



MultiGeo

MultiGeoRT20LA009

**ATUALIZAÇÃO DO ESTUDO AMBIENTAL DO
ALTEAMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS – BR
COTA 1210 m**

COMPLEXO DE MINERAÇÃO DE TAPIRA

TAPIRA/MG

Mosaic Fertilizantes P&K Ltda.

Março/2021



APRESENTAÇÃO

Este relatório foi elaborado pela empresa MultiGeo – Mineração, Geologia e Meio Ambiente com o objetivo de apresentar uma atualização do projeto de alçamento da Barragem de Rejeitos BR da cota 1205 m para 1210 m, atualizando o diagnóstico ambiental a partir do novo projeto e reavaliando os potenciais impactos e os programas de mitigação e controle.

A Barragem de Rejeitos BR, localizada na unidade do Complexo de Mineração de Tapira – CMT, de propriedade da Mosaic Fertilizantes, já opera há muitos anos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS	1
1.2	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	2
1.3	IDENTIFICAÇÃO DA CONSULTORIA	2
1.4	EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO PROJETO	2
2	HISTÓRICO DA BARRAGEM BR	3
3	LEGISLAÇÃO VIGENTE	6
3.1	LEGISLAÇÃO INCIDENTE	6
3.1.1	Legislação Federal	6
3.1.2	Legislação Estadual	9
3.1.3	Legislação Municipal	10
4	JUSTIFICATIVAS DO ALÇAMENTO	12
4.1	PLANO DIRETOR DE GERAÇÃO E DISPOSIÇÃO DE REJEITOS	12
4.2	JUSTIFICATIVAS TECNOLÓGICAS	14
4.2.1	Características do rejeito	14
4.2.2	Ensaio realizados para disposição dos rejeitos	20
4.3	JUSTIFICATIVAS LOCACIONAIS	29
5	CARACTERIZAÇÃO DO ALÇAMENTO DA BR	34
5.1	PROJETO DE ALÇAMENTO – COTA 1.210 M	37
5.1.1	Parâmetros	37
5.1.2	Etapas de Alçamento	37
5.1.3	Infraestrutura	39
5.1.4	Mobilização de equipe e equipamentos	40
5.2	ESTRUTURAS DA BARRAGEM	40
5.2.1	Parâmetros	40
5.2.2	Aspectos Construtivos	41
5.3	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	43
5.3.1	Parâmetros	43
5.3.2	Lançamento de Rejeitos	44
5.3.3	Captação de Água	46
5.3.4	Manutenção da Praia de Rejeitos	47
5.3.5	Acessos	47
5.4	SEGURANÇA DA BARRAGEM	48
5.5	MELHORIAS DE PROJETO	49
5.6	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO	56
6	ÁREA DIRETAMENTE AFETADA E ÁREAS DE INFLUÊNCIA	61
6.1	ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA	61

6.2	ÁREAS DE INFLUÊNCIA – AID E AII	63
6.2.1	Meio Físico.....	64
6.2.2	Meio Biótico.....	65
6.2.3	Meio Socioeconômico.....	67
7	ATUALIZAÇÃO DIAGNÓSTICO – MEIO FÍSICO.....	69
7.1	ATUALIZAÇÃO DOS MONITORAMENTOS.....	69
7.1.1	Qualidade das águas superficiais	69
7.1.2	Qualidade das águas subterrâneas	96
7.1.3	Qualidade do ar	107
7.1.4	Níveis de ruído	113
7.2	ATUALIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA	119
7.2.1	Unidades hidrogeológicas	120
7.2.2	Atualização do modelo hidrogeológico	121
8	ATUALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO – MEIO BIÓTICO.....	130
8.1	FAUNA.....	130
8.1.1	Avifauna.....	130
8.1.2	Mastofauna	132
8.1.3	Herpetofauna	135
8.1.4	Quirópteros.....	137
8.1.5	Ictiofauna.....	138
8.1.6	Limnologia – Plâncton e Zoobentos.....	140
8.1.7	Entomofauna.....	142
8.2	FLORA.....	144
8.2.1	Metodologia de estudo da flora local.....	144
8.2.2	Análise dos Dados.....	151
8.2.3	Resultados	156
8.2.4	Resultados dos estudos florístico e fitossociológico	169
9	ATUALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO – MEIO SOCIOECONÔMICO	211
9.1.1	Desenvolvimento Humano	211
9.1.2	Indicadores de Produto Interno Bruto - PIB.....	211
9.1.3	Habitações.....	212
9.1.4	Educação	213
10	IMPACTOS AMBIENTAIS.....	215
10.1	IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO.....	217
10.1.1	Alteração da Carga de Poluentes nas Águas Superficiais e subterrâneas	217
10.1.2	Aumento das Taxas de Erosão	218
10.1.3	Alteração da Qualidade do Ar.....	218
10.1.4	Alteração dos Níveis de Ruído.....	219
10.1.5	Aumento da Instabilidade Geotécnica	219
10.2	IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO.....	220
10.2.1	Redução de Áreas de Vegetação Nativa	220
10.2.2	Diminuição de Indivíduos de Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora e Áreas de Preservação Permanente (APP).....	221
10.2.3	Alteração das Comunidades Vegetais Remanescentes.....	222
10.2.4	Perda de Indivíduos da fauna.....	223
10.2.5	Perturbação da fauna em locais adjacentes.....	224

10.3	IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO	225
10.3.1	Alteração visual da paisagem	225
10.3.2	Geração e manutenção de empregos e receitas.....	225
10.4	QUADRO SÍNTESE DOS IMPACTOS.....	227
11	PLANO BÁSICO AMBIENTAL – AÇÕES GERENCIAIS.....	229
11.1	MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS	229
11.1.1	Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento	229
11.1.2	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas	231
11.1.3	Programa de Compensação Ambiental.....	232
11.1.4	Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre	233
11.1.5	Programa de Performance Social.....	233
11.1.6	Programa de Limpeza da Área de Inundação e de Coleta de Material Vegetativo ..	234
11.1.7	Programa de Implantação e Manutenção de Unidades de Conservação.....	235
11.2	PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	235
11.2.1	Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruído.....	235
11.2.2	Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas	236
11.2.3	Programa de Monitoramento Geotécnico	236
11.2.4	Programa de Monitoramento de Fauna	237
11.2.5	Programa de Monitoramento da Vegetação.....	237
11.2.6	Atendimento às Leis Específicas dos Plantios de Compensação	238
12	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	239
13	EQUIPE TÉCNICA.....	241
14	BIBLIOGRAFIA.....	242

ANEXOS

ANEXO A – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART

ANEXO B – PROJETO DE ALÇAMENTO DA BARRAGEM BR

ANEXO C – PLANILHA DE QUANTIDADES E ETAPAS DA IMPLANTAÇÃO

ANEXO D – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

ANEXO E – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

ANEXO F – QUALIDADE DO AR

ANEXO G – NÍVEIS DE RUÍDOS

ANEXO H – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

ANEXO I – INVENTARIAMENTO DE FLORA

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Características da Barragem de Rejeitos – BR.	4
Quadro 4.1 – Plano diretor de geração de rejeitos na unidade do CMT.	12
Quadro 4.2 – Granulometria, retido simples e porcentagem de sólidos do rejeito grosso do CMT.	16
Quadro 4.3 – Faixa de trabalho médio do rejeito do circuito grosso.	16
Quadro 4.4 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito granulado de CMT.	16
Quadro 4.5 – Faixa de trabalho médio do rejeito granulado.	17
Quadro 4.6 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito fino do CMT.	18
Quadro 4.7 – Faixa de trabalho médio do rejeito fino.	18
Quadro 4.8 – Faixa de trabalho média do rejeito consolidado do circuito convencional de CMT.	19
Quadro 4.9 – Análise química das amostras do teste de bancada.	23
Quadro 4.10 – Análise granulométrica das amostras.	23
Quadro 4.11 – Matriz de estudo comparativo.	33
Quadro 5.1 - Características da Barragem de Rejeitos – BR.	34
Quadro 5.2–Análise de percolação e estabilidade por seção para BR na cota 1.210 m.	48
Quadro 5.3–Comparativo entre as análises de estabilidade para os projetos.	50
Quadro 5.4–Comparativo da drenagem interna para os projetos.	53
Quadro 5.5–Comparativo da drenagem superficial para os projetos.	53
Quadro 5.6–Comparativo do sistema extravasor para os projetos.	54
Quadro 5.7–Comparativo do reservatório para os projetos.	55
Quadro 5.8–Cronograma para alçamento da crista para 1.210 m.	57
Quadro 5.9 – Histograma de MOD para alçamento da crista para 1.210 m.	59
Quadro 5.10 – Histograma de MOI para alçamento da crista para 1.210 m.	59
Quadro 5.11 – Histograma de equipamentos para alçamento da crista para 1.210 m.	60
Quadro 7.1 – Coordenadas dos pontos de amostragem de água superficial.	69
Quadro 7.2 – Parâmetros analisados para água superficial.	72
Quadro 7.3 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 01, Ponto 02 e Ponto 03.	74
Quadro 7.4 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 08.	75
Quadro 7.5 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 10.	76
Quadro 7.6 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 80, Ponto 94 e Ponto 168.	77
Quadro 7.7 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 172.	78
Quadro 7.8 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 220.	79
Quadro 7.9 – Coordenadas do ponto de amostragem de água subterrânea.	96
Quadro 7.10 – Parâmetros analisados para água subterrânea.	98
Quadro 7.11 – Resultados obtidos nas águas subterrâneas – Ponto 54.	99
Quadro 7.12– Estrutura do Índice da Qualidade do Ar.	108
Quadro 7.13– Pontos de monitoramento de qualidade do ar.	109
Quadro 7.14 - Resultados obtidos nos pontos amostrados.	112
Quadro 7.15–Limites de níveis de pressão sonora.	113

Quadro 7.16 – Limites de RL_{Aeq} em função do período.	114
Quadro 7.17 - Descrição e localização dos pontos de medição de ruído.	115
Quadro 7.18 – Resultados das medições de ruído de dezembro de 2019.	118
Quadro 7.19- Resultados das medições de ruído de janeiro de 2020.	118
Quadro 7.20 – Histórico das medições de ruído.	119
Quadro 7.21 – Valores de recarga obtidos na etapa de calibração em permanente do modelo.	122
Quadro 8.1 – Coordenadas geográficas das parcelas amostradas no inventário florestal.	148
Quadro 8.2 – Coordenadas dos pontos-quadrantes amostrados na AID.	150
Quadro 8.3 – Fórmulas utilizadas para cálculos volumétricos da vegetação.	155
Quadro 8.4 – Fórmulas utilizadas no processamento dos dados estatísticos.	155
Quadro 8.5 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.	161
Quadro 8.6 – Uso e ocupação do solo na área diretamente afetada do empreendimento.	162
Quadro 8.7 – Lista florística da área estudada – ADA e AID.	170
Quadro 8.8 – Estrutura horizontal da vegetação amostrada na AID.	179
Quadro 8.9 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal.	181
Quadro 8.10 – Índices de diversidade da população amostrada no inventário florestal.	185
Quadro 8.11 – Estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada.	187
Quadro 8.12 – Estrutura diamétrica FES médio.	190
Quadro 8.13 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato FES médio.	191
Quadro 8.14 – Estrutura horizontal da fisionomia Cerrado amostrada na ADA.	194
Quadro 8.15 – Estrutura diamétrica Cerrado.	196
Quadro 8.16 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato Cerrado.	197
Quadro 8.17 – Estrutura horizontal da fisionomia Campo Sujo.	198
Quadro 8.18 – Estrutura diamétrica Campo Sujo.	200
Quadro 8.19 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato Campo Sujo.	201
Quadro 8.20 – Estrutura horizontal da tipologia pastagem amostrada.	202
Quadro 8.21 – Estrutura diamétrica da pastagem.	204
Quadro 8.22 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato pastagem.	205
Quadro 8.23 – Dados gerais do inventário florestal para cada unidade amostral.	207
Quadro 8.24 – Estimativa do volume de madeira nas fisionomias inseridas na ADA.	209
Quadro 8.25 – Estimativa de produtos florestais na ADA.	209
Quadro 8.26 – Dados estatísticos do inventário florestal.	210
Quadro 9.1 - Evolução do PIB per capita em R\$.	212
Quadro 9.2 – Indicadores de Habitação em Araxá e Tapira em 2017.	212
Quadro 9.3 – Rede escolar de Araxá.	213
Quadro 10.1 - Grau de importância dos impactos por atributos.	216
Quadro 10.2 - Escalas de avaliação da importância dos impactos.	216

Quadro 10.3 - Síntese dos impactos, seus atributos e programas associados..... 227

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Barragem BR dividida em dois lagos e área de disposição de rejeitos.	3
Figura 4.1 – Arranjo Geral da PDR-I.	13
Figura 4.2 – Arranjo Geral da PDR-II.	14
Figura 4.3 – Fluxograma Simplificado do Complexo de Mineração de Tapira.	15
Figura 4.4 – Curva de sedimentação do rejeito granulado do CMT.	17
Figura 4.5 – Curva de sedimentação do rejeito fino do CMT.	19
Figura 4.6 – Curva de sedimentação de lamas do CMT.	19
Figura 4.7 – Técnicas de separação de material sólido-líquido em função da granulometria. ..	20
Figura 4.8 – Tipos de equipamentos de desaguamento.	21
Figura 4.9 – Fluxograma do cenário 1 testado.	22
Figura 4.10 – Fluxograma do cenário 2 testado.	22
Figura 4.11 – Rota Gaustec de processo para o possível teste semi-industrial.	24
Figura 4.12 – Sistema de filtragem a vácuo utilizado no laboratório de CMT.	25
Figura 4.13 – Parâmetros adotados para realização do Slump Test.	28
Figura 4.14 – Posição relativa da barragem BR.	31
Figura 4.15 – Posição relativa da barragem BL-3.	32
Figura 5.1 – Representação esquemática da situação atual da Barragem BR.	35
Figura 5.2 – Seção Transversal do maciço alteado na cota 1.210 m.	36
Figura 5.3 – Etapas de execução do alçamento da barragem BR.	38
Figura 5.4 – Seção representativa do topsoil e hidrossemeadura projetados.	39
Figura 5.5 – Seção representativa da drenagem interna.	42
Figura 5.6 – Seção do canal de lamas.	42
Figura 5.7 – Modelo digital de terreno já com o maciço na elevação 1.210,0 m (software RIFTTD).	45
Figura 5.8 – Canal de Lamas (azul) e alinhamento da projeção do rejeito no reservatório (vermelho).	46
Figura 5.9 – Ponto de captação de água.	47
Figura 5.10 – Localização dos acessos projetados.	48
Figura 6.1 – ADA anterior e atualização da ADA.	62
Figura 6.2 – Pontos de lançamento de rejeitos do projeto anterior (cota 1.205 m).	63
Figura 6.3 – Áreas de Influência – Meio físico.	65
Figura 6.4 – Áreas de Influência – Meio biótico.	67
Figura 6.5 – Áreas de Influência – Meio socioeconômico.	68
Figura 7.1 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.	71
Figura 7.2 – Valores de condutividade elétrica nas águas superficiais.	80
Figura 7.3 – Valores de DBO nas águas superficiais.	80
Figura 7.4 – Valores de DQO nas águas superficiais.	81
Figura 7.5 – Valores de oxigênio dissolvido nas águas superficiais.	81
Figura 7.6 – Valores de pH das águas superficiais.	82
Figura 7.7 – Valores de sólidos dissolvidos totais nas águas superficiais.	82

Figura 7.8– Valores de sólidos sedimentáveis nas águas superficiais.	83
Figura 7.9– Valores de sólidos suspensos nas águas superficiais.	83
Figura 7.10– Valores de temperatura das águas superficiais.	84
Figura 7.11– Valores de turbidez das águas superficiais.	84
Figura 7.12 – Teores de alumínio nas águas superficiais.	85
Figura 7.13 – Teores de alumínio dissolvido nas águas superficiais.	85
Figura 7.14 – Teores de bário nas águas superficiais.	85
Figura 7.15 – Teores de berílio nas águas superficiais.	85
Figura 7.16 – Teores de cálcio nas águas superficiais.	86
Figura 7.17 – Teores de chumbo nas águas superficiais.	86
Figura 7.18 – Teores de cromo nas águas superficiais.	86
Figura 7.19 – Teores de ferro dissolvido nas águas superficiais.	87
Figura 7.20 – Teores de manganês nas águas superficiais.	87
Figura 7.21 – Teores de vanádio nas águas superficiais.	88
Figura 7.22 – Teores de cloreto nas águas superficiais.	88
Figura 7.23 – Teores de fluoreto nas águas superficiais.	89
Figura 7.24 – Teores de fósforo nas águas superficiais.	89
Figura 7.25 – Teores de fósforo dissolvido nas águas superficiais.	90
Figura 7.26 – Teores de nitrato nas águas superficiais.	90
Figura 7.27 – Teores de nitrito nas águas superficiais.	91
Figura 7.28 – Teores de nitrogênio amoniacal nas águas superficiais.	91
Figura 7.29 – Teores de sulfato nas águas superficiais.	92
Figura 7.30 – Teores de sulfeto nas águas superficiais.	92
Figura 7.31 – Teores de fenóis nas águas superficiais.	93
Figura 7.32 – Teores de surfactantes nas águas superficiais.	93
Figura 7.33 – Concentrações da bactéria <i>Escherichia coli</i> nas águas superficiais.	94
Figura 7.34 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea.	97
Figura 7.35 – Valores de alcalinidade nas águas subterrâneas.	101
Figura 7.36 – Valores de condutividade elétrica nas águas subterrâneas.	101
Figura 7.37 – Valores de pH nas águas subterrâneas.	101
Figura 7.38 – Valores de temperatura nas águas subterrâneas.	101
Figura 7.39 – Teores de alumínio nas águas subterrâneas.	102
Figura 7.40 – Teores de alumínio dissolvido nas águas subterrâneas.	102
Figura 7.41 – Teores de bário nas águas subterrâneas.	102
Figura 7.42 – Teores de cálcio nas águas subterrâneas.	102
Figura 7.43 – Teores de chumbo nas águas subterrâneas.	103
Figura 7.44 – Teores de ferro nas águas subterrâneas.	103
Figura 7.45 – Teores de magnésio dissolvido nas águas subterrâneas.	103
Figura 7.46 – Teores de manganês nas águas subterrâneas.	103
Figura 7.47 – Teores de manganês dissolvido nas águas subterrâneas.	104
Figura 7.48 – Teores de potássio nas águas subterrâneas.	104

Figura 7.49 – Teores de sódio nas águas subterrâneas.	104
Figura 7.50 – Teores de zinco nas águas subterrâneas.....	104
Figura 7.51 – Teores de cloreto nas águas subterrâneas.....	105
Figura 7.52 – Teores de fluoreto nas águas subterrâneas.	105
Figura 7.53 – Teores de fósforo nas águas subterrâneas.	105
Figura 7.54 – Teores de fósforo dissolvido nas águas subterrâneas.....	105
Figura 7.55 – Teores de nitrato nas águas subterrâneas.....	106
Figura 7.56 – Teores de nitrogênio amoniacal nas águas subterrâneas.	106
Figura 7.57 – Teores de sulfato nas águas subterrâneas.....	106
Figura 7.58 – Teores de surfactantes nas águas subterrâneas.....	106
Figura 7.59 – Localização dos Pontos de Amostragem da Qualidade do Ar.....	111
Figura 7.60 - Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).	112
Figura 7.61 - Localização dos Pontos de Medição dos Níveis de Ruído.	117
Figura 7.62 - Perfil esquemático da classificação intempérica dos litotipos do CMT	121
Figura 7.63 - Retas de calibração dos níveis d'água em regime permanente com os valores observados (eixo x) e calculados (eixo y) em cada instrumento.....	123
Figura 7.64 - Isolinas equipotenciais e sentido do fluxo de d'água subterrâneo – resultado da calibração em regime permanente.....	124
Figura 7.65 - Comparação entre as vazões monitoradas em maio de 2007 e calculadas nas zonas de balanço - calibração em regime permanente.....	125
Figura 7.66 - Zonas de recarga aplicadas ao modelo.	126
Figura 7.67 - Calibração das vazões trimestrais bombeadas pela bateria de poços de rebaixamento (valores monitorados e calculados pelo modelo, em m ³ /dia).	127
Figura 7.68 – Isolinas equipotenciais do nível d'água de 20 em 20 m ao final da calibração – julho de 2020.	128
Figura 7.69– Comparação dos modelos calibrados para 2007 e julho de 2020.	129
Figura 8.1 - Pontos de amostragem da avifauna apresentando as duas metodologias utilizadas: AVBR (pontos fixos de visualização e escuta) e LM (Listas de Mackinnon).	131
Figura 8.2 - Pontos de amostragem do inventário da mastofauna terrestre com armadilhamento fotográfico (6 câmeras) e transectos (12 trilhas).	133
Figura 8.3– Curva do coletor espécie/amostragem para a riqueza observada.	134
Figura 8.4 - Distribuição dos pontos de registro da herpetofauna no presente estudo.....	136
Figura 8.5 – Pontos de amostragem de ictiofauna.	139
Figura 8.6 – Pontos de amostragem de limnologia.	141
Figura 8.7 – Pontos de amostragem de entomofauna.	143
Figura 8.8– Croqui com representação de unidade amostral utilizada no estudo.	147
Figura 8.9 – Croqui de uso do solo e localização dos pontos de amostragem do inventário florestal.....	148
Figura 8.10– Localização dos pontos-quadrantes na AID do empreendimento.	151
Figura 8.11– Localização do empreendimento em relação aos biomas.	156
Figura 8.12– Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação.	159
Figura 8.13– Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação.	160

<i>Figura 8.14– Cobertura vegetal na AID do empreendimento.</i>	<i>162</i>
<i>Figura 8.15 – Gráfico de número de indivíduos amostrados no inventário florestal de acordo com a família.</i>	<i>185</i>
<i>Figura 8.16– Representação da curva coletora da população amostrada na ADA.</i>	<i>186</i>
<i>Figura 8.17– Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque na fisionomia FES médio.</i>	<i>189</i>
<i>Figura 8.18– Representação da estrutura diamétrica do estrato FES médio.</i>	<i>190</i>
<i>Figura 8.19– Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque na fisionomia Cerrado amostrada na ADA.</i>	<i>195</i>
<i>Figura 8.20– Representação da estrutura diamétrica do Cerrado amostrado na ADA.</i>	<i>196</i>
<i>Figura 8.21– Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque amostradas na fisionomia Campo Sujo.</i>	<i>199</i>
<i>Figura 8.22– Representação da estrutura diamétrica do Campo Sujo amostrado.</i>	<i>200</i>
<i>Figura 8.23– Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na tipologia pastagem.</i>	<i>203</i>
<i>Figura 8.24– Representação da estrutura diamétrica da pastagem amostrada na ADA.</i>	<i>204</i>
<i>Figura 9.1 – Contribuição dos setores no PIB (em R\$).</i>	<i>212</i>

LISTA DE FOTOS

<i>Foto 4.1 – Produto final das lamas de CMT, após utilização do filtro-prensa piloto da empresa Andritz.....</i>	<i>27</i>
<i>Foto 4.2 – Resultado do Slump Test do rejeito da flotação hidrociclado (underflow) após 5 dias exposto no tempo sem chuva.....</i>	<i>28</i>
<i>Foto 7.1–Sítio Ouro Verde (QAR-04)</i>	<i>110</i>
<i>Foto 7.2 –Fazenda Nova Bom Jardim (QAR-05).....</i>	<i>110</i>
<i>Foto 7.3– Fazenda Capão Escuro (QAR- 06).....</i>	<i>110</i>
<i>Foto 7.4 – R-01 Assent. Bom Jardim.....</i>	<i>115</i>
<i>Foto 7.5 – R-02 Selmym Leime</i>	<i>115</i>
<i>Foto 7.6 – R-03 Mirante Ambiental.....</i>	<i>115</i>
<i>Foto 7.7 – R-04 Sr. Juquinha.....</i>	<i>115</i>
<i>Foto 7.8 – R-05 Geraldo Souza</i>	<i>116</i>
<i>Foto 7.9 – R-06 Mineroduto</i>	<i>116</i>
<i>Foto 8.1 –Medição de CAP (circunferência à altura do peito) em unidade amostral durante o inventário florestal.....</i>	<i>146</i>
<i>Foto 8.2 –Medição de altura de árvore com auxílio de trena elétrica.</i>	<i>146</i>
<i>Foto 8.3 –Marcação de indivíduo arbóreo no início da unidade amostral (ponto central inicial).....</i>	<i>147</i>
<i>Foto 8.4 – Demarcação de unidade amostral com auxílio de trena métrica no eixo central da parcela.</i>	<i>147</i>
<i>Foto 8.5 –Área alagada mapeada na ADA.....</i>	<i>163</i>
<i>Foto 8.6 –Barragem existente inserida na ADA.</i>	<i>164</i>
<i>Foto 8.7 –Área úmida no local do empreendimento.....</i>	<i>164</i>
<i>Foto 8.8 –Campo Limpo na ADA.</i>	<i>165</i>
<i>Foto 8.9 –Campo Sujo no local de estudo.</i>	<i>166</i>
<i>Foto 8.10 –Cerrado na área do empreendimento.....</i>	<i>167</i>
<i>Foto 8.11 –Cerrado na ADA.....</i>	<i>167</i>
<i>Foto 8.12 – Estrada existente na ADA.....</i>	<i>167</i>
<i>Foto 8.13 –Interior de FES na ADA.</i>	<i>168</i>
<i>Foto 8.14 –FES presente na ADA.</i>	<i>168</i>
<i>Foto 8.15 –Pastagem na área do empreendimento, sem rendimento lenhoso.....</i>	<i>169</i>
<i>Foto 8.16 –Pastagem com presença de árvores na ADA.</i>	<i>169</i>
<i>Foto 8.17 - Espécie arbórea Platypodium elegans (jacarandazinho).....</i>	<i>178</i>
<i>Foto 8.18 - Espécie arbórea Kielmeyera coriacea (pau-santo).....</i>	<i>178</i>
<i>Foto 8.19 - Espécie arbórea Myrsine coriacea (capororoca-vermelha).</i>	<i>178</i>
<i>Foto 8.20 – Trepadeira Smilax brasiliensis (japacanga).....</i>	<i>178</i>
<i>Foto 8.21 - Espécie herbácea Achyrocline satuireioides (macela).</i>	<i>178</i>
<i>Foto 8.22 – Epífita Tillandsia sp.</i>	<i>178</i>

1 INTRODUÇÃO

A Mosaic Fertilizantes opera no município de Tapira/MG um empreendimento com mais de 40 anos de funcionamento, voltado à extração de minério de titânio e minério fosfatado e ao beneficiamento e expedição de concentrado fosfático. O empreendimento é denominado Complexo de Mineração de Tapira (CMT). O CMT realiza a transferência do concentrado fosfático via mineroduto para o Complexo Industrial de Uberaba para a produção de fertilizantes.

Com intuito de se prosseguir com sua operação, e devido ao iminente término de sua vida útil, a Mosaic Fertilizantes pretende licenciar o alçamento do maciço da barragem BR, da cota 1.200 m para a cota 1.210 m.

Em 2017, foi apresentado um Estudo de Impactos Ambientais considerando o alçamento da Barragem de Rejeitos – BR do Complexo de Mineração de Tapira para a cota 1.205 m. Contudo, em vista do plano diretor da unidade, a Mosaic Fertilizantes identificou a necessidade de um alçamento maior até a cota 1.210 m.

O objetivo deste relatório é apresentar uma atualização do projeto de alçamento da BR e do contexto ambiental no qual o projeto está inserido, reavaliando os impactos e suas respectivas medidas mitigadoras e/ou compensatórias ambientais em decorrência da implantação do projeto de alçamento da Barragem de Rejeitos – BR para a cota de 1.210 m.

É importante ressaltar que apesar do alçamento do maciço para uma cota mais elevada, a Área Diretamente Afetada (ADA) será menor do que a ADA anteriormente apresentada para o alçamento até a cota 1.205 m, em função de alterações operacionais da barragem que serão apresentadas neste relatório.

Para elaboração da atualização dos estudos ambientais do alçamento da Barragem BR, a Mosaic Fertilizantes contratou a MultiGeo Mineração Geologia e Meio Ambiente Ltda., nos termos da proposta Prop20LA009.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste relatório é apresentar uma atualização do Estudo de Impacto Ambiental para o alçamento da barragem BR, anteriormente elaborado em dezembro/2017.

- Atualização do projeto de alçamento do maciço para a nova cota de 1.210 m;
- Reapresentação das normas e legislações vigentes atualizadas;
- Atualizar os ensaios realizados pela Mosaic Fertilizantes para alternativas de disposição de rejeitos;
- Análise das áreas de influência, considerando o novo projeto, e suas implicações nos diagnósticos dos meios físico, biótico e socioeconômico;
- Complementação dos dados de monitoramento para as matrizes de ar, água e ruídos;
- Atualizar o modelo hidrogeológico local em função do avanço das atividades mineiras no Complexo;
- Atualização dos impactos ambientais e de suas medidas mitigadoras e programas de monitoramento.

1.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Razão Social: Mosaic Fertilizantes P&K Ltda.

CNPJ (matriz): 33.931.486/0020-01

Localização: Rodovia MGC 146, km 196,25

Município: Tapira/MG

Atividade: Exploração e beneficiamento de minério de fosfato

Responsável Legal pelo empreendimento: Antonio Carlos Walsh Ferreira

Responsável pela área ambiental: Daniela do Prado Paz

Telefone: (34) 3669-5000

1.3 IDENTIFICAÇÃO DA CONSULTORIA

Empresa: MultiGeo – Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda.

Endereço: Rua Funchal, 19 – 8º andar – Vila Olímpia

Município: São Paulo/SP

Telefone: (11) 3040-3850

Responsável Técnico: Carla Imoto

Profissão: Engenheira de Minas

Registro no Conselho: CREA-5069411909/D-SP

1.4 EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Nome	Formação Técnica	Registro Profissional	Atuação
Carla Fernanda Imoto	Eng.ª. de Minas	CREASP 5069411909	Coordenação, Justificativas e Caracterização
Caroline Y. Akabane Yamazaki	Eng.ª. Ambiental	CREASP5062806189	Diagnóstico socioeconômico
Bruna Rodrigues	Eng.ª. Florestal	CREA MG 114770	Diagnóstico de flora
Marcelo Coelho	Eng. Florestal	CREASP 5060323752	Áreas de Influência e Impactos e Programas
Tetsuo Akabane	Geólogo	CREA SP 0600421807	Diagnóstico físico

2 HISTÓRICO DA BARRAGEM BR

A Barragem de Rejeitos BR foi projetada com a finalidade de realizar a contenção dos rejeitos gerados pela usina de beneficiamento, além de ter também como função possibilitar a clarificação da água de seu reservatório para captação e retorno à usina.

O projeto inicial do dique de partida e do primeiro alçamento foi elaborado pela Paulo Abib Engenharia, em 1982. O dique inicial foi executado até a cota 1.160 m e o alçamento do maciço, pela metodologia de linha de centro, elevou a cota para 1.180 m.

A BR está localizada no córrego Boa Vista. Sua ombreira esquerda caracteriza-se por baixas declividades (entre 8 a 10°), enquanto a direita apresenta topografia relativamente irregular, com declividades maiores, de até 45°. Em função da topografia, os rejeitos são lançados na ombreira esquerda, de tal forma que o reservatório da barragem encontra-se seccionado ao meio pelos sólidos que sedimentaram, enquanto a água percolou (**Figura 2.1**).



Figura 2.1 – Barragem BR dividida em dois lagos e área de disposição de rejeitos.

O último alçamento elevou o maciço até a cota de 1.200 m, com projeto realizado pela Leme Engenharia, em 1998. Estes alçamentos também foram realizados pela metodologia de linha de centro.

Em 2017, a Geoconsultoria elaborou o projeto detalhado para alçar a Barragem BR até a elevação 1.205 m, tendo sido dada a entrada no licenciamento ambiental para obtenção da LP+LI, porém o processo ainda não foi finalizado e a Mosaic Fertilizantes apresenta uma

complementação do estudo ambiental anterior com o objetivo de licenciar o alçamento até a cota 1.210 m.

Em 2019, foi realizada a obra de reforço no pé da Barragem BR, para que a mesma atingisse os valores normativos de Fatores de Segurança preconizados na NBR 13.028:2017. A obra consistiu na construção de uma berma de reforço com enrocamento compactado até a elevação 1.150,0 m. Sobrejacente ao enrocamento, foram executadas camadas de magnetita compactadas até a elevação 1.160,0 m, transicionadas por uma camada de brita 3, brita 0 e areia.

Ainda em 2019, a DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos foi contratada pela Mosaic Fertilizantes para elaborar os projetos para alçamento da Barragem BR para a cota de 1.210 m. Assim, esse relatório tem o objetivo de apresentar o projeto para atualização do estudo ambiental para licenciamento do alçamento.

O **Quadro 2.1** apresenta as características dos projetos de construção e alçamento até a cota atual de 1.200 m da Barragem de Rejeitos – BR.

Quadro 2.1 - Características da Barragem de Rejeitos – BR.

CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO	
Dados Gerais	
Finalidade	Contenção de rejeitos e captação de água
Empresas projetistas	- Dique Inicial: Paulo Abib Engenharia (1982) - Alçamento cota 1180m: Paulo Abib Engenharia (1982) - Alçamento cota 1200m: Leme (1998)
Construção – Etapas	Maciço Inicial / Alçamentos
Método construtivo	Linha de centro
Data de Construção	1982/1998
Cota da Crista	El. 1.200 m
Extensão atual do coroamento	570 m
Altura Máxima	61 m
Volume atual do Reservatório	80.000.000 m ³
Tipo de Seção	Mista
Drenagem Interna	Tapete drenante e dreno de fundo
Drenagem Superficial	Não possui dispositivos implantados
Instrumentação	1 piezômetro, 13 indicadores de nível de água, 2 medidores de vazão, 14 drenos de encosta, 11 marcos superficiais, 1 régua, 1 pluviômetro e 1 evaporímetro
Hidrologia / Hidráulica	
Área da Bacia	15,67 km ²
Tempo de Concentração	1,23h (Lago C), e 0,53h (Lago A)
Precipitação de Projeto	204,77 mm
Cheia de Projeto	TR 10.000 anos
Vazão Máxima Afluente	198,31 m ³ /s

CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO	
Vazão de Projeto	22,36 m ³ /s
NA Normal Operacional	1.192,8 m
NA Máximo	1.194,54 m
Borda Livre	5,46m
Estruturas Vertentes	
Vertedouro Operacional	Extravasor soleira livre e canal escavado em solo.

3 LEGISLAÇÃO VIGENTE

Este item visa atualizar a legislação vigente, bem como rerepresentar todas as normas e legislações incidentes para o alçamento da Barragem de Rejeitos – BR.

3.1 LEGISLAÇÃO INCIDENTE

Numerosos dispositivos legais incidem sobre a atividade minerária no Brasil, alguns voltados à regulação do acesso aos recursos minerais, que são bens da União, outros que tratam do licenciamento ambiental da atividade, além de muitos que tratam da proteção de determinados recursos naturais, cuja preservação, por sua natureza, é potencialmente ameaçada pela atividade de mineração.

Em face do número expressivo de normas reguladoras, optou-se por apresentar neste item uma seleção dos dispositivos de aplicação mais direta sobre o projeto proposto, seja pela natureza do bem mineral objetivado, seja pelos recursos naturais afetados. São apresentadas e comentadas, pois, normas legais selecionadas nos âmbitos federal, estadual e municipal.

3.1.1 Legislação Federal

- **Constituição Federal**

Trata, no Art. 225, § 1º, item IV, da exigência, para instalação de atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, de estudo prévio de impacto ambiental. Outras normas, anteriores e posteriores a esta, incluem a mineração entre as atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente. O § 2º do mesmo artigo estabelece que *“aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado”*. Esta obrigação constitucional traduziu-se posteriormente no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD.

- **Lei 227/1967 – Código de Mineração (alterado pelas leis 6.403/76, 6.567/78, 7.085/82, 7.805/89, 8.901/94, 9.314/96 e Decreto 9.406/2018)**

Estabelece as bases e os procedimentos para a obtenção das concessões para a exploração dos recursos minerais.

- **Lei 6.938/1981**

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências (alterada pela Lei 11.941/09).

- **Lei 7.805/1989**

Altera o Código de Mineração, introduzindo, no Art. 16, uma conexão entre os licenciamentos minerário e ambiental. Por este dispositivo, a concessão de lavra passou a depender de prévio licenciamento do órgão ambiental competente.

- **Lei 9.433/1997**

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

- **Lei Federal 9.795/1999**

Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

- **Lei 10.165/2000: (altera a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981)**

Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

- **Lei 9.985/2000 (regulamentada parcialmente pelo Decreto 4.340/2002 e alterada pela Medida Provisória 239/05, convertida na Lei 11.132/05, alterada pela Lei 516/07).**

Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

- **Lei 12.334/2010**

Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art.35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000.

- **Lei 12.651/2012 – Código Florestal (alterada pelas leis 12.727/12, 13.295/16, 13.335/16, 13.465/17)**

Esta Lei 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 14.066/2020**

Altera a Lei 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.

- **Decreto 97.632/1989**

Estabelece a obrigação, para os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais, de submeter à aprovação do órgão ambiental competente, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, quando da apresentação do EIA e do Rima.

- **Decreto 6.848/2009 (altera o Decreto-lei 4.340, de 22 de agosto de 2002)**

Regulamenta parcialmente a Lei 9.985/00, que dispõe sobre a criação das Unidades de Conservação, planos de manejo, formas de fixação das medidas compensatórias e autorização para a exploração de produtos, subprodutos ou serviços delas inerentes.

- **Portaria MMA 443/2014**

Dispõe sobre a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, e inclui o grau de risco de extinção de cada espécie. As espécies constantes da lista classificadas nas categorias Extintas na Natureza (EW), Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) e Vulnerável (VU) ficam protegidas de modo integral, incluindo a proibição de coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização, dentre outras.

- **Portaria 444/2014**

Reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção", trata de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados terrestres e indica o grau de risco de extinção de cada espécie.

- **Portaria do MMA 445/2014**

Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos" - Lista, conforme Anexo I desta Portaria, em observância aos arts. 6º e 7º, da Portaria nº 43, de 31 de janeiro de 2014.

- **Portaria 70.389/2017**

Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.

- **Resolução Conama 01/1986 (alterada pelas Resoluções Conama 11/86, 05/87 e 237/97)**

Estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para a implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. Inclui, em seu Art. 2º, item IX, a extração e o beneficiamento de minerais entre as atividades modificadoras do meio ambiente cujo licenciamento depende de aprovação de EIA.

- **Resolução CONAMA 001/1990**

Dispõe sobre a poluição sonora.

- **Resolução CNRH nº 143/2012**

Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

- **Instrução Normativa IPHAN nº 001/2015:**

Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.

- **Resolução MME/ANM 04/2019**

Estabelece medidas regulatórias cautelares objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método a montante.

3.1.2 Legislação Estadual

- **Constituição Estadual**

Trata, nos Artigos 214 -216, de assuntos relacionados ao Meio Ambiente e nos Artigos 249-255, de assuntos relacionados à política hídrica e minerária.

- **Lei 7.302/1978 (alterada pela Lei 10.100/1990)**

Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais.

- **Lei 7.772/1980 (alterada pela Lei 15.972/2006)**

Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.

- **Lei 13.199/ 1999 (alterada pela Lei 17.724/08).**

Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências

- **Lei Estadual nº 20.308/2012, altera a Lei nº 10.883/1992**

Declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequiheiro (*Caryocar brasiliense*), e a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo.

- **Lei 20.922/2013**

Dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no Estado.

- **Lei 21.972/2016**

Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências.

- **Lei 23.291/2019**

Institui a política estadual de segurança de barragens.

- **Decreto 45.175/2009**

Estabelece metodologia de gradação de impactos ambientais e procedimentos para fixação e aplicação da compensação ambiental.

- **Decreto 47.383/2018**

Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.

- **Resolução Conjunta SEMAD/FEAM 2784/2019**

Determina a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais.

- **Deliberação Normativa COPAM nº 55/2002**

Estabelece normas, diretrizes e critérios para nortear a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, com base no documento: "Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua Conservação".

- **Deliberação Normativa do COPAM nº 87/2005**

Deliberação Normativa do COPAM nº 87, de 17 de junho de 2005, que altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM N.º 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

- **Deliberação Normativa COPAM 94/2006**

Estabelece diretrizes e procedimentos para aplicação da compensação ambiental de empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental.

- **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG 01/2008**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de qualidade das águas e de lançamento de efluentes.

- **Deliberação Normativa COPAM 147/2010**

Aprova a lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna do estado de Minas Gerais. E institui que para as espécies da fauna consideradas ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais, constantes do Anexo Único desta Deliberação Normativa, deverão ser desenvolvidos planos de recuperação e proteção que serão elaborados sob a coordenação do Instituto Estadual de Florestas - IEF, com a participação dos demais órgãos do Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA, dos órgãos municipais, da comunidade científica e da sociedade civil organizada, em um prazo máximo de dois anos, a contar da publicação desta Deliberação Normativa.

- **Deliberação Normativa COPAM 217/2017**

Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

3.1.3 Legislação Municipal

- **Lei Orgânica de Tapira**

Dispõe sobre os deveres para proteção e preservação do meio ambiente e recursos hídricos e dá outras providências.

- **Lei 1222/2017**

Dispõe sobre a criação e disposição geral do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente.

- **Decreto 10/2020**

Aprova o regimento interno do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente.

4 JUSTIFICATIVAS DO ALÇAMENTO

Este item visa atualizar os ensaios realizados pela Mosaic Fertilizantes com o rejeito da unidade do CMT, apresentar as novas alternativas de disposição do material e demonstrar a necessidade de um alçamento para continuidade da operação do Complexo de Mineração de Tapira.

4.1 PLANO DIRETOR DE GERAÇÃO E DISPOSIÇÃO DE REJEITOS

Em 2020, a Walm Engenharia elaborou o plano diretor da unidade para a vida útil do Complexo. O **Quadro 4.1** apresenta o volume total de rejeitos a ser gerado anualmente no CMT.

Quadro 4.1 – Plano diretor de geração de rejeitos na unidade do CMT.

Período	Lama+Finos (m ³)	Rejeito Grosso (m ³)	Período	Lama+Finos (m ³)	Rejeito Grosso (m ³)
2019	1.920.686	1.435.590	2041	5.012.698	3.746.751
2020	4.631.225	3.461.544	2042	5.031.410	3.760.737
2021	4.591.635	3.432.026	2043	4.842.646	3.619.645
2022	4.840.480	3.618.026	2044	4.811.233	3.596.165
2023	4.673.442	3.493.173	2045	4.933.460	3.687.524
2024	4.677.739	3.496.385	2046	4.739.055	3.542.215
2025	4.699.631	3.512.748	2047	4.845.601	3.621.853
2026	4.699.788	3.512.865	2048	4.991.682	3.731.042
2027	4.743.051	3.545.203	2049	4.866.282	3.637.312
2028	4.782.582	3.574.750	2050	4.824.455	3.606.047
2029	4.595.777	3.435.122	2051	4.873.641	3.642.812
2030	4.551.266	3.401.853	2052	4.839.605	3.617.372
2031	4.677.528	3.496.227	2053	4.824.648	3.606.192
2032	4.897.815	3.660.881	2054	4.731.593	3.536.638
2033	4.661.521	3.484.262	2055	4.801.125	3.588.609
2034	4.642.746	3.470.229	2056	5.077.433	3.795.137
2035	4.615.686	3.450.003	2057	5.181.136	3.872.650
2036	4.594.803	3.434.394	2058	4.689.292	3.505.020
2037	4.648.421	3.474.471	2059	4.758.992	3.557.117
2038	4.819.843	3.602.600	2060	3.274.220	2.447.322
2039	5.122.072	3.828.503	TOTAL	197.044.909	147.281.480
2040	5.006.965	3.742.465			

Os estudos mostram que as barragens atuais, Barragem de Lamas – BL-1 e Barragem de Rejeitos – BR (objeto deste licenciamento) do CMT, são capazes de atender a produção de rejeitos (grosso e finos) até 2032. A partir deste período, de acordo com o relatório da Walm, deverão ser implantados dois depósitos para rejeito grosso que apresentou bons resultados para desaguamento, denominados PDR-I e PDR-II, que farão o empilhamento do material mais grosso.

O plano diretor adota a seguinte estratégia de disposição de rejeitos:

- **Rejeito Grosso e Granulado**
 - (Ago/2019-Abr/2029): Lançamento nas Barragens BR e BL1 (estrutura existente);
 - (Mai/2029-Jan/2032): Lançamento na Barragem BR, com objetivo de atender o comprimento de praia seguro (estrutura existente);
 - (Fev/2032-Mai/2037): Disposição na PDR-I (estrutura a construir); e,
 - (Jun/2032-Dez/2060): Disposição na PDR-II (estrutura a construir).
- **Lama + Finos**
 - (Ago/2019-Abr/2029): Lançamento nas Barragens BR e BL1 (estrutura existente);
 - (Mai/2029-Dez/2060): Lançamento na Barragem BR (estrutura existente a ser alteada).

Conforme mencionado, parte da disposição do rejeito grosso deverá ser feita por empilhamento. Estudos preliminares, indicam uma capacidade aproximada de armazenamento de 220 Mt de rejeito, considerando as barragens já existentes e os depósitos em estudo. As **Figuras 4.1 e 4.2** apresentam o projeto preliminar dos depósitos.

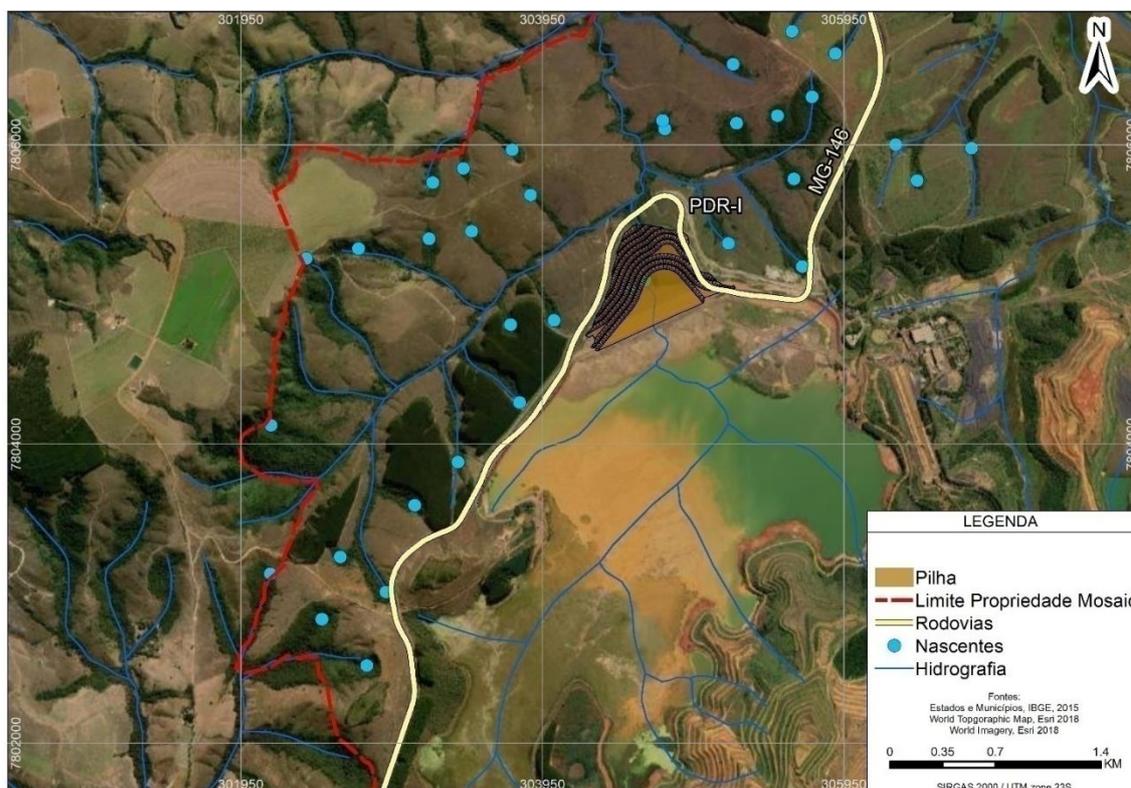


Figura 4.1 – Arranjo Geral da PDR-I.

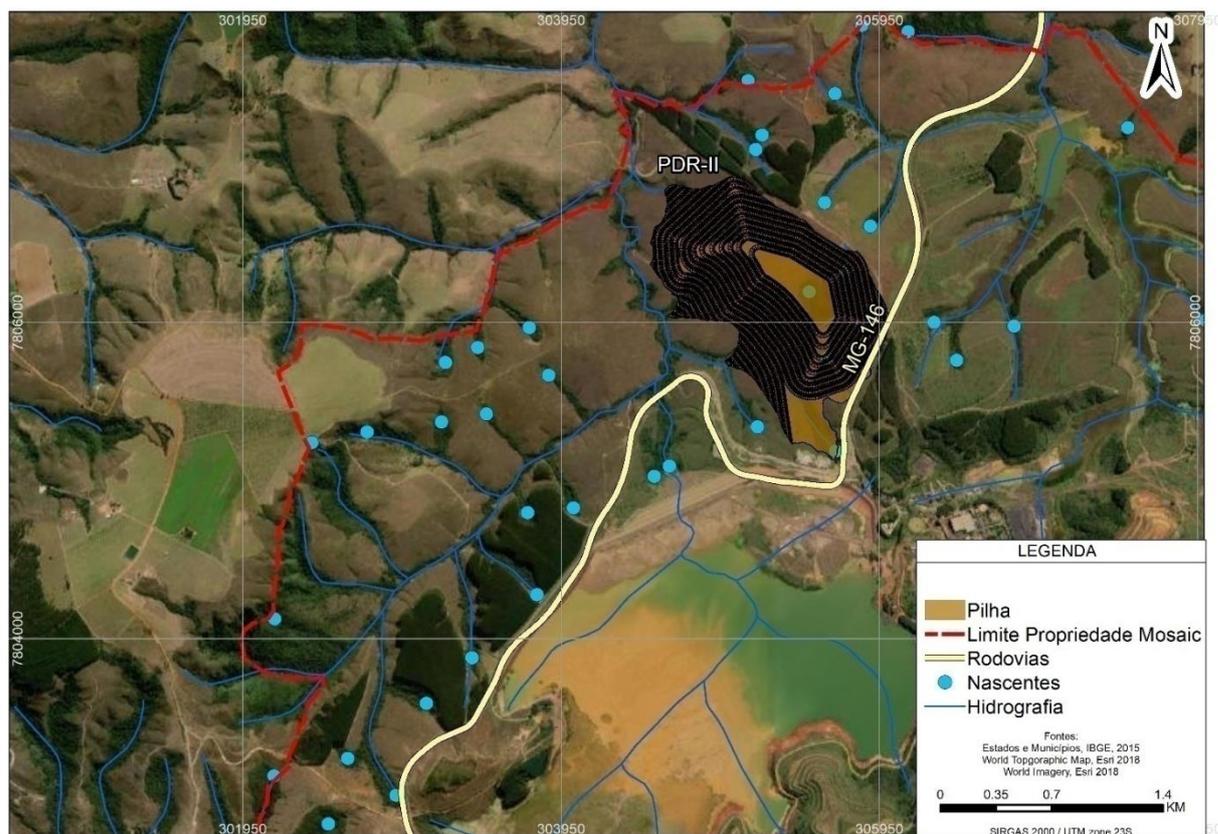


Figura 4.2 – Arranjo Geral da PDR-II.

4.2 JUSTIFICATIVAS TECNOLÓGICAS

Neste item serão apresentados a caracterização dos rejeitos gerados no CMT e os ensaios realizados até o momento para sua disposição.

4.2.1 Características do rejeito

Atualmente, a operação do CMT gera um produto concentrado, estéril e rejeitos. O processo de beneficiamento mineral envolve etapas de cominuição e concentração, de forma a gerar o produto final com as especificações adequadas para uso final. Os rejeitos provenientes do beneficiamento com flotação são classificados de acordo com a granulometria dos sólidos.

Eventualmente, todos os rejeitos gerados pelo processo de beneficiamento serão enviados para a BR. O plano diretor da unidade com o planejamento de disposição de rejeitos será apresentado no item 4.2.

O fluxograma simplificado da **Figura 4.3** demonstra os principais rejeitos gerados no processamento mineral na Unidade de Tapira.

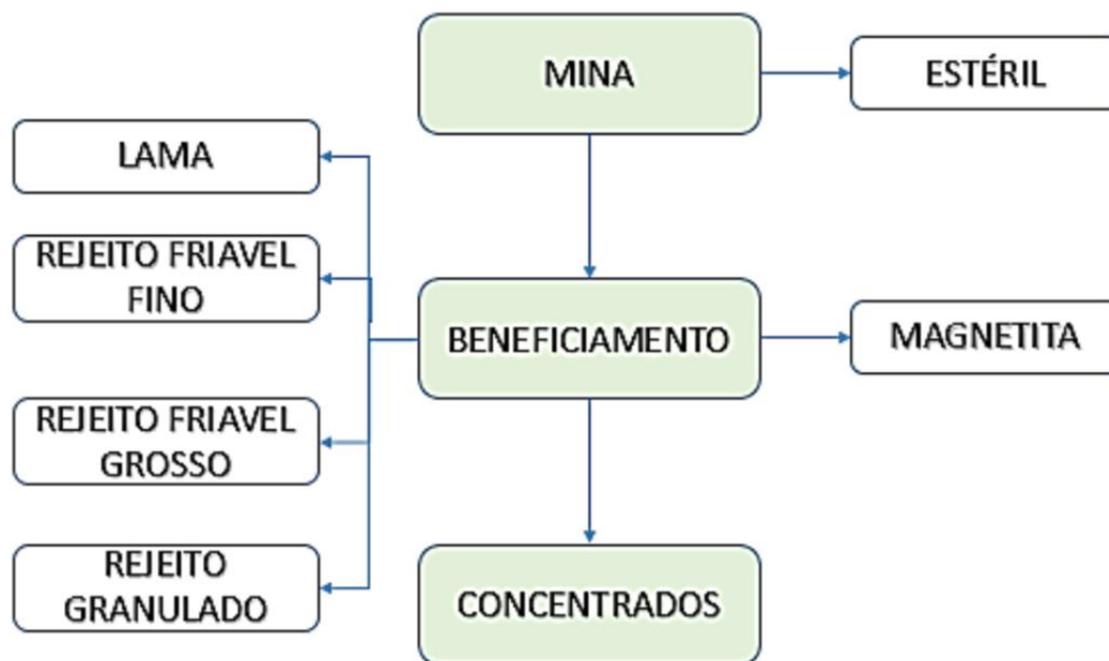


Figura 4.3 – Fluxograma Simplificado do Complexo de Mineração de Tapira.

O estéril e a magnetita, devido às suas características físicas, podem ser depositados em forma de pilhas controladas. A lama e os rejeitos da flotação (Rejeito Grosso, Rejeito Fino, Rejeito Granulado e lamas), por sua vez, são dispostos em barragens convencionais. Atualmente, o rejeito gerado na usina do Complexo de Mineração de Tapira é lançado hidráulicamente em barragens de rejeito.

- Rejeito Granulado – Fração grosseira do rejeito com aproximadamente 30% de sólidos; no cenário atual corresponde a 12% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento;
- Rejeito Friável Grosso – Fração grosseira do rejeito com aproximadamente 30% de sólidos; no cenário atual corresponde a 34% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento;
- Rejeito Friável Fino – Fração intermediária do rejeito com aproximadamente 30% de sólidos; no cenário atual corresponde a 7% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento;
- Lama – Fração fina com aproximadamente 6% de sólidos; no cenário atual corresponde a 47% da massa dos rejeitos gerados na usina de beneficiamento.

4.2.1.1 Rejeito Grosso

O circuito grosso é o principal da unidade, com maior massa de rejeito, recebendo aproximadamente 80% dos sólidos da usina.

O **Quadro 4.2** mostra os resultados de porcentagem de sólidos e granulometria das pilhas amostradas e o **Quadro 4.3** exhibe um resumo de como o rejeito grosso da flotação se comporta.

Quadro 4.2 – Granulometria, retido simples e porcentagem de sólidos do rejeito grosso do CMT.

Amostra	65#	100#	150#	200#	325#	400#	<400#	% Sólidos
1	31,14	19,89	17,30	16,65	11,03	-	-	28,6
2	27,98	20,40	16,77	16,57	10,81	2,63	4,85	23,1
3	26,90	21,54	16,18	16,52	10,16	2,46	6,25	28,3
4	23,81	19,52	17,14	18,10	11,90	2,86	6,67	26,1
5	32,45	19,94	15,59	14,32	10,07	2,12	5,51	22,2
6	21,41	18,61	17,26	19,02	13,10	3,43	7,17	27
7	27,38	22,36	16,31	14,87	11,59	3,08	4,41	26
8	35,03	19,56	15,87	13,67	9,08	1,70	5,09	25,6
9	44,09	19,86	13,77	11,06	6,25	1,35	3,61	23,3
10	38,26	20,89	13,34	13,34	7,24	1,65	5,27	23,9
Média	30,81	20,30	15,80	15,27	10,02	2,36	5,43	25,41
Desvio	7,29	1,14	1,39	2,51	2,21	0,71	1,12	2,22
% Desvio/média	24%	6%	9%	16%	22%	30%	21%	9%

Quadro 4.3 – Faixa de trabalho médio do rejeito do circuito grosso.

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d ₉₅	949 - 2821	949 - 3758
	d ₈₀	329 - 657	329 - 820
	d ₅₀	141 - 215	141 - 252
	d ₂₅	83 - 109	83 - 122
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		182 - 522	97 - 607
% Sólidos		27,6% - 23,2%	29,8% - 21,0%
Vazão de Rejeito (m ³ /h)		532 - 1.890	257 - 2.475

4.2.1.2 Rejeito Granulado

O **Quadro 4.4** mostra a granulometria do rejeito granulado, sendo perceptível uma enorme variação. No **Quadro 4.5**, há um breve resumo do rejeito de flotação do circuito granulado.

Quadro 4.4 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito granulado de CMT.

Amostra	65#	100#	150#	200#	325#	400#	<400#	% Sólidos
1	21,39	18,07	16,47	17,77	15,86	-	-	30,5
2	13,08	15,77	15,77	21,52	18,34	5,87	9,66	28,7
3	13,28	13,59	15,98	19,19	19,81	6,02	12,14	26,2
4	15,31	17,70	16,75	18,18	17,22	4,78	10,05	24,9

5	28,85	17,10	14,10	14,10	12,40	3,85	9,60	33
6	17,87	16,27	15,89	17,79	16,05	4,94	11,18	29,1
7	9,88	17,96	16,62	18,71	20,81	5,24	10,78	19,8
8	25,76	19,10	19,10	4,51	16,06	4,80	10,68	35,6
9	12,52	15,25	18,56	18,71	17,55	5,61	11,80	20,6
10	13,81	17,16	15,48	21,03	15,10	5,68	11,74	20,9
Média	16,71	16,66	16,47	17,08	17,04	5,20	10,85	26,93
Desvio	6,42	1,64	1,54	5,17	2,53	0,68	0,94	5,42
% Desvio/média	38%	10%	9%	30%	15%	13%	9%	20%

Quadro 4.5 – Faixa de trabalho médio do rejeito granulado.

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d ₉₅	861 - 1344	-
	d ₈₀	273 - 362	-
	d ₅₀	115 - 134	-
	d ₂₅	69 - 73	-
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		115 - 168	62 - 168
% Sólidos		32,4% - 21,5%	32,4% - 21,5%
Vazão de Rejeito (m ³ /h)		277 - 665	150 - 665

Foram realizados três ensaios de sedimentação, conforme **Figura 4.4**, e a velocidade de sedimentação média encontrada foi de 0,868 m/h.

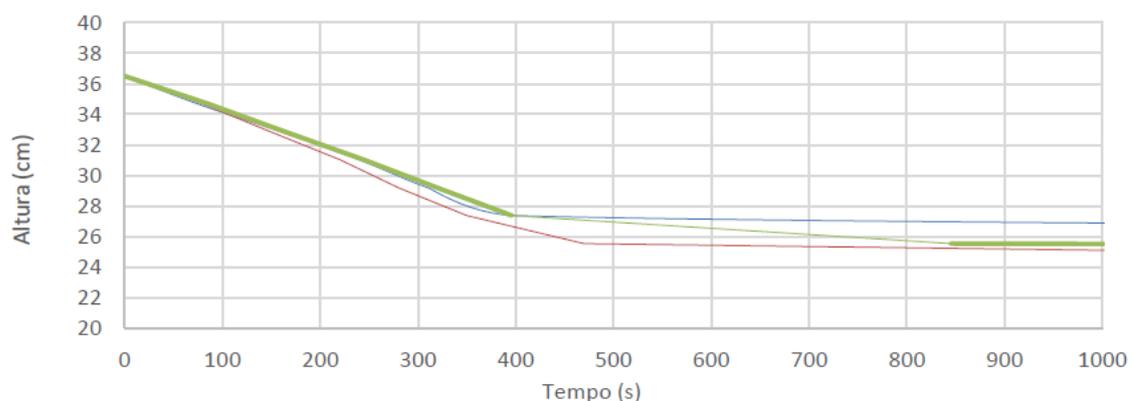


Figura 4.4 – Curva de sedimentação do rejeito granulado do CMT.

4.2.1.3 Rejeito Fino

A granulometria do rejeito fino possui variação significativa, como indicado no **Quadro 4.6**. O **Quadro 4.7** exibe um breve resumo do rejeito de flotação do circuito fino.

Quadro 4.6 – Granulometria e porcentagem de sólidos do rejeito fino do CMT.

Amostra	65#	100#	150#	200#	325#	400#	<400#	% Sólidos
1	11,56	14,62	20,52	16,46	19,91	5,28	11,64	32,60
2	9,65	14,04	14,62	20,47	20,76	5,26	15,20	39,72
3	9,79	12,97	16,33	21,71	20,86	6,06	12,29	35,00
4	8,88	12,90	13,85	21,07	11,95	8,52	22,84	24,10
5	7,97	13,12	14,97	18,85	22,64	5,64	16,81	27,30
6	16,51	13,75	16,31	22,51	17,99	5,66	7,28	29,50
7	12,05	14,79	15,60	21,50	18,19	6,71	11,16	30,30
8	12,94	14,65	14,18	21,06	17,76	5,82	13,59	32,90
9	14,98	14,45	21,14	18,66	16,05	2,68	12,04	34,00
10	12,78	13,27	17,67	18,51	18,30	6,78	13,20	33,60
Média	11,73	13,77	16,07	20,48	18,28	5,85	13,82	31,90
Desvio	2,88	0,74	2,25	1,47	3,11	1,53	4,30	4,34
% Desvio/média	25%	5%	14%	7%	17%	26%	31%	13,6%

Quadro 4.7 – Faixa de trabalho médio do rejeito fino.

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d ₉₅	447 - 617	363 - 702
	d ₈₀	179 - 229	155 - 254
	d ₅₀	88 - 107	79 - 117
	d ₂₅	57 - 68	51 - 73
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		84 - 133	60 - 133
% Sólidos		36,2% - 27,6%	36,2%-23,2%
Vazão de Rejeito (m ³ /h)		174 - 390	124-480

A partir dos três ensaios de sedimentação realizados, conforme **Figura 4.5**, foi obtida uma velocidade de sedimentação média de 0,231 m/h.

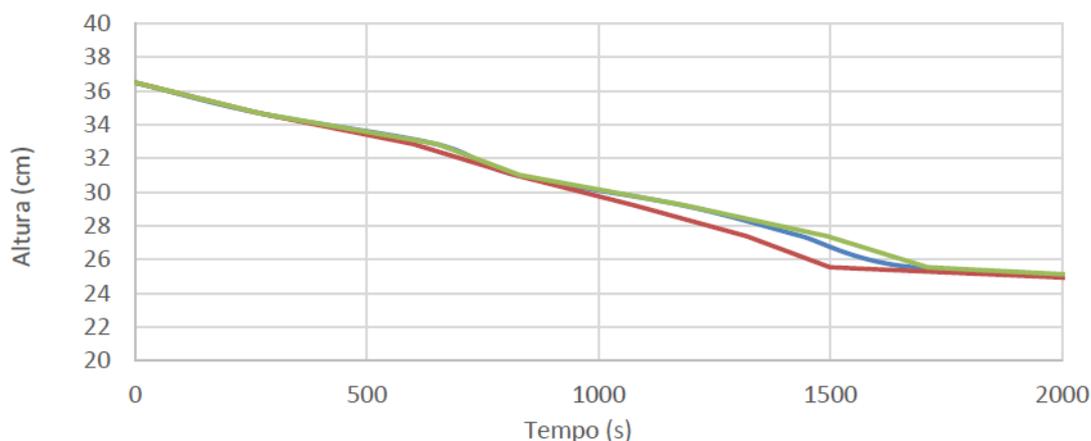


Figura 4.5 – Curva de sedimentação do rejeito fino do CMT.

4.2.1.4 Lamas

Para as lamas, foram realizados três ensaios de sedimentação (**Figura 4.6**) e velocidade de sedimentação média encontrada foi de 0,073 m/h.

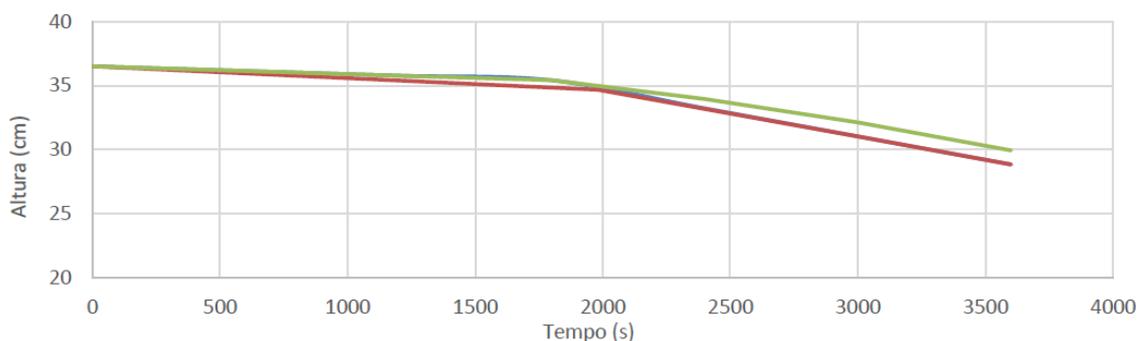


Figura 4.6 – Curva de sedimentação de lamas do CMT.

4.2.1.5 Rejeitos da Flotação – Consolidado

Considerando a proporção atualmente gerada para cada um dos rejeitos, chegou-se a granulometria geral do rejeito sem considerar as lamas do CMT, apresentada no **Quadro 4.8**.

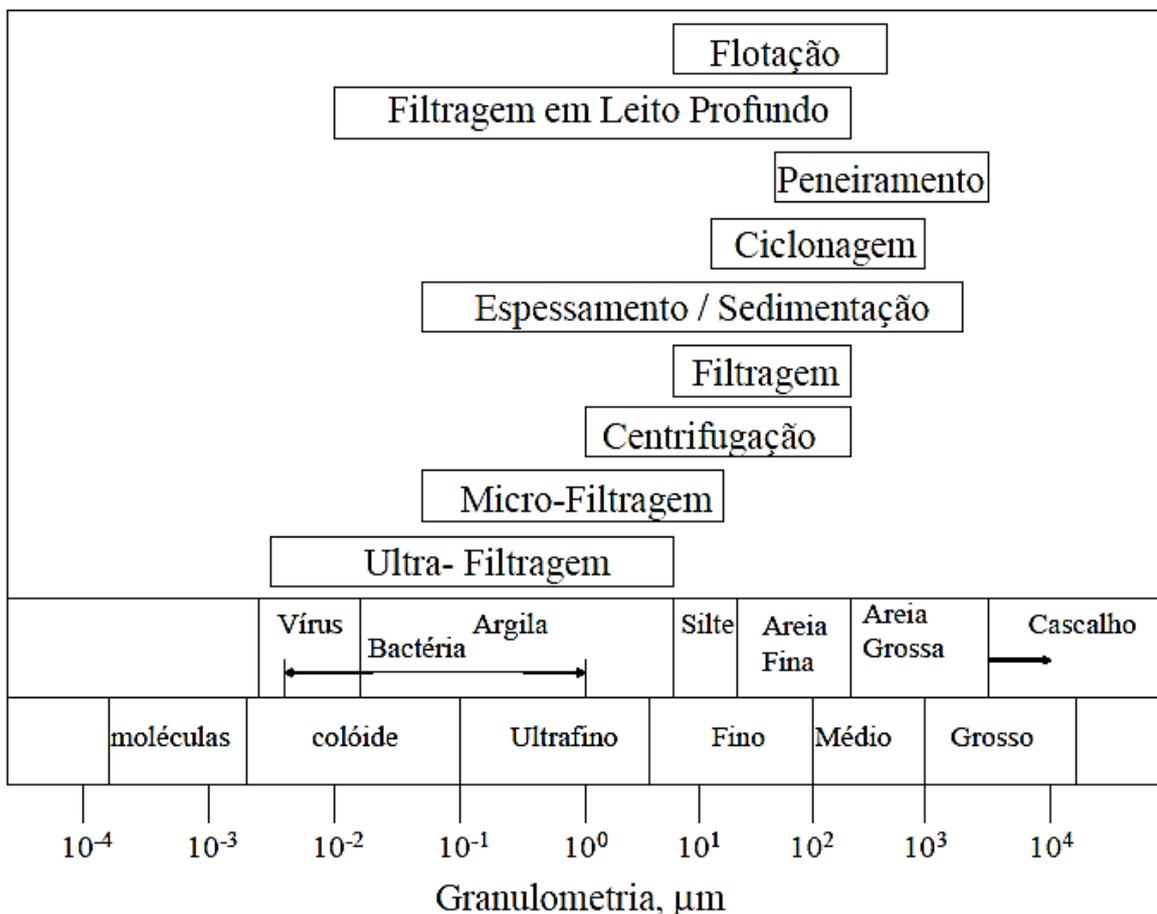
Quadro 4.8 – Faixa de trabalho média do rejeito consolidado do circuito convencional de CMT.

Parâmetro		Faixa de Trabalho Usual	Faixa de Trabalho Esporádica
Granulometria do Rejeito (µm)	d ₉₅	811 - 2164	625 - 3311
	d ₈₀	279 - 527	240 - 737
	d ₅₀	121 - 181	111 - 232
	d ₂₅	73 - 95	69 - 115
Massa de Rejeito (t/h) - b.s.		381 - 822	219 - 907

% Sólidos	30,6% - 23,4%	32,1% - 21,4%
Vazão de Rejeito (m ³ /h)	984 - 2.945	532 - 3.620

4.2.2 Ensaios realizados para disposição dos rejeitos

A geração de rejeitos é inevitável e inerente ao processo de tratamento de minério na usina e, portanto, não é possível eliminá-la. Contudo, existem diversas metodologias diferentes para a disposição do material gerado, sendo a aplicabilidade destas intrínsecas à granulometria do material que se quer dispor. Além disso, é importante estudar as técnicas disponíveis para a separação sólido-líquido, para que seja possível realizar a recuperação da água para reúso na usina e dispor apenas os sólidos. A **Figura 4.7** apresenta as opções conhecidas na literatura para separação sólido-líquido.



Fonte: Valadão, 2008 (apud. Mosaic, 2020).

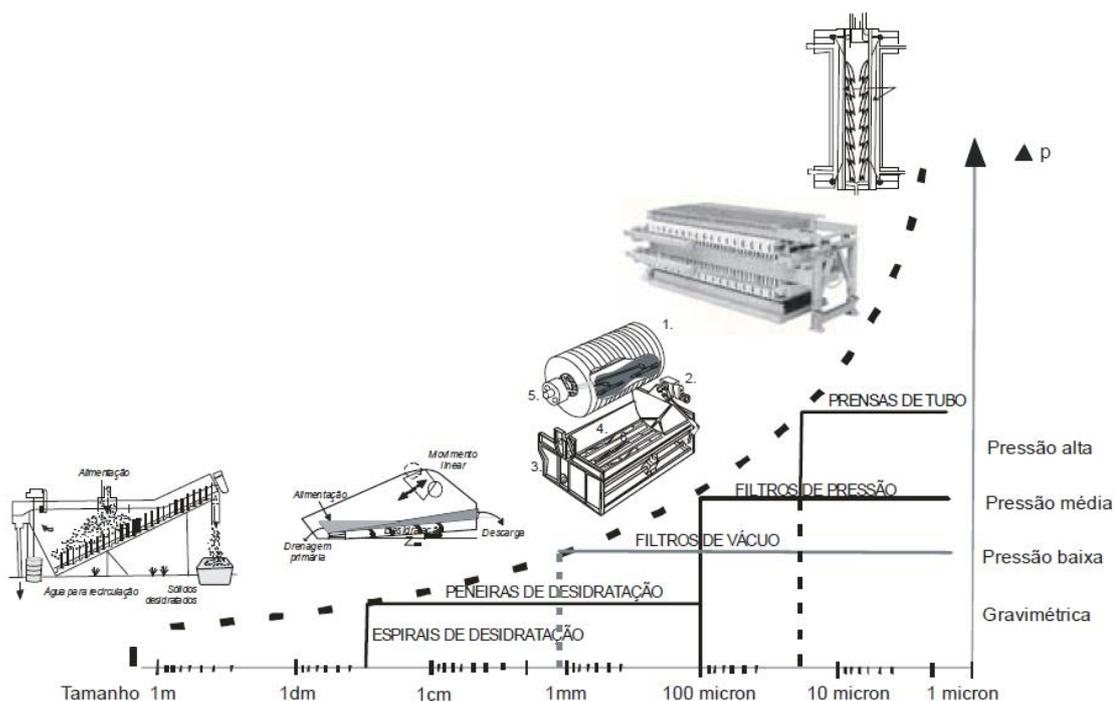
Figura 4.7 – Técnicas de separação de material sólido-líquido em função da granulometria.

A barragem de rejeitos é atualmente o sistema de contenção de sólidos mais utilizado, através da sedimentação do material sólido, permitindo a recuperação de água e reutilização desta no processo produtivo da usina de beneficiamento.

Conforme apresentado pela equipe técnica do CMT, o rejeito gerado possui granulometria com 50% do passante (d50) de aproximadamente 150 µm, permitindo, teoricamente, o uso

das técnicas de peneiramento, hidrociclonação, espessamento, filtração e centrifugação. Já as lamas possuem 50% do material passante em 10 μm , reduzindo as opções de adensamento do material para espessamento, centrifugação e filtração.

Paralelamente, é necessário verificar os equipamentos disponíveis para as metodologias de separação aplicáveis. A **Figura 4.8** apresenta os equipamentos de desidratação, sendo que no caso do CMT, as melhores alternativas são as peneiras e filtros a vácuo para o rejeito e filtro a vácuo, filtros de pressão e prensas de tubo para as lamas.



Fonte: Luz, 2010 (apud. Mosaic, 2020).

Figura 4.8 – Tipos de equipamentos de desidratação.

A seguir apresentam-se todos os estudos e testes já realizados para o rejeito da unidade, tendo eles como objetivo tanto a viabilização de outras alternativas de disposição quanto o aumento da vida útil de suas barragens.

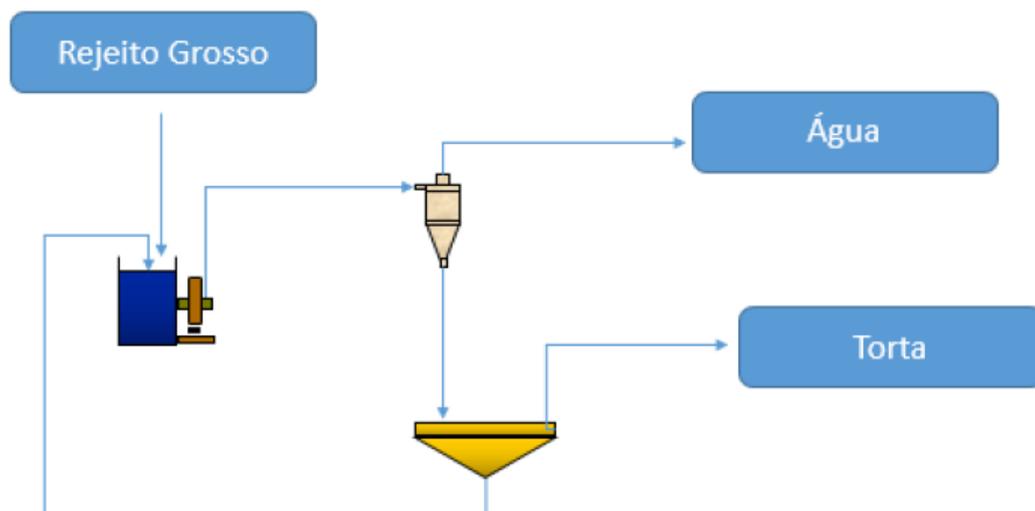
A operação unitária de centrifugação, embora citada, não foi estudada, visto que foram priorizados processos já conhecidos e aplicados na área de mineração de fosfato.

4.2.2.1 Desidratação por Peneira

Com o intuito de se buscar novas rotas para o desidratação do rejeito da flotação e lamas de CMT, em março de 2018, foi enviada uma amostra desse rejeito para teste de adensamento por hidrociclonação e peneiramento de alta frequência a ser realizado pela empresa Gaustec.

O teste de bancada foi realizado para dois cenários distintos:

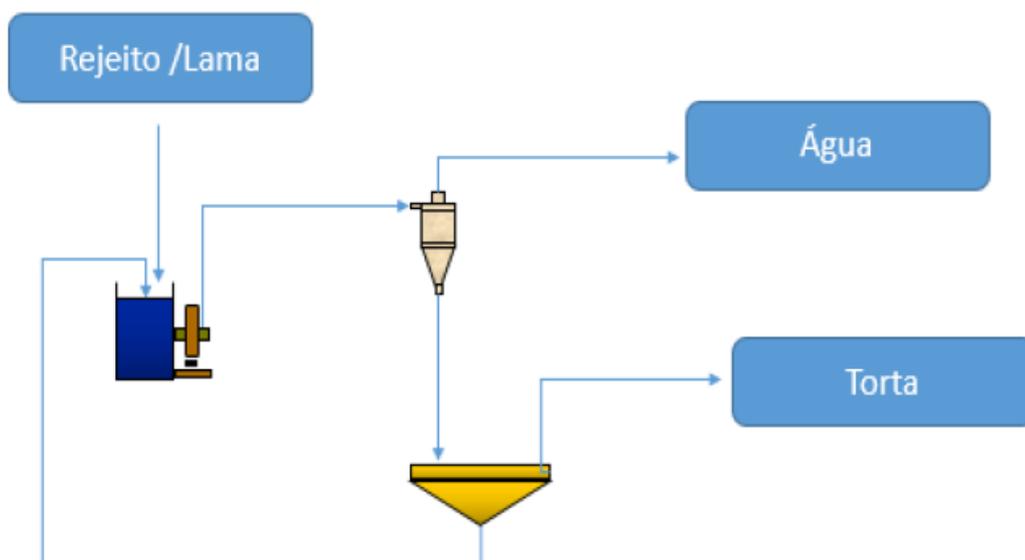
- Cenário 1 – tratamento apenas de um rejeito grosso composto por rejeitos grossos, friável fino e friável grosso, respeitando as respectivas proporções de geração do CMT (**Figura 4.9**);



Fonte: Mosaic, 2020.

Figura 4.9 – Fluxograma do cenário 1 testado.

- Cenário 2 –tratamento da mistura de rejeitos grossos com lama, na proporção 78% de rejeito e 22% de lama (**Figura 4.10**).



Fonte: Mosaic, 2020.

Figura 4.10 – Fluxograma do cenário 2 testado.

Os **Quadros 4.9** e **4.10** apresentam as características químicas e granulométricas das amostras de rejeito utilizadas para os testes de bancada.

Quadro 4.9 – Análise química das amostras do teste de bancada.

Análise Química	Lamas	Rejeito Grosso*	Rejeito Granulado	Rejeito Friável
P ₂ O ₅	7,17	8,10	5,47	1,96
Fe ₂ O ₃	19,89	35,01	31,10	26,16
MgO	6,84	4,78	5,03	10,54
CaO	12,61	16,18	17,49	5,66
Al ₂ O ₃	5,15	1,75	1,03	5,00
SiO ₂	23,81	13,31	20,09	29,09
TiO ₂	7,63	10,15	8,16	10,99
BaO	0,25	0,20	0,17	0,26
SrO	0,30	0,25	0,28	0,08
MnO	0,43	0,55	0,46	0,54
Nb ₂ O ₅	0,28	0,35	0,18	0,38

*Valor atípico da unidade. Normalmente fica entre 2,5 a 3,5% de P₂O₅.

Fonte: Mosaic, 2020.

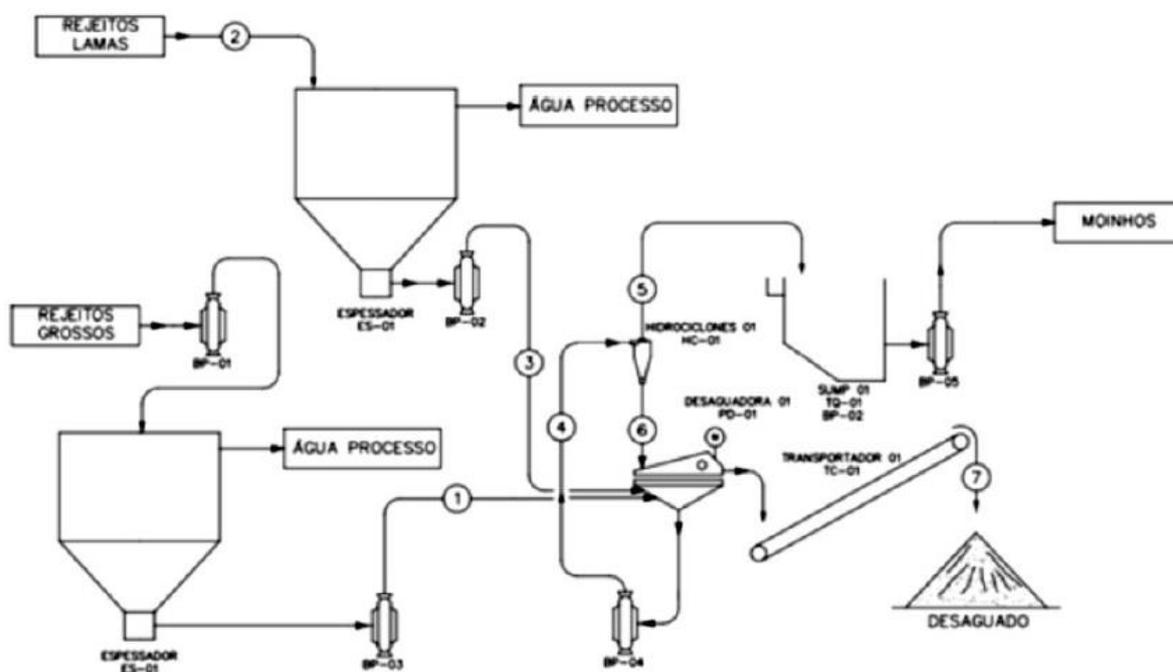
Quadro 4.10 – Análise granulométrica das amostras.

Malha (µm)	% Passante			
	Lamas	Rejeito Grosso	Rejeito Granulado	Rejeito Friável Fino
208	99	57	83,24	83
147	96,39	41,58	73,24	73,24
104	91,81	23,83	41,14	41,14
74	82,42	13,24	32,01	32,01
52	75,92	8,25	22,26	22,26
44	71,17	4,43	18,05	18,05
37	64,13	2,39	16,54	16,54
-37	0	0	0	0
% de Sólidos	6,2	30	30	30
Densidade dos Sólidos	3,2	3,2	3,2	3,2
Estratificação do rejeito total - Massa	47%	34%	12%	7%

Fonte: Mosaic, 2020.

Como resultado, foi possível realizar o desaguamento apenas para o cenário 1, ou seja, composto apenas por rejeito, sendo que o mesmo alcançou uma umidade 22%. No caso da mistura lama e rejeito, não foi possível realizar o desaguamento e, portanto, esse fluxo seguirá para avaliação de outros possíveis métodos de desaguamento.

Apesar dos resultados, está em avaliação a realização de um teste semi-industrial na unidade de Tapira, com os equipamentos e apoio da empresa Gaustec, para validar os resultados apresentados pela planta piloto. A rota de processo desse possível teste é representada na **Figura 4.11**.



Fonte: Mosaic, 2020.

Figura 4.11 – Rota Gaustec de processo para o possível teste semi-industrial.

4.2.2.2 Adensamento por Espessador

Atualmente CMT já possui um espessador de lamas de 100 metros de diâmetro. Contudo, o *underflow* alcança apenas 10% de sólidos na condição atual, sendo que com a utilização de floculantes, testes apontaram que o valor máximo obtido é de 18% de sólidos.

A fim de se obter maior adensamento do *underflow*, seria necessário substituir a bomba do espessador e também executar projeto de implantação de fibra ótica na barragem do Ribeirão do Inferno, para automatizar o ligamento/desligamento das bombas de água. Isso porque, a captação de água no espessador tende a transbordar para a caixa de água de flotação, aumentando assim a dureza da água e prejudicando substancialmente o processo de flotação.

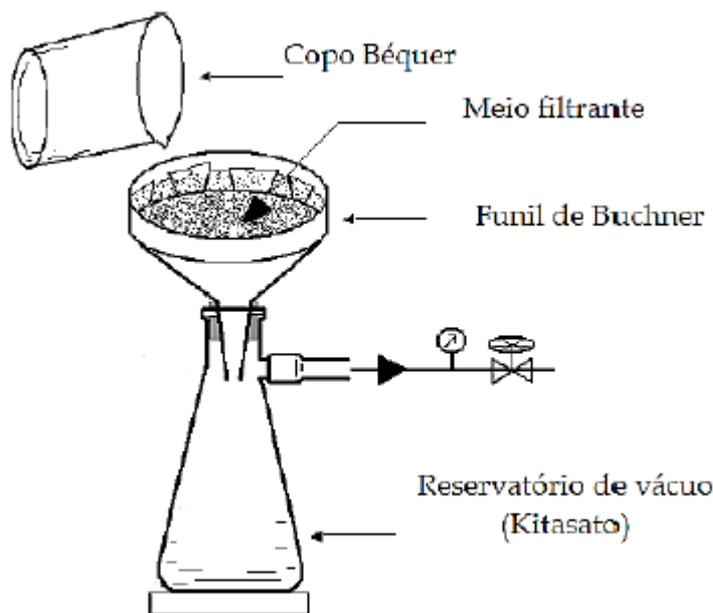
Foram realizados cálculos pela equipe do CMT, para dimensionamento do espessador ideal para a planta, de modo que o mesmo entregue pelo menos 40% de sólidos no *underflow*. Os cálculos consideraram os seguintes parâmetros: massa de polpa adotada foi de 11.570 t/h (b.s.), já considerando um fator de segurança de 1,2, com 6,2% de sólidos e densidade específica de 3,1; e velocidade de sedimentação de 0,0778 (conforme curva de sedimentação).

