de personalidade jurídica de Direito Público, autonomia administrativa e financeira, vinculada à Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de assessorá-la na formação e coordenação, bem como executar e fazer executar a política nacional do meio ambiente e da preservação, conservação e uso racional, fiscalização, controle e fomento dos recursos naturais. (Lei nº. 7.735, de 22 de fevereiro de 1989).

ICTIOPLÂNCTON – ovos e larvas de peixes, encontrados na superfície dos rios, lagos e oceanos.

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano – É uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida. É uma maneira padronizada de avaliação e medida do bem-estar de uma população e permite dividir os territórios em análise na seguinte classificação: Desenvolvimento humano muito elevado (Acima de 0,900), Desenvolvimento humano elevado (De 0,800 a 0,899), Desenvolvimento humano médio (De 0,500 a 0,799), Desenvolvimento humano baixo (Abaixo de 0,500).

IMPACTO AMBIENTAL – Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bemestar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Resolução CONAMA nº 306, de 5 de julho de 2002.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

INSETOS – Classe de artrópodes que abriga cerca de 800 000 espécies, sendo que 12 000 são fósseis. Predominantemente terrestres, apresentam o corpo dividido em três partes: cabeça, tórax e abdômen. A cabeça possui um par de antenas e um par de olhos compostos, enquanto o tórax mostra três somitos. Apresentam três pares de patas. Apesar de o tamanho ser em geral pequeno, a Meganeura, uma libélula fóssil que viveu no Carbonífero Superior alcançou uma envergadura de cerca de 75cm. Como todos os artrópodes, os insetos passam por mudas durante a fase de crescimento e apresentam respiração traqueal. Estão presentes desde o Devoniano Médio.

INVENTÁRIO FLORESTAL – Descrição qualitativa e quantitativa de um povoamento florestal natural ou plantado (reflorestamento).

MAMÍFEROS – Tetrápodes homeotérmicos (sangue quente) que se apresentam cobertos de pelos, dotados de glândulas mamárias, e possuindo dois côndilos occipitais. Os dentes são diferenciados em caninos, incisivos e molares.

MANANCIAL – Qualquer corpo d'água superficial ou subterrâneo que serve como fonte de abastecimento.

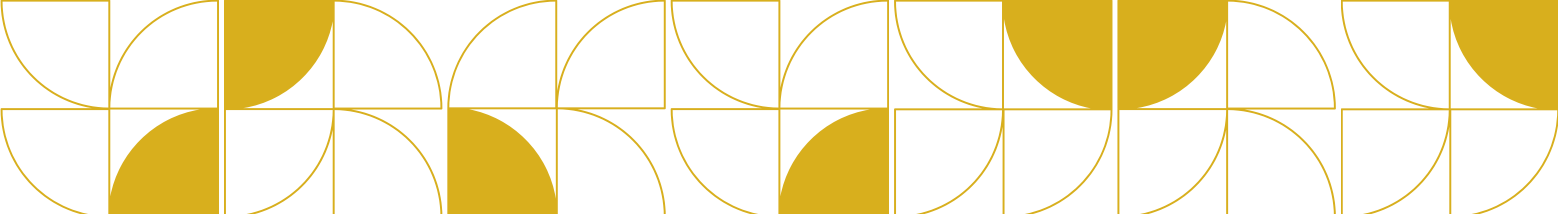
MANEJO – Interferência planejada e criteriosa do homem no sistema natural, para produzir um benefício ou alcançar um objetivo, favorecendo o funcionalismo essencial desse sistema natural. É baseado em método científico, apoiado em pesquisa e em conhecimentos sólidos, com base nas seguintes etapas: observação, hipótese, teste da hipótese e execução do plano experimental.

MANEJO FLORESTAL – Ramo da ciência florestal que trata da prévia aplicação de sistemas silviculturais que propiciem condições de uma exploração anual ou periódica dos povoamentos, sem afetar-lhes o caráter de patrimônio florestal permanente.

MATA CILIAR – Vegetação predominantemente arbórea que acompanha a margem dos rios.