Com os resultados dos cálculos, concluiu-se que seria necessário um espessador de 500 metros de diâmetro ou mais 4 espessadores de 100 metros cada. Havendo possibilidade de redução no diâmetro com uso de floculante.

No entanto, isto não garante que os equipamentos conseguirão depositar as lamas, uma vez que há a necessidade de realizar os testes de filtragem das mesmas. Além disso, devido à enorme área que esses espessadores ocupariam, faz-se necessário estudo da viabilidade desse projeto.

4.2.2.3 Filtragem à vácuo

Como possível alternativa para recuperação de água, foram realizados testes, conhecidos como *leaf test*, com diferentes filtros. Um dos tipos de filtro, existente no CMT, é o filtro a vácuo, apresentado esquematicamente na **Figura 4.12**.



Fonte: Mosaic, 2020.

Figura 4.12 – Sistema de filtragem a vácuo utilizado no laboratório de CMT

Dentre os filtros a vácuo, algumas configurações foram testadas, a fim de verificar a viabilidade das mesmas. Os teste foram realizados para os rejeitos e lamas de maneira separada.

4.2.2.3.1 Rejeito

Os filtros planos apresentaram resultados não satisfatórios, pois mesmo utilizando floculante e auxiliar de filtragem, seriam necessários no mínimo 24 filtros. Esta opção implica ainda utilizar floculante (Flonex 912) a uma dosagem de 20 g/t. Obteve-se uma torta de 17,3% de umidade, que ainda precisa ser avaliada pela equipe geotécnica quanto ao seu empilhamento.

Já os filtros a disco mostraram resultados satisfatório, pois com o uso do auxiliar de filtragem ou floculante foi possível aumentar a taxa de filtragem e utilizar operação com somente um filtro a disco. O diâmetro selecionado para esse filtro foi de 12' 6" com 20 discos, sendo a área nominal de 4.400 ft². Entretanto há um receio com relação à utilização deste filtro para o fosfato. Sendo assim, os estudos serão continuados, mas com o auxílio de fabricantes especializados para validação dos resultados.

Por fim, os filtros de tambor mostraram resultados intermediários com o uso de floculante e precisando de no mínimo 3 filtros com diâmetro de 12 pés por 20 pés de largura e área de 70 m².

É muito importante salientar que para reduzir a quantidade de filtros a serem instalados, o rejeito deverá ser adensado antes, com no mínimo 60% de sólidos. Logo será necessária a utilização de uma hicrocilonagem.

4.2.2.3.2 Lamas

Antes de iniciar os testes para dimensionar os filtros, foi realizada uma seleção prévia com auxiliares de filtração e floculantes disponíveis. O melhor insumo de cada fornecedor foi escolhido para a realização do teste de filtração e dimensionamento.

Para os ensaios, a porcentagem de sólidos na alimentação do filtro foi de 20%, sendo esta porcentagem correspondente ao *underflow* obtido no espessador de lamas, atualmente na melhor condição operacional possível, já considerando a dosagem de floculante no espessador de lamas. É importante ressaltar que, no entanto, apenas 30% das lamas do CMT passam pelo espessador.

Para os filtros planos, foram realizados 13 testes diferentes que consideram a combinação de diferentes floculantes e auxiliares de filtração. Os resultados dos testes apontaram que seriam necessários, no melhor cenário, 97 equipamentos com 3.970 m², ou alternativamente, no pior cenário, 371 filtros com 15.273 m².

Similarmente, os testes para os filtros a disco mostraram que seriam necessários no mínimo 108 equipamentos para obtenção de uma umidade final de 37,6%. Já para o filtro a tambor, chegou a um dimensionamento de 832 filtros.

Após análises do dimensionamento dos principais filtros a vácuo, concluiu-se que esta técnica não pode ser aplicada nas lamas do CMT, pois além de ser necessários números exorbitantes de equipamentos não é possível ter uma umidade entre 20 a 25% de sólidos para conseguir empilhar o rejeito.

4.2.2.4 Filtro-Prensa para Lamas

Como os resultados com os filtros a vácuo demonstram a impossibilidade de se obter umidade menor que 25% para as lamas, optou-se por testar o filtro industrial tipo prensa, em parceria com a empresa Andritz, para avaliação de viabilidade do mesmo.

Foram realizados testes com esse filtro, com amostras de lama com porcentagem de sólidos de 20% e 35%. Atualmente o espessador da unidade não consegue adensar as lamas para 35% de sólidos.

Ambos os testes apresentaram resultados parecidos em relação à umidade final do produto, tendo-se obtido valores próximos de 25%, alterando-se apenas o tempo de filtração entre as alternativas estudadas.

A empresa Andritz ainda está calculando o número de filtros necessários e se tais filtros são viáveis tecnicamente.

A **Foto 4.1** ilustra o produto final dos testes realizados com o filtro-prensa da Andritz.



Fonte: Mosaic, 2020.

Foto 4.1 – Produto final das lamas de CMT, após utilização do filtro-prensa piloto da empresa Andritz.

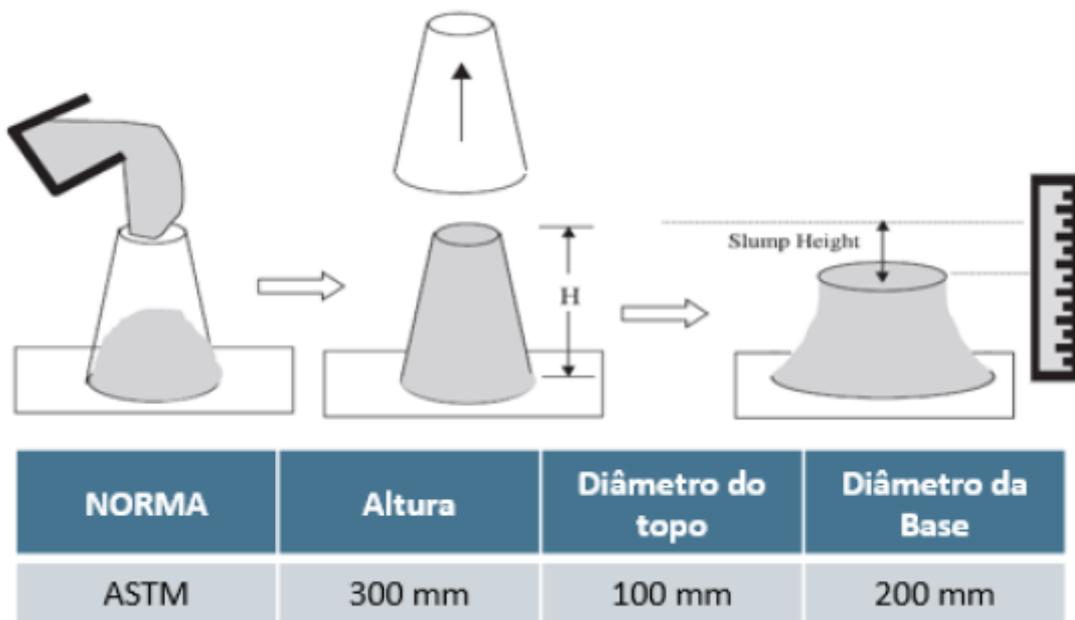
É importante salientar que serão necessários estudos geotécnicos para averiguar a possibilidade de empilhamento deste material.

4.2.2.5 Adensamento e Empilhamento dos Rejeitos da Flotação por Hidrociclonagem

Como o CMT já utiliza uma bateria de hidrociclones fixa com 10 hidrociclones de 10 polegadas, e uma bateria móvel com 30 hidrociclones de 6 polegadas, nos quais se consegue aproveitar aproximadamente 90% do rejeito para ser usado na formação de praia e alçamento das barragens, optou-se por analisar a alternativa do adensamento e empilhamento do rejeito em formato de pilhas de estéril, utilizando-se esses hidrociclones.

Atualmente, o rejeito da flotação é hidrociclonado e o *underflow* fica em uma pilha controlada que, depois de um período de redução da umidade de 5 dias, é destinado para o alçamento da barragem.

Para verificar a possibilidade do material obtido no *underflow* ser empilhado foi realizado um teste denominado *slump test*, conforme esquematizado na **Figura 4.13**.



Fonte: Mosaic, 2020.

Figura 4.13 – Parâmetros adotados para realização do *Slump Test*.

Após a realização do teste, verificou-se que o material praticamente não se move ao retirar o cone (**Foto 4.2**), indicando portanto boas condições deste material ser empilhado. Contudo, testes geotécnicos se fazem necessários para confirmar esta opção. Além disso, a equipe do CMT irá estudar, em parceria com outra empresa, a possibilidade de formação de barragem empilhando o rejeito da flotação por hidrociclonagem e o *overflow* sendo direcionado para outro ponto da barragem para captação de água.



Fonte: Mosaic, 2020.

Foto 4.2 – Resultado do *Slump Test* do rejeito da flotação hidrociclonado (*underflow*) após 5 dias exposto no tempo sem chuva.

O estudo foi realizado somente para os rejeitos, visto que as lamas, por serem muito finas, não podem ser adensadas com hidrociclones.

4.2.2.6 Conclusões

Os testes realizados mostram que os rejeitos têm grande potencial para armazenamento em pilhas, dado que os resultados da filtragem em bancada, com hidrociclonagem e peneiramento apresentaram resultados satisfatórios. No entanto, os materiais obtidos no adensamento ainda estão em processo de análise geotécnica para constatar se, de fato, é possível empilhar o material.

Além disso, dado que na unidade de Tapira os rejeitos da flotação já estão sendo adensados por hidrociclonagem e utilizados no alçamento das barragens, sugere-se que o *underflow* desse processo seja empilhado. O *overflow* deverá ser enviado para o reservatório da barragem, para possibilitar a captação de água a ser reutilizada na usina de beneficiamento.

Quanto às lamas, em função de sua granulometria em que 50% do material é passante em 10 µm, as tecnologias disponíveis para separação sólido-líquido são bem limitadas. A baixa velocidade de sedimentação do material também inviabilizou o uso de espessadores, sendo necessário um volume muito alto de equipamentos e, mesmo assim, o produto a ser obtido ainda teria uma porcentagem razoável de água em sua composição, impossibilitando o empilhamento.

A tecnologia que se mostrou mais viável para as lamas foi o filtro-prensa, sendo possível obter um produto final com 25% de umidade. No entanto, o fabricante Andritz precisa averiguar a viabilidade de construção de equipamento com as dimensões e quantidades necessárias para atender o fluxo de lamas do CMT. Por fim, ainda é necessário estudar o empilhamento das lamas desaguadas, com relação a sua estabilidade geotécnica para assegurar a disposição segura.

A unidade do CMT continuará com seus estudos de tecnologias, no entanto, até o momento nenhuma das tecnologias analisadas mostrou-se eficaz e segura como alternativa a ser empregada ao invés de barragens. Sendo possível, entretanto, o aproveitamento parcial do rejeito grosso para alçamento de barragens e possível empilhamento controlado do mesmo após hidrociclonagem.

4.3 JUSTIFICATIVAS LOCACIONAIS

Assim como apresentado no estudo anterior, a justificativa locacional para o alçamento da barragem será comparada com a implantação de uma nova estrutura (BL-3). Este item visa então comparar a alternativa de alçamento com a implantação de nova barragem, ambas opções considerando a mesma tecnologia de disposição de rejeitos.

Determinou-se que a viabilidade ambiental e econômica deveria obedecer a alguns critérios, tais como minimizar a área diretamente afetada e conseqüentemente a supressão vegetal; aproveitar ao máximo a topografia existente de forma a reduzir ao máximo o consumo de energia e materiais; e empregar a tecnologia existente de modo a assegurar o equilíbrio entre a produtividade e riscos ambientais.

Com efeito, para esta avaliação, podem-se ponderar estes critérios da seguinte forma:

- Capacidade para acumulação ou disposição no reservatório; quanto maior, melhor;

- Significância do interesse ambiental a jusante (somatório de valores segundo a COPAM nº 62 e nº 87); quanto menor, melhor;
- Nível de ocupações humanas a jusante (somatório de valores segundo a COPAM nº 62 e nº 87); quanto menor, melhor;
- Segurança em termos de volume de acumulação (somatório de valores segundo a COPAM nº 62 e nº 87); quanto maior, melhor;
- Concentração de instalações a jusante (somatório de valores segundo a COPAM nº 62 e nº 87); quanto menor, melhor;
- Proximidade e facilidade de interligação à planta industrial; quanto mais próximo, melhor;
- Possibilidade de aproveitamento parcial de estruturas de disposição existentes ou de integração ao sistema existente; quanto maior, melhor;
- Supressão de vegetação na área de reservatório; quanto menor, melhor.

A **Figura 4.14** mostra a posição relativa da barragem BR atual e a **Figura 4.15** ilustra a posição relativa da futura barragem denominada de BL-3.

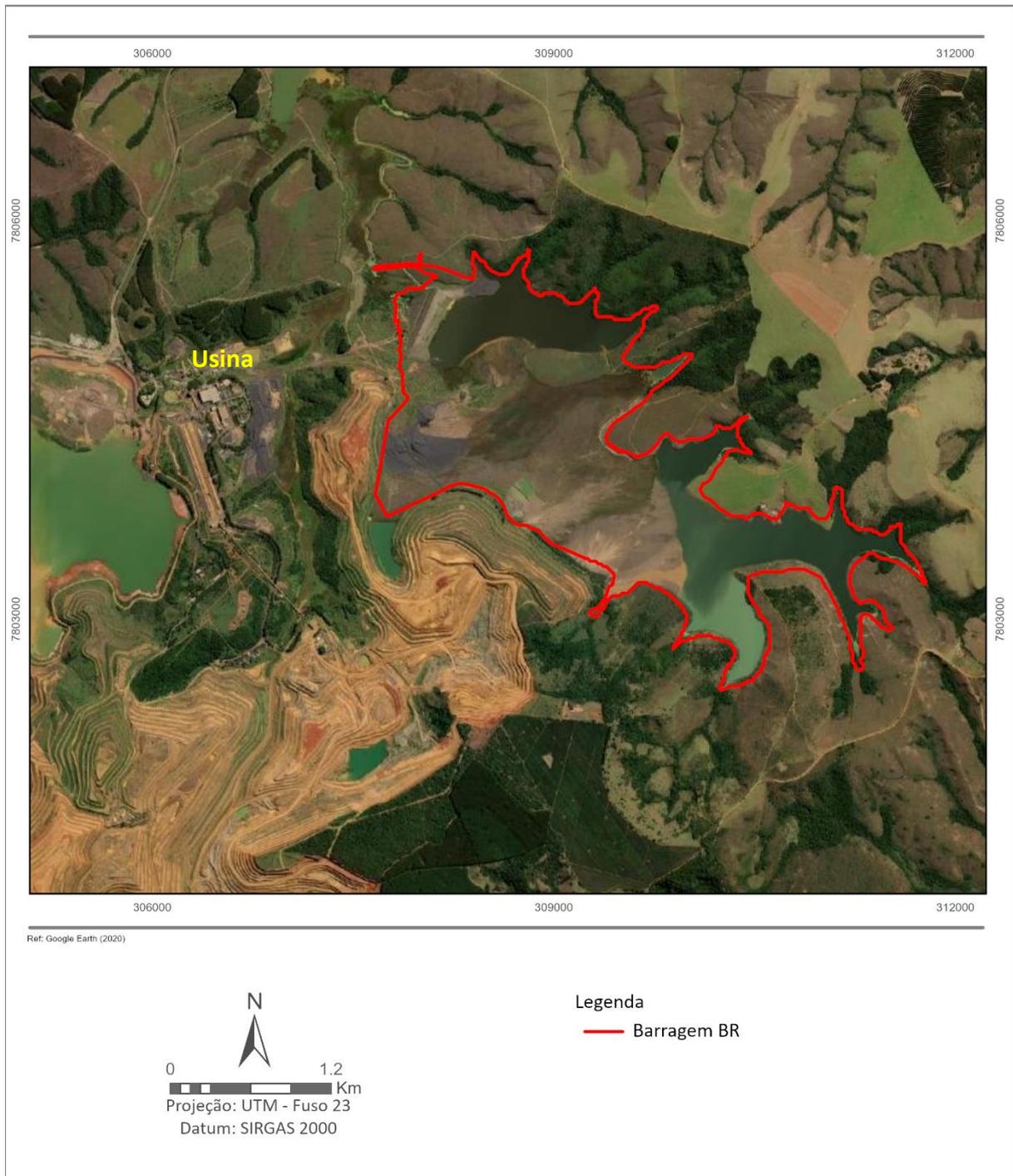


Figura 4.14 – Posição relativa da barragem BR.

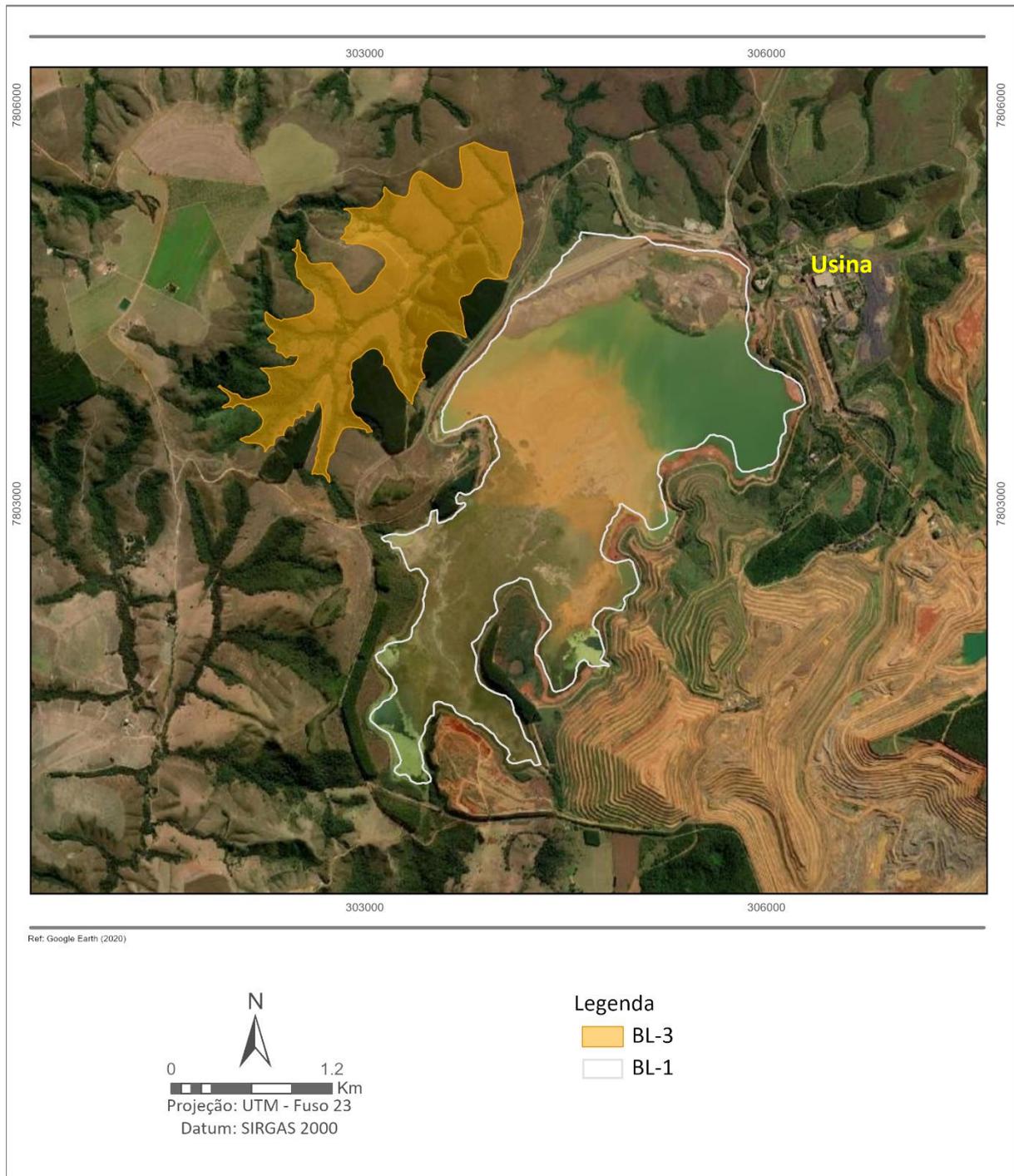


Figura 4.15 – Posição relativa da barragem BL-3.

É importante ressaltar que, ao altear uma estrutura já existente, consegue-se minimizar a possibilidade de interferência nos fluxos hídricos, além de reduzir significativamente a área de supressão vegetal.

Considerando esse cenário, a área diretamente impactada para o alçamento da barragem BR será, aproximadamente, 77 ha e, para o caso da BL-3, é aproximadamente 203 ha.

Para este estudo utiliza-se um estudo comparativo pormenorizado de vantagens e desvantagens entre a alternativa de alçamento de uma barragem e a construção de outra. O **Quadro 4.11** ilustra a matriz do estudo comparativo.

Quadro 4.11 – Matriz de estudo comparativo.

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO	
	Alternativa 1- Alçamento da Barragem BR	Alternativa 2- Construção de outra barragem
Maior capacidade para acumulação ou disposição no reservatório	2	2
Menor significância de interesse ambiental a jusante	2	2
Menor nível de ocupação humana a jusante	2	2
Menor concentração de instalações a jusante	2	2
Proximidade e facilidade de integração à planta industrial	3	1
Possibilidade de aproveitamento parcial de estruturas de disposição existentes ou de integração ao sistema existente	3	1
Menor desmatamento de vegetação nativa	3	1
Total	17	11

O resultado da matriz acima ilustra ser mais viável em termos técnicos, econômicos e ambientais, o alçamento da barragem BR quando comparado à construção de outra estrutura. Outras condições reforçam a escolha dessa alternativa, tais como:

a) Condição do meio físico local

O alçamento da barragem implica em um impacto menor, pois a maior parte de sua área já está antropizada.

b) Aspecto socioambiental

A área de supressão vegetal nativa é menor em relação à área de influência.

c) Aspectos de viabilidade econômica

A área necessária para alçamento está situada em área de propriedade da Mosaic Fertilizantes, não demandando aquisição de terras ou desapropriação de terceiros.

d) Aspectos técnicos operacionais e de segurança

As condições operacionais e de segurança serão as mesmas. Existe um sistema denominado de SIGBAR que permite gerenciar as informações de segurança das barragens utilizando as melhores práticas da engenharia.

5 CARACTERIZAÇÃO DO ALÇAMENTO DA BR

Como já mencionado, atualmente o maciço da Barragem de Rejeitos BR está na cota de 1.200 m. O projeto de alçamento prevê a instalação do maciço na cota de 1.210 m e uma borda livre de 6,10 m, ou seja, a ocupação do reservatório deverá atingir a cota de 1.203,9 m.

O **Quadro 5.1** apresenta um resumo com as principais características da barragem atual e em sua configuração futura.

A **Figura 5.1** ilustra imagem de satélite da atual situação da barragem e a **Figura 5.2** a seção transversal do maciço após o alçamento.

Quadro 5.1 - Características da Barragem de Rejeitos – BR.

Dimensões	Atual	Futura
Cota do maciço (m)	1.200	1.210
Método construtivo	Linha de centro	Linha de centro
Cota do N.A. máxima (m)	1.194	1.204
Largura da crista (m)	10	8
Cota da soleira do extravasor (m)	1.193	1.202
Altura do Maciço (m)	61	71
Área (ha)	426,22	501,86
Área a ser acrescida	75,64 ha	

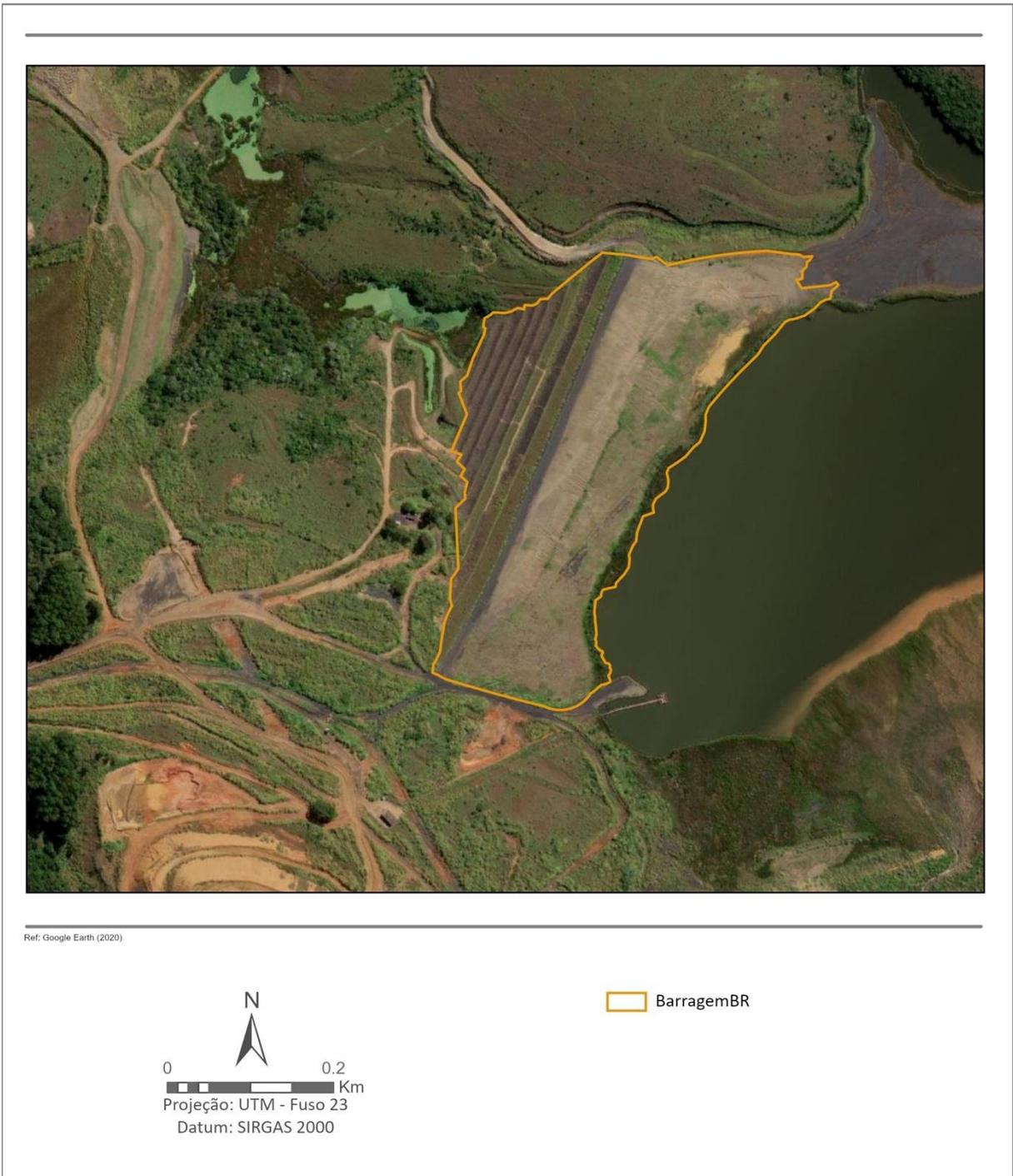
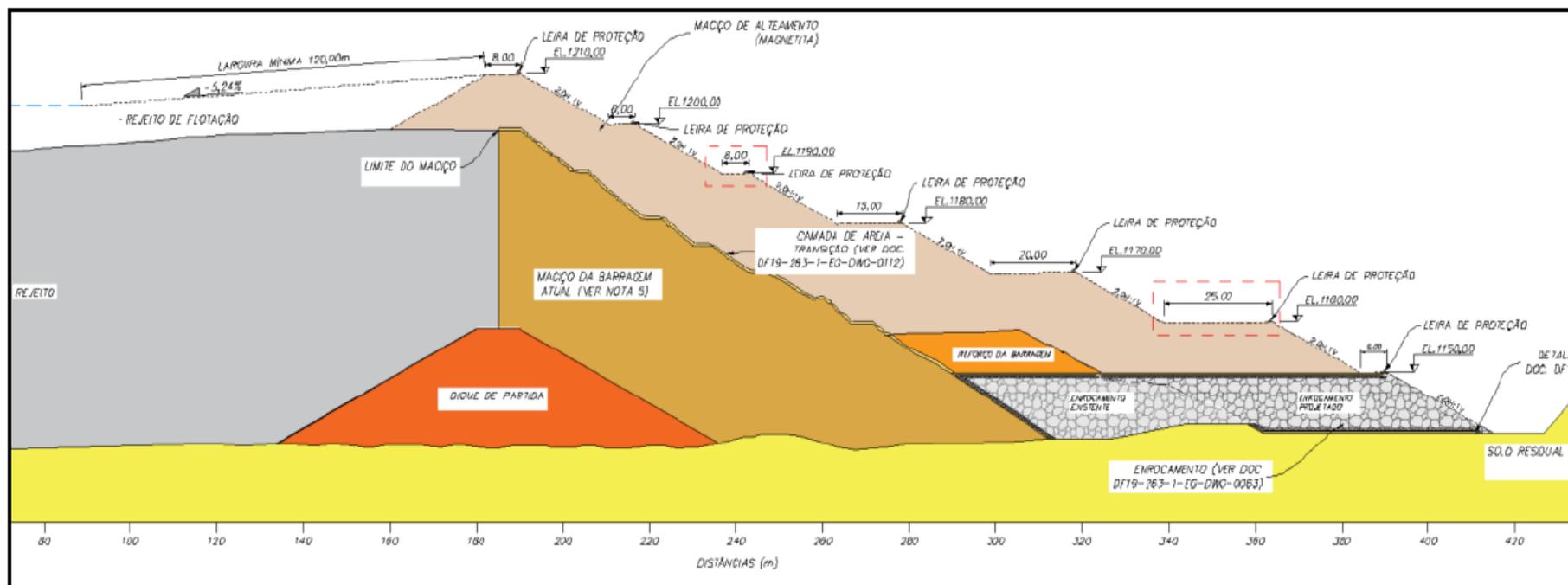


Figura 5.1 – Representação esquemática da situação atual da Barragem BR.



Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Figura 5.2 – Seção Transversal do maciço alteado na cota 1.210 m.

5.1 PROJETO DE ALÇAMENTO – COTA 1.210 M

Os projetos conceitual e detalhado foram elaborados pela empresa DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos, visando o alçamento do maciço em etapa única para a cota de 1.210 m.

Os projetos foram baseados em uma consolidação detalhada do histórico, sondagens, ensaios de laboratório e instrumentação existentes. Os dados foram tratados e consolidados estatisticamente. Foram levantados dados detalhados a respeito dos parâmetros drenados e não drenados. A drenagem interna dimensionada com base em análises de percolação e também da instrumentação existente. A drenagem superficial visando sempre a diminuição da percolação da água de chuva pelo maciço e também a diminuição dos processos erosivos nas ombreiras da barragem.

A seguir apresentam-se os principais aspectos técnicos considerados no projeto, sendo o projeto executivo apresentado na íntegra no **Anexo B**.

5.1.1 Parâmetros

Abaixo são apresentados alguns dos parâmetros do projeto de alçamento da Barragem BR:

Parâmetros Básicos do Projeto

- Alçamento do maciço será realizado em etapa única para a elevação 1.210 m;
- Método de alçamento a ser empregado será de Linha de Centro;
- Material utilizado para o alçamento: Magnetita.

Parâmetros Geométricos

- Largura mínima de berma: 5,0 m;
- Altura máxima entre bermas: 10,0 m;
- Inclinação da Berma: 2%, em declive de jusante para montante;
- Inclinação dos Taludes: 2H:1V.

5.1.2 Etapas de Alçamento

O alçamento do maciço em 10 metros, pelo método de linha de centro, será realizado em etapa única que, contudo, envolve uma série de outras atividades que serão desenvolvidas por etapas, conforme a **Figura 5.3**.

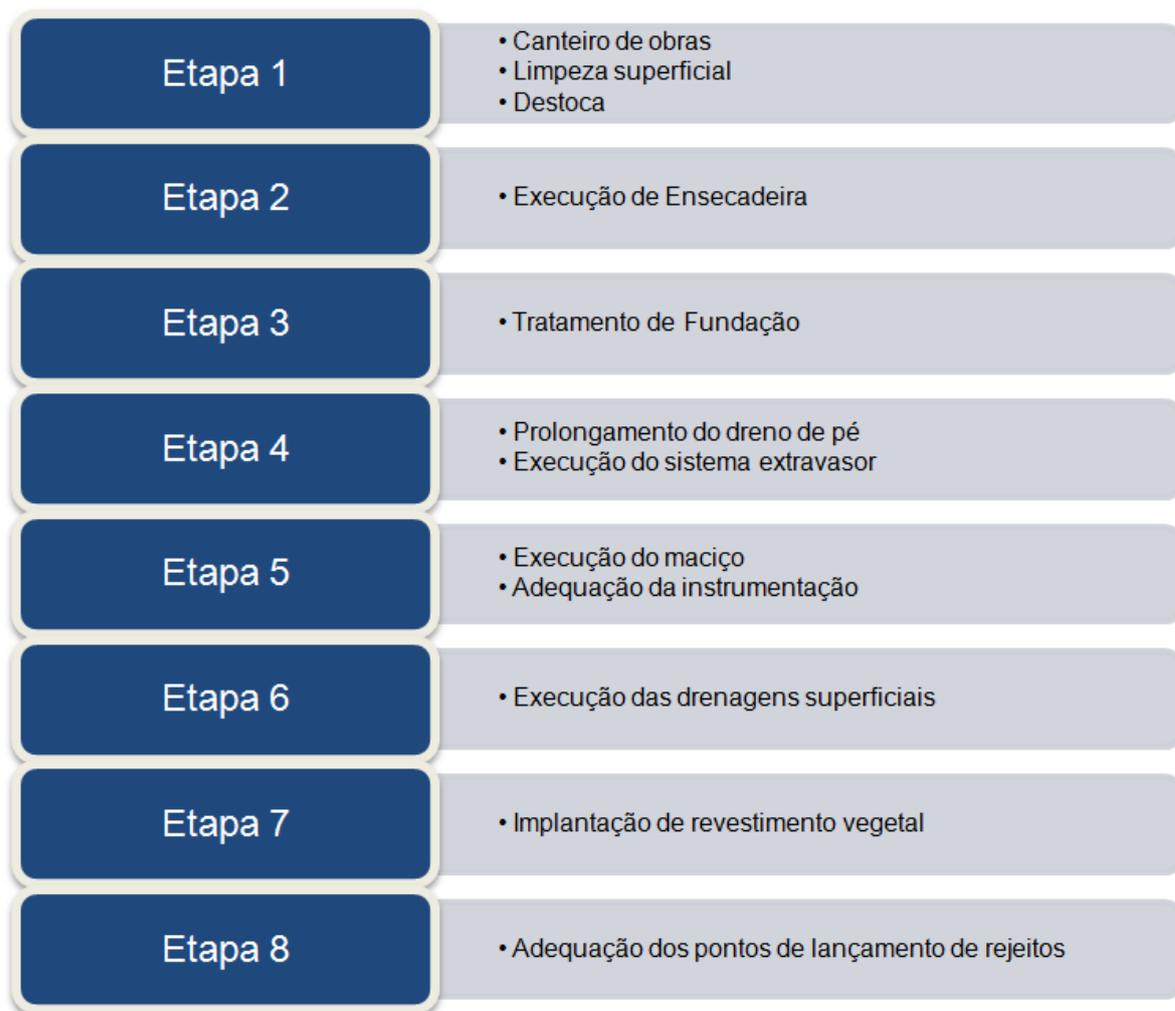


Figura 5.3 – Etapas de execução do alçamento da barragem BR.

O maciço deverá apoiar-se em terreno natural competente. O tratamento de fundação previsto consiste na remoção da vegetação arbustiva e limpeza de *topsoil* com espessura de até 30 cm.

Haverá a uma etapa de revegetação, conforme **Figura 5.4**, por se tratar de uma medida favorável à manutenção da estabilidade física da Barragem BR, uma vez que a implantação de uma camada de cobertura vegetal nos taludes de jusante fornece proteção contra a erosão superficial do maciço. Propõe-se o plantio de espécies herbáceas de rápido crescimento, capazes de proteger o solo contra a erosão e fornecer o aporte de nutrientes necessários ao substrato. A implantação da vegetação deverá ocorrer preferencialmente no início do período chuvoso.

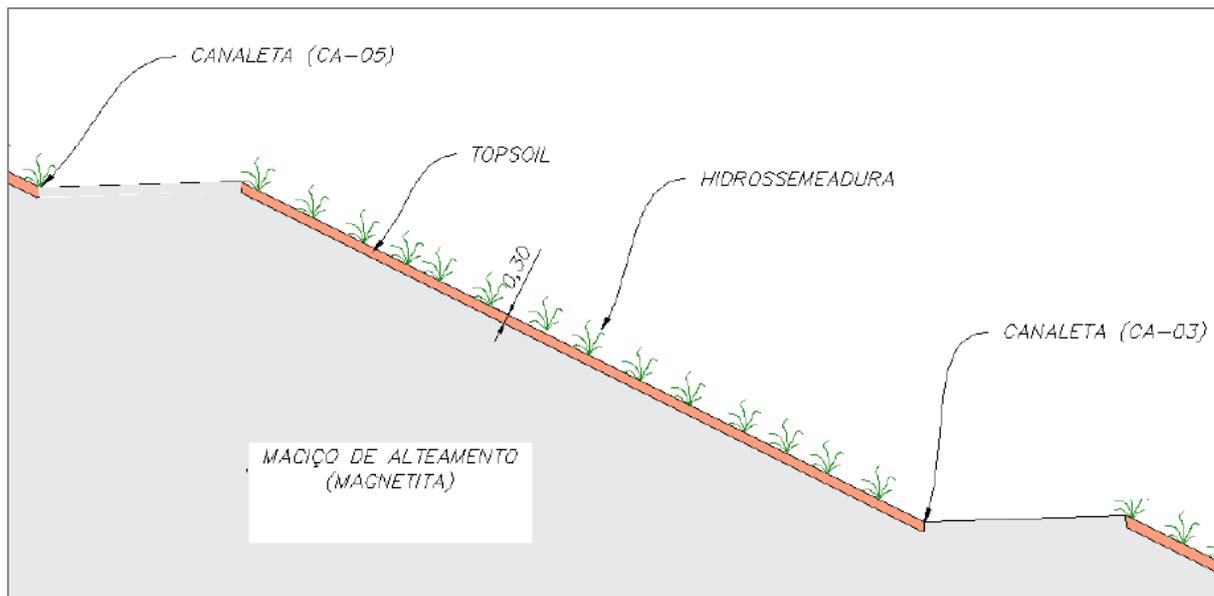


Figura 5.4 – Seção representativa do topsoil e hidrossemeadura projetados.

5.1.3 Infraestrutura

Para a implantação e operação do projeto de alçamento da Barragem BR, a Mosaic Fertilizantes irá disponibilizar uma área que servirá como apoio para a execução do alçamento da barragem.

Os itens a seguir descrevem as estruturas de apoio previstas para as etapas para execução do alçamento.

5.1.3.1 Canteiro de Obras

O canteiro de obras será constituído de unidades físicas que contemplem rede elétrica e adutora para fornecimento de energia elétrica e água à obra, escritórios, banheiros, refeitório, oficina, almoxarifado, laboratório de controle tecnológico e demais infraestrutura necessária ao bom andamento da obra, todos os itens atendendo às diretrizes das legislações vigentes.

5.1.3.2 Caminhos de Serviços

Além das estruturas físicas, a execução das obras também contará com a implantação de caminhos de serviços por onde transitarão os veículos responsáveis pelas atividades de destocamento e limpeza, remoção e estocagem de solo vegetal, cargas e transportes de solos, lançamentos, espalhamentos e compactação de solos, recargas e transportes de solos estocados, bem como das atividades de recuperação das áreas após a execução das obras.

5.1.3.3 Bota-fora

Os materiais considerados inadequados deverão ser separados e destinados para áreas de bota-fora, com os devidos cuidados para evitar danos às áreas e obras adjacentes.

5.1.4 Mobilização de equipe e equipamentos

Dentre os procedimentos prévios para a execução das obras está a etapa de mobilização da equipe e dos equipamentos de trabalho. Dentre os profissionais envolvidos no projeto, será fundamental a presença de equipe de topografia capacitada e equipamentos topográficos adequados para a locação e apoio à obra. Esta equipe irá dar apoio aos serviços de marcação de “offsets”, locação da elevação, escavações, aterros, locação de estruturas e vias de acesso, medição de materiais de empréstimo e o levantamento como construído (“as built”).

Na etapa de mobilização, os procedimentos necessários para garantir a boa execução da obra serão os seguintes:

- Transporte dos equipamentos, maquinários e materiais ao local da obra;
- Contratação ou deslocamento de mão de obra já contratada para o local da obra;
- Treinamento da mão de obra;
- Acomodação da mão de obra em alojamento, se necessário;
- Montagem de rede elétrica e adutora para fornecimento de energia elétrica e água à obra;
- Montagem do canteiro de obras, contemplando escritórios, banheiros, refeitório, oficina, almoxarifado, laboratório de controle tecnológico e demais infraestrutura necessária ao bom andamento da obra, sendo que estes itens deverão atender todas as diretrizes das legislações vigentes;
- Montagem do ponto de abastecimento de caminhão-pipa;
- Abertura de acessos ao canteiro e local da obra.

O **Anexo C** apresenta o quantitativo estimado para as diferentes etapas de implantação do projeto, incluindo equipamentos, equipe técnica e execução dos trabalhos.

5.2 ESTRUTURAS DA BARRAGEM

5.2.1 Parâmetros

Abaixo são apresentados alguns dos parâmetros para o dimensionamento das estruturas para o alçamento da BR:

Parâmetros de Dimensionamento de Estruturas

- Manutenção da vazão mínima residual a jusante da Barragem de Rejeitos BR de 428 m³/h durante o período de operação, conforme dados de Hidrosistemas/COPASA (1993);
- Vazão média de longo termo afluente à Barragem de Rejeitos BR de 1.471 m³/h, conforme dados de Hidrosistemas/COPASA (1993);
- Série de vazões afluentes obtida por meio de transformação chuva-vazão a partir de dados de estação pluviométrica próxima ao local do empreendimento;
- Captação de água no reservatório de 3.000 m³/h até 2027; após tal período, foi considerada a captação máxima possível durante o período de operação, visando suprir toda a necessidade da usina.

5.2.2 Aspectos Construtivos

5.2.2.1 Borda Livre

A borda livre de uma barragem corresponde a distância vertical entre o nível da água dos rejeitos e a crista do barramento, sendo um fator de segurança por garantir que não haverá transbordamento de material. No caso da BR, a borda livre adotada será de 6,1m.

5.2.2.2 Sistema Extravasor

O sistema extravasor é um dispositivo que garante a transferência segura de água do reservatório para jusante da barragem. A BR contará com uma torre extravasora com dissipação de energia devido à altura elevada da barragem. A torre do extravasor terá soleira no nível 1.202 m.

As bacias de dissipação são estruturas que efetuam a dissipação de energia através do conceito de ressalto hidráulico ou por impacto através de estruturas nela inseridas. No projeto do sistema extravasor da Barragem BR, adotou-se a bacia de dissipação por ressalto hidráulico, cujo objetivo essencial consiste em fixar a posição do ressalto e reduzir seu comprimento, além de proporcionar, evidentemente, uma adequada eficiência na dissipação de energia.

O canal de restituição, trecho a jusante da bacia de dissipação, deverá ser construído com blocos lançados de enrocamento de diâmetros de aproximadamente 0,40 m e espessura dos enrocamentos deve ser de 0,80 m.

5.2.2.3 Sistema de Captação de Água

A captação de água da barragem serve para realimentar a usina de beneficiamento, sendo a captação realizada por meio de balsa flutuante, que oferece flexibilidade de posicionamento, sem necessidade de obras na ocasião dos alçamentos da barragem.

Com o alçamento da barragem, a captação deverá ser mudada de posição, passando para a ombreira direita, próxima do emboque do canal extravasor.

5.2.2.4 Drenagem Superficial

A drenagem superficial tem como objetivo conduzir adequadamente o volume de escoamento formado sobre as bermas, taludes e em no terreno natural nas ombreiras do maciço e pelo acesso. Este sistema será composto por:

- Canais de ombreira (CO), situados nas ombreiras esquerda e direita, que foram projetados em concreto armado. Têm a função de coletar o escoamento das bermas e de parte do terreno natural nas ombreiras do maciço, evitando o escoamento no contato da estrutura com o terreno;
- Canaletas de bermas (CA), situadas nas bermas, com declividade longitudinal de 1% e projetadas em concreto armado, coletando as vazões dos taludes e bermas e conduzindo-as até os canais periféricos; e

- Sarjetas triangulares de concreto (STC), localizadas nos acessos e nas duas últimas bancadas da barragem, que terão a função de coletar as vazões escoadas pelos acessos, taludes e bermas e direcioná-las para um local adequado de descarte.

5.2.2.5 Drenagem Interna

A drenagem interna será constituída por:

- Prolongamento do dreno de pé existente;
- Dreno de contato entre o maciço atual e o maciço projetado;
- Prolongamento do dreno existente na obreira esquerda; e
- Dreno de contato entre o maciço projetado e o solo de fundação nas ombreiras.

No trecho do canal extravasor existente, localizado na ombreira direita, haverá a execução de um dique de fechamento em solo compactado. Este dique deverá possuir dreno inclinado de areia, colchão drenante e dreno de pé a jusante

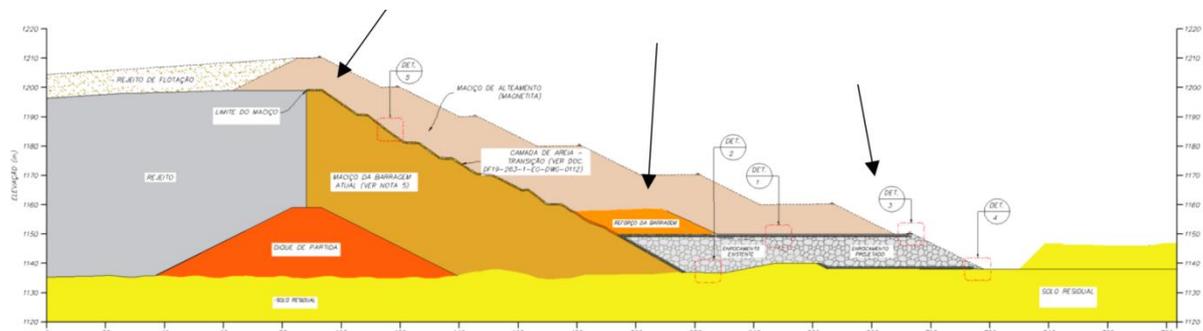


Figura 5.5 – Seção representativa da drenagem interna.

5.2.2.6 Canal de Lamas

O canal de lamas deve conduzir os rejeitos para lançamento dentro da barragem. Este canal terá seção geométrica trapezoidal escavado em solo (sem revestimento), com 3,0 m de base, 1,5 m de altura, declividade das paredes de 1H:1V e declividade longitudinal de 0,08%, conforme **Figura 5.6**.

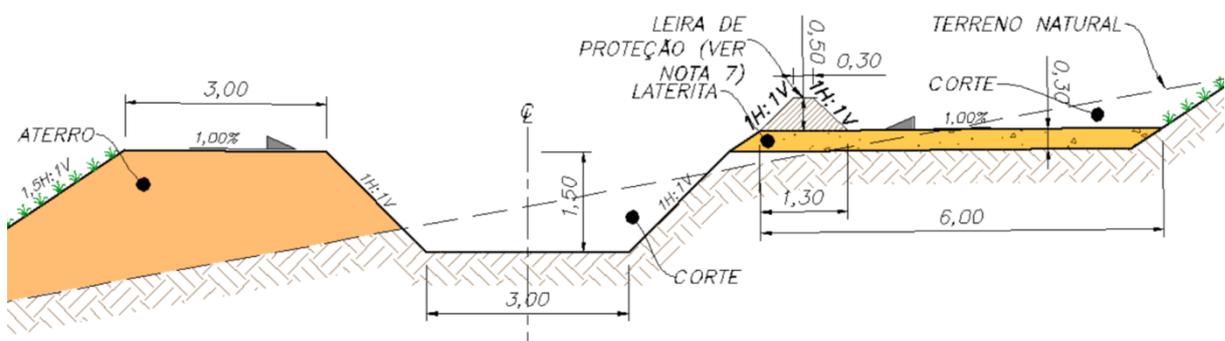


Figura 5.6 – Seção do canal de lamas.

5.2.2.7 Sistema de Instrumentação e Segurança

A barragem atualmente já conta com uma série de instrumentos para possibilitar o monitoramento da mesma. O sistema atual passará por algumas modificações, tais como:

- 14 indicadores de nível d'água existentes deverão ser prolongados;
- 3 indicadores de nível d'água existentes deverão ser mantidos;
- 2 indicadores de nível d'água existentes deverão ser desativados;
- 7 indicadores de nível d'água deverão ser instalados;
- 8 piezômetros do tipo Casagrande deverão ser prolongados;
- 6 piezômetros do tipo Casagrande deverão ser instalados;
- 1 piezômetro do tipo Casagrande deverá ser desativado;
- 8 marcos superficiais existentes deverão ser removidos;
- 3 marcos superficiais existentes deverão ser mantidos;
- 12 marcos superficiais deverão ser instalados;
- 2 medidores de vazão existentes deverão ser demolidos;
- 2 medidores de vazão deverão ser instalados;
- 1 régua linimétrica existente deverá ser removida;
- 1 régua linimétrica deverá ser instalada.

5.3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

A metodologia operacional a ser adotada para a disposição dos rejeitos será o lançamento dos rejeitos através do canal de lamas em uma elevação de 1.208 m, ou seja, 2 metros abaixo da crista da barragem e quase 4 m acima do nível de água máximo para possibilitar a sedimentação dos rejeitos.

5.3.1 Parâmetros

Abaixo são apresentados alguns dos parâmetros operacionais a serem adotados com o alçamento da Barragem BR:

Parâmetros Operacionais

- Percentual de sólidos na polpa 6,6%;
- Índice de vazios do rejeito depositado igual a 1,0;
- Densidade dos grãos igual a 3,2 t/m³;
- A taxa de geração de rejeito foi considerada constante ao longo da operação da Usina e foi adotada como o volume máximo a ser produzido de acordo com o LOM (*Life of Mining*), fornecido pela Mosaic, de 5.679.887 t/ano, referente ao ano de 2057;
- Declividade da superfície de rejeitos: 0,2% para a praia de rejeitos e 0,7% para o trecho submerso;
- Lançamento de rejeitos a partir do Canal de Lamas elaborado no projeto de alçamento (ver desenhos DF19-263-1-EG-DWG-0075 a DF19-263-1-EG-DWG-0086);
- Ponto de lançamento considerado na saída do Canal de Lamas, projetado para condução da polpa até o reservatório, com lançamento na elevação 1.208 m;

- Elevação da superfície de rejeitos limitada à elevação 1.210 m, correspondente à elevação do projeto de alçamento;
- Elevação da soleira do vertedouro posicionada na elevação 1.202 m, 8 m abaixo da crista da barragem;
- Após a água atingir o volume máximo do reservatório (NA na elevação 1.202,00 m), os volumes afluentes ao reservatório são considerados como vertidos pelo sistema extravasor, independente do volume;
- Taxa de assoreamento do reservatório igual a 289,15 m³/ha/ano, considerando os sedimentos provenientes da área da bacia hidrográfica de contribuição, correspondente à 14,86 km²; com exceção do espelho do reservatório, que não gera sedimentação.

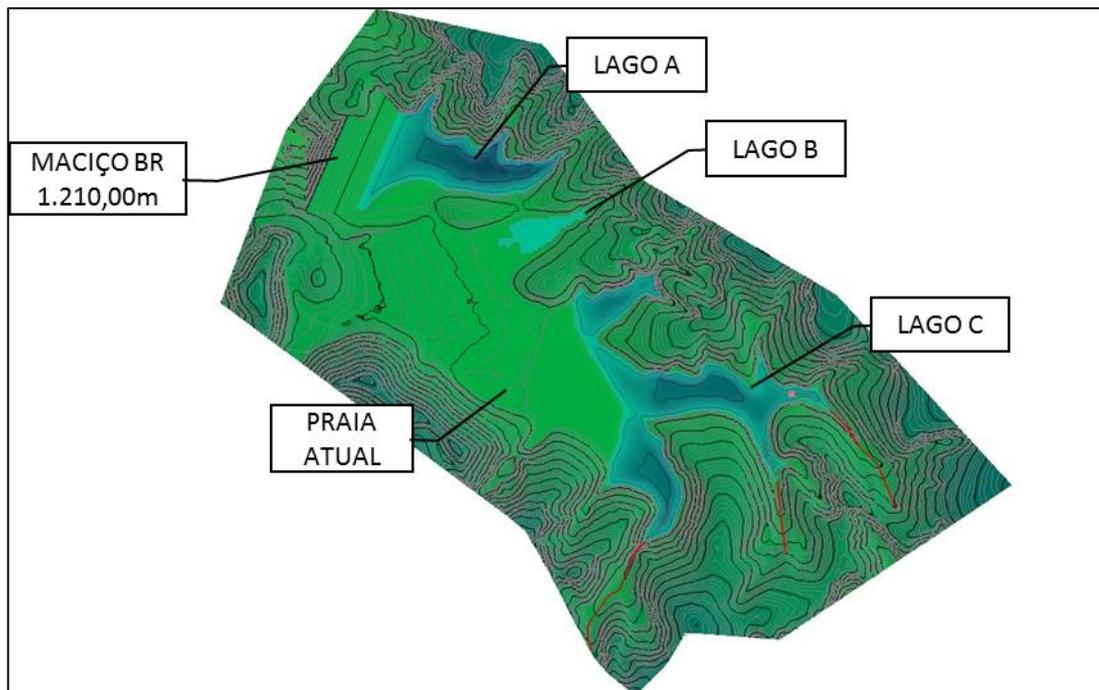
5.3.2 Lançamento de Rejeitos

O estudo de disposição dos Rejeitos foi realizado pela DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos. Seus resultados foram apresentados em junho de 2020, no relatório DF19-263-1-EG-RTE-0002. No estudo foi projetada uma superfície da praia de rejeitos esperada ao longo da ocupação do reservatório, de modo a compreender a sedimentação do rejeito ao longo da operação da Barragem BR.

A sedimentação do material se dá desde o ponto de lançamento até o fundo do lago formado pelo barramento, formando-se assim uma superfície de rejeitos emersa, denominada praia de rejeitos.

Conforme apresentado no relatório, a sedimentação do rejeito no reservatório é função das características geotécnicas do material aliadas às condições hidráulicas do lançamento dos efluentes e, portanto, a definição da formação de rejeitos da disposição deve levar em consideração a caracterização do material a ser disposto.

A superfície de rejeitos foi obtida por meio de simulação com os softwares RIFT TD, desenvolvido pela Rift Software, e Civil 3D, desenvolvido pela AutoDesk, para obtenção do modelo digital do terreno a partir da topografia e da batimetria fornecidas pelo software. Na **Figura 5.7** é apresentado um modelo digital da superfície de rejeito no reservatório, obtido com o RIFT TD.

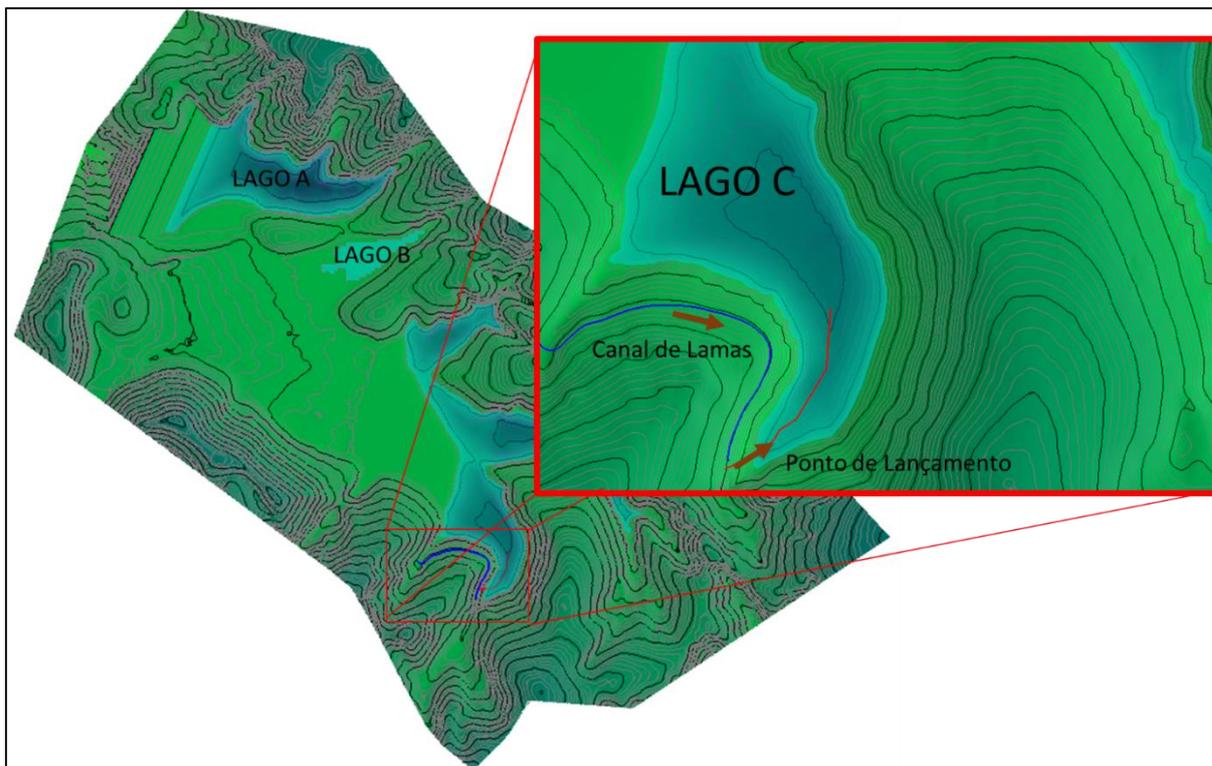


Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Figura 5.7 – Modelo digital de terreno já com o maciço na elevação 1.210,0 m (software RIFTTD).

Para realizar a análise de disposição de rejeito no reservatório, foram utilizados dados dos ângulos de disposição do material da Barragem BL1, que atualmente recebe o material fino proveniente da operação da planta, o qual passará a ser disposto no reservatório da Barragem BR.

A superfície do rejeito depositado foi projetada a partir do ponto de saída do Canal de Lamas, no ponto de melhor aproveitamento volumétrico do reservatório. A **Figura 5.8** apresenta a localização do Canal de Lamas projetado.



Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Figura 5.8 – Canal de Lamas (azul) e alinhamento da projeção do rejeito no reservatório (vermelho).

Com base nos resultados obtidos, observou-se que o reservatório comporta $42,36\text{Mm}^3$ de sólidos afluentes ao longo de 12 anos de operação, com rejeitos sendo lançados de outubro/2027 até outubro/2039. Desse montante, tem-se $38,21\text{Mm}^3$ de rejeitos adensados e $4,15\text{Mm}^3$ de sedimentos provenientes do terreno no entorno da estrutura.

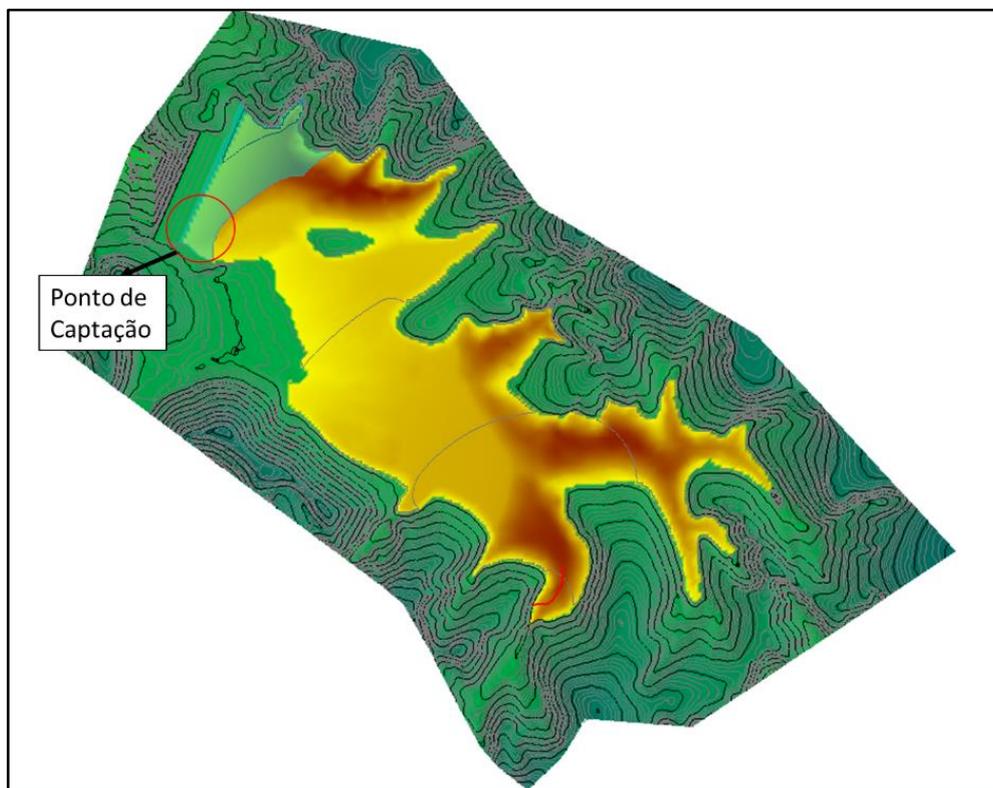
5.3.3 Captação de Água

A análise de captação de água no reservatório foi realizada por meio de estudo do balanço hídrico na barragem, realizado pela DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos, que possibilitou prever a relação esperada entre os volumes afluentes (entrada no sistema) e efluentes (saída do sistema) no reservatório da Barragem BR.

Os volumes afluentes de água são provenientes da precipitação sobre a bacia de contribuição, volume de rejeitos lançados e sedimentos depositados. Os volumes afluentes considerados são os necessários à restituição da vazão residual e de captação para a utilização da planta de beneficiamento. Ambos, afluentes e efluentes, foram obtidos de dados secundários.

A partir dos dados de entrada e saída de água no sistema, a simulação do balanço hídrico do reservatório da barragem de rejeitos foi realizada com o auxílio do programa computacional *GoldSim*. Foram realizadas duas análises frente ao bombeamento de água do reservatório para utilização na Usina, sendo uma no período de pré-operação (2020-2027) e outra no período de operação (2027-2039).

O reservatório apresentou disponibilidade hídrica para o período de pré-operação a uma vazão constante de 1.000 m³/h, valor obtido por meio de tentativas nas simulações. Já para o período de operação da barragem para retenção de rejeitos, no qual tem-se uma afluência de água de aproximadamente 9.000 m³/h (78,61 x 10⁶ t/ano), o reservatório apresentou disponibilidade hídrica, não tendo problema na captação dessa vazão para a Usina.



Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Figura 5.9 – Ponto de captação de água.

5.3.4 Manutenção da Praia de Rejeitos

A praia de rejeitos deve manter uma largura mínima de 120 m. Este valor foi definido em função de análises de percolação e estabilidade da estrutura.

Para garantia e manutenção da largura mínima de praia, poderá ser necessário a regularização da praia através de equipamentos. Não há necessidade de compactação deste material.

5.3.5 Acessos

Para garantir acesso de veículos leves a todas as bermas, haverá a implantação de acessos intermediários interligados ao acesso pela ombreira esquerda, até próximo do pé da estrutura.

Pela ombreira direita haverá um acesso a partir da crista que interligará o acesso existente adjacente na ombreira direita.

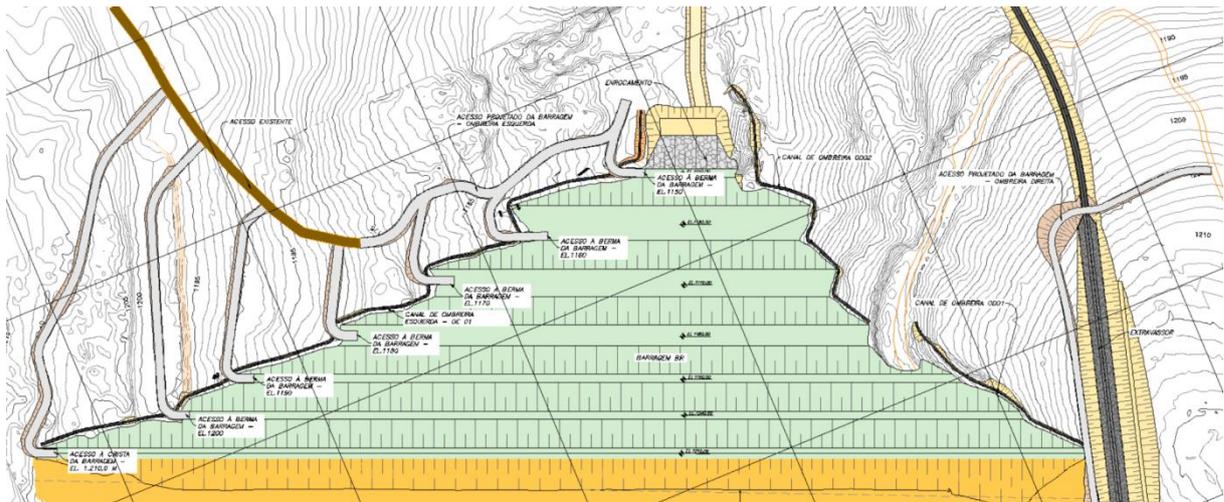


Figura 5.10 – Localização dos acessos projetados.

5.4 SEGURANÇA DA BARRAGEM

A segurança de uma barragem está relacionada aos aspectos de projeto, construção, instrumentação, inspeção, operação e manutenção. Na fase de projeto, é indispensável que seja feita uma investigação geotécnica da área, considerando principalmente a geologia local e o estudo sísmico da região. Sendo assim, todos os relatórios técnicos ou os memoriais descritivos dos projetos apresentam as análises de estabilidade realizadas, desde o dique inicial até o alçamento para cota 1.210 m.

Para as análises de Percolação e Estabilidade, foi elaborado um modelo computacional baseado nas investigações geológico-geotécnicas e parâmetros geotécnicos. O modelo computacional utilizou o software *Slide* da empresa *Rocscience*. O modelo levou em consideração os estudos de percolação e estabilidade calibrados através da instrumentação existente na BR e o histórico de leituras realizadas ao longo dos dois últimos anos.

Foram analisadas 6 seções para verificar a estabilidade e percolação da barragem. Além disso, simularam-se diversas situações de condição drenada e não-drenada, além de simular efeito sísmico. O **Quadro 5.2** apresenta os resultados obtidos de Fator de Segurança (FS) para cada situação por seção.

Quadro 5.2–Análise de percolação e estabilidade por seção para BR na cota 1.210 m.

Condição da análise		Fator de Segurança (FS)						
		Seção A-A'	Seção B-B'	Seção C-C'	Seção D-D'	Seção E-E'	Seção F-F'	
Rejeito com parâmetros de resistência drenada	FS mínimo NBR 13.028/2017	1,5						
	FS mínimo adotado – EL. 1210,0 m	1,5						
	FS obtido	Circular	1,82	2,07	2,05	2,04	1,91	1,96
		Não circular	1,77	2,05	2,06	2,04	1,92	2,00

Condição da análise		Fator de Segurança (FS)						
		Seção A-A'	Seção B-B'	Seção C-C'	Seção D-D'	Seção E-E'	Seção F-F'	
Rejeito saturado com resistência não drenada de pico $Su_{(pico)}/\sigma'_v$	FS mínimo NBR 13.028/2017	1,3						
	FS mínimo adotado – EL. 1210,0 m	1,5						
	FS obtido	Circular	1,82	2,07	1,97	1,89	1,77	1,96
		Não circular	1,77	2,05	1,97	1,90	1,78	2,00
Rejeito saturado com resistência não drenada liquefeito $Su_{(pico)}/\sigma'_v$	FS mínimo NBR 13.028/2017	1,10						
	FS mínimo adotado – EL. 1210,0 m	1,25						
	FS obtido	Circular	1,82	2,09	1,28	1,26	1,32	1,96
		Não circular	1,88	2,10	1,28	1,25	1,28	2,00
Rejeito saturado com resistência não drenada de pico com sismo $Su_{(pico)}/\sigma'_v$	FS mínimo NBR 13.028/2017	1,10						
	FS mínimo adotado – EL. 1210,0 m	1,10						
	FS obtido	Circular	1,37	1,51	1,40	1,34	1,28	1,44
		Não circular	1,33	1,50	1,40	1,33	1,29	1,49

Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Observa-se que em todas as seções o fator de segurança atingido foi superior ao preconizado pelas normas brasileiras.

Para mitigar o modo de falha de liquefação dos rejeitos de magnetita, a DF+ propôs:

- Manter a geometria do maciço que garanta um FS_{\min} de 1,25, para todas as seções instrumentadas nas análises de estabilidade mobilizando a resistência liquefeita dos materiais;
- Execução de aterro experimental utilizando o rejeito de magnetita, com o intuito de mostrar que é possível controlar a densidade deste material e atingir graus de compactação mínimos exigidos pela especificação técnica construtiva.

Ressalta-se que o FS_{\min} de 1,25 é superior ao mínimo recomendado no Termo de Referência para Descaracterização de Barragens Alteadas Pelo Método de Montante, SEMAD/FEAM nº 2781 de 21 de março de 2019 (valor recomendado de 1,1).

5.5 MELHORIAS DE PROJETO

Este item se propõe a analisar as principais diferenças entre o projeto anteriormente apresentado para o alçamento até a cota 1.205 m e o atual projeto para alçamento da crista para cota 1.210 m. Foram implementadas melhorias no projeto de alçamento da Barragem BR para a elevação 1.210 m em termos de otimização de ocupação do reservatório,

estabilidade física, segurança hidráulica e impactos ambientais em comparação ao projeto anterior de alçamento que foi elaborado para a elevação 1.205 m.

As legislações vigentes na época da elaboração de cada projeto eram distintas e as premissas de projeto não foram as mesmas. Desta forma, ressalta-se que o projeto elaborado anteriormente atende aos conceitos técnicos e as premissas estabelecidas na época para execução de projeto em nível detalhado de alçamento.

Foi elaborado o plano de ocupação do reservatório através do lançamento de rejeitos de lamas + finos. Simularam-se vários pontos de lançamento em diversas elevações, porém todas abaixo da elevação da crista (1.210 m), para garantir a máxima ocupação do reservatório sem interferir com a soleira do extravasor e garantindo a vazão mínima a ser captada do reservatório para recirculação do processo industrial através de um balanço hídrico.

Outra premissa do estudo, foi de garantir um lago único para a estrutura, retirando o seccionamento existente atualmente.

A Área Diretamente Afetada (ADA) resultante apresentou um menor impacto do que o projeto anterior (alçamento 1.205 m). Os fatores preponderantes foram não realizar um estudo hidrostático (como realizado para a cota 1.205 m), a alteração do material para rejeito grosso e de lamas + finos, e o ponto de lançamento nunca ser superior à elevação da crista (1.210 m), sendo que o projeto anterior possuía lançamento em pontos superiores a 1.220 m.

Outra premissa de extrema importância para uma menor área alagada, se deve à alteração do tipo de rejeito acumulado, onde o rejeito de lamas + fino apresenta uma granulometria mais fina e, com isso, ângulos de disposição mais suaves, garantindo assim uma ocupação mais homogênea do reservatório. Ademais, foram avaliados diversos pontos de lançamento com elevações que não ultrapassassem a elevação da crista (1.210 m) e foi escolhida a alternativa que apresentou o maior volume de reservatório.

As melhorias que foram implementadas no maciço em relação ao projeto anterior foram: aumento da largura das bermas intermediárias; drenagem superficial ao longo de todo o talude de jusante; acessos por ambas as ombreiras; análises de estabilidade para atendimento à condição liquefeita; dimensionamento do dreno de pé considerando o maciço em sua elevação final (crista na cota 1.230 m).

Houve melhorias significativas no projeto de alçamento da Barragem BR, que visaram, dentre outros aspectos, aumentar a segurança física da estrutura em termos de estabilidade geotécnica, a segurança frente à passagem de cheias decamilenares e diminuir o impacto ambiental durante a implantação do projeto.

A seguir apresentam-se as diferenças entre os projetos. Pode-se observar que o projeto contempla as melhores práticas de engenharia, tanto estruturais, quanto de disposição de rejeitos, e atende as legislações mais atuais no âmbito da engenharia de barragens.

Quadro 5.3–Comparativo entre as análises de estabilidade para os projetos.

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
O relatório executivo do projeto não apresenta uma consolidação detalhada do tratamento dos	Como parte do projeto executivo de alçamento, foram levantados todos os dados existentes de investigações geotécnicas anteriormente

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
dados (Instrumentação existente e Parâmetros Geotécnicos) apresentados e utilizados.	realizadas, histórico da barragem, Instrumentação existente e análise da mesma dos últimos três anos.
Análise sucinta do rejeito do reservatório, não distinguindo o rejeito de flotação, da magnetita do maciço, com relação ao potencial de liquefação de ambos.	Análise detalhada da susceptibilidade à liquefação, tanto do rejeito do reservatório quanto da magnetita do maciço, através das metodologias mais usuais e atuais, analisando sondagens SPT, curva granulométrica, sondagens CPTu e ensaios triaxiais do material.
Considerou-se apenas a parcela a montante do maciço com susceptibilidade a liquefação.	A partir da verificação acima relatada, concluiu-se que tanto o rejeito de flotação barrado no reservatório, quanto a magnetita do maciço são susceptíveis a liquefação.
Parâmetros de resistência drenados adotados de forma sucinta, não sendo explicitadas nem apresentadas as curvas tensão deformação ou trajetória de tensões.	Parâmetros de resistência adotados com base nos ensaios triaxiais adensados não drenados existentes, correlações existentes e mais atuais com as sondagens SPT e CPTu, trabalhadas estatisticamente e adotando os resultados do primeiro quartil.
Parâmetros de resistência não drenados de pico não apresentados, e liquefeito adotado de forma aproximada, não havendo tratamento de dados.	Parâmetros de resistência não drenados, tanto de pico quando liquefeito, adotados através de correlações com ensaios CPTUs e SPT, tratamento de dados estatísticos, com adoção do primeiro quartil.
Não foi verificada a estabilidade da barragem para a condição atual utilizando os parâmetros levantados.	Foram realizadas análises de estabilidade da barragem para a condição atual utilizando tanto parâmetros de resistência drenados como também parâmetros não drenados de pico, tanto para o rejeito do reservatório como para o maciço de magnetita.
Análises de estabilidade verificadas apenas para três seções (C, E e F), sendo a E central e a C e F, de ombreiras.	Análises de estabilidade verificadas para 6 seções transversais, perfazendo o maciço em seções centrais e de ombreira, inclusive seções acima da elevação 1200 m (atual).
Análise simples da percolação para a seção E, não detalhando a instrumentação, condições de contorno utilizadas, linha freática ou carga piezométrica obtidas.	Análise completa da percolação na seção central, detalhando as condições de contorno adotadas com base na instrumentação existente e visitas de campo, critérios de utilização da instrumentação existente, apresentação das cargas piezométricas obtidas, linhas de fluxo e linha freática.
Condições de estabilidade verificadas: <ul style="list-style-type: none"> • Condição drenada, de longo termo, com percolação normal; 	Condições de estabilidade verificadas: <ul style="list-style-type: none"> • Rejeito de flotação do reservatório e magnetita do maciço com parâmetros de resistência drenada;

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
<ul style="list-style-type: none"> • Condição drenada, de longo termo, com obstrução parcial do sistema de drenagem interna; • Condição não drenada; • Condição o não drenada, pseudo-estática. <p>Nota 1: O projeto para a EL. 1.205 m considerou que a drenagem interna da Barragem BR estava tal qual o seu projeto executivo inicial.</p> <p>Nota 2: Sismo horizontal: 0,05g Sismo Vertical: 0,03g</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rejeito de flotação do reservatório e magnetita do maciço com resistência não drenada de pico $Su(\text{pico})/\sigma'v$; • Rejeito de flotação do reservatório e magnetita do maciço saturados com resistência não drenada liquefeito $Su(\text{liq})/\sigma'v$; • Rejeito de flotação do reservatório e magnetita do maciço saturados com resistência não drenada de pico com sismo $Su(\text{pico})/\sigma'v$. <p>Nota 1: A partir da análise e avaliação das sondagens executadas, não foram encontrados indícios suficientes para garantir que o sistema de drenagem interna da Barragem BR foi executado tal qual o seu Projeto inicial o apresenta. Com isso, não foi considerada, nas análises de estabilidade, a drenagem interna, sendo isso, portanto, a favor da segurança do projeto apresentado.</p> <p>Nota 2: O sismo adotado foi baseado na metodologia indicada na ANM 70.389/2017. Com isso, os valores encontrados foram os seguintes: Sismo horizontal: 0,10g Sismo Vertical: 0,06g</p>
<p>Análise de estabilidade com parâmetros de resistência não drenados de pico não realizada.</p>	<p>Análise de estabilidade com parâmetros de resistência não drenados de pico apresentadas para todas as seções geológico-geotécnicas levantadas.</p>
<p>Análise de estabilidade com parâmetros de resistência não drenados liquefeitos realizados apenas para o material pertencente a metade da porção do maciço em direção a montante do reservatório.</p> <p>Obs.: Adoção de $Su(\text{liq})/\sigma'v$ igual a 0,10.</p>	<p>Análise de estabilidade com parâmetros de resistência não drenados liquefeitos realizados, adotando tanto o maciço de magnetita, quanto o rejeito do reservatório como susceptíveis à liquefação.</p> <p>Obs.: Adoção de $Su(\text{liq})/\sigma'v$ para o rejeito do reservatório igual a 0,08 e para a magnetita do maciço igual a 0,06.</p>
	<p>Não há ainda nenhuma normativa que indique o fator de segurança mínimo a ser utilizado para o dimensionamento de maciços nesta condição, apenas o Termo de Referência Para Descaracterização de Barragens Alteadas pelo Método de Montante, SEMAD/FEAM n° 2781 de 21 de março de 2019, que indica um valor</p>

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
	mínimo de 1,1 para estruturas em processo de descaracterização, mesmo não sendo alteada por montante. No entanto, a Mosaic, com o intuito de mitigar o modo de falha de liquefação com maior conforto, estabeleceu como premissa a adoção do fator de segurança mínimo de 1,25.

Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Quadro 5.4–Comparativo da drenagem interna para os projetos.

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
<ul style="list-style-type: none"> • Dreno tipo sanduíche no canal extravasor atual, a jusante do eixo da barragem ao cruzá-lo; • Dreno tipo sanduíche, para continuidade do dreno existente na saída da galeria extravasora desativada, na ombreira esquerda da barragem e próxima da sua base; • Dreno tipo sanduíche ao longo de todo o contato entre o pé de jusante e o terreno natural. <p>Nota 1. Atualmente, este sistema de drenagem interna seria inexecutável, devido à obra de reforço na estrutura executada em 2019.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A drenagem interna proposta para a Barragem BR é constituída pelo prolongamento do dreno de pé existente; • Dreno de contato com 50 cm de espessura em areia no contato do maciço projetado com as ombreiras, na porção de jusante até a elevação 1.185 m; • No contato do maciço de magnetita atual com o projetado, foi também proposta a execução de 30 cm de uma camada de areia, com o objetivo de servir como filtro e também como material de transição; • Prolongamento do dreno sanduíche existente na ombreira esquerda.
Não foi especificado como se deu o dimensionamento da drenagem interna.	<p>Dimensionamento da drenagem interna realizado por meio das análises de percolação e leituras da instrumentação existente.</p> <p>Dimensionamento da drenagem interna elaborado considerando o alçamento máximo previsto para a estrutura (EL. 1.230 m).</p>

Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Quadro 5.5–Comparativo da drenagem superficial para os projetos.

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
Não são previstas obras de drenagem superficial na área de alçamento da barragem, a ser executado com magnetita.	São previstas canaletas para drenagem superficial, padrão DNIT, em todas as bermas do novo maciço, dimensionadas hidrologicamente de acordo com as chuvas de projeto indicadas nas legislações vigentes.

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
As bermas deverão ser horizontais na direção longitudinal e ter caimento transversal, no sentido do pé do talude de montante.	As bermas deverão ser horizontais na direção longitudinal e ter caimento transversal, no sentido do pé do talude de 1 a 3%, dificultando a infiltração e escoando a água para as canaletas de berma que devem ter caimento longitudinal igual a 1%.
No encontro do maciço de magnetita com o terreno natural, nas ombreiras, também prevê-se apenas pequenas valetas no terreno natural, dando continuidade à direção das linhas das bermas, e que auxiliarão no manejo da água.	No encontro do maciço de magnetita com o terreno natural são previstos canais de ombreira em concreto armado, dimensionados hidraulicamente, denominados “canal da ombreira esquerda” e “canal da ombreira direita”, com o intuito de drenar toda a água proveniente das canaletas de berma, melhorando assim o escoamento pelo maciço e dificultando o surgimento de erosão nas ombreiras da barragem.
Nas laterais aterradas do canal extravasor, no seu trecho rápido, deverão ser instaladas lombadas com o solo argiloso, direcionando o fluxo das águas de superfície para dentro do próprio canal.	Ao longo das bermas de corte do canal extravasor, foi projetado drenagem superficial com canaletas concretadas padrão DNIT, com o intuito de escoar a água e dificultar o processo de erosão nos taludes.
-	De modo a dificultar a erosão nas ombreiras decorrentes do fluxo difuso ou concentrado devido à construção dos acessos, foi prevista a drenagem superficial em todos os acessos projetados com canaletas concretadas, padrão DNIT.

Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Quadro 5.6–Comparativo do sistema extravasor para os projetos.

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
O canal será escavado em solo, com emboque na cota 1200,5 m, comprimento de 560 m, base com 4 m de largura, taludes com inclinação de 1V:1H, declividade longitudinal pouco inferior a 0,1%, com desemboque na transição para a escada em degraus na cota 1200 m.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Extravasor (Canal de Aproximação) – Canal escavado com seção trapezoidal e revestimento em concreto projetado; • Sistema Extravasor (Canal Rápido) – Canal em seção retangular com revestimento em concreto armado; • Sistema Extravasor (Bacia de Dissipação) – Trecho em seção retangular com revestimento em concreto armado; • Sistema Extravasor (Canal de Restituição) – Trecho em seção trapezoidal com revestimento em enrocamento.

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
<p>Caso sejam “cortados” veios de quartzitos pelo novo canal, há o risco de que ocorram infiltrações mais significativas da água que passa pelo leito do canal no terreno natural da ombreira, podendo provocar alterações na estabilidade da encosta, à semelhança do que já foi observado para o canal atual. Assim, pode vir a ser necessária a impermeabilização com concreto, de trechos do novo canal.</p>	<p>Visto que o canal extravasor foi projetado com revestimento integral de concreto, a possibilidade de ocorrer infiltrações e consequente percolação pela ombreira é bem menor, comparado ao canal escavado projetado para a EL. 1.205 m.</p>

Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

Quadro 5.7–Comparativo do reservatório para os projetos.

Projeto – EL. 1.205 m	Projeto – EL. 1.210 m
<p>Não foi realizado um estudo de ocupação do reservatório ao longo da operação e disposição de rejeitos até seu volume máximo nesta elevação.</p>	<p>Desenvolveu-se como parte do projeto de alçamento da Barragem BR para a elevação 1.210 m, o plano de ocupação do reservatório através do lançamento de rejeitos de lamas + finos.</p>
<p>Pode-se concluir que a ocupação do reservatório foi realizada de forma hidrostática, ou seja, sem a consideração do ângulo de disposição do rejeito, no estado emerso e submerso, tampouco da variação do ponto de lançamento.</p>	<p>O estudo foi elaborado considerando vários pontos de lançamento, em diversas elevações, porém todas abaixo da elevação da crista (1.210 m), para garantir a máxima ocupação do reservatório, sem interferir com a soleira do extravasor.</p> <p>Outra premissa do estudo foi de garantir um lago único para a estrutura, retirando o seccionamento existente atualmente.</p>
<p>Não houve a preocupação em determinar qual o volume mínimo de água a ser mantido para recirculação para o processo industrial e para clarificação do efluente.</p>	<p>Foi garantido através de um balanço hídrico a vazão mínima a ser captada do reservatório para recirculação do processo industrial.</p>
<p>A Área Diretamente Afetada (ADA) foi apresentada de acordo com o desenvolvimento da elevação 1.205 m em todo o perímetro do lado direito do reservatório, e na elevação 1.225 em todo o perímetro do lado esquerdo, sendo que estas elevações determinariam a ocupação final do reservatório.</p>	<p>Através do estudo realizado, foram apresentados 10 cenários de ocupação do reservatório ao longo de todo o período de operação da estrutura para esta elevação (1.210 m). Com isso a Área Diretamente Afetada (ADA) apresentada levou em consideração a área levantada no último ano de disposição de rejeitos estudado, sendo este o décimo e último cenário.</p>

Fonte: DF+ Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos

5.6 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O cronograma para a obra de alçamento da Barragem BR para a elevação 1.210 m foi elaborado utilizando o software MS Project, sendo apresentado de maneira resumida no **Quadro 5.8.**

Quadro 5.8–Cronograma para alçamento da crista para 1.210 m.

ATIVIDADE	INÍCIO	DURAÇÃO	PERÍODOS (QUINZENA)																																												
			Ano 1																								Ano 2																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36									
1ª Etapa	1	4	█	█	█	█																																									
Mobilização do Canteiro de Obras	1	2	█	█																																											
Dreno Ombreira Esquerda	1	2	█	█																																											
2ª Etapa	1	4	█	█	█	█																																									
Canal a Jusante da Barragem BR	1	4	█	█	█	█																																									
Acesso Ombreira Esquerda	1	2	█	█																																											
Tratamento de Fundação	3	2			█	█																																									
Limpeza Superficial e Supressão Vegetal	1	4	█	█	█	█																																									
Demolição de Estruturas	1	4	█	█	█	█																																									
Implantação Medidor de Vazão	3	2			█	█																																									
Realocação da Estação de Video-Monitoramento	1	4	█	█	█	█																																									
3ª Etapa	3	8			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			
Dreno de Pé (Transições)	5	2					█	█																																							
Dreno de Pé (Enrocamento)	5	2					█	█																																							
Limpeza Superficial - Canal Extravasador	3	2			█	█																																									
Escavação - Canal Extravasador (Est. 0 à 24)	5	4					█	█	█	█																																					
Canal Extravasador (Est. 0 à 24)	7	4									█	█	█	█																																	
4ª Etapa	9	12																																													
Aterro (Transições)	9	12																																													
Aterro (Tapete Drenante)	9	12																																													
Adequação/Remoção da Instrumentação	9	12																																													
Aterro (Magnetita) - até El. 1195m	9	12																																													

ATIVIDADE	INÍCIO	DURAÇÃO	PERÍODOS (QUINZENA)																																			
			Ano 1																		Ano 2																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
5ª Etapa	19	8																																				
Tamponamento Extravasador atual	19	4																																				
Canais de Ombreira - até El. 1195m	19	8																																				
Acessos às Bermas - até El. 1195m	19	8																																				
Drenagem dos Acessos - até El. 1195m	19	8																																				
Canaletas de Berma - até El. 1195m	19	8																																				
6ª Etapa	9	10																																				
Escavação - Canal Extravasador (Est. 24 à 34)	9	4																																				
Canal Extravasador (Est. 24 à 34)	11	4																																				
Reaterro Lateral - Canal Extravasador	15	4																																				
Aterro (Magnetita) - até El. 1210m	19	10																																				
Manutenção da Praia (Rejeito de Flotação) - até El. 1.210 m	19	10																																				
7ª Etapa	25	6																																				
Canais de Ombreira - até El. 1.210m	25	4																																				
Acesso Ombreira Direita	29	2																																				
Sarjetas Padrão Dnit	29	2																																				
Acessos às Bermas - até El. 1210m	25	4																																				
Drenagem dos Acessos - até El. 1210m	25	4																																				
Canaletas de Berma - até El. 1210m	25	4																																				
Coroamento e regularização da crista na El. 1.210m	29	2																																				
8ª Etapa	25	12																																				
Instalação de novos Instrumentos	31	4																																				
Revestimento Vegetal	33	4																																				
Canal de Lamas	25	0																																				
Desmobilização do Canteiro de Obras	35	2																																				

Para atender o cronograma de alçamento, foram elaborados histogramas de mão de obra direta (MOD), mão de obra indireta (MOI) e equipamentos para execução da obra de alçamento da Barragem BR para a elevação 1.210 m.

Quadro 5.9 – Histograma de MOD para alçamento da crista para 1.210 m.

Descrição de MOD	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3
Operador de Escavadeira Hidráulica 320	4	6	4
Operador de Escavadeira Hidráulica 336	2	6	4
Motorista de Caminhão Basculante 6x4 3035	12	24	18
Operador de Trator de Esteiras D6	2	4	3
Operador de Motoniveladora 140	2	3	2
Operador de Rolo Compactador CA250	2	8	6
Operador de Trator de pneus com grade	1	2	1
Motorista de Caminhão Pipa 20.000 L	2	3	2
Motorista de Caminhão Carroceria	1	1	1
Operador de Caminhão Munck	1	1	1
Motorista de caminhão Comboio	1	1	1
Motorista de Caminhão Prancha	1	1	1
Motorista de Ônibus	2	4	3
Montador de andaime	2	4	3
Armador	4	12	8
Carpinteiro	4	12	8
Pedreiro	6	18	15
Servente	10	25	22
TOTAL	59	135	103

Quadro 5.10 – Histograma de MOI para alçamento da crista para 1.210 m.

Descrição de MOI	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3
Engenheiro Gerente do Contrato	1	1	1
Técnico de Planejamento/Custos	1	1	1
Encarregado Geral	1	1	1
Encarregado de Terraplenagem	1	2	1
Encarregado de Drenagem	1	1	1
Administrativo	1	1	1
Auxiliar Administrativo	1	1	1
Auxiliar de RH	1	1	1
Comprador	1	1	1
Faxineira	1	1	1
Vigia Noturno	2	2	2
Engenheiro de Segurança do Trabalho	1	1	1
Técnico de Segurança do Trabalho	1	1	1
Auxiliar Técnico de Segurança do Trabalho	1	1	1
Greidista	1	2	2
Apontador	2	2	2
Mecânico de Máquinas	1	1	1

Descrição de MOI	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3
Auxiliar de Mecânico	1	1	1
Lubrificador	1	1	1
Eletricista de Máquinas	1	1	1
Borracheiro	1	1	1
Topografo	1	1	1
Ajudante de Topografia	2	2	2
Laboratorista	1	2	2
Auxiliar de Laboratório	2	4	4
TOTAL	29	34	33

Quadro 5.11 – Histograma de equipamentos para alçamento da crista para 1.210 m.

Equipamentos	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3
Escavadeira Hidráulica 320	4	6	4
Escavadeira Hidráulica 336	2	6	4
Caminhão Basculante 6x4 3035	12	24	18
Trator de Esteiras D6	2	4	3
Motoniveladora 140	2	3	2
Rolo Compactador CA250	2	8	6
Trator de pneus com grade	1	2	1
Caminhão Pipa 20.000 L	2	3	2
Caminhão Carroceria	1	1	1
Placa Vibratória	2	4	4
Vibrador de Concreto	2	5	5
Conjunto moto bomba	2	6	4
Equipamentos Indiretos			
Veículo Leve	2	8	6
Caminhão Comboio	1	1	1
Caminhão Prancha	1	1	1
Caminhão Munck	1	1	1
Ônibus	2	4	3
TOTAL	41	87	66

6 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA E ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Este capítulo analisa as alterações na Área Diretamente Afetadas e Áreas de Influência Direta e Indireta para os meios físico, biótico e socioeconômico entre o EIA anteriormente apresentado para alçamento até a cota 1.205 m e o novo alçamento até 1.210 m.

Define-se Área Diretamente Afetada (ADA) como a área ocupada pelo empreendimento, incluídos todos os seus componentes. No caso objeto deste estudo, são contemplados o próprio maciço da barragem, a faixa de alagamento, resultante do aumento do N.A. da barragem, assim como a área do canteiro de obras e as áreas de empréstimo.

As áreas de influência e de estudo, por seu turno, têm como fundamento de sua definição a intensidade e a abrangência temporal e espacial dos impactos gerados pelo empreendimento.

6.1 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA

A área alagada anterior (para crista da barragem na cota 1205) possuía 651 ha e a área alagada atual (para crista da barragem na cota 1210) possui 501,86 ha. A Área Diretamente Afetada (ADA), por outro lado, considerando apenas o acréscimo de área em função do alçamento para a cota 1.205 m era de 225,78 ha e a nova ADA (considerando o acréscimo) é de 75,64 ha.

Assim a Área Diretamente Afetada (ADA) resultante apresentou um menor impacto do que o projeto anterior (alçamento 1.205 m). As principais diferenças são a alteração do material para rejeito grosso e lamas + finos, e o ponto de lançamento nunca ser superior à elevação da crista (1.210 m).

Na **Figura 6.1**, a ADA anterior está representada por uma linha amarela e a ADA atual através de uma linha vermelha.

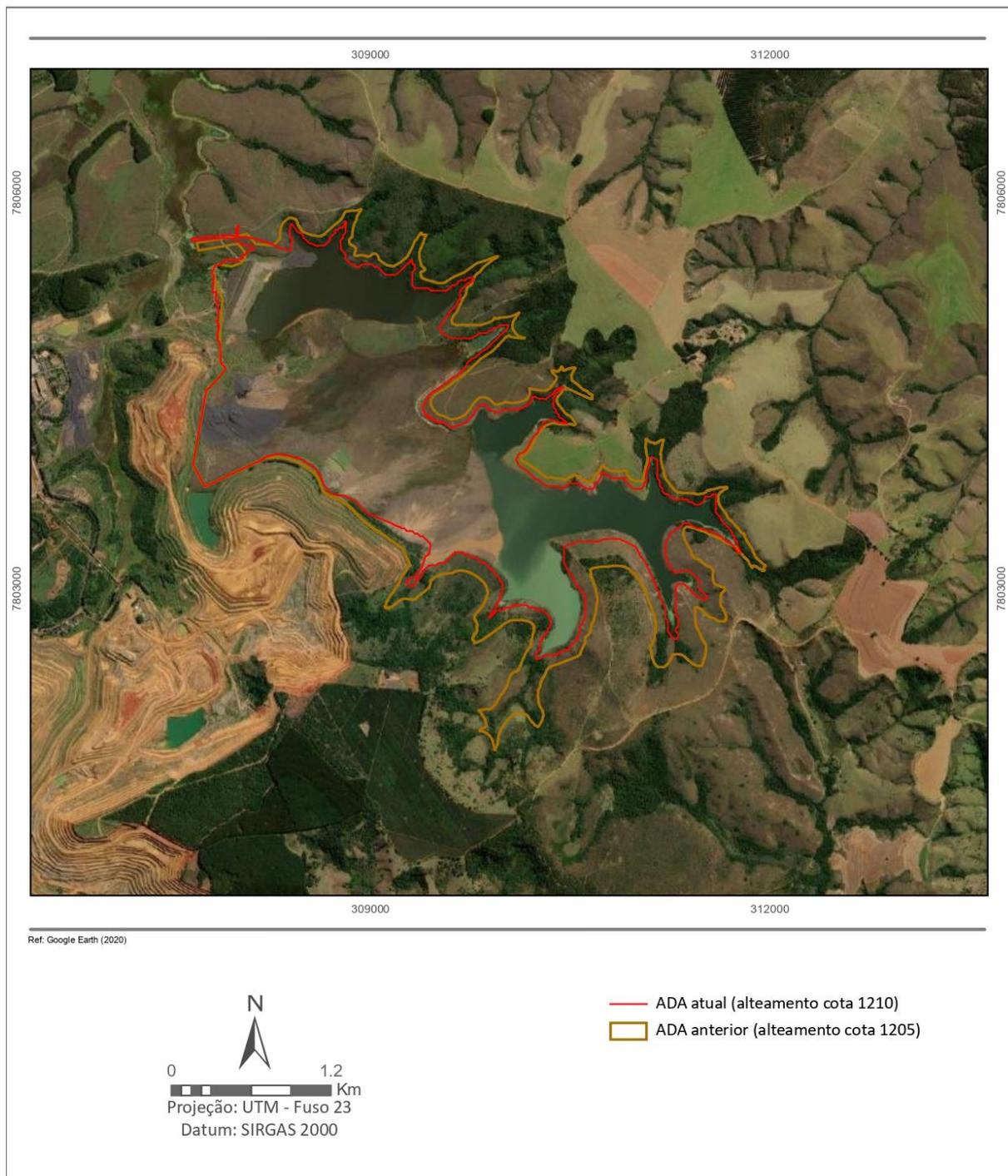


Figura 6.1 – ADA anterior e atualização da ADA.

A principal diferença entre as ADAs deve-se a metodologia a ser adotada para a disposição dos rejeitos. A elevação máxima que a praia pode atingir, considerando a crista da Barragem BR na 1.210,00 m, é a própria cota de 1.210 m, sendo que o lançamento dos rejeitos ocorrerá na elevação 1.208,00 m. Anteriormente, os pontos de lançamento de rejeitos encontravam-se em cotas mais altas, conforme **Figura 6.2**, chegando a cotas superiores a 1.220 m e aumentando consideravelmente a área alagada.

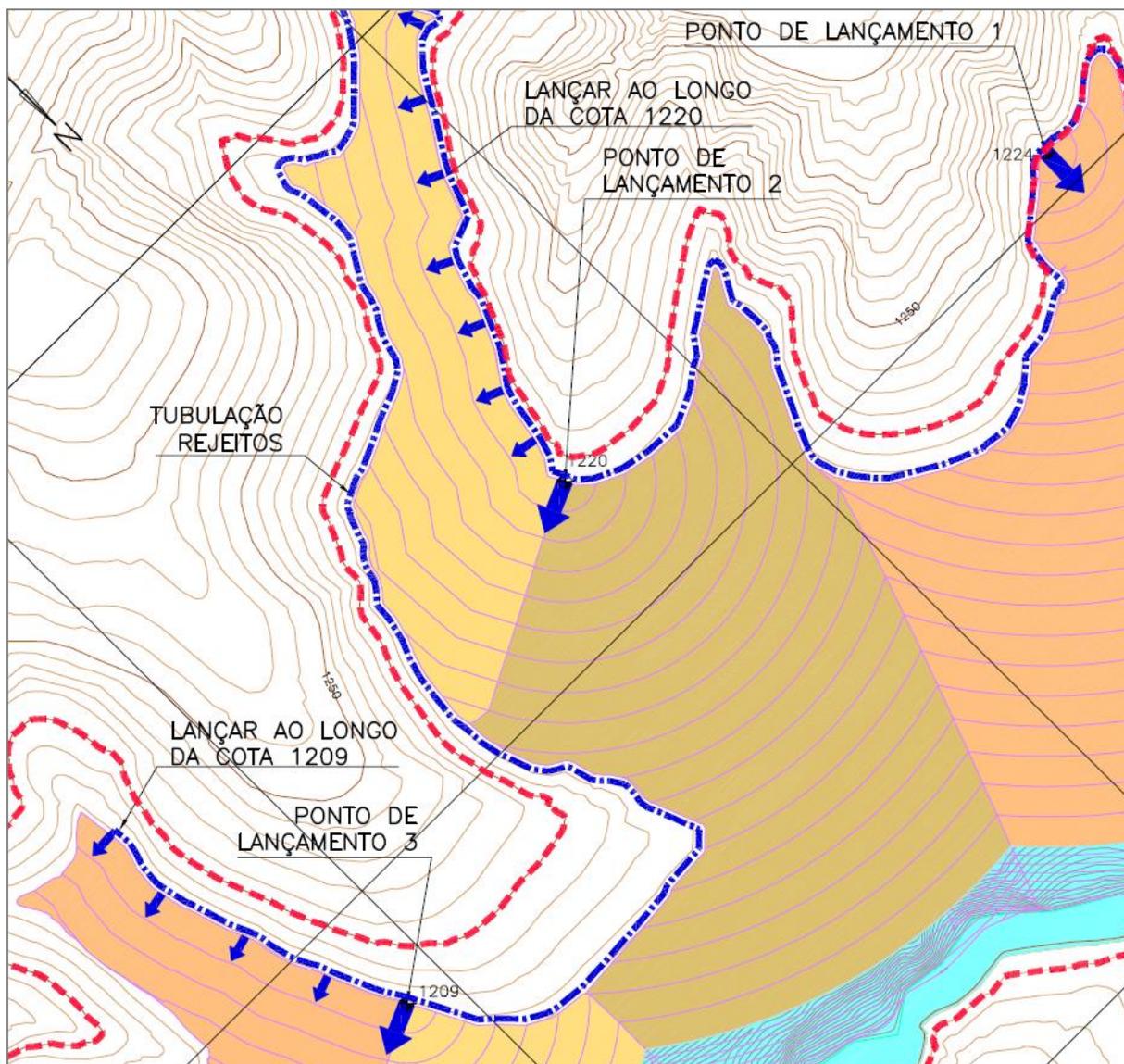


Figura 6.2 – Pontos de lançamento de rejeitos do projeto anterior (cota 1.205 m).

6.2 ÁREAS DE INFLUÊNCIA – AID E AII

A área de influência não recebe diretamente as obras de engenharia, embora seja afetada pelos impactos de tais obras em diferentes intensidades. É subdividida em Área de Influência Direta (AID) e em Área de Influência Indireta (AII).

Para a delimitação das AID e AII, parte-se de dois pressupostos: (i) há uma gradação dos impactos e (ii) tal gradação, em termos espaciais, está associada à distância da origem desencadeadora do impacto. Assume-se, portanto, que a intensidade de determinado impacto diminui à medida que aumenta a distância de sua origem. Tal modelo de continuidade espacial é genericamente assumido, embora, em alguns casos, possa haver impactos com efeitos descontínuos no espaço. Além disso, o limite assumido entre a AID e a AII deve ser entendido como uma faixa de transição e não como duas áreas estanques, apesar de sua representação linear.

6.2.1 Meio Físico

Para o meio físico, as Áreas de Influência Direta e Indireta atuais se mantêm inalteradas em relação às apresentadas anteriormente.

O principal fator que norteou a delimitação das áreas de influência direta e indireta do meio físico foi o sentido do fluxo das águas pluviais e fluviais, tendo-se em vista que uma das maiores preocupações que se deve ter no empreendimento está relacionada ao aumento dos processos erosivos, de transporte e deposição de sedimentos e poluentes em áreas a jusante da barragem, cujos impactos aos meios físico, biótico e socioeconômico podem assumir proporções preocupantes caso não sejam tomadas corretas medidas mitigadoras e de monitoramento.

A opção pela delimitação utilizando-se a bacia é também justificada tendo-se em vista a unidade que tal conformação natural dá aos elementos físicos atuantes. Trata-se de um sistema aberto, mas que possui certa unidade no que se refere aos processos naturais, sejam de origem geológica, geomorfológica, pedológica, climática ou hidrológica.

Nesse sentido, a Área de Influência Direta (AID) para o meio físico foi definida pela cabeceira das bacias de drenagem dos córregos do Potreiro, Paiolzinho, Boa Vista, da Areia e da Mata, assim como o restante de sua bacia hidrográfica, que abrange as estruturas hoje presentes no CMT. A AID segue sentido córrego do Potreiro, incluindo as barragens BRI e BA-3, e um trecho de 2 km na bacia do Ribeirão do Inferno.

Já a Área de Influência Indireta (AII) extrapola ligeiramente as sub-bacias contribuintes da barragem, se estendendo em faixas variáveis em torno de aproximadamente 3 km além da AID, coincidindo com esta na porção norte e continuando pelo Ribeirão do Inferno até a confluência com o córrego da Onça.

A **Figura 6.3** ilustra as áreas de influência do meio físico.

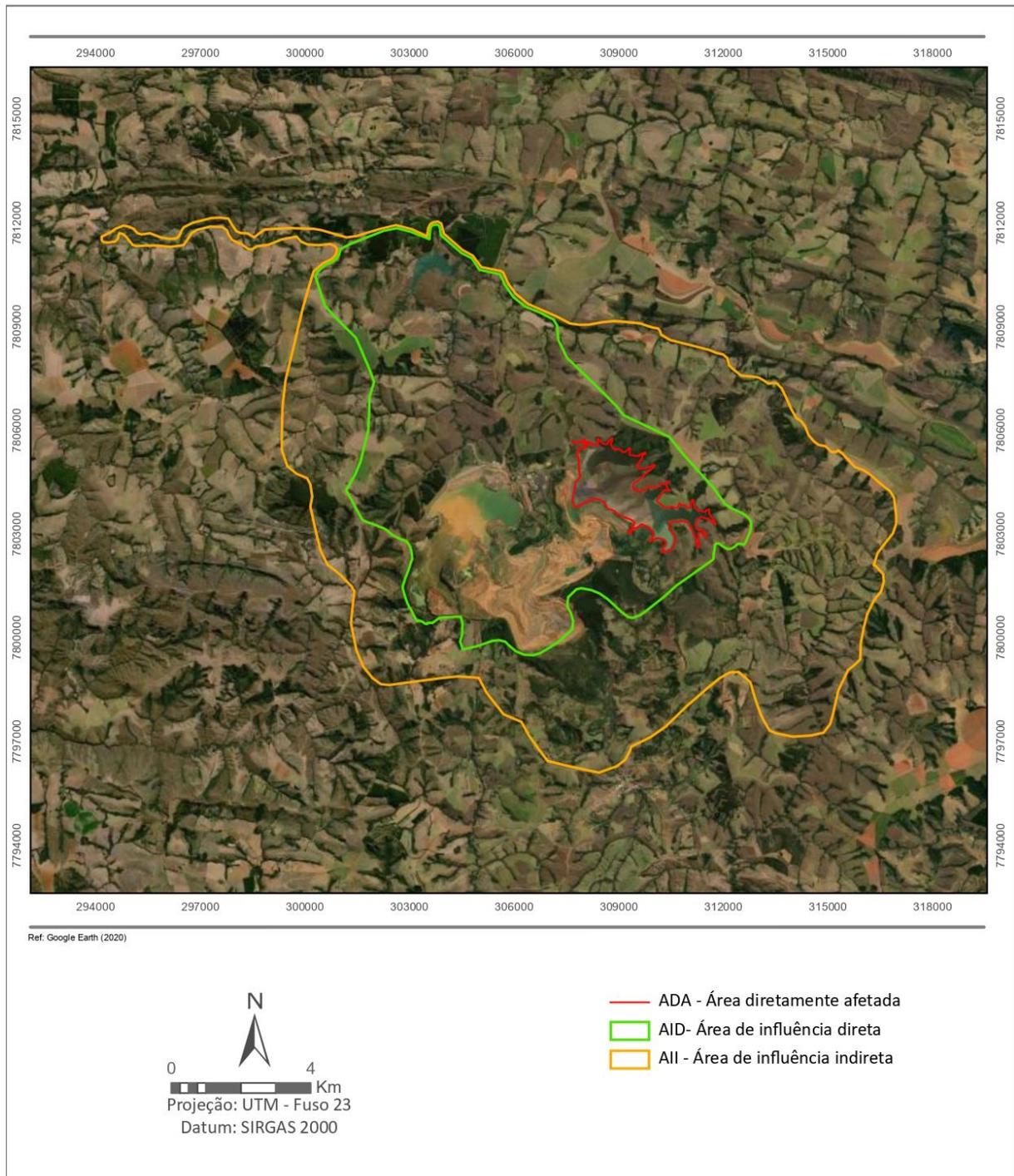


Figura 6.3 – Áreas de Influência – Meio físico.

6.2.2 Meio Biótico

Para o meio biótico, as Áreas de Influência Direta e Indireta também se mantêm inalteradas em relação àquelas apresentadas anteriormente.

A Área de Influência Direta (AID) para o meio biótico inclui os limites estabelecidos para o meio físico, incluindo os fragmentos remanescentes de vegetação adjacentes desta delimitação, que podem manter populações da fauna, mas também foi expandida

ligeiramente no sentido sul, leste e nordeste da Área Diretamente Ocupada, com o propósito de incluir alguns pequenos fragmentos florestais para onde eventualmente a fauna das áreas a serem suprimidas na ADA possa se deslocar durante as operações de supressão vegetal.

A delimitação da Área de Influência Indireta (AII) utilizou como critério o aspecto biológico, posto que as delimitações baseadas em critérios puramente físicos, como por exemplo, as sub-bacias hidrográficas, podem não se mostrar plenamente adequadas para o meio biótico. Desta forma, visando delimitar a AII do meio biótico, foi adotado o “home range” de determinada espécie, definida como a área de deslocamento de um animal, partindo-se da premissa que um animal existente (residente ou de passagem) na área do empreendimento pode afetar indiretamente outras áreas pela qual transita em busca de abrigo e alimentação.

Considerou-se o home range de espécie cuja presença foi confirmada por vestígios e que possui maior área de vida. Sob este aspecto foi considerado o “home range” da espécie jaguatirica (*Leopardus pardalis*), cuja presença foi confirmada através de vestígios (pegadas e marcas) e que pode explorar um raio de 7,5 km (MILLER & EVERETT, 1986; LUDLOW & SUNQUIST, 1987; e MURRAY & GARDNER, 1997), dependendo das condições ambientais.

Para efeito gráfico, delimitou-se uma área com raio aproximado de 7,5 km, tendo o empreendimento como o ponto central. Essa área foi então adotada neste estudo como sendo a AII do meio biótico. É importante ressaltar que a área delimitada abrange além de áreas naturais, áreas antropizadas, como por exemplo, pastagens, reflorestamentos e até áreas urbanas, como a de Tapira, onde certamente os impactos do empreendimento sobre a biota são mínimos ou mesmo inexistentes. Ainda assim consideram-se essas áreas antropizadas por servirem muitas vezes de corredores para algumas espécies, particularmente as pastagens e reflorestamentos entremeados por matas.

A **Figura 6.4** ilustra as áreas de influência do meio biótico.

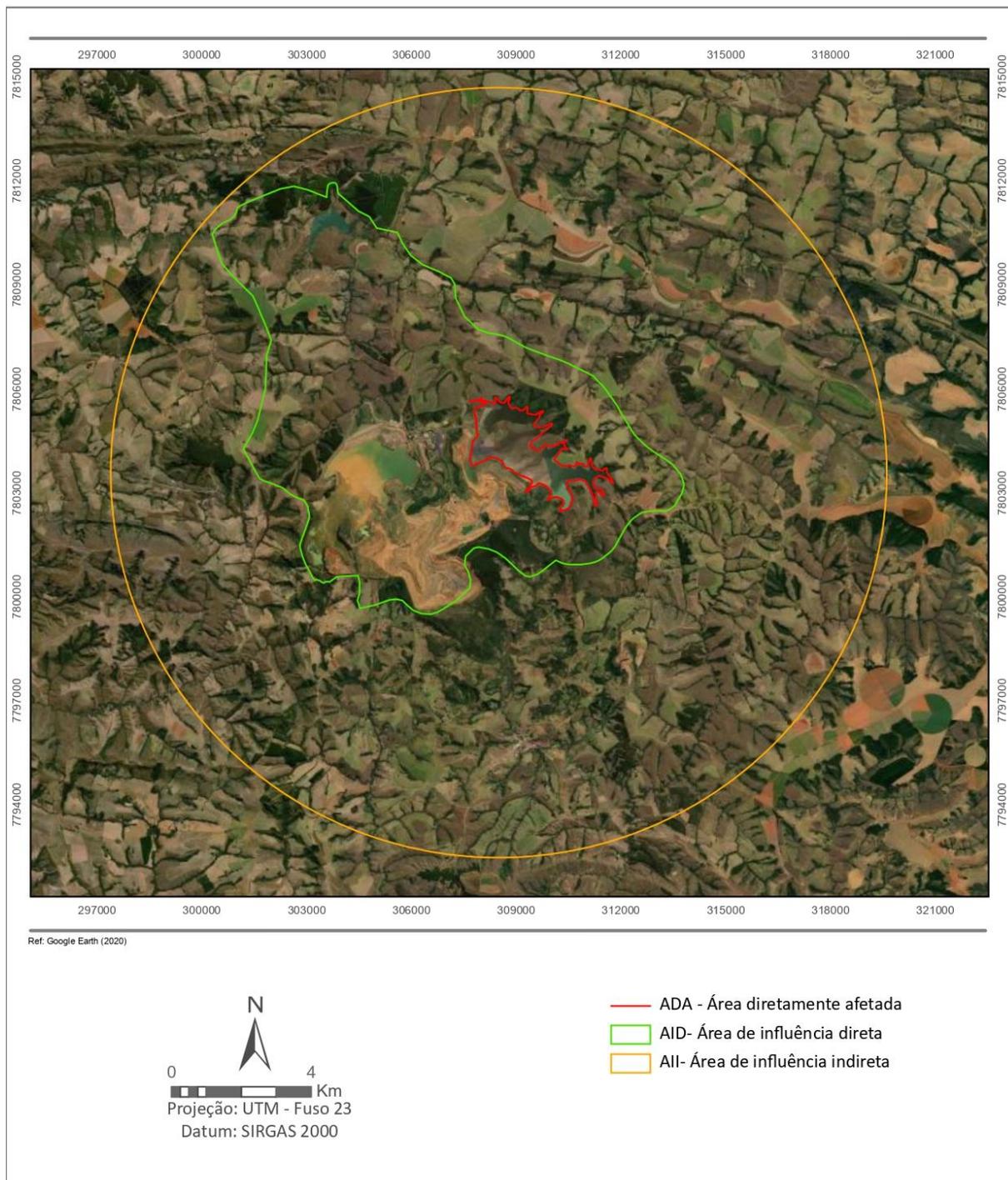


Figura 6.4 – Áreas de Influência – Meio biótico.

6.2.3 Meio Socioeconômico

A AID e AII do meio socioeconômico para o novo projeto (alçamento 1210 m) se mantiveram inalteradas em relação às anteriores (alçamento 1205 m).

Para a definição das áreas de influência direta (AID) e indireta (AII), optou-se pelos limites dos municípios de Tapira e Araxá em função da localização física e da relação do empreendimento com esses municípios. A AID e a AII serão consideradas as mesmas, sendo, portanto, os limites

municipais de Araxá e Tapira.

A **Figura 6.5** ilustra as áreas de influência do meio socioeconômico.

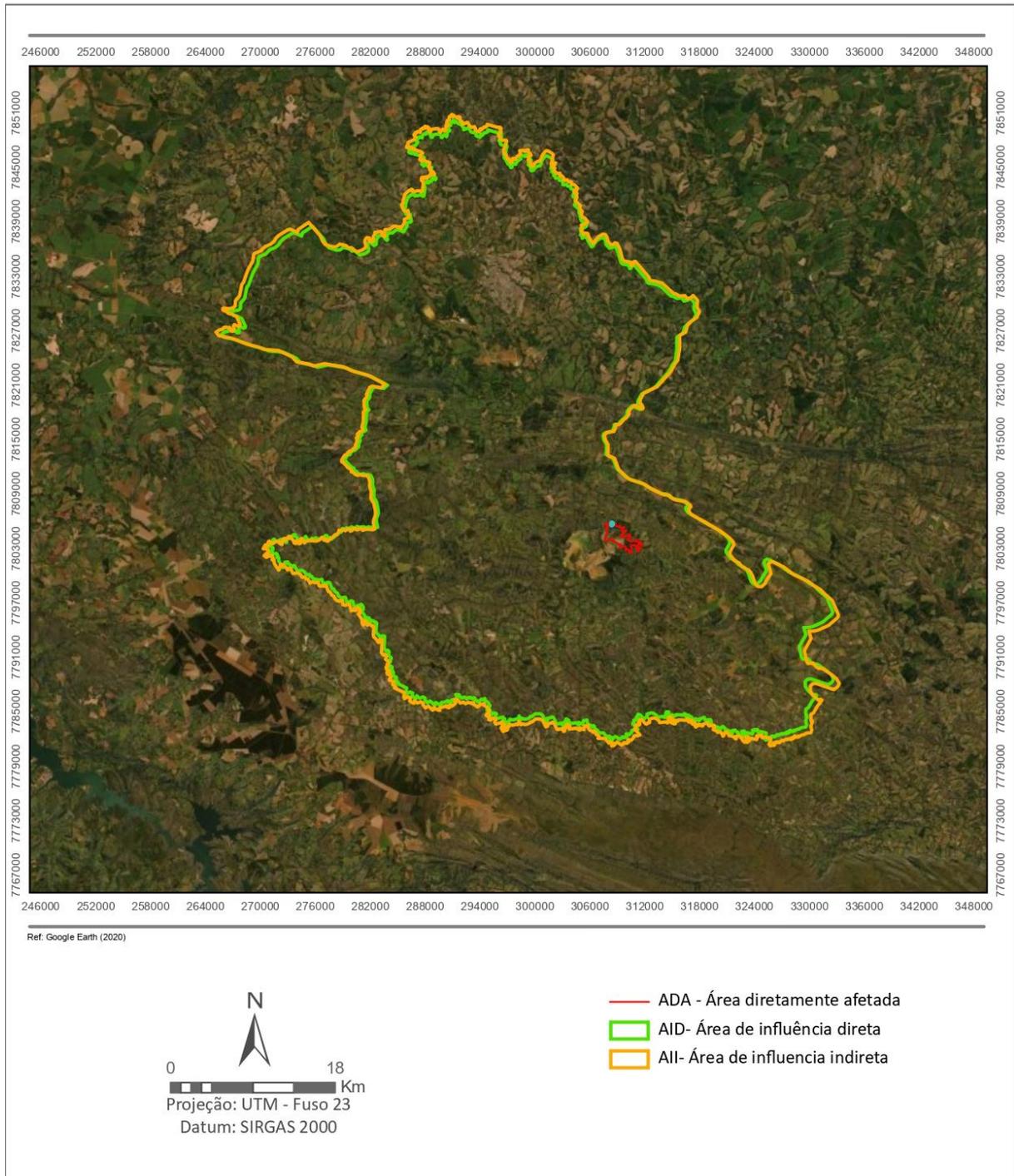


Figura 6.5 – Áreas de Influência – Meio socioeconômico.

7 ATUALIZAÇÃO DIAGNÓSTICO – MEIO FÍSICO

Este capítulo tem como objetivo complementar e atualizar o diagnóstico do meio físico do estudo anteriormente apresentado.

Como dito anteriormente, a delimitação da Área de Influência Direta (ADA) e Área de Influência Indireta (All) para o meio físico se mantém conforme apresentado no Estudo de Impacto Ambiental da BR - RT17LA008, elaborado pela MultiGeo em 2017.

Assim, a complementação será feita através da atualização dos monitoramentos de qualidade das águas, do ar e de ruídos com os dados entre o relatório anterior e este novo documento. Os demais itens e aspectos do meio físico se mantêm como anteriormente apresentado, com exceção da hidrogeologia da área que pode ter se alterado em função do avanço da lavra local.

7.1 ATUALIZAÇÃO DOS MONITORAMENTOS

A atualização dos monitoramentos das matrizes de água, ar e ruídos foi baseada nas informações disponibilizadas pela Mosaic Fertilizantes.

7.1.1 Qualidade das águas superficiais

Neste item é feita a atualização da caracterização dos corpos d'água superficiais situados no entorno do Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) da empresa Mosaic Fertilizantes. A caracterização está baseada nos resultados das análises de parâmetros físico-químicos e biológicos obtidos durante campanhas de monitoramentos realizadas no Complexo de Mineração Tapira – CMT.

As análises físico-químicas e periódicas das águas permitem a caracterização da água de forma pontual e a avaliação das alterações provocadas nos cursos d'água ao longo do tempo. Este gerenciamento é de extrema importância para a preservação dos recursos hídricos e, conseqüentemente, para tomada de decisões como ações preventivas, corretivas ou de manutenção.

A Mosaic Fertilizantes realiza campanhas de monitoramento de águas superficiais de alguns corpos hídricos dentro da unidade de Tapira. A periodicidade de monitoramento varia entre coletas mensais, trimestrais, semestrais e anuais dependendo do ponto a ser monitorado. As coordenadas e a periodicidade de coleta dos pontos amostrados são exibidas no **Quadro 7.1** e a sua localização, na **Figura 7.1**.

Quadro 7.1 – Coordenadas dos pontos de amostragem de água superficial.

Pontos de Monitoramento				
Ponto	Descrição	Coordenadas UTM (23 K)		Periodicidade
		X	Y	
Ponto 01	Córrego Cachoeira - Montante Córrego Mata	308.633	7.798.375	Trimestral
Ponto 02	Córrego Mata a jusante Córrego Cachoeira	308.774	7.798.354	Trimestral
Ponto 03	Córrego da Mata - Montante Córrego Cachoeira	308.741	7.798.497	Trimestral

Pontos de Monitoramento				
Ponto	Descrição	Coordenadas UTM (23 K)		Periodicidade
		X	Y	
Ponto 08	Ribeirão do Inferno - montante (Bineco)	309.591	7.809.054	Mensal
Ponto 10	Córrego Boa Vista - Montante do Ribeirão Inferno (Ponte madeira)	306.910	7.808.772	Mensal
Ponto 80	Vertedor 05 - Córrego Pilões	308.034	7.798.115	Trimestral
Ponto 94	Vertedor 19 - Assentamento Bom Jardim (gleba do Edmundo)	305.421	7.799.405	Trimestral
Ponto 168	Córrego Capão Escuro	312.450	7.800.205	Semestral
Ponto 172	Córrego Potreiro (abaixo do ponto 7)	304.404	7.809.568	Mensal
Ponto 220	Córrego do Celsinho – à montante do extravasor da BD-5	306.187	7.807.146	Mensal

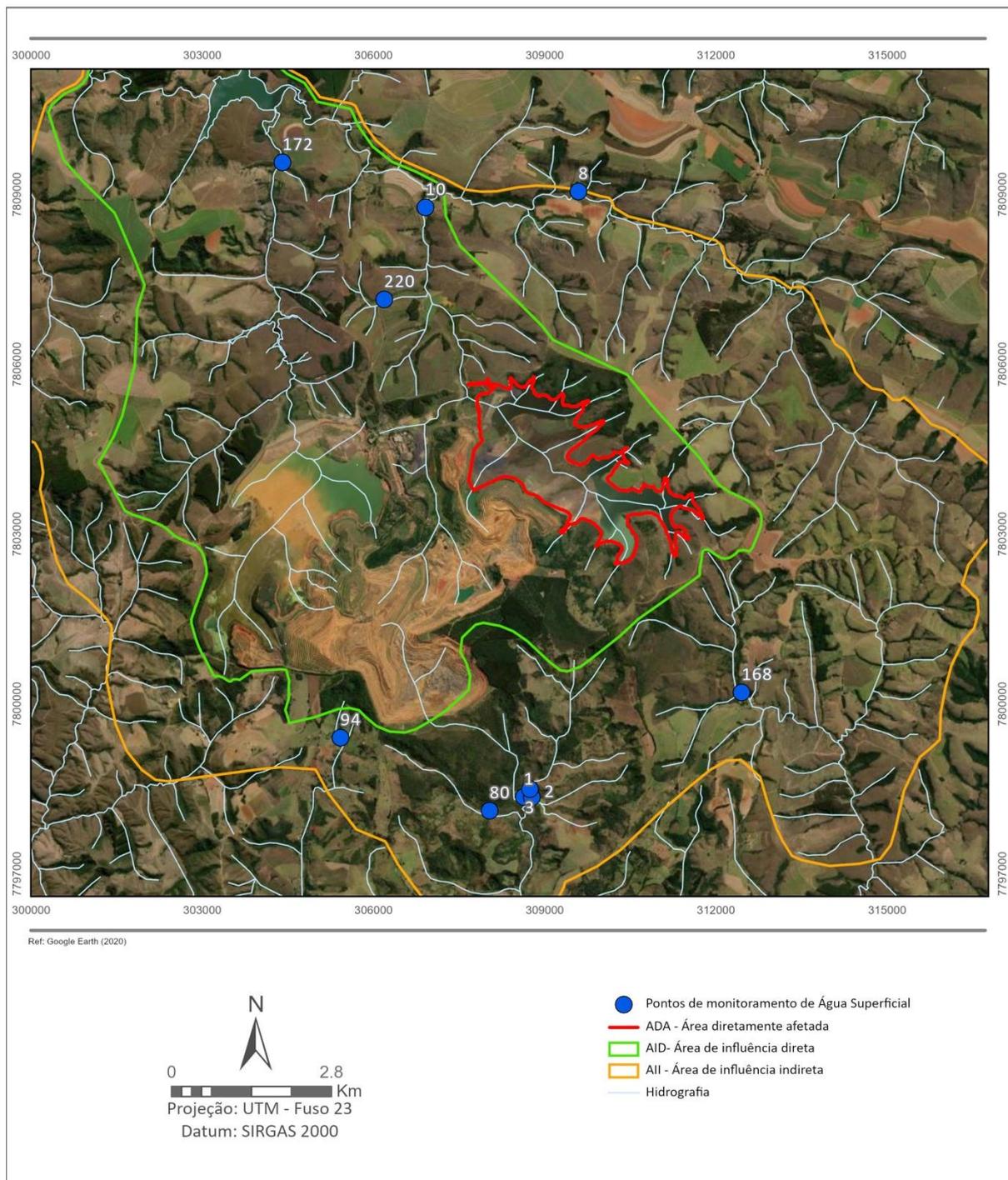


Figura 7.1 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial.

A seleção dos parâmetros se baseou no programa de monitoramento da qualidade das águas já realizado pela Mosaic. O **Quadro 7.2** exhibe os parâmetros físico-químicos, químicos (metais e compostos inorgânicos e orgânicos) e biológicos analisados, que totalizam 32. No entanto, vale ressaltar que os critérios variam para os diferentes pontos de monitoramento.

Quadro 7.2 – Parâmetros analisados para água superficial.

Grupos	Parâmetros
Físico-Químicos	Condutividade elétrica, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos, Temperatura e Turbidez
Metais	Alumínio, Alumínio dissolvido, Bário, Berílio, Cálcio, Chumbo, Cromo, Ferro dissolvido, Manganês e Vanádio
Inorgânicos	Cloreto, Fluoreto, Fósforo, Fósforo dissolvido, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal, Sulfato e Sulfeto
Orgânicos	Fenóis e Surfactantes
Biológicos	Escherichia coli

Os resultados apresentados neste item foram retirados do Gerenciador de Monitoramento – CMT (arquivo disponibilizado pela Mosaic Fertilizantes) alimentado pelos dados dos laudos emitidos pelo laboratório Bioética Ambiental, referentes ao período entre os meses de janeiro de 2019 e novembro de 2020.

A coleta e preservação das amostras foram realizadas pelo laboratório Bioética Ambiental, cujo certificado de acreditação se encontra no **Anexo D**.

7.1.1.1 Padrões Legais

Para o estado de Minas Gerais, o Conselho Estadual de Política Ambiental e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos definem a norma que estabelece diretrizes para a qualidade das águas superficiais:

- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, que 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 os Valores Máximos (VM) para qualidade das águas superficiais.

No âmbito nacional, o Conselho Nacional do Meio Ambiente dispõe das seguintes normas para definir os padrões para a qualidade das águas superficiais:

- Resolução Conama nº 357/2005, alterada pelas Resoluções Conama 393/2007, 397/2008, 410/2009 e 430/2011, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Os corpos hídricos monitorados pela unidade de Tapira são enquadrados como águas doces de Classe 2.

7.1.1.2 Apresentação e Discussão dos Resultados

Para melhor contextualização da área de estudo, são apresentados todos os resultados existentes para os pontos de coleta avaliados e parâmetros mensurados durante o período entre janeiro de 2019 e novembro de 2020.

Os resultados obtidos foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005, para águas doces de Classe 2, e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH – MG nº 01/2008.

Os parâmetros físico-químicos condutividade elétrica, DQO, sólidos sedimentáveis e temperatura, bem como as substâncias alumínio total, cálcio e fósforo dissolvido, não possuem valores de referências contemplados pelas legislações supracitadas. No caso dos sólidos suspensos, apenas a DN COPAM/CERH apresenta valor máximo para comparação.

Vale ressaltar que para o fósforo total, foi utilizado como referência o valor de *background* obtido pelo estudo “Avaliações Complementares Acerca dos Teores de Fósforo nas Águas Superficiais do CMT”, realizado pela Fosfertil (2004).

Os **Quadros 7.3a7.8** trazem os resultados obtidos nas análises de águas superficiais. O **Anexo D** apresenta os laudos analíticos com os resultados integrais fornecidos pelo laboratório.

As **Figuras 7.2 a 7.33** trazem os gráficos de variação temporal das concentrações de cada parâmetro nas amostras de água superficial.

Quadro 7.3 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 01, Ponto 02 e Ponto 03.

Parâmetros Analisados	Conama 357/2005	COPAM/CERH 01/2008	Unidade	Água Superficial																				
				Ponto 01							Ponto 02							Ponto 03						
				mar/19	jun/19	set/19	dez/19	mar/20	jun/20	set/20	mar/19	jun/19	set/19	dez/19	mar/20	jun/20	set/20	mar/19	jun/19	set/19	dez/19	mar/20	jun/20	set/20
Físico-Químicos																								
Condutividade elétrica	-	-	µS/cm	75,63	82,80	108,40	73,42	87,73	87,06	70,08	71,05	114,50	119,30	107,00	101,50	107,30	95,44	71,22	97,20	139,90	121,20	84,00	91,39	89,05
DBO	5,00	5,00	mg/L	<2	<2	<2	<2	3,63	2,01	3,86	<2	2,02	<2	<2	3,64	<2	3,45	<2	<2	<2	<2	3,41	3,17	3,84
DQO	-	-	mg/L	<20	<20	<20	<20	30,52	<20	31,61	<20	<20	<20	<20	30,38	<20	27,86	<20	<20	<20	<20	27,10	<20	28,18
Oxigênio dissolvido	> 5	> 5	mg/L	7,40	8,50	7,50	8,40	6,00	7,60	6,40	7,20	5,60	7,50	6,90	5,80	6,70	7,10	7,10	5,90	7,00	6,40	6,50	6,20	6,50
pH	6 a 9	6 a 9	-	7,19	8,10	7,64	8,69	7,74	7,52	7,58	7,43	8,17	7,35	8,38	7,75	7,58	7,57	7,38	8,06	7,34	8,49	7,71	8,67	7,59
Sólidos dissolvidos totais	500,00	500,00	mg/L	46,00	48,00	38,00	44,00	50,00	52,00	50,00	42,00	68,00	58,00	64,00	62,00	64,00	70,00	42,00	58,00	66,00	72,00	52,00	54,00	64,00
Sólidos sedimentáveis	-	-	mL/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos suspensos	-	100,00	mg/L	<10	<10	<10	<10	56,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Temperatura	-	-	°C	20,80	20,10	21,10	22,60	21,00	20,00	20,00	21,70	19,90	21,40	23,20	20,00	21,00	22,00	22,20	20,40	21,90	23,10	20,00	22,00	20,00
Turbidez	100,00	100,00	NTU	5,15	2,67	2,32	85,60	43,60	18,00	4,11	3,88	9,62	16,70	29,80	48,30	12,90	6,25	3,33	3,56	8,03	5,03	3,18	11,40	8,94
Metais																								
Alumínio	-	-	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alumínio dissolvido	0,10	0,10	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bário	0,70	0,70	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bérlílio	0,04	0,04	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cálcio	-	-	mg/L	6,45	5,50	3,93	7,34	6,75	11,62	10,66	5,24	7,70	7,17	13,86	7,30	28,73	13,85	7,90	7,93	9,64	14,84	5,95	11,29	13,21
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo	0,05	0,05	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferro dissolvido	0,30	0,30	mg/L	0,13	<0,1	<0,1	0,38	0,41	0,24	<0,1	0,12	<0,1	0,13	0,17	0,28	0,15	<0,1	0,12	0,11	<0,1	0,12	0,17	0,23	<0,1
Manganês	0,10	0,10	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	0,04	0,05	0,04	<0,03	0,03	0,09	<0,03	0,15	0,19	0,10	0,09	0,03	0,05	0,06	0,17	0,09	0,06	0,09
Vanádio	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Inorgânicos																								
Cloreto	250,00	250,00	mg/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,89	<0,8	<0,8	0,94	<0,8	<0,8	0,81	1,00	0,82	<0,8	<0,8
Fluoreto	1,40	1,40	mg/L	0,05	<0,05	0,10	0,35	0,09	0,08	0,15	0,06	<0,05	<0,05	0,17	0,11	0,11	0,16	<0,05	<0,05	0,19	0,16	0,12	0,08	0,13
Fósforo	0,344*	0,344*	mg/L	0,22	0,27	0,25	0,34	0,22	<0,01	0,16	0,19	0,13	0,24	0,23	0,12	0,07	0,22	0,18	0,15	0,13	0,26	0,10	0,14	0,24
Fósforo dissolvido	-	-	mg/L	0,13	0,22	0,18	0,19	0,06	<0,01	0,14	0,13	<0,01	0,05	0,12	0,05	0,04	0,11	0,12	<0,01	0,04	0,09	0,05	0,23	0,20
Nitrato	10,00	10,00	mg/L	0,22	0,38	<0,2	0,20	<0,2	<0,2	0,28	<0,2	0,66	0,23	<0,2	<0,2	<0,2	0,31	0,25	0,42	0,43	<0,2	<0,2	<0,2	0,26
Nitrito	1,00	1,00	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal	0,50	0,50	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,20	<0,2	<0,2
Sulfato	250,00	250,00	mg/L	1,11	0,85	<0,8	1,44	1,20	0,82	1,15	0,96	1,28	1,36	1,41	1,35	1,06	1,49	1,16	0,96	1,78	1,82	1,22	0,85	1,21
Sulfeto	0,002	0,002	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Orgânicos																								
Fenóis	0,003	0,003	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Surfactantes	0,50	0,50	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	0,03	0,03	0,03	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,06
Biológicos																								
Escherichia coli	1.000,0	1.000,0	NMP/100mL	27,50	5,20	<1	<1	365,40	18,80	410,60	39,90	<1	93,40	61,10	98,50	9,10	665,30	35,00	<1	58,10	50,50	23,70	4,10	44,00

Vermelho: Concentração superior aos limites legais.

* Valor de background (Fosfertil, 2004).

Quadro 7.4 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 08.

Parâmetros Analisados	Conama 357/2005	COPAM/ CERH 01/2008	Unidade	Água Superficial																							
				Ponto 08																							
				jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	
Físico-Químicos																											
Condutividade elétrica	-	-	µS/cm	12,36	21,81	11,91	13,62	12,49	13,96	14,30	17,71	14,24	14,88	12,31	14,95	11,57	15,19	13,99	13,69	16,64	19,10	12,35	24,87	14,41	28,46	17,30	
DBO	5,00	5,00	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,55	2,82	<2	3,19	3,83	<2	3,86	3,70	3,47	2,64		
DQO	-	-	mg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20,19	47,42	29,19	<20	<20	
Oxigênio dissolvido	> 5	> 5	mg/L	7,90	6,80	7,00	8,10	8,50	6,00	7,70	8,20	7,00	8,00	8,00	9,00	7,70	8,10	7,00	5,00	7,80	8,70	8,50	8,00	7,20	6,70	8,50	
pH	6 a 9	6 a 9	-	7,33	7,13	7,54	7,89	7,69	8,90	7,65	7,75	8,01	8,34	7,13	7,43	7,58	7,32	6,92	6,67	8,40	7,14	6,35	8,20	7,75	7,26	7,26	
Sólidos dissolvidos totais	500,00	500,00	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	10,00	10,00	12,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10,00	11,00	<10	<10	10,00	12,00	<10	
Sólidos sedimentáveis	-	-	ml/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Sólidos suspensos	-	100,00	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Temperatura	-	-	°C	23,30	20,40	20,80	20,10	20,01	18,60	19,70	16,70	22,10	21,50	22,10	23,40	21,00	21,00	19,00	21,00	18,00	19,00	18,00	20,00	21,00	22,00	22,00	
Turbidez	100,00	100,00	NTU	10,70	2,69	14,10	7,95	12,70	6,44	4,78	2,27	1,83	2,43	7,29	0,78	13,10	10,60	10,10	9,44	6,91	4,44	3,47	2,19	3,42	4,68	3,58	
Metais																											
Alumínio	-	-	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alumínio dissolvido	0,10	0,10	mg/L	0,07	0,07	0,06	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,06	0,07	0,23	<0,05	0,10	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	
Bário	0,70	0,70	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Berílio	0,04	0,04	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cálcio	-	-	mg/L	1,39	1,54	1,64	3,69	2,03	1,88	2,58	5,45	1,93	2,98	5,07	2,26	2,33	2,44	0,73	5,02	2,10	3,78	1,47	1,34	3,64	2,74	1,99	
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
Cromo	0,05	0,05	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Ferro dissolvido	0,30	0,30	mg/L	0,43	0,73	0,93	0,57	<0,1	0,20	<0,1	0,19	0,12	0,18	0,30	0,55	0,42	0,42	0,98	0,26	0,13	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,37	
Manganês	0,10	0,10	mg/L	0,03	0,03	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Vanádio	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Inorgânicos																											
Cloreto	250,00	250,00	mg/L	0,85	<0,8	0,88	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	4,70	<0,8	<0,8	0,80	0,99	<0,8	1,08	1,55	0,94	0,87	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,89	6,91	
Fluoreto	1,40	1,40	mg/L	<0,05	0,31	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	0,09	<0,05	0,06	0,10	<0,05	0,12	0,11	0,41	0,06	0,06	0,18	<0,05	0,09	0,20	0,10	
Fósforo	0,344*	0,344*	mg/L	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,14	0,21	0,22	0,24	0,20	0,02	0,01	0,02	0,01	0,09	<0,01	0,03	0,20	0,04	0,15	
Fósforo dissolvido	-	-	mg/L	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	0,01	<0,01	
Nitrato	10,00	10,00	mg/L	0,21	0,25	0,31	0,89	<0,2	1,00	0,35	0,86	0,66	1,01	0,23	0,24	0,50	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Nitrito	1,00	1,00	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Nitrogênio amoniacal	0,50	0,50	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Sulfato	250,00	250,00	mg/L	1,42	<0,8	<0,8	0,81	<0,8	<0,8	1,14	1,12	1,63	<0,8	<0,8	<0,8	0,80	1,47	<0,8	4,91	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,98	<10	
Sulfeto	0,002	0,002	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Orgânicos																											
Fenóis	0,003	0,003	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
Surfactantes	0,50	0,50	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,18	0,05	<0,03	<0,03
Biológicos																											
Escherichia coli	1.000,0	1.000,0	NMP/100mL	350,00	1.980,00	648,80	770,10	488,40	344,80	241,10	401,60	35,40	<1	51,90	18,10	7,10	47,30	85,90	13,40	81,80	<1	58,10	2,00	<1	18,90	<1	

Vermelho: Concentração superior aos limites legais.

* Valor de *background* (Fosfertil, 2004).

Quadro 7.5 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 10.

Parâmetros Analisados	Conama 357/2005	COPAM/ CERH 01/2008	Unidade	Água Superficial																							
				Ponto 10																							
				jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	
Físico-Químicos																											
Condutividade elétrica	-	-	µS/cm	253,00	263,60	219,80	225,60	218,60	223,00	225,00	259,10	279,10	246,10	275,30	211,90	235,80	184,90	177,40	250,70	238,40	243,30	217,80	211,50	213,40	247,70	242,10	
DBO	5,00	5,00	mg/L	<2	<2	2,51	<2	<2	<2	<2	<2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,64	<2	4,03	<2	2,94	4,51	<2	4,91	3,32	4,59	<2	
DQO	-	-	mg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	10,00	<20	<20	<20	<20	21,61	<20	<20	<20	<20	63,10	23,19	<20	<20	
Oxigênio dissolvido	> 5	> 5	mg/L	7,90	7,00	7,00	8,20	8,50	5,60	8,90	7,70	8,50	8,30	7,50	8,00	6,70	6,10	6,70	7,60	13,00	8,80	7,40	8,40	6,80	6,70	7,00	
pH	6 a 9	6 a 9	-	8,16	7,37	7,22	7,20	7,25	8,50	6,31	6,64	8,47	8,26	8,37	8,15	8,35	8,21	8,10	8,24	8,84	8,19	7,60	8,01	8,18	8,40	8,43	
Sólidos dissolvidos totais	500,00	500,00	mg/L	150,00	158,00	132,00	136,00	132,00	134,00	132,00	156,00	138,00	324,00	138,00	126,00	142,00	118,00	114,00	150,00	144,00	146,00	130,00	126,00	128,00	168,00	166,00	
Sólidos sedimentáveis	-	-	ml/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sólidos suspensos	-	100,00	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Temperatura	-	-	°C	23,00	23,00	23,00	22,10	18,40	19,50	20,90	17,30	22,10	23,10	23,20	21,40	22,00	23,00	21,00	22,00	19,00	20,00	20,00	19,00	20,00	23,00	23,00	
Turbidez	100,00	100,00	NTU	2,83	4,38	16,70	6,53	6,37	4,64	0,05	7,71	5,37	6,20	46,90	35,40	8,14	13,90	11,90	26,90	8,23	8,66	4,30	17,40	7,91	5,56	5,07	
Metais																											
Alumínio	-	-	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alumínio dissolvido	0,10	0,10	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bário	0,70	0,70	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Berílio	0,04	0,04	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cálcio	-	-	mg/L	18,54	12,97	14,00	19,69	4,30	19,55	16,00	12,25	13,00	21,00	15,25	15,06	11,74	18,14	11,65	25,82	21,19	24,44	14,23	24,42	24,08	1,97	17,97	
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cromo	0,05	0,05	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ferro dissolvido	0,30	0,30	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,17	<0,1	<0,1	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	0,19	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Manganês	0,10	0,10	mg/L	0,03	0,03	0,05	0,07	0,03	<0,03	0,03	0,07	<0,03	0,06	0,22	0,05	0,13	0,16	0,09	0,08	0,05	0,04	0,07	0,08	0,06	<0,03	<0,03	
Vanádio	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Inorgânicos																											
Cloreto	250,00	250,00	mg/L	1,55	1,44	1,49	1,40	1,14	1,05	0,95	2,43	1,19	2,69	2,12	1,86	1,79	1,58	1,49	1,76	1,59	1,55	1,24	<0,8	1,29	1,65	2,21	
Fluoreto	1,40	1,40	mg/L	0,33	0,38	0,24	0,07	<0,05	0,05	0,18	0,30	0,13	0,35	0,49	0,27	0,42	0,49	0,32	0,73	0,45	0,40	0,26	0,31	0,28	0,32	0,54	
Fósforo	0,344*	0,344*	mg/L	0,06	<0,01	0,08	0,01	0,03	0,03	<0,01	0,12	0,34	0,22	0,23	0,14	0,14	0,09	0,22	0,10	0,21	0,29	0,18	0,28	0,10	0,22		
Fósforo dissolvido	-	-	mg/L	<0,01	<0,01	0,04	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,21	0,13	0,19	0,09	<0,1	0,07	0,04	0,08	0,06	<0,1	0,07	0,09	0,16	0,09	0,13	
Nitrato	10,00	10,00	mg/L	<0,2	0,41	0,29	0,61	0,43	0,42	0,31	1,64	0,23	<0,2	<0,2	1,22	0,35	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,35	0,31	<0,2		
Nitrito	1,00	1,00	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nitrogênio amoniacal	0,50	0,50	mg/L	0,38	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		
Sulfato	250,00	250,00	mg/L	7,10	4,87	6,38	8,46	4,75	3,75	3,89	4,51	1,53	5,28	4,15	6,74	7,88	6,76	4,88	6,59	6,25	5,00	3,15	1,39	5,29	4,92	6,12	
Sulfeto	0,002	0,002	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002		
Orgânicos																											
Fenóis	0,003	0,003	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
Surfactantes	0,50	0,50	mg/L	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	<0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,09	<0,03	<0,03	
Biológicos																											
Escherichia coli	1.000,0	1.000,0	NMP/100mL	330,00	129,60	25,90	17,10	7,50	<1	1,00	19,90	<1	88,90	55,50	113,90	<1	48,40	33,10	3,10	20,20	<1	829,70	3,10	9,30	29,20	<1	

Vermelho: Concentração superior aos limites legais.

* Valor de *background* (Fosfertil, 2004).

Quadro 7.6 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 80, Ponto 94 e Ponto 168.

Parâmetros Analisados	Conama 357/2005	COPAM/ CERH 01/2008	Unidade	Água Superficial																		
				Ponto 80						Ponto 94						Ponto 168						
				mar/19	jun/19	set/19	dez/19	mar/20	jun/20	set/20	mar/19	jun/19	set/19	dez/19	mar/20	jun/20	set/20	jun/19	dez/19	fev/20	jun/20	
Físico-Químicos																						
Condutividade elétrica	-	-	µS/cm	84,00	118,90	126,50	102,20	86,42	109,90	101,70	51,36	108,30	146,00	143,80	143,80	151,30	122,90	53,40	48,55	70,26	104,20	
DBO	5,00	5,00	mg/L	<2	<2	<2	<2	3,88	2,00	3,74	<2	<2	<2	<2	4,02	2,71	2,18	<2	<2	4,20	2,23	
DQO	-	-	mg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20,98	<20	<20	<20	<20	24,61	<20	22,84	<20	<20	<20	<20	
Oxigênio dissolvido	> 5	> 5	mg/L	7,20	7,40	7,20	8,50	5,50	8,10	7,80	7,20	7,10	7,50	6,90	5,70	8,00	6,00	5,40	9,00	5,80	6,10	
pH	6 a 9	6 a 9	-	7,49	8,06	7,66	8,36	7,56	8,43	7,80	7,40	7,99	7,15	8,34	7,40	7,68	7,78	8,12	8,12	7,21	7,35	
Sólidos dissolvidos totais	500,00	500,00	mg/L	50,00	72,00	62,00	60,00	52,00	66,00	74,00	30,00	64,00	72,00	84,00	90,00	90,00	74,00	32,00	30,00	42,00	62,00	
Sólidos sedimentáveis	-	-	mL/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	0,20	0,20	0,20	
Sólidos suspensos	-	100,00	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Temperatura	-	-	°C	22,60	20,40	22,00	22,00	20,00	19,00	23,00	22,30	19,80	22,10	22,30	22,00	22,00	22,00	18,90	21,00	21,00	19,00	
Turbidez	100,00	100,00	NTU	4,52	4,34	1,70	2,34	3,43	2,81	2,54	6,43	8,63	0,64	0,25	0,45	0,84	0,59	4,10	4,72	14,60	6,56	
Metais																						
Alumínio	-	-	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,11	<0,05	<0,05	
Alumínio dissolvido	0,10	0,10	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bário	0,70	0,70	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Berílio	0,04	0,04	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cálcio	-	-	mg/L	-	8,45	-	9,81	-	15,42	-	5,49	9,15	8,53	15,87	10,40	17,36	17,28	6,80	8,09	7,81	28,54	
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
Cromo	0,05	0,05	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Ferro dissolvido	0,30	0,30	mg/L	0,21	<0,1	0,12	<0,1	0,19	0,29	0,12	0,21	0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-	
Manganês	0,10	0,10	mg/L	0,10	0,09	0,05	0,10	0,16	0,10	0,09	0,07	0,11	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,09	0,05	<0,03	
Vanádio	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Inorgânicos																						
Cloreto	250,00	250,00	mg/L	-	<0,8	-	<0,8	-	<0,8	-	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	1,15	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	
Fluoreto	1,40	1,40	mg/L	0,08	<0,5	0,09	0,35	0,11	0,09	0,21	0,08	0,05	0,08	0,32	0,10	0,13	0,08	<0,05	0,30	0,12	0,05	
Fósforo	0,344*	0,344*	mg/L	0,09	0,11	0,11	0,28	0,10	0,10	0,26	0,12	0,31	0,25	0,22	0,23	0,26	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Fósforo dissolvido	-	-	mg/L	0,04	<0,1	0,07	0,12	0,06	0,05	0,11	0,06	0,09	0,20	0,22	0,19	0,18	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Nitrato	10,00	10,00	mg/L	0,46	0,26	0,35	<0,2	<0,2	0,20	0,37	0,30	0,69	0,96	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,41	<0,2	<0,2	<0,2	
Nitrito	1,00	1,00	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Nitrogênio amoniacal	0,50	0,50	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,20	<0,2	<0,2	<0,2	0,20	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Sulfato	250,00	250,00	mg/L	2,24	1,21	1,08	1,25	1,20	0,85	1,23	<0,8	1,15	1,71	1,87	1,49	1,97	0,93	<0,8	0,92	1,25	0,93	
Sulfeto	0,002	0,002	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Orgânicos																						
Fenóis	0,003	0,003	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
Surfactantes	0,50	0,50	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,04	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Biológicos																						
Escherichia coli	1.000,0	1.000,0	NMP/100mL	-	23,10	-	34,30	-	26,30	-	85,00	1,00	6,20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	325,50	21,20

Vermelho: Concentração superior aos limites legais.

* Valor de *background* (Fosfertil, 2004).

Quadro 7.7 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 172.

Parâmetros Analisados	Conama 357/2005	COPAM/ CERH 01/2008	Unidade	Água Superficial																							
				Ponto 172																							
				jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	
Físico-Químicos																											
Condutividade elétrica	-	-	µS/cm	165,00	133,60	141,00	138,30	114,80	122,70	151,50	157,90	177,20	148,00	180,30	88,65	143,20	128,10	134,60	150,70	123,20	132,50	202,30	144,30	123,90	171,90	185,70	
DBO	5,00	5,00	mg/L	2,22	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3,04	<2	3,62	<2	4,42	<2	<2	4,22	4,02	4,91	<2	
DQO	-	-	mg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	50,40	29,57	<20	<20	
Oxigênio dissolvido	> 5	> 5	mg/L	7,70	6,10	7,30	8,90	8,10	6,00	8,80	8,60	8,50	9,10	6,50	7,00	7,80	8,00	6,80	7,00	6,80	7,60	6,80	7,50	8,20	6,80	7,50	
pH	6 a 9	6 a 9	-	7,09	7,57	7,24	7,33	7,74	8,15	6,70	7,20	8,04	8,18	8,41	7,79	7,90	7,98	7,91	7,82	8,37	7,83	8,09	7,75	7,80	8,04	7,86	
Sólidos dissolvidos totais	500,00	500,00	mg/L	100,00	80,00	84,00	84,00	68,00	74,00	88,00	94,00	106,00	74,00	90,00	54,00	84,00	82,00	82,00	90,00	74,00	80,00	122,00	78,00	68,00	114,00	112,00	
Sólidos sedimentáveis	-	-	ml/L	0,10	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	0,40	0,20	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	
Sólidos suspensos	-	100,00	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	12,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Temperatura	-	-	°C	23,50	21,00	23,30	21,20	21,40	20,10	20,30	18,50	21,40	23,20	23,50	21,30	22,00	23,00	21,00	24,00	20,00	20,00	20,00	20,00	21,00	24,00	22,00	
Turbidez	100,00	100,00	NTU	6,90	7,93	22,50	7,04	3,80	2,90	1,88	1,84	1,53	3,02	2,69	20,20	9,93	13,30	29,20	100,00	4,43	5,03	2,34	6,83	2,33	3,19	2,36	
Metais																											
Alumínio	-	-	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alumínio dissolvido	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	
Bário	0,70	0,70	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Berílio	0,04	0,04	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cálcio	-	-	mg/L	14,43	15,97	7,74	10,14	8,95	5,25	9,65	6,80	10,58	12,65	11,85	9,64	7,90	12,02	6,70	15,92	10,17	12,51	17,21	12,94	12,58	16,48	8,96	
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
Cromo	0,05	0,05	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Ferro dissolvido	0,30	0,30	mg/L	<0,1	0,22	<0,1	<0,1	0,20	0,12	0,13	0,15	0,14	0,23	0,22	0,15	0,16	<0,1	<0,1	0,13	0,10	0,12	<0,1	<0,1	0,13	0,19	0,11	
Manganês	0,10	0,10	mg/L	0,03	0,04	0,06	0,04	0,03	<0,03	<0,03	0,04	0,03	0,06	0,05	<0,03	0,05	0,07	0,08	<0,03	<0,03	<0,03	0,06	0,04	0,05	<0,03	<0,03	
Vanádio	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Inorgânicos																											
Cloreto	250,00	250,00	mg/L	1,34	0,83	1,60	1,13	0,97	0,83	0,94	1,75	10,58	1,60	1,12	1,35	1,39	1,52	1,30	1,40	1,00	1,00	1,18	<0,8	1,11	1,12	1,23	
Fluoreto	1,40	1,40	mg/L	0,23	0,23	0,31	0,18	<0,05	<0,05	0,05	0,13	0,07	0,07	0,11	0,20	0,31	0,52	0,34	0,62	0,20	<0,05	0,24	0,09	0,19	0,12	0,16	
Fósforo	0,344*	0,344*	mg/L	0,19	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,17	0,22	0,03	0,23	0,12	0,13	0,14	0,04	0,03	0,29	0,04	0,18	0,22	0,18	
Fósforo dissolvido	-	-	mg/L	0,11	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05	0,03	0,02	<0,01	0,13	0,02	0,02	0,04	0,04	
Nitrato	10,00	10,00	mg/L	1,07	0,23	0,24	0,47	0,46	0,72	0,59	1,76	0,46	1,41	<0,2	<0,2	0,55	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,28	0,23	0,25	0,98	<0,2	
Nitrito	1,00	1,00	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Nitrogênio amoniacal	0,50	0,50	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Sulfato	250,00	250,00	mg/L	3,56	2,61	3,36	3,45	1,86	2,58	3,42	3,09	1,26	3,05	2,67	2,36	3,72	3,43	2,42	3,34	2,59	2,55	2,71	1,40	2,59	3,00	2,04	
Sulfeto	0,002	0,002	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Orgânicos																											
Fenóis	0,003	0,003	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
Surfactantes	0,50	0,50	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	
Biológicos																											
Escherichia coli	1.000,0	1.000,0	NMP/100mL	920,70	344,80	172,30	146,70	214,20	23,90	24,30	307,60	68,40	344,80	133,70	160,20	<1	50,50	16,00	26,60	62,00	32,70	112,70	10,60	307,60	23,70	<1	

Vermelho: Concentração superior aos limites legais.

* Valor de *background* (Fosfertil, 2004).

Quadro 7.8 – Resultados obtidos nas águas superficiais – Ponto 220.

Parâmetros Analisados	Conama 357/2005	COPAM/ CERH 01/2008	Unidade	Água Superficial																							
				Ponto 220																							
				jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	
Físico-Químicos																											
Condutividade elétrica	-	-	µS/cm	12,59	15,07	10,99	11,20	12,53	12,44	12,39	11,75	21,34	16,29	18,99	14,77	13,22	11,12	9,43	11,17	12,72	9,95	12,36	10,40	13,75	734,10	19,12	
DBO	5,00	5,00	mg/L	<2	<2	<2	3,95	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,41	<2	3,46	<2	3,32	2,00	<2	4,59	3,83	3,55	3,13	
DQO	-	-	mg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	56,32	25,74	<20	<20
Oxigênio dissolvido	> 5	> 5	mg/L	6,40	6,90	5,10	7,80	7,50	7,40	7,00	7,10	7,30	6,80	6,50	6,60	6,00	8,20	6,00	7,50	6,00	7,90	7,80	5,20	7,80	6,40	6,20	
pH	6 a 9	6 a 9	-	7,32	7,04	7,52	7,22	6,82	8,68	6,89	7,75	8,12	7,63	8,40	6,55	6,53	6,32	6,47	6,43	7,35	6,58	7,91	6,29	6,73	6,46	7,09	
Sólidos dissolvidos totais	500,00	500,00	mg/L	<10	10,00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10,00	10,00	
Sólidos sedimentáveis	-	-	ml/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,20	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,90	0,30	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	0,20	0,30	<0,1	<0,1	0,20	
Sólidos suspensos	-	100,00	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Temperatura	-	-	°C	21,70	20,70	22,10	21,00	19,60	18,70	20,40	17,70	22,60	22,60	23,10	21,60	22,00	23,00	20,00	22,00	19,00	21,00	20,00	19,00	21,00	23,00	21,00	
Turbidez	100,00	100,00	NTU	7,88	6,83	6,18	7,28	12,50	9,00	8,68	7,11	6,62	18,00	19,60	6,00	8,38	6,73	6,71	6,27	4,83	5,17	6,92	11,10	8,49	14,30	16,80	
Metais																											
Alumínio	-	-	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alumínio dissolvido	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Bário	0,70	0,70	mg/L	<0,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	
Berílio	0,04	0,04	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cálcio	-	-	mg/L	1,42	1,24	1,82	5,14	1,81	2,39	2,02	6,45	1,53	1,77	4,74	2,31	2,08	1,19	0,74	3,48	1,60	4,44	1,31	0,64	3,29	1,99	2,75	
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	
Cromo	0,05	0,05	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Ferro dissolvido	0,30	0,30	mg/L	<0,1	0,25	0,12	<0,1	<0,1	0,11	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,26	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,21	0,11	0,11	
Manganês	0,10	0,10	mg/L	0,05	0,08	0,05	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,08	0,20	0,15	0,14	0,09	0,08	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06	0,20	0,19	
Vanádio	0,10	0,10	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Inorgânicos																											
Cloreto	250,00	250,00	mg/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	1,01	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,83	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	
Fluoreto	1,40	1,40	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,10	0,07	<0,05	<0,05	0,08	0,27	0,06	0,15	0,08	0,13	0,07	<0,05	<0,05	0,10	0,16	0,26	0,32	
Fósforo	0,344*	0,344*	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,11	0,16	0,18	0,23	0,21	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,19	0,22	0,34	0,16	0,13	<0,01	
Fósforo dissolvido	-	-	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	<0,01	0,02	0,01	0,01	<0,01	
Nitrato	10,00	10,00	mg/L	0,65	0,21	0,29	0,25	<0,2	0,98	0,21	0,67	0,92	0,46	<0,2	<0,2	0,28	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,21	<0,2	0,29	0,39	<0,1		
Nitrito	1,00	1,00	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Nitrogênio amoniacal	0,50	0,50	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,53	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
Sulfato	250,00	250,00	mg/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,89	0,80	1,13	1,64	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	
Sulfeto	0,002	0,002	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Orgânicos																											
Fenóis	0,003	0,003	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	
Surfactantes	0,50	0,50	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	0,04	0,04	
Biológicos																											
Escherichia coli	1.000,0	1.000,0	NMP/100mL	<1	16,00	6,20	13,20	13,10	47,30	38,60	6,30	33,90	41,00	27,10	20,80	2,00	<1	21,60	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	

Vermelho: Concentração superior aos limites legais.

* Valor de *background* (Fosfertil, 2004).

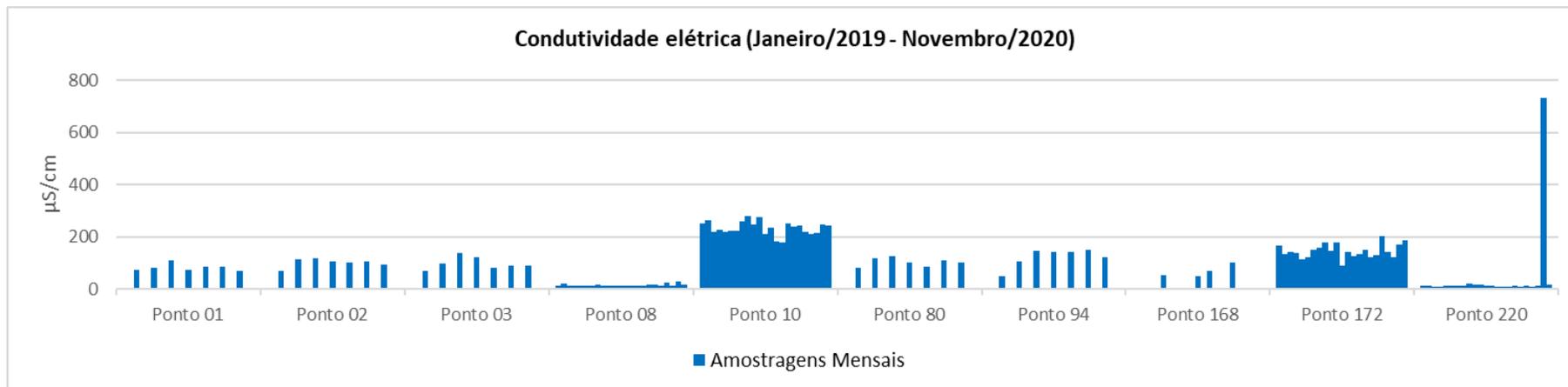


Figura 7.2 – Valores de condutividade elétrica nas águas superficiais.

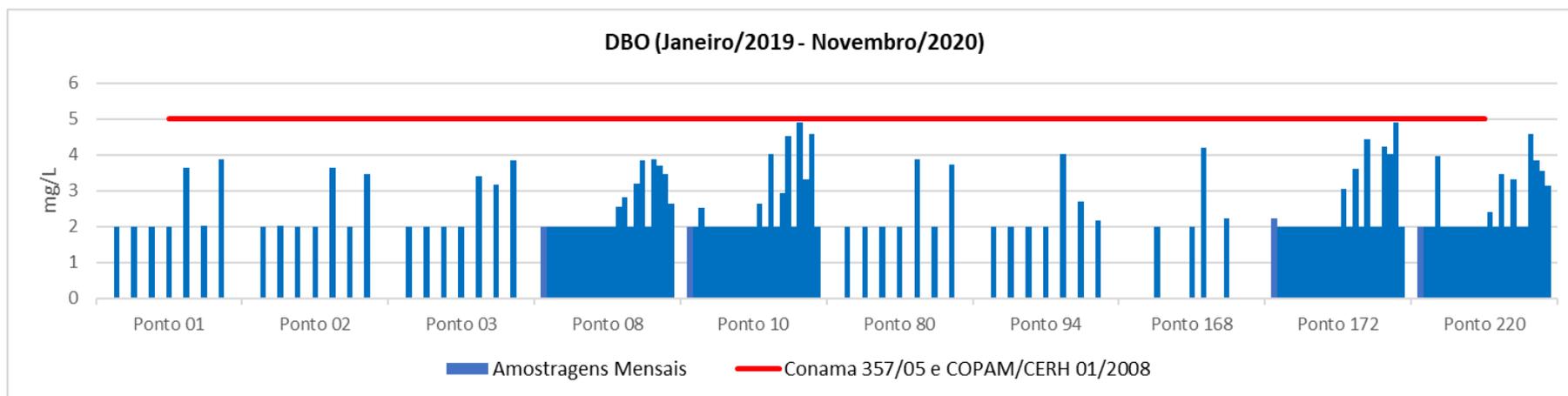


Figura 7.3 – Valores de DBO nas águas superficiais.

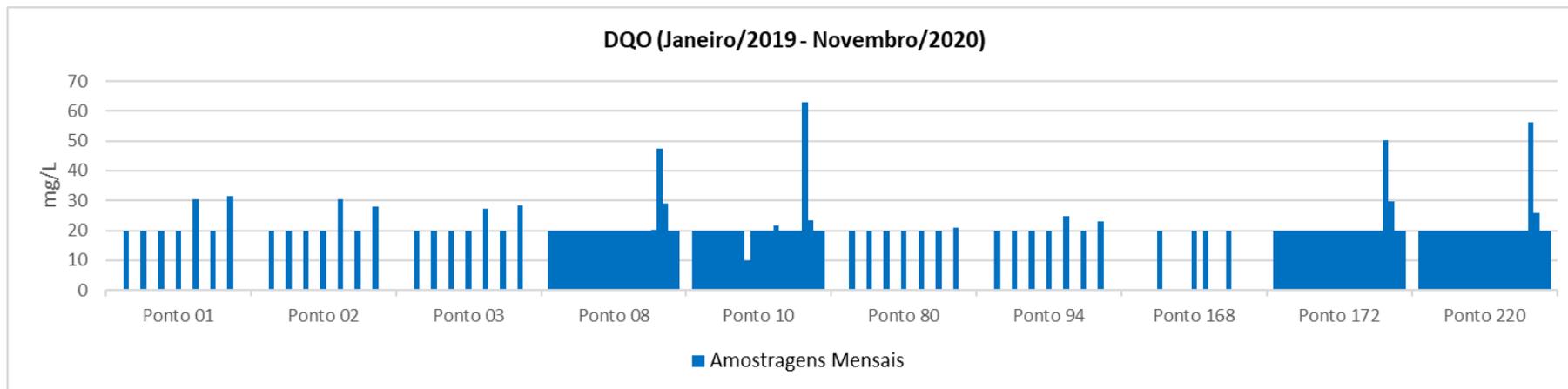


Figura 7.4– Valores de DQO nas águas superficiais.

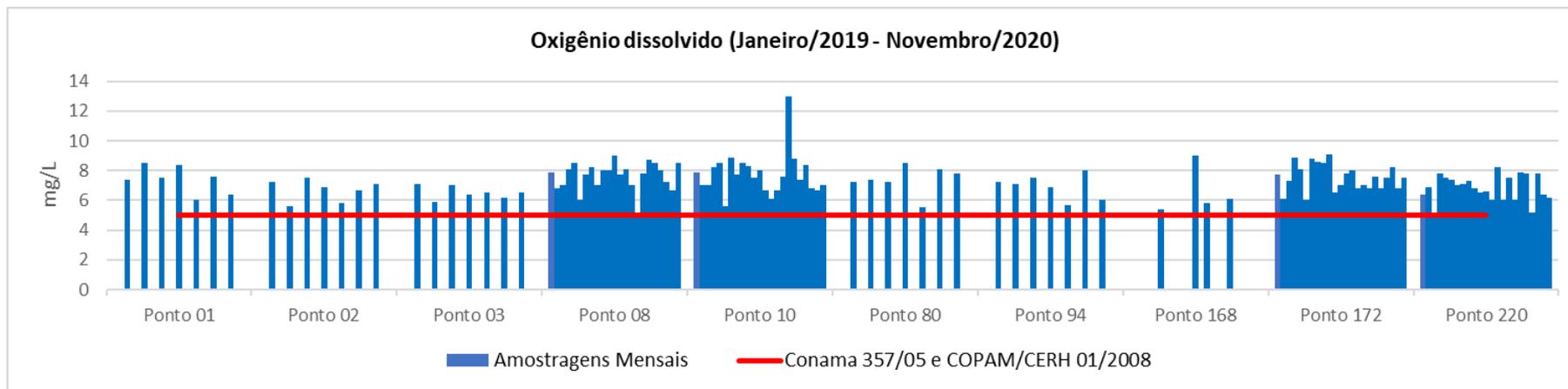


Figura 7.5– Valores de oxigênio dissolvido nas águas superficiais.

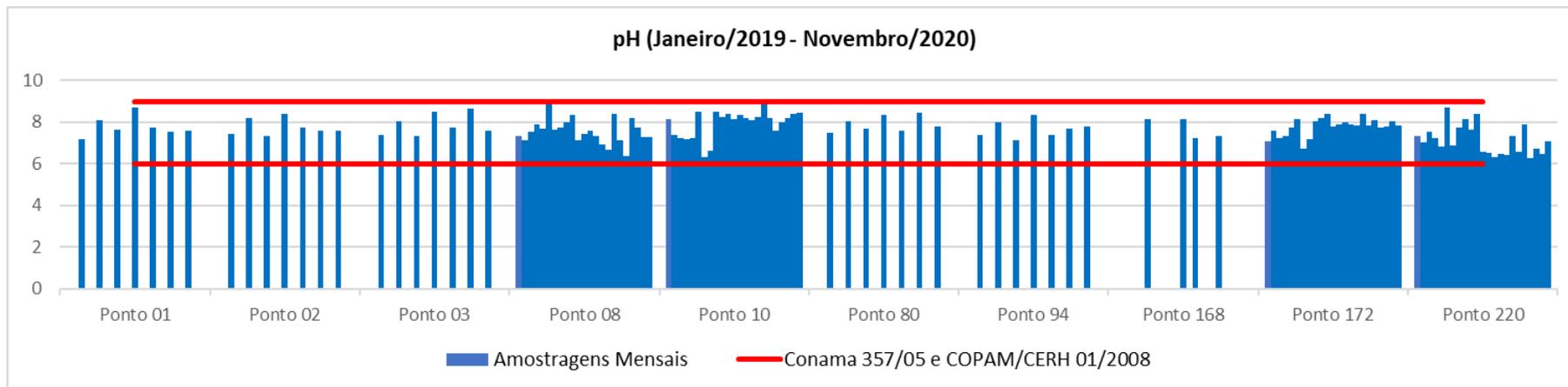


Figura 7.6– Valores de pH das águas superficiais.

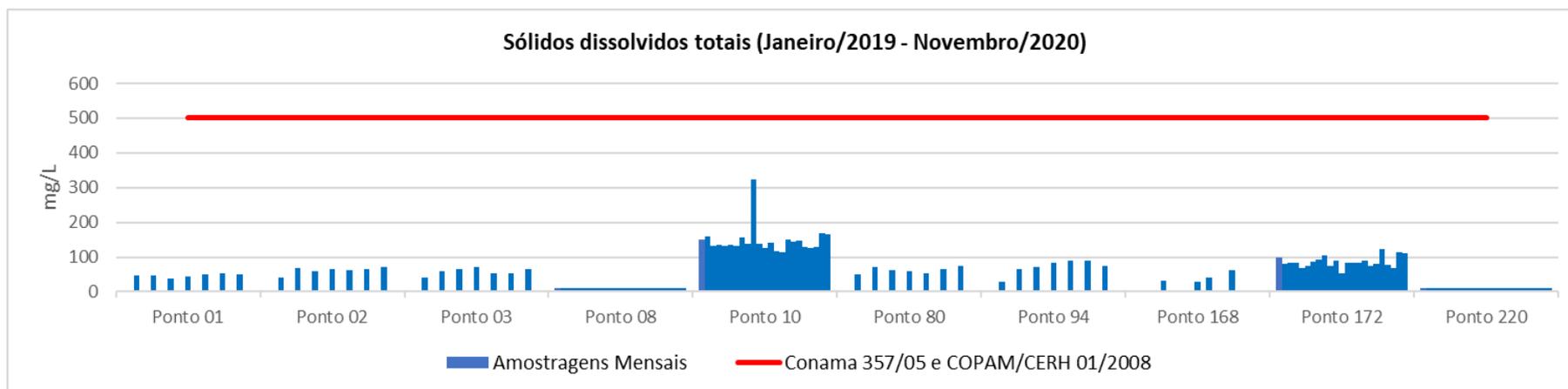


Figura 7.7– Valores de sólidos dissolvidos totais nas águas superficiais.

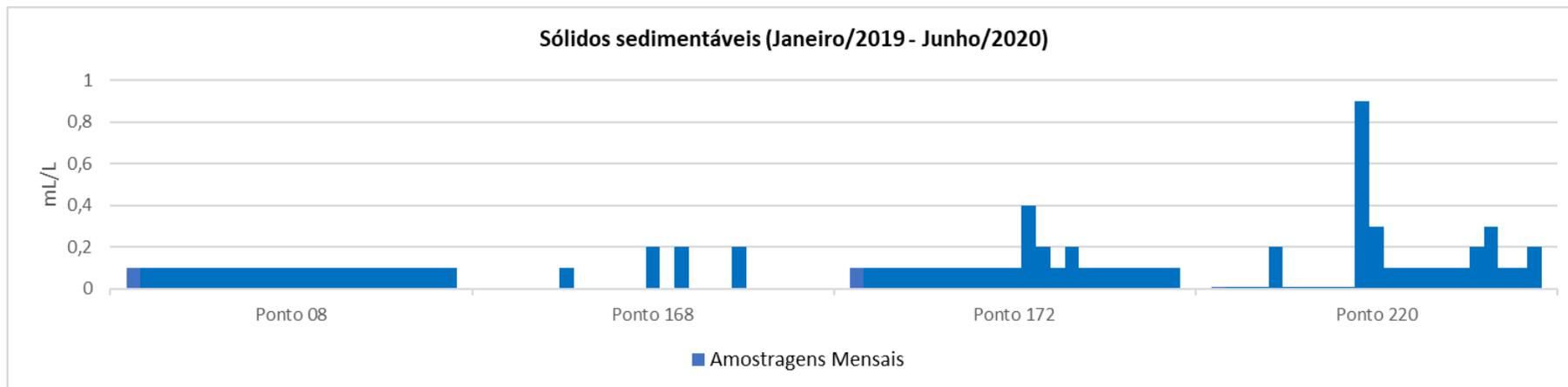


Figura 7.8– Valores de sólidos sedimentáveis nas águas superficiais.