OFÍDIO – Designação científica dada aos répteis que rastejam, vulgarmente conhecidos por cobras ou serpentes, peçonhentas ou não.

PEDOLOGIA – Ciência que trata da origem, morfologia, distribuição, mapeamento e classificação dos solos.



GLOSSÁRIO

PERFIL DO SOLO - Seção vertical do solo através de todos os horizontes pedogeneticamente inter-relacionados e também as camadas mais profundas, ou mesmo próximas à superfície, que tenham sido pouco influenciadas pelos processos pedogenéticos.

pH - Parâmetro químico que indica a concentração de íons de hidrogênio em uma solução aquosa; variando de 0 a 14, sendo 7 o neutro. Valores abaixo de 7, indicam uma solução ácida (corrosiva) e acima, básica (incrustante).

PLÂNCTON - Conjunto de organismos aquáticos que flutuam na superfície ao sabor das correntes. Em sua maioria são seres microscópicos.

POLUIÇÃO - Degradação da qualidade ambiental resultante das atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, e lancem materiais ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

QUELÔNIOS - Répteis que possuem uma carapaça dorsal constituída, externamente, de escudos córneos, correspondentes às escamas reptilianas, e, internamente, de placas ósseas. Além da carapaça existe um plastrão, ligados entre si através de uma ponte. As tartarugas verdadeiras surgiram no Triássico, sendo que os quelônios modernos não apresentam dentes.

RÃ - Batráquio que, após a fase larvar na água, mostra predileção pela vida aquática e vive à beira dos charcos, cacimbas e outros tipos de água onde de ordinário se oculta. Possui dentes, e um corpo mais esbelto e pernas mais longas que a dos sapos, sendo bem adaptada ao salto. Recebe regionalmente as denominações de gíria e caçote.

RESERVA LEGAL - Área de cada propriedade onde não é permitido o corte raso, devendo ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no Registro de Imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área.

RESERVATÓRIO - Rocha permeável (pode passar líquido por ela) e porosa (tem buracos, que podem estar preenchidos ou não por outro material) onde está armazenado o petróleo.

RESÍDUOS SÓLIDOS - Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição de ruas. Inclui ainda determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos de água, ou que exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

SOLO - Parcela dinâmica e tridimensional da superfície terrestre, que suporta e mantém as plantas. Seu limite superior é a superfície terrestre, e o inferior é definido pelos limites da ação dos agentes biológicos e climáticos, enquanto seus extremos laterais se limitam com outros solos, onde se verifica a mudança de uma ou mais das características diferenciais.

TALUDE - Superfície inclinada do terreno na base de um morro ou de uma encosta de vale onde se encontra um depósito de detritos. O termo é topográfico e utilizado muitas vezes em geomorfologia. Quando seguido de um qualitativo, adquire uma conotação genética, tal como talude estrutural, talude de erosão, talude de acumulação etc.



UNIDADE DE CONSERVAÇÃO - Espaço territorial e seus componentes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de preservação e/ou conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. As unidades de conservação podem ser de uso indireto quando não envolvem consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais, e de uso direto quando envolvem o uso comercial ou não dos recursos naturais.

ZONEAMENTO AMBIENTAL - Integração sistemática e interdisciplinar da análise ambiental ao planejamento dos usos do solo, com o objetivo de definir a melhor gestão dos recursos ambientais identificados.

CGR BALSAS - ATERRO SANITÁRIO

BALSAS - MA



Projetos e Consultoria:

- . Estudos e Projetos Ambientais
- . Licenciamento Ambiental
- . Monitoramento Ambiental
- . Sistemas de Abastecimento de Água
- . Sistema de Esgotamento Sanitário
- . Drenagem Urbana
- . Tratamento de Efluentes Industriais
- . Resíduos Sólidos

(49) 3323-0294 . 99967-3137 . 99920-0219 . vitalEngenharia@yahoo.com.br
Av. Nereu Ramos, 75-D . Sala 1207-A . Edifício CPC . Centro . Chapecó/SC . CEP 89801-023