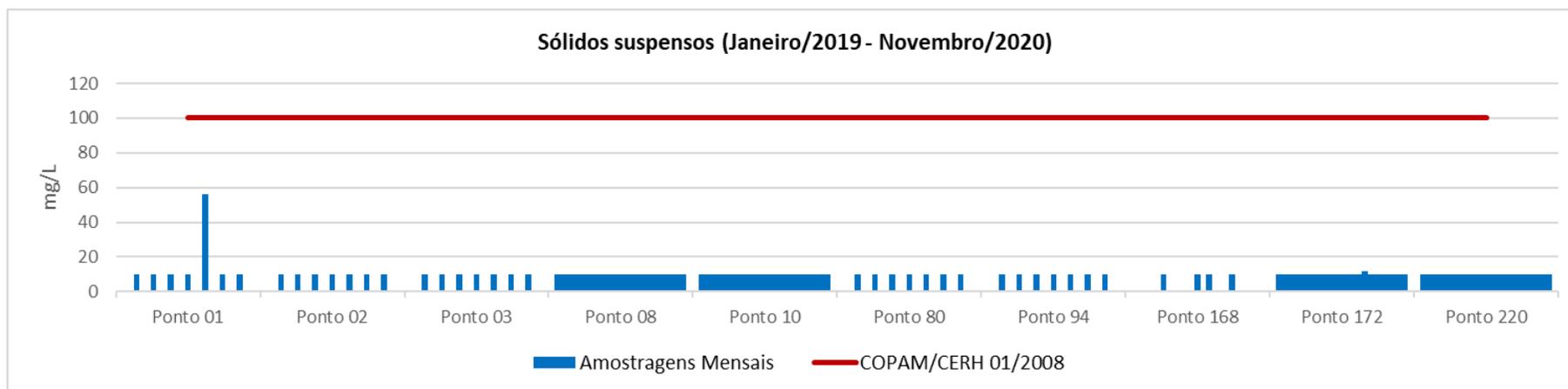


Figura 7.9– Valores de sólidos suspensos nas águas superficiais.

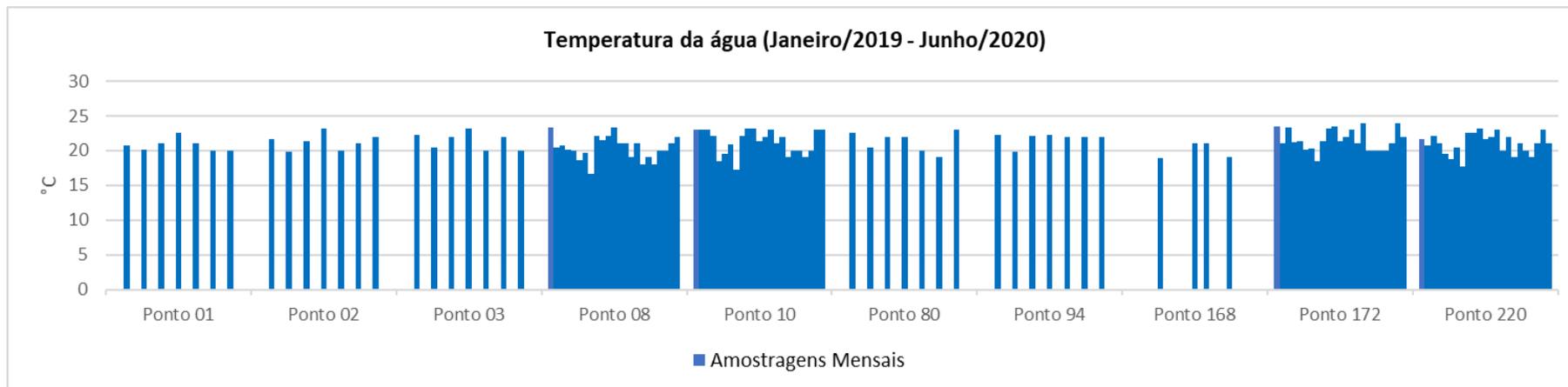


Figura 7.10– Valores de temperatura das águas superficiais.

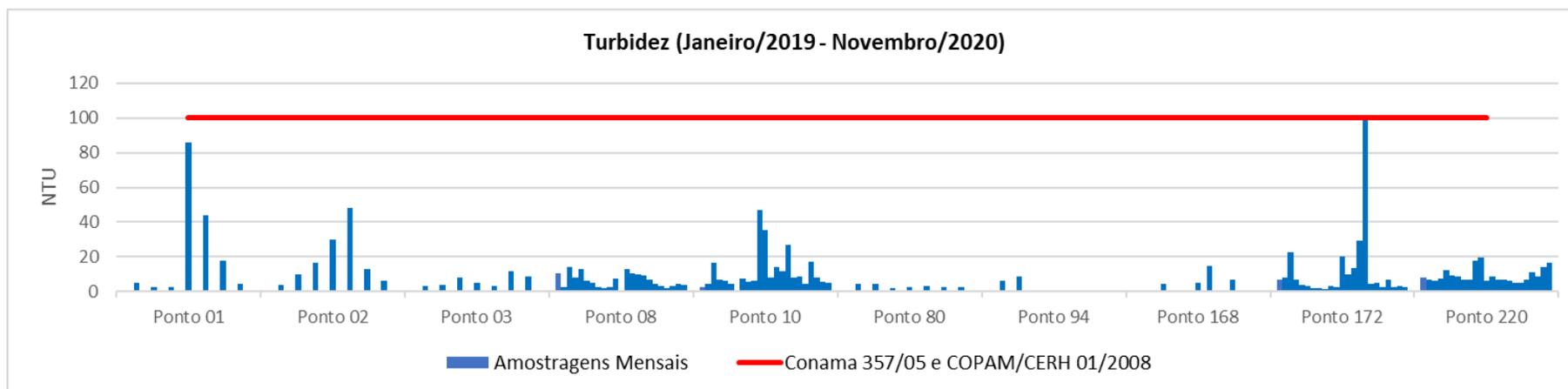


Figura 7.11– Valores de turbidez das águas superficiais.

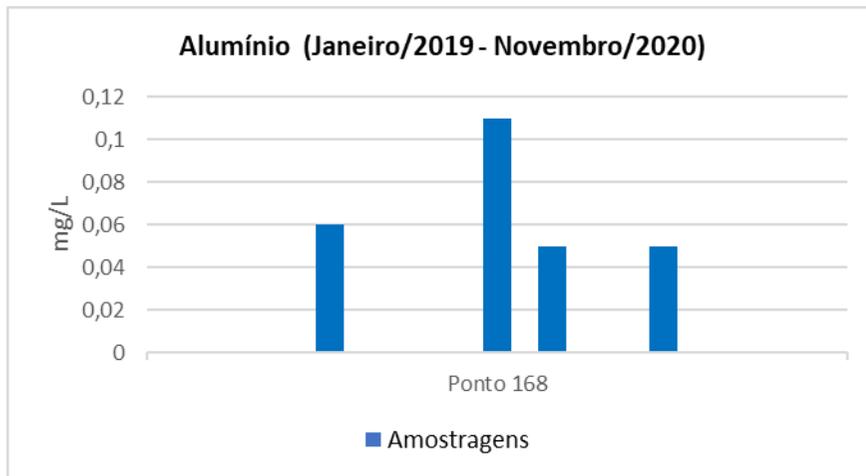


Figura 7.12 – Teores de alumínio nas águas superficiais.

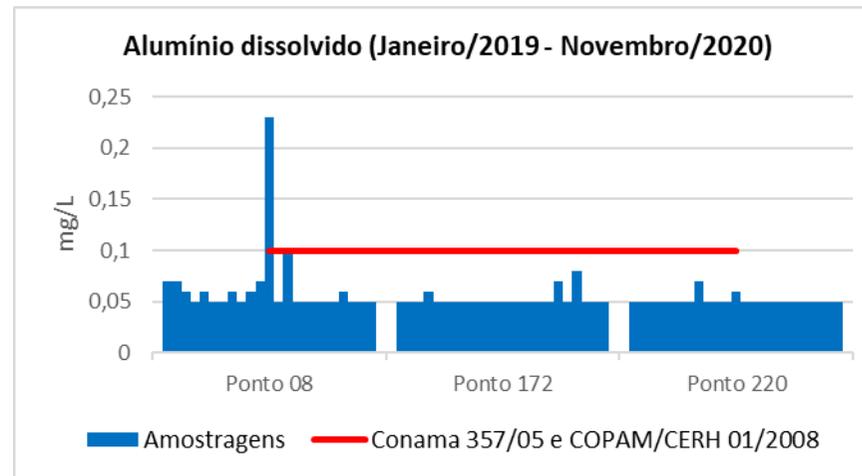


Figura 7.13 – Teores de alumínio dissolvido nas águas superficiais.

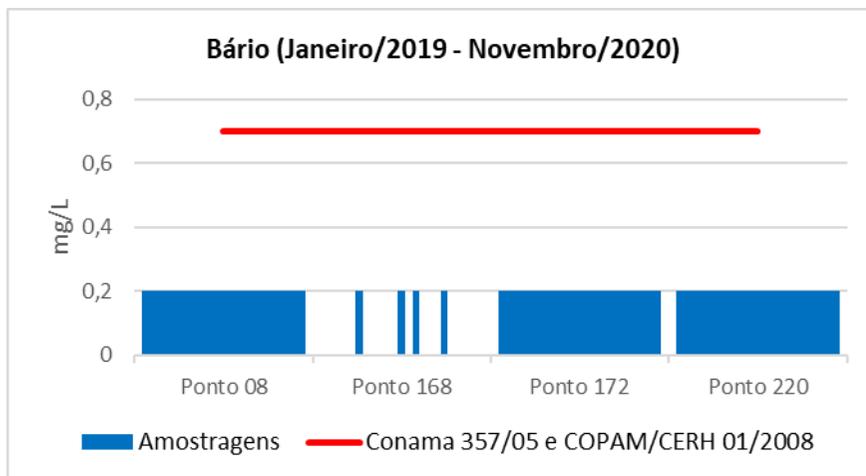


Figura 7.14 – Teores de bário nas águas superficiais.

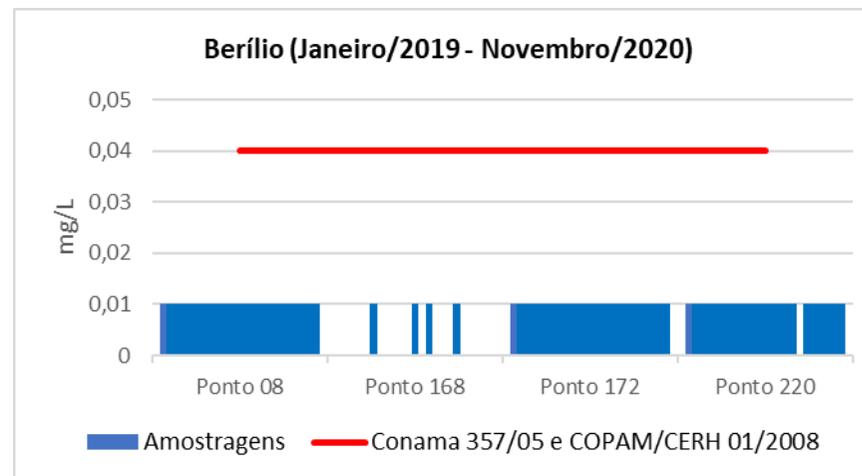


Figura 7.15 – Teores de berílio nas águas superficiais.

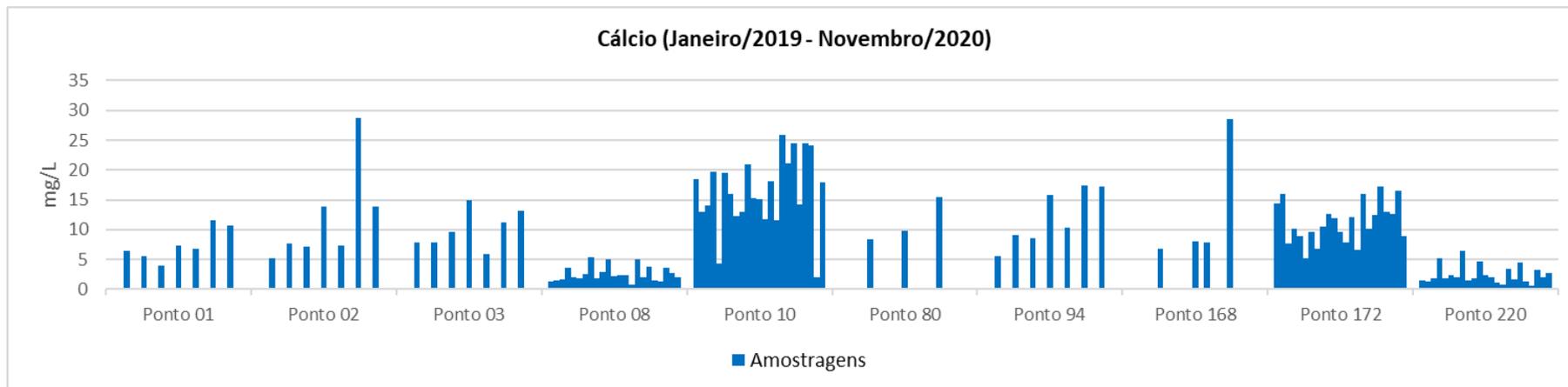


Figura 7.16 – Teores de cálcio nas águas superficiais.

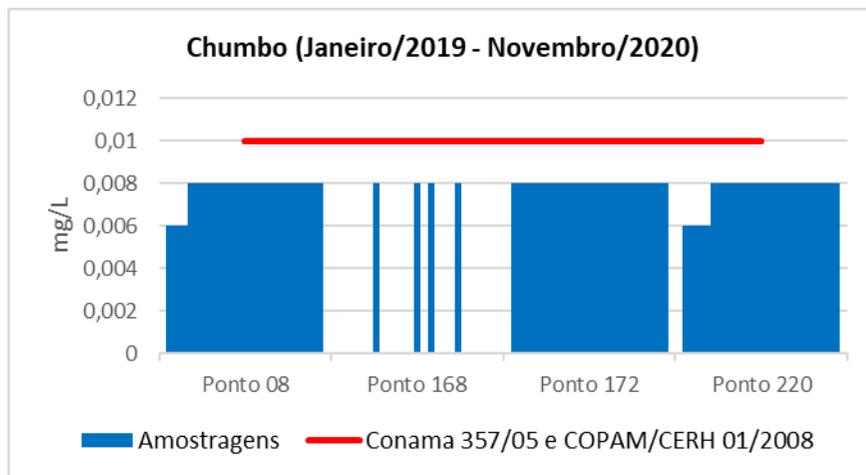


Figura 7.17 – Teores de chumbo nas águas superficiais.

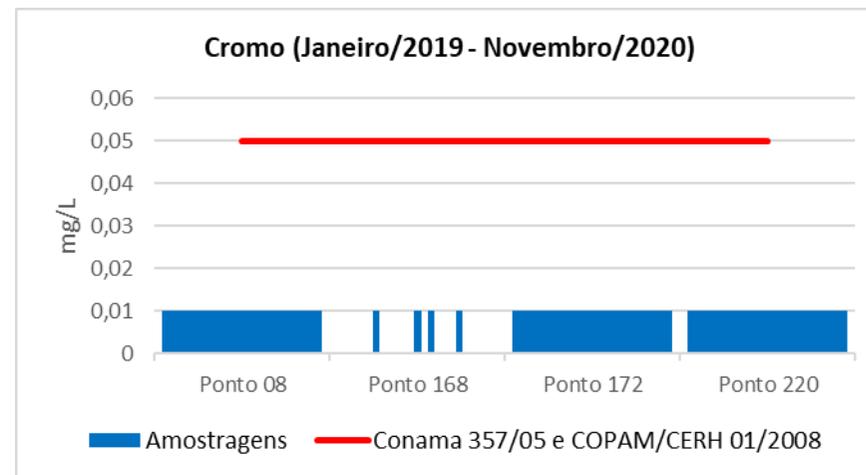


Figura 7.18 – Teores de cromo nas águas superficiais.

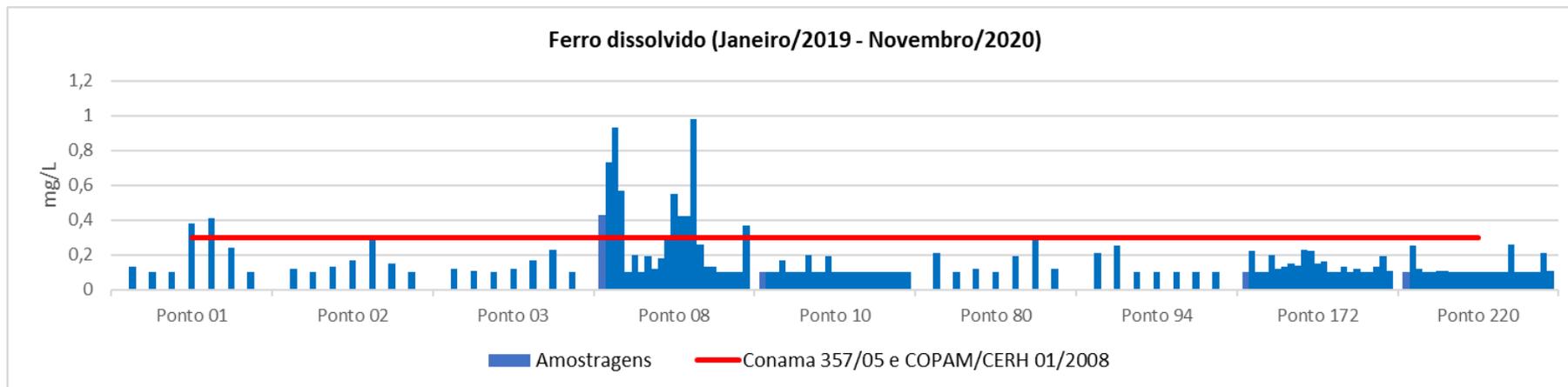


Figura 7.19 – Teores de ferro dissolvido nas águas superficiais.

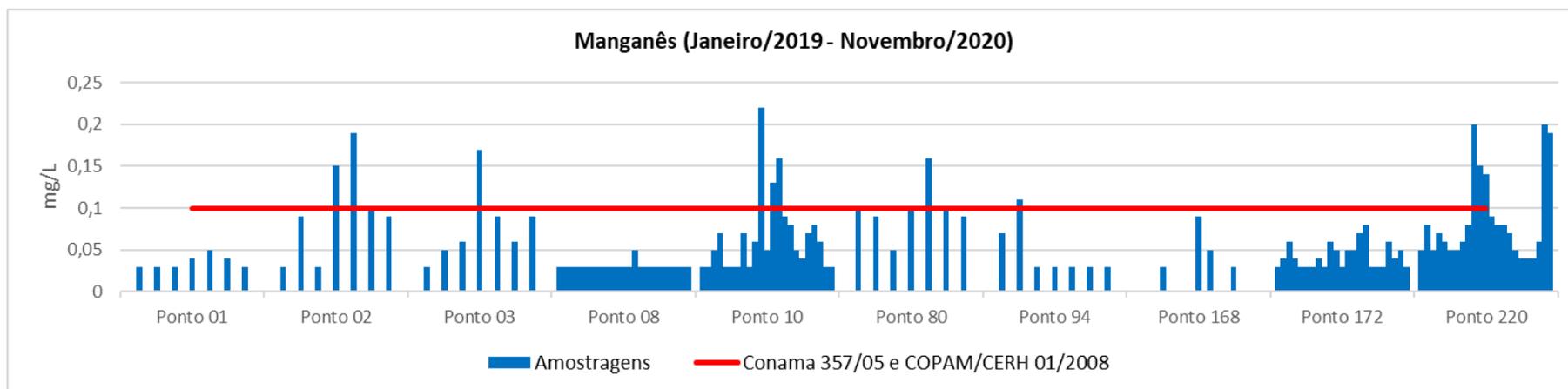


Figura 7.20 – Teores de manganês nas águas superficiais.

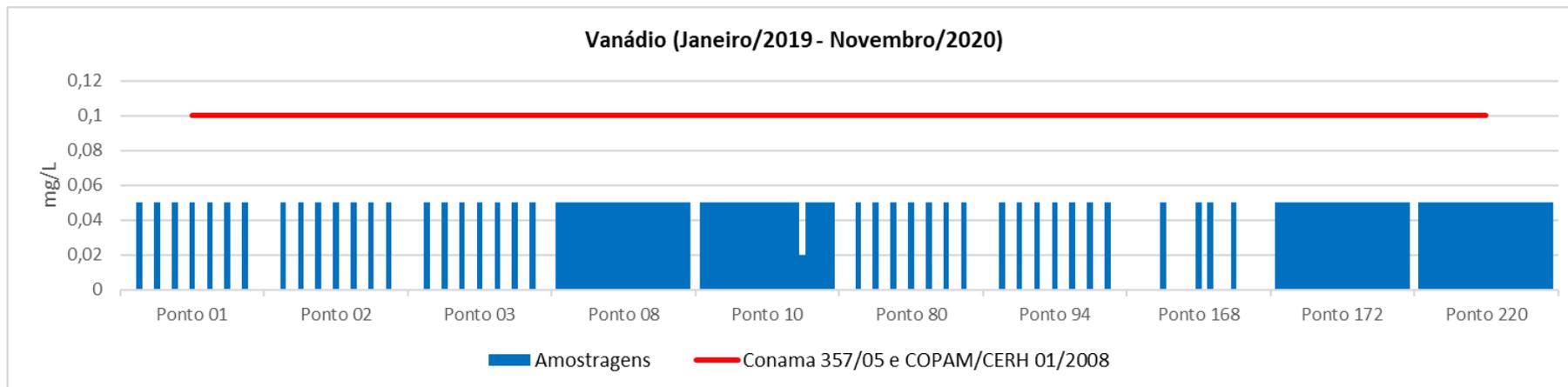


Figura 7.21 – Teores de vanádio nas águas superficiais.

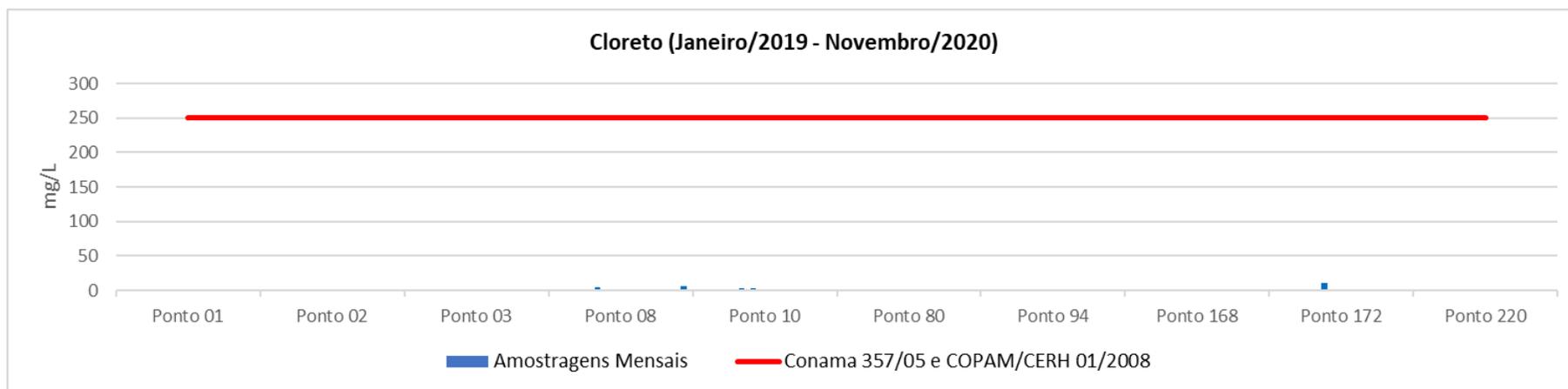


Figura 7.22 – Teores de cloreto nas águas superficiais.

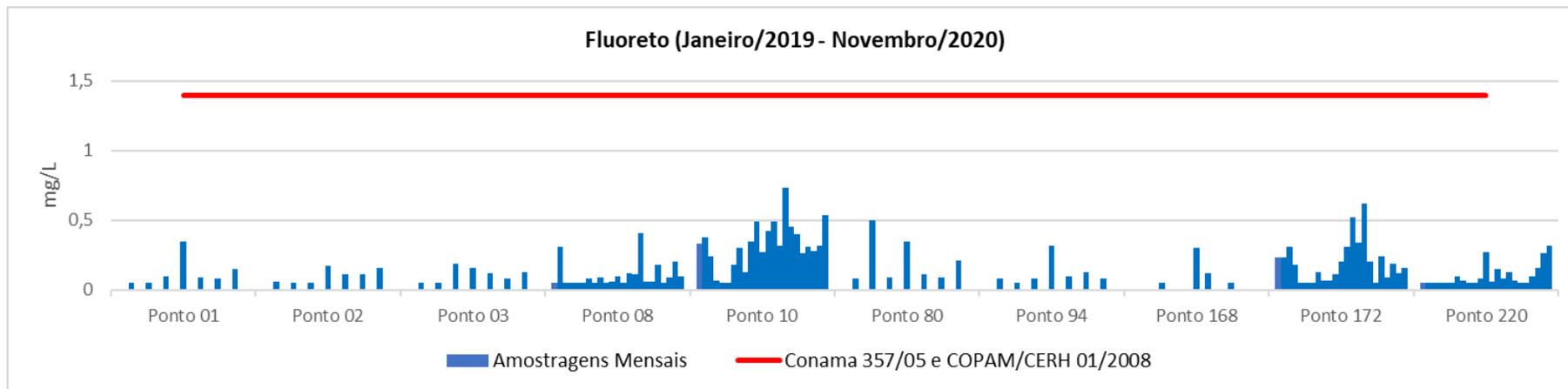


Figura 7.23 – Teores de fluoreto nas águas superficiais.

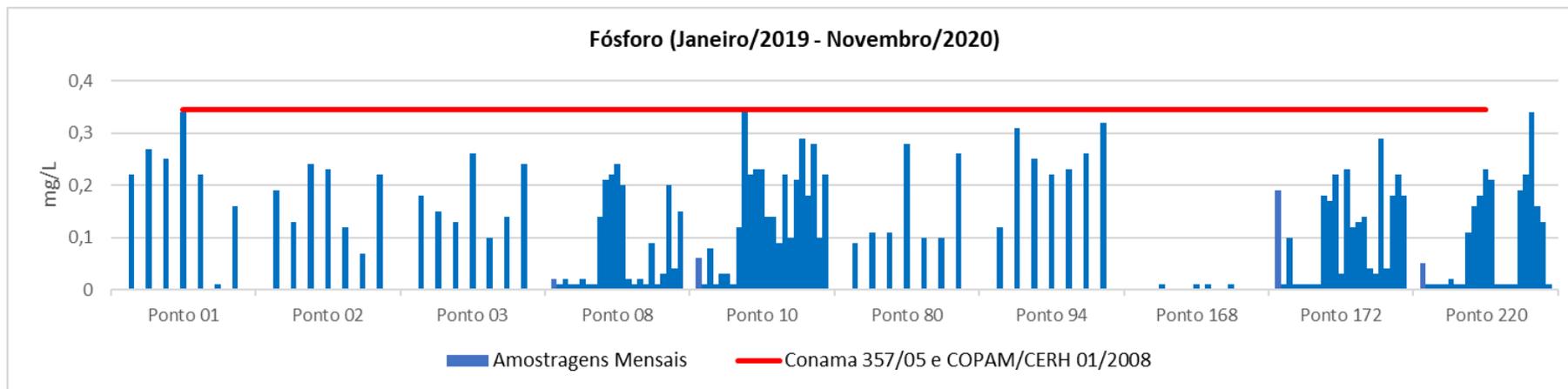


Figura 7.24 – Teores de fósforo nas águas superficiais.

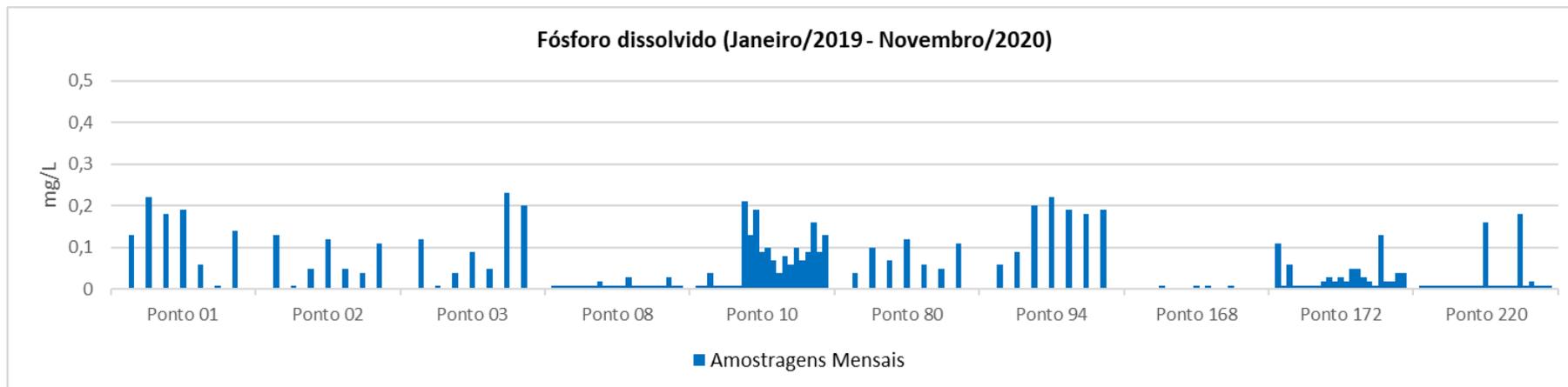


Figura 7.25 – Teores de fósforo dissolvido nas águas superficiais.

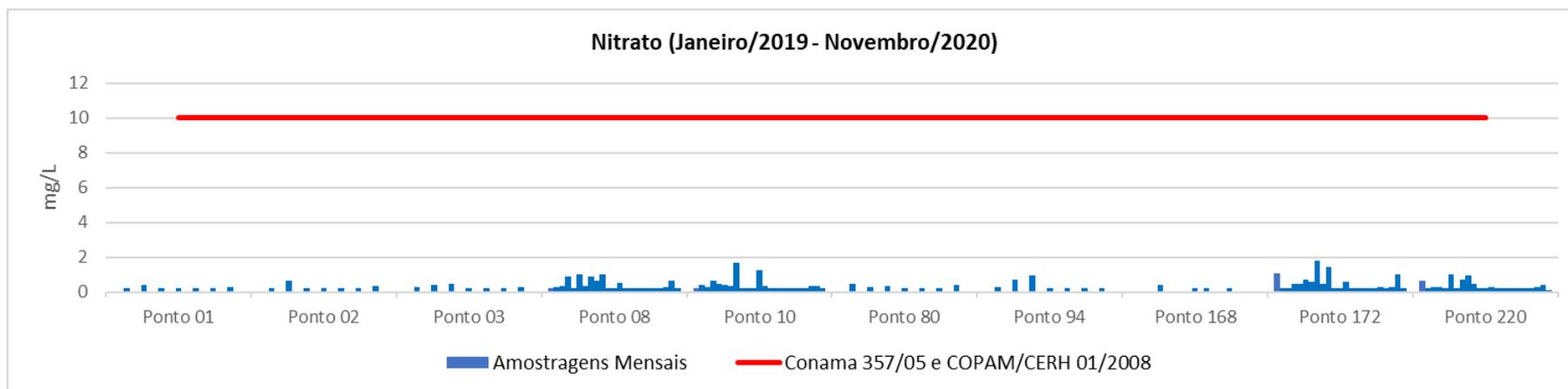


Figura 7.26 – Teores de nitrato nas águas superficiais.

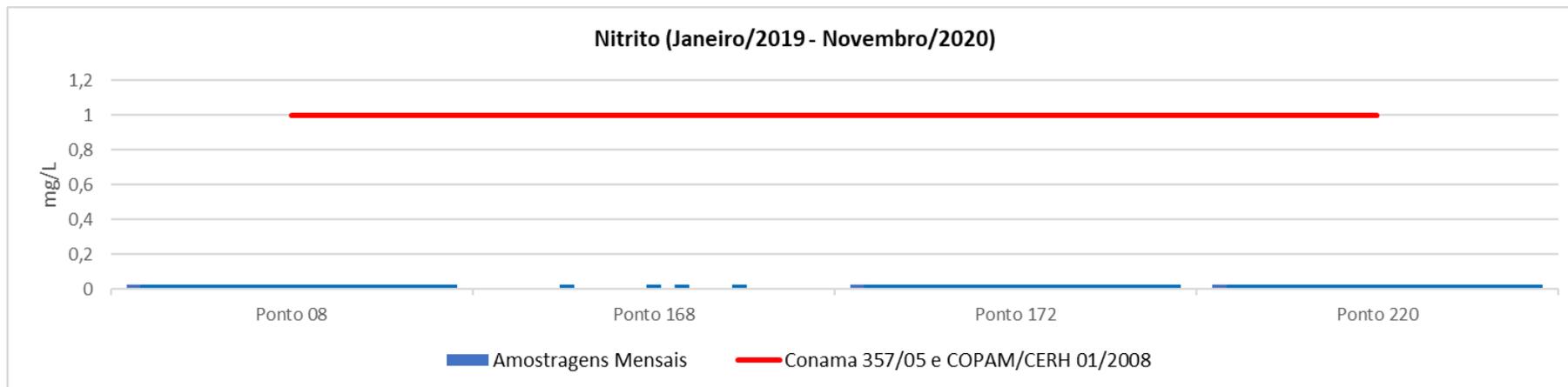


Figura 7.27 – Teores de nitrito nas águas superficiais.

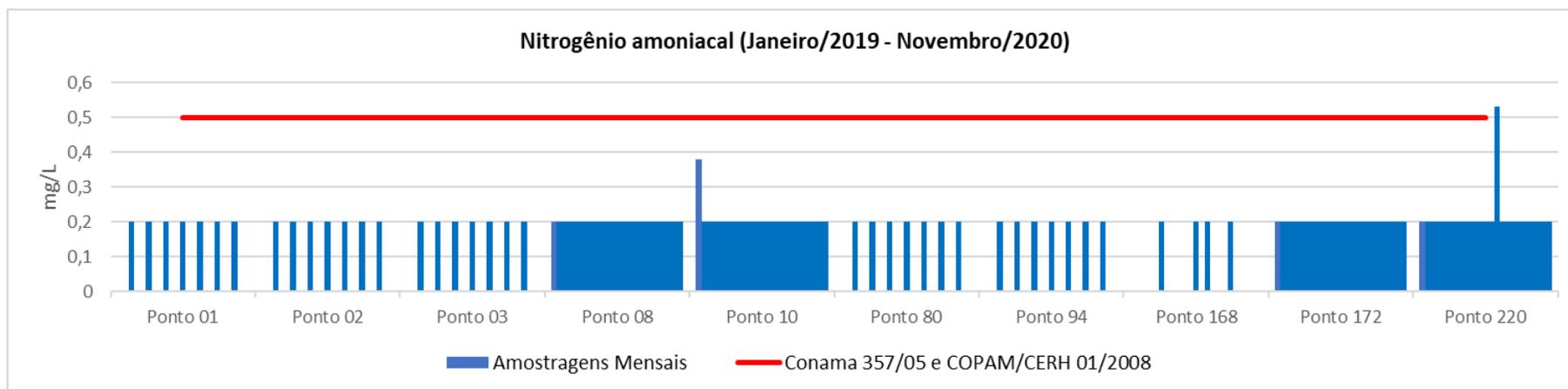


Figura 7.28 – Teores de nitrogênio amoniacal nas águas superficiais.

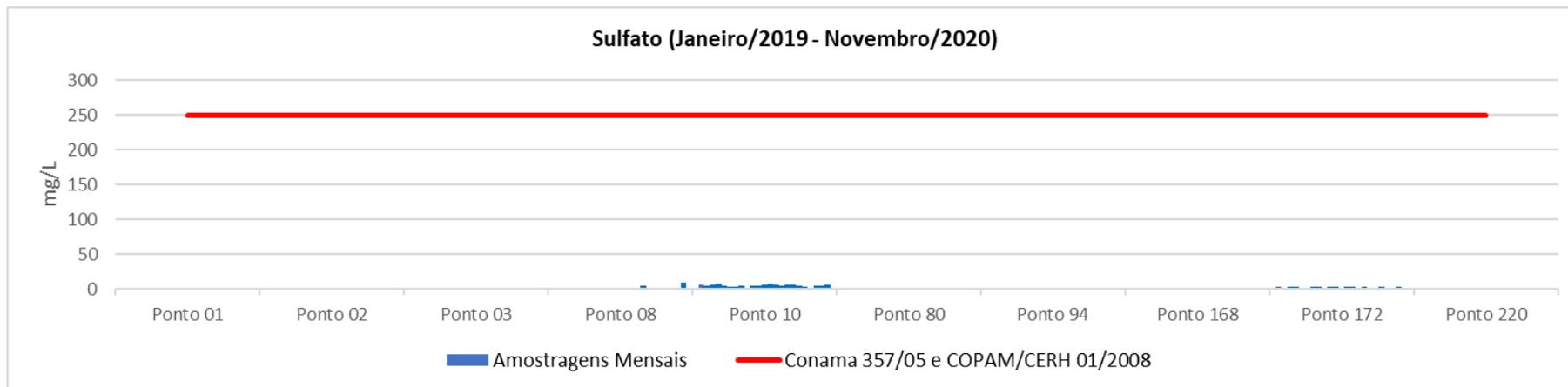


Figura 7.29 – Teores de sulfato nas águas superficiais.

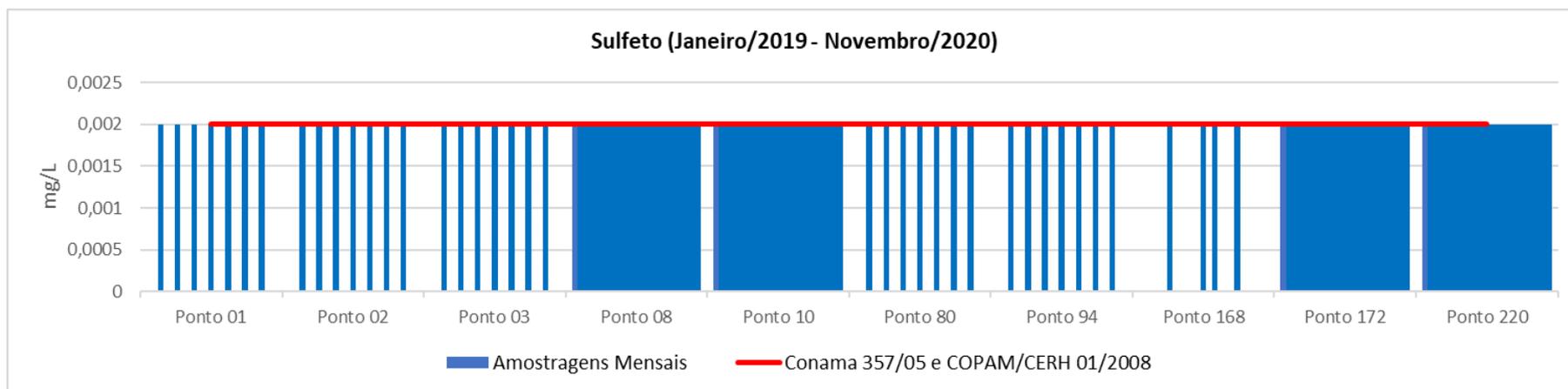


Figura 7.30 – Teores de sulfeto nas águas superficiais.

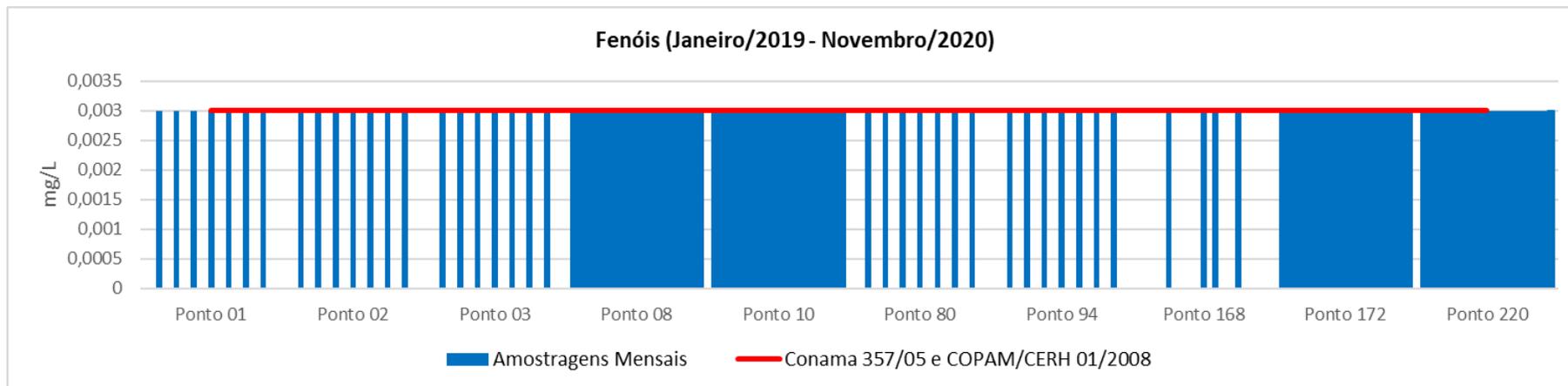


Figura 7.31 – Teores de fenóis nas águas superficiais.

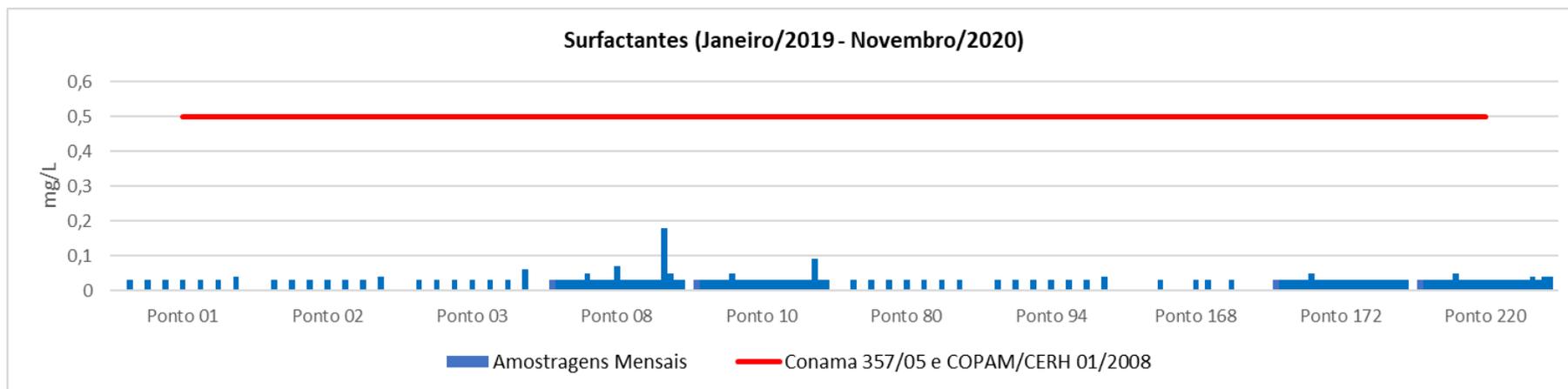


Figura 7.32 – Teores de surfactantes nas águas superficiais.

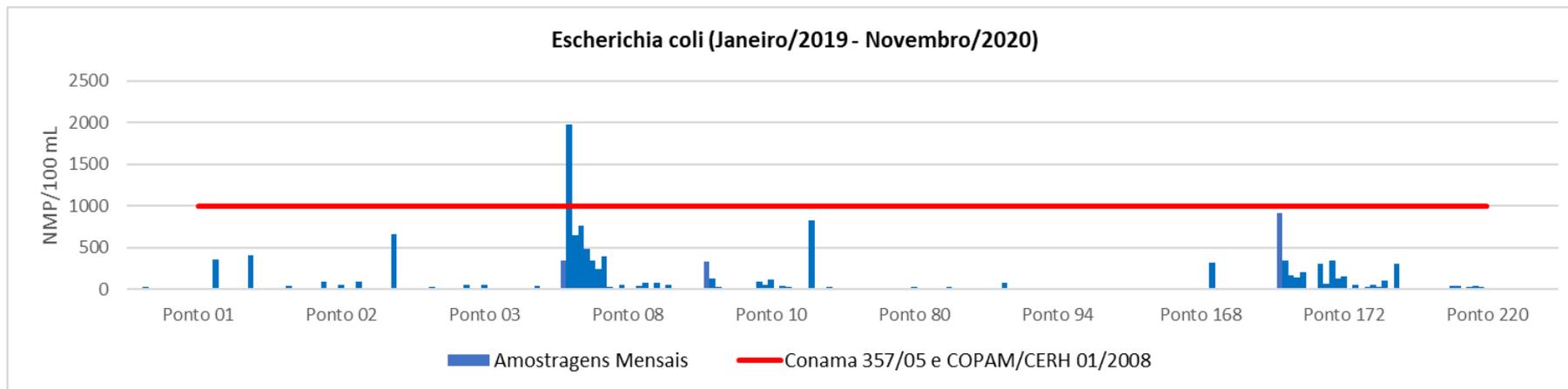


Figura 7.33 – Concentrações da bactéria *Escherichia coli* nas águas superficiais.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos monitorados são importantes, pois configuram um leque de diferentes possibilidades de interferências que o empreendimento pode ter sobre as águas superficiais.

Os parâmetros físico-químicos se apresentaram de acordo com os padrões de qualidade.

Em relação aos analitos metálicos, ultrapassaram os valores máximos da Resolução Conama nº 357/2005 e da Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008: alumínio, ferro dissolvido e manganês.

O alumínio dissolvido foi detectado em concentração superior aos valores máximos das normas somente no Ponto 08 no mês de dezembro/2019. Visto que no restante dos meses de amostragem, conforme a **Figura 7.13**, os teores de alumínio foram muito similares (por vezes inferiores ao limite de quantificação do laboratório para essa substância), pode-se considerar uma anomalia pontual associada à campanha de dezembro/2019.

O ferro dissolvido foi analisado em 9 pontos de amostragem. Contudo, foi obtido em teores acima dos limites estabelecidos por lei apenas nos Pontos 01 e 08 (**Figura 7.19**). No Ponto 01, as ocorrências estão restritas apenas aos meses de dezembro/2019 e março/2020. Já no Ponto 08, as concentrações em desacordo com os padrões de qualidade são recorrentes nos períodos entre janeiro e abril de 2019 e entre dezembro/2019 e março/2020. Além disso, na campanha de novembro/2020, o teor de ferro dissolvido também ultrapassa o valor máximo permitido pela legislação vigente.

Em relação ao manganês (**Figura 7.20**), anomalias pontuais de altas concentrações são encontradas no Ponto 03 (dezembro/2019), no Ponto 80 (março/2020) e no Ponto 94 (junho/2019). Vale ressaltar que o Ponto 94 está a montante do empreendimento e, portanto, as atividades industriais não são responsáveis pela alteração dessa substância nas águas. Também são obtidos teores superiores aos limites legais no Ponto 02 (dezembro/2019 e março/2020), no Ponto 10 (novembro/2019, janeiro e fevereiro de 2020) e, por fim, no Ponto 220 (no período de outubro a dezembro de 2019 e nos meses de outubro e novembro de 2020).

Conforme estudo de *background*, o qual analisou dados do Complexo de Mineração de Tapira de 2005 a 2012, a presença de ferro e manganês nas águas relaciona-se com sua ocorrência natural nos solos. Durante o período chuvoso, é comum o arraste de partículas de solo para dentro dos corpos d'água, contribuindo, assim, para o aumento na concentração desse parâmetro.

Além disso, vale ressaltar que os metais ferro, alumínio e manganês são elementos essenciais a organismos vivos, possuem ampla e natural distribuição no solo e na água e possuem baixa toxicidade associada, não havendo a necessidade de implantação de medidas mitigadoras para esses elementos.

Dentre os compostos inorgânicos analisados, apenas o nitrogênio amoniacal foi detectado em concentração superior ao valor máximo da Conama nº 357/2005 e da DN COPAM/CERH nº 01/2008. Essa ocorrência foi pontual, restrita ao Ponto 220 no mês de fevereiro/2020, e com valor bem próximo ao limite permitido. No restante das amostragens neste ponto, os resultados para o nitrogênio amoniacal estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório para essa substância, caracterizando, portanto, uma anomalia relacionada à campanha de fevereiro/2020.

As substâncias orgânicas não ultrapassaram os valores de referência em nenhuma campanha. A maioria dos valores de surfactantes e todos os valores de fenóis foram inferiores ao Limite de Quantificação do laboratório para as respectivas substâncias.

O parâmetro biológico *Escherichia coli* apresentou concentração acima das legislações apenas no Ponto 08 em fevereiro/2019 (1.980,00NMP/100mL). No mesmo mês em 2020, o valor obtido foi de 47,30 NMP/100mL e nos outros meses do período avaliado para esse ponto, as concentrações não ultrapassaram 771 NMP/100mL. Portanto, trata-se de uma ocorrência pontual e anômala dessa bactéria.

Com exceção do ferro dissolvido e do manganês, os demais parâmetros que se revelaram em algum momento fora de seus valores orientadores são pontuais e não mostram um caráter progressivo crescente ou de distribuição elevada de forma uniforme, o que indica que as anomalias não podem ser intensivamente ligadas às atividades desenvolvidas pelo empreendimento. Deste modo, recomenda-se a manutenção de um programa de monitoramento periódico dos parâmetros químicos, físicos e biológicos nas águas superficiais em continuidade às operações.

7.1.2 Qualidade das águas subterrâneas

Neste item é feita a atualização da caracterização da qualidade da água subterrâneas no entorno do Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) da Mosaic Fertilizantes. A caracterização está baseada nos resultados das análises de parâmetros físico-químicos e químicos obtidos durante campanhas de monitoramentos realizadas no Complexo de Mineração Tapira – CMT.

As análises físico-químicas permitem a caracterização da água de forma pontual, indicando apenas o seu estado no momento da coleta, não registrando variações passadas. Análises periódicas, contudo, permitem avaliar as alterações provocadas nos cursos d'água ao longo de períodos determinados ou variações cíclicas, sendo capazes de informar sobre características gerais da água.

O monitoramento da qualidade da água subterrânea foi implantado pela Mosaic Fertilizantes no entorno da Barragem de Rejeitos (BR) para controle interno. Foi avaliado um ponto de coleta, Ponto 54, situado na área diretamente afetada (ADA) pelo empreendimento. As coordenadas do ponto amostrado são exibidas no **Quadro 7.9** e a sua localização, na **Figura 7.34**.

Destaca-se que se trata de um poço piezométrico, com profundidade de 36,0 m, construído com a finalidade da realização do monitoramento ambiental da qualidade da água subterrânea, com periodicidade anual.

Quadro 7.9 – Coordenadas do ponto de amostragem de água subterrânea.

Pontos de Monitoramento					
Ponto	Profundidade (m)	Local	Coordenadas UTM (23 K)		Periodicidade
			X	Y	
Ponto 54	36	Piezômetro 1-L-1 – aterro próximo à BR	307.920	7.804.930	Anual

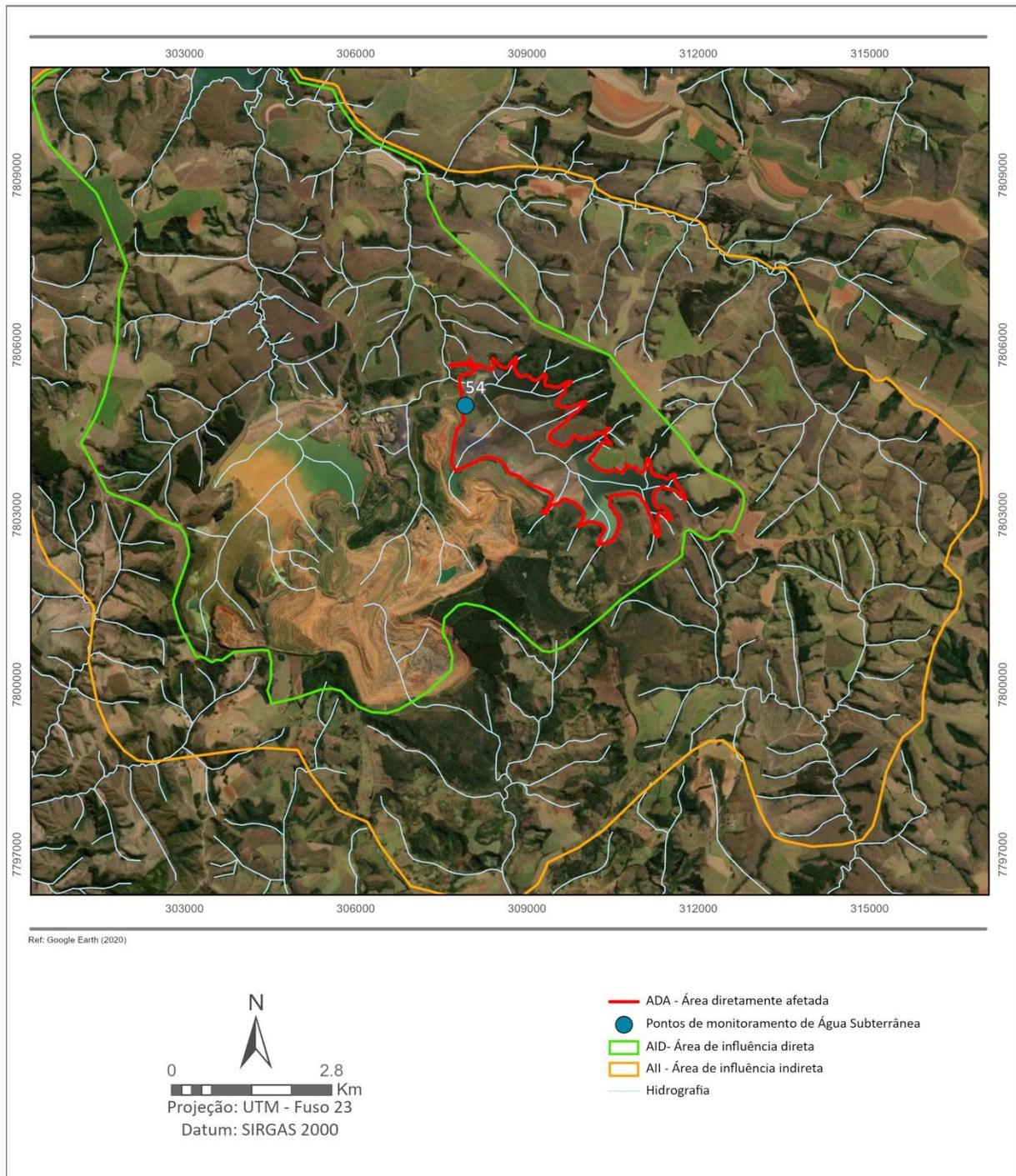


Figura 7.34 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea.

A coleta e preservação das amostras foram realizadas pelo laboratório Bioética Ambiental, cujo certificado de acreditação se encontra no **Anexo E**. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* em sua 22ª edição (2012).

A coleta foi feita pelo método de purga baixa vazão, atendendo as especificações da norma ABNT NBR nº 15.847/2010. A baixa vazão consiste em um método de coleta baseado na estabilidade hidráulica da coluna d'água dentro do poço de monitoramento, de modo que

sejam minimizadas perturbações no nível do lençol freático em decorrência da retirada de água ao longo do processo de bombeamento.

A primeira etapa dessa metodologia consiste no posicionamento da bomba no ponto médio da coluna d'água de cada poço, adotando-se uma vazão de bombeamento arbitrária, mas suficientemente baixa para que não cause o rebaixamento expressivo no nível d'água. A estabilidade hidráulica para permitir a coleta das amostras deve atender os seguintes padrões:

- Potencial Hidrogeniônico (pH) oscilando em $\pm 0,2$;
- Temperatura da água oscilando em $\pm 0,5$ °C;
- Oxigênio Dissolvido (OD) oscilando em $\pm 0,2$ mg/L;
- Condutividade elétrica oscilando em $\pm 5\%$;
- Potencial de redução (Eh) oscilando em $\pm 5\%$.

O monitoramento desses parâmetros físico-químicos foi realizado in situ, com auxílio de sondas multiparâmetros. O **Anexo E** apresenta o certificado de calibração desses equipamentos.

O escopo de parâmetros para investigação foi definido pela Mosaic. O **Quadro 7.10** exhibe os parâmetros físico-químicos e químicos (metais e compostos inorgânicos e orgânicos) analisados.

Quadro 7.10 – Parâmetros analisados para água subterrânea.

Grupos	Parâmetros
Físico-Químicos	Alcalinidade, Condutividade elétrica, pH e Temperatura
Metais	Alumínio, Alumínio dissolvido, Bário, Cálcio, Chumbo, Ferro, Magnésio dissolvido, Manganês, Manganês dissolvido, Potássio, Sódio e Zinco
Inorgânicos	Cloreto, Fluoreto, Fósforo Total, Fósforo Dissolvido, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Sulfato
Orgânicos	Surfactantes

7.1.2.1 Padrões Legais

Para o estado de Minas Gerais, o Conselho Estadual de Política Ambiental e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos definem a norma que estabelece diretrizes para a qualidade das águas subterrâneas:

- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010, que tem anexo I alterado pela DN COPAM nº 166/2011, estabelece os Valores Investigação (VI) para solos e águas subterrâneas, que são concentrações de determinadas substâncias acima das

quais existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

No âmbito nacional, o Conselho Nacional do Meio Ambiente dispõe das seguintes normas para definir os padrões para a qualidade das águas subterrâneas:

- Resolução Conama nº 396/2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

Dessa forma, para as análises de águas foram utilizados como referência os parâmetros estabelecidos pelas legislações nacionais e estaduais, considerando o valor mais restritivo.

7.1.2.2 Apresentação e discussão dos dados

Visto que o monitoramento da água subterrânea possui frequência anual, foram utilizados os dados do Ponto 54 referentes às campanhas de 2018, 2019 e 2020 para uma avaliação histórica das concentrações. Os resultados obtidos foram comparados aos padrões legais de qualidade.

Para os parâmetros físico-químicos analisados, não há limites de qualidade estabelecidos pelas normas adotadas. Apesar disso, esses parâmetros são importantes para a estabilização do poço de monitoramento antes da coleta.

Em relação aos parâmetros químicos, alumínio dissolvido, cálcio, fósforo total e dissolvido, magnésio dissolvido, manganês dissolvido, nitrogênio amoniacal, potássio e surfactantes não possuem valores de referência em nenhuma das legislações vigentes.

A alcalinidade e a condutividade elétrica são parâmetros de controle de água subterrânea que podem ser monitorados com o objetivo de se observar algum dado de distribuição anormal.

O **Quadro 7.11** exibe os resultados obtidos para as análises das amostras de águas subterrâneas nas campanhas de coleta de 2018, 2019 e 2020. As **Figuras 7.35 a 7.58**, a seguir, apresentam os gráficos de variação histórica das concentrações, por substância, em comparação com os limites legais de qualidade para as águas subterrâneas.

Os laudos analíticos com os resultados na íntegra são apresentados no **Anexo E**.

Quadro 7.11 – Resultados obtidos nas águas subterrâneas – Ponto 54.

Parâmetros Analisados	Conama 396/2008	COPAM/ CERH 02/2010	Unidade	Água subterrânea		
				Ponto 54		
				2018	2019	2020
Físico-químicos						
Alcalinidade	-	-	mg/L	5,50	6,00	1,00
Condutividade Elétrica	-	-	µS/cm	12,34	60,58	49,75
pH	-	-	-	6,14	6,02	6,71
Temperatura	-	-	°C	23,30	23,10	24,00
Metais						
Alumínio	0,20	3,50	mg/L	<0,05	0,08	<0,05

Parâmetros Analisados	Conama 396/2008	COPAM/ CERH 02/2010	Unidade	Água subterrânea		
				Ponto 54		
				2018	2019	2020
Alumínio dissolvido	-	-	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Bário	0,70	0,70	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2
Cálcio	-	-	mg/L	0,79	3,51	2,22
Chumbo	0,01	0,01	mg/L	<0,006	<0,008	0,067
Ferro dissolvido	0,30	2,45	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Magnésio dissolvido	-	-	mg/L	<0,25	<0,25	0,31
Manganês	0,10	0,40	mg/L	0,05	<0,03	<0,03
Manganês dissolvido	-	-	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03
Potássio	-	-	mg/L	0,61	<0,25	<0,25
Sódio	200,00		mg/L	14,50	3,61	4,08
Zinco	5,00	1,05	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06
Inorgânicos						
Cloreto	250,00	-	mg/L	10,91	7,27	5,07
Fluoreto	1,50	-	mg/L	<0,05	0,37	<0,05
Fósforo total	-	-	mg/L	<0,02	0,02	0,47
Fósforo dissolvido	-	-	mg/L	0,25	<0,01	0,01
Nitrato	10,00	10,00	mg/L	2,91	1,00	0,37
Nitrogênio amoniacal	-	-	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2
Sulfato	250,00	-	mg/L	<0,8	2,43	<0,8
Orgânicos						
Surfactantes	-	-	mg/L	<0,03	<0,05	<0,03

Vermelho: Concentração superior aos limites legais

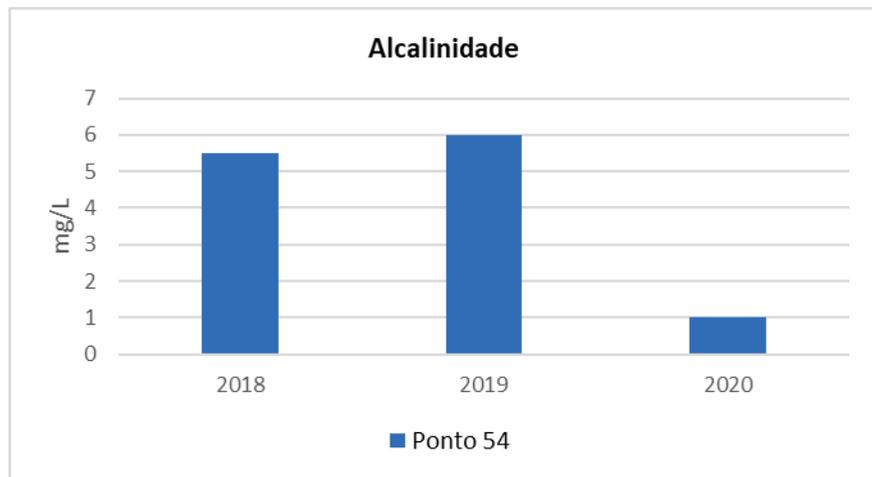


Figura 7.35 – Valores de alcalinidade nas águas subterrâneas.

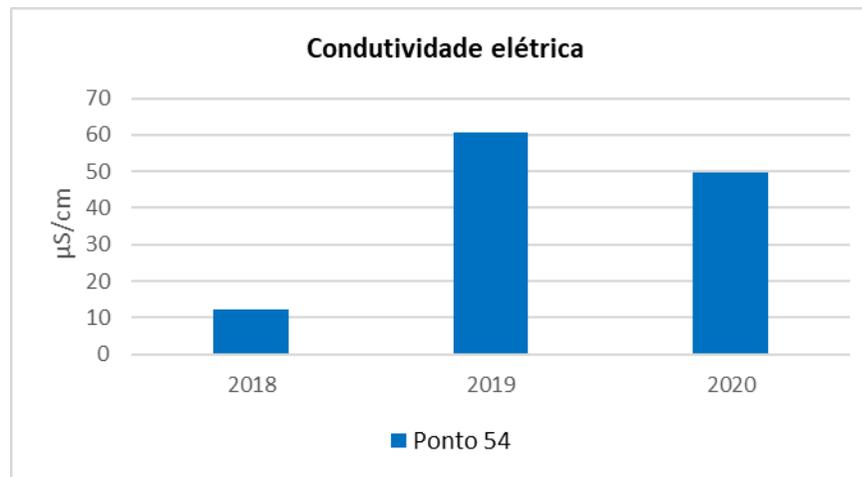


Figura 7.36 – Valores de condutividade elétrica nas águas subterrâneas.

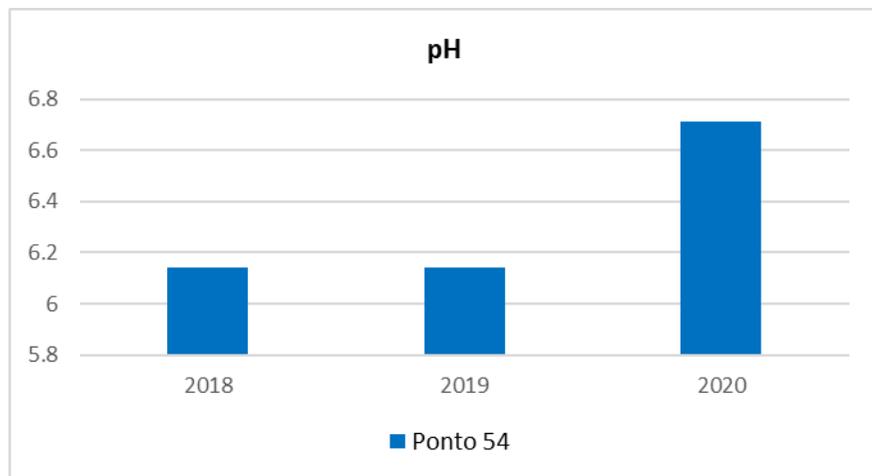


Figura 7.37 – Valores de pH nas águas subterrâneas.

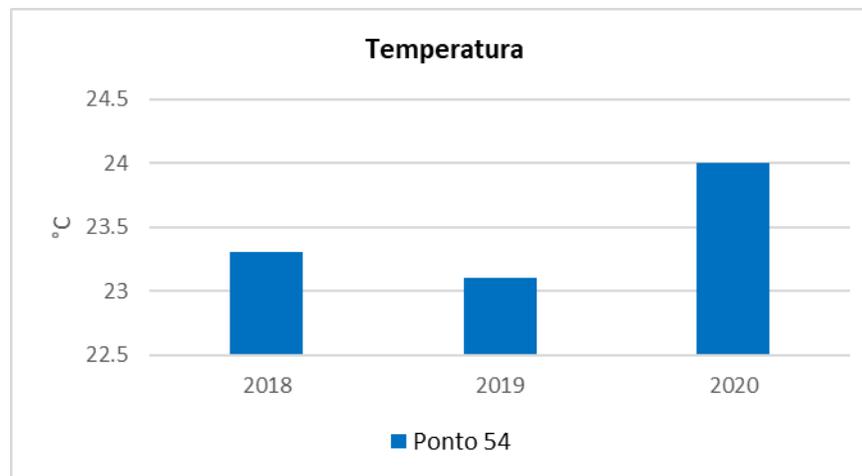


Figura 7.38 – Valores de temperatura nas águas subterrâneas.

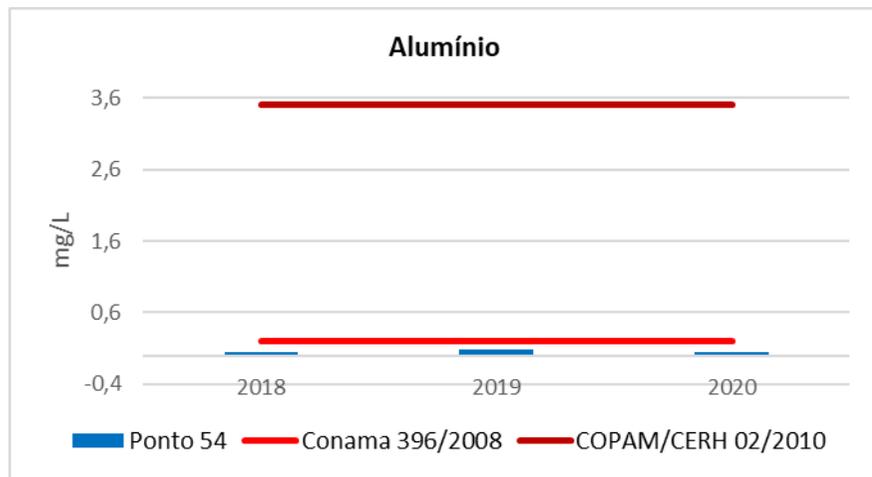


Figura 7.39 – Teores de alumínio nas águas subterrâneas.

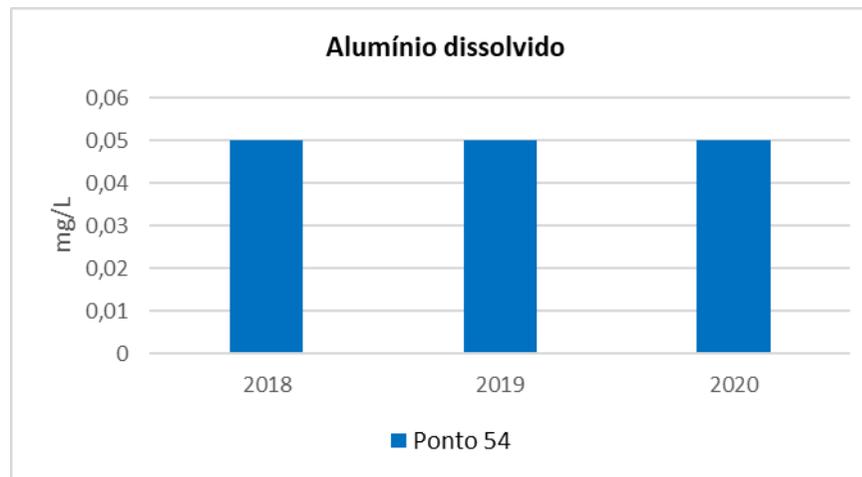


Figura 7.40 – Teores de alumínio dissolvido nas águas subterrâneas.

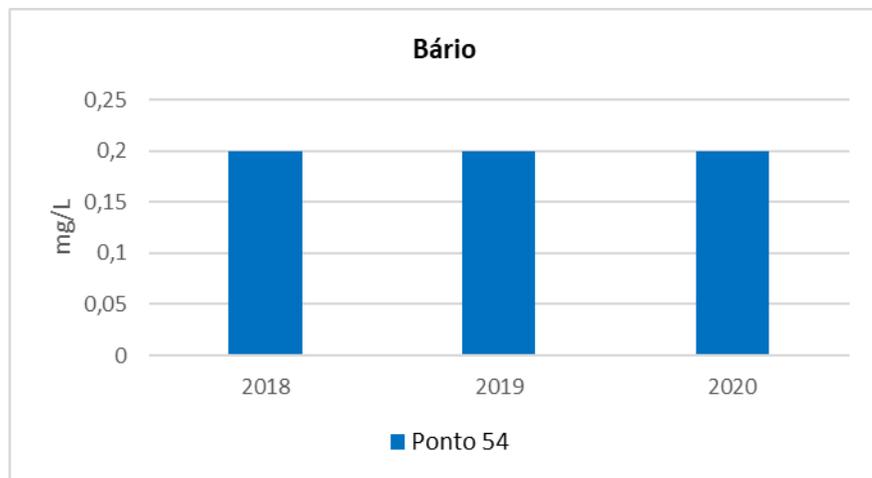


Figura 7.41 – Teores de bário nas águas subterrâneas.

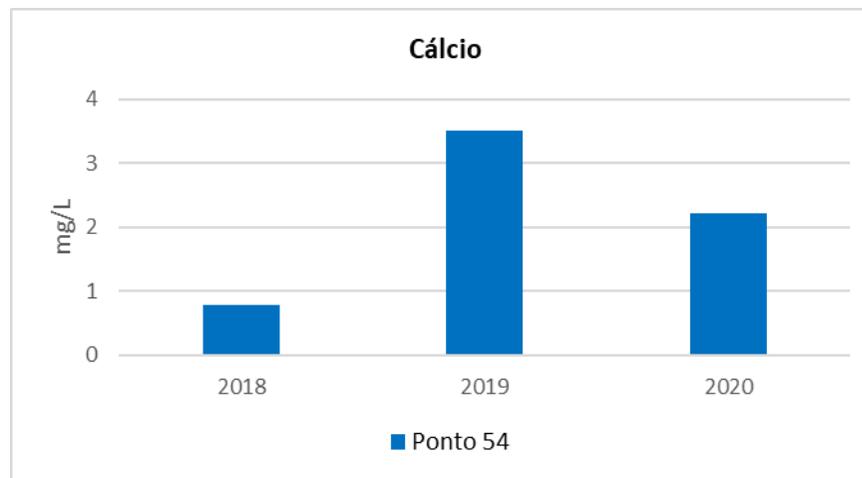


Figura 7.42 – Teores de cálcio nas águas subterrâneas.

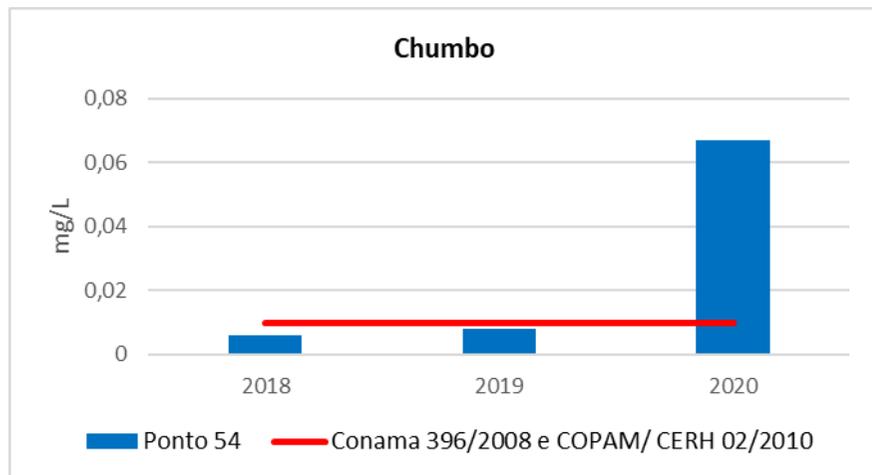


Figura 7.43 – Teores de chumbo nas águas subterrâneas.

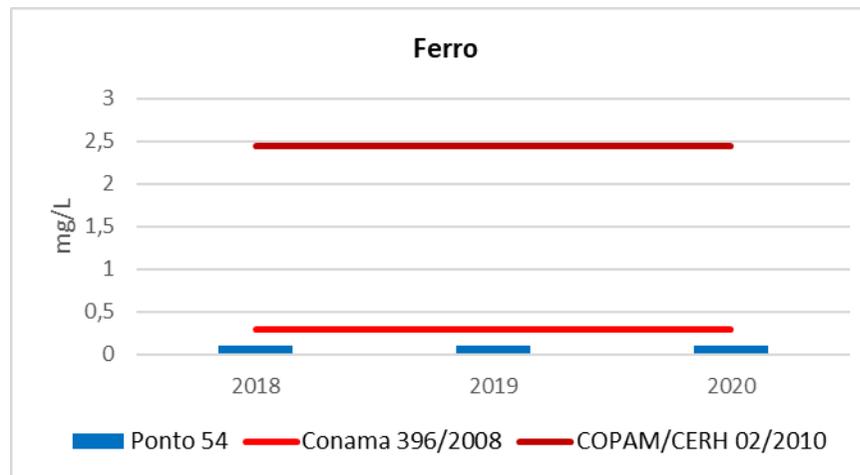


Figura 7.44 – Teores de ferro nas águas subterrâneas.

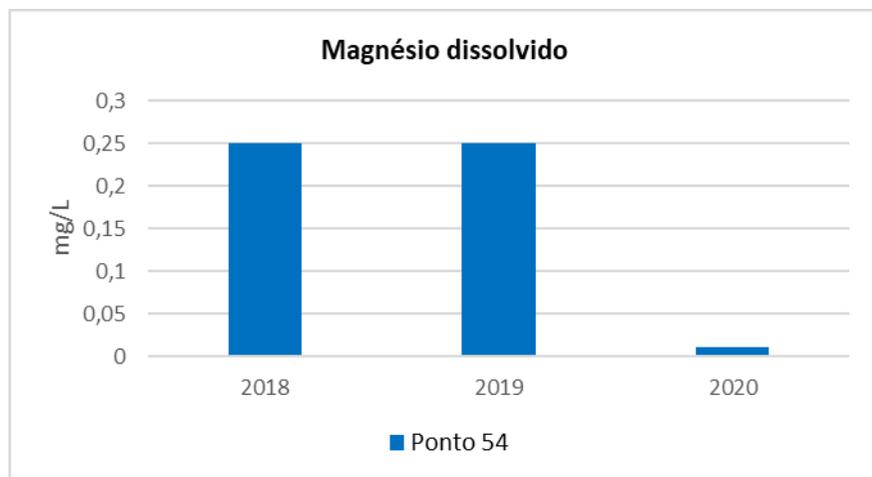


Figura 7.45 – Teores de magnésio dissolvido nas águas subterrâneas.

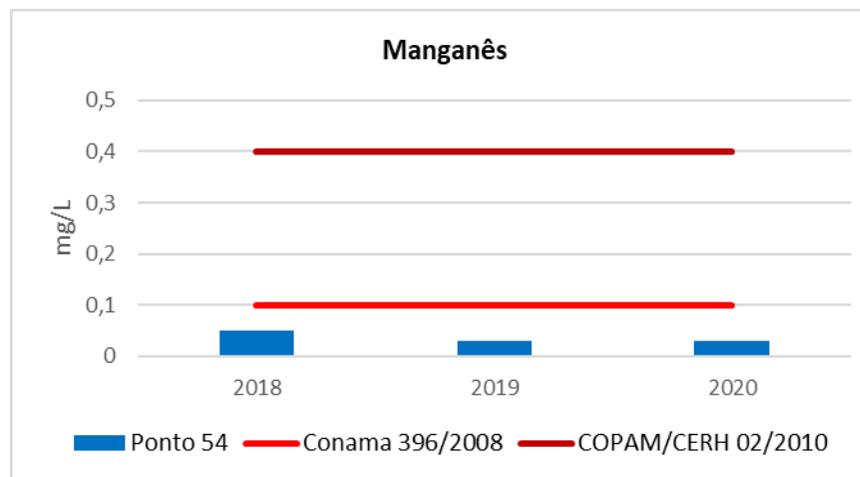


Figura 7.46 – Teores de manganês nas águas subterrâneas.

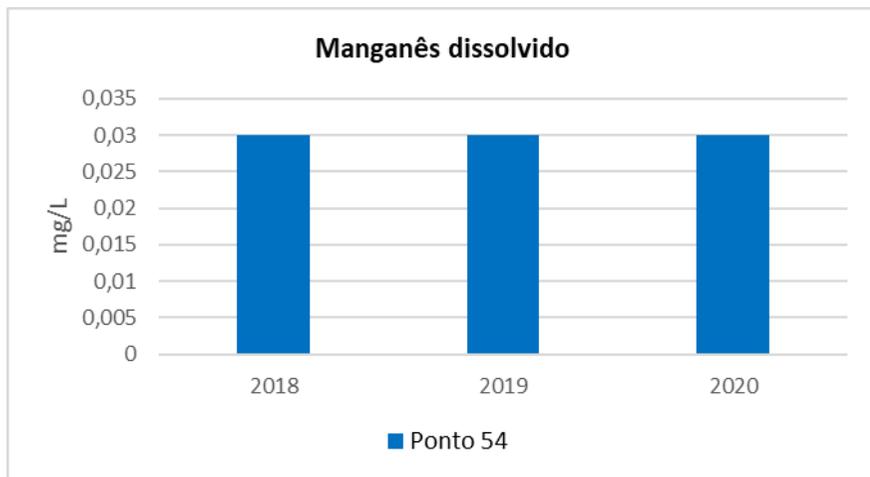


Figura 7.47 – Teores de manganês dissolvido nas águas subterrâneas.

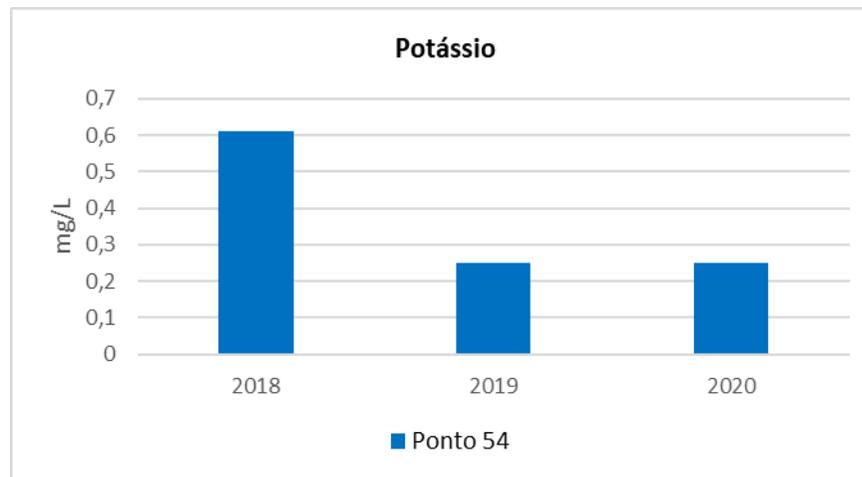


Figura 7.48 – Teores de potássio nas águas subterrâneas.

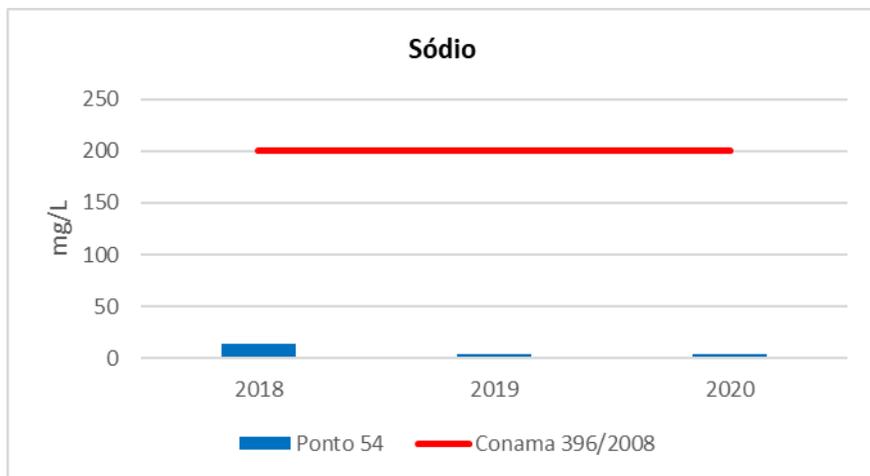


Figura 7.49 – Teores de sódio nas águas subterrâneas.

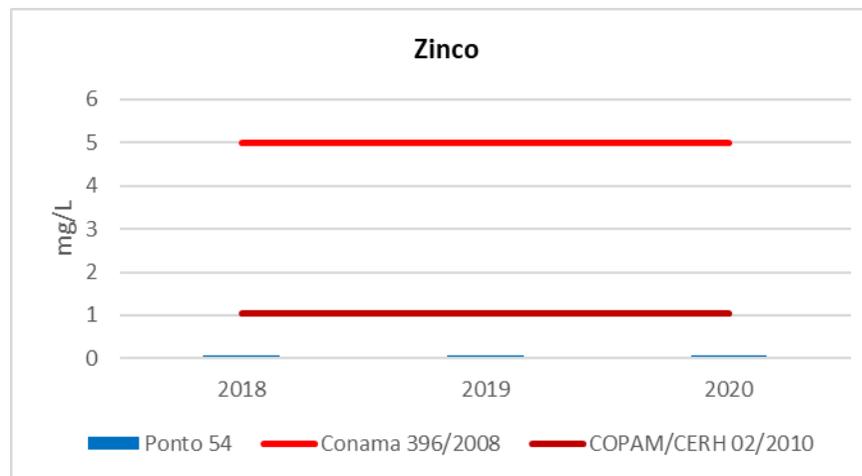


Figura 7.50 – Teores de zinco nas águas subterrâneas.

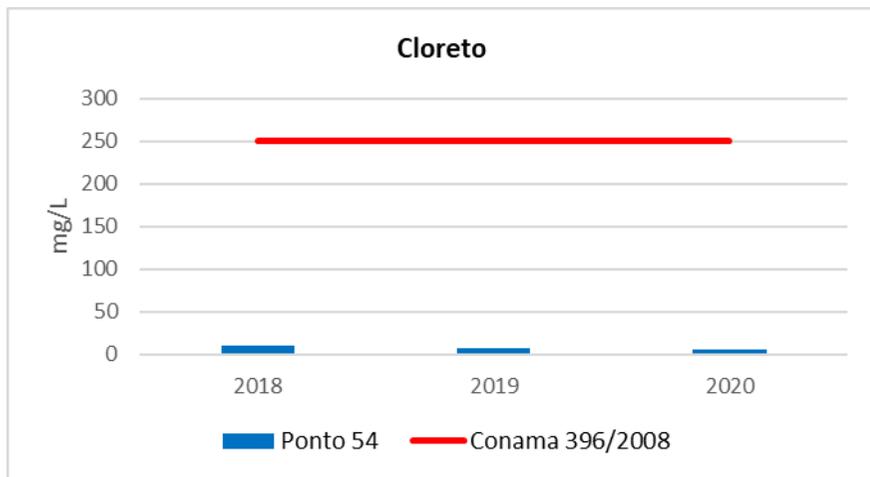


Figura 7.51 – Teores de cloreto nas águas subterrâneas.

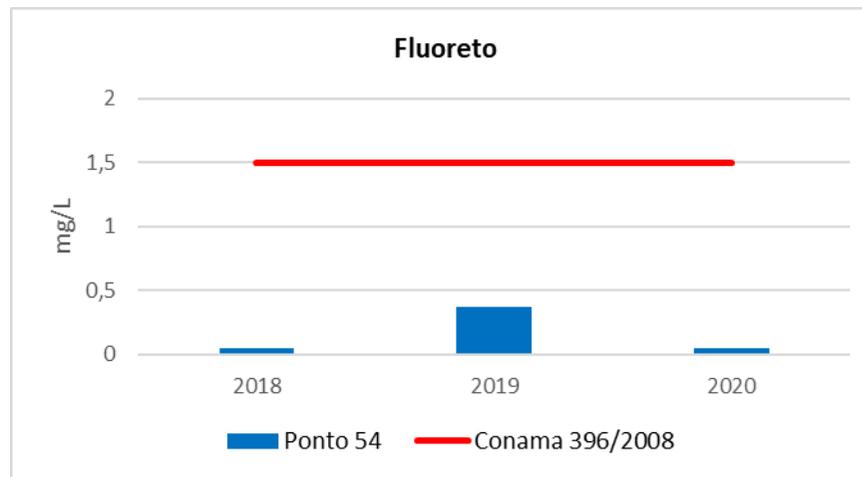


Figura 7.52 – Teores de fluoreto nas águas subterrâneas.

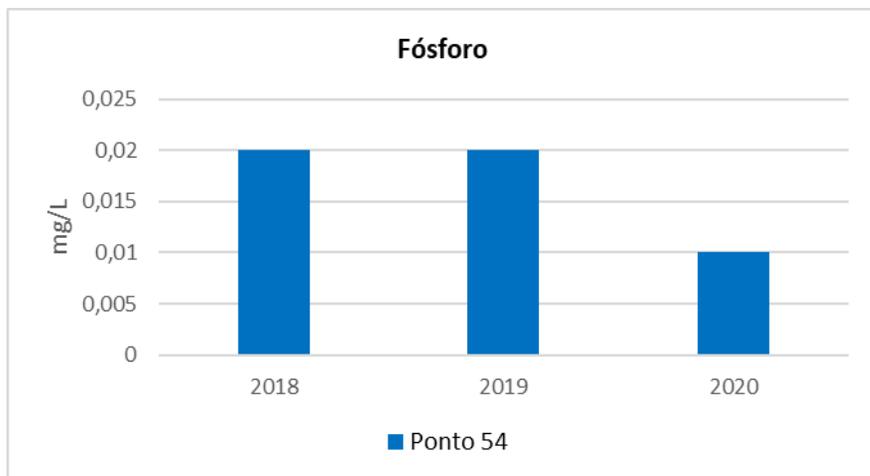


Figura 7.53 – Teores de fósforo nas águas subterrâneas.

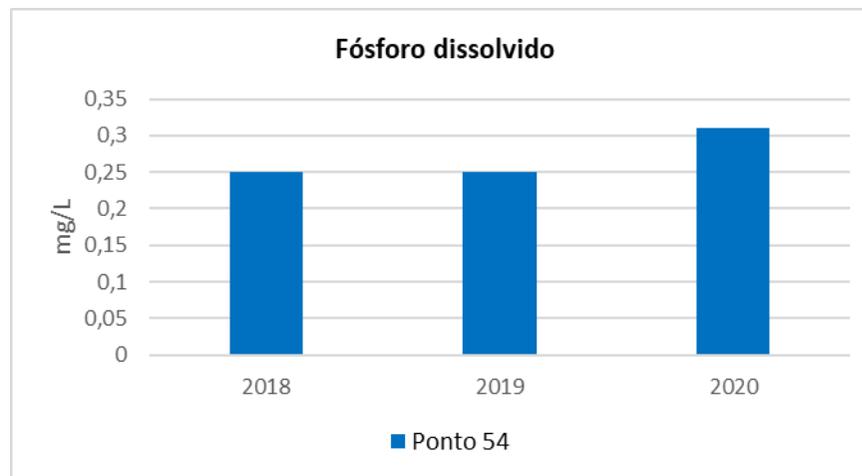


Figura 7.54 – Teores de fósforo dissolvido nas águas subterrâneas.

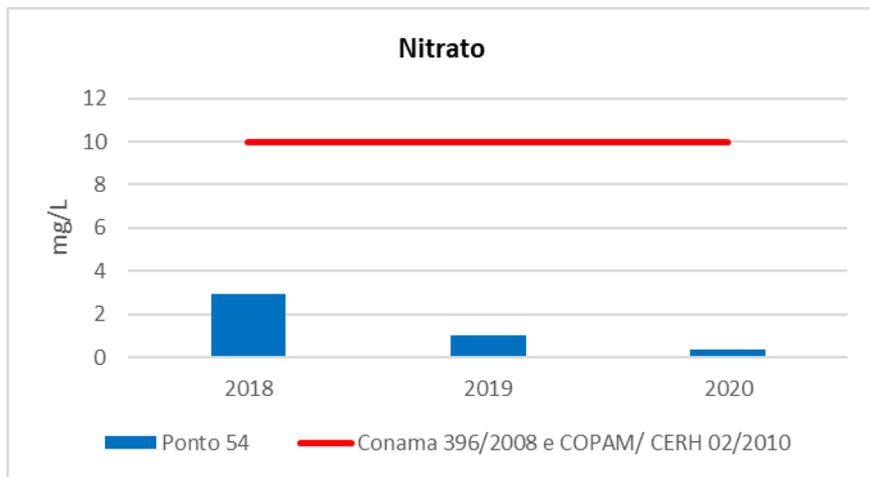


Figura 7.55 – Teores de nitrato nas águas subterrâneas.

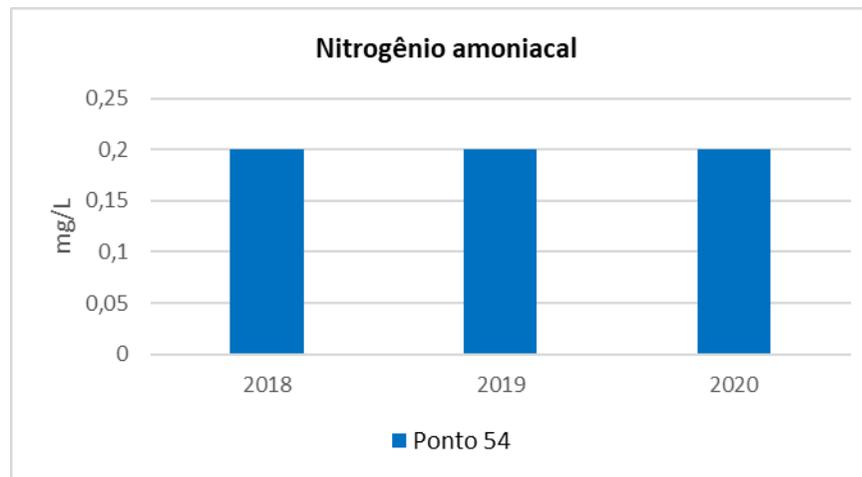


Figura 7.56 – Teores de nitrogênio amoniacal nas águas subterrâneas.

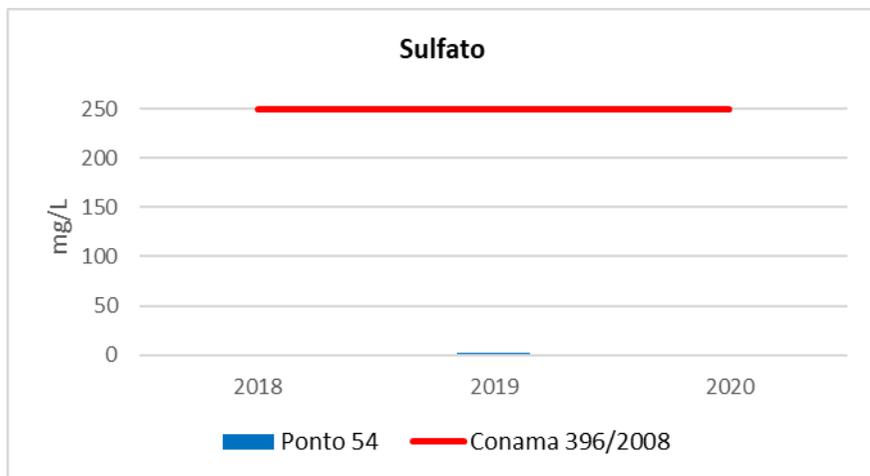


Figura 7.57 – Teores de sulfato nas águas subterrâneas.

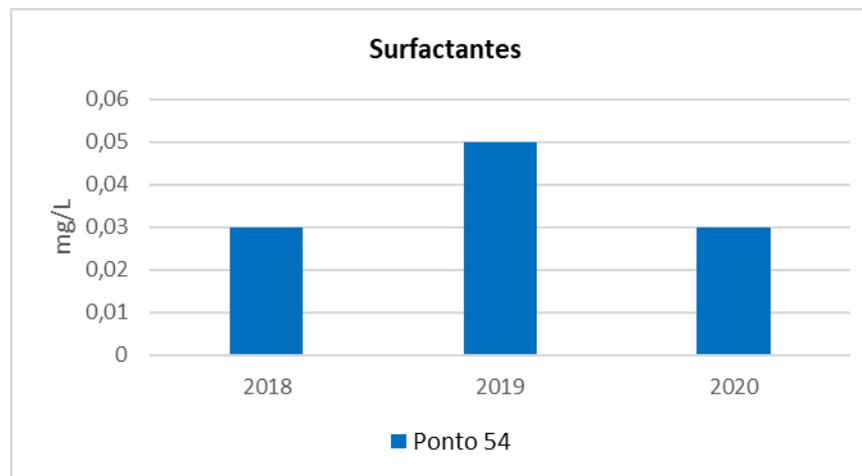


Figura 7.58 – Teores de surfactantes nas águas subterrâneas.

Com base nos padrões estabelecidos pela Resolução Conama nº 396/2008 e pela Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 02/2010, nota-se que apenas o parâmetro chumbo total apresentou valores em desconformidade com as legislações.

Para o chumbo total, apenas na campanha de 2020 o teor (0,067 mg/L) ultrapassou os limites definidos pelas normas (0,010 mg/L). Contudo, nas amostragens de 2018 e 2019, os valores de chumbo ficaram abaixo do padrão estabelecido, sugerindo que a ocorrência de alta concentração foi pontual. Ainda, como a distribuição temporal de concentração é bastante uniforme entre as amostras, sugere-se que seja o teor de fundo natural do aquífero, induzido por sua geologia bastante peculiar.

Todos os demais parâmetros avaliados nos monitoramentos de 2018 a 2020 apresentaram resultados de acordo com os valores máximos ditados pelas legislações vigentes.

É importante considerar que mesmo os parâmetros que não possuem valores de referência, possuem utilização pelo empreendimento e recomenda-se a continuidade do programa de monitoramento das águas como forma de controlar possíveis desvios em suas concentrações na água subterrânea.

Dessa forma, apesar de haver informações de apenas um ponto de monitoramento na área diretamente afetada pela Barragem de Rejeitos (BR), pode-se considerar que não há evidências de que a qualidade das águas subterrâneas esteja comprometida até o momento pelas atividades desenvolvidas pelo empreendimento.

7.1.3 Qualidade do ar

Esse item apresenta a caracterização da qualidade do ar no entorno da futura área de ampliação do Alçamento da Barragem BR, baseado nos dados de monitoramento de partículas totais em suspensão (PTS) expostos no Relatório de Monitoramento de Qualidade do Ar de dezembro de 2019 da empresa Geoavaliar - Análises e Consultorias Ambientais Ltda., apresentado no **Anexo F**.

A exposição dos resultados desta campanha contempla inicialmente a apresentação dos padrões legais vigentes de qualidade do ar; a definição do índice de qualidade do ar (IQA); os procedimentos metodológicos e instrumentos utilizados na amostragem; a localização dos pontos de medição; finalizando com a apresentação dos resultados obtidos e sua interpretação.

7.1.3.1 Padrões Legais

No âmbito nacional, a Resolução Conama nº 491/2018 é a legislação que dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Considera-se padrão de qualidade do ar, as concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassados, poderão causar poluição ou degradação ambiental. Os poluentes considerados pela norma são: material particulado MP₁₀, material particulado MP_{2,5}, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, ozônio, fumaça, monóxido de carbono e partículas totais em suspensão (PTS).

A medição de qualidade do ar pode ser efetuada por dois métodos:

- a) Concentração média geométrica anual (MGA);
- b) Concentração média diária de 24 horas.

Para este trabalho, empregou-se o método da concentração média diária de 24 horas.

7.1.3.2 Índice de Qualidade do Ar (IQA)

Para facilitar a interpretação dos resultados obtidos, também foi utilizado o Índice de Qualidade de Ar (IQA) desenvolvido com base no *Pollutant Standards Index (PSI)* da *United States Environmental Protection Agency (US-EPA)*.

Este índice é resultante de uma função linear segmentada, na qual os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Desta função, que relaciona a concentração do poluente com o valor do índice, é obtido um número adimensional que é associado a uma escala de padrões de qualidade do ar, que vão de qualidade “boa” a “crítica”.

O IQA é calculado para cada poluente e a qualidade do ar será classificada a partir do maior índice, ou seja, será determinada pelo poluente que tiver o pior resultado. O IQA é um valor numérico que está compreendido entre 0 e 400. Quanto maior o valor que representa, maior será a poluição atmosférica. A escala de qualificação do IQA para o PTS, poluente objeto desse estudo, é apresentada a seguir no **Quadro 7.12**.

A equação de cálculo do IQA, conforme estabelecida na Resolução Conama 491/2018, é mostrada a seguir:

$$IQA = I_{ini} + \frac{I_{fim} - I_{ini}}{C_{fim} - C_{ini}} \times (C - C_{ini})$$

Onde:

- I_{ini} : Valor do índice que corresponde à concentração inicial da faixa;
- I_{fim} : Valor do índice que corresponde à concentração final da faixa;
- C_{ini} : Concentração inicial da faixa onde se localiza a concentração medida;
- C_{fim} : Concentração final da faixa onde se localiza a concentração medida;
- C: Concentração medida do poluente.

Como é mostrado no **Quadro 7.12**, os valores que representam IQA abaixo dos 100 ou concentração de PST de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (medição em 24h) são classificados com a qualidade do ar como “boa” ou “regular”, ambas atendendo os padrões da Resolução Conama nº 491/2018 para comparações com o método da média diária de 24 horas.

Quadro 7.12– Estrutura do Índice da Qualidade do Ar

PTS - MÉDIA 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	IQAr	QUALIFICAÇÃO ÍNDICE	COR DE REFERÊNCIA	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 491/2018
0 – 80	0 – 50	Boa		Atende ao Padrão
81 – 240	51 – 100	Regular		
241 – 375	101 – 199	Inadequada		Não Atende ao Padrão
376 - 625	200 - 299	Má		
626 - 875	300 - 399	Péssima		
876 - 1000	≥ 400	Crítica		

7.1.3.3 Instrumentação e Procedimentos

Para determinar a concentração de material particulado na área de estudo, foram utilizados um Copo Calibrador e um Aparelho HI-VOL PTS (amostradores de grande volume).

O Copo Calibrador utilizado foi fabricado pela Energética Ind. e Com. Ltda., e calibrado pela Ambtech Serviços Especiais Ltda. no dia 20/05/2019.

O Hi-Vol foi fabricado pela Energética Ind. e Com. Ltda. no dia 09/12/2019. Este aparelho é basicamente um sistema que aspira certa quantidade de ar ambiente através de um filtro instalado dentro de uma casinhola de abrigo, durante um período de amostragem de 24 horas, com tolerância de uma hora a mais ou a menos para não invalidar a amostragem. A vazão imprimida pelo aparelho e a geometria da entrada da casinhola favorecem a coleta de partículas na faixa de 25 a 50 μm . Como meio filtrante são utilizados filtros de fibra de vidro (padrão E55) com eficiência mínima de 99% para coleta de partículas totais em suspensão.

O material particulado em suspensão e no ar foi determinado conforme a concentração total pelo Método do Amostrados de Grande Volume, conforme procedimento descrito na norma NBR 9.547/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Para determinação da pressão atmosférica local foi utilizado um barômetro portátil, de propriedade da GEOAVALIAR Análises e Consultorias Ambientais Ltda.

Os certificados de calibração são apresentados no **Anexo F**.

7.1.3.4 Pontos de Medição

Foram efetuadas medições da qualidade do ar em três pontos situados na área de influência da futura área do Alçamento da Barragem BR. As amostragens foram realizadas em dias consecutivos, de 9 a 11 de dezembro de 2019, com duração de aproximadamente 24 horas cada.

O **Quadro 7.13**exibe os pontos estabelecidos para a amostragem e suas respectivas coordenadas e a **Figura 7.59** apresenta a localização desses pontos. As **Fotos 7.1** a **7.3** apresentam detalhes dos pontos de monitoramento.

Quadro 7.13– Pontos de monitoramento de qualidade do ar

Ponto de Monitoramento	Localização	Coordenadas UTM (23 K)	
		Longitude (m)	Latitude (m)
QAR - 04	Sítio Ouro Verde	206.461	7.797.259
QAR-05	Fazenda Nova Bom Jardim	305.244	7.799.512
QAR-06	Fazenda Capão Escuro	312.535	7.801.617



Foto 7.1–Sítio Ouro Verde (QAR-04)



Foto 7.2 –Fazenda Nova Bom Jardim (QAR-05)



Foto 7.3– Fazenda Capão Escuro (QAR- 06)

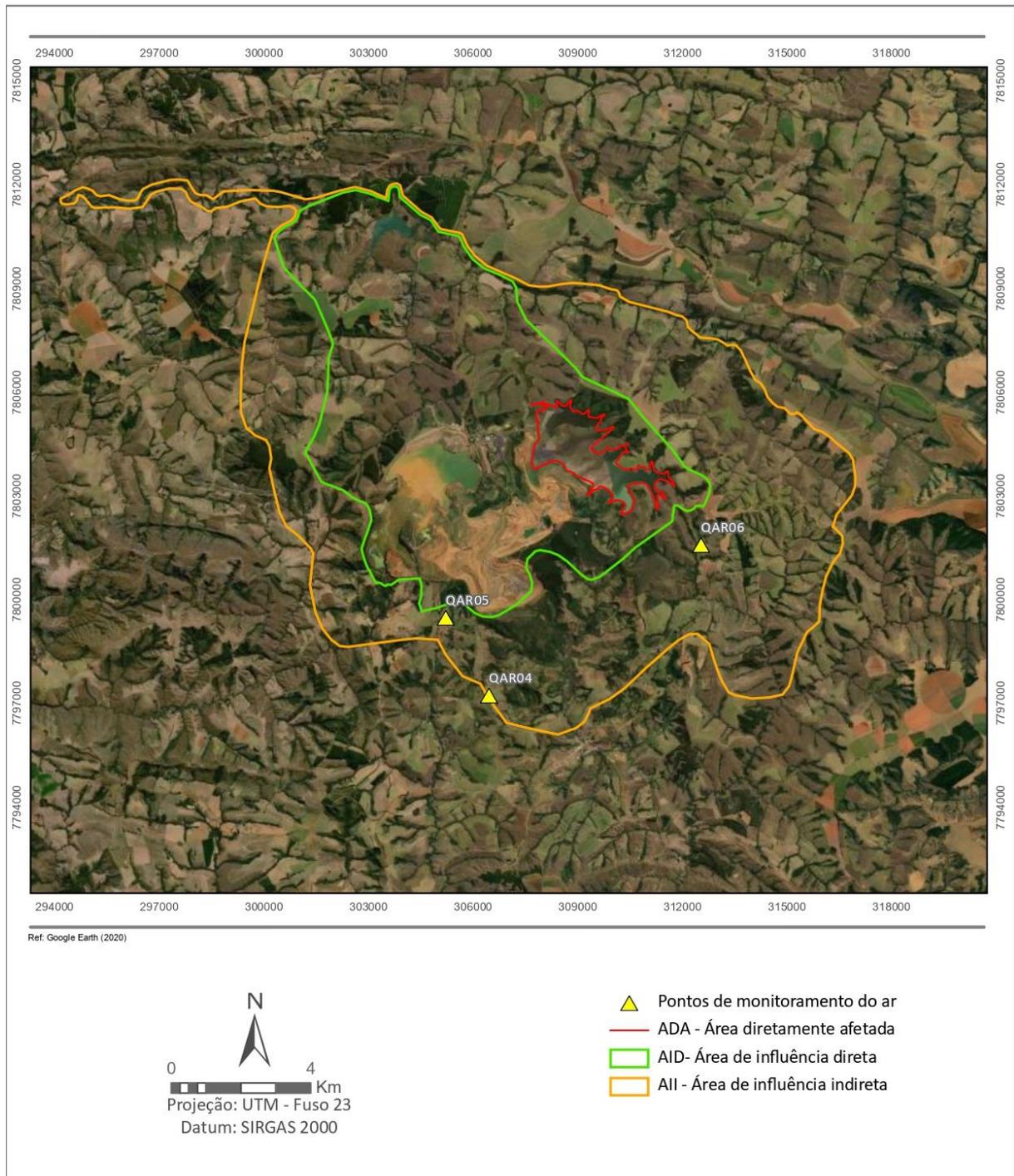


Figura 7.59 – Localização dos Pontos de Amostragem da Qualidade do Ar.

7.1.3.5 Resultados e Discussões

O **Quadro 7.14** apresenta os resultados obtidos nas campanhas de amostragem.

Quadro 7.14 - Resultados obtidos nos pontos amostrados.

Ponto de monitoramento	Data	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	IQA	Classificação
QAR-04 Sítio Ouro Verde	09/12/19	9,68	06	Boa
	10/12/19	17,25	11	Boa
	11/12/19	9,33	06	Boa
QAR-05 Fazenda Nova Bom Jardim	09/12/19	10,33	06	Boa
	10/12/19	9,82	06	Boa
	11/12/19	5,77	04	Boa
QAR-06 Fazenda Capão Escuro	09/12/19	14,45	09	Boa
	10/12/19	8,12	06	Boa
	11/12/19	6,49	04	Boa

A **Figura 7.60** representa graficamente as concentrações de PTS em comparação com o limite diário da Resolução Conama nº 491/2018.

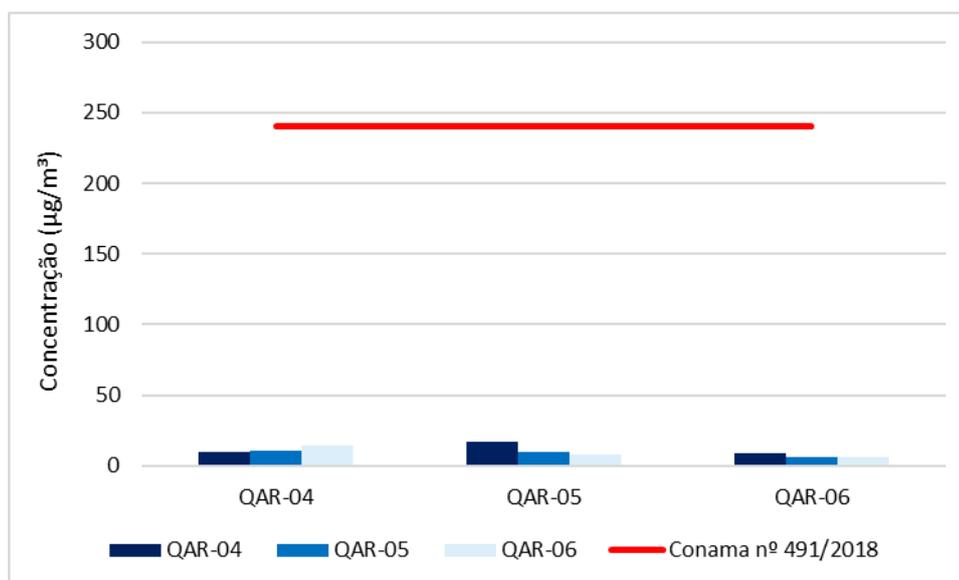


Figura 7.60 - Concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Considerando o limite estabelecido pela solução Conama nº 491/2018, cuja concentração máxima diária permitida de Partículas Totais em Suspensão (PTS) é de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pode-se verificar que os três pontos monitorados apresentam concentrações abaixo do limite

estabelecido. Dessa forma, os pontos monitorados atendem ao padrão e são classificados como pontos de boa qualidade de ar.

7.1.4 Níveis de ruído

O monitoramento de ruído visa o acompanhamento dos níveis de pressão sonora em pontos estratégicos localizados em áreas internas e adjacentes ao empreendimento, de forma a gerar dados para assegurar a adoção e a eficiência dos sistemas de controle ambiental associados e auxiliar na aplicação de medidas preventivas de geração de ruído.

Dessa forma, esse item apresenta o monitoramento de ruído ambiental na área de influência da futura área de Alçamento da Barragem BR, baseado nos dados de levantamento acústico, conforme os Relatórios de Monitoramento de Ruído Ambiental de dezembro de 2019 e de janeiro de 2020 da empresa Geoavaliar – Análises e Consultorias Ambientais Ltda., apresentado no **Anexo G**.

7.1.4.1 Padrões Legais

Os padrões legais no que diz respeito à qualidade do nível do ruído são estabelecidos pelos seguintes instrumentos:

- Conama 001/1990 – Dispõe sobre a poluição sonora a nível nacional.
- NBR 10.151 – Acústica: Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.

No âmbito federal, a legislação aplicável é a Resolução Conama nº 001, de 08/03/90, que estabelece os limites e critérios para emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades (industriais, comerciais, sociais, recreativas). Segundo esta resolução, os níveis de ruído deverão ser medidos de acordo com a norma ABNT - NBR 10.151/2019 (Avaliação do ruído em áreas habitadas visando ao conforto da comunidade), que fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído ambiental.

A norma NBR 10.151/2019, em seu item 9.5.1, determina os limites de níveis de pressão sonora, de acordo com a finalidade de uso e ocupação do solo e o período, os quais estão reproduzidos no **Quadro 7.15**.

Quadro 7.15—Limites de níveis de pressão sonora.

Tipos de área habitadas	Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período Diurno	Período Noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Adicionalmente, a referida Resolução também estabelece que os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma ABNT-NBR 10.151/2019, supramencionada, são considerados prejudiciais à saúde e ao sossego público.

Essa norma especifica o método a ser adotado para medição e avaliação dos níveis de ruído e se baseia principalmente na aquisição de dados de Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}).

Os limites dos níveis de pressão sonora equivalente (RL_{Aeq}) são apresentados na lei estadual mineira nº 10.100/1990 como os valores de referência aos quais ruídos acima deste limite são considerados prejudiciais à saúde e ao sossego público. O **Quadro 7.16** traz a relação dos RL_{Aeq} de acordo com o período da medição.

Quadro 7.16 – Limites de RL_{Aeq} em função do período.

RL_{Aeq} (dB)	
Período diurno	Período noturno
70	60

Fonte: Lei Estadual de MG Nº 10.100/1990.

7.1.4.2 Metodologia

O Nível de Ruído Ambiente (L_{ra}) é o Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) medido por meio de um sonômetro, instrumento que executa medições da intensidade dos níveis de pressão sonora em diversas bandas de frequência, além de medições correlatas.

Em atendimento à norma NBR nº 10.151 (ABNT, 2020) o Medidor Integrador de Nível Sonoro utilizado nos dois monitoramentos é do modelo Solo e fabricante 01cB, com validade de calibração até 07/2020, certificados de calibração nº 096.347, 096.402 e 096.404, cuja calibração é realizada pela empresa CHROMPACK Instrumentos Científicos Ltda.

O medidor de pressão sonora foi ajustado para as avaliações dos níveis de ruído equivalente (L_{Aeq}) em dB, com circuito de compensação (A) e, com leitura em resposta rápida, a cada cinco segundos, totalizando 120 medidas, durante um período de 10 minutos. Dessa forma, foi realizado uma série de 210 leituras em um período de aproximadamente dez minutos, em dois turnos, para cada ponto, visando atender o estabelecido na NBR 10.151. As medições foram feitas a 1,20 metros do solo e no mínimo a 2 metros de distância das paredes e outras superfícies refletoras. Em cada ponto de medição foram feitas leituras no período diurno (7h às 17h) e noturno (entre às 22h e 7h).

7.1.4.3 Pontos amostrados

Foram efetuadas medições dos níveis de ruído ambiente em 6 pontos localizados na área de influência da unidade industrial da Mosaic Fertilizantes no município de Tapira, durante o período de funcionamento do Complexo de Mineração. No monitoramento de dezembro de 2019, no entanto, não foi monitorado o ponto R02.

O **Quadro 7.17** traz a caracterização dos pontos de amostragem.

Quadro 7.17 - Descrição e localização dos pontos de medição de ruído.

Ponto de Monitoramento	Descrição do ponto de monitoramento	Tipo de área habitada	Coordenadas UTM (23 K)	
			Longitude (m)	Latitude (m)
R-01	Assent. Bom Jardim	Área de residências rurais	304.908	7.799.935
R-02	Selmym Leime	Área de residências rurais	303.522	7.807.004
R-03	Mirante Ambiental	Área de residências rurais	309.087	7.806.381
R-04	Sr. Juquinha	Área de residências rurais	312.107	7.802.590
R-05	Geraldo Souza	Área de residências rurais	310.684	7.803.316
R-06	Mineroduto	Área de residências rurais	301.684	7.803.316

As **Fotos 7.4 a 7.9** apresentam a localização de cada ponto, e a **Figura 7.61** indica a disposição dos pontos de medição de ruídos em relação às áreas de influência.

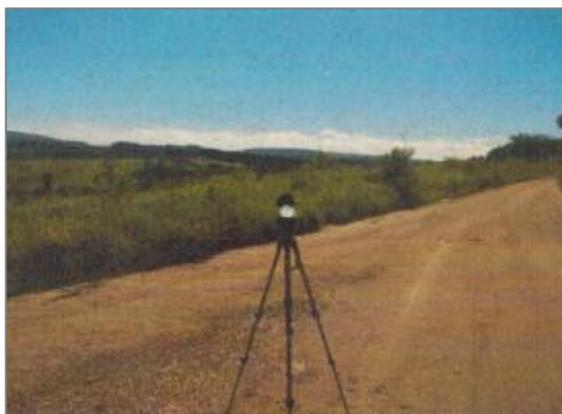


Foto 7.4 – R-01 Assent. Bom Jardim



Foto 7.5 – R-02 Selmy Leime



Foto 7.6 – R-03 Mirante Ambiental

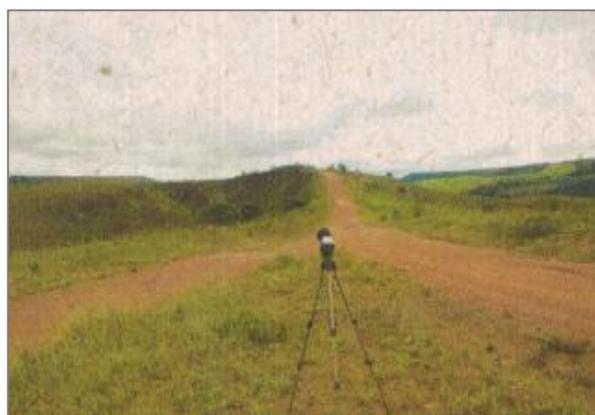


Foto 7.7 – R-04 Sr. Juquinha



Foto 7.8 – R-05 Geraldo Souza



Foto 7.9 – R-06 Mineroduto

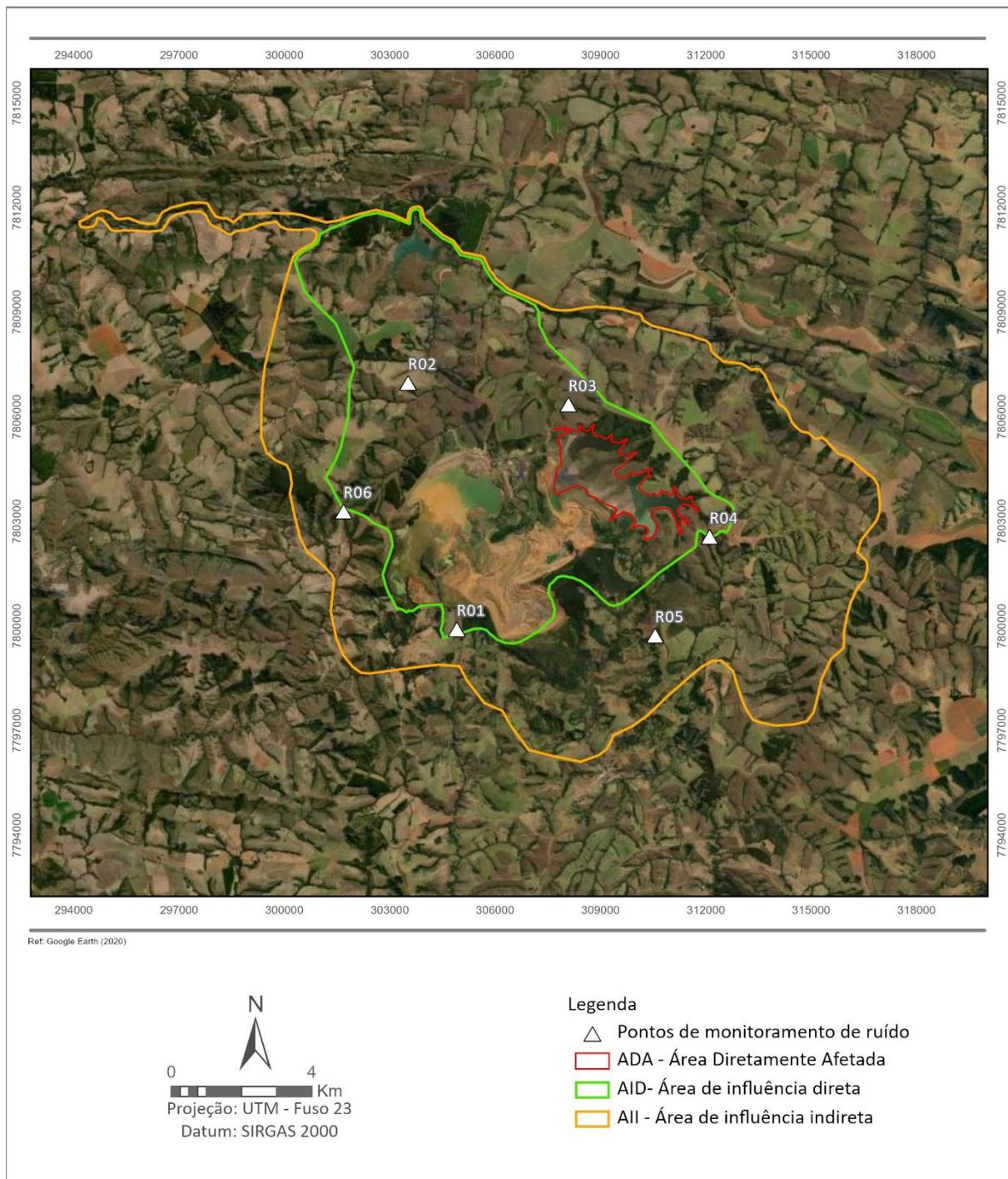


Figura 7.61 - Localização dos Pontos de Medição dos Níveis de Ruído.

7.1.4.4 Resultados e Discussões

As primeiras medições foram realizadas no dia 10 de dezembro de 2019 em cinco pontos pré-definidos e nos dias 29 e 30 de janeiro de 2020 em seis pontos, em horários que respeitaram os períodos estipulados para as medições diurnas e noturnas. Com base na classificação do uso do solo proposta pela norma NBR nº 10.151 (ABNT, 2020), todos os pontos amostrados em ambas as campanhas se caracterizam como “Áreas residenciais rurais”.

O método de avaliação adotado para os resultados foi o método simplificado, uma vez que não houve a percepção de sons tonais ou impulsivos durante a execução dos ensaios.

No **Quadro 7.18** e **7.19**, são apresentados os valores medidos dos níveis de ruído equivalente (L_{Aeq}) nos pontos amostrados nas duas campanhas.

Quadro 7.18 – Resultados das medições de ruído de dezembro de 2019.

Identificação do ponto	Data	Horário de início	Período	RLAeq (dB)	LAeq (dB)
R-01	10/12/2019	9:32	Diurno	70	35
	10/12/2019	22:29	Noturno	60	33
R-03	10/12/2019	12:52	Diurno	70	30
	10/12/2019	00:08	Noturno	60	30
R-04	10/12/2019	11:47	Diurno	70	30
	10/12/2019	23:37	Noturno	60	31
R-05	10/12/2019	11:15	Diurno	70	38
	10/12/2019	23:23	Noturno	60	33
R-06	10/12/2019	9:04	Diurno	70	35
	10/12/2019	22:13	Noturno	60	33

Quadro 7.19- Resultados das medições de ruído de janeiro de 2020.

Identificação do ponto	Data	Horário de início	Período	RLAeq (dB)	LAeq (dB)
R-01	29/01/2020	12:17	Diurno	70	38
	30/01/2020	01:35	Noturno	60	33
R-02	29/01/2020	11:33	Diurno	70	30
	30/01/2020	03:16	Noturno	60	31
R-03	29/01/2020	14:14	Diurno	70	31
	30/01/2020	02:40	Noturno	60	32
R-04	29/01/2020	13:44	Diurno	70	31
	30/01/2020	02:17	Noturno	60	32
R-05	29/01/2020	13:21	Diurno	70	40
	30/01/2020	01:59	Noturno	60	34
R-06	29/01/2020	11:59	Diurno	70	29
	30/01/2020	03:40	Noturno	60	32

De acordo com os dados apresentados, as medições de ruídos efetuadas, tanto no período diurno quanto noturno, apontaram que os níveis de L_{Aeq} estão dentro dos padrões aceitáveis, com base na Lei Estadual 10.100/1990.

O **Quadro 7.20** traz um comparativo histórico dos dados de monitoramento de medição de ruído das campanhas, compilando os dados disponíveis para auxiliar na avaliação da evolução temporal deste parâmetro, e comparando-os com os padrões estabelecidos pela norma NBR 10.151/2019.

Quadro 7.20 – Histórico das medições de ruído.

Identificação do ponto	Período	NBR 10.151/2019	LAeq (dB)		Variação Percentual Comparativa
			Dez-19	Jan-20	
R-01	Diurno	40	35	38	8,57%
	Noturno	35	33	33	0
R-02	Diurno	40	-	30	-
	Noturno	35	-	31	-
R-03	Diurno	40	30	31	3,33%
	Noturno	35	30	32	6,67%
R-04	Diurno	40	30	31	3,33%
	Noturno	35	31	32	3,23%
R-05	Diurno	40	38	40	5,26%
	Noturno	35	33	34	3,03%
R-06	Diurno	40	35	29	-17,14%
	Noturno	35	33	32	-3,03%

Os dados históricos apontam que houve um aumento no LAeq nos pontos R-01 (este com exceção no período diurno), R03, R-04 e R-05, porém sempre abaixo de 10%. O ponto R-06 foi o único que apresentou queda nos valores, tanto no período diurno quanto noturno.

Mesmo assim, todos os valores obtidos estão dentro do padrão estabelecido tanto pela norma NBR 10.151/2019 quanto pela Conama 001/1990.

7.2 ATUALIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

A hidrogeologia é o ramo das ciências hídricas que se dedica ao estudo das águas subterrâneas. A água subterrânea é ocorrência de água abaixo da superfície, preenchendo a porosidade (primária ou secundária) e fraturas em rochas, submetida à infiltração e migração lateral, por ação de forças gravitacionais.

As águas subterrâneas possuem importante papel na recarga da umidade no solo e corpos d'água, como rios e lagos, e estão condicionadas à porosidade do subsolo, cobertura vegetal e à declividade do substrato.

Barramentos geram modificações topográficas locais e que podem implicar em mudanças de regime regionais de cargas hidráulicas. O potencial hidráulico é resultado da interação da topografia com o nível d'água subterrânea. Além disso, quando há modificação na vazão natural de rios e córregos e/ou alterações topográficas induzidas antropicamente, pode haver transformação no regime de direção e fluxo da água subterrânea.

Este item visa atualizar o modelo hidrogeológico da unidade do CMT visto que o monitoramento das cotas das lâminas d'água, ilhas de assoreamento, pilhas de rejeitos e resíduos, pontos de surgência de água no interior da cava, além do controle e variação na vazão nos vertedouros caracteriza a intensidade da antropização no regime hidrogeológico regional.

7.2.1 Unidades hidrogeológicas

A classificação das unidades hidrogeológicas se dá de acordo com as características hidrodinâmicas apresentadas por cada rocha. Elas podem ser classificadas como Aquíferos, Aquitardos, Aquicludes ou Aquifugos, em função de sua porosidade e permeabilidade, ou seja, da capacidade de armazenar e transmitir a água subterrânea.

O aquífero é a formação geológica que contém água em seus poros ou fraturas e é capaz de transmiti-la em quantidades economicamente viáveis para suprir as necessidades humanas. Os aquíferos podem ser classificados conforme o tipo de porosidade apresentada, sendo:

- **Aquífero granular (ou poroso):** provido da chamada porosidade primária (ou intragranular), em que a água subterrânea está associada aos poros existentes entre os grãos constituintes da rocha;
- **Aquífero fissural (ou fraturado):** provido de porosidade secundária, em que a água subterrânea está associada às descontinuidades existentes na rocha (falhas, fraturas, estruturas de dissolução).

No CMT, o aquífero granular está associado ao manto de alteração das rochas, sobretudo no horizonte isalterita, enquanto as zonas aquíferas fissurais ocorrem no CMT apenas em situações em que a rocha fresca ou alterada possua tais descontinuidades preenchidas por água e interconectadas entre si. Portanto, a ocorrência de água subterrânea nos domínios do CMT está associada principalmente ao manto de alteração do interior do domo (minério - isalterita) que se comporta como meio poroso, enquanto na rocha fresca, sua ocorrência está vinculada à presença de descontinuidades, seja na rocha fonte da mineralização, seja nas encaixantes do Grupo Canastra.

As rochas encaixantes do complexo mineral (predominantemente sericita-xistos do grupo Canastra) não configuram um aquífero propriamente dito, em função da baixa permeabilidade dessas rochas, o que dificulta a circulação de água subterrânea em seus poros. Entretanto, devido à ação intempérica, a porção superficial deste domínio se comporta como um meio poroso, com certa porosidade, mas ainda com baixa permeabilidade.

Dessa forma, o modelo hidrogeológico da chaminé alcalina do CMT foi construído com base nesta classificação intempérica, cujo perfil esquemático é apresentado na **Figura 7.62**.

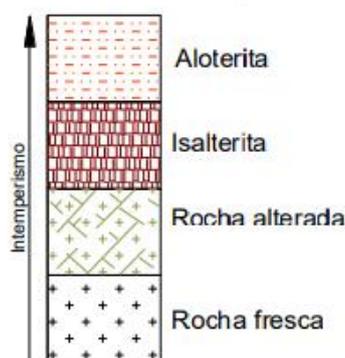


Figura 7.62 - Perfil esquemático da classificação intempérica dos litotipos do CMT

O horizonte aloterita comumente encontra-se seco na região da cava e pode ser classificado com um aquíclode, com fraca "vocação hidrogeológica". Nos furos de sondagem representativos avaliados em 2012 este horizonte se apresenta poroso, friável a muito friável e predominantemente argiloso.

O horizonte isalterita é o principal produtor de água no contexto hidrogeológico do CMT e comporta-se predominantemente como aquífero poroso, podendo também ser classificado como aquífero, dependendo da porosidade e permeabilidade apresentada, que por sua vez, estão relacionadas às características litológicas da rocha fonte e ao seu grau de evolução intempérica. Geralmente as surgências de água subterrânea no interior da cava (e do complexo em geral) estão associadas a esse horizonte, sobretudo no contato de níveis mais porosos com níveis mais argilosos e em locais onde o aquífero é exposto pela lava.

A rocha alterada compreende a transição entre o aquífero granular isalterítico e o "aquífero" fissural Rocha Fresca, possuindo um razoável potencial hidrogeológico. Já em relação às suas características hidrodinâmicas, é possível correlacionar este horizonte aos xistos sericíticos do domínio das rochas encaixantes (vide adiante), situados em porções mais superficiais.

A rocha fresca é formada por rochas maciças desprovidas de porosidade primária, com condições de circulação de água subterrânea condicionadas a descontinuidades abertas geradas por falhamento/fraturamento e, eventualmente, dissolução de rochas carbonatadas.

Além desses horizontes, há as rochas encaixantes, domínio formado predominantemente por sericita-xistos do Grupo Canastra, com baixo potencial de circulação de água subterrânea externa à chaminé alcalina. As nascentes e pontos de controle inventariados no entorno das barragens BL-01 e BR (área externa à chaminé alcalina) estão todas associadas a este domínio.

7.2.2 Atualização do modelo hidrogeológico

O CMT possui diversos estudos hidrogeológicos realizados entre 2001 e 2018. Através destes foram obtidos os parâmetros hidráulicos dos aquíferos existentes na área, os quais foram calibrados nos modelos anteriores desenvolvidos pela MDGEO (2008, 2012, 2014, 2016 e 2018), de modo a servir como base para os atuais modelos conceitual e numérico. A atualização do modelo foi realizada pelo software *Visual MODFLOW* na versão 2011, que roda o algoritmo *MODFLOW*.

Em função dos vastos dados de monitoramento existentes e para uma calibração mais precisa do modelo hidrogeológico, foi realizada uma calibração em duas etapas:

- Atualização e Calibração do modelo em regime de escoamento permanente, com as condições de contorno originais da área, ou seja, anterior ao início do processo de rebaixamento do nível d'água. Data base: maio de 2007;
- Atualização e calibração do modelo em regime de escoamento transiente. Período: junho de 2007 a julho de 2020.

O objetivo deste item é apresentar o diagnóstico atual da hidrogeologia da área, através do modelo hidrogeológico numérico para a data base de julho de 2020.

7.2.2.1 Calibração em regime permanente

A calibração em regime permanente consiste em uma comparação entre os dados observados em campo (*Input*) e calculados pelo modelo (*Output*), através de retroanálises sucessivas, a fim de atingir a melhor aproximação possível entre modelo e realidade. Desta forma, realizam-se diversas alterações nos percentuais de recarga, nos valores de condutividade hidráulica dos litotipos e de condutância dos drenos.

Na calibração desde regime, a variável tempo não é considerada. Ela reflete uma condição estática de equilíbrio do aquífero, sem levar em conta instrumentos de rebaixamento do nível d'água. O objetivo desta calibração é gerar uma condição inicial da superfície do nível d'água (*initial head*) para as próximas etapas, além de obter os primeiros ajustes nos dados de parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos. Assim é possível seguir para uma calibração do modelo nas condições atuais (regime transiente ou temporal).

Durante a calibração do modelo em regime de escoamento permanente, levou-se em consideração os seguintes fatores: recarga, condutividade hidráulica, nível d'água nos instrumentos de monitoramento e nascentes inventariadas, e vazão nos cursos d'água.

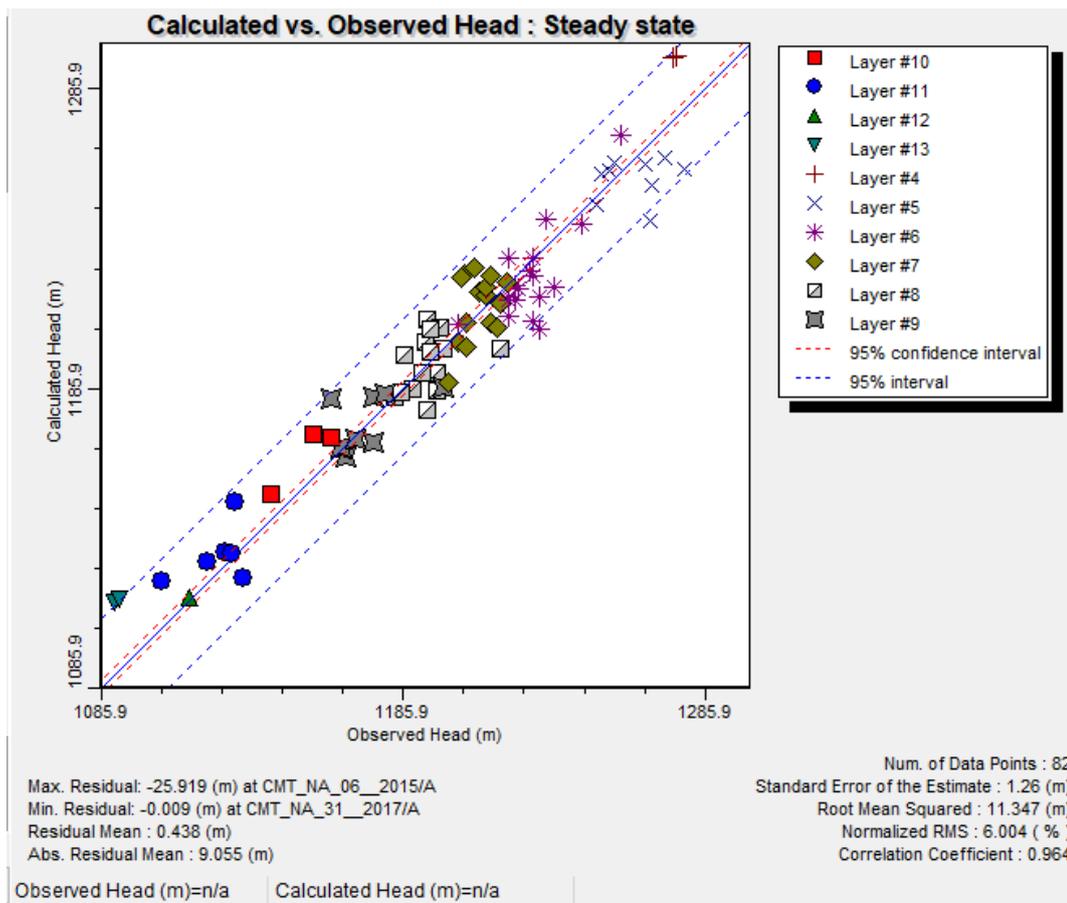
No **Quadro 7.21** são apresentados os valores de recarga aplicados a cada zona.

Quadro 7.21 – Valores de recarga obtidos na etapa de calibração em permanente do modelo.

Recarga Calibração - Permanente			
Zona	Área representada	Porcentagem	Recarga (mm/ano)
A	Terreno Natural - Recarga geral	25%	407
B	Cava da mina	37%	602
C	Recarga Área externa	13%	212

Fonte: MDGeo, 2021.

Em relação ao nível d'água, a reta de calibração com a melhor aproximação entre valores observados e valores calculados em cada instrumento é apresentada na **Figura 7.63**.

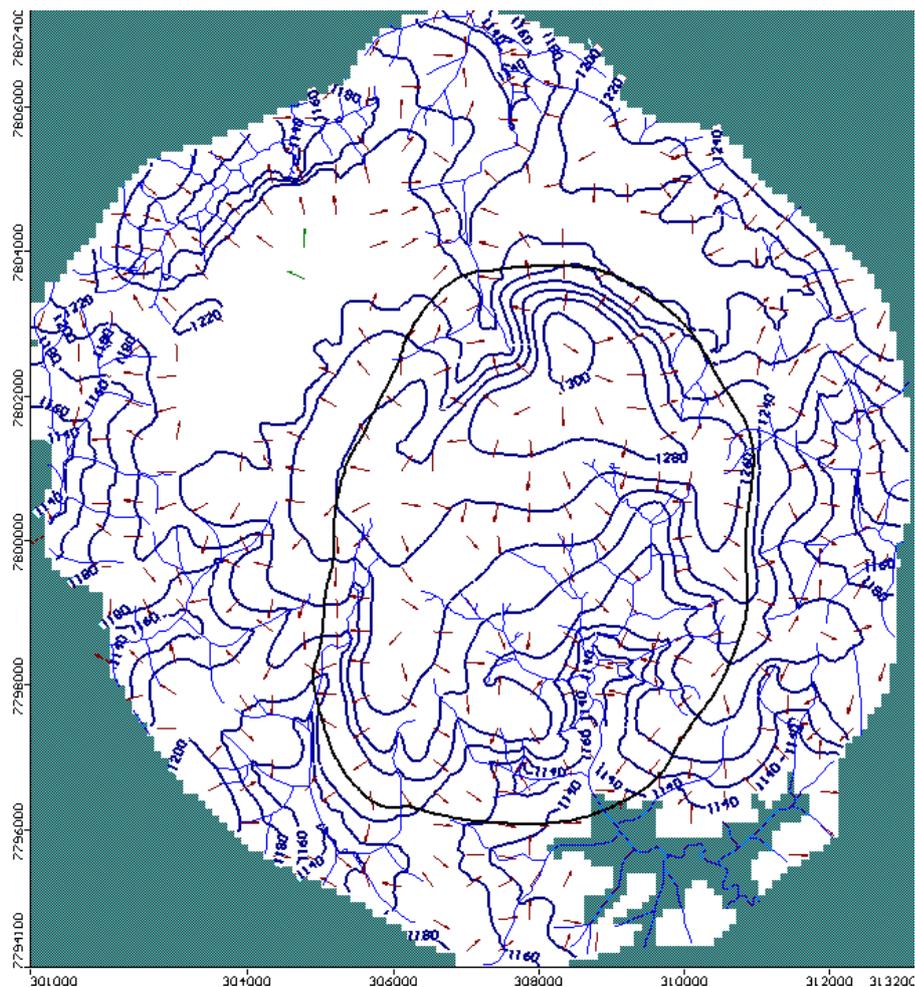


Fonte: MDGeo, 2021.

Figura 7.63 - Retas de calibração dos níveis d'água em regime permanente com os valores observados (eixo x) e calculados (eixo y) em cada instrumento.

Analisando de maneira global os instrumentos de monitoramento em questão, é possível concluir que os níveis d'água calculados pelo modelo mostram uma boa aproximação com os níveis d'água monitorados nos instrumentos, com erro médio normalizado ("RMS") de 6%, dentro do padrão aceitável, visto que o limite satisfatório para o erro médio normalizado (RMS) é de 10%, sendo este valor estabelecido pela EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos).

As isolinhas equipotenciais do nível d'água subterrâneo são outro resultado importante da calibração do regime permanente, além do sentido do fluxo da água subterrânea, calculados pelo modelo. A **Figura 7.64** mostra esse resultado apresentando curvas equipotenciais com intervalos de 20 m, referente à décima camada do modelo (cotas topográficas entre 1130 e 1150). Observa-se um padrão regional do fluxo de água subterrânea com sentido principal para o sul.



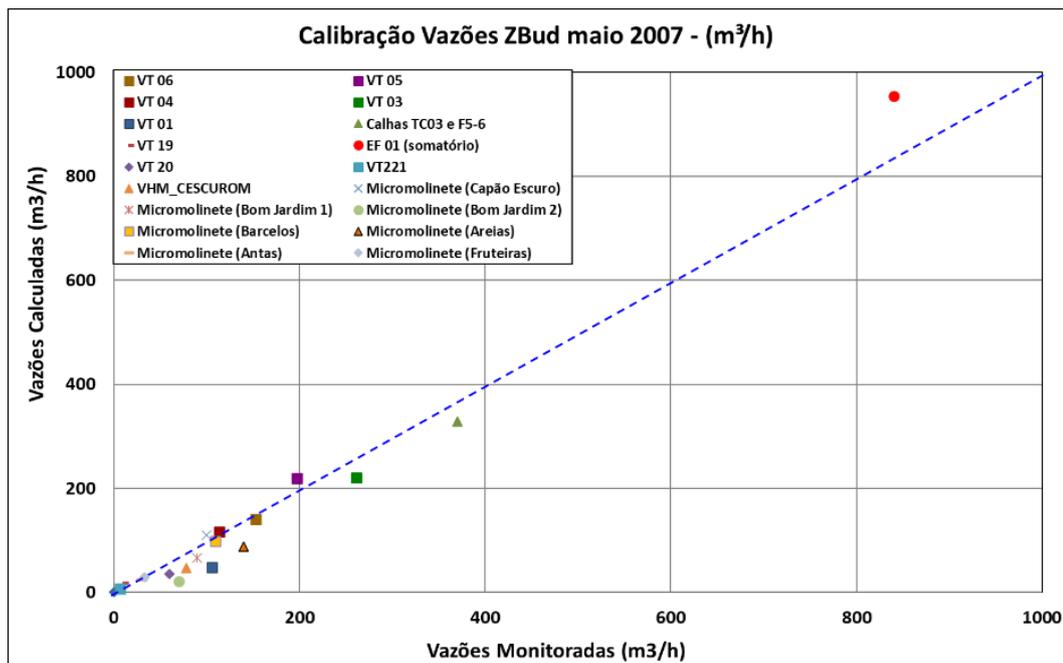
Fonte: MDGeo, 2021.

Figura 7.64 - Isolinhas equipotenciais e sentido do fluxo de d'água subterrâneo – resultado da calibração em regime permanente.

Por fim, para análise das vazões nos cursos d'água comparam-se os dados calculados de cada zona de balanço com os dados reais monitorados em campo.

A quantidade de água que escoa pela face de cada célula do dreno é determinada pela condutância, expressa em m^2/h . Também foram calibradas as condutâncias dos drenos, visando alcançar a melhor aproximação entre as vazões produzidas pelos mesmos (quantificadas nas zonas de balanço) e as vazões monitoradas nos respectivos instrumentos (vertedouros, calhas, estação fluviométrica e pontos de medição via equipamento de micromolinete).

A **Figura 7.65** a seguir apresenta os valores comparativos entre as vazões calculadas na calibração em regime permanente e as vazões observadas (monitoradas) em maio de 2007.



Fonte: MDGeo, 2021.

Figura 7.65 - Comparação entre as vazões monitoradas em maio de 2007 e calculadas nas zonas de balanço - calibração em regime permanente.

De acordo com a análise desses dados, pode-se então dizer que, de forma geral, as vazões calculadas nas zonas de balanço do modelo apresentam valores muito próximos aos monitorados em cada instrumento no mês de maio de 2007, com as diferenças dentro de uma faixa de variação aceitável.

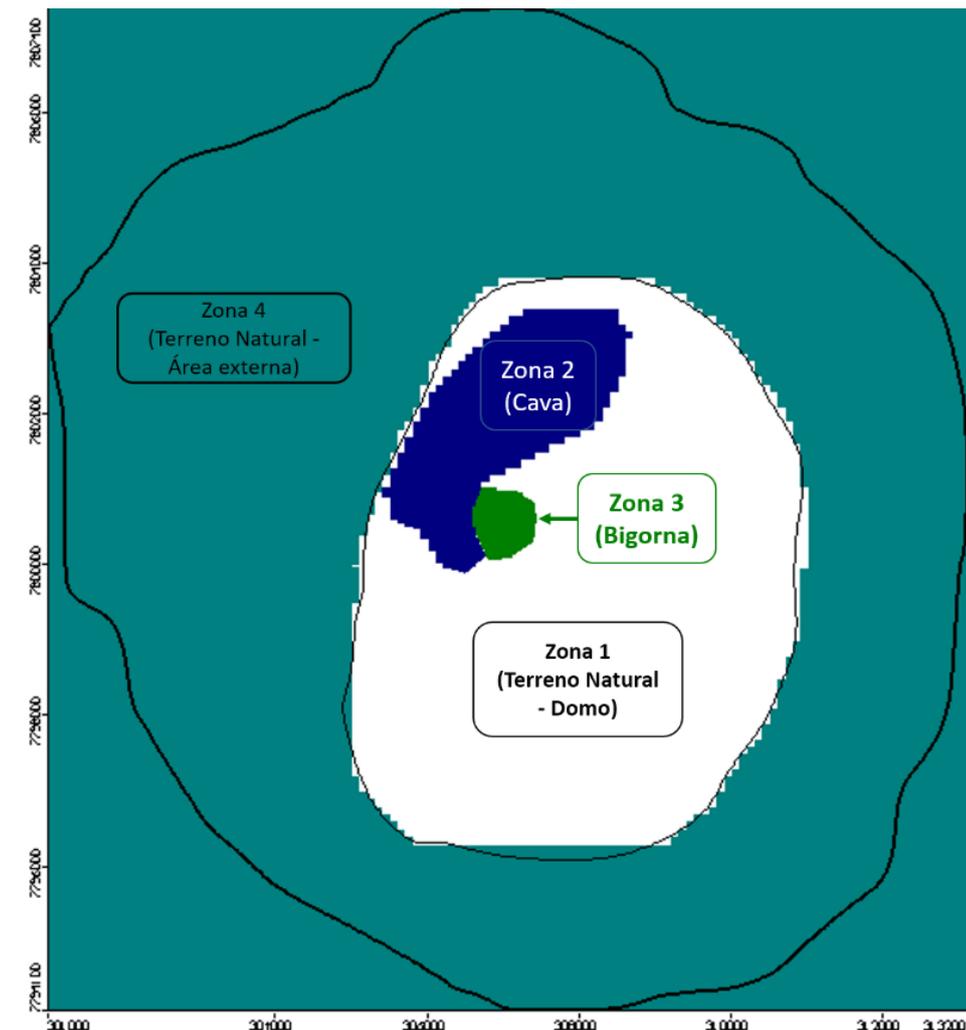
7.2.2.2 Calibração em regime de escoamento transiente

Esta é uma calibração mais refinada, onde a variável tempo é considerada, realizada geralmente após o início do processo de rebaixamento do nível d'água de uma mina.

Neste caso, a calibração em transiente (ou transitório) correspondeu a um período de 13 anos, estendendo-se do dia 01 de junho de 2007 ao dia 31 de julho de 2020, totalizando 4.810 dias, divididos em 53 períodos de tempo.

Analisaram-se todos os dados do monitoramento hidrogeológico nesse período (pluviometria, nível d'água nos instrumentos de monitoramento e nos poços, dados operacionais dos poços, vazão nos vertedouros, pontos de monitoramento por micromolinete, calhas e estação fluviométrica), com a entrada de dados seguindo uma periodicidade trimestral.

A **Figura 7.66** ilustra a distribuição das zonas de recarga aplicadas ao modelo numérico.

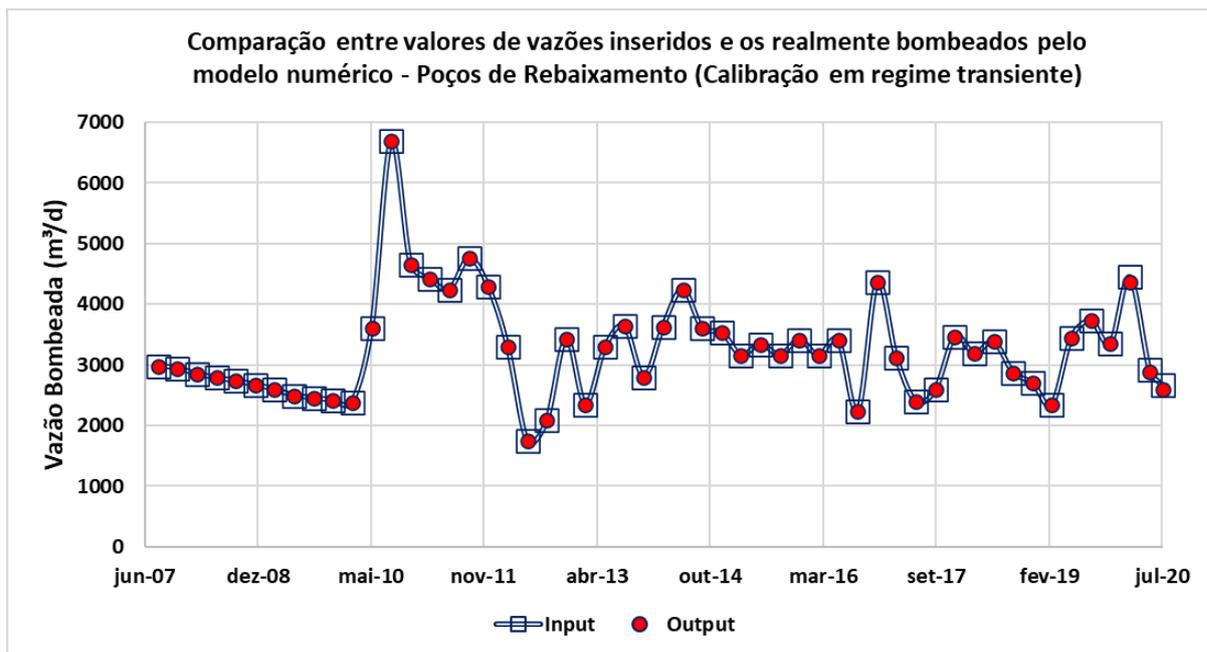


Fonte: MDGeo, 2021.

Figura 7.66 - Zonas de recarga aplicadas ao modelo.

Foram atualizados os dados de monitoramento de vazão dos 15 poços tubulares de rebaixamento do nível d'água em operação na região da Bigorna para fins de calibração em regime transiente. Os valores de vazão atribuídos a cada poço correspondem às vazões médias bombeadas trimestralmente por cada instrumento.

A **Figura 7.67** apresenta os valores de vazões mensais. Nota-se que as vazões de saída dos poços calculadas ao final da calibração nas zonas de balanço (*output*), estão de acordo com os valores observados (*input*), mostrando uma boa calibração dessas vazões.



Fonte: MDGeo, 2021.

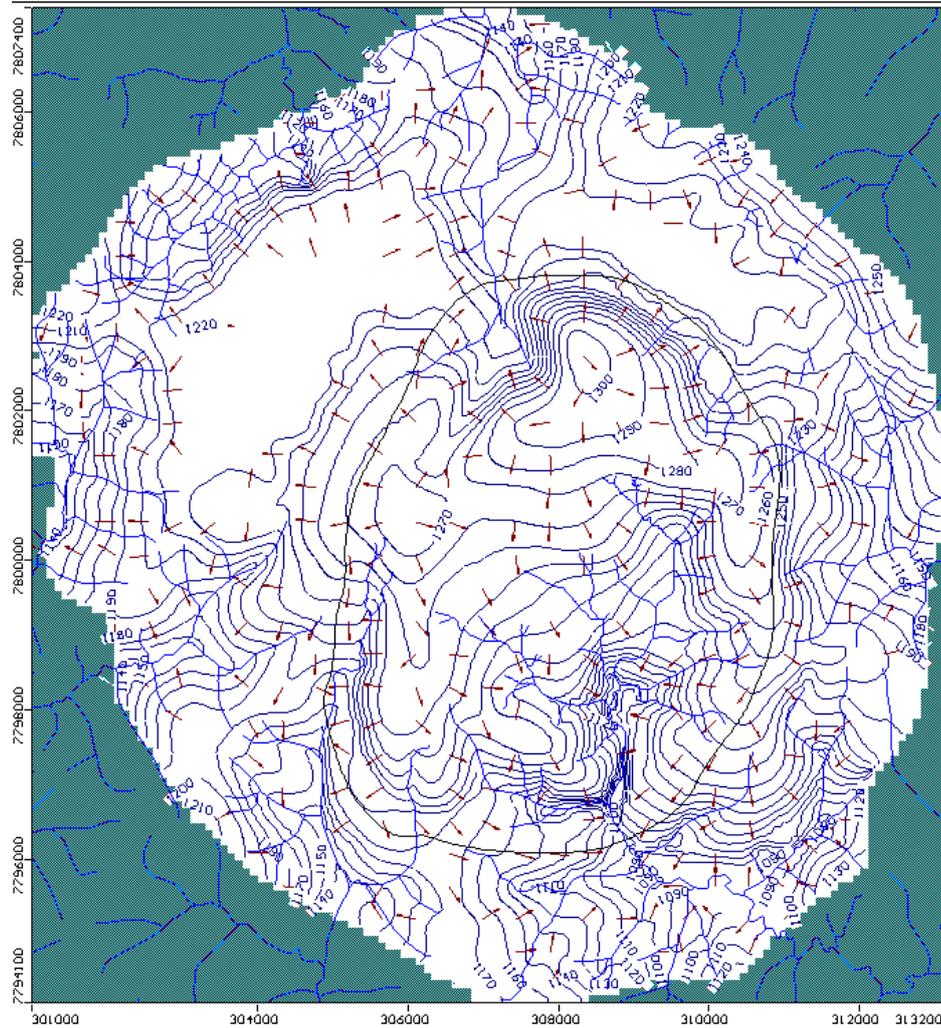
Figura 7.67 - Calibração das vazões trimestrais bombeadas pela bateria de poços de rebaixamento (valores monitorados e calculados pelo modelo, em m³/dia).

Foi verificada a relação entre os níveis d'água observados e calculados em cada setor, buscando a melhor aproximação possível através de retroanálises nos valores de armazenamento, condutividade e demais condições de contorno aplicadas.

A análise da piezometria nesta etapa de calibração é realizada por gráficos de nível d'água.

Desta forma, considerando-se os instrumentos e o banco de dados de nível d'água disponíveis, além dos resultados obtidos no modelo, é possível afirmar que foi alcançada uma boa calibração do nível d'água subterrâneo no modelo.

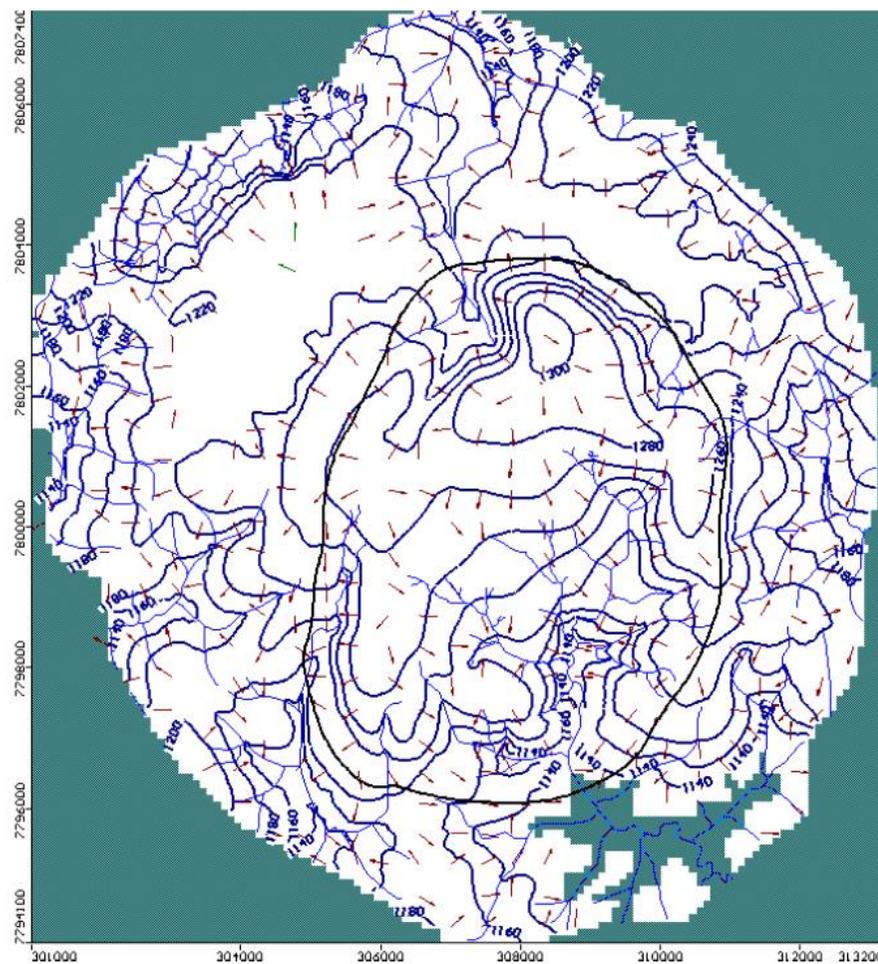
Como resultado, obteve-se uma mapa de isolinhas que correspondem ao nível d'água atual na data base de julho de 2020. Este mapa é apresentado na **Figura 7.69**.



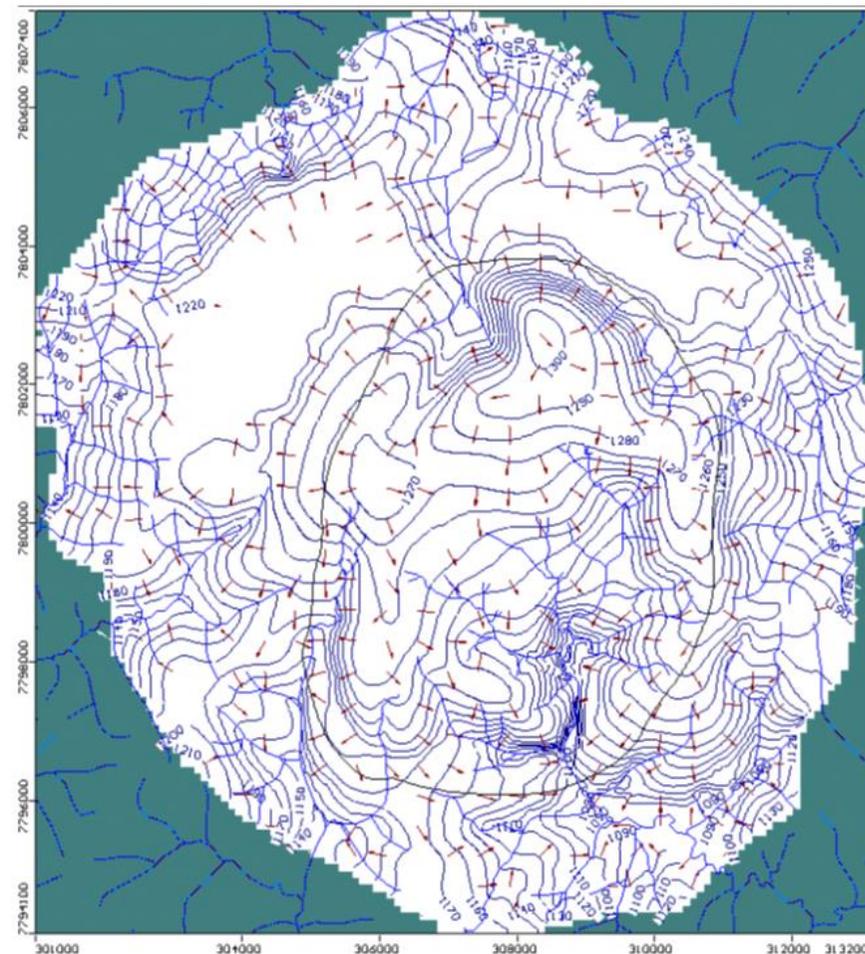
Fonte: MDGeo, 2021.

Figura 7.68 – Isolinhas equipotenciais do nível d'água de 20 em 20 m ao final da calibração – julho de 2020.

Novamente nota-se um padrão regional do fluxo de água subterrânea com sentido principal para o Sul, em direção ao exutório da Bacia do Córrego da Mata. Além disso, há grande similaridade entre o modelo obtido em 2007 e julho de 2020, podendo indicar que até o momento as atividades do CMT não interferiram com o fluxo de água subterrânea da região. A **Figura 7.70** apresenta as isolinhas equipotenciais para facilitar a visualização e comparação entre os modelos calibrados.



2007



2020

Figura 7.69– Comparação dos modelos calibrados para 2007 e julho de 2020.

8 ATUALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO – MEIO BIÓTICO

8.1 FAUNA

Os itens a seguir visam demonstrar que o diagnóstico de fauna contido no EIA/RIMA para o alçamento da BR até a cota 1.205 m não precisa ser complementado, uma vez que a nova ADA é praticamente idêntica à anterior e as áreas de influência direta e indireta se mantiveram inalteradas, de tal forma que os pontos monitorados para cada grupo faunístico encontram-se dentro da ADA ou áreas de influência.

Este item apresenta os resumos dos diagnósticos para cada grupo faunístico anteriormente realizado e atualiza as figuras de localização dos monitoramentos para demonstrar a validade da manutenção do diagnóstico.

O monitoramento da fauna é realizado anualmente pela unidade. As últimas campanhas de monitoramento dos grupos faunísticos avifauna, mastofauna e herpetofauna foram realizadas em novembro de 2017. No início de 2018, entre janeiro e março, foram realizados os levantamentos dos grupos quirópteros, ictiofauna e entomofauna. Portanto, os monitoramentos estão atualizados e validam o diagnóstico, dispensando a necessidade de novas campanhas.

8.1.1 Avifauna

O levantamento da avifauna foi realizado na Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) da Barragem de Rejeitos – BR, entre os dias 13 a 16 de novembro de 2017, ou seja, na estação chuvosa.

Para a realização do inventário da avifauna, foram utilizadas as seguintes metodologias:

- Pontos fixos de visualização e escuta como metodologia principal;
- Listas de Mackinnon como metodologia complementar.

O mapa com os pontos amostrais das metodologias de pontos fixos de visualização e escuta e Listas de Mackinnon são apresentados na **Figura 8.1**.

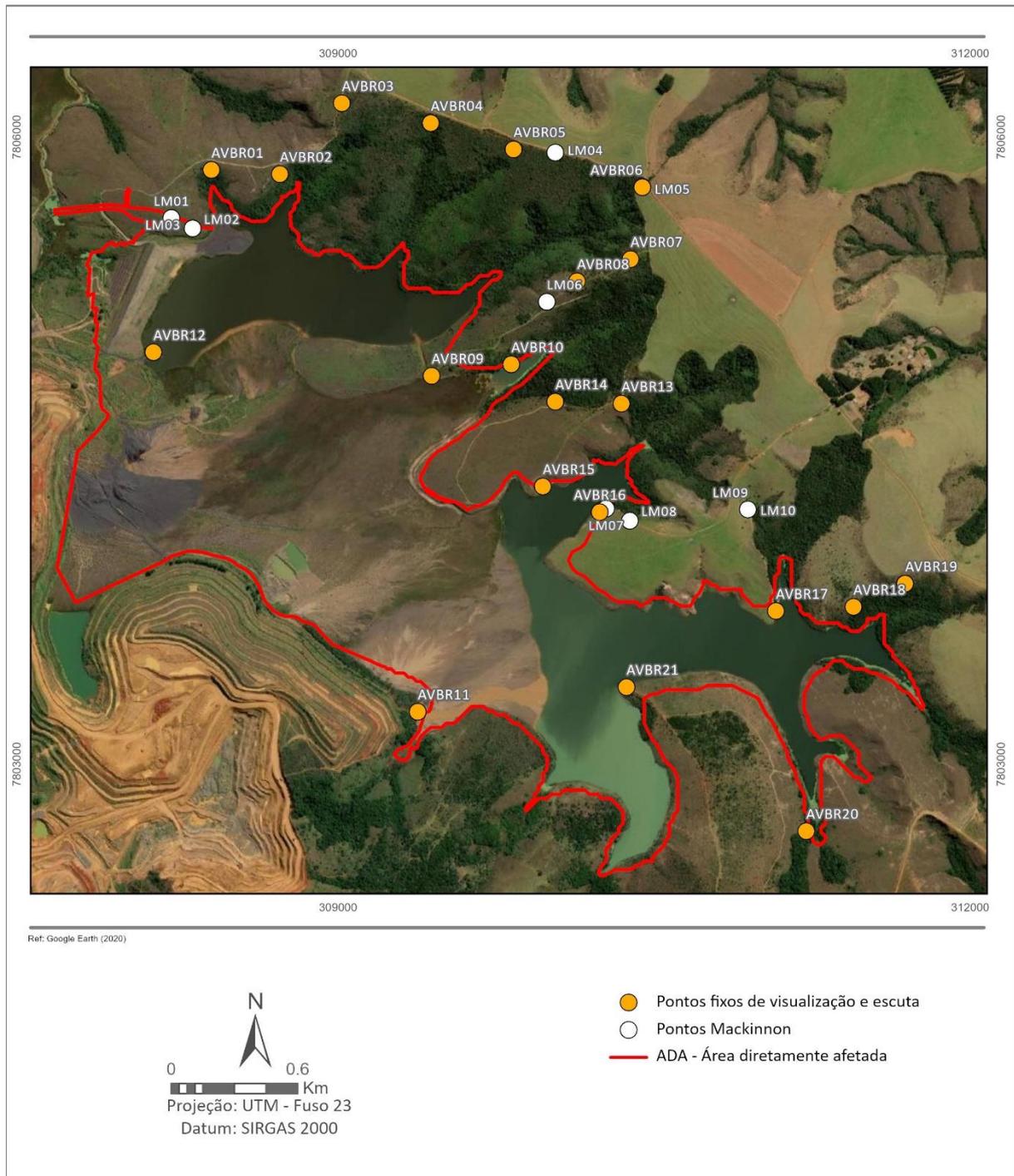


Figura 8.1 - Pontos de amostragem da avifauna apresentando as duas metodologias utilizadas: AVBR (pontos fixos de visualização e escuta) e LM (Listas de Mackinnon).

Os estudos da avifauna inicialmente partiram da compilação de dados secundários bibliográficos, obtidos dos estudos anteriores realizados no empreendimento. De acordo com os dados bibliográficos consultados, foram encontrados um total de 197 espécies de aves, nas quais, 121 foram inventariadas no estudo “Estudo de Impacto Ambiental – Alçamento da BL-

1” (MULTIGEO, 2015) e 181 no “Monitoramento da Fauna: Herpetofauna, Mastofauna e Avifauna do Complexo de Mineração de Tapira – Relatório Parcial 5ª Campanha” (BIOS, 2017).

Durante os trabalhos de campo realizados na estação chuvosa na ADA e AID da BR foi possível registrar um total de 105 espécies divididas em 19 ordens e 40 famílias. O total de registros coletados em campo corresponde a 53,3% das espécies obtidas por meio dos estudos bibliográficos, que foram consultados para embasar a caracterização da área total do empreendimento.

De acordo com a classificação de espécies migratórias (visitantes oriundas do hemisfério norte, sul ou de áreas a oeste do Brasil) e residentes (espécies que apresentam evidências de reprodução no país) proposta pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI et al., 2015), foi registrada apenas uma espécie migratória, a *Pandion haliaetus* (águia-pescadora) sobrevoando os pontos de amostragem AVBR 11 e AVBR 21, localizados próximo à BR.

Quanto à importância do ponto de vista da conservação da avifauna, registrou-se 10 espécies endêmicas: 4 espécies do Bioma Mata Atlântica: *Ramphastos dicolorus*, *Synallaxis spixi*, *Myiothlypis leucoblephara* e *Tachyphonus coronatus*; 4 espécies do Bioma Cerrado: *Alipiopsitta xanthops*, *Thamnophilus torquatus*, *Antilophia galeata* e *Cyanocorax cristatellus*; 1 espécie do Brasil e da Mata Atlântica: *Todirostrum poliocephalum*; e 1 espécie do Brasil: *Aratinga auricapillus*.

Quanto ao grau de ameaça de extinção, um total de 5 espécies encontram-se classificadas nas seguintes categorias: *Crax fasciolata* como Vulnerável (VU) mundialmente (IUCN, 2017) e Em Perigo (EN) no estado de Minas Gerais (COPAM, 2010); *Mycteria americana* e *Platalea ajaja* como Vulneráveis (VU) no estado de Minas Gerais (COPAM, 2010); *Aratinga auricapillus* e *Alipiopsitta xanthops* como Quase Ameaçadas (NT) mundialmente (IUCN, 2017).

O Índice de Diversidade utilizado para caracterizar este Inventário da avifauna foi o *Shannon*, que apresentou o valor de 2,99 para a metodologia principal de pontos fixos de visualização e escuta, e 3,46 para a metodologia complementar de listas de Mackinnon.

Nota-se que a metodologia principal, pontos fixos de visualização e escuta, apresentou maior riqueza (n=88) e menor diversidade ($H'=2,99$) do que a metodologia complementar, listas de Mackinnon, com menor riqueza (n=57), porém, maior diversidade ($H'=3,46$).

A baixa riqueza de espécies que apresentam alta sensibilidade às alterações ambientais (n=2), indicadoras de qualidade ambiental, e espécies dependentes de ambientes florestais (n=18), se justifica devido às alterações da vegetação no interior do empreendimento de mineração, assim como nas fazendas de seu entorno.

8.1.2 Mastofauna

A metodologia utilizada para o levantamento da mastofauna terrestre de médio e grande porte, baseou-se em levantamento de dados primários (inspeções por transectos, visualizações diretas dos animais, busca por indícios indiretos e armadilhamento fotográfico) e dados bibliográficos ou secundários.

Os trabalhos em campo foram realizados em novembro de 2017, representando uma campanha de campo no período chuvoso da região.

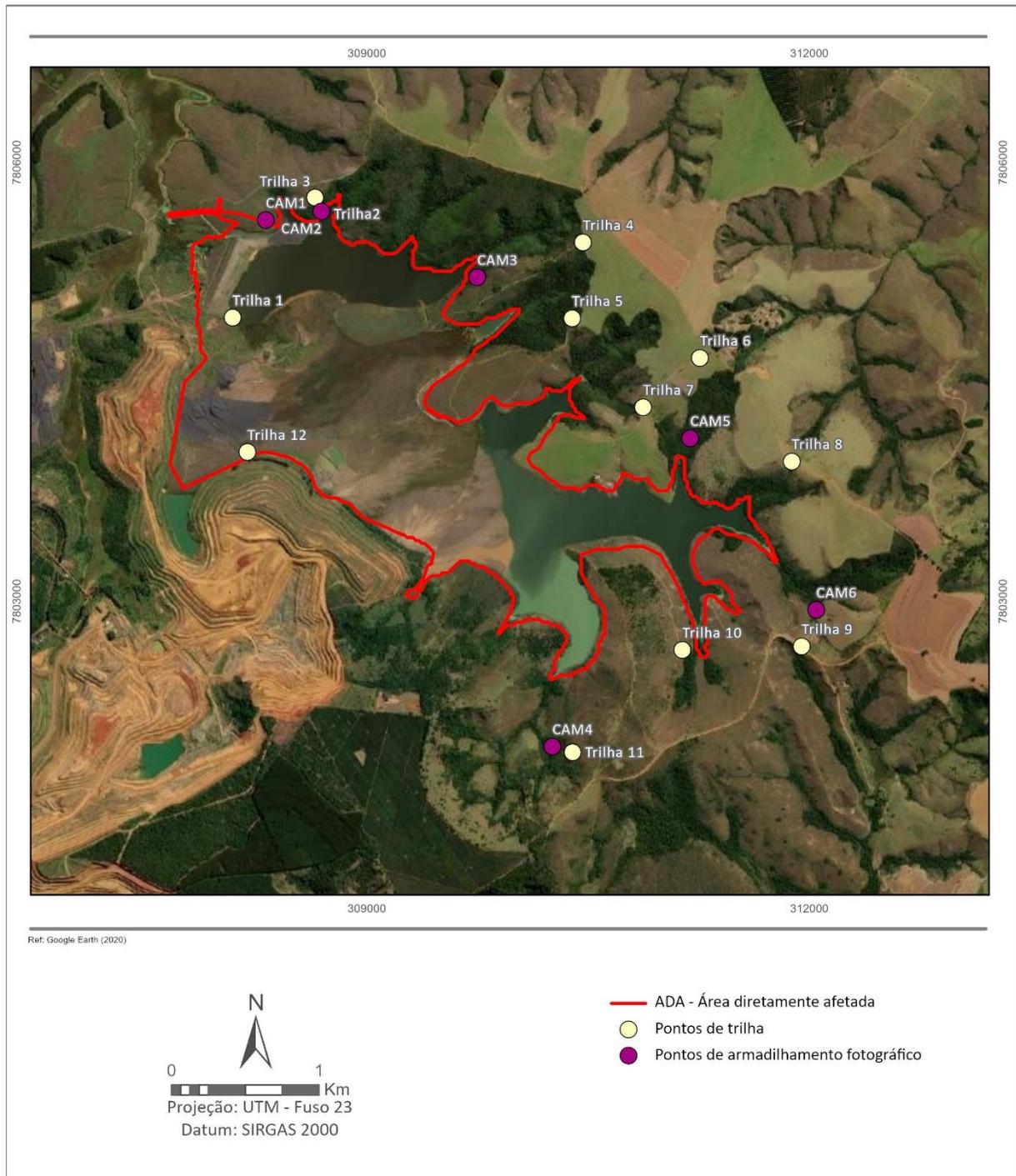


Figura 8.2 - Pontos de amostragem do inventário da mastofauna terrestre com armadilhamento fotográfico (6 câmeras) e transectos (12 trilhas).

De acordo com os dados secundários levantados na região de influência do CMT, são listadas 72 espécies de mamíferos terrestres de provável ocorrência na região, sendo 35 espécies de pequenos mamíferos e outras 37 espécies de mamíferos de médio/grande porte (AMBONI, 2007; BONVICINO *et al.*, 2008; MULTIGEO, 2010 e 2012; REIS *et al.*, 2011; DELPHI, 2012).

Com relação aos dados primários, obtidos por meio da utilização de armadilhamento fotográfico, busca ativa por transectos e busca por indícios/vestígios diretos e indiretos na ADA, AID e AII, foram identificadas 17 espécies de mamíferos terrestres (não voadores), distribuídos entre 8 Ordens e 12 Famílias. A família dos tatus, Dasypodidae, obteve três espécies registradas, sendo a família mais representativa. Outras três famílias obtiveram duas espécies registradas, sendo estas a Mustelidae, a Felidae e a Leporidae. As demais oito famílias apresentaram apenas uma espécie cada.

A composição das espécies encontradas é característica das regiões de Cerrado com alguns registros de animais que ocorrem também nas regiões da Mata Atlântica. Isso se deve à existência de Matas de galeria que se encontram inseridas nas vertentes dos riachos e encostas da região do entorno da barragem BR.

Considerando a abundância relativa das ocasiões de registros por espécie, verifica-se que o tamanduá (*Myrmecophaga tridactyla*) foi a espécie mais observada com 18,9% das ocorrências de registros, sendo inclusive observada uma fêmea com seu filhote em mata do entorno da barragem BR). Em seguida, o javali (*Sus scrofa*), espécie exótica, representou 17% dos registros. A terceira e quarta espécies mais frequentemente observadas foram o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), que representaram 15,1% das ocorrências cada uma delas. As demais famílias foram responsáveis por menos de 5,8% dos demais registros da mastofauna.

A curva do coletor foi elaborada através dos registros da mastofauna obtidos através dos seis pontos de armadilhamento fotográfico e dos 12 transectos percorridos por trilha na área de influência, totalizando assim 18 oportunidades de registros de mastofauna na área de influência do alçamento da barragem BR.

A curva do coletor apresentou estabilização após a 11ª ocasião de amostragem, com os dados obtidos na trilha 5, quando, até aquele momento, foram registradas 16 espécies. Após a compilação dos dados gerados na trilha 10, mais uma espécie foi registrada, atingindo a riqueza total observada de 17 espécies (**Figura 8.3**).

Assim verifica-se que com a continuidade do inventário, poucas novas espécies poderiam ser registradas por acaso, considerando que a curva do coletor indicou uma estabilização mesmo com novas ocasiões de amostragem pela frente.

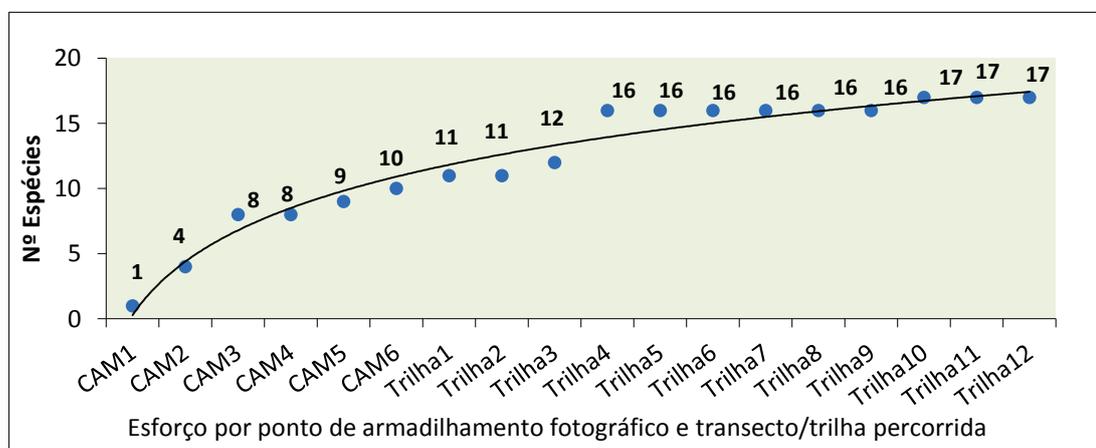


Figura 8.3– Curva do coletor espécie/amostragem para a riqueza observada.

De acordo com a lista de espécies ameaçadas de extinção, no âmbito mundial, a espécie tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) é classificada como VU (vulnerável) e as espécies lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e macaco-sauá (*Callicebus nigrifrons*) são consideradas como NT (Quase Ameaçados) (IUCN, 2011; HILTON-TAYLOR *et al.*, 2004; RYLANDS e CHIARELLO, 2003).

Segundo a “Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção”, ressalta-se que foram encontradas 3 espécies ameaçadas de extinção (17,6%) com o grau VU (vulnerável): tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e gato-mourisco (*Puma yagouarondi*) (MMA, 2014). Na esfera estadual, as espécies tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e jaguatirica (*Leopardus pardalis*) situam-se na categoria VU (vulnerável) (COPAM, 2010).

Ressalta-se que duas espécies de mamíferos registradas são exóticas para a fauna brasileira, sendo estas o javali (*Sus scrofa*) e a lebre (*Lepus europaeus*), totalizando 11,7% do total de espécies registradas.

O estudo conclui que a ADA e AID do projeto de alçamento da barragem BR apresentaram registros de fauna característica de áreas em bom estado de conservação, devido à presença de espécies de topo de cadeia, além de duas espécies de primatas. Notoriamente, as espécies que possuem menor tolerância às atividades antrópicas e que poderão vir a desaparecer da ADA e AID são: sauá (*Callicebus nigrifrons*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), irara (*Eira bárbara*) e o cateto (*Pecari tajacu*), sendo que este último já sofre competição de hábitat pela espécie exótica javali.

8.1.3 Herpetofauna

Para o levantamento da herpetofauna na área de influência foram utilizadas a metodologia de busca na literatura especializada (levantamento de dados secundários), onde foram apresentadas as espécies de possível ocorrência na área através de especulação de outros levantamentos faunísticos realizados nas proximidades do município de Tapira.

A coleta de dados primários em campo foi realizada em uma campanha, entre os dias 15 a 17 de novembro de 2017, período correspondente à estação chuvosa do ano.

Para a coleta de dados primários em campo, utilizou-se o método de busca ativa. Esse método se baseia na procura pelos indivíduos da herpetofauna em seu hábitat, como, por exemplo, em ambientes aquáticos e alagados, na serrapilheira, em bromélias e buracos em troncos. A busca foi realizada durante todo o dia e, em especial para os anuros, a busca foi realizada à noite, sempre orientada pela vocalização emitida pelos machos.

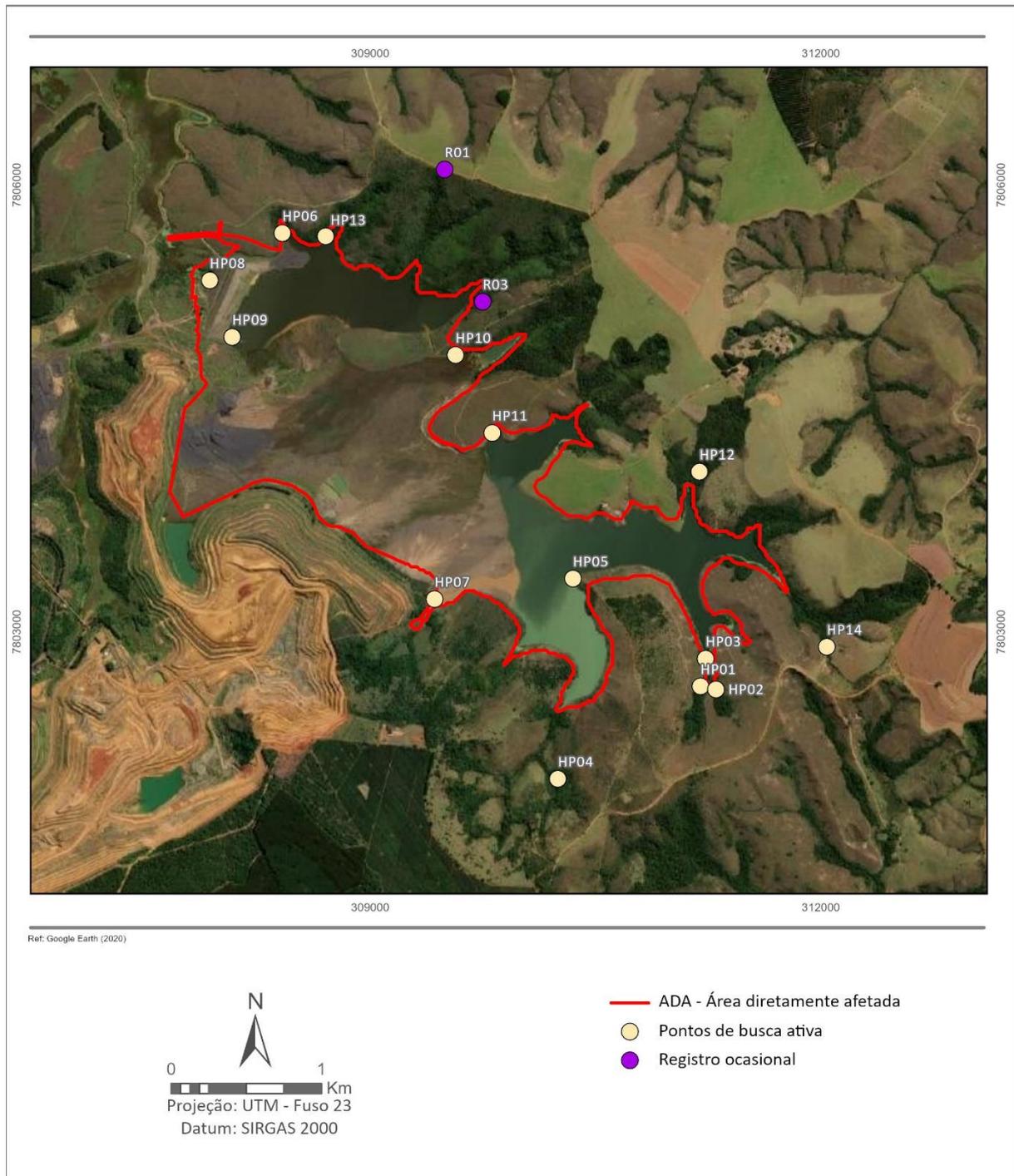


Figura 8.4 - Distribuição dos pontos de registro da herpetofauna no presente estudo.

Foi encontrada na literatura a possibilidade de ocorrência de 96 espécies da herpetofauna. O maior número de espécies foi registrado na região do Parque Nacional Serra da Canastra, com 92 espécies, sendo 38 anfíbios e 54 répteis. No monitoramento realizado na unidade do CMT, foram registradas 25 espécies, 18 anuros e 7 répteis.

Quanto aos dados primários, foi registrada a presença de 20 espécies da herpetofauna; entre essas, duas serpentes, um lagarto e 17 anfíbios anuros. Entre as espécies de anfíbios anuros

registrados no levantamento, a maior riqueza pertence à família Hylidae, com nove espécies distribuída em cinco gêneros. Em seguida, Leptodactylidae com cinco espécies em dois gêneros; Bufonidae com duas espécies em um gênero e Brachycephalidae com uma única espécie.

Entre as espécies registradas no estudo, nenhuma se enquadra em qualquer grau de ameaça a sua conservação, seja na lista estadual (COPAM, 2010), nacional (MMA, 2014) ou mundial (IUCN, 2017). Contudo, duas espécies registradas estão na categoria de deficientes de dados (DD) segundo os critérios da IUCN. Essa categoria é aplicada às espécies que não possuem informação suficiente para sua classificação adequada. Assim, destacam-se as pererecas *Bokermannohyla sazimai* e *Ololygon canastrensis*.

8.1.4 Quirópteros

O levantamento de dados secundários deu-se por meio de consulta aos trabalhos de: Schneider *et al.*, (2000) Ministério do Meio Ambiente (2005), GRELLÉ *et al.*, (1997), EIA do Complexo de Mineração de Tapira (MULTIGEO, 2015), e EIA Usina Termelétrica de Tapira (DELPHI, 2012). Os autores registraram nos presentes estudos 17 espécies de morcegos, sendo estas agrupadas em 15 gêneros e três famílias.

O levantamento de dados primários na área de implantação da Alçamento da Barragem BR foi realizado em uma incursão a campo entre os dias 29 de janeiro e 1 de fevereiro de 2018, ou seja, durante da estação chuvosa. Foi empregado um esforço amostral de 7.200 m² x hora de redes abertas.

A amostragem da mastofauna voadora (quirópteros) foi realizada através da interceptação dos animais em voo com a utilização de redes de neblina (*Mist nets*) e busca ativa diurna a possíveis abrigos utilizados por morcegos (atividade complementar).

As redes de neblina foram instaladas em locais de provável rota de passagem dos morcegos, considerando a diversidade dos ambientes presentes nas áreas selecionadas para o estudo. Ao todo foram amostrados 4 pontos.

Em cada noite de amostragem, foram utilizadas dez redes-de-neblina (10 m x 3 m), que foram abertas ao entardecer (17h50) e permaneceram assim por seis horas consecutivas, sendo recolhidas às 23h50. As vistorias ocorreram em intervalos regulares de 30 minutos, no intuito de evitar que os animais capturados se machucassem e/ou causassem avarias nas redes. Durante o dia, foram realizadas buscas por abrigos naturais (occos de árvores, fendas de rochas) com a finalidade de ampliar os registros.

Os indivíduos capturados nas redes foram acondicionados em sacos de pano e transportados a um local apropriado para triagem e identificação, onde foram obtidas as seguintes medidas: tamanho do antebraço, tamanho do calcâneo, tamanho do pé, tamanho da orelha e tamanho da cauda. As medidas foram obtidas com auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm de precisão). O peso foi obtido com auxílio de dinamômetros de 100 g ou 300 g de capacidade, dependendo do porte do animal.

Durante a campanha foi capturado apenas um indivíduo da espécie *Platyrrhinus lineatus*. Os indivíduos da espécie *Platyrrhinus lineatus* possuem um tamanho médio para morcegos e apresentam listras brancas faciais e uma única dorsal. Diversos autores (GORCHOV *et al.*, 1993; REIS *et al.*, 2013; MARTINS *et al.*, 2014) consideram esta espécie como uma importante

dispersora de sementes de plantas pioneiras auxiliando na recomposição de ambientes degradados (REIS, *et al.* 2016).

8.1.5 Ictiofauna

A ictiofauna da área de influência do Complexo de Mineração de Tapira já foi inventariada em outras ocasiões, sendo consolidada uma lista de registro com 22 espécies de peixes.

Entre fevereiro e março de 2018, foi feito um novo levantamento de ictiofauna, representando uma campanha de campo no período chuvoso da região.

Para a amostragem da ictiofauna, foram utilizados métodos de amostragem quantitativos e qualitativos dos peixes, através de redes de emalhar, redes de arrasto, peneiras e tarrafas de malha fina. Neste estudo foram amostrados quatro pontos para o inventário da ictiofauna, conforme **Figura 8.5**.

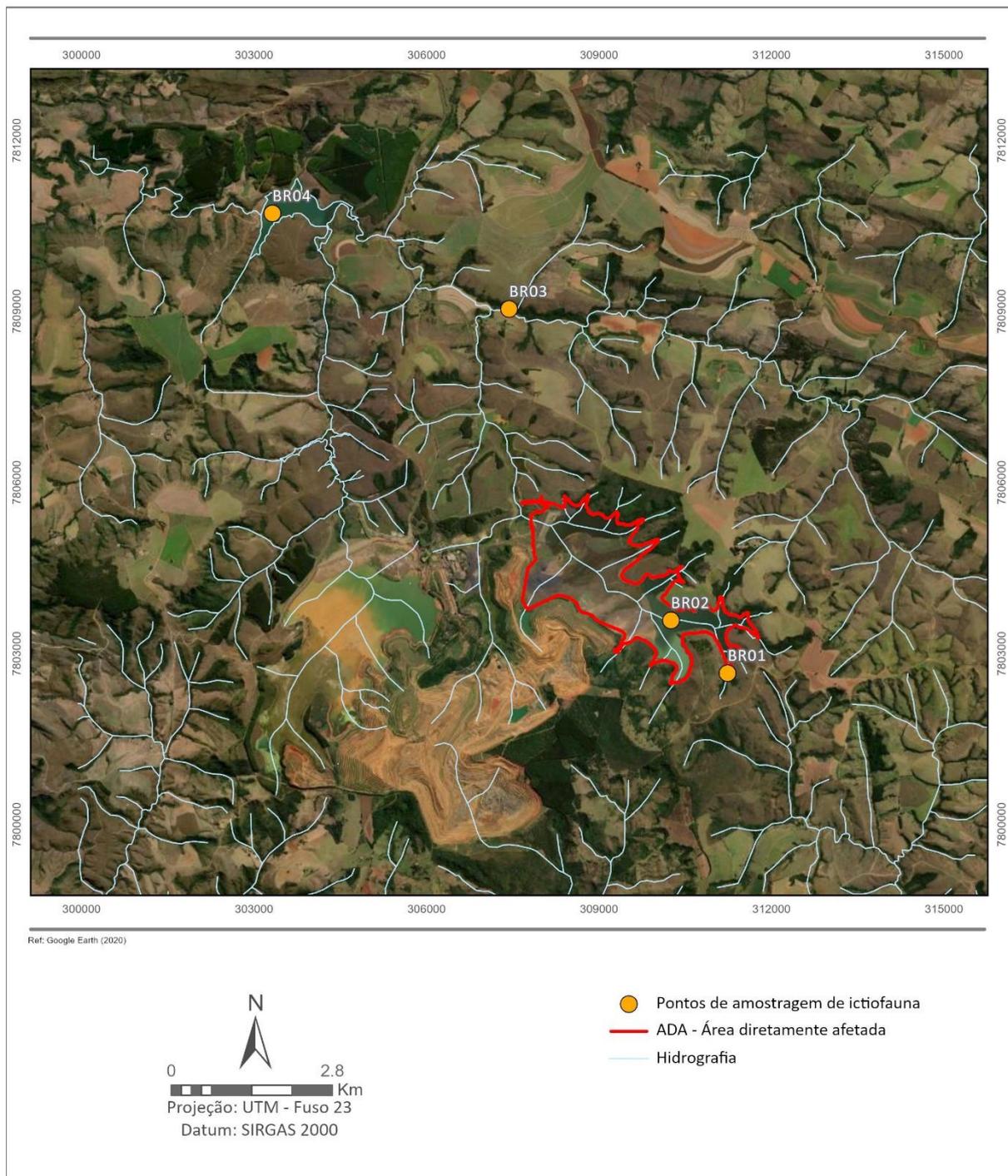


Figura 8.5 – Pontos de amostragem de ictiofauna.

Durante a campanha de coleta do inventário da ictiofauna, foram coletados 248 indivíduos pertencentes a quatro ordens, sete famílias e 14 espécies.

Considerando a coleta de campo realizada, a ordem mais representativa em número de indivíduos foi a dos Characiformes com 66,1% dos indivíduos coletados, seguida pela ordem dos Perciformes com 17,3% e dos Siluriformes com 16,1%. A ordem dos Gymnotiformes foi a menos abundante, com 0,4% dos indivíduos coletados.

Já considerando o número de espécies acumulado para cada ordem registrada, os Characiformes foram os mais representados, com 7 espécies registradas, representando 50% das espécies registradas. As espécies desta ordem foram os lambaris (*Astyanax fasciatus*, *Astyanax lacustris*, *Astyanax paranae* e *Astyanax scabripinis*), o trairão (*Hoplias intermedius*), a traíra (*Hoplias malabaricus*) e a cachorra (*Oligosarcus pintoii*). A ordem dos Siluriformes foi a segunda mais abundante em número de espécies, com 4 espécies registradas, representando 28,6% das espécies registradas. As espécies de Siluriformes encontradas foram os cascudos (*Hypostomus nigromaculatus* e *Hypostomus paulinus*), o bagre (*Rhamdia quelen*) e o bagrinho (*Trichomycterus* sp). A ordem dos Perciformes foi representada por 2 espécies (14,3%), o cará (*Geophagus brasiliensis*) e a espécie exótica de tilápia (*Coptodon rendalli*). Os Gymnotiformes foram representados apenas por uma espécie, o sarapo (*Gymnotus carapo*).

Nenhuma espécie observada está registrada na lista de espécies ameaçadas de extinção pelo Ministério do Meio Ambiente (2014). No entanto, considerando os dados secundários levantados para a área, a pirapitinga (*Brycon nattereri*) está classificada na categoria Vulnerável (VU) na lista nacional (MMA, 2014), e classificada como Em Perigo (EN) na lista estadual (COPAM, 2010). Ressalta-se que esta espécie já foi alvo de reproduções e peixamentos por parte da Estação Ambiental de Volta Grande, centro de piscicultura da UHE Volta Grande, localizado a jusante das áreas de coleta do presente inventário.

Uma espécie registrada é exótica para o alto da bacia do rio Paraná, representando 7,14% do número total de espécies amostradas. A tilápia (*Coptodon rendalli*) já está estabelecida na bacia do alto rio Paraná e é comum à região de influência do empreendimento.

Ressalta-se que exemplares desta espécie exótica foram capturados apenas nos pontos de barragem, sugerindo que esta espécie coloniza apenas os pontos já alterados, não sendo registrada nos pontos com condições naturais, como o Ribeirão do Inferno.

Não foram observadas espécies de peixes com grande importância para a conservação da ictiofauna, sendo que as populações observadas representam espécies comumente encontradas na bacia e tolerantes aos impactos já gerados pelo empreendimento historicamente.

8.1.6 Limnologia – Plâncton e Zoobentos

Foram selecionados 4 pontos de amostragem, sendo 2 no Córrego Boa Vista e 2 no Ribeirão do Inferno, sendo ainda 2 pontos em ambiente lótico e 2 ambientes lênticos. A **Figura 8.6** apresenta a localização dos pontos. A campanha foi realizada no período chuvoso da região e ocorreram precipitações durante a coleta.

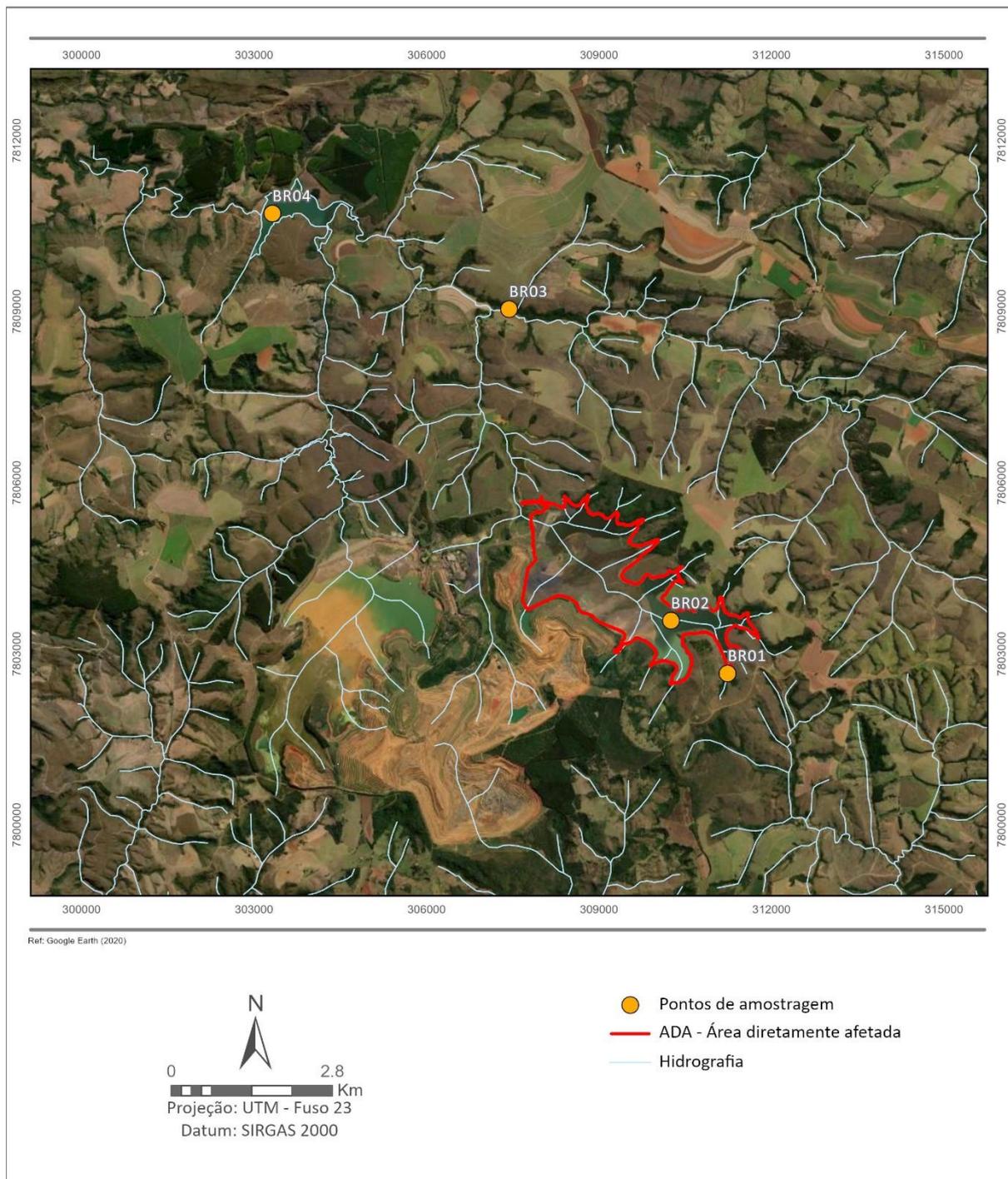


Figura 8.6 – Pontos de amostragem de limnologia.

As avaliações da biota aquática (plâncton e zoobentos) caracterizaram os ambientes lênticos (BR02 e BR04) mais impactados, onde foram detectados:

- Concentrações altas de íons;
- Presença de bioindicadores de baixa qualidade ambiental;
- Cianobactérias potencialmente produtoras de cianotoxinas (BR02);
- Ausência de organismos do zoobentos (BR02);

- Alta densidade de dípteros nos sedimentos da Barragem do Ribeirão do Inferno (BR04).

Dentre os ambientes lóticos (BR01 e BR03), o córrego Boa Vista mostrou boas condições para a biota zooplanctônica. Espécies indicadoras de boa qualidade estiveram presentes, tanto para essa biota quanto para o zoobentos. No ribeirão do Inferno (BR03) percebeu-se uma tendência do enriquecimento das águas, típica de lançamento de efluentes orgânicos.

Como a campanha de amostragem ocorreu em período de maiores precipitações, as comunidades do fitoplâncton e do zoobentos refletiram com resultados inferiores para a riqueza e índices bióticos.

8.1.7 Entomofauna

Para a região do estudo, assim como para a maioria das regiões brasileiras, não existem estudos ou levantamentos disponíveis para o grupo de entomofauna. Isso ocorre porque a pesquisa ecológica com insetos vetores ainda é incipiente em nosso país e os levantamentos existentes são restritos a regiões endêmicas de algum tipo de agravo à saúde.

Desta forma, o levantamento de dados secundários foi realizado com base nos dados dos estudos realizados no empreendimento: “EIA Alçamento da barragem BL1 e Expansão de Lavras do Complexo de Mineração de Tapira” (MULTIGEO, 2015). No estudo, foram encontradas 38 espécies de dípteros pertencentes as famílias Culicidae e Psychodidae.

O levantamento da entomofauna (para coleta de dados primários) foi realizado na Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Indireta (AID) da Barragem BR - entre os dias 5 e 8 de janeiro de 2018, estação chuvosa.

Para o levantamento de espécies de vetores de doenças, a área foi dividida em quatro estações amostrais dentro da área do estudo, onde os métodos de amostragem foram desenvolvidos, totalizando um esforço amostral de cinco dias de campo.

As estações amostrais foram determinadas de forma a fornecer a maior quantidade de capturas e dados possíveis, inclusive visando a amostragem de vetores sinantrópicos, contemplando assim as principais regiões de matas remanescentes e de importância epidemiológica na área do empreendimento. A **Figura 8.7** indica a localização das estações amostrais.

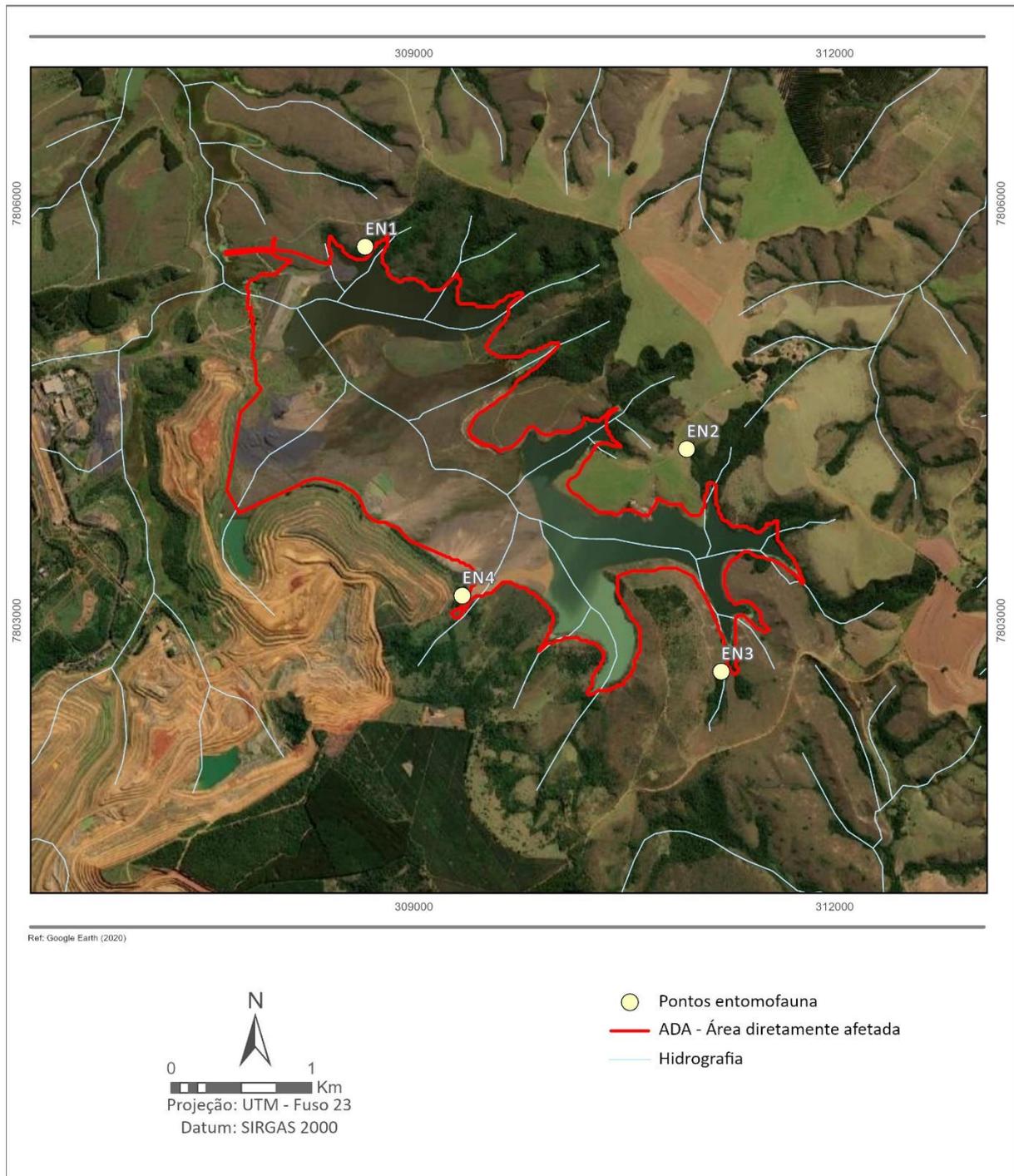


Figura 8.7 – Pontos de amostragem de entomofauna.

Para amostragem dos mosquitos adultos foram utilizados os seguintes métodos de coleta:

- Busca ativa;
- Armadilha Shannon;
- Para a coleta de imaturos foi usado o método de Concha entomológica.

Durante a campanha do levantamento de entomofauna vetora, foram registradas 26 espécies de dípteros pertencentes às famílias Culicidae e Psychodidae. Ao todo, foram amostrados 425 indivíduos, sendo a família Culicidae a mais representativa, com 419 espécimes, distribuídos em 25 espécies. Já para os flebotomos, pertencentes à família Psychodidae, foram coletados 6 espécimes.

A alta abundância registrada está relacionada com o fato da campanha ter sido realizada no período chuvoso, no qual é esperado um aumento tanto na quantidade quanto na diversidade de culicídeos.

Durante a campanha de campo foram registrados acúmulos de água com características diferenciadas, como acúmulos temporários de água de chuva, áreas com solo alagado, margens de córregos com menor correnteza e margem da barragem exposta e com grande presença de vegetação aquática. Nestes locais, foram registradas larvas de anofelinos e culicíneos apenas nas margens da barragem, o que pode indicar que ela é utilizada preferencialmente pela comunidade de mosquitos da região como local de oviposição.

Outro fator importante para este resultado foi a grande abundância de espécimes de *Culex* (Mel) sp registrados (224 indivíduos). As larvas deste grupo se desenvolvem em locais naturais como bromélias ou bolsões de rios, charcos, alagados e lagos. Outras espécies que apresentaram elevada abundância foram *Mansonia titillans* e *Culex* (Cux) sp.

Mosquitos do gênero *Mansonia* possuem a característica de depositar seus ovos em coleções de água permanente e com vegetação aquática; já os pertencentes ao gênero *Culex* subgênero *Culex* podem se reproduzir usando criadouros muito diversificados (Consoli e Lourenço, 1994). Por isso, pode-se inferir que o elevado número de espécimes das espécies supracitadas está relacionado com a presença da barragem BR, uma vez que o uso da barragem como local de oviposição pode ser confirmado através da coleta de larvas em suas margens.

Dentre as espécies identificadas, as de maior importância do ponto de vista médico-veterinário são, sem dúvida, *Sabethes intermediae* e *Aedes albopictus*. O primeiro por ser considerado vetor da febre-amarela em seu ciclo silvestre e o segundo por ser apontado como vetor da dengue, febre Chikungunya, Zika vírus e febre-amarela.

O grupo dos flebotomíneos também merece bastante atenção em virtude de seu potencial vetor para as leishmanioses visceral e cutânea no Brasil.

8.2 FLORA

8.2.1 Metodologia de estudo da flora local

8.2.1.1 Levantamento de dados

O levantamento de dados na ADA - Área Diretamente Afetada e AID – Área de Influência Direta do empreendimento foi realizado durante duas campanhas de campo, sendo a primeira executada entre os dias 13/11/2017 e 17/11/2017 e a segunda entre os dias 14/05/2018 e 17/05/2018.

Ressalta-se que o estudo de flora realizado nos anos de 2017 e 2018 foi executado considerando o alçamento da barragem BR até a cota 1.205 m, cuja área diretamente afetada

era equivalente a 225,78 ha, conforme projeto elaborado em 2017 pela Geoconsultoria. Recentemente, no ano de 2019, foi elaborado um novo projeto pela empresa DF + Engenharia Geotécnica e Recursos Hídricos, para alçamento da barragem até a cota 1.210 m, em que houve uma redução significativa da área diretamente afetada para 75,64 ha. Dessa forma, serão apresentados a seguir os resultados do estudo realizado em 2017 e 2018, com atualização dos dados para o projeto mais recente de 2019, com base na área de intervenção equivalente a 75,64 ha.

Durante as campanhas foram levantados dados primários para caracterização da cobertura vegetal, levantamento de dados florísticos, fitossociológicos, execução de inventário florestal e mapeamento da cobertura vegetal, e uso e ocupação do solo.

As amostragens de flora foram realizadas em todas as formações vegetais presentes nas áreas de estudo.

A amostragem da composição florística foi realizada através do Método de Caminhamento (Filgueiras *et al.*, 1994), que consiste em levantamentos florísticos qualitativos expeditos, por fisionomia reconhecida e que propicia, além da caracterização da vegetação, a elaboração de uma lista de espécies. A amostragem florística incluiu espécies arbóreas, arbustivas, herbáceas e lianas.

As espécies encontradas no estudo foram identificadas por técnicos com conhecimento em botânica, com base no sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009). Para as espécies não identificadas em campo foi realizada uma descrição morfológica dos principais caracteres vegetativos e reprodutivos (quando presente), e fotografadas para posterior identificação. Para confirmação taxonômica foram utilizadas chaves dicotômicas, bibliografias específicas e consultados herbários virtuais, como Neotropical Herbarium Specimens, Royal Botanic Gardens, REFLOA.

A metodologia de coleta de dados fitossociológicos na ADA e AID foram distintas. Na ADA foram demarcadas unidades amostrais (parcelas) para obtenção de dados fitossociológicos e estimativa do volume de madeira, enquanto na AID foram utilizados pontos quadrantes para obtenção de dados fitossociológicos. Portanto, as metodologias utilizadas na coleta de dados da ADA e AID serão apresentadas em separado para cada área de estudo.

8.2.1.2 ADA – Área Diretamente Afetada

A amostragem fitossociológica (inventário florestal) foi realizada na área diretamente afetada com base no projeto elaborado em 2017, cuja área de intervenção era superior em relação ao projeto atualizado em 2019.

A amostragem consistiu na demarcação de parcelas (unidades amostrais) de área fixa, pelo método de Amostragem Casual Estratificada (ACE). Este método de amostragem é indicado para áreas não homogêneas, haja vista a presença de povoamentos com diferentes idades, espécies e topografias, entre outras fontes de variação. A amostragem casual estratificada consiste na divisão da população em subpopulações mais homogêneas em termos de distribuição da característica de interesse, denominadas estrato, dentro dos quais se realiza a distribuição de unidades de amostra de forma casual (aleatória). Este é o método básico de seleção probabilística em que, na seleção de uma amostra composta de n unidades de amostra, todas as possíveis combinações das n unidades teriam as mesmas chances de serem

selecionadas (SOARES *et al.*, 2006). Em um inventário florestal, a amostragem casual produz uma estimativa não tendenciosa da média da população e fornece informações necessárias para avaliar o erro de amostragem.

A área alvo do inventário florestal foi estratificada de acordo com as formações vegetais existentes, para avaliar a estrutura horizontal e o rendimento lenhoso específico de cada estrato. As amostragens fitossociológicas foram realizadas nos seguintes estratos/formações vegetais: Floresta Estacional Semidecidual (FES), Cerradão, Cerrado *stricto sensu*, Campo Sujo e Pastagem.

Ressalta-se que nas fisionomias Campo Sujo e Pastagem, diante da baixa quantidade de indivíduos arbóreos existentes nessas formações, foi realizado o Censo Florestal ou Inventário 100%, que consiste na amostragem de todos os indivíduos componentes de um estrato, sendo a mais apropriada para pequenas áreas ou áreas com pequeno número de indivíduos.

O inventário florestal quali-quantitativo foi realizado por medição direta de indivíduos arbóreos com CAP (circunferência à altura do peito - 1,30 m acima do solo) igual ou superior a 15,7 cm. O CAP foi mensurado com o auxílio de fita métrica e a altura total com o auxílio de uma trena elétrica (**Fotos 8.1 e 8.2**).



Foto 8.1 –Medição de CAP (circunferência à altura do peito) em unidade amostral durante o inventário florestal.



Foto 8.2 –Medição de altura de árvore com auxílio de trena elétrica.

As unidades amostrais (parcelas) do inventário florestal foram demarcadas em formato retangular com dimensões de 300 m² (10 x 30 m) cada uma.

As parcelas foram demarcadas em campo, com auxílio de trena, fita de demarcação e plaquetas metálicas com a informação “Inventário Florestal”. As parcelas foram estabelecidas a partir da abertura de uma picada ao longo da linha central da mesma (eixo longitudinal), com início sempre em um indivíduo arbóreo, o qual serviu de marco para identificação da parcela. No indivíduo arbóreo inicial foi fixada uma fita de demarcação colante amarela e fixada uma plaqueta de metal vermelha com a informação “Inventário Florestal”. O último indivíduo arbóreo no final da picada também foi marcado com fita de demarcação colante amarela e alguns indivíduos arbóreos situados nas laterais das parcelas foram marcados através da amarração de fita zebreada. A partir da linha central da parcela foram considerados 5 metros para cada lado (esquerdo e direito). Nos indivíduos arbóreos inseridos no interior da

unidade amostral foi realizada uma pequena injúria no tronco das mesmas. A **Figura 8.8** ilustra o tamanho e forma das unidades amostrais.

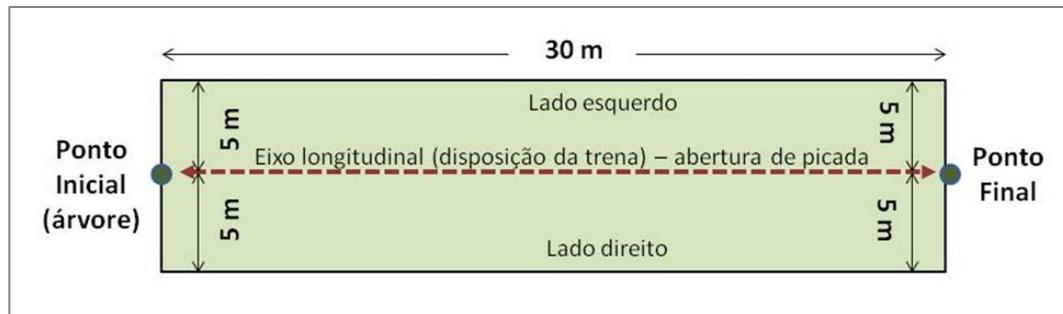


Figura 8.8–Croqui com representação de unidade amostral utilizada no estudo.



Foto 8.3 –Marcação de indivíduo arbóreo no início da unidade amostral (ponto central inicial).



Foto 8.4 – Demarcação de unidade amostral com auxílio de trena métrica no eixo central da parcela.

Ao todo foram demarcadas 32 unidades amostrais (parcelas) durante o estudo fitossociológico (inventário florestal), sendo 17 unidades inseridas nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio, 11 em Cerrado *stricto sensu* e 4 na fisionomia Cerradão. Também foi realizado o censo florestal (inventário 100%) nas fisionomias Campo Sujo e Pastagem.

Salienta-se que, diante da atualização do projeto de alçamento da barragem BR ocorrido após a execução do inventário florestal, algumas parcelas alocadas no estudo ficaram de fora da atual área de intervenção. Entretanto, a volumetria estimada para as tipologias e a composição florística são condizentes com área diretamente afetada atual.

Os pontos de amostragem fitossociológica estão representados na **Figura 8.9**.

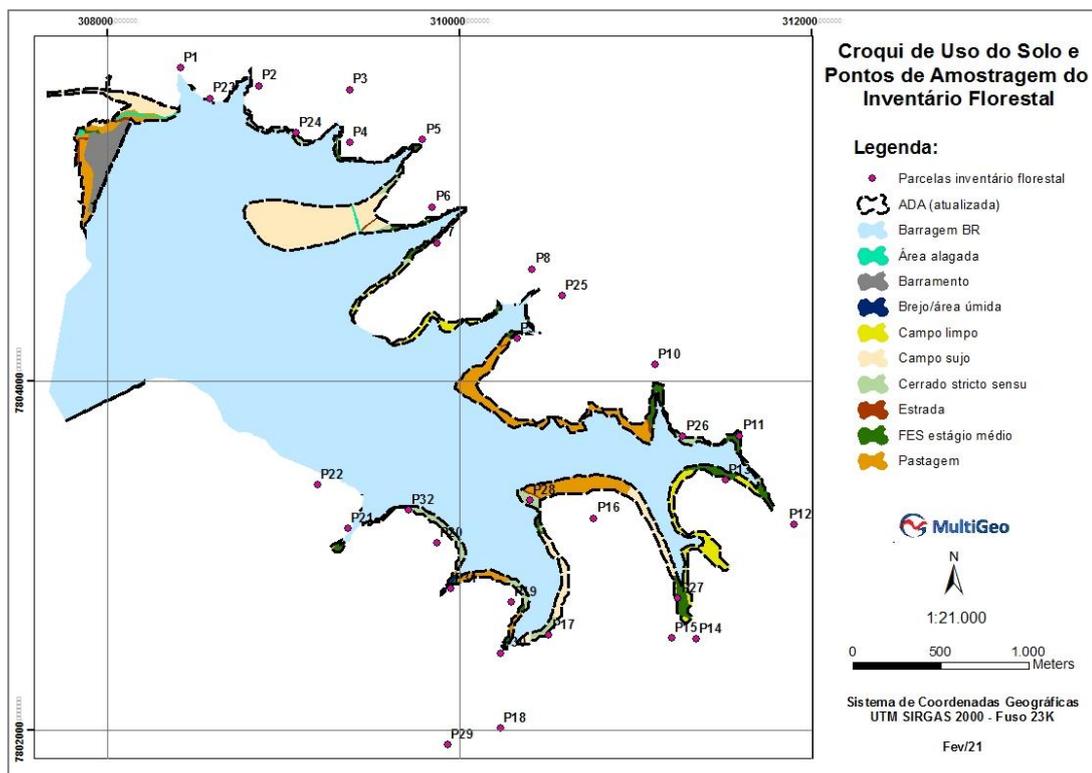


Figura 8.9 – Croqui de uso do solo e localização dos pontos de amostragem do inventário florestal.

Ressalta-se que no mapeamento da cobertura vegetal realizado inicialmente, algumas formações florestais foram classificadas como Cerradão, porém houve um questionamento do órgão ambiental em relação à classificação desta tipologia, no sentido de enquadrar tal fisionomia como remanescentes de FES – Floresta Estacional Semidecidual. Para tanto, durante a atualização do mapa de cobertura vegetal da ADA para a cota 1.210 m, os fragmentos classificados inicialmente como Cerradão foram mapeados como FES em estágio médio e os dados fitossociológicos foram processados de maneira unificada para essas duas fisionomias.

As unidades amostrais (parcelas) foram georreferenciadas com auxílio de GPS de navegação – Garmin Etrex 30, com marcação do ponto central inicial e final de cada parcela. As coordenadas geográficas e a fisionomia amostrada em cada uma das unidades amostrais do estudo fitossociológico são indicadas no **Quadro 8.1**.

Quadro 8.1 – Coordenadas geográficas das parcelas amostradas no inventário florestal.

Coordenadas Geográficas Parcelas Inventário Florestal - UTM SIRGAS 2000					
Parcela	Ponto Inicial		Ponto Final		Fisionomia
	X	Y	X	Y	
P1	308412	7805785	308420	7805760	FES médio
P2	308856	7805689	308858	7805664	Cerradão (FES médio)
P3	309374	7805668	309384	7805642	FES médio
P4	309373	7805366	309377	7805338	Cerrado
P5	309789	7805383	309770	7805367	FES médio
P6	309842	7804995	309870	7804997	Cerrado

Coordenadas Geográficas Parcelas Inventário Florestal - UTM SIRGAS 2000					
Parcela	Ponto Inicial		Ponto Final		Fisionomia
	X	Y	X	Y	
P7	309868	7804789	309893	7804787	FES médio
P8	310405	7804651	310414	7804632	FES médio
P9	310324	7804243	310348	7804246	Cerrado
P10	311108	7804094	311128	7804081	FES médio
P11	311589	7803684	311612	7803697	FES médio
P12	311899	7803177	311883	7803196	FES médio
P13	311509	7803433	311488	7803449	FES médio
P14	311342	7802519	311331	7802511	FES médio
P15	311201	7802527	311197	7802510	FES médio
P16	310760	7803212	310780	7803203	Cerrado
P17	310505	7802541	310487	7802522	Cerrado
P18	310232	7802008	310222	7802026	FES médio
P19	310291	7802731	310319	7802728	Cerradão (FES médio)
P20	309870	7803072	309854	7803091	Cerrado
P21	309362	7803155	309336	7803148	Cerradão (FES médio)
P22	309190	7803404	309216	7803393	Cerrado
P23	308556	7805639	308579	7805617	FES médio
P24	309069	7805419	309054	7805442	Cerrado
P25	310602	7804467	310582	7804487	FES médio
P26	311266	7803680	311289	7803661	Cerrado
P27	311231	7802775	311238	7802752	FES médio
P28	310412	7803290	310396	7803315	Cerrado
P29	309928	7801888	309931	7801916	FES médio
P30	310229	7802440	310227	7802418	FES médio
P31	309949	7802808	309932	7802786	Cerradão (FES médio)
P32	309707	7803261	309735	7803253	Cerrado

8.2.1.3 Área de Influência Direta (AID)

Além do levantamento da vegetação realizado na ADA, foi realizado também um levantamento florístico e fitossociológico na AID do empreendimento.

A amostragem da composição florística da AID do estudo foi realizada através do Método de Caminhamento (Filgueiras *et. al*, 1994).

Na amostragem fitossociológica da AID foi adotado o método de quadrantes, também chamado pontos-quadrantes, que consiste no estabelecimento de pontos distribuídos no universo amostral. A partir do ponto estabelecido divide-se a área ao redor do mesmo em quatro quadrantes e mede-se a distância do centro do ponto até o indivíduo mais próximo de cada quadrante, além dos atributos de interesse de cada indivíduo (Felfili *et al.*, 2011). É um método prático e rápido de amostragem que permite caracterizar a estrutura da comunidade arbórea.

Ao todo foram amostrados 25 pontos-quadrantes inseridos na AID do estudo. O **Quadro 8.2** informa as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem fitossociológica e a respectiva

fitofisionomia. A localização dos pontos-quadrantes da amostragem fitossociológica da AID é representada na **Figura 8.10**.

Quadro 8.2 – Coordenadas dos pontos-quadrantes amostrados na AID.

Ponto quadrante	Coordenadas UTM Sirgas 2000 - Fuso 23K		Fisionomia
	X	Y	
PQ1	309412	7805488	Cerrado
PQ2	309455	7805996	FES médio
PQ3	310431	7804976	Cerradão
PQ4	310257	7805845	Cerradão
PQ5	309594	7806043	Cerrado
PQ6	309141	7806193	Cerrado
PQ7	312002	7803774	FES médio
PQ8	311115	7802001	Cerrado
PQ9	312308	7802662	Cerrado
PQ10	312707	7803317	Cerradão
PQ11	311463	7804560	FES médio
PQ12	304559	7805556	FES médio
PQ13	302990	7802822	FES médio
PQ14	302939	7801008	Cerrado
PQ15	305398	7800508	Cerradão
PQ16	305932	7800110	Cerradão
PQ17	312183	7802070	FES médio
PQ18	308852	7806546	FES médio
PQ19	306959	7808661	FES médio
PQ20	305726	7806387	Cerradão
PQ21	309049	7801311	Cerradão
PQ22	310150	7801675	FES médio
PQ23	310178	7801486	Cerrado
PQ24	310591	7801983	Cerrado
PQ25	310896	7801827	Cerrado

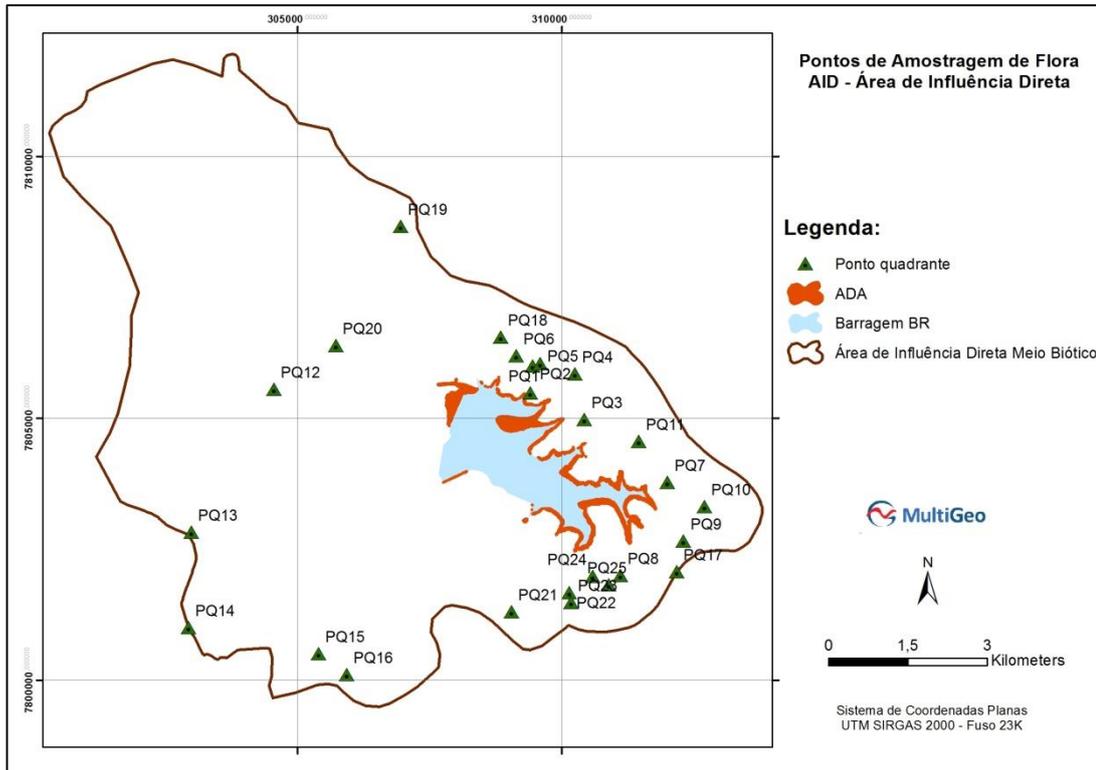


Figura 8.10– Localização dos pontos-quadrantes na AID do empreendimento.

8.2.2 Análise dos Dados

Com os dados coletados nas unidades amostrais foram processadas as estimativas dos parâmetros florísticos e fitossociológicos da estrutura da vegetação. Para tanto foram utilizados os softwares Excel 2007 e Mata Nativa 2.

8.2.2.1 Diversidade

Para avaliar a diversidade das espécies florestais amostradas foram utilizados alguns índices de diversidade, sendo eles: Shannon Weaver (H'), Simpson (C), Pielou (J) e Jentsch (QM).

- **Shannon Weaver (H')**

O índice de diversidade de Shannon Weaver (H') foi calculado para avaliar a riqueza de espécies amostradas, calculado com base no número de indivíduos de cada espécie e no total de indivíduos amostrados. Quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade florística da vegetação.

O Índice de Diversidade de Espécies (H') é calculado pelo emprego da expressão:

$$H' = \frac{\left[N \times \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \times \ln(n_i) \right]}{N}$$

em que:

H' = índice de diversidade;

N = número total de indivíduos amostrados;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

S = número de espécies amostradas; e

\ln = logaritmo neperiano.

▪ Índice de diversidade de Simpson (C)

O índice de Diversidade de Simpson (C) é calculado pelo emprego da expressão:

$$C = \frac{\left[\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1) \right]}{[N(N - 1)]}$$

em que:

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

S = número total de espécies amostradas.

Esse índice varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que os valores próximos de zero refletem uma maior diversidade. Por outro lado, os valores próximos de 1 (um) refletem uma menor diversidade.

▪ Índice de Equabilidade de Pielou (J)

O Índice de Equabilidade de Pielou (J) é calculado pelo emprego da expressão:

$$J = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}};$$

$$H'_{\text{máx}} = \ln(S)$$

em que:

H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver;

S = número total de espécies amostradas;

▪ Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)

O “Coeficiente de Mistura de Jentsch” (HOSOKAWA, 1988) dá uma ideia geral da composição florística da floresta e mede a intensidade de mistura das espécies. É calculado pelo emprego da expressão:

$$QM = \frac{\text{nº de espécies (S)}}{\text{nº total de indivíduos (N)}}$$

8.2.2.2 Estrutura Horizontal

Para análise da estrutura horizontal foram calculados dados relativos à frequência (F), densidade (D), dominância (Do), índice do valor de importância (IVI) e índice do valor de cobertura (IVC).

A frequência (F) mede a distribuição de cada espécie em termos percentuais sobre a área e informa com que frequência a espécie ocorre nas unidades amostrais. Assim, maiores valores indicam que a espécie está bem distribuída horizontalmente ao longo do povoamento amostrado. Este parâmetro foi calculado pelas seguintes fórmulas:

$$FA_i = \left(\frac{u_i}{u_t} \right) \times 100 \quad \text{e} \quad FR_i = \left(\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^P FA_i} \right) \times 100$$

em que:

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

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

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

u_t = número total de unidades amostrais;

P = número de espécies amostradas.

A densidade (D) é o número de indivíduos de cada espécie na composição florística do povoamento e informa sobre a intensidade com que a espécie ocorre, em relação ao número de indivíduos por unidade de área. Maiores valores de densidade indicam a existência de um número maior de indivíduos por hectare da espécie no povoamento amostrado e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \quad \text{e} \quad DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100$$

$$DT = \frac{N}{A}$$

em que:

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

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

N = número total de indivíduos amostrados;

A = área total amostrada, em hectare;

DR_i = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;

DT = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas).

A dominância (Do) é a soma das áreas seccionais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por unidade de área e pode ser entendida como a medida da projeção do corpo da planta no solo. Assim, maiores valores de dominância indicam que a espécie exerce dominância no povoamento amostrado em termos de área basal por hectare e pode ser calculada pelas seguintes fórmulas:

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \quad e \quad DoR = \frac{DoA}{DoT} \times 100$$

$$DoT = \frac{ABT}{A} \quad e \quad ABT = \sum_{i=1}^s AB_i$$

em que:

DoA_i = dominância absoluta da i -ésima espécie, em m^2/ha ;

AB_i = área basal da i -ésima espécie, em m^2 , na área amostrada;

$AB = \pi * DAP^2 / 4$;

$DAP = CAP / \pi$;

A = área amostrada, em hectare;

DoR_i = dominância relativa (%) da i -ésima espécie;

DoT = dominância total, em m^2/ha (soma das dominâncias de todas as espécies).

O Índice de Valor de Importância (IVI) é o somatório dos parâmetros relativos à frequência, densidade e dominância das espécies amostradas e revela a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal. Geralmente as espécies com maior densidade e/ou elevados diâmetros ocupam posições de maior destaque na composição do povoamento florestal. Este parâmetro é calculado pela seguinte fórmula:

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i$$

$$IVI_i(\%) = VI_i / 3$$

O parâmetro do Índice de Valor de Cobertura (IVC) é a soma do valor de densidade e dominância da i -ésima espécie, informando sobre a cobertura relativa e área basal de cada espécie na área amostrada. Portanto, espécies com elevados diâmetros geralmente possuem alto valor de cobertura. Este parâmetro é calculado pela seguinte fórmula:

$$IVC_i = DR_i + DoR_i$$

8.2.2.3 Análise volumétrica

Para realização dos cálculos volumétricos da vegetação nativa existente na ADA utilizou-se as fórmulas apresentadas no **Quadro 8.3**, adequadas para as tipologias amostradas.

Quadro 8.3 – Fórmulas utilizadas para cálculos volumétricos da vegetação.

Fitofisionomia/tipologia vegetal	Fórmula Volumétrica Utilizada
Floresta Estacional Semidecidual estágio médio	$V = 0,00007423 * (DAP^{1,707348}) * (HT^{1,16873})$
Cerrado <i>stricto sensu</i>	$V = 0,000066 * (DAP^{2,475293}) * (HT^{0,300022})$
Campo Sujo (censo)	$V = 0,000088 * (DAP^{2,25887}) * (HT^{0,44975})$
Pastagem (censo)	$V = 0,000099 * (DAP^{1,830398}) * (HT^{0,960913})$

Onde:

DAP- Diâmetro a altura do peito (cm)

HT – Altura total (m)

8.2.2.4 Análise estatística

Apresenta-se no **Quadro 8.4** a seguir as fórmulas utilizadas no processamento dos dados do estudo (SOARES *et al.*, 2006).

Quadro 8.4 – Fórmulas utilizadas no processamento dos dados estatísticos.

Média estimada em cada estrato	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Média estratificada	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \bar{x}_i}{N}$
Variância estimada em cada i-ésimo estrato	$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$
Variância estimada da média estratificada	$S_{\bar{x}}^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} S_i)^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} S_i^2}{N}$
Desvio Padrão	$s_x = \pm \sqrt{s_x^2}$
Coefficiente de Variação	$CV\% = \frac{s_x}{\bar{x}} * 100$
Variância da Média	$s_{\bar{x}}^2 = \frac{s_x^2}{n}$
Erro Padrão da Média Estimada	$s_{\bar{x}} = \pm \sqrt{s_{\bar{x}}^2}$
Erro de Amostragem	$E\% = \pm \frac{s_{\bar{x}} * t}{\bar{x}} * 100$
Intervalo de Confiança	$IC = \bar{x} \pm s_{\bar{x}} * t$
Estimativa do total do i-ésimo estrato	$\hat{Y} = N_i * \hat{x}$
Estimativa do total	$\hat{Y} = N * \hat{x}$

Em que: n = número de parcelas, t = estatística “t” de Student, E% = precisão requerida em %, N = número total de unidades de amostra, \bar{x}_i = média da variável amostrada, x_i = variável amostrada, s_x^2 = variância, s_x = Desvio padrão, CV% = coeficiente de variação, $s_{\bar{x}}^2$ = variância da média, $s_{\bar{x}}$ = erro padrão da média, IC = Intervalo de Confiança, \hat{Y} = Estimativa do total da população.

8.2.3 Resultados

8.2.3.1 Caracterização regional

A área do presente estudo situa-se no município de Tapira, se insere nos domínios do Bioma Cerrado de acordo com o Mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004) (**Figura 8.11**). O termo Cerrado designa uma vegetação de fisionomia e flora próprias, classificada dentro dos padrões de vegetação do mundo como savana (EITEN, 1994).

O Cerrado brasileiro está localizado essencialmente no Planalto Central do Brasil compreendendo como área contínua os Estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte dos Estados da Bahia, Ceará, Maranhão, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Piauí e Rondônia, além de áreas disjuntas ao norte nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao sul, em pequenas porções do Paraná, abrangendo uma área de aproximadamente 2 milhões de km², o que representa mais de 20% do território nacional (IBGE, 2004). A área central do Cerrado contrasta com quase todos os Biomas formando áreas de tensão ecológica, onde ocorre uma mistura de elementos florísticos entre as formações das regiões adjacentes.

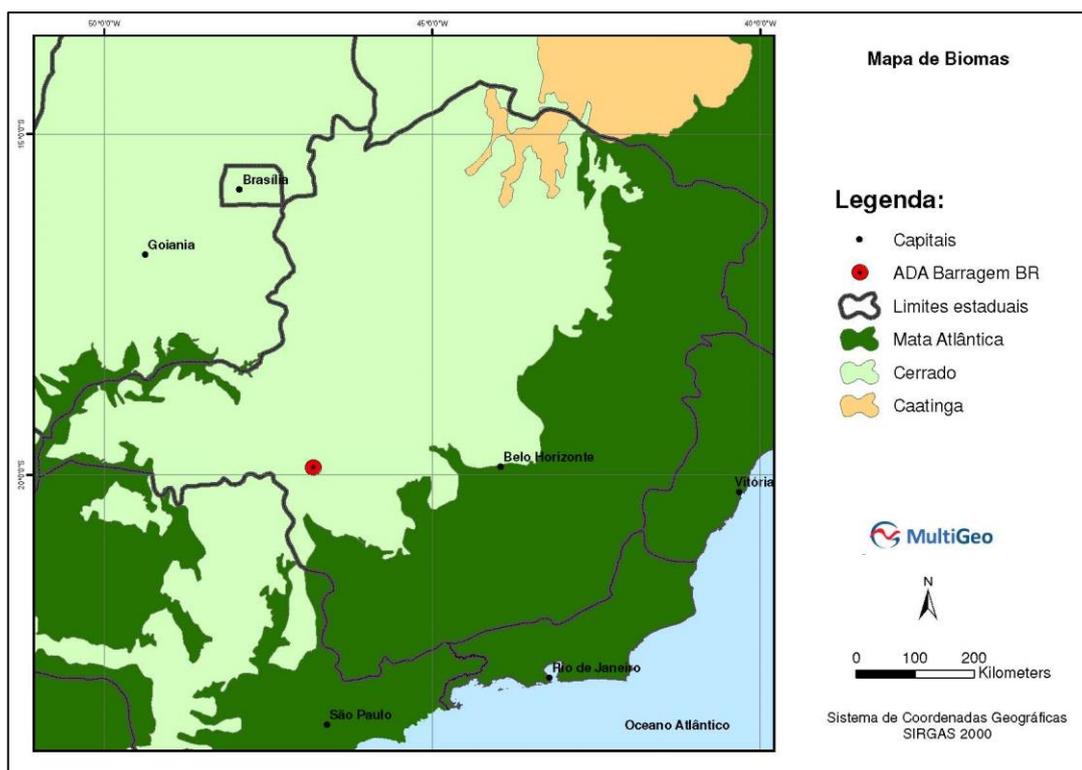


Figura 8.11– Localização do empreendimento em relação aos biomas.

A vegetação do Cerrado, dentro de sua extensa área de domínio, está sujeita às condições ambientais muito diversas. Os principais fatores apontados como determinantes para a predominância das formações com fitofisionomias savânicas que caracterizam este bioma são o clima, os solos e o fogo. As temperaturas médias anuais variam entre 22 °C e 27 °C, e seu clima dominante é o tropical chuvoso (Aw de Köppen), notadamente sazonal e marcado pela

grande quantidade de chuvas anuais (entre 1100 mm e 1600 mm) concentradas principalmente em seis ou sete meses, entre outubro e abril, permanecendo o restante do ano em uma pronunciada estação seca, época em que são comuns os incêndios (ADÂMOLI *et al.*, 1987).

A ocorrência periódica de fogo também constitui importante fator ecológico do bioma, mantendo o balanço entre a vegetação gramínea e lenhosa e auxiliando na manutenção da ciclagem de nutrientes e na germinação das espécies vegetais. Assim, o Cerrado apresenta-se como um mosaico de formas fisionômicas determinadas especialmente pelas características dos solos e do fogo (frequência, época, intensidade), sendo suas diferentes formas, portanto, pedoclimaces ou piroclicimaces, dependendo de ser o solo ou o fogo seu fator limitante.

Estas características ambientais, como resultado, exigiram das espécies vegetais adaptações compatíveis a tais condições, selecionando aquelas capazes e aptas a suportar as adversidades impostas pelo meio. Sua vegetação, portanto, dispõem de inúmeras estratégias e caracteres morfológicos que permitem sua sobrevivência no ambiente, como brotos foliares bem protegidos, cascas grossas, rugosas e suberosas (corticosas), folhas bem desenvolvidas, pilosas, esclerofilas ou coriáceas, órgãos de reserva subterrâneos e um sistema radicular bastante profundo, além de uma rápida capacidade de regeneração e renovação.

Essa grande variabilidade de *hábitats* suporta uma enorme diversidade de espécies de plantas e animais. Estimativas diversas indicam que o número de plantas vasculares situa-se em torno de 5 mil, ocorrendo mais de 1.600 espécies de mamíferos, aves e répteis já identificados em seus ecossistemas. Entre os invertebrados, os mais notáveis são os térmitas (cupins) e as formigas cortadeiras (saúvas). São eles os principais herbívoros do Cerrado, tendo uma grande importância no consumo e na decomposição da matéria orgânica e constituindo-se em importante fonte alimentar para outras espécies animais. (MYERS *et al.*, 2000).

Segundo Ribeiro e Walter (1998), o bioma Cerrado é um complexo vegetacional composto por três formações vegetais: **campestre**, que engloba áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, mas sem a presença de árvores na paisagem; **savânicas**, inclui áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo; e **florestais**, com formação de dossel contínuo ou descontínuo e predomínio de espécies arbóreas.

A flora do Cerrado é característica e diferencia da dos biomas adjacentes, embora muitas fisionomias compartilhem espécies com outros biomas. Além do clima, das características químicas e físicas do solo, da disponibilidade de água e nutrientes e da geomorfologia e altitude, a distribuição da flora está condicionada à latitude, frequência de queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo e inúmeros fatores antrópicos, como aberturas de áreas para atividade agropecuária, retirada seletiva de madeira, queimadas, manejo de pastagens etc. (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Segundo Carvalho e Scolforo (2008), o Estado de Minas Gerais apresenta 19.655.230 ha ou 33,51% da área total do estado com vegetação nativa, sendo a fisionomia Cerrado sentido restrito a mais representativa do estado, ocupando uma área superior a 5.500.000 ha.

8.2.3.2 Unidades de Conservação

De acordo com a Lei 9.985 de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, a unidade de conservação é definida como *“o 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”*.

O SNUC divide as unidades em dois grupos, as de Proteção Integral e as de Uso Sustentável. No caso das unidades de Proteção Integral é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais e engloba as seguintes categorias: Parque, Estação Ecológica, Reserva Biológica, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

Nas unidades de Uso Sustentável é permitida a exploração do ambiente de maneira a garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e dos processos ecológicos. Neste grupo estão incluídos a Área de Proteção Ambiental - APA, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional - FLONA, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN.

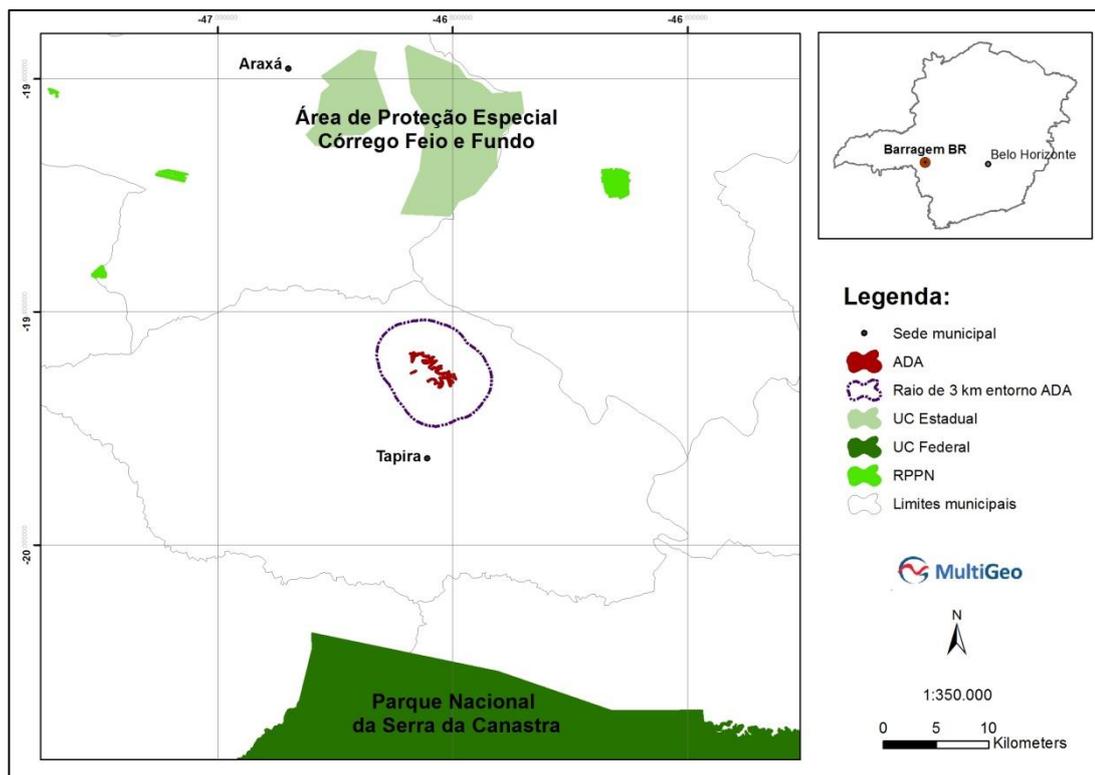
O art. 25 da Lei do SNUC define que as unidades de conservação, exceto Área de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural, devem possuir zona de amortecimento e, quando conveniente, corredores ecológicos.

Entende-se por zona de amortecimento o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a Unidade.

Ainda, de acordo com § 3º do art. 36 da lei do SNUC, *“quando o empreendimento afetar Unidade de Conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o caput deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a Unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo”*.

A instalação do empreendimento não causará nenhuma interferência nas Unidades de Conservação (UCs) existentes na região (**Figura 8.12**).

Conforme dados obtidos cabe ressaltar que os limites definidos para a ADA e AID, de todos os itens do diagnóstico, não se sobrepõem a nenhuma unidade de conservação, seja ela de proteção integral ou de uso sustentável.



Fonte: IDE-SISEMA, fev/2021.

Figura 8.12– Localização do empreendimento em relação às unidades de conservação.

De acordo com os dados levantados cabe ressaltar que os limites definidos para a ADA não se sobrepõem a nenhuma unidade de conservação, seja ela de proteção integral ou de uso sustentável.

8.2.3.3 Áreas Prioritárias para Conservação

A análise das Áreas Prioritárias para Conservação é uma ferramenta importante para nortear as medidas mitigadoras e compensatórias a serem adotadas diante dos impactos ambientais causados sobre o meio biótico e foram levantadas com base no documento "Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação" e no "Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO".

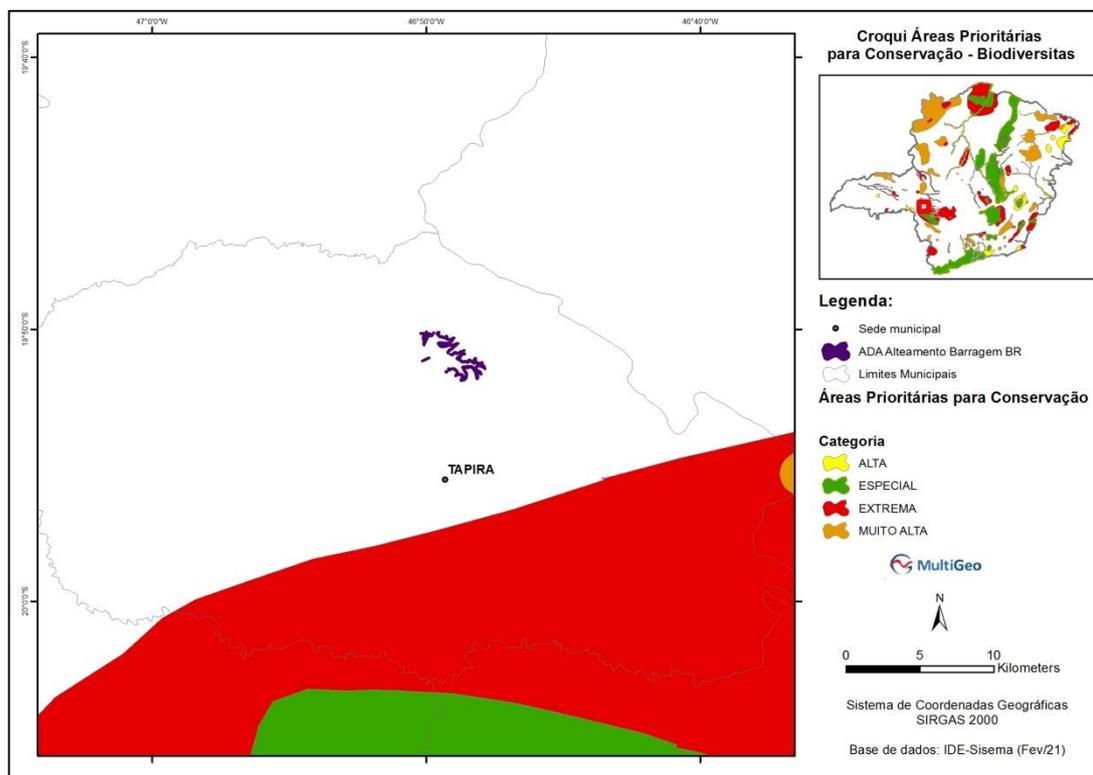
A Deliberação Normativa COPAM nº 55, de 13 de junho de 2002, estabelece normas, diretrizes e critérios para nortear a conservação da Biodiversidade de Minas Gerais, com base no documento "Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação". Dessa forma, os estudos técnicos que compõem o licenciamento ambiental em Minas Gerais devem ser norteados pelo referido Atlas, visando estabelecer consonância entre os projetos de infraestrutura e a política estadual de conservação da biodiversidade, de acordo com o contido no artigo 1º da referida DN:

Art. 1º - Os estudos ambientais de empreendimentos, obras ou atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daqueles que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, a serem objeto de análise no Licenciamento Ambiental, deverão considerar como instrumento

norteador das ações compensatórias o documento: “Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação”, em conformidade com o que estabelece a Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

Neste sentido, buscou-se identificar na área de inserção do empreendimento e no seu entorno, áreas classificadas como de importância biológica para a conservação da biodiversidade no Estado (de acordo com Drummond *et al.*, 2005) de forma a identificar impactos potenciais e balizar as medidas mitigadoras.

Em consulta ao IDE-SISEMA (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), a área de implantação do empreendimento não se encontra inserida em áreas prioritárias para conservação (**Figura 8.13**).



Fonte: IDE-SISEMA, fev/2021.

Figura 8.13– Localização do empreendimento em relação às áreas prioritárias para conservação.

8.2.3.4 Cobertura vegetal - ADA E AID

As formações vegetais inseridas na região do empreendimento sofreram modificações provocadas pelo desenvolvimento de diferentes tipos de ações antrópicas, especialmente atividades agrícolas, de infraestrutura e de exploração mineral, as quais criaram alterações na paisagem e na estrutura da vegetação.

Na área de influência do empreendimento predominam áreas antropizadas, ocupadas principalmente por atividades agropecuárias, como pecuária de corte e leite e cultivo de culturas anuais e perenes.

De acordo com o Zoneamento Econômico Ecológico de Minas Gerais (ZEE-MG), as formações vegetais nativas inseridas na ADA e AID do empreendimento são classificadas como Floresta Estacional Semidecidual e Campo.

8.2.3.4.1 AID – Área de Influência Direta

Durante os trabalhos de campo na AID - área de influência direta do empreendimento, foi verificada a ocorrência das seguintes tipologias vegetais: formações florestais (Mata de Galeria/Floresta Estacional Semidecidual, Cerradão), formações savânicas (cerrado *stricto sensu* – que inclui cerrado denso, cerrado típico e cerrado ralo), formações savânicas (campo sujo e campo limpo), além de áreas antrópicas (pastagem, cultura agrícola, estradas, benfeitorias, silvicultura), mineração, massas d'água (corpos d'água artificiais).

O mapeamento da cobertura vegetal na AID do empreendimento demonstra que as formações vegetais nativas ocupam 38,1% da área, com predomínio de formações campestres (22,3%), além de formações florestais (11,0%) e formações savânicas (4,8%).

O **Quadro 8.5** a seguir apresenta a quantificação da cobertura vegetal inserida na AID e a **Figura 8.14** apresenta o croqui com a vegetação mapeada na AID.

Quadro 8.5 – Cobertura vegetal na AID do empreendimento.

Tipologia/classe de uso do solo	Área (ha)	%
ADA Barragem BR	225,78	2,5%
Área antropizada	3403,55	37,3%
Formações campestres	2037,81	22,3%
Formações florestais	1001,42	11,0%
Formações savânicas	437,71	4,8%
Massa d'água	1090,64	11,9%
Mineração	933,77	10,2%
Total	9130,68	100%

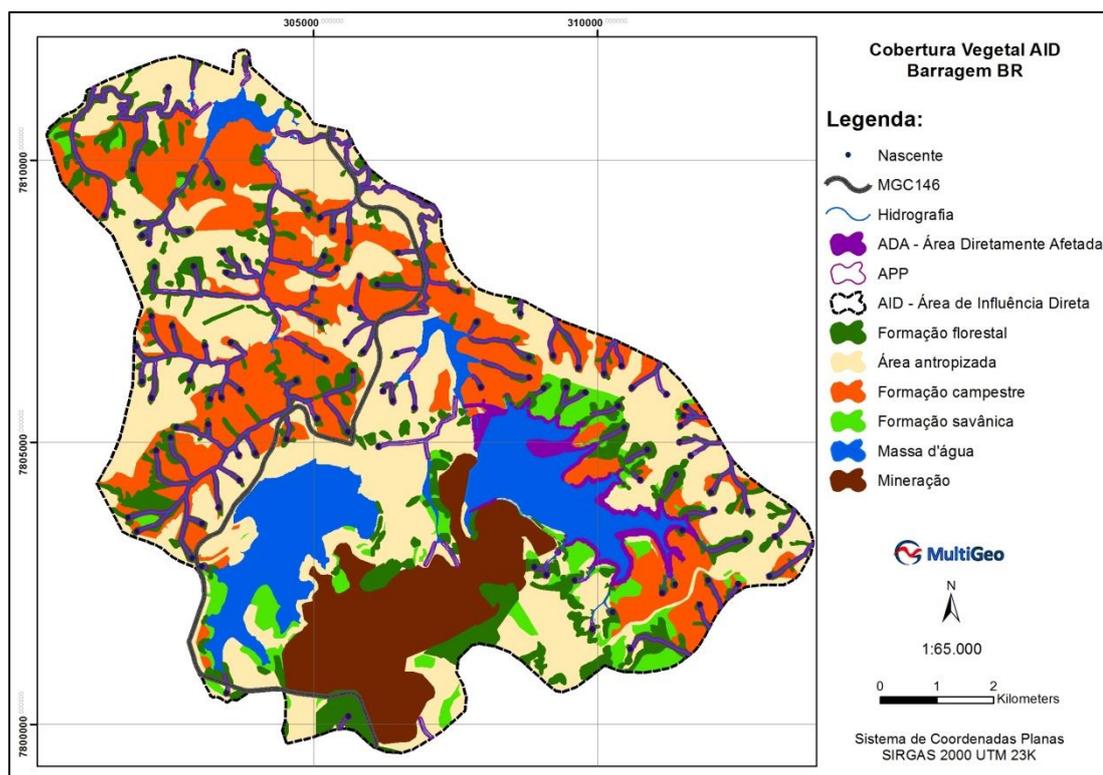


Figura 8.14– Cobertura vegetal na AID do empreendimento.

8.2.3.4.2 ADA - Área Diretamente Afetada

Na ADA – área diretamente afetada do empreendimento a cobertura vegetal foi classificada de acordo com as seguintes tipologias de uso e ocupação do solo: área alagada, barramento, brejo/área úmida, campo limpo, campo sujo, cerrado *stricto sensu*, estrada, Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração, pastagem e solo exposto.

A quantificação do uso e ocupação do solo da ADA é apresentada no **Quadro 8.6** a seguir. Neste quadro é apresentada a quantificação da área que se encontra dentro de APP e fora de APP.

Quadro 8.6 – Uso e ocupação do solo na área diretamente afetada do empreendimento.

Tipologia/classe de uso	Em APP (ha)	Fora de APP (ha)	Área (ha)	%
Área alagada	0,0000	0,7689	0,7689	1,0%
Barramento	0,0000	5,2618	5,2618	7,0%
Brejo/área úmida	0,1661	0,0000	0,1661	0,2%
Campo limpo	0,2555	7,3409	7,5964	10,0%
Campo Sujo	0,0073	24,9720	24,9793	33,0%
Cerrado <i>stricto sensu</i>	0,0760	7,1968	7,2728	9,6%
Estrada	0,0017	0,6461	0,6478	0,9%
FES estágio médio	3,2860	6,4095	9,6950	12,8%
Pastagem	0,1708	19,0765	19,2473	25,4%
Total	3,9634	71,6720	75,6354	100%

O mapa de uso do solo da ADA encontra-se no **Anexo H** deste relatório.

A seguir é apresentada uma caracterização das tipologias vegetais e classes de uso do solo encontradas na área diretamente afetada do empreendimento.

Cabe ressaltar que parte da Reserva Legal do Complexo Minerário de Tapira encontra-se dentro da ADA do empreendimento; logo, em processo posterior será preciso realizar a relocação desta reserva.

8.2.3.4.2.1 Área alagada

A tipologia “área alagada” foi mapeada nos locais com presença de água, representada por canais de drenagem, massas d’água decorrentes de barramento artificial. São locais alagados, com lâmina d’água superficial.



Foto 8.5 –Área alagada mapeada na ADA.

8.2.3.4.2.2 Barramento

A classe de uso “barramento” corresponde à estrutura da barragem em terra construída para implantação da Barragem BR, destinada a conter rejeitos provenientes do processo de beneficiamento de minério.



Foto 8.6 –Barragem existente inserida na ADA.

8.2.3.4.2.3 Brejo/área úmida

A tipologia brejo/área úmida representa os ambientes com solo hidromórfico, que se encontram dominados por espécies adaptadas a ambientes úmidos, como *Typhaangustifolia* (taboa). Apesar de ocorrer algumas espécies nativas nas áreas de brejo, tais ambientes já sofreram descaracterização da cobertura vegetal original.



Foto 8.7 –Área úmida no local do empreendimento.

8.2.3.4.2.4 Campo Limpo

A formação campo limpo é uma tipologia vegetal natural com predomínio de estrato herbáceo, dominado por espécies nativas. Geralmente ocorre nas partes mais elevadas do relevo, ocorrendo variação em detrimento principalmente de condições edáficas e geomorfológicas.

Apesar do predomínio de espécies nativas na fisionomia campo limpo, foi verificada a presença de espécies invasoras em alguns pontos, especialmente *Melinis minutiflora* (capim-gordura), diante da significativa antropização da região de estudo.

Nesses ambientes o rendimento lenhoso é inexpressivo, uma vez que os indivíduos arbóreos, quando existentes, são de pequeno porte em altura e diâmetro.



Foto 8.8 – Campo Limpo na ADA.

8.2.3.4.2.5 Campo Sujo

O campo sujo é um tipo fisionômico exclusivamente arbustivo-herbáceo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas são menos desenvolvidas que as árvores do cerrado sentido restrito (RIBEIRO e WALTER, 2005).

Este tipo de vegetação é encontrada em solos rasos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pouca extensão (sem caracterizar um campo rupestre), ou ainda em solos profundos e de baixa fertilidade (álícos ou distróficos).

Os campos sujos existentes no local do empreendimento são formações naturais com predomínio de estrato herbáceo-arbustivo, dominado por espécies nativas características do bioma cerrado, com presença de poucas árvores.



Foto 8.9 – Campo Sujo no local de estudo.

8.2.3.4.2.6 *Cerrado stricto sensu*

O Cerrado caracteriza-se pela presença de árvores de porte baixo e médio, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilópódios), que permitem a rebrota após queima ou corte. Na época chuvosa as camadas subarbusativa e herbácea tornam-se exuberantes, devido ao seu rápido crescimento (RIBEIRO e WALTER, 2005).

Segundo Ribeiro e Walter (2005) os troncos das plantas lenhosas em geral possuem cascas com cortiça espessa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais (responsáveis pelo crescimento dos vegetais) de muitas espécies são protegidas por densa quantidade de pelos. As folhas em geral são rígidas e com consistência de couro. Esses caracteres indicam adaptação a condições de seca (xeromorfismo).

O cerrado *stricto sensu* apresenta subdivisões diante das variações na forma dos agrupamentos e espaçamento entre os indivíduos lenhosos, seguindo um gradiente de densidade decrescente do cerrado denso para o cerrado típico e para o cerrado ralo (RIBEIRO e DIAS, 2007).

A vegetação de cerrado presente no local de estudo apresenta um estrato arbóreo composto por espécies típicas dessa fisionomia, como *Byrsonima verbascifolia*, *Dalbergia miscolobium*, *Stryphnodendron adstringens*, ocorrendo variações na densidade de indivíduos arbóreos em virtude das condições edáficas. O estrato arbustivo é bastante evidente, ocorrendo diversas espécies, entre elas *Baccharis dracunculifolia*, *Byrsonima* sp. e *Miconiapericarpa*. O estrato herbáceo é marcante e dominado principalmente por espécies nativas, como *Echinolaenainflexa*, *Baccharis trimera*, além de espécies exóticas, como *Melinis minutiflora*.



Foto 8.10 – Cerrado na área do empreendimento.



Foto 8.11 – Cerrado na ADA.

8.2.3.4.2.7 Estrada

As estradas são as vias de acesso que interligam as propriedades rurais, compondo assim a infraestrutura viária, as quais são vicinais e desprovidas de pavimentação.



Foto 8.12 – Estrada existente na ADA.

8.2.3.4.2.8 Floresta Estacional Semidecidual

Na área de intervenção do empreendimento também foram mapeadas áreas de Floresta Estacional Semidecidual, ocorrendo principalmente nas partes mais baixas do relevo, próximas aos cursos d'água. Esses ambientes também podem ser denominados Matas de Galerias.

A Floresta Estacional Semidecidual ocorre em quase todos os domínios brasileiros, com dossel irregular, entre 15 e 20 metros, com presença de árvores emergentes de até 30 metros, dotadas de copas amplas, ralas e esgalhadas. Os troncos normalmente são perfilhados e com casca grossa, com ramos mais ou menos retorcidos (Ivanauskas & Assis, 2012).

Este tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal, que na zona tropical associa-se com sazonalidade do período seco e chuvoso. Na Floresta Estacional Semidecidual a porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal, e não das espécies que perdem as folhas individualmente, é de 20 a 50%. Próximo aos cursos d'água as espécies arbóreas apresentam um comportamento menos caducifólio e o estrato herbáceo apresenta maior riqueza de espécies de pteridófitas e briófitas (Veloso *et al.* 1991; IBGE, 2012).



Foto 8.13 –Interior de FES na ADA.



Foto 8.14 –FES presente na ADA.

Nos fragmentos de FES amostrados a vegetação apresenta estratificação da vegetação, com presença de dossel e sub-bosque, baixa presença de epífitas, moderada incidência de trepadeiras herbáceas e lenhosas e serapilheira em geral contínua e de média espessura. O diâmetro médio das árvores amostradas nessa fisionomia durante o inventário florestal foi de 12,2 cm e a altura média foi de 8,7 metros.

Entre as espécies comuns encontradas nos fragmentos de FES no local do empreendimento tem-se: *Cabralea canjerana* (canjerana), *Casearia sylvestris* (erva-lagarto), *Cordia sellowiana* (louro), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Dendropanax cuneatus* (maria-mole), *Magnolia ovata* (pinha-do-brejo), *Tapirira guianensis* (pau-pombo), *Vochysia magnifica* (pau-de-vinho).

De acordo com os parâmetros da Resolução CONAMA nº 392/07, os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) presentes na ADA encontram-se em estágio médio de regeneração.

8.2.3.4.2.9 Pastagem

As áreas de pastagens são ambientes antrópicos, alterados para introdução de gramíneas exóticas, recobertos especialmente por *Brachiaria* sp. (braquiária) e utilizados para desenvolvimento da pecuária de animais de grande porte (bovinos/equinos).

Nessa tipologia predominam gramíneas exóticas, não sendo comum a presença de indivíduos arbóreos de grande porte. Porém, em alguns locais é comum a presença de exemplares arbóreos isolados.

Uma vez que em algumas áreas de pastagem existem árvores isoladas, com presença de rendimento lenhoso, foi realizado o inventário 100% para mensuração dos indivíduos arbóreos, diante da baixa quantidade de árvores.



Foto 8.15 –Pastagem na área do empreendimento, sem rendimento lenhoso.



Foto 8.16 –Pastagem com presença de árvores na ADA.

8.2.3.5 Solo exposto

A classe de uso solo exposto representa os locais com exposição do solo, o qual não apresenta nenhum tipo de cobertura vegetal.

8.2.4 Resultados dos estudos florístico e fitossociológico

A seguir serão apresentados os resultados dos estudos florístico e fitossociológico realizados na área do empreendimento, para avaliar a composição florística, as espécies ameaçadas de extinção e imunes de corte, a estrutura fitossociológica, a estimativa do volume de madeira e a análise estatística da amostragem do inventário florestal. Ressalta-se que a volumetria de madeira na ADA foi atualizada de acordo com a quantificação do uso do solo do projeto de alçamento atualizado.

8.2.4.1 Levantamento Florístico ADA/AID

Durante o levantamento florístico geral realizado na área diretamente afetada (ADA) e área de influência direta (AID) foram identificadas 205 espécies vegetais, pertencentes a 63 famílias botânicas. O **Quadro 8.7** indica a família, o nome científico, nome comum (quando possível), hábito da espécie, fisionomia e local onde foi encontrada.

Quadro 8.7 – Lista florística da área estudada – ADA e AID.

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	aroeirinha	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-mansa	C	ARB	ADA
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pombo	AA/C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch	pombeiro	FES	ARB	ADA/AID
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum	FES	ARB	ADA
	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	araticum-da-mata	FES	ARB	ADA
	Annonaceae	embirinha	FES	ARB	ADA
	<i>Gutteria sellowiana</i>	embira-preta	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng	pindaíba	FES	ARB	AID
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	guatambu	AA/FES	ARB	ADA/AID
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.	imbé	FES	HRB	ADA/AID
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	maria-mole	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	mandioqueiro	C/CS	ARB	ADA/AID
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmito-juçara	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Geonoma</i> sp.	aricanga	FES	ABT	ADA/AID
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	macela	CL/CS	HRB	ADA/AID
	<i>Aspilia reflexa</i> (Sch.Bip. Ex Baker) Baker	margarida	CL/CS	HRB	ADA/AID
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	alecrim	AA/C/CS	ABT	ADA/AID
	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	carqueja	CL/CS	HRB	ADA/AID
	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	paraqueda	CS/CL	HRB	ADA/AID
	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) Macleish	candeia	C	ARB	ADA
	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.)	cambará	CRD/C/CS	ARB	ADA/AID
	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	vassourão-preto	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	assa-peixe	AA	ARB	ADA/AID
<i>Vernonia</i> sp.	vassourão	FES	ARB	ADA	

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	ipê-roxo	FES	ARB	AID
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O Grose	ipê-amarelo	AA/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	caroba	FES	ARB	ADA
	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	cipó-são-joão	AA/FES	TRP	AID
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) B.H.	caraíba	C	ARB	ADA/AID
	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham) Standl.	ipê-amarelo-do-cerrado	C	ARB	ADA/AID
	<i>Zeyheria montana</i>	bolsa-de-pastor	C	ABT	ADA/AID
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham	louro	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo	AA	ARB	ADA
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> sp.	bromélia	FES	HRB	ADA
	<i>Tillandsia</i> sp.	tilandsia	FES/CS	HRB	ADA/AID
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla	FES	ARB	ADA/AID
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i> Spreng.	grão-de-galo	AA	ARB	ADA/AID
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	crindiúva	FES	ARB	ADA
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	pequi	C	ARB	AID
Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp.	cafezinho	FES	ARB	ADA
	<i>Plenckia populnea</i> Reissek	marmelo-do-cerrado	C/CRD	ARB	ADA/AID
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	chá-de-soldado	FES	ARB	ADA/AID
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	guaperê	CRD/FES	ARB	ADA/AID
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	pau-santo	AA/C	ARB	ADA/AID
Combretaceae	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	capitão	CRD/FES	ARB	ADA/AID
Convolvulaceae	<i>Ipomea</i> sp.	corda-de-viola	AA	TRP	AID
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	cangalheiro	FES	ARB	ADA
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.	samambaiçu	FES	ABT	ADA/AID
Cyperaceae	<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeck.	capim-estrela	C	HERB	ADA/AID
Ebenaceae	<i>Diospyrus brasiliensis</i> Mart. Ex Miq.	caqui-do-mato	AA	ARB	ADA
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	fruta-de-pomba	CRD/FES	ARB	ADA/AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Erythroxylum suberosum</i>	muxiba	C/CS	ARB	ADA/AID
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	tapiá	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	tapi	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	sangra-d'água	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	marmelinho	FES	ARB	ADA
	<i>Micranda elata</i> (Didr.) Arg.	leiteiro-branco	C/FES	ARB	ADA
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	leiteiro	C/FES	ARB	ADA/AID
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Dimorphandra mollis</i>	faveiro	AA	ARB	ADA
	<i>Hymenaea courbaril</i> (Hayne)	jatobá	FES	ARB	ADA
	<i>Senna</i> sp.	pau-cigarra	FES	ARB	ADA
Fabaceae-Cercideae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	unha-de-boi	FES	ARB	ADA/AID
Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	chapadinha	C	ARB	ADA/AID
	<i>Andira</i> sp.	angelim	FES	ARB	ADA
	<i>Andira vermifuga</i>	angelim	C	ARB	ADA/AID
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	sucupira-preta	CRD	ARB	ADA
	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. X Benth	araribá	FES	ARB	ADA
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	caviúna-do-cerrado	AA/C/CRD	ARB	ADA/AID
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	mulungu	C	ARB	ADA/AID
	Fabaceae	-	FES	ARB	AID
	<i>Lonchocarpus</i> sp.	guaianã	FES	ARB	ADA
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	jacarandá-vermelho	FES	ARB	ADA
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	bico-de-pato	AA/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	bico-de-andorinha	AA/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Machaerium opacum</i> Vogel	jacarandá-cascudo	C	ARB	ADA
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuva	AA	ARB	ADA
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	jacarandá-paulista	CRD/FES	ARB	ADA/AID	

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	pau-pereira	FES	ARB	ADA
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	jacarandazinho	AA/CRD/FES	ARB	ADA/AID
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	angico-do-cerrado	C	ARB	ADA/AID
	<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-folha-fina	FES	ARB	AID
	<i>Inga</i> sp.	ingá	FES	ARB	ADA
	<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.)	cortiça	AA	ARB	ADA
	<i>Stryphonodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	barbatimão	C/CRD	ARB	ADA/AID
Lamiaceae	<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham.	tamanqueira	C	ARB	ADA/AID
	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	pau-tamanco	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Vitex polygama</i> Cham.	tarumã	C	ARB	ADA
Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-fogo	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	canela-ferrugem	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	canela-preta	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	canela-amarela	FES	ARB	ADA
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	canela-sassafrás	FES	ARB	AID
	<i>Ocotea pulchella</i> (Ness) Mez	canelinha	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea</i> sp.	canela	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	canela-folha-grande	FES	ARB	ADA
	<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	maçaranduba	CRD/FES	ARB	ADA/AID
Lycopodiaceae	<i>Lycopodiella</i> sp.	samambaia	FES	HRB	AID
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	pacari	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	pinha-do-brejo	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	murici-rosa	C	ARB	AID
	<i>Byrsonima laxiflora</i>	murici	FES	ARB	ADA
	<i>Byrsonima</i> sp.	murici-rasteiro	C/CS	ABT	ADA/AID
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich	muricizão	CS/C	ARB	ADA/AID
	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	murici-macho	C	ARB	ADA

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutamba	CRD	ARB	ADA/AID
	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	açoita-cavalo	FES/CRD	ARB	ADA/AID
	<i>Peltaea edouardii</i> (Hochr.) Krapov. & Cristóbal	-	CL/CS	HRB	ADA/AID
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	embiruçu	AA	ARB	AID
Melastomataceae	<i>Miconia pepericarpa</i> DC.	lingua-de-tamanduá	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Miconia rubiginosa</i>	quaresma-ferrugem	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	pixirica	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Miconia</i> sp.	quaresma	FES	ARB	ADA
	<i>Tibouchina candolleana</i> (DC.) Cogn.	quaresmeira-roxa	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjerana	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	AA/C/CRD	ARB	ADA/AID
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	marinheiro	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	catiguá-vermelho	FES	ARB	ADA
Monimiaceae	<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins	pau-de-rolha	CRD/FES	ARB	ADA
	<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	capixim	FES	ARB	ADA/AID
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	mata-pau	C	ARB	ADA
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	moreira	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Soraceae bonplandii</i> (Baill.)	folha-de-serra	FES	ARB	ADA/AID
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	piúna	C/CRD	ARB	ADA/AID
	<i>Calyptanthus</i> sp.	brasa-viva	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	sete-capotes	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O.Berg) Mattos	gabiropa-verde	AA/C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Campomanesia velutina</i>	gabirobeira	AA/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg.	gabiropa-miúda	FES	ARB	ADA
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	cagaita	C	ARB	ADA
	<i>Eugenia</i> sp.	cambuí	FES	ARB	ADA
<i>Gomidesia lindeniana</i> O. Berg.	pimenteira	CRD/FES	ARB	ADA/AID	

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	mercúrio	C	ARB	ADA/AID
	<i>Myrcia</i> sp.	murta	FES	ARB	ADA
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	folha-miúda	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	goiabeira-brava	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	Myrtaceae	-	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	AA/C	ARB	ADA/AID
	<i>Psidium</i> sp.	araçá	AA/FES	ARB	ADA
	<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg.	guamirim	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	jambolão	C	ARB	ADA
Não identificada	Não identificada 1	NI1	FES	ARB	ADA
	Não identificada 2	NI2	FES	ARB	ADA
	Não identificada 3	NI3	FES	ARB	ADA
	Não identificada 4	NI4	CRD	ARB	ADA
	Não identificada 5	NI5	FES	ARB	ADA
Nyctaginaceae	<i>Guapira graciliflora</i> (Schmidt) Lundell	joão-mole	CRD	ARB	ADA
	<i>Guapira noxia</i>	caparrosa	C	ARB	ADA
Orquidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	orquídea	FES	HRB	ADA
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott.)	gema-de-ovo	FES	ARB	ADA
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	licurana	FES	ARB	ADA/AID
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	jaborandi	ABT	ABT	ADA/AID
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	capim-rabo-de-burro	AA/C/CS	HRB	ADA/AID
	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	capim-vassourinha	C/CS/CL	HRB	ADA/AID
	<i>Aristida jubata</i> (Arechav.) Herter	barba-de-bode	CL/CS	HRB	ADA/AID
	<i>Brachiaria</i> sp.	braquiária	AA	HRB	ADA/AID
	<i>Echinoalaena inflexa</i> (Poir.) Chase	capim-flechinha	AA/CS	HRB	ADA/AID
	<i>Fimbristylis</i> sp.	capim-navalha	FES	HRB	ADA/AID
	<i>Loudetiopsis chrysothrix</i> (Nees) Conert	brinco-de-princesa	CL/CS	HRB	ADA/AID

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	capim-gordura	AA/C	HRB	ADA/AID
	<i>Pennisetum</i> sp.	capim-napier	AA	HRB	ADA/AID
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Mart.) Mez	capororoca-vermelha	AA/C/CS/CRD	ARB	ADA/AID
	<i>Myrsine</i> sp.	pororoca	FES	ARB	ADA
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororoca	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	carne-de-vaca	C/CRD	ARB	ADA/AID
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kunth.	samambaia	C	HRB	ADA/AID
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	FES	ARB	ADA/AID
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	marmelada	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil) K. Schum	quina-do-mato	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Coussarea</i> sp.	bugre-branco	FES	ARB	ADA
	<i>Faramea cyanea</i>	cafezinho	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldtl	veludo	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	café-do-mato	FES	ABT	ADA/AID
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	maminha-de-porca	CRD/FES	ARB	ADA/AID
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	espeto-branco	FES	ARB	AID
	<i>Casearia grandiflora</i>	guaçatonga	FES	ARB	ADA
	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	cambroé	CRD/FES	ARB	ADA
	<i>Casearia</i> sp.	espeto	FES	ARB	ADA
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	erva-lagarto	AA/C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	espinho-de-judeu	FES	ARB	AID
Santalaceae	<i>Phoradendron caripense</i>	erva-de-passarinho	C	HRB	ADA
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatá-vermelho	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá-branco	FES	ARB	ADA/AID
	<i>Serjania</i> sp.	cipó	CRD/FES	TRP	ADA/AID
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Pouteria</i> sp.	abiu	FES	ARB	ADA

Família	Nome científico	Nome comum	Fisionomia	Hábito	Local
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil	mata-cachorro	CRD	ARB	ADA/AID
Smilacaceae	<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	japicanga	AA	TRP	ADA/AID
Solanaceae	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	lobeira	AA/C	ARB	ADA/AID
	<i>Solanum mauritanum</i> Scop.	fumo-bravo	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Solanum viarum</i> Dunal	joá	AA/C	HRB	ADA/AID
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	benjoeiro	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	benjoeiro-do-cerrado	C	ARB	ADA/AID
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp.	congonha	FES	ARB	ADA
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.	taboa	AA	HRB	ADA/AID
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. Ex Wedd.	urtigão	FES	ABT	ADA
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	lixreira	CRD	ARB	ADA
	<i>Lantana camara</i> L.	camará	AA/C	ABT	ADA/AID
Vochysiaceae	<i>Callisthene major</i> Mart.	carvoeira	AA/C/CRD/FES	ARB	ADA/AID
	<i>Qualea jundiahy</i> Warm.	pau-terra-da-mata	CRD	ARB	ADA/AID
	<i>Vochysia magnifica</i> Warm.	pau-de-vinho	FES	ARB	ADA
	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	gomeira	C	ARB	ADA/AID
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	pau-tucano	C/CRD/FES	ARB	ADA/AID

Siglas:

C = Cerrado; CRD = Cerradão; CL = Campo Limpo; CS = Campo Sujo; FES = Floresta Estacional Semidecidual; AA = Área Antrópica

ARB = Arbóreo; ABT = Arbustivo; HRB = Herbáceo; TRP = Trepadeira.

ADA = Área Diretamente Afetada; AID = Área de Influência Direta.

As **Fotos 4.17 a 4.22** apresentam algumas das espécies encontradas na área de estudo.



Foto 8.17 - Espécie arbórea *Platypodium elegans* (jacarandazinho).



Foto 8.18 - Espécie arbórea *Kielmeyera coriacea* (pau-santo).



Foto 8.19 - Espécie arbórea *Myrsine coriacea* (capororoca-vermelha).



Foto 8.20 – Trepadeira *Smilax brasiliensis* (japecanga).



Foto 8.21 - Espécie herbácea *Achyrocline satureioides* (macela).



Foto 8.22 – Epífita *Tillandsia* sp.

8.2.4.1.1 Espécies Ameaçadas de Extinção, Imunes de Corte e de Interesse Econômico – ADA e AID

Para verificação de espécies ameaçadas de extinção foi consultada a Portaria do MMA nº 443 de 17 de Dezembro de 2014, que apresenta a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção.

Também foi considerada Lei Estadual nº 20.308, de 27 de julho de 2012, que declara espécies imunes de corte no Estado de Minas Gerais.

De acordo com a Portaria MMA nº 443/14, as espécies identificadas na área de estudo e que se encontram na lista de flora ameaçadas de extinção são: *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) enquadrada na classe “Em Perigo”, *Cedrela fissilis* (cedro) e *Euterpe edulis* (palmito-juçara) enquadrada na classe “Vulnerável”.

As espécies *Caryocar brasiliense* (pequi), *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo), *Tabebuia ochracea* (ipê-amarelo-do-cerrado) e *Tabebuia aurea* (caraíba) encontradas na área de estudo são declaradas de preservação permanente, de interesse comum e imune ao corte no Estado de Minas Gerais.

Ressalta-se que as espécies *Caryocar brasiliense* e *Ocotea odorifera* foram encontradas somente na AID – área de influência direta, enquanto as espécies *Cedrela fissilis*, *Euterpe edulis*, *Handroanthus serratifolius*, *Tabebuia ochracea* e *Tabebuia aurea* foram encontradas tanto na ADA quanto na AID.

8.2.4.2 Levantamento Fitossociológico - AID

O levantamento fitossociológico foi realizado tanto na AID quanto na ADA do empreendimento, com metodologias e esforços amostrais distintos, uma vez que na ADA foi realizado um estudo mais amplo e detalhado, conforme será apresentado no item a seguir “Inventário Florestal – ADA”.

Os dados da estrutura da vegetação inserida na AID foram obtidos ao longo de 25 pontos quadrantes, sendo mensurados 100 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 50 espécies e 30 famílias.

A estrutura horizontal da vegetação amostrada na AID é apresentada no **Quadro 8.8**.

Quadro 8.8 – Estrutura horizontal da vegetação amostrada na AID.

Nome Científico	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI	VI (%)
<i>Callisthene major</i>	0,215	83,73	7	20	6,02	2,57	13,9	10,4	26,88	8,96
<i>Tapirira obtusa</i>	0,138	71,77	6	16	4,82	1,65	8,86	7,43	19,68	6,56
morta	0,111	47,84	4	16	4,82	1,33	7,17	5,58	15,99	5,33
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,061	83,73	7	12	3,61	0,73	3,92	5,46	14,54	4,84
<i>Bauhinia forficata</i>	0,122	47,84	4	4	1,20	1,46	7,88	5,94	13,08	4,36
<i>Dalbergia miscolobium</i>	0,057	47,84	4	16	4,82	0,68	3,64	3,82	12,46	4,15
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	0,067	47,84	4	12	3,61	0,80	4,30	4,15	11,91	3,97
<i>Myrcia splendens</i>	0,053	35,88	3	12	3,61	0,64	3,44	3,22	10,05	3,35
<i>Guatteria sellowiana</i>	0,050	35,88	3	12	3,61	0,60	3,25	3,12	9,86	3,29
<i>Ocotea corymbosa</i>	0,076	23,92	2	8	2,41	0,91	4,91	3,46	9,32	3,11
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,076	23,92	2	8	2,41	0,91	4,89	3,44	9,30	3,10
<i>Vochysia tucanorum</i>	0,037	35,88	3	12	3,61	0,44	2,37	2,68	8,98	2,99

Nome Científico	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI	VI (%)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,081	11,96	1	4	1,20	0,97	5,23	3,11	7,43	2,48
<i>Kielmeyera coriacea</i>	0,030	35,88	3	8	2,41	0,36	1,95	2,48	7,36	2,45
<i>Tibouchina candolleana</i>	0,043	23,92	2	8	2,41	0,52	2,78	2,39	7,19	2,40
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	0,032	23,92	2	8	2,41	0,38	2,03	2,02	6,44	2,15
<i>Casearia sylvestris</i>	0,015	35,88	3	8	2,41	0,18	0,98	1,99	6,39	2,13
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,017	23,92	2	8	2,41	0,20	1,07	1,54	5,48	1,83
<i>Myrcia bella</i>	0,014	23,92	2	8	2,41	0,17	0,91	1,45	5,32	1,77
<i>Machaerium villosum</i>	0,046	11,96	1	4	1,20	0,55	2,96	1,98	5,17	1,72
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	0,008	23,92	2	8	2,41	0,09	0,50	1,25	4,91	1,64
<i>Myrcia tomentosa</i>	0,006	23,92	2	8	2,41	0,07	0,36	1,18	4,77	1,59
<i>Styrax ferrugineus</i>	0,024	23,92	2	4	1,20	0,28	1,52	1,76	4,72	1,57
<i>Gochnatia polymorpha</i>	0,026	11,96	1	4	1,20	0,31	1,66	1,33	3,87	1,29
<i>Piptocarpha macropoda</i>	0,009	23,92	2	4	1,20	0,11	0,58	1,29	3,78	1,26
<i>Roupala brasiliensis</i>	0,006	23,92	2	4	1,20	0,07	0,36	1,18	3,56	1,19
<i>Alchornea glandulosa</i>	0,020	11,96	1	4	1,20	0,24	1,28	1,14	3,49	1,16
<i>Dendropanax cuneatus</i>	0,014	11,96	1	4	1,20	0,17	0,90	0,95	3,11	1,04
<i>Xylopia brasiliensis</i>	0,013	11,96	1	4	1,20	0,15	0,82	0,91	3,03	1,01
<i>Tapirira guianensis</i>	0,012	11,96	1	4	1,20	0,15	0,78	0,89	2,98	0,99
<i>Styrax camporum</i>	0,008	11,96	1	4	1,20	0,09	0,49	0,75	2,70	0,90
<i>Ocotea</i> sp.	0,007	11,96	1	4	1,20	0,09	0,46	0,73	2,67	0,89
<i>Magnolia ovata</i>	0,005	11,96	1	4	1,20	0,06	0,35	0,67	2,55	0,85
<i>Campomanesia velutina</i>	0,005	11,96	1	4	1,20	0,06	0,32	0,66	2,53	0,84
<i>Miconia sellowiana</i>	0,004	11,96	1	4	1,20	0,05	0,27	0,64	2,48	0,83
<i>Cabralea canjerana</i>	0,004	11,96	1	4	1,20	0,05	0,27	0,64	2,48	0,83
<i>Lafoensia pacari</i>	0,004	11,96	1	4	1,20	0,05	0,27	0,64	2,48	0,83
Fabaceae	0,005	11,96	1	4	1,20	0,06	0,30	0,65	2,50	0,83
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,004	11,96	1	4	1,20	0,05	0,25	0,62	2,45	0,82
<i>Acosmium subelegans</i>	0,004	11,96	1	4	1,20	0,04	0,23	0,61	2,43	0,81
<i>Simarouba versicolor</i>	0,003	11,96	1	4	1,20	0,03	0,18	0,59	2,39	0,80
Myrtaceae	0,003	11,96	1	4	1,20	0,04	0,20	0,60	2,41	0,80
<i>Erythroxylum deciduum</i>	0,003	11,96	1	4	1,20	0,04	0,20	0,60	2,41	0,80
<i>Machaerium hirtum</i>	0,003	11,96	1	4	1,20	0,04	0,20	0,60	2,41	0,80
<i>Myrcia</i> sp.	0,003	11,96	1	4	1,20	0,03	0,17	0,58	2,37	0,79
<i>Soraceae bonplandii</i>	0,003	11,96	1	4	1,20	0,03	0,17	0,58	2,37	0,79
<i>Amaioua guianensis</i>	0,002	11,96	1	4	1,20	0,02	0,13	0,57	2,34	0,78
<i>Miconia rubiginosa</i>	0,002	11,96	1	4	1,20	0,02	0,13	0,57	2,34	0,78
<i>Cupania vernalis</i>	0,002	11,96	1	4	1,20	0,02	0,13	0,57	2,34	0,78
<i>Myrsine umbellata</i>	0,002	11,96	1	4	1,20	0,02	0,13	0,57	2,34	0,78
Total	1,553	1196	100	332	100	18,6	100	100	300	100

Síglas: N (nº indivíduos); U (unidade amostral); AB (área basal – m²); DA (densidade absoluta); DR (densidade relativa); FA (frequência absoluta); FR (frequência relativa); DoA (dominância absoluta); DoR (dominância relativa); VC (valor de cobertura); VI (valor de importância).

De acordo com a amostragem realizada na AID as espécies de maior importância foram: *Callisthene major*, *Tapirira obtusa*, árvores mortas, *Blepharocalyx salicifolius*, *Bauhinia forficata*, *Dalbergiamis colobium*, *Stryphonodendron adstringens*, *Myrcia splendens*, *Gutteria sellowiana* e *Ocotea corymbosa*, respectivamente.

Os dados obtidos no inventário florestal realizado na ADA são apresentados a seguir.

8.2.4.3 Inventário florestal- ADA

Durante o levantamento fitossociológico (inventário florestal) realizado na ADA foram mensurados 1.202 indivíduos inseridos nas 32 unidades amostrais (parcelas) demarcadas, além de 338 indivíduos amostrados no censo florestal (inventário 100%) realizado nas tipologias campo sujo e pastagem.

No total da amostragem (parcelas + censo) foram mensurados 1.540 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 156 espécies e 48 famílias botânicas.

O **Quadro 8.9** apresenta a lista florística das espécies arbóreas amostradas exclusivamente no inventário florestal.

Quadro 8.9 – Lista florística das espécies arbóreas amostradas no inventário florestal.

Família	Nome científico	Nome comum
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i>	aroeirinha
	<i>Schinus terebinthifolia</i>	aroeira-mansa
	<i>Tapirira guianensis</i>	pau-pombo
	<i>Tapirira obtusa</i>	pombeiro
Annonaceae	<i>Annona cacans</i>	araticum
	<i>Annona sylvatica</i>	araticum-da-mata
	Annonaceae	embirinha
	<i>Gutteria sellowiana</i>	embira-preta
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	guatambu
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i>	maria-mole
	<i>Schefflera macrocarpa</i>	mandioqueiro
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	palmito-juçara
Asteraceae	<i>Eremanthus erythropappus</i>	candeia
	<i>Gochnatia polymorpha</i>	cambará
	<i>Piptocarpha macropoda</i>	vassourão-preto
	<i>Vernonia polyanthes</i>	assa-peixe
	<i>Vernonia</i> sp.	vassourão
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i>	ipê-amarelo
	<i>Jacaranda macrantha</i>	caroba
	<i>Tabebuia aurea</i>	caráiba
	<i>Tabebuia ochracea</i>	ipê-amarelo-do-cerrado
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i>	louro
	<i>Cordia trichotoma</i>	louro-pardo
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	amescla
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i>	grão-de-galo
	<i>Trema micrantha</i>	crindiúva
Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp.	cafezinho
	<i>Plenckia populnea</i>	marmelo-do-cerrado
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i>	chá-de-soldado
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i>	guaperê
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i>	pau-santo

Família	Nome científico	Nome comum
Combretaceae	<i>Terminalia glabrescens</i>	capitão
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i>	cangalheiro
Ebenaceae	<i>Diospyrus brasiliensis</i>	caqui-do-mato
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	fruta-de-pomba
	<i>Erythroxylum suberosum</i>	muxiba
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	tapiá
	<i>Alchornea triplinervia</i>	tapi
	<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'água
	<i>Maprounea guianensis</i>	marmelinho
	<i>Micranda elata</i>	leiteiro-branco
	<i>Sapium glandulosum</i>	leiteiro
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	copaíba
	<i>Dimorphandra mollis</i>	faveiro
	<i>Hymenaea courbaril</i>	jatobá
	<i>Senna</i> sp.	pau-cigarra
Fabaceae-Cercideae	<i>Bauhinia forficata</i>	unha-de-boi
Fabaceae-Faboideae	<i>Acosmium subelegans</i>	chapadinha
	<i>Andira</i> sp.	angelim
	<i>Bowdichia virgilioides</i>	sucupira-preta
	<i>Centrolobium tomentosum</i>	araribá
	<i>Dalbergia miscolobium</i>	caviúna-do-cerrado
	<i>Erythrina falcata</i>	mulungu
	<i>Lonchocarpus</i> sp.	guaianã
	<i>Machaerium brasiliense</i>	jacarandá-vermelho
	<i>Machaerium hirtum</i>	bico-de-pato
	<i>Machaerium nyctitans</i>	bico-de-andorinha
	<i>Machaerium opacum</i>	jacarandá-cascudo
	<i>Machaerium stipitatum</i>	sapuva
	<i>Machaerium villosum</i>	jacarandá-paulista
	<i>Platycyamus regnellii</i>	pau-pereira
<i>Platypodium elegans</i>	jacarandazinho	
Fabaceae-Mimosoideae	<i>Enterolobium gummiferum</i>	angico-do-cerrado
	<i>Inga</i> sp.	ingá
	<i>Leucochloron incuriale</i>	cortiça
	<i>Stryphonodendron adstringens</i>	barbatimão
Lamiaceae	<i>Aegiphila lhotskiana</i>	tamanqueira
	<i>Aegiphila sellowiana</i>	pau-tamanco
	<i>Vitex polygama</i>	tarumã
Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	canela-fogo
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	canela-ferrugem
	<i>Ocotea corymbosa</i>	canela-preta
	<i>Ocotea diospyrifolia</i>	canela-amarela
	<i>Ocotea pulchella</i>	canelinha

Família	Nome científico	Nome comum
	<i>Ocotea</i> sp.	canela
	<i>Ocotea velloziana</i>	canela-folha-grande
	<i>Persea willdenovii</i>	maçaranduba
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i>	pacari
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i>	pinha-do-brejo
Malpighiaceae	<i>Byrsonima laxiflora</i>	murici
	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	muricizão
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	mutamba
	<i>Luehea divaricata</i>	açoita-cavalo
Melastomataceae	<i>Miconia pepericarpa</i>	lingua-de-tamanduá
	<i>Miconia rubiginosa</i>	quaresma-ferrugem
	<i>Miconia sellowiana</i>	pixirica
	<i>Miconia</i> sp.	quaresma
	<i>Tibouchina candolleana</i>	quaresmeira-roxa
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	canjerana
	<i>Cedrela fissilis</i>	cedro
	<i>Guarea kunthiana</i>	marinheiro
	<i>Trichilia pallida</i>	catiguá-vermelho
Monimiaceae	<i>Mollinedia argyrogyna</i>	pau-de-rolha
	<i>Mollinedia widgrenii</i>	capixim
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	mata-pau
	<i>Maclura tinctoria</i>	moreira
	<i>Soraceae bonplandii</i>	folha-de-serra
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	piúna
	<i>Calyptanthus</i> sp.	brasa-viva
	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	sete-capotes
	<i>Campomanesia sessiliflora</i>	gabiropa-verde
	<i>Campomanesia velutina</i>	gabirobeira
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	gabiropa-miúda
	<i>Eugenia dysenterica</i>	cagaita
	<i>Eugenia</i> sp.	cambuí
	<i>Gomidesia lindeniana</i>	pimenteira
	<i>Myrcia bella</i>	mercúrio
	<i>Myrcia</i> sp.	murta
	<i>Myrcia splendens</i>	folha-miúda
	<i>Myrcia tomentosa</i>	goiabeira-brava
	Myrtaceae	-
	<i>Psidium guajava</i>	goiabeira
	<i>Psidium</i> sp.	araçá
	<i>Siphoneugena densiflora</i>	guamirim
<i>Syzygium cumini</i>	jambolão	
Não identificada	Não identificada 1	NI1
	Não identificada 2	NI2

Família	Nome científico	Nome comum
	Não identificada 3	NI3
	Não identificada 4	NI4
	Não identificada 5	NI5
Nyctaginaceae	<i>Guapira graciliflora</i>	joão-mole
	<i>Guapira noxia</i>	caparrosa
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	gema-de-ovo
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	licurana
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	capororoca-vermelha
	<i>Myrsine</i> sp.	pororoca
	<i>Myrsine umbellata</i>	capororoca
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i>	pessegueiro-bravo
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	marmelada
	<i>Bathysa australis</i>	quina-do-mato
	<i>Coussarea</i> sp.	bugre-branco
	<i>Faramea cyanea</i>	cafezinho
	<i>Guettarda viburnoides</i>	veludo
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	maminha-de-porca
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i>	guaçatonga
	<i>Casearia lasiophylla</i>	cambroé
	<i>Casearia</i> sp.	espeto
	<i>Casearia sylvestris</i>	erva-lagarto
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	camboatá-vermelho
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	camboatá-branco
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	aguaí
	<i>Pouteria</i> sp.	abiu
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i>	mata-cachorro
Solanaceae	<i>Solanum lycocarpum</i>	lobeira
	<i>Solanum mauritianum</i>	fumo-bravo
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i>	benjoeiro
	<i>Styrax ferrugineus</i>	benjoeiro-do-cerrado
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp.	congonha
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	embaúba
	<i>Urera baccifera</i>	urtigão
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i>	lixreira
Vochysiaceae	<i>Callisthene major</i>	carvoeira
	<i>Qualea jundiahy</i>	pau-terra-da-mata
	<i>Vochysia magnifica</i>	pau-de-vinho
	<i>Vochysia thyrsoidea</i>	gomeira
	<i>Vochysia tucanorum</i>	pau-tucano

De acordo com a florística de famílias, a Myrtaceae obteve maior destaque no número de indivíduos amostrados no estudo, com 266 indivíduos (17,27% da população total), seguida

por Fabaceae (subfamílias Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae) com 235 (15,26%), Vochysiaceae com 151 (9,81%) e Anacardiaceae com 119 (7,73%).

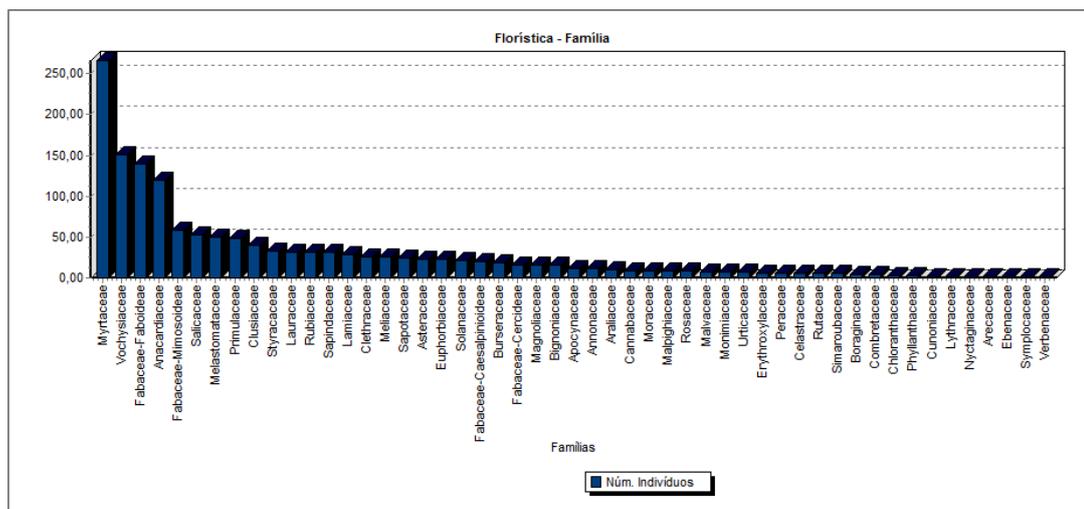


Figura 8.15 – Gráfico de número de indivíduos amostrados no inventário florestal de acordo com a família.

A Myrtaceae é uma das principais famílias da flora brasileira, comum na maioria das formações vegetais. No Brasil é representada por 22 gêneros e aproximadamente 1.000 espécies.

A amostragem realizada nas unidades amostrais (parcelas) apresentou uma elevada diversidade de espécies, conforme Índice de Shannon-Weaver (H') que resultou em um valor geral igual a 4,21 (quadro abaixo). A parcela 23 apresentou o maior valor de diversidade. Tal diversidade foi favorecida pela amostragem de diferentes fitofisionomias que ocorrem no local de estudo.

Quadro 8.10 – Índices de diversidade da população amostrada no inventário florestal.

Parcela	N	S	ln(S)	H'	C	J	QM
1	53	25	3,22	2,67	0,90	0,83	1 : 2,12
2	33	16	2,77	2,55	0,93	0,92	1 : 2,06
3	45	16	2,77	2,33	0,87	0,84	1 : 2,81
4	14	13	2,56	2,54	0,99	0,99	1 : 1,08
5	39	19	2,94	2,67	0,93	0,91	1 : 2,05
6	29	5	1,61	0,83	0,42	0,52	1 : 5,80
7	31	19	2,94	2,86	0,97	0,97	1 : 1,63
8	41	18	2,89	2,66	0,94	0,92	1 : 2,28
9	29	17	2,83	2,68	0,95	0,95	1 : 1,71
10	70	26	3,26	2,98	0,95	0,91	1 : 2,69
11	44	21	3,04	2,81	0,95	0,92	1 : 2,10
12	41	21	3,04	2,78	0,95	0,91	1 : 1,95
13	38	20	3,00	2,73	0,94	0,91	1 : 1,90
14	44	23	3,14	2,85	0,94	0,91	1 : 1,91
15	43	23	3,14	2,93	0,96	0,93	1 : 1,87
16	9	4	1,39	1,21	0,75	0,87	1 : 2,25
17	26	5	1,61	1,23	0,67	0,76	1 : 5,20
18	31	17	2,83	2,57	0,92	0,91	1 : 1,82

Parcela	N	S	ln(S)	H'	C	J	QM
19	75	9	2,20	0,81	0,32	0,37	1 : 8,33
20	28	8	2,08	1,87	0,85	0,90	1 : 3,50
21	37	16	2,77	2,56	0,93	0,92	1 : 2,31
22	39	14	2,64	2,27	0,89	0,86	1 : 2,79
23	55	28	3,33	3,09	0,96	0,93	1 : 1,96
24	10	8	2,08	1,97	0,93	0,95	1 : 1,25
25	86	29	3,37	2,94	0,93	0,87	1 : 2,97
26	25	8	2,08	1,52	0,68	0,73	1 : 3,13
27	45	19	2,94	2,65	0,93	0,90	1 : 2,37
28	25	9	2,20	1,55	0,68	0,70	1 : 2,78
29	24	9	2,20	1,86	0,84	0,85	1 : 2,67
30	40	18	2,89	2,60	0,92	0,90	1 : 2,22
31	39	14	2,64	2,19	0,87	0,83	1 : 2,79
32	14	5	1,61	1,49	0,81	0,93	1 : 2,80
Geral	1202	140	4,94	4,21	0,99	0,85	1 : 8,59

A **Figura 8.16** apresenta a curva coletora de acordo com o acréscimo de novas espécies ao longo da amostragem realizada. Observa-se que a curva apresentou tendência à estabilização após a 19ª parcela, ponto em que o número de espécies acrescidas na parcela seguinte não aumentou. Mesmo com acréscimo de novas espécies após a 20ª parcela, pode-se concluir que a amostragem abrangeu um elevado número de espécies e foi considerada satisfatória, considerando também que o estudo foi complementado pela amostragem florística realizada por caminhamentos, o que proporcionou uma ampliação da lista florística do local avaliado.

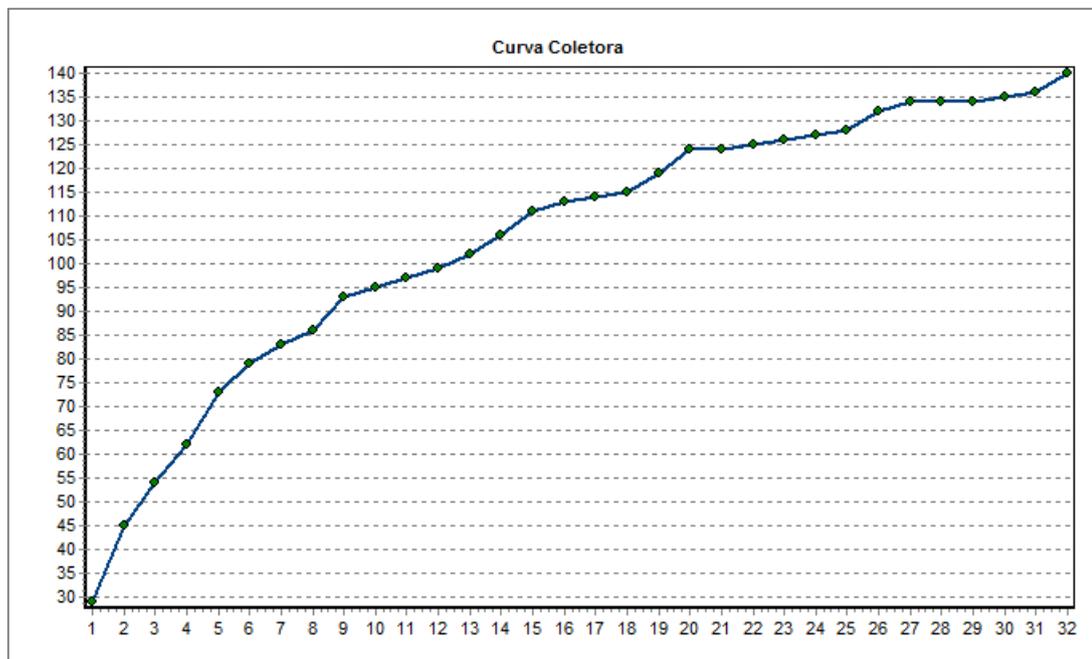


Figura 8.16– Representação da curva coletora da população amostrada na ADA.

As planilhas de campo do inventário florestal (parcelas) encontram-se no **Anexo I** deste relatório.

Os dados fitossociológicos obtidos durante a execução do inventário florestal serão apresentados de acordo com as fisionomias amostradas (estratos – FES estágio médio,

Cerrado, Campo Sujo, Pastagem), para melhor detalhamento e caracterização das formações vegetais amostradas.

8.2.4.3.1 Floresta Estacional Semidecidual estágio médio

Para amostragem das áreas classificadas como Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração, foram demarcadas 21 parcelas, sendo amostradas 954 árvores, distribuídas entre 115 espécies.

Os dados fitossociológicos obtidos na fisionomia FES médio revelam que as espécies com maior IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Callisthene major*, árvores mortas, *Tapirira obtusa*, *Machaerium villosum* e *Campomanesia velutina*, respectivamente.

A estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada pode ser visualizada no **Quadro 8.11** e na **Figura 8.17**.

Quadro 8.11 – Estrutura horizontal da fisionomia FES médio amostrada.

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Callisthene major</i>	113	11	2,0108	179,4	11,8	52,4	2,77	3,19	12,4	24,3	27,1	9,02
morta	69	18	1,0384	109,5	7,2	85,7	4,53	1,65	6,42	13,7	18,2	6,06
<i>Tapirira obtusa</i>	44	13	0,8638	69,84	4,6	61,9	3,27	1,37	5,34	9,96	13,2	4,41
<i>Machaerium villosum</i>	29	13	0,8323	46,03	3,0	61,9	3,27	1,32	5,15	8,19	11,5	3,82
<i>Campomanesia velutina</i>	22	13	0,3907	34,92	2,3	61,9	3,27	0,62	2,42	4,72	8,00	2,67
<i>Lithraea molleoides</i>	16	6	0,6302	25,40	1,7	28,6	1,51	1,00	3,90	5,58	7,09	2,36
<i>Casearia sylvestris</i>	23	11	0,2700	36,51	2,4	52,4	2,77	0,43	1,67	4,08	6,85	2,28
<i>Copaifera langsdorffii</i>	13	8	0,4467	20,64	1,4	38,1	2,02	0,71	2,76	4,13	6,14	2,05
<i>Clethra scabra</i>	23	6	0,3506	36,51	2,4	28,6	1,51	0,56	2,17	4,58	6,09	2,03
<i>Magnolia ovata</i>	16	2	0,5961	25,40	1,7	9,5	0,50	0,95	3,69	5,37	5,87	1,96
<i>Casearia lasiophylla</i>	26	8	0,1787	41,27	2,7	38,1	2,02	0,28	1,11	3,83	5,85	1,95
<i>Tapirira guianensis</i>	20	10	0,1819	31,75	2,1	47,6	2,52	0,29	1,13	3,22	5,74	1,91
<i>Protium heptaphyllum</i>	18	8	0,2666	28,57	1,9	38,1	2,02	0,42	1,65	3,54	5,55	1,85
<i>Myrcia splendens</i>	19	8	0,2180	30,16	2,0	38,1	2,02	0,35	1,35	3,34	5,36	1,79
<i>Vochysia magnifica</i>	10	4	0,5156	15,87	1,1	19,1	1,01	0,82	3,19	4,24	5,25	1,75
<i>Bauhinia forficata</i>	16	3	0,4573	25,40	1,7	14,3	0,76	0,73	2,83	4,51	5,26	1,75
<i>Myrcia tomentosa</i>	26	6	0,1502	41,27	2,7	28,6	1,51	0,24	0,93	3,66	5,17	1,72
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	17	5	0,2874	26,98	1,8	23,8	1,26	0,46	1,78	3,56	4,82	1,61
<i>Vochysia tucanorum</i>	14	9	0,1682	22,22	1,5	42,9	2,27	0,27	1,04	2,51	4,78	1,59
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	7	4	0,4491	11,11	0,7	19,1	1,01	0,71	2,78	3,51	4,52	1,51
<i>Machaerium hirtum</i>	21	3	0,2315	33,33	2,2	14,3	0,76	0,37	1,43	3,63	4,39	1,46
<i>Cupania vernalis</i>	17	6	0,1514	26,98	1,8	28,6	1,51	0,24	0,94	2,72	4,23	1,41
<i>Piptocarpha macropoda</i>	11	7	0,2012	17,46	1,2	33,3	1,76	0,32	1,24	2,40	4,16	1,39
<i>Matayba elaeagnoides</i>	15	6	0,1683	23,81	1,6	28,6	1,51	0,27	1,04	2,61	4,13	1,37
<i>Ocotea</i> sp.	9	5	0,2608	14,29	0,9	23,8	1,26	0,41	1,61	2,56	3,82	1,27
<i>Myrsine umbellata</i>	14	7	0,0836	22,22	1,5	33,3	1,76	0,13	0,52	1,99	3,75	1,25
<i>Cabralea canjerana</i>	8	7	0,1682	12,70	0,8	33,3	1,76	0,27	1,04	1,88	3,64	1,21
<i>Siphoneugena densiflora</i>	16	6	0,0662	25,40	1,7	28,6	1,51	0,11	0,41	2,09	3,60	1,20
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	13	5	0,1380	20,64	1,4	23,8	1,26	0,22	0,85	2,22	3,48	1,16
<i>Cedrela fissilis</i>	4	3	0,3672	6,35	0,4	14,3	0,76	0,58	2,27	2,69	3,45	1,15
<i>Faramea cyanea</i>	11	2	0,2225	17,46	1,2	9,5	0,50	0,35	1,38	2,53	3,03	1,01
<i>Styrax camporum</i>	7	5	0,1679	11,11	0,7	23,8	1,26	0,27	1,04	1,77	3,03	1,01
<i>Guettarda viburnoides</i>	11	3	0,1363	17,46	1,2	14,3	0,76	0,22	0,84	2,00	2,75	0,92
<i>Miconia sellowiana</i>	10	5	0,0614	15,87	1,1	23,8	1,26	0,10	0,38	1,43	2,69	0,90
<i>Pera glabrata</i>	6	4	0,1662	9,52	0,6	19,1	1,01	0,26	1,03	1,66	2,67	0,89
<i>Prunus myrtifolia</i>	8	5	0,0808	12,70	0,8	23,8	1,26	0,13	0,50	1,34	2,60	0,87
<i>Dendropanax cuneatus</i>	7	5	0,0927	11,11	0,7	23,8	1,26	0,15	0,57	1,31	2,57	0,86

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Gomidesia lindeniana</i>	7	4	0,0806	11,11	0,7	19,1	1,01	0,13	0,50	1,23	2,24	0,75
<i>Inga</i> sp.	7	4	0,0812	11,11	0,7	19,1	1,01	0,13	0,50	1,24	2,24	0,75
<i>Calyptanthus</i> sp.	8	4	0,0597	12,70	0,8	19,1	1,01	0,10	0,37	1,21	2,22	0,74
<i>Alchornea triplinervia</i>	6	5	0,0469	9,52	0,6	23,8	1,26	0,07	0,29	0,92	2,18	0,73
<i>Handroanthus serratifolius</i>	3	3	0,1544	4,76	0,3	14,3	0,76	0,25	0,96	1,27	2,03	0,68
<i>Ocotea vellosiana</i>	4	3	0,1420	6,35	0,4	14,3	0,76	0,23	0,88	1,30	2,05	0,68
<i>Andira</i> sp.	7	4	0,0287	11,11	0,7	19,1	1,01	0,05	0,18	0,91	1,92	0,64
<i>Cordia sellowiana</i>	3	2	0,1799	4,76	0,3	9,5	0,50	0,29	1,11	1,43	1,93	0,64
<i>Psidium</i> sp.	6	4	0,0301	9,52	0,6	19,1	1,01	0,05	0,19	0,82	1,82	0,61
<i>Ocotea pulchella</i>	5	4	0,0320	7,94	0,5	19,1	1,01	0,05	0,20	0,72	1,73	0,58
<i>Celtis pubescens</i>	4	2	0,1311	6,35	0,4	9,5	0,50	0,21	0,81	1,23	1,73	0,58
<i>Amaioua guianensis</i>	6	2	0,0881	9,52	0,6	9,5	0,50	0,14	0,54	1,17	1,68	0,56
<i>Machaerium nyctitans</i>	8	2	0,0430	12,70	0,8	9,5	0,50	0,07	0,27	1,10	1,61	0,54
<i>Terminalia glabrescens</i>	4	2	0,1069	6,35	0,4	9,5	0,50	0,17	0,66	1,08	1,59	0,53
Myrtaceae	2	2	0,1412	3,18	0,2	9,5	0,50	0,22	0,87	1,08	1,59	0,53
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	3	0,0793	4,76	0,3	14,3	0,76	0,13	0,49	0,81	1,56	0,52
<i>Luehea divaricata</i>	4	3	0,0599	6,35	0,4	14,3	0,76	0,10	0,37	0,79	1,55	0,52
<i>Platypodium elegans</i>	3	3	0,0623	4,76	0,3	14,3	0,76	0,10	0,39	0,70	1,46	0,49
<i>Croton urucurana</i>	8	1	0,0607	12,70	0,8	4,8	0,25	0,10	0,38	1,21	1,47	0,49
<i>Pouteria</i> sp.	4	2	0,0844	6,35	0,4	9,5	0,50	0,13	0,52	0,94	1,45	0,48
<i>Myrsine coriacea</i>	5	3	0,0258	7,94	0,5	14,3	0,76	0,04	0,16	0,68	1,44	0,48
<i>Mollinedia argyrogyna</i>	4	3	0,0407	6,35	0,4	14,3	0,76	0,07	0,25	0,67	1,43	0,48
<i>Guatteria sellowiana</i>	5	3	0,0162	7,94	0,5	14,3	0,76	0,03	0,10	0,62	1,38	0,46
<i>Nectandra oppositifolia</i>	4	2	0,0702	6,35	0,4	9,5	0,50	0,11	0,43	0,85	1,36	0,45
<i>Soraceae bonplandii</i>	5	2	0,0525	7,94	0,5	9,5	0,50	0,08	0,32	0,85	1,35	0,45
<i>Trichilia pallida</i>	4	3	0,0221	6,35	0,4	14,3	0,76	0,04	0,14	0,56	1,31	0,44
<i>Myrcia</i> sp.	4	3	0,0176	6,35	0,4	14,3	0,76	0,03	0,11	0,53	1,28	0,43
<i>Jacaranda macrantha</i>	5	2	0,0376	7,94	0,5	9,5	0,50	0,06	0,23	0,76	1,26	0,42
<i>Maclura tinctoria</i>	2	2	0,0722	3,18	0,2	9,5	0,50	0,12	0,45	0,66	1,16	0,39
<i>Eugenia</i> sp.	3	3	0,0130	4,76	0,3	14,3	0,76	0,02	0,08	0,40	1,15	0,38
<i>Miconia pepericarpa</i>	3	3	0,0101	4,76	0,3	14,3	0,76	0,02	0,06	0,38	1,13	0,38
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	2	2	0,0676	3,18	0,2	9,5	0,50	0,11	0,42	0,63	1,13	0,38
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	3	2	0,0455	4,76	0,3	9,5	0,50	0,07	0,28	0,60	1,10	0,37
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	3	2	0,0418	4,76	0,3	9,5	0,50	0,07	0,26	0,57	1,08	0,36
<i>Centrolobium tomentosum</i>	1	1	0,1193	1,59	0,1	4,8	0,25	0,19	0,74	0,84	1,10	0,36
Annonaceae	3	2	0,0308	4,76	0,3	9,5	0,50	0,05	0,19	0,51	1,01	0,34
Não identificada 1	3	2	0,0250	4,76	0,3	9,5	0,50	0,04	0,15	0,47	0,97	0,32
<i>Maprounea guianensis</i>	3	2	0,0145	4,76	0,3	9,5	0,50	0,02	0,09	0,40	0,91	0,30
<i>Ocotea corymbosa</i>	2	2	0,0296	3,18	0,2	9,5	0,50	0,05	0,18	0,39	0,90	0,30
<i>Hedyosmum brasiliense</i>	3	2	0,0072	4,76	0,3	9,5	0,50	0,01	0,04	0,36	0,86	0,29
<i>Maytenus</i> sp.	4	1	0,0332	6,35	0,4	4,8	0,25	0,05	0,21	0,62	0,88	0,29
<i>Lafoensia pacari</i>	2	2	0,0160	3,18	0,2	9,5	0,50	0,03	0,10	0,31	0,81	0,27
<i>Guarea kunthiana</i>	2	2	0,0145	3,18	0,2	9,5	0,50	0,02	0,09	0,30	0,80	0,27
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	1	1	0,0733	1,59	0,1	4,8	0,25	0,12	0,45	0,56	0,81	0,27
<i>Miconia</i> sp.	4	1	0,0159	6,35	0,4	4,8	0,25	0,03	0,10	0,52	0,77	0,26
<i>Coussarea</i> sp.	2	2	0,0084	3,18	0,2	9,5	0,50	0,01	0,05	0,26	0,77	0,26
<i>Simarouba versicolor</i>	3	1	0,0179	4,76	0,3	4,8	0,25	0,03	0,11	0,43	0,68	0,23
<i>Trema micrantha</i>	1	1	0,0535	1,59	0,1	4,8	0,25	0,09	0,33	0,44	0,69	0,23
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	1	0,0472	1,59	0,1	4,8	0,25	0,08	0,29	0,40	0,65	0,22
<i>Hymenaea courbaril</i>	1	1	0,0448	1,59	0,1	4,8	0,25	0,07	0,28	0,38	0,63	0,21
<i>Mollinedia widgrenii</i>	3	1	0,0098	4,76	0,3	4,8	0,25	0,02	0,06	0,38	0,63	0,21
<i>Myrsine</i> sp.	2	1	0,0210	3,18	0,2	4,8	0,25	0,03	0,13	0,34	0,59	0,20
<i>Alchornea glandulosa</i>	1	1	0,0413	1,59	0,1	4,8	0,25	0,07	0,26	0,36	0,61	0,20
<i>Qualea jundiahy</i>	1	1	0,0368	1,59	0,1	4,8	0,25	0,06	0,23	0,33	0,58	0,19
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	2	1	0,0134	3,18	0,2	4,8	0,25	0,02	0,08	0,29	0,55	0,18
Não identificada 2	2	1	0,0112	3,18	0,2	4,8	0,25	0,02	0,07	0,28	0,53	0,18

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Persea willdenovii</i>	1	1	0,0183	1,59	0,1	4,8	0,25	0,03	0,11	0,22	0,47	0,16
<i>Lamanonia ternata</i>	1	1	0,0199	1,59	0,1	4,8	0,25	0,03	0,12	0,23	0,48	0,16
<i>Annona sylvatica</i>	2	1	0,0046	3,18	0,2	4,8	0,25	0,01	0,03	0,24	0,49	0,16
Não identificada 3	1	1	0,0154	1,59	0,1	4,8	0,25	0,02	0,10	0,20	0,45	0,15
Não identificada 4	1	1	0,0147	1,59	0,1	4,8	0,25	0,02	0,09	0,20	0,45	0,15
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1	1	0,0154	1,59	0,1	4,8	0,25	0,02	0,10	0,20	0,45	0,15
Não identificada 5	1	1	0,0147	1,59	0,1	4,8	0,25	0,02	0,09	0,20	0,45	0,15
<i>Vernonia sp.</i>	1	1	0,0115	1,59	0,1	4,8	0,25	0,02	0,07	0,18	0,43	0,14
<i>Lonchocarpus sp.</i>	1	1	0,0109	1,59	0,1	4,8	0,25	0,02	0,07	0,17	0,42	0,14
<i>Sapium glandulosum</i>	1	1	0,0109	1,59	0,1	4,8	0,25	0,02	0,07	0,17	0,42	0,14
<i>Casearia sp.</i>	1	1	0,0032	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,02	0,13	0,38	0,13
<i>Bathysa australis</i>	1	1	0,0058	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,04	0,14	0,39	0,13
<i>Senna sp.</i>	1	1	0,0032	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,02	0,13	0,38	0,13
<i>Symplocos sp.</i>	1	1	0,0058	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,04	0,14	0,39	0,13
<i>Machaerium brasiliense</i>	1	1	0,0058	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,04	0,14	0,39	0,13
<i>Euterpe edulis</i>	1	1	0,0042	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,03	0,13	0,38	0,13
<i>Byrsonima laxiflora</i>	1	1	0,0050	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,03	0,14	0,39	0,13
<i>Urera baccifera</i>	1	1	0,0042	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,03	0,13	0,38	0,13
<i>Platycomus regnellii</i>	1	1	0,0046	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,03	0,13	0,39	0,13
<i>Annona cacans</i>	1	1	0,0026	1,59	0,1	4,8	0,25	0,00	0,02	0,12	0,37	0,12
<i>Casearia grandiflora</i>	1	1	0,0023	1,59	0,1	4,8	0,25	0,00	0,01	0,12	0,37	0,12
<i>Micranda elata</i>	1	1	0,0026	1,59	0,1	4,8	0,25	0,00	0,02	0,12	0,37	0,12
<i>Aloysia virgata</i>	1	1	0,0029	1,59	0,1	4,8	0,25	0,01	0,02	0,12	0,37	0,12
Total	954	21	16,165	1514	100	1890	100	25,7	100	200	300	100

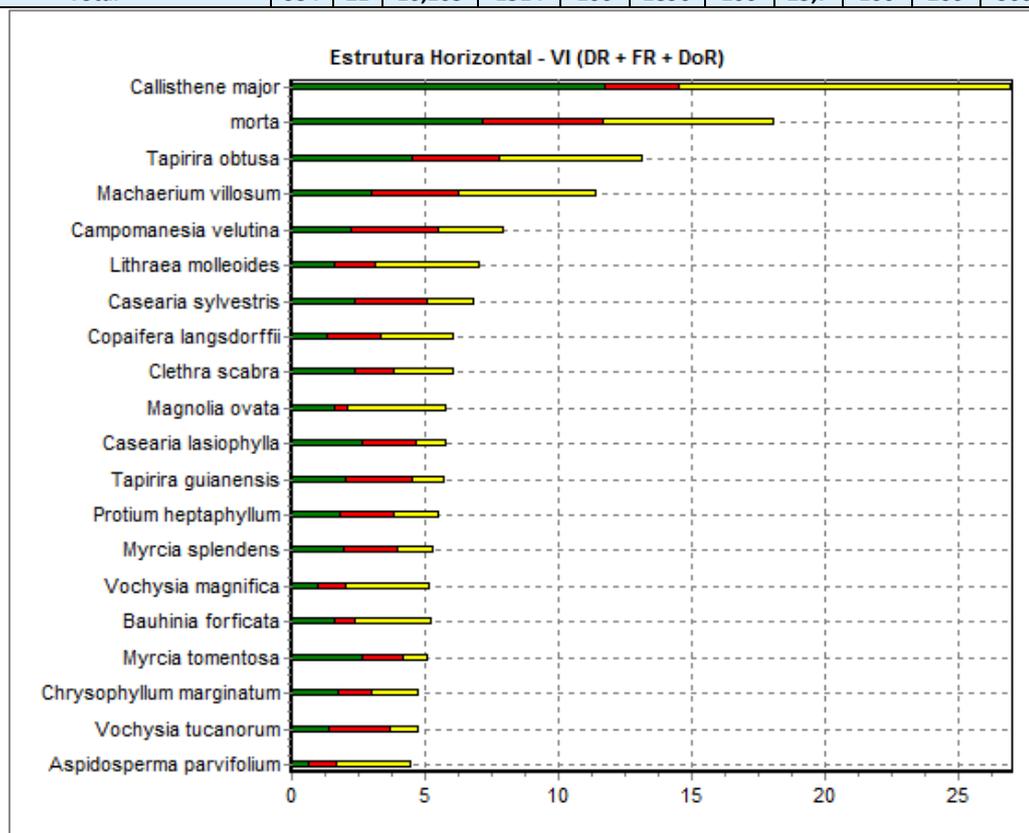


Figura 8.17– Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque na fisionomia FES médio.

A densidade (D), também chamada abundância, é o número de indivíduos de cada espécie na composição do povoamento. O maior valor de densidade encontrado foi para a espécie *Callisthene major*, seguida por árvores mortas, *Tapirira obtusa*, *Machaerium villosum* e *Myrcia tomentosa*, respectivamente.

As espécies com maior frequência (F), ou seja, aquelas que estão bem distribuídas horizontalmente ao longo do povoamento amostrado foram: árvores mortas, *Tapirira obtusa*, *Machaerium villosum*, *Campomanesia velutina* e *Callisthene major*, respectivamente.

O parâmetro dominância (Do) revela que a espécie *Callisthene major* obteve o maior valor de área basal por hectare nos fragmentos amostrados, seguida por árvores mortas, *Tapirira obtusa*, *Machaerium villosum* e *Lithraea molleoides*, respectivamente.

8.2.4.3.1.1 Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica de uma população é a distribuição do número de árvores por classes de diâmetro e pode ser utilizada para caracterizar tipologias vegetais, estágios sucessionais, estados de conservação, regimes de manejo, processos de dinâmica de crescimento e verificar a sustentabilidade ambiental de manejo.

A estrutura diamétrica da população inventariada revela um padrão de distribuição de florestas inequidêneas do tipo “J” invertido decrescente, típico de florestas nativas, onde a maioria dos indivíduos encontra-se nas menores classes de diâmetro, com redução gradativa do número de indivíduos nas maiores classes, conforme demonstra a **Figura 8.18**.

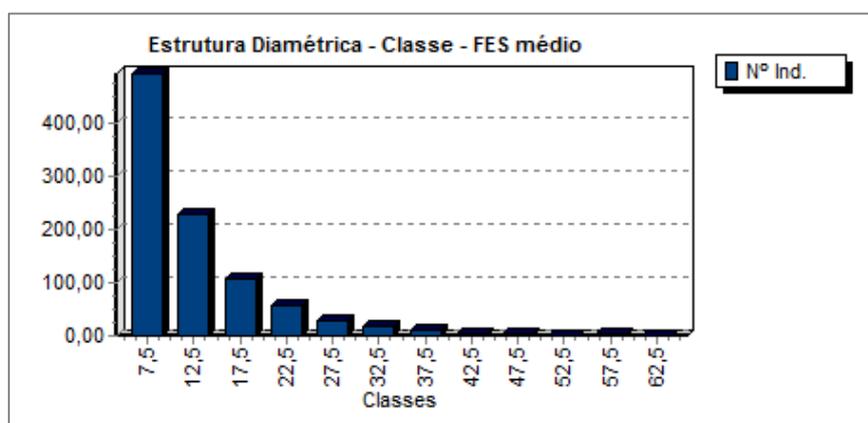


Figura 8.18– Representação da estrutura diamétrica do estrato FES médio.

De acordo com o **Quadro 8.12**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 491 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm, com 227 indivíduos, e 15,0 - 20,0 cm, com 108 indivíduos da população total amostrada.

Quadro 8.12 – Estrutura diamétrica FES médio.

Classe	Nº Ind.	AB (m ²)	VT (m ³)
5,0 - 10,0	491	2,0790	11,0733
10,0 - 15,0	227	2,7217	16,5523
15,0 - 20,0	108	2,4673	15,8491

Classe	Nº Ind.	AB (m ²)	VT (m ³)
20,0 - 25,0	56	2,1519	14,1812
25,0 - 30,0	30	1,8010	12,0541
30,0 - 35,0	19	1,5337	10,5246
35,0 - 40,0	12	1,3257	9,1971
40,0 - 45,0	3	0,4203	3,0472
45,0 - 50,0	5	0,8773	6,0842
50,0 - 55,0	0	0,0000	0,0000
55,0 - 60,0	2	0,4972	3,4626
60,0 - 65,0	1	0,2900	1,8242
Total	954	16,1650	105,5499

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados foi de 11,8 cm e a média de altura total (HT) foi de 8,5 metros.

O **Quadro 8.13** apresenta os dados de número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT), por unidade amostral (parc) e por hectare (ha), de acordo com as espécies amostradas no estrato FES médio.

Quadro 8.13 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato FES médio.

Nome Científico	N/parc	AB/parc	VT/parc (m ³)	N/ha	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
<i>Alchornea glandulosa</i>	1	0,0413	0,3125	2	0,0650	0,4960
<i>Alchornea triplinervia</i>	6	0,0469	0,3086	10	0,0740	0,4898
<i>Aloysia virgata</i>	1	0,0029	0,0156	2	0,0050	0,0247
<i>Amaioua guianensis</i>	6	0,0881	0,5987	10	0,1400	0,9503
<i>Andira</i> sp.	7	0,0287	0,1536	11	0,0460	0,2438
<i>Annona cacans</i>	1	0,0026	0,0085	2	0,0040	0,0135
<i>Annona sylvatica</i>	2	0,0046	0,0221	3	0,0070	0,0350
<i>Annonaceae</i>	3	0,0308	0,1665	5	0,0490	0,2643
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	7	0,4491	3,3487	11	0,7130	5,3154
<i>Bathysa australis</i>	1	0,0058	0,0381	2	0,0090	0,0605
<i>Bauhinia forficata</i>	16	0,4573	2,9025	25	0,7260	4,6071
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	2	0,0676	0,3644	3	0,1070	0,5785
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1	0,0154	0,1109	2	0,0240	0,1760
<i>Byrsonima laxiflora</i>	1	0,0050	0,0208	2	0,0080	0,0330
<i>Cabralea canjerana</i>	8	0,1682	1,1349	13	0,2670	1,8014
<i>Callisthene major</i>	113	2,0108	13,0268	179	3,1920	20,6775
<i>Calyptanthus</i> sp.	8	0,0597	0,3141	13	0,0950	0,4986
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	13	0,1380	0,6718	21	0,2190	1,0663
<i>Campomanesia velutina</i>	22	0,3907	2,2465	35	0,6200	3,5659
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	3	0,0418	0,2415	5	0,0660	0,3834
<i>Casearia grandiflora</i>	1	0,0023	0,0151	2	0,0040	0,0239
<i>Casearia lasiophylla</i>	26	0,1787	1,1537	41	0,2840	1,8312
<i>Casearia</i> sp.	1	0,0032	0,0199	2	0,0050	0,0316
<i>Casearia sylvestris</i>	23	0,2700	1,7454	37	0,4290	2,7705
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	0,0472	0,3821	2	0,0750	0,6065
<i>Cedrela fissilis</i>	4	0,3672	2,3475	6	0,5830	3,7263

Nome Científico	N/parc	AB/parc	VT/parc (m³)	N/ha	AB/ha (m²)	VT/ha (m³)
<i>Celtis pubescens</i>	4	0,1311	0,6194	6	0,2080	0,9832
<i>Centrolobium tomentosum</i>	1	0,1193	0,7628	2	0,1890	1,2108
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	17	0,2874	1,6822	27	0,4560	2,6702
<i>Clethra scabra</i>	23	0,3506	2,3329	37	0,5560	3,7030
<i>Copaifera langsdorffii</i>	13	0,4467	2,9774	21	0,7090	4,7260
<i>Cordia sellowiana</i>	3	0,1799	1,2949	5	0,2860	2,0554
<i>Coussarea</i> sp.	2	0,0084	0,0424	3	0,0130	0,0674
<i>Croton urucurana</i>	8	0,0607	0,2662	13	0,0960	0,4225
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	1	0,0733	0,5568	2	0,1160	0,8838
<i>Cupania vernalis</i>	17	0,1514	0,9268	27	0,2400	1,4711
<i>Dendropanax cuneatus</i>	7	0,0927	0,6197	11	0,1470	0,9836
<i>Eugenia</i> sp.	3	0,0130	0,0543	5	0,0210	0,0862
<i>Euterpe edulis</i>	1	0,0042	0,0180	2	0,0070	0,0286
<i>Faramea cyanea</i>	11	0,2225	1,2634	17	0,3530	2,0053
<i>Gomidesia lindeniana</i>	7	0,0806	0,4300	11	0,1280	0,6826
<i>Guarea kunthiana</i>	2	0,0145	0,0789	3	0,0230	0,1253
<i>Guatteria sellowiana</i>	5	0,0162	0,0929	8	0,0260	0,1474
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	0,0793	0,6035	5	0,1260	0,9580
<i>Guettarda viburnoides</i>	11	0,1363	0,7756	17	0,2160	1,2311
<i>Handroanthus serratifolius</i>	3	0,1544	1,1599	5	0,2450	1,8411
<i>Hedyosmum brasiliense</i>	3	0,0072	0,0401	5	0,0110	0,0637
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	3	0,0455	0,3338	5	0,0720	0,5298
<i>Hymenaea courbaril</i>	1	0,0448	0,2756	2	0,0710	0,4374
<i>Inga</i> sp.	7	0,0812	0,5860	11	0,1290	0,9301
<i>Jacaranda macrantha</i>	5	0,0376	0,2284	8	0,0600	0,3625
<i>Lafoensia pacari</i>	2	0,0160	0,1021	3	0,0250	0,1621
<i>Lamanonia ternata</i>	1	0,0199	0,1527	2	0,0320	0,2423
<i>Lithraea molleoides</i>	16	0,6302	3,6717	25	1,0000	5,8280
<i>Lonchocarpus</i> sp.	1	0,0109	0,0738	2	0,0170	0,1171
<i>Luehea divaricata</i>	4	0,0599	0,3746	6	0,0950	0,5946
<i>Machaerium brasiliense</i>	1	0,0058	0,0431	2	0,0090	0,0684
<i>Machaerium hirtum</i>	21	0,2315	1,6325	33	0,3670	2,5913
<i>Machaerium nyctitans</i>	8	0,0430	0,2225	13	0,0680	0,3532
<i>Machaerium villosum</i>	29	0,8323	5,6099	46	1,3210	8,9045
<i>Maclura tinctoria</i>	2	0,0722	0,5477	3	0,1150	0,8694
<i>Magnolia ovata</i>	16	0,5961	4,6054	25	0,9460	7,3101
<i>Maprounea guianensis</i>	3	0,0145	0,0989	5	0,0230	0,1569
<i>Matayba elaeagnoides</i>	15	0,1683	1,1154	24	0,2670	1,7704
<i>Maytenus</i> sp.	4	0,0332	0,1703	6	0,0530	0,2703
<i>Miconia pepericarpa</i>	3	0,0101	0,0424	5	0,0160	0,0674
<i>Miconia sellowiana</i>	10	0,0614	0,3985	16	0,0970	0,6325
<i>Miconia</i> sp.	4	0,0159	0,0879	6	0,0250	0,1395
<i>Micranda elata</i>	1	0,0026	0,0119	2	0,0040	0,0188
<i>Mollinedia argyrogyna</i>	4	0,0407	0,1843	6	0,0650	0,2925
<i>Mollinedia widgrenii</i>	3	0,0098	0,0432	5	0,0150	0,0685
morta	69	1,0384	4,6397	110	1,6480	7,3646
<i>Myrcia</i> sp.	4	0,0176	0,0906	6	0,0280	0,1438
<i>Myrcia splendens</i>	19	0,2180	1,1588	30	0,3460	1,8394
<i>Myrcia tomentosa</i>	26	0,1502	0,7025	41	0,2380	1,1151
<i>Myrsine coriacea</i>	5	0,0258	0,1601	8	0,0410	0,2541

Nome Científico	N/parc	AB/parc	VT/parc (m³)	N/ha	AB/ha (m²)	VT/ha (m³)
<i>Myrsine</i> sp.	2	0,0210	0,0881	3	0,0330	0,1398
<i>Myrsine umbellata</i>	14	0,0836	0,4502	22	0,1330	0,7145
Myrtaceae	2	0,1412	1,2188	3	0,2240	1,9345
Não identificada 1	3	0,0250	0,1376	5	0,0400	0,2184
Não identificada 2	2	0,0112	0,0773	3	0,0180	0,1227
Não identificada 3	1	0,0154	0,0992	2	0,0240	0,1574
Não identificada 4	1	0,0147	0,0954	2	0,0230	0,1514
Não identificada 5	1	0,0147	0,0954	2	0,0230	0,1514
<i>Nectandra oppositifolia</i>	4	0,0702	0,5023	6	0,1110	0,7973
<i>Ocotea corymbosa</i>	2	0,0296	0,2149	3	0,0470	0,3412
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	2	0,0134	0,0379	3	0,0210	0,0601
<i>Ocotea pulchella</i>	5	0,0320	0,1850	8	0,0510	0,2936
<i>Ocotea</i> sp.	9	0,2608	1,8802	14	0,4140	2,9845
<i>Ocotea velloziana</i>	4	0,1420	1,1706	6	0,2250	1,8580
<i>Pera glabrata</i>	6	0,1662	1,2300	10	0,2640	1,9523
<i>Persea willdenovii</i>	1	0,0183	0,1564	2	0,0290	0,2482
<i>Piptocarpha macropoda</i>	11	0,2012	1,3977	17	0,3190	2,2186
<i>Platycyamus regnellii</i>	1	0,0046	0,0271	2	0,0070	0,0431
<i>Platypodium elegans</i>	3	0,0623	0,4422	5	0,0990	0,7019
<i>Pouteria</i> sp.	4	0,0844	0,5907	6	0,1340	0,9377
<i>Protium heptaphyllum</i>	18	0,2666	1,7501	29	0,4230	2,7779
<i>Prunus myrtifolia</i>	8	0,0808	0,5301	13	0,1280	0,8414
<i>Psidium</i> sp.	6	0,0301	0,1790	10	0,0480	0,2841
<i>Qualea jundiahy</i>	1	0,0368	0,2581	2	0,0580	0,4097
<i>Sapium glandulosum</i>	1	0,0109	0,0825	2	0,0170	0,1309
<i>Senna</i> sp.	1	0,0032	0,0199	2	0,0050	0,0316
<i>Simarouba versicolor</i>	3	0,0179	0,1420	5	0,0280	0,2254
<i>Siphoneugena densiflora</i>	16	0,0662	0,4070	25	0,1050	0,6460
<i>Soraceae bonplandii</i>	5	0,0525	0,3125	8	0,0830	0,4960
<i>Styrax camporum</i>	7	0,1679	1,0658	11	0,2660	1,6918
<i>Symplocos</i> sp.	1	0,0058	0,0381	2	0,0090	0,0605
<i>Tapirira guianensis</i>	20	0,1819	1,3943	32	0,2890	2,2132
<i>Tapirira obtusa</i>	44	0,8638	5,4795	70	1,3710	8,6976
<i>Terminalia glabrescens</i>	4	0,1069	0,6922	6	0,1700	1,0988
<i>Trema micrantha</i>	1	0,0535	0,4254	2	0,0850	0,6753
<i>Trichilia pallida</i>	4	0,0221	0,1231	6	0,0350	0,1954
<i>Urera baccifera</i>	1	0,0042	0,0112	2	0,0070	0,0178
<i>Vernonia</i> sp.	1	0,0115	0,0595	2	0,0180	0,0944
<i>Vochysia magnifica</i>	10	0,5156	4,0496	16	0,8180	6,4280
<i>Vochysia tucanorum</i>	14	0,1682	1,1004	22	0,2670	1,7467
Total	954	16,1650	105,5499	1514	25,6590	167,5395

8.2.4.3.2 Cerrado stricto sensu

Na fisionomia cerrado *stricto sensu* foram amostrados 248 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 50 espécies arbóreas.

Os dados fitossociológicos obtidos na fisionomia Cerrado revelam que as espécies com maior IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Kielmeyera coriacea*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Callisthene major*, *Myrcia tomentosa* e árvores mortas, respectivamente.

A estrutura horizontal da fisionomia Cerrado pode ser visualizada no **Quadro 8.14** e na **Figura 8.19**.

Quadro 8.14 – Estrutura horizontal da fisionomia Cerrado amostrada na ADA.

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Kielmeyera coriacea</i>	32	5	0,355	96,97	12,9	45,45	5,21	1,08	13,6	26,5	31,7	10,6
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	22	5	0,318	66,67	8,9	45,45	5,21	0,96	12,1	21	26,2	8,73
<i>Callisthene major</i>	25	4	0,264	75,76	10,1	36,36	4,17	0,8	10,1	20,2	24,3	8,11
<i>Myrcia tomentosa</i>	30	3	0,16	90,91	12,1	27,27	3,12	0,48	6,1	18,2	21,3	7,11
morta	11	7	0,1	33,33	4,44	63,64	7,29	0,3	3,83	8,27	15,6	5,19
<i>Myrcia bella</i>	10	4	0,099	30,3	4,03	36,36	4,17	0,3	3,76	7,79	12	3,99
<i>Myrsine umbellata</i>	10	3	0,06	30,3	4,03	27,27	3,12	0,18	2,28	6,31	9,44	3,15
<i>Erythrina falcata</i>	4	1	0,176	12,12	1,61	9,09	1,04	0,53	6,72	8,34	9,38	3,13
<i>Dalbergia miscolobium</i>	7	2	0,104	21,21	2,82	18,18	2,08	0,31	3,95	6,78	8,86	2,95
<i>Myrcia splendens</i>	4	3	0,098	12,12	1,61	27,27	3,12	0,3	3,75	5,36	8,49	2,83
<i>Styrax camporum</i>	7	3	0,064	21,21	2,82	27,27	3,12	0,19	2,43	5,25	8,38	2,79
<i>Lithraea molleoides</i>	9	2	0,064	27,27	3,63	18,18	2,08	0,19	2,44	6,07	8,15	2,72
<i>Vochysia tucanorum</i>	4	2	0,08	12,12	1,61	18,18	2,08	0,24	3,03	4,65	6,73	2,24
<i>Campomanesia velutina</i>	5	2	0,064	15,15	2,02	18,18	2,08	0,19	2,44	4,46	6,54	2,18
<i>Machaerium villosum</i>	4	1	0,101	12,12	1,61	9,09	1,04	0,31	3,86	5,48	6,52	2,17
<i>Campomanesia sessiliflora</i>	5	2	0,059	15,15	2,02	18,18	2,08	0,18	2,25	4,27	6,35	2,12
<i>Tapirira guianensis</i>	3	2	0,052	9,09	1,21	18,18	2,08	0,16	1,99	3,2	5,28	1,76
<i>Ocotea pulchella</i>	3	2	0,04	9,09	1,21	18,18	2,08	0,12	1,53	2,74	4,82	1,61
<i>Miconia pepericarpa</i>	3	3	0,01	9,09	1,21	27,27	3,12	0,03	0,39	1,6	4,72	1,57
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	5	2	0,016	15,15	2,02	18,18	2,08	0,05	0,61	2,63	4,71	1,57
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3	2	0,037	9,09	1,21	18,18	2,08	0,11	1,4	2,61	4,69	1,56
<i>Myrsine coriacea</i>	3	2	0,03	9,09	1,21	18,18	2,08	0,09	1,13	2,34	4,42	1,47
<i>Platypodium elegans</i>	3	2	0,017	9,09	1,21	18,18	2,08	0,05	0,64	1,85	3,93	1,31
<i>Aegiphila sellowiana</i>	3	2	0,015	9,09	1,21	18,18	2,08	0,05	0,56	1,77	3,86	1,29
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1	1	0,063	3,03	0,4	9,09	1,04	0,19	2,41	2,81	3,85	1,28
<i>Croton urucurana</i>	2	2	0,014	6,06	0,81	18,18	2,08	0,04	0,54	1,35	3,43	1,14
<i>Tibouchina candolleana</i>	2	2	0,009	6,06	0,81	18,18	2,08	0,03	0,35	1,15	3,24	1,08
<i>Cedrela fissilis</i>	2	2	0,008	6,06	0,81	18,18	2,08	0,02	0,28	1,09	3,17	1,06
<i>Clethra scabra</i>	2	2	0,004	6,06	0,81	18,18	2,08	0,01	0,16	0,96	3,05	1,02
<i>Syzygium cumini</i>	3	1	0,021	9,09	1,21	9,09	1,04	0,06	0,8	2,01	3,05	1,02
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	1	1	0,023	3,03	0,4	9,09	1,04	0,07	0,89	1,29	2,33	0,78
<i>Eugenia dysenterica</i>	2	1	0,012	6,06	0,81	9,09	1,04	0,04	0,47	1,28	2,32	0,77
<i>Lamanonia ternata</i>	1	1	0,012	3,03	0,4	9,09	1,04	0,04	0,44	0,84	1,88	0,63
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	1	0,01	3,03	0,4	9,09	1,04	0,03	0,39	0,8	1,84	0,61
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1	1	0,008	3,03	0,4	9,09	1,04	0,02	0,29	0,7	1,74	0,58
<i>Guapira graciliflora</i>	1	1	0,006	3,03	0,4	9,09	1,04	0,02	0,22	0,63	1,67	0,56
<i>Erythroxylum suberosum</i>	1	1	0,006	3,03	0,4	9,09	1,04	0,02	0,22	0,62	1,66	0,55

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Amaioua guianensis</i>	1	1	0,005	3,03	0,4	9,09	1,04	0,02	0,19	0,59	1,63	0,54
<i>Tabebuia aurea</i>	1	1	0,005	3,03	0,4	9,09	1,04	0,02	0,19	0,59	1,64	0,54
<i>Vitex polygama</i>	1	1	0,005	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,18	0,58	1,62	0,54
<i>Solanum mauritianum</i>	1	1	0,004	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,15	0,55	1,59	0,53
<i>Simarouba versicolor</i>	1	1	0,004	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,13	0,54	1,58	0,53
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1	1	0,003	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,11	0,51	1,56	0,52
<i>Machaerium opacum</i>	1	1	0,003	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,12	0,53	1,57	0,52
<i>Plenckia populnea</i>	1	1	0,003	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,12	0,53	1,57	0,52
<i>Guapira noxia</i>	1	1	0,003	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,12	0,53	1,57	0,52
<i>Cabralea canjerana</i>	1	1	0,002	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,09	0,49	1,53	0,51
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	1	1	0,003	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,1	0,5	1,54	0,51
<i>Vernonia polyanthes</i>	1	1	0,002	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,08	0,48	1,52	0,51
<i>Enterolobium gummiferum</i>	1	1	0,003	3,03	0,4	9,09	1,04	0,01	0,1	0,5	1,54	0,51
Total	248	11	2,619	751,5	100	872,7	100	7,94	100	200	300	100

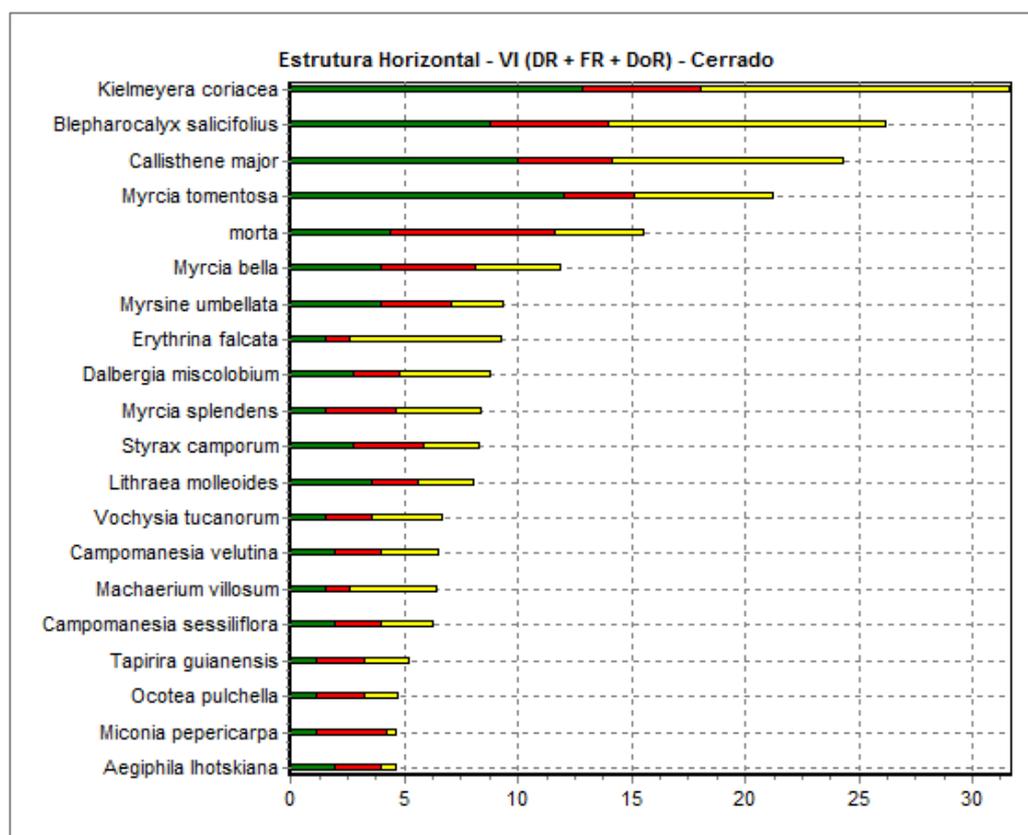


Figura 8.19– Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque na fisionomia Cerrado amostrada na ADA.

O maior valor de densidade (D) encontrado foi para a espécie *Kielmeyera coriacea*, seguida de *Myrcia tomentosa*, *Callisthene major*, *Blepharocalyx salicifolius* e árvores mortas, respectivamente.

As espécies com maior frequência (F), ou seja, aquelas que estão bem distribuídas horizontalmente ao longo do povoamento amostrado foram: árvores mortas, *Blepharocalys salicifolius*, *Kielmeyera coriacea*, *Callisthene major* e *Myrcia bella*, respectivamente.

O parâmetro dominância (Do) revela que a espécie *Kielmeyera coriacea* obteve o maior valor de área basal por hectare nos fragmentos amostrados, seguida por *Blepharocalys salicifolius*, *Callisthene major*, *Erythrina falcata* e *Myrcia tomentosa*, respectivamente.

8.2.4.3.2.1 Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica do Cerrado inventariado revela um padrão de distribuição de florestas inequidêneas do tipo “J” invertido decrescente, típico de florestas nativas, onde a maioria dos indivíduos encontra-se nas menores classes de diâmetro, com redução gradativa do número de indivíduos nas maiores classes, conforme demonstra a figura a seguir.

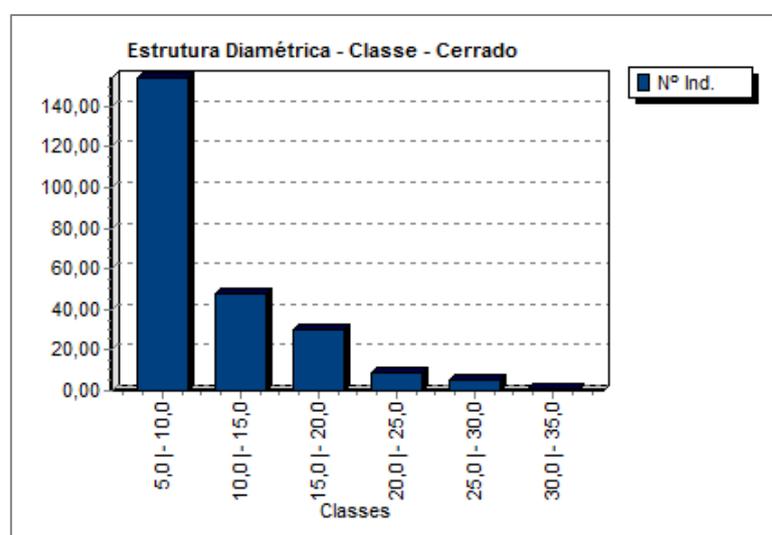


Figura 8.20– Representação da estrutura diamétrica do Cerrado amostrado na ADA.

De acordo com o **Quadro 8.15**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem do Cerrado foi de 5,0 - 10,0cm de DAP, com 155 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm, com 48 indivíduos, e 15,0 - 20,0 cm, com 30 indivíduos da população total amostrada.

Quadro 8.15 – Estrutura diamétrica Cerrado.

Classe	Nº Ind.	AB (m ²)	VT (m ³)
5,0 - 10,0	155	0,6482	2,0218
10,0 - 15,0	48	0,5453	2,0306
15,0 - 20,0	30	0,7002	3,2784
20,0 - 25,0	9	0,3488	1,7926
25,0 - 30,0	5	0,291	1,8765
30,0 - 35,0	1	0,0855	0,4778
Total	248	2,6191	11,4950

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados no Cerrado foi de 8,8 cm e a média de altura total (HT) foi de 4,0 metros.

O **Quadro 8.16** apresenta os dados de número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT), por unidade amostral (parc) e por hectare (ha), de acordo com as espécies amostradas no estrato Cerrado.

Quadro 8.16 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato Cerrado.

Nome Científico	N/parc	AB/parc (m ²)	VT/parc (m ³)	N/ha	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
<i>Kielmeyera coriacea</i>	32	0,3553	1,3293	97	1,077	4,0281
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	22	0,3175	1,2284	66,7	0,962	3,7226
<i>Callisthene major</i>	25	0,2641	1,0688	75,8	0,8	3,2389
<i>Myrcia tomentosa</i>	30	0,1597	0,4758	90,9	0,484	1,4419
<i>morta</i>	11	0,1004	0,3944	33,3	0,304	1,195
<i>Myrcia bella</i>	10	0,0985	0,303	30,3	0,298	0,9181
<i>Myrsine umbellata</i>	10	0,0597	0,2108	30,3	0,181	0,6389
<i>Erythrina falcata</i>	4	0,1761	1,2226	12,1	0,534	3,705
<i>Dalbergia miscolobium</i>	7	0,1035	0,4892	21,2	0,314	1,4825
<i>Myrcia splendens</i>	4	0,0982	0,5162	12,1	0,298	1,5641
<i>Styrax camporum</i>	7	0,0637	0,3118	21,2	0,193	0,9448
<i>Lithraea molleoides</i>	9	0,0639	0,2278	27,3	0,194	0,6902
<i>Vochysia tucanorum</i>	4	0,0795	0,4408	12,1	0,241	1,3358
<i>Campomanesia velutina</i>	5	0,0639	0,344	15,2	0,194	1,0424
<i>Machaerium villosum</i>	4	0,1012	0,5616	12,1	0,307	1,7017
<i>Campomanesia sessiliflora</i>	5	0,0589	0,2444	15,2	0,179	0,7407
<i>Tapirira guianensis</i>	3	0,0521	0,2864	9,1	0,158	0,868
<i>Ocotea pulchella</i>	3	0,0401	0,2362	9,1	0,121	0,7158
<i>Miconia pepericarpa</i>	3	0,0101	0,0314	9,1	0,031	0,0952
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	5	0,016	0,0449	15,2	0,049	0,1361
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3	0,0366	0,156	9,1	0,111	0,4726
<i>Myrsine coriacea</i>	3	0,0295	0,1379	9,1	0,089	0,4179
<i>Platypodium elegans</i>	3	0,0168	0,0695	9,1	0,051	0,2107
<i>Aegiphila sellowiana</i>	3	0,0148	0,0572	9,1	0,045	0,1734
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1	0,063	0,4444	3	0,191	1,3465
<i>Croton urucurana</i>	2	0,0142	0,0557	6,1	0,043	0,1687
<i>Tibouchina candolleana</i>	2	0,0091	0,0317	6,1	0,028	0,096
<i>Cedrela fissilis</i>	2	0,0075	0,0239	6,1	0,023	0,0726
<i>Syzygium cumini</i>	3	0,0208	0,0722	9,1	0,063	0,2187
<i>Clethra scabra</i>	2	0,0041	0,0104	6,1	0,012	0,0315
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	1	0,0232	0,1321	3	0,07	0,4004
<i>Eugenia dysenterica</i>	2	0,0123	0,0343	6,1	0,037	0,1039
<i>Lamanonia ternata</i>	1	0,0115	0,0379	3	0,035	0,1148
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	0,0103	0,0534	3	0,031	0,1618

Nome Científico	N/par c	AB/parc (m ²)	VT/parc (m ³)	N/h a	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1	0,0076	0,0265	3	0,023	0,0804
<i>Guapira graciliflora</i>	1	0,0058	0,0188	3	0,018	0,0571
<i>Erythroxylum suberosum</i>	1	0,0057	0,014	3	0,017	0,0424
<i>Tabebuia aurea</i>	1	0,005	0,0147	3	0,015	0,0447
<i>Amaioua guianensis</i>	1	0,0049	0,015	3	0,015	0,0456
<i>Vitex polygama</i>	1	0,0046	0,0153	3	0,014	0,0465
<i>Solanum mauritianum</i>	1	0,0039	0,0132	3	0,012	0,0401
<i>Simarouba versicolor</i>	1	0,0035	0,0136	3	0,011	0,0411
<i>Machaerium opacum</i>	1	0,0032	0,0085	3	0,01	0,0257
<i>Plenckia populnea</i>	1	0,0032	0,0098	3	0,01	0,0296
<i>Guapira noxia</i>	1	0,0032	0,0079	3	0,01	0,0241
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1	0,0029	0,0086	3	0,009	0,0261
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	1	0,0026	0,0081	3	0,008	0,0244
<i>Enterolobium gummiferum</i>	1	0,0026	0,0065	3	0,008	0,0198
<i>Cabralea canjerana</i>	1	0,0023	0,0074	3	0,007	0,0224
<i>Vernonia polyanthes</i>	1	0,002	0,0052	3	0,006	0,0156
Total	248	2,6191	11,495	752	7,937	34,8334

8.2.4.3.3 Campo Sujo

Na fisionomia Campo Sujo foi realizado o censo florestal diante da baixa presença de indivíduos arbóreos com CAP maior que 15,7 cm. Ao todo foram mensurados 160 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 29 espécies arbóreas.

Os dados fitossociológicos obtidos na fisionomia Campo Sujo revelam que as espécies com maior IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Stryphonodendron adstringens*, *Callisthene major*, *Myrcia tomentosa*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Aegiphila lhotskiana*, respectivamente.

A estrutura horizontal da fisionomia Campo Sujo pode ser visualizada no **Quadro 8.17** e **Figura 8.21**.

Quadro 8.17 – Estrutura horizontal da fisionomia Campo Sujo.

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	45	1	0,45	1,51	28,13	100	3,33	0,02	15,26	43,39	46,72	15,57
<i>Callisthene major</i>	6	1	0,675	0,2	3,75	100	3,33	0,02	22,88	26,63	29,96	9,99
<i>Myrcia tomentosa</i>	10	1	0,177	0,34	6,25	100	3,33	0,01	6,01	12,26	15,59	5,2
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	9	1	0,161	0,3	5,62	100	3,33	0,01	5,45	11,07	14,4	4,8
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	11	1	0,102	0,37	6,87	100	3,33	0	3,46	10,33	13,66	4,55
<i>Tapirira guianensis</i>	8	1	0,15	0,27	5	100	3,33	0,01	5,08	10,08	13,42	4,47
<i>Styrax ferrugineus</i>	10	1	0,112	0,34	6,25	100	3,33	0	3,79	10,04	13,37	4,46
<i>Vochysia tucanorum</i>	3	1	0,234	0,1	1,87	100	3,33	0,01	7,93	9,8	13,13	4,38
<i>Dalbergia miscolobium</i>	5	1	0,118	0,17	3,12	100	3,33	0	3,98	7,11	10,44	3,48
<i>Campomanesia velutina</i>	2	1	0,161	0,07	1,25	100	3,33	0,01	5,45	6,7	10,03	3,34
<i>Myrcia bella</i>	7	1	0,066	0,24	4,38	100	3,33	0	2,23	6,61	9,94	3,31

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Styrax camporum</i>	6	1	0,056	0,2	3,75	100	3,33	0	1,91	5,66	8,99	3
<i>Kielmeyera coriacea</i>	6	1	0,046	0,2	3,75	100	3,33	0	1,54	5,29	8,63	2,87
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	5	1	0,04	0,17	3,12	100	3,33	0	1,35	4,48	7,81	2,6
<i>Myrcia splendens</i>	4	1	0,047	0,13	2,5	100	3,33	0	1,61	4,11	7,44	2,48
<i>Leucochloron incuriale</i>	1	1	0,068	0,03	0,62	100	3,33	0	2,32	2,95	6,28	2,09
<i>Gochnatia polymorpha</i>	3	1	0,03	0,1	1,87	100	3,33	0	1,03	2,9	6,24	2,08
<i>morta</i>	3	1	0,022	0,1	1,87	100	3,33	0	0,76	2,63	5,97	1,99
<i>Cecropia pachystachya</i>	3	1	0,023	0,1	1,87	100	3,33	0	0,77	2,65	5,98	1,99
<i>Simarouba versicolor</i>	1	1	0,052	0,03	0,62	100	3,33	0	1,77	2,4	5,73	1,91
<i>Schefflera macrocarpa</i>	2	1	0,025	0,07	1,25	100	3,33	0	0,83	2,09	5,42	1,81
<i>Erythrina falcata</i>	1	1	0,033	0,03	0,62	100	3,33	0	1,12	1,75	5,08	1,69
<i>Myrsine coriacea</i>	2	1	0,013	0,07	1,25	100	3,33	0	0,43	1,68	5,01	1,67
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	1	1	0,028	0,03	0,62	100	3,33	0	0,94	1,56	4,9	1,63
<i>Machaerium villosum</i>	1	1	0,021	0,03	0,62	100	3,33	0	0,7	1,33	4,66	1,55
<i>Ficus sp.</i>	1	1	0,012	0,03	0,62	100	3,33	0	0,39	1,02	4,35	1,45
<i>Tabebuia ochracea</i>	1	1	0,011	0,03	0,62	100	3,33	0	0,37	0,99	4,33	1,44
<i>Micranda elata</i>	1	1	0,01	0,03	0,62	100	3,33	0	0,33	0,95	4,28	1,43
<i>Tibouchina candolleana</i>	1	1	0,007	0,03	0,62	100	3,33	0	0,24	0,87	4,2	1,4
<i>Eremanthus erythropappus</i>	1	1	0,003	0,03	0,62	100	3,33	0	0,09	0,71	4,05	1,35
Total	160	1	2,95	5	100	3000	100	0	100	200	300	100

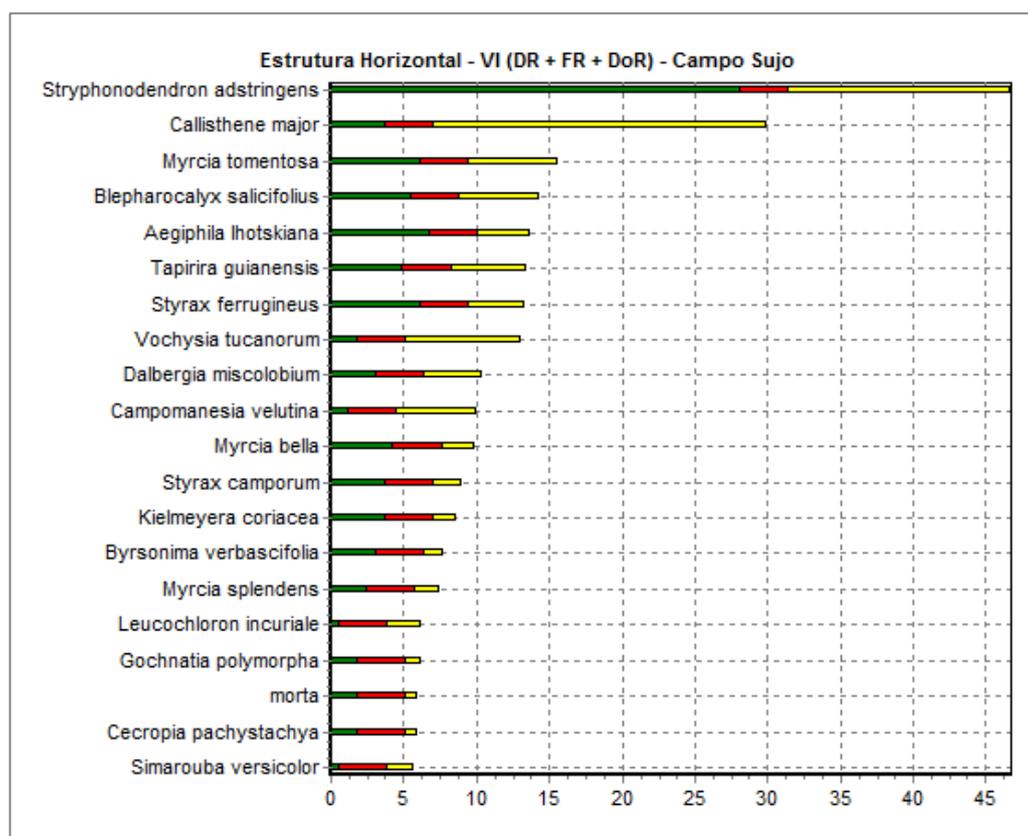


Figura 8.21– Representação gráfica do IVI das 20 espécies de maior destaque amostradas na fisionomia Campo Sujo.

O maior valor de densidade (D) encontrado foi para a espécie *Stryphonodendron adstringens*, seguida de *Aegiphila lhotskiana*, *Myrcioto mentosa*, *Styrax ferrugineus* e *Blepharocalys salicifolius*, respectivamente.

O parâmetro frequência (F) foi o mesmo para todas as espécies, uma vez que foi realizado o inventário 100% na fisionomia Campo Sujo.

O parâmetro dominância (Do) revela que a espécie *Callisthene major* obteve o maior valor de área basal por hectare na tipologia amostrada, seguida por *Stryphonodendron adstringens*, *Vochysia tucanorum*, *Myrcia tomentosa* e *Campomanesia velutina*, respectivamente.

8.2.4.3.3.1 Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica do Campo Sujo inventariado revela um padrão de distribuição típico de vegetação nativa, onde a maioria dos indivíduos encontra-se nas menores classes de diâmetro, com redução gradativa do número de indivíduos nas maiores classes, conforme demonstra a **Figura 8.22**.

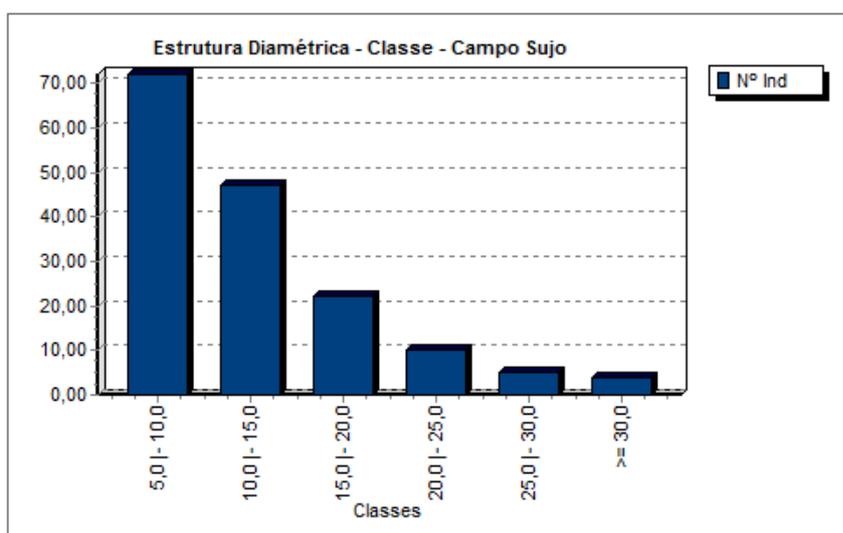


Figura 8.22– Representação da estrutura diamétrica do Campo Sujo amostrado.

De acordo com o **Quadro 8.18**, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem do Campo Sujo foi de 5,0 - 10,0 cm de DAP, com 72 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm, com 47 indivíduos, e 15,0 - 20,0 cm, com 22 indivíduos da população total amostrada.

Quadro 8.18 – Estrutura diamétrica Campo Sujo.

Classe	Nº Ind	AB (m ²)	VT (m ³)
5,0 - 10,0	72	0,3444	1,0793
10,0 - 15,0	47	0,5552	2,0343
15,0 - 20,0	22	0,5395	2,3212
20,0 - 25,0	10	0,3902	2,0546
25,0 - 30,0	5	0,2904	1,5404

>= 30,0	4	0,8304	6,4272
Total	160	2,95	15,4570

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados no Campo Sujo foi de 11,2 cm e a média de altura total (HT) foi de 3,8 metros.

O **Quadro 8.19** apresenta os dados de número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT), por unidade amostral (parc) e por hectare (ha), de acordo com as espécies amostradas no estrato Campo Sujo.

Quadro 8.19 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato Campo Sujo.

Nome Científico	N/parc	AB/parc (m ²)	VT/parc (m ³)	N/ha	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	45	0,4503	1,6339	1,51	0,015	0,0549
<i>Callisthene major</i>	6	0,6749	5,0585	0,2	0,023	0,17
<i>Myrcia tomentosa</i>	10	0,1772	0,7839	0,34	0,006	0,0263
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	9	0,1606	0,6719	0,3	0,005	0,0226
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	11	0,1019	0,3861	0,37	0,003	0,013
<i>Tapirira guianensis</i>	8	0,15	0,7637	0,27	0,005	0,0257
<i>Styrax ferrugineus</i>	10	0,1117	0,5257	0,34	0,004	0,0177
<i>Vochysia tucanorum</i>	3	0,2338	1,5907	0,1	0,008	0,0535
<i>Dalbergia miscolobium</i>	5	0,1175	0,5987	0,17	0,004	0,0201
<i>Campomanesia velutina</i>	2	0,1607	0,8386	0,07	0,005	0,0282
<i>Myrcia bella</i>	7	0,0658	0,2155	0,24	0,002	0,0072
<i>Styrax camporum</i>	6	0,0563	0,1815	0,2	0,002	0,0061
<i>Kielmeyera coriacea</i>	6	0,0455	0,1439	0,2	0,002	0,0048
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	5	0,0399	0,1283	0,17	0,001	0,0043
<i>Myrcia splendens</i>	4	0,0474	0,1737	0,13	0,002	0,0058
<i>Leucochloron incuriale</i>	1	0,0684	0,4155	0,03	0,002	0,014
<i>Gochnatia polymorpha</i>	3	0,0303	0,117	0,1	0,001	0,0039
<i>Cecropia pachystachya</i>	3	0,0228	0,1051	0,1	0,001	0,0035
<i>morta</i>	3	0,0224	0,0761	0,1	0,001	0,0026
<i>Simarouba versicolor</i>	1	0,0522	0,3645	0,03	0,002	0,0122
<i>Schefflera macrocarpa</i>	2	0,0246	0,0844	0,07	0,001	0,0028
<i>Erythrina falcata</i>	1	0,0331	0,1534	0,03	0,001	0,0052
<i>Myrsine coriacea</i>	2	0,0126	0,0451	0,07	0	0,0015
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	1	0,0277	0,1237	0,03	0,001	0,0042
<i>Machaerium villosum</i>	1	0,0207	0,0984	0,03	0,001	0,0033
<i>Ficus sp.</i>	1	0,0115	0,0589	0,03	0	0,002
<i>Tabebuia ochracea</i>	1	0,0109	0,0517	0,03	0	0,0017
<i>Micranda elata</i>	1	0,0096	0,0327	0,03	0	0,0011
<i>Tibouchina candolleana</i>	1	0,0072	0,0297	0,03	0	0,001
<i>Eremanthus erythropappus</i>	1	0,0026	0,0062	0,03	0	0,0002

Nome Científico	N/par c	AB/parc (m ²)	VT/parc (m ³)	N/h a	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
Total	160	2,95	15,457	5,38	0,099	0,5194

8.2.4.3.4 Pastagem

Na tipologia pastagem também foi realizado o censo florestal diante da baixa presença de indivíduos arbóreos com CAP maior que 15,7 cm. Ao todo foram mensurados 178 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 42 espécies arbóreas.

Os dados fitossociológicos obtidos revelam que as espécies com maior IVI (Índice de Valor de Importância) foram: *Dalbergiamis colobium*, *Solanum lycocarpum*, *Campomanesia sessiliflora*, *Lithraea molleoides* e *Machaerium hirtum*, respectivamente.

A estrutura horizontal da tipologia pastagem amostrada pode ser visualizada no **Quadro 8.20** e na **Figura 8.23**.

Quadro 8.20 – Estrutura horizontal da tipologia pastagem amostrada.

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Dalbergia miscolobium</i>	26	1	0,521	0,54	14,61	100	2,33	0,01	15,2	29,8	32,1	10,7
<i>Solanum lycocarpum</i>	20	1	0,25	0,41	11,24	100	2,33	0,01	7,26	18,5	20,8	6,94
<i>Campomanesia sessiliflora</i>	10	1	0,326	0,21	5,62	100	2,33	0,01	9,48	15,1	17,4	5,81
<i>Lithraea molleoides</i>	16	1	0,211	0,33	8,99	100	2,33	0	6,12	15,1	17,4	5,81
<i>Machaerium hirtum</i>	4	1	0,401	0,08	2,25	100	2,33	0,01	11,7	13,9	16,2	5,41
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	9	1	0,123	0,19	5,06	100	2,33	0	3,58	8,64	11	3,66
<i>Myrsine coriacea</i>	10	1	0,072	0,21	5,62	100	2,33	0	2,09	7,71	10	3,34
<i>Cedrela fissilis</i>	4	1	0,179	0,08	2,25	100	2,33	0	5,2	7,45	9,77	3,26
<i>Copaifera langsdorffii</i>	3	1	0,195	0,06	1,69	100	2,33	0	5,68	7,37	9,69	3,23
<i>Tabebuia ochracea</i>	4	1	0,093	0,08	2,25	100	2,33	0	2,7	4,95	7,27	2,42
<i>Celtis pubescens</i>	4	1	0,086	0,08	2,25	100	2,33	0	2,51	4,76	7,08	2,36
<i>Vernonia polyanthes</i>	6	1	0,037	0,12	3,37	100	2,33	0	1,07	4,45	6,77	2,26
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	4	1	0,057	0,08	2,25	100	2,33	0	1,66	3,91	6,24	2,08
<i>Myrcia bella</i>	5	1	0,033	0,1	2,81	100	2,33	0	0,96	3,77	6,1	2,03
<i>Erythroxylum deciduum</i>	5	1	0,033	0,1	2,81	100	2,33	0	0,95	3,76	6,08	2,03
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5	1	0,029	0,1	2,81	100	2,33	0	0,83	3,64	5,97	1,99
<i>Platypodium elegans</i>	3	1	0,066	0,06	1,69	100	2,33	0	1,91	3,6	5,92	1,97
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	4	1	0,032	0,08	2,25	100	2,33	0	0,92	3,17	5,49	1,83
<i>Tibouchina candolleana</i>	1	1	0,083	0,02	0,56	100	2,33	0	2,4	2,96	5,29	1,76
<i>Maclura tinctoria</i>	1	1	0,08	0,02	0,56	100	2,33	0	2,31	2,88	5,2	1,73
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1	1	0,074	0,02	0,56	100	2,33	0	2,15	2,71	5,04	1,68
<i>Erythrina falcata</i>	1	1	0,068	0,02	0,56	100	2,33	0	1,99	2,55	4,87	1,62
<i>Machaerium stipitatum</i>	3	1	0,026	0,06	1,69	100	2,33	0	0,77	2,45	4,78	1,59
<i>Pisidium guajava</i>	3	1	0,02	0,06	1,69	100	2,33	0	0,59	2,27	4,6	1,53
<i>Styrax camporum</i>	3	1	0,015	0,06	1,69	100	2,33	0	0,44	2,13	4,46	1,49
<i>Dimorphandra mollis</i>	1	1	0,055	0,02	0,56	100	2,33	0	1,59	2,16	4,48	1,49
<i>Myrsine umbellata</i>	2	1	0,032	0,04	1,12	100	2,33	0	0,92	2,04	4,37	1,46

Nome Científico	N	U	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI	VI (%)
<i>Tapirira guianensis</i>	2	1	0,023	0,04	1,12	100	2,33	0	0,68	1,8	4,13	1,38
<i>Myrcia tomentosa</i>	2	1	0,021	0,04	1,12	100	2,33	0	0,62	1,74	4,07	1,36
<i>Machaerium villosum</i>	1	1	0,037	0,02	0,56	100	2,33	0	1,07	1,63	3,96	1,32
<i>Kielmeyera coriacea</i>	2	1	0,013	0,04	1,12	100	2,33	0	0,37	1,49	3,82	1,27
<i>Acosmium subelegans</i>	2	1	0,013	0,04	1,12	100	2,33	0	0,36	1,49	3,81	1,27
<i>Ocotea corymbosa</i>	1	1	0,021	0,02	0,56	100	2,33	0	0,6	1,16	3,49	1,16
<i>Schefflera macrocarpa</i>	1	1	0,019	0,02	0,56	100	2,33	0	0,55	1,11	3,43	1,14
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1	1	0,016	0,02	0,56	100	2,33	0	0,47	1,03	3,36	1,12
<i>morta</i>	1	1	0,015	0,02	0,56	100	2,33	0	0,44	1	3,32	1,11
<i>Cordia trichotoma</i>	1	1	0,015	0,02	0,56	100	2,33	0	0,45	1,01	3,34	1,11
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	1	0,013	0,02	0,56	100	2,33	0	0,39	0,95	3,28	1,09
<i>Diospyrus brasiliensis</i>	1	1	0,011	0,02	0,56	100	2,33	0	0,31	0,87	3,19	1,06
<i>Psidium sp.</i>	1	1	0,009	0,02	0,56	100	2,33	0	0,27	0,83	3,15	1,05
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1	1	0,008	0,02	0,56	100	2,33	0	0,22	0,78	3,11	1,04
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1	1	0,007	0,02	0,56	100	2,33	0	0,19	0,76	3,08	1,03
<i>Casearia sylvestris</i>	1	1	0,004	0,02	0,56	100	2,33	0	0,1	0,66	2,99	1
Total	178	1	3,438	3,68	100	4300	100	0,07	100	200	300	100

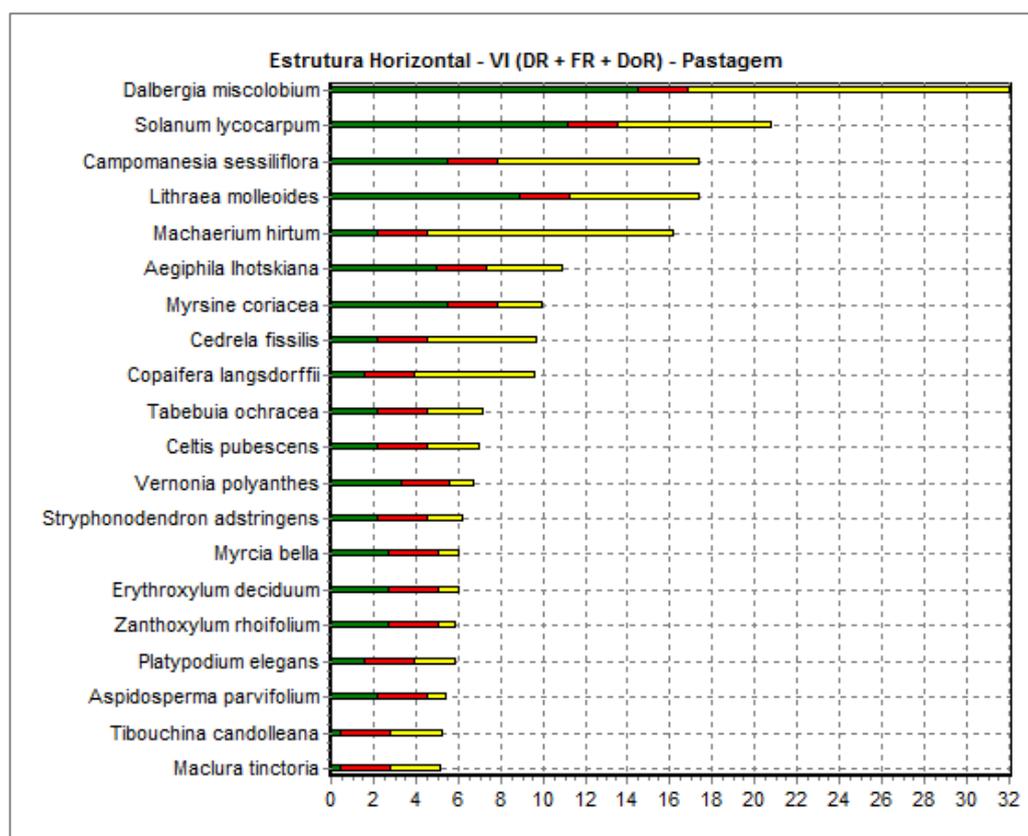


Figura 8.23– Representação gráfica do IVI das espécies amostradas na tipologia pastagem.

O maior valor de densidade (D) encontrado foi para a espécie *Dalbergia miscolobium*, seguida por *Solanum lycocarpum*, *Lithraea molleoides*, *Campomanesia sessiliflora* e, *Myrsine coriacea*, respectivamente.

O parâmetro frequência (F) foi o mesmo para todas as espécies, uma vez que foi realizado o inventário 100% na tipologia pastagem.

O parâmetro dominância (Do) revela que a espécie *Dalbergia miscolobium* obteve o maior valor de área basal por hectare na tipologia amostrada, seguida por *Machaerium hirtum*, *Campomanesia sessiliflora*, *Solanum lycocarpum* e *Lithraea molleoides*, respectivamente.

8.2.4.3.4.1 Estrutura diamétrica

A estrutura diamétrica da pastagem inventariada revela uma distribuição com a maioria dos indivíduos inseridos nas menores classes, conforme demonstra a **Figura 8.24**.

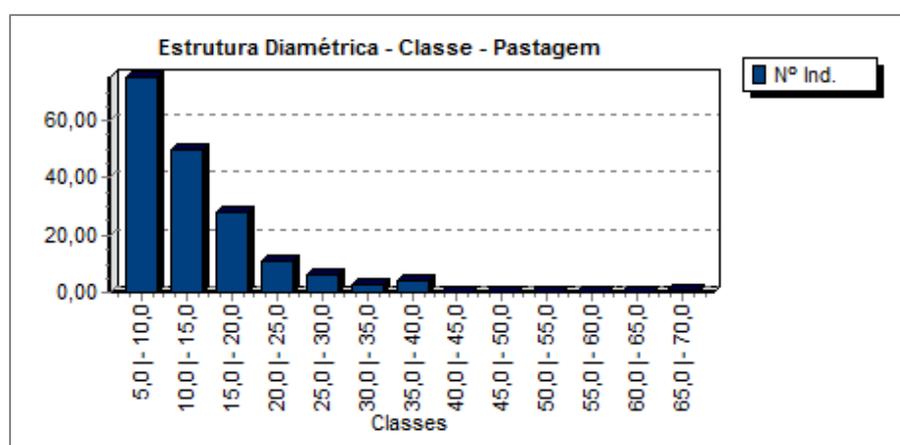


Figura 8.24– Representação da estrutura diamétrica da pastagem amostrada na ADA.

De acordo com o quadro abaixo, a classe diamétrica de maior representatividade na amostragem da pastagem foi de 5,0 - 10,0cm de DAP, com 75 indivíduos, seguida pelas classes de 10,0 - 15,0 cm, com 50 indivíduos, e 15,0 - 20,0 cm, com 28 indivíduos da população total amostrada.

Quadro 8.21 – Estrutura diamétrica da pastagem.

Classe	Nº Ind	AB (m ²)	VT (m ³)
5,0 - 10,0	75	0,396	1,0428
10,0 - 15,0	50	0,6069	1,9632
15,0 - 20,0	28	0,6386	2,1433
20,0 - 25,0	11	0,4122	1,6429
25,0 - 30,0	6	0,3633	1,6499
30,0 - 35,0	3	0,236	0,9519
35,0 - 40,0	4	0,4449	2,3445
40,0 - 45,0	0	0	0
45,0 - 50,0	0	0	0
50,0 - 55,0	0	0	0
55,0 - 60,0	0	0	0
60,0 - 65,0	0	0	0

Classe	Nº Ind	AB (m ²)	VT (m ³)
65,0 - 70,0	1	0,3403	2,1234
Total	178	3,4382	13,8619

A média diamétrica (DAP) dos indivíduos amostrados na pastagem foi de 11,5 cm e a média de altura total (HT) foi de 4,4 metros.

O quadro a seguir apresenta os dados de número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT), por unidade amostral (parc) e por hectare (ha), de acordo com as espécies amostradas no estrato pastagem.

Quadro 8.22 – Número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) de acordo com as espécies amostradas no estrato pastagem.

Nome Científico	Nº Ind	AB(m ²)	VT(m ³)	N/ha	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
<i>Dalbergia miscolobium</i>	26	0,5213	2,107	0,54	0,011	0,0435
<i>Solanum lycocarpum</i>	20	0,2496	0,6915	0,41	0,005	0,0143
<i>Lithraea molleoides</i>	16	0,2106	0,699	0,33	0,004	0,0144
<i>Campomanesia sessiliflora</i>	10	0,3258	1,0869	0,21	0,007	0,0225
<i>Machaerium hirtum</i>	4	0,4011	2,3976	0,08	0,008	0,0495
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	9	0,1232	0,3864	0,19	0,003	0,008
<i>Myrsine coriacea</i>	10	0,0718	0,2462	0,21	0,001	0,0051
<i>Cedrela fissilis</i>	4	0,1787	0,8346	0,08	0,004	0,0172
<i>Copaifera langsdorffii</i>	3	0,1954	1,1159	0,06	0,004	0,0231
<i>Tabebuia ochracea</i>	4	0,0928	0,323	0,08	0,002	0,0067
<i>Celtis pubescens</i>	4	0,0863	0,2911	0,08	0,002	0,006
<i>Vernonia polyanthes</i>	6	0,0369	0,0978	0,12	0,001	0,002
<i>Stryphonodendron adstringens</i>	4	0,0572	0,1746	0,08	0,001	0,0036
<i>Myrcia bella</i>	5	0,0331	0,0559	0,1	0,001	0,0012
<i>Erythroxylum deciduum</i>	5	0,0326	0,0664	0,1	0,001	0,0014
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5	0,0286	0,0641	0,1	0,001	0,0013
<i>Platypodium elegans</i>	3	0,0657	0,4351	0,06	0,001	0,009
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	4	0,0316	0,1148	0,08	0,001	0,0024
<i>Tibouchina candolleana</i>	1	0,0825	0,4264	0,02	0,002	0,0088
<i>Maclura tinctoria</i>	1	0,0796	0,2709	0,02	0,002	0,0056
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1	0,0739	0,2546	0,02	0,002	0,0053
<i>Erythrina falcata</i>	1	0,0683	0,3577	0,02	0,001	0,0074
<i>Machaerium stipitatum</i>	3	0,0264	0,1112	0,06	0,001	0,0023
<i>Pisidium guajava</i>	3	0,0202	0,0528	0,06	0	0,0011
<i>Dimorphandra mollis</i>	1	0,0548	0,1768	0,02	0,001	0,0037
<i>Styrax camporum</i>	3	0,0153	0,042	0,06	0	0,0009
<i>Myrsine umbellata</i>	2	0,0316	0,1212	0,04	0,001	0,0025
<i>Tapirira guianensis</i>	2	0,0234	0,0735	0,04	0	0,0015

Nome Científico	Nº Ind	AB(m ²)	VT(m ³)	N/ha	AB/ha (m ²)	VT/ha (m ³)
<i>Myrcia tomentosa</i>	2	0,0212	0,071	0,04	0	0,0015
<i>Machaerium villosum</i>	1	0,0367	0,1548	0,02	0,001	0,0032
<i>Kielmeyera coriacea</i>	2	0,0126	0,0308	0,04	0	0,0006
<i>Acosmium subelegans</i>	2	0,0125	0,0297	0,04	0	0,0006
<i>Ocotea corymbosa</i>	1	0,0207	0,0864	0,02	0	0,0018
<i>Schefflera macrocarpa</i>	1	0,0187	0,0719	0,02	0	0,0015
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1	0,0161	0,0687	0,02	0	0,0014
<i>Cordia trichotoma</i>	1	0,0154	0,0553	0,02	0	0,0011
<i>morta</i>	1	0,015	0,035	0,02	0	0,0007
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	0,0134	0,0579	0,02	0	0,0012
<i>Diospyrus brasiliensis</i>	1	0,0105	0,041	0,02	0	0,0008
<i>Psidium sp.</i>	1	0,0091	0,0361	0,02	0	0,0007
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1	0,0076	0,0235	0,02	0	0,0005
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1	0,0067	0,0158	0,02	0	0,0003
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0,0035	0,0087	0,02	0	0,0002
Total	178	3,4382	13,8619	3,68	0,071	0,2864

8.2.4.4 Dados gerais

O **Quadro 8.23** apresenta dados gerais do inventário florestal para cada unidade amostral, informando o DAP médio, altura média (H), número de indivíduos (N), área basal (AB) e volume total (VT) em m³ e metro estéreo (mst).

O fator de conversão para transformação de m³ para metro estéreo (mst) foi de 1,77 para as tipologias FES médio e Pastagem, e 2,12 para o Cerrado e Campo Sujo (Scolforo *et al.*, 2008).

Quadro 8.23 – Dados gerais do inventário florestal para cada unidade amostral.

Parcela	DAP méd (cm)	H méd (m)	N/parc	N/ha	AB/parc (m ²)	AB/ha (m ²)	VT/parc (m ³)	VT/parc (mst)	VT/ha (m ³)	VT/ha (mst)
1	12,7	9,2	53	1767	0,9988	33,294	6,7891	12,0167	226,3033	400,5569
2	10,3	7,5	33	1100	0,54	18,001	3,6172	6,4024	120,5733	213,4148
3	13	8,9	45	1500	0,8187	27,29	5,2538	9,2992	175,1267	309,9742
4	10,8	4,8	14	467	0,1838	6,128	1,0234	2,1696	34,1133	72,3203
5	11,3	9,3	39	1300	0,4795	15,982	3,2757	5,798	109,19	193,2663
6	8	4,4	29	967	0,2843	9,476	1,1462	2,4299	38,2067	80,9981
7	13,3	8,1	31	1033	0,6527	21,756	4,1818	7,4018	139,3933	246,7262
8	10,8	7,7	41	1367	0,5687	18,958	3,2117	5,6847	107,0567	189,4903
9	9,6	6,2	29	967	0,2919	9,731	1,4835	3,1449	49,4486	104,831
10	10,9	8,4	70	2333	0,9277	30,923	5,66	10,0182	188,6667	333,94
11	11,1	8,3	44	1467	0,6159	20,529	3,5706	6,32	119,02	210,6654
12	11,9	9,5	41	1367	0,6225	20,751	4,239	7,503	141,3	250,101
13	13,4	9,4	38	1267	0,7959	26,529	5,4309	9,6127	181,03	320,4231
14	15	9	44	1467	1,0995	36,65	7,3756	13,0548	245,8533	435,1604
15	11,8	8,8	43	1433	0,7106	23,686	4,8989	8,6711	163,2967	289,0351
16	12,4	4,9	9	300	0,2019	6,729	1,3086	2,7742	43,62	92,4744
17	8,5	3,5	26	867	0,2672	8,906	0,9975	2,1147	33,25	70,49
18	14,6	9,1	31	1033	0,8198	27,327	5,9405	10,5147	198,0167	350,4895
19	9,2	8,3	75	2500	0,5894	19,645	3,938	6,9703	131,2667	232,342
20	9,6	3,6	28	933	0,3475	11,582	1,3983	2,9644	46,61	98,8132
21	11,2	8,1	37	1233	0,6433	21,445	4,1692	7,3795	138,9733	245,9828
22	8,6	3,8	39	1300	0,3695	12,316	1,4402	3,0532	48,0067	101,7741
23	11,1	9	55	1833	0,7765	25,884	5,0179	8,8816	167,2617	296,0532
24	9,6	3,4	10	333	0,1156	3,852	0,5281	1,1196	17,6042	37,3209
25	10	8	86	2866	1,0371	34,57	6,4992	11,5035	216,6386	383,4503
26	8,5	3,2	25	833	0,2402	8,006	1,0755	2,2801	35,8502	76,0025

Parcela	DAP méd (cm)	H méd (m)	N/parc	N/ha	AB/parc (m ²)	AB/ha (m ²)	VT/parc (m ³)	VT/parc (mst)	VT/ha (m ³)	VT/ha (mst)
27	15,3	8,7	45	1500	1,1408	38,026	7,474	13,2291	249,1348	440,9686
28	7	3,6	25	833	0,1684	5,613	0,5795	1,2286	19,3175	40,9531
29	13,7	7,1	24	800	0,7561	25,204	4,5628	8,0762	152,0934	269,2054
30	11,6	8,4	40	1333	0,7383	24,61	4,9409	8,7453	164,6951	291,5104
31	12	8,4	39	1300	0,8332	27,774	5,5031	9,7406	183,438	324,6852
32	8,4	2,6	14	467	0,1489	4,964	0,5142	1,09	17,1386	36,3339
Total	-	-	1202	-	18,7842	-	117,0448	211,1926	-	-
Média	11,1	7	38	1252	0,587	19,5668	3,6577	6,5998	121,9217	219,9923

8.2.4.5 Análise Volumétrica - ADA

A análise volumétrica foi realizada conforme resultados do inventário florestal executado nos anos de 2017 e 2018, realizado com base no projeto de alçamento de 2017, porém as estimativas volumétricas foram atualizadas conforme a quantificação de uso do solo da ADA do novo projeto de 2019. Dessa forma, foram utilizadas as estimativas volumétricas por hectare obtidas no inventário florestal e considerada a nova área de intervenção do projeto.

Toda a área de intervenção prevista para alçamento da Barragem BR equivale a 75,6354 ha; entretanto, ocorrerá supressão vegetal em apenas 61,1944 ha, nas tipologias que apresentam rendimento lenhoso (Cerrado *stricto sensu*, FES estágio médio, Campo Sujo e Pastagem).

Estima-se um rendimento lenhoso de 3.449,3401 m³ de madeira em toda a área de intervenção.

O **Quadro 8.24** apresenta os resultados volumétricos estimados para toda a área de intervenção.

Quadro 8.24 – Estimativa do volume de madeira nas fisionomias inseridas na ADA.

Fisionomia/tipologia	Área de intervenção (ha)	Volume/ha (m ³)	Volume Total (m ³)	Volume Total (mst)
Cerrado ss	7,2728	34,8334	253,3360	537,0723
FES médio	9,6950	167,5395	1.624,2956	2.875,0031
Campo Sujo	24,9793	0,5194	12,9754	27,5078
Pastagem	19,2473	0,2864	5,5124	9,7569
Total	61,1944	203,1787	1.896,1193	3.449,3401

8.2.4.5.1 Produtos e subprodutos florestais

Grande parte do material explorado poderá ser utilizado como lenha para fins energéticos. Porém, na área de intervenção requerida existem indivíduos arbóreos de elevado DAP, aptos para utilização em serrarias.

Durante o inventário florestal realizado na área do empreendimento foi obtida a altura comercial das árvores de grande porte, com DAP maior que 25 cm, para quantificação do material lenhoso em tora.

Estima-se que existam 242,4545 m³ de madeira em tora apta para utilização em serraria ao longo de toda a área de intervenção, conforme apresentado no **Quadro 8.25**.

Quadro 8.25 – Estimativa de produtos florestais na ADA.

DESTINAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL LENHOSO (m ³)					
	Nativa	Plantada		Nativa	Plantada
Lenha para carvão	3.206,8855		Madeira para serraria	242,4545	
Lenha de uso doméstico			Madeira para celulose		
Lenha para outros fins			Madeira para outros fins		

8.2.4.6 Análise Estatística do Inventário - ADA

Os resultados estatísticos do inventário florestal indicam que o erro de amostragem do inventário, considerando um nível de probabilidade de 90%, foi de 7,68%, atendendo assim ao exigido pela legislação estadual – Resolução Conjunta SEMAD/IEF 1.905 de 2013.

Quadro 8.26 – Dados estatísticos do inventário florestal.

Parâmetro	Resultado
t tabelado (10%; 31 g.l)	1,697
Média estratificada (\bar{Y}_m)	3,2072
Variância da média estratificada (S^2_y)	0,0211
Erro-padrão da média estratificada (S_y)	0,1452
Coefficiente de variação (CV%)	25,7891
Erro de amostragem (E)	0,2463
Erro de amostragem (E%)	7,68

9 ATUALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO – MEIO SOCIOECONÔMICO

O diagnóstico socioeconômico do Estudo de Impacto Ambiental da BR – RT17LA008 foi elaborado com base em dados secundários obtidos em páginas da internet mantidas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e em estudos anteriores realizados na área do Complexo de Mineração de Tapira, localizado no município homônimo de Tapira/MG, complementados por estudos específicos e interpretações de fotos. Dessa forma, este capítulo tem como objetivo atualizar e complementar o diagnóstico com dados mais recentes.

9.1.1 Desenvolvimento Humano

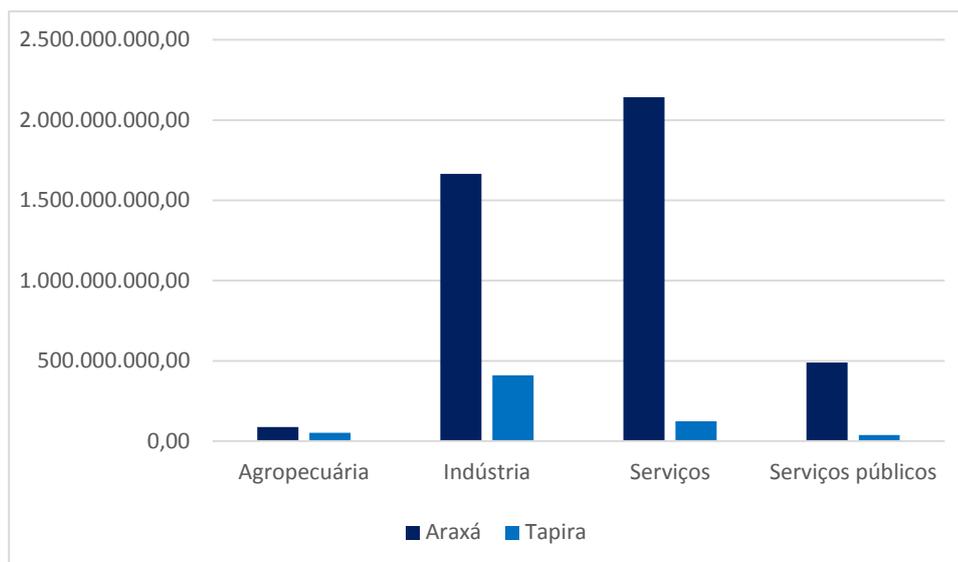
Segundo dados do IBGE (2018), o salário médio mensal no município de Araxá era de 2,9 salários-mínimos, o que levou o município à vigésima terceira melhor posição em comparação aos 853 municípios do estado de Minas Gerais. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 29,7%, 42º lugar do estado. Já em comparação com o total de cidades do país (5.570), Araxá ficava na posição 235 em relação ao salário médio mensal, e 505 em relação à proporção de pessoas ocupadas.

No que diz respeito ao município de Tapira, o salário médio mensal dos trabalhadores formais no ano de 2018 era de 4,7 salários-mínimos, superando a posição de Araxá e se posicionando na 2ª colocação no estado e 15ª do país. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 39,7%, 11ª posição do estado.

9.1.2 Indicadores de Produto Interno Bruto - PIB

De acordo com os dados divulgados pelo IBGE no ano de 2017, o PIB per capita de Araxá em 2017 foi de R\$ 49.299,60, 33ª posição do estado de Minas Gerais e o 343º do Brasil. O PIB per capita de Tapira no mesmo ano foi de R\$ 146.514,59, posicionando-se como sexto maior PIB per capita do estado, e 25º do país.

O PIB do município de Araxá teve como principais setores contribuintes a indústria e o setor de serviços, considerando o valor adicionado bruto a preços corrente, como se observa na **Figura 9.1**.



Fonte: IBGE, 2017.

Figura 9.1 – Contribuição dos setores no PIB (em R\$).

O município de Araxá, assim como o de Tapira, apresenta um crescimento gradativo do PIB entre anos 2011 e 2017, vide **Quadro 9.1**.

Quadro 9.1 - Evolução do PIB per capita em R\$.

Localidade	Araxá	Tapira
2011	30.454,92	78.617,83
2012	41.077,82	92.408,29
2013	42.591,31	106.525,35
2014	47.033,45	108.539,66
2015	47.945,40	92.307,70
2016	46.131,44	126.003,61
2017	49.299,60	146.514,59

Fonte: IBGE, 2017 e FJP/CEI, 2020.

9.1.3 Habitações

O Atlas Brasil (2017) reuniu os indicadores água encanada, esgoto e coleta de lixo para avaliar as condições dos domicílios e o **Quadro 9.2** apresenta o resultado da pesquisa no município de Araxá, Tapira e no estado de Minas Gerais.

Quadro 9.2 – Indicadores de Habitação em Araxá e Tapira em 2017.

Indicadores	Araxá	Tapira	Minas Gerais
% de domicílios com água encanada	95,82	90,91	91,82
% de domicílios com esgoto	93,77	100	78,3
% de domicílios com coleta de lixo	100	100	87,35

Fonte: Atlas Brasil (2017).

9.1.4 Educação

A rede escolar do município de Araxá, segundo dados do IBGE (2018), conta com 90 instituições de ensino e mais de 1.110 docentes para os mais de 23.000 alunos matriculados. Já o município de Tapira conta com 3 escolas e 59 docentes do ensino médio e fundamental para 724 matrículas. O **Quadro 9.3** especifica a situação das instituições de ensino em Araxá.

Quadro 9.3 – Rede escolar de Araxá.

Categoria	Quantidade	Média
MATRÍCULAS	23.005	
Ensino infantil	5.969	
Ensino fundamental	12.954	
Ensino médio	4.082	
DOCENTES	1.113	Alunos/docente
Ensino infantil	245	24
Ensino fundamental	589	22
Ensino médio	279	15
ESCOLAS	90	Alunos/escola
Ensino infantil	46	130
Ensino fundamental	34	381
Ensino médio	10	408

Fonte: IBGE, 2018.

Dados do Atlas Brasil (2010) indicam que a proporção em Araxá de crianças de 5 a 6 anos na escola é de 97,84%; de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental é de 85,47%; a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo é de 65,47%; e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo é de 52,64%.

Já em Tapira, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola era de 88,13%, em 2010. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos, frequentando os anos finais do ensino fundamental, era de 82,03%. A proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 64,98%; e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 33,39%.

9.1.4.1 Saúde

A taxa de mortalidade infantil média em Araxá é de 9,25 para 1.000 nascidos vivos, segundo os últimos dados do IBGE de 2017. As internações devido a diarreias são de 0,1 para cada 1.000 habitantes (IBGE, 2016). Araxá está na 484ª posição de 853 municípios do estado em relação a sua taxa de mortalidade infantil média e 658ª de 853 em relação a internações devido a diarreias. Quando comparado a cidades do Brasil todo, essas posições são de 3.300 de 5.570 e 4.734 de 5.570, respectivamente. Estes dados não são apresentados para a cidade de Tapira.

9.1.4.2 Comunicações

O município de Araxá conta com uma diversificada rede de comunicações, incluindo emissoras de televisão, jornais, revistas, portais online e rádios. As rádios, que podem também ser

acessadas via internet, incluem a Rádio Cidade (AM), Rádio Imbiara (FM), Rádio Sucesso (FM) e Rádio Volt (FM), além de rádios afiliadas, como a Jovem Pan (FM) de Araxá.

Entre jornais impressos e online de Araxá, tem-se: Diário de Araxá, Jornal A Voz de Araxá, Jornal Araxá, Jornal Clarim, Jornal Correio de Araxá, Jornal InterAção, Diário Sintonia, Portal Araxá, Futebol de Araxá, Equipe Positiva, Na Batida do Esporte, além de sites informativos como TV Araxá, que também dispõe de um canal de “web” rádio. Ainda há portais virtuais e canais informativos sobre eventos na cidade, como o Clic Araxá, e revistas, com caráter comercial e/ou social, como a Revista Identidade, ou de caráter científico, como as publicadas pela Uniaraxá.

As emissoras de TV com sede em Araxá são a TV Integração filiada à Rede Globo (com geração de sinais para setenta e quatro municípios da região) e a TV Sintonia filiada à Rede Minas (que gera sinal para a microrregião de Araxá).

Segundo dados da Anatel (2020), o acesso à internet banda larga fixa em Araxá pode ser feito via fibra óptica (70,7%), cabos metálicos (26%), rádio (2,6%) ou via satélite (0,7%), através de empresas de sistemas de alta tecnologia como, por exemplo, a Click Telecom e a Oi. Além disso, o acesso à telefonia móvel é coberto por 5 operadoras de telefonia celular, Oi (43,2%), Vivo (24,3%), TIM (23,8%), Claro (4,8%) e Algar Telecom (3,8%), que oferecem planos de internet 2G, 3G e 4G. Por fim, segundo a Anatel (2020), o tipo de outorga de telefonia fixa predominante em Araxá é a concessão (78,5%), com acesso fornecido principalmente pela Oi (78,5%), seguido pela Algar Telecom (15,2%) e pela Claro (5,6%).

Em Tapira, encontram-se algumas rádios da cidade, como Rádio Ilha (FM), Rádio Tapira (FM), Difusora regional (AM) e Rádio Boa Nova (comunitária). Em relação aos jornais e revista, se destacam os online, como o Tapira News e a Revista Teen. A cidade conta também com a rede de telefonia celular das operadoras Oi, Claro, Tim e Vivo.

10 IMPACTOS AMBIENTAIS

Este capítulo visa atualizar os impactos ambientais em função do novo projeto de alçamento e das complementações de dados dos diagnósticos do meio físico, biótico e socioeconômico.

A análise desenvolvida neste capítulo leva em consideração três etapas, quais sejam: a *identificação*, *previsão* e *avaliação* dos impactos.

A identificação dos impactos corresponde à definição da lista dos impactos que a implantação do alçamento da Barragem de Rejeitos BR tem probabilidade de causar no meio ambiente, sem preocupação com sua magnitude ou importância.

A etapa de previsão dos impactos consiste na sua estimativa de intensidade ou magnitude. Essa análise leva em consideração a implementação e a eficiência esperada das medidas mitigadoras, bem como a suscetibilidade do meio a cada impacto identificado. Vale lembrar que muitas das medidas mitigadoras de impactos ambientais já fazem parte da rotina de operação do CMT e da BR, ou seja, são medidas consagradas entre as práticas ambientalmente corretas para as barragens de um empreendimento mineiro. Em outras palavras, os impactos descritos neste capítulo são aqueles considerados não totalmente mitigáveis e para os quais existem receptores no meio ambiente. Com esta opção de apresentação, busca-se chegar a um documento técnico mais objetivo e enxuto, evitando-se a repetição desnecessária de informações.

Finalmente, a avaliação dos impactos corresponde à atribuição de importância a cada um dos impactos analisados. Por constituir-se na etapa mais sujeita a controvérsias de todo o estudo, requer o estabelecimento de um critério de importância fundamentado na análise dos vários atributos que os caracterizam.

Os procedimentos e critérios de avaliação de impactos adotados neste estudo foram desenvolvidos pela equipe da *Multigeo - Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda.* com base na legislação aplicável, em particular a Resolução Conama nº1/86, na literatura e em diversos estudos de impacto ambiental examinados. A análise dos impactos oriundos da operação da Barragem de Rejeitos do Complexo de Mineração de Tapira (CMT) considera um total de quatro atributos, descritos a seguir:

- **Natureza:** refere-se ao caráter do impacto, que pode ser *benéfico* ou *adverso*.
- **Intensidade:** corresponde à magnitude ou severidade do impacto, tendo em vista, por um lado, a implementação e eficiência das medidas mitigadoras e, por outro, a suscetibilidade do meio. A intensidade pode ser *baixa*, *média* ou *alta*.
- **Abrangência:** indica a escala espacial de alcance do impacto. Pode ser *pontual*, caso o alcance restrinja-se ao entorno imediato da área do empreendimento; *local*, caso abranja a área da sub-bacia de drenagem local; e *regional*, caso compreenda uma região mais ampla, como, por exemplo, uma bacia hidrográfica. A escala *extrarregional*, que correspondente aos impactos sentidos em escala superior aos limites regionais, podendo chegar à escala global, que não se aplica ao caso presente.
- **Reversibilidade:** diz respeito à capacidade do sistema ambiental de retomar suas condições originais (anteriores à instalação) caso cessem as ações impactantes e/ou sejam implementadas ações de recuperação. Nesse sentido, o impacto pode ser classificado em *reversível* ou *irreversível*.

A partir da escolha dos quatro atributos acima descritos, foi desenvolvido e aplicado um método que permite enquadrar os impactos em uma escala de importância que contempla cinco níveis. O estabelecimento do grau de importância objetiva conferir destaque aos impactos que deverão merecer maior atenção, bem como na concepção e execução do plano de monitoramento e controle a ser seguido.

Dos quatro atributos mencionados, um não entra na definição da importância do impacto (natureza), uma vez que se presta apenas à caracterização do impacto. Os três atributos (intensidade, abrangência e reversibilidade) foram combinados para a determinação da importância dos impactos, já que deles depende a maior ou menor significância do impacto.

O método proposto consiste na atribuição de valores numéricos às qualificações dos atributos. A escala varia de 1 a 6 para a intensidade e de 1 a 3 para abrangência e reversibilidade. A intensidade recebe, pois, peso dobrado na definição da importância, por ser considerado o ponto de partida e o atributo mais revelador da significância do impacto, além de contemplar em sua definição as medidas mitigadoras e a suscetibilidade do meio, conforme anunciado anteriormente.

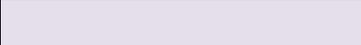
O **Quadro 10.1** sintetiza as possíveis qualificações que podem ser conferidas a cada um dos atributos escolhidos para a avaliação dos impactos, bem como os valores numéricos correspondentes.

Quadro 10.1 - Grau de importância dos impactos por atributos

Atributos selecionados para avaliação dos impactos		
Intensidade	Abrangência	Reversibilidade
baixa (1 ou 2)	pontual (1)	reversível (1)
média (3 ou 4)	local (2)	
alta (5 ou 6)	regional (3)	irreversível (3)

Uma vez definida a gradação de valores, procede-se à determinação da importância do impacto, que é calculada pela **soma** dos três atributos e pode variar de 3 (valor mínimo) a 12 (valor máximo). A escala numérica de importância é, então, convertida em uma escala qualitativa de cinco níveis, que podem ser expressos por um número, uma qualificação ou por uma cor, como mostra o **Quadro 10.2**.

Quadro 10.2 - Escalas de avaliação da importância dos impactos

Escala numérica	Escala quantitativa	Representação por cores
3 a 4	<i>muito pouco relevante</i>	
5 a 6	<i>pouco relevante</i>	
7 a 8	<i>medianamente relevante</i>	
9 a 10	<i>relevante</i>	
11 a 12	<i>muito relevante</i>	

Na sequência deste capítulo, são descritos e avaliados os impactos que o alçamento da Barragem de Rejeitos BR pode causar sobre os meios físico, biótico e socioeconômico,

aplicando-se o método de avaliação apresentado. Um quadro síntese é apresentado no final do capítulo e embasa a análise integrada dos impactos ambientais desencadeados ou potencializados pelo empreendimento.

É importante destacar que o Complexo de Mineração de Tapira (CMT), bem como sua Barragem de Rejeitos BR, já encontra-se instalado e em operação há várias décadas e os principais impactos ambientais a ele associados - benéficos e adversos - já ocorreram.

10.1 IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO

Neste item são analisados os impactos sobre a qualidade das águas e os que incidem sobre sua dinâmica; os relativos ao solo e ao relevo, à qualidade do ar e aos ruídos. Enfim, os impactos gerados ou potencializados pelo alçamento da BR que atingem setores da hidrosfera, da atmosfera e da litosfera.

10.1.1 Alteração da Carga de Poluentes nas Águas Superficiais e subterrâneas

As obras civis necessárias para implementar o alçamento do maciço podem acarretar a geração de poluentes sólidos carregados pelas águas pluviais que, ao atingir os corpos d'água, causariam aumento de turbidez, sólidos em suspensão e assoreamento. Como serão implementados sistemas provisórios de controle da drenagem local neste período do projeto o impacto foi classificado como pouco relevante pelo EIA.

Para minimizar esse efeito, durante as obras, serão implantados sistemas provisórios de controle da drenagem local, até que as atividades previstas para o alçamento da barragem terminem.

A intensidade do impacto na implantação foi considerada baixa devido as medidas de controle previstas e a abrangência local, já que a alteração da qualidade da água (principalmente por material carregado de áreas descobertas) pode ser sentida em corpos d'água a jusante do empreendimento. Foi considerado reversível, pois uma vez cessadas as obras e corrigidos eventuais focos de erosão, o impacto deixa de existir.

Já na operação normal do empreendimento, considera-se que o mesmo tem pouco potencial para aumento das taxas de poluentes nas águas, já que os sedimentos ficam retidos na barragem.

A fim de mitigar/controlar esse impacto, é proposta a continuação do **Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas**, já implantado e em operação na Mosaic Fertilizantes, visando verificar a eficácia dos sistemas de contenção de sedimentos implantados no empreendimento, e a implantação do **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (2)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (5)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação/ Operação</i>

10.1.2 Aumento das Taxas de Erosão

O alçamento da Barragem BR tem potencial de progredir seus processos erosivos devido, principalmente, a remoção da camada de vegetação existente no local. No entanto, segundo os programas de controle do impacto o EIA classifica o processo como pouco relevante.

A intensidade do impacto durante a implantação (obras do alçamento) foi considerada média, já que há meios de controle de erosão nas obras e na conclusão das mesmas. A abrangência foi considerada pontual, pois só ocorre nos locais de movimentação de solo e reversível, uma vez que cessadas as obras e corrigidos eventuais focos de erosão, o impacto deixa de existir.

Já na operação, considera-se que há pouco potencial para aumento das taxas de erosão.

O controle do impacto aqui descrito será feito através da implantação do **Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento**, e sua eficácia monitorada através do **Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas** e do **Programa de Monitoramento Geotécnico**, ambos já implantados e em operação na Mosaic Fertilizantes.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (1)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (5)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação/ Operação</i>

10.1.3 Alteração da Qualidade do Ar

O relatório de Estudo de Impacto Ambiental BR - RT17LA008 ressalta que o projeto de alçamento pode gerar impactos significativos devido ao aumento da quantidade de material particulado em suspensão, proveniente das atividades de movimentação de solo, da utilização de vias não pavimentadas para circulação de veículos e pelo aumento de gases emitidos pelos motores a combustão dos caminhões e máquinas que operam e circulam na área. No entanto, o Diagnóstico Ambiental, no item Qualidade do Ar, mediu os níveis de partículas totais em suspensão (PTS) em dois pontos situados no entorno da área de projeto e os resultados foram classificados como qualidade “boa” e atenderam aos limites da Resolução Conama nº 3/90. Sendo assim, a alteração da qualidade do ar foi classificada como pouco relevante.

A intensidade do impacto é considerada média, pois embora haja geração de poeiras nas obras, as medidas de controle permitem mitigar o impacto. A abrangência é local, pois o material particulado se dispersa por ação dos ventos para áreas fora do empreendimento. É considerado reversível, pois cessa com a conclusão das obras.

O limite de velocidade dos veículos, umectação das vias de acesso e revegetação das áreas de configuração final são medidas propostas no **Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento** que contribuirão para diminuir a dispersão e a carga de poluentes no ar.

<i>Natureza</i>	adverso
-----------------	---------

<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (6)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

10.1.4 Alteração dos Níveis de Ruído

Várias operações desenvolvidas durante a implantação do projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) contribuem para o aumento dos níveis de ruído ambiente, como o tráfego dos caminhões e a operação de máquinas e equipamentos.

A intensidade dos impactos causados por ruídos de um empreendimento depende não somente dos níveis de pressão sonora emitidos na fonte, mas também da distância entre o ponto de geração e o de recepção e, ainda, das condições de atenuação existentes no percurso.

Conforme apresentado no Diagnóstico Ambiental, as medições efetuadas nos seis pontos mostraram que os níveis de ruído estão em conformidade com o estabelecido pela Lei Estadual nº 10.100/90 e pela Resolução Conama nº 01/90, para os períodos diurno e noturno.

É um impacto que ocorrerá somente na fase de implantação (obras).

A intensidade do impacto pode ser considerada baixa, porém pode ser reclassificada, caso no decorrer da obra o monitoramento indique alterações fora dos padrões aceitos. A abrangência é local, considerando que áreas externas ao empreendimento possam perceber alterações dos níveis do ruído decorrente das obras. É reversível, pois cessa com o término das obras

Como medidas para mitigação deste impacto, está prevista a manutenção preventiva de veículos e equipamentos envolvidos nas operações de implantação e operação do projeto, assim como o estabelecimento de limites de velocidade, previstos no **Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento**. A eficácia dessas medidas será monitorada através do **Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruído**, já implantado no CMT.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (2)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (5)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

10.1.5 Aumento da Instabilidade Geotécnica

Em projetos de alçamento de barragens podem ocorrer instabilidades geotécnicas. Todavia, estudos prévios de investigações geotécnicas deram subsídios suficientes para uma análise de estabilidade satisfatória.

A intensidade do impacto de aumento da instabilidade geotécnica foi considerada média devido aos controles efetuados. A abrangência é local, pois podem atingir o entorno do empreendimento. É considerado irreversível, pois dependendo do nível de instabilidade e tempo de resposta, pode não ser possível reverter a situação para a estabilidade novamente.

Ressalta-se que essa avaliação é direcionada às condições normais, não levando em conta cenários acidentais, como rompimento de barragens e seus efeitos a jusante das mesmas.

Para monitoramento do maciço do aterro, está prevista a continuidade do **Programa de Monitoramento Geotécnico**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (3)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>pontual (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (6)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação/Operação</i>

10.2 IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO

O alçamento da barragem acarreta uma série de transformações ao meio ambiente da área explorada e de seu entorno. Essas transformações afetam as populações de várias espécies animais e vegetais que compõem a biota local e regional. Estas espécies coexistem em equilíbrio, ocorrendo entre elas diversas interações que agem como reguladoras destas populações.

10.2.1 Redução de Áreas de Vegetação Nativa

Dentro da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento, existe um mosaico vegetal com diferentes classes de uso do solo, que são listadas a seguir.

Tipologia/classe de uso	Em APP (ha)	Fora de APP (ha)	Área (ha)	%
Área alagada	0,0000	0,7689	0,7689	1,0%
Barramento	0,0000	5,2618	5,2618	7,0%
Brejo/área úmida	0,1661	0,0000	0,1661	0,2%
Campo limpo	0,2555	7,3409	7,5964	10,0%
Campo Sujo	0,0073	24,9720	24,9793	33,0%
Cerrado stricto sensu	0,0760	7,1968	7,2728	9,6%
Estrada	0,0017	0,6461	0,6478	0,9%
FES estágio médio	3,2860	5,6867	9,6950	12,8%
Pastagem	0,1708	19,0765	19,2473	25,4%
Total	3,9634	70,9497	75,6354	100%

A diminuição de áreas com vegetação natural, em si, já se configura como um impacto significativo, sendo ainda responsável diretamente pela fragmentação florestal, alteração da paisagem, perda de biodiversidade, impacto visual e problemas relacionados à falta de proteção do solo.

A redução de áreas de vegetação natural de Floresta Estacional Semidecidual (FES), Cerrado *stricto sensu*, Campo limpo e Campo sujo é considerada impacto de maior relevância. Por outro lado, as áreas como pastagens, estradas, barramento não se constituem em ambientes biologicamente relevantes.

Os fragmentos mais significativos são de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração, pois possuem grau de conservação mais elevado que os demais fragmentos e correspondem a 12,8% da área diretamente afetada do empreendimento.

O impacto ocorrerá na fase de implantação do empreendimento, embora feitos secundários possam persistir ao longo do tempo. A intensidade do impacto foi considerada alta devido às grandes extensões de habitats a serem suprimidas. A abrangência é pontual, pois se limita às áreas suprimidas, embora possa haver efeitos secundários sobre as áreas remanescentes. É considerado irreversível, já que as os habitats das áreas suprimidas são perdidos, ainda que possa haver a compensação posterior.

A fim de mitigar/compensar este impacto, é proposto o **Programa de Compensação Ambiental** e o **Programa de Limpeza da Área de Inundação e de Coleta de Material Vegetativo**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>alta (6)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>pontual (1)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>relevante (10)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

10.2.2 Diminuição de Indivíduos de Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora e Áreas de Preservação Permanente (APP)

Com a supressão na área diretamente afetada pelo empreendimento, haverá a perda local de indivíduos da flora ameaçados de extinção.

De acordo com os levantamentos realizados na ADA do empreendimento, foram identificadas cinco espécies ameaçadas de extinção ou imunes ao corte, são elas: *Handroanthus serratifolius*, *Tabebuia ochracea*, *Tabebuia aurea*, *Cedrela fissilis* e *Euterpe edulis*.

Por haver supressão de vegetação, a contrapartida à alteração promovida será pela via da compensação, promovendo-se um **Programa de Compensação Ambiental** em áreas a serem definidas posteriormente entre a Mosaic Fertilizantes e o órgão ambiental.

O impacto ocorrerá na fase de implantação do empreendimento. A intensidade do impacto é considerada alta e a abrangência é pontual já que se limita somente aos indivíduos e áreas de APP suprimidos. É considerado irreversível, ainda que parcialmente mitigável pela compensação.

Como medida mitigadora para este impacto, é proposta a execução do **Programa de Limpeza da Área de Inundação e de Coleta de Material Vegetativo** que visará a coleta de sementes dos indivíduos ameaçados de extinção suprimidos, para produção de mudas e posterior plantio de enriquecimento em outras áreas. Este programa também realizará o salvamento de epífitas, propágulos vegetativos ou indivíduos que se encontram na área de supressão, para posterior colocação em área compensatória. Também estão previstos os programas de Compensação de acordo com diretrizes legais estaduais

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>alta (5)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>pontual (1)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>relevante (9)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

10.2.3 Alteração das Comunidades Vegetais Remanescentes

Com a supressão de fragmentos florestais alguns ambientes ficarão susceptíveis aos efeitos de borda. As bordas dos fragmentos possuem características florísticas bem distintas em relação ao interior dos fragmentos, pois são áreas mais expostas a perturbações externas e geralmente são dominadas por espécies pioneiras, cipós, trepadeiras e possuem uma maior taxa de mortalidade. Dessa forma, após as ações de desmate, possivelmente ocorrerá uma modificação das espécies vegetais nas áreas de bordas criadas nos remanescentes desmatados.

O alçamento da barragem acarretará em elevação do nível do lençol freático e consequente alteração da umidade do solo nas áreas adjacentes. Além disso, algumas áreas não sujeitas a inundações poderão ficar susceptíveis ao alagamento após o alçamento. Apesar de algumas espécies vegetais apresentarem maior resistência ou tolerância a solos encharcados, principalmente espécies características de ambientes ciliares, muitas não se adaptam a solos com excesso de umidade e poderão morrer se submetidas a situações de estresse hídrico.

Desta forma, alguns fragmentos parcialmente desmatados ficarão expostos aos efeitos de borda e possivelmente ao redor do reservatório ocorrerá uma substituição das espécies herbáceas e arbóreas adaptadas a condições xeromórficas por espécies adaptadas a condições com maior disponibilidade hídrica.

O impacto ocorrerá na fase de implantação e também perdurará nas fases de operação e desativação em função dos efeitos duradouros. A intensidade é baixa e a abrangência é local, já que afeta comunidades florestais próximas ao empreendimento. É considerado irreversível.

Como forma de compensação a este impacto, é proposto o **Programa de Implantação e Manutenção de Unidades de Conservação**.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (2)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>medianamente relevante (7)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação/Operação/Desativação</i>

10.2.4 Perda de Indivíduos da fauna

As ações de supressão da vegetação, remoção da camada superficial do solo, a circulação de pessoas e máquinas (veículos), a geração de ruídos e poeiras, a possibilidade de ocorrência das atividades de caça pela facilitação do acesso aos fragmentos preservados podem provocar, diretamente, a perda de indivíduos da fauna ou fuga para áreas vizinhas e ainda, indiretamente, pela perda de habitats e recursos naturais. O conceito de perda, portanto, engloba tanto a morte dos indivíduos como sua fuga para outras áreas.

Vale também mencionar que esta perda de indivíduos da fauna pode incluir também exemplares de espécies em extinção, mencionadas no diagnóstico de fauna.

A área diretamente afetada pelo projeto de alçamento está próxima de fragmentos de mata e Cerrado remanescentes, o que facilita a fuga da fauna, mas favorece a geração de outro impacto, ou seja, a alteração na estrutura faunística destes fragmentos.

Considerando que as dinâmicas da vegetação e da fauna estão inter-relacionadas, qualquer alteração sobre a vegetação terá consequências sobre a fauna.

A fauna que ocupa os fragmentos adjacentes pode utilizar as áreas do empreendimento em períodos de menor atividade. Após cada período de inatividade, no início da movimentação de máquinas podem ocorrer novamente fugas da fauna para áreas adjacentes e até mesmo a perda de indivíduos por atropelamento. O controle de velocidade é uma medida que pode reduzir as possibilidades de atropelamento.

Durante a etapa de supressão da vegetação e o decapeamento do solo recomenda-se a execução da supressão em mosaicos e, antes de iniciar os trabalhos, ligar as máquinas agrícolas e motosserras por alguns minutos, com o objetivo de incentivar a fuga espontânea de animais.

O impacto ocorrerá na fase de implantação do empreendimento. A intensidade é considerada alta e a abrangência local, pois pode ocorrer em locais próximos, além dos locais de supressão vegetal. É considerado irreversível já que as perdas são permanentes.

Será implementado um **Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre** durante a fase de implantação do empreendimento, assim como o **Programa de Performance Social**. O controle de velocidade é uma medida que pode reduzir as possibilidades de atropelamento.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>alta (5)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	relevante (10)
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação</i>

10.2.5 Perturbação da fauna em locais adjacentes

Este item trata do impacto relativo à perturbação da fauna de áreas adjacentes. Como levantado anteriormente, a perda de habitats tem como consequência a alteração da dinâmica do fragmento remanescente, que pode iniciar um processo de declínio populacional da vegetação ou predomínio de espécies que se beneficiam da nova situação. A fauna destes remanescentes florestais poderá se tornar comprometida da mesma forma que a vegetação, uma vez que ambas estão estreitamente relacionadas. O efeito de borda também ocasionará alterações microclimáticas que podem alterar a estrutura das comunidades presentes nos fragmentos.

Este impacto ocorrerá em todas as fases do empreendimento, uma vez que o início das atividades com a supressão vegetal e remoção do solo causará a fuga, principalmente da fauna de médio a grande porte de mamíferos e aves. A entrada de novos indivíduos em busca de abrigo nas áreas adjacentes terá como consequência imediata a desestruturação da comunidade destas áreas.

A fauna já abrigada nas áreas adjacentes ao empreendimento também sofrerá impacto com relação à movimentação de pessoas e máquinas nas áreas, ou seja, pelos incômodos do aumento de ruído e poeira. Este impacto será mais intenso durante a fase de implantação, quando ocorrer a supressão da vegetação.

As atividades de caça poderão aumentar devido ao aumento de movimentação da fauna durante as operações de supressão. Ressalta-se que as atividades de caça dentro da propriedade do CMT é algo improvável, mas em propriedades adjacentes, embora ilegal, é possível que aconteça. Para mitigação deste impacto relacionado à caça, está previsto o **Programa de Performance Social**.

A intensidade do impacto foi considerada média e abrangência local, já que ocorrerá em locais próximos além da área de supressão. É considerado reversível.

O **Programa de Compensação Ambiental** em áreas a serem definidas posteriormente entre a Mosaic Fertilizantes e o órgão ambiental também mitiga, ainda que de forma gradual e paulatina, o impacto sobre as populações faunísticas em locais adjacentes, uma vez que aumenta a disponibilidade de habitats.

<i>Natureza</i>	adverso
<i>Intensidade</i>	<i>média (4)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>

<i>Reversibilidade</i>	<i>reversível (1)</i>
<i>Importância</i>	<i>Medianamente relevante (7)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação/ Operação</i>

10.3 IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO

Neste item são analisados os impactos incidentes sobre a qualidade de vida da população dos municípios de Tapira e Araxá e os que representam danos ao patrimônio arqueológico regional.

10.3.1 Alteração visual da paisagem

O impacto visual ocorre quando as alterações promovidas na paisagem (supressão de vegetação, alteração da topografia etc.) afetam áreas com dimensão e posicionamento tais que as tornam visíveis e contrastantes com a harmonia paisagística do entorno, sendo vistas em áreas exteriores ao empreendimento, seja em núcleos urbanos ou em determinados trechos de estradas. Tal impacto pode afetar negativamente o patrimônio paisagístico, histórico e turístico local.

Como o projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) ocorrerá dentro do Complexo de Mineração Tapira, que já é uma área explorada atualmente, tal impacto é pouco significativo, sendo o impacto visual da paisagem praticamente imperceptível se comparado ao cenário atual. Conforme descrito na Caracterização do Empreendimento, há a previsão de supressão de 75,64 ha; contudo, tal supressão não amplia a visibilidade de fora da propriedade da Mosaic Fertilizantes.

O impacto ocorrerá nas fases de implantação e operação. A intensidade é considerada baixa e a abrangência é local já que a visualização pode ser possível a partir de pontos fora da área do empreendimento. É irreversível, ao menos nas fases de implantação e operação.

Considerando o número reduzido de possíveis observadores, este impacto pode ser considerado de baixa importância. Além disso, as áreas degradadas serão reconformadas conforme o **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**.

<i>Natureza</i>	<i>adverso</i>
<i>Intensidade</i>	<i>baixa (1)</i>
<i>Abrangência</i>	<i>local (2)</i>
<i>Reversibilidade</i>	<i>irreversível (3)</i>
<i>Importância</i>	<i>pouco relevante (6)</i>
<i>Fase de ocorrência</i>	<i>Implantação/Operação</i>

10.3.2 Geração e manutenção de empregos e receitas

O projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) é um elemento necessário para a continuidade do aproveitamento dos recursos minerais presentes na área, e os impactos positivos associados a ele são os impactos positivos associados à continuidade da atividade

do Complexo de Mineração de Tapira (CMT), quais sejam: fornecer matéria-prima de suma importância para a agricultura do país, manutenção de empregos e de receitas tributárias em âmbito local e regional.

A intensidade do impacto é considerada alta devido à geração de receitas e empregos. A abrangência é regional, considerando a grande importância regional do empreendimento como um todo.

<i>Natureza</i>	Benéfico
<i>Intensidade</i>	alta (6)
<i>Abrangência</i>	regional (3)
<i>Reversibilidade</i>	reversível (1)
<i>Importância</i>	relevante (10)
<i>Fase de ocorrência</i>	Implantação/Operação

10.4 QUADRO SÍNTESE DOS IMPACTOS

Para a análise dos impactos ambientais do alçamento da Barragem de Rejeitos BR, levou-se em consideração todas as ações e atividades previstas para a implantação e operação destes. Em geral, as intervenções ocasionadas pelo alçamento afetam direta e indiretamente os meios físico, biótico e socioeconômico. Para a avaliação do grau de impacto ambiental da atividade como um todo, foram descritos os prováveis impactos ambientais de maiores significâncias, conforme apresentado no **Quadro 10.3**.

Importante salientar que grande parte das medidas indicadas já são contemplada pelos atuais Programas Ambientais de Monitoramento da Mosaic Fertilizantes.

Quadro 10.3 - Síntese dos impactos, seus atributos e programas associados

Meio	Impactos	Atributos (1)				Fases de ocorrência (2)	Programas Associados	Importância
		NAT	INT	ABR	REV			
FÍSICO	Alteração da carga de poluentes nas águas superficiais e subterrâneas	A	2	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas Plano de Recuperação de Áreas Degradadas 	Pouco Relevante (5)
	Aumento das taxas de erosão	A	3	1	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas Programa de Monitoramento Geotécnico 	Pouco Relevante (5)
	Alteração da qualidade do ar	A	3	2	1	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento 	Pouco Relevante (6)
	Alteração dos níveis de ruído	A	2	2	1	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruído 	Pouco Relevante (5)
	Aumento da instabilidade geotécnica	A	3	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Monitoramento Geotécnico 	Pouco Relevante (6)

Meio	Impactos	Atributos (1)				Fases de ocorrência (2)	Programas Associados	Importância
		NAT	INT	ABR	REV			
BIÓTICO	Redução de áreas de vegetação nativa	A	6	1	3	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Limpeza da Área de Inundação e de Coleta de Material Vegetativo Programa de Compensação Ambiental 	Relevante (10)
	Diminuição de espécies ameaçadas de extinção da flora e Áreas de Preservação Permanente (APP)	A	5	1	3	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Limpeza da Área de Inundação e de Coleta de Material Vegetativo Programa de Compensação Ambiental 	Relevante (9)
	Alteração das comunidades vegetais remanescentes	A	2	2	3	I/O/D	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Implantação e Manutenção de Unidades de Conservação 	Medianamente Relevante (7)
	Perda de indivíduos da fauna	A	5	2	3	I	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre Programa de Performance Social 	Relevante (10)
	Perturbação da fauna em locais adjacentes	A	4	2	1	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Programa de Compensação Ambiental Programa de Performance Social 	Medianamente Relevante (7)
SOCIOECONÔMICO	Alteração visual da paisagem	A	1	2	3	I/O	<ul style="list-style-type: none"> Plano de Recuperação de Áreas Degradadas 	Pouco Relevante (6)
	Geração e manutenção de empregos e receitas	B	6	3	1	I/O	Não se aplica	Relevante (10)

(1) Atributos: NAT – Natureza: A (Adverso) ou B (Benéfico);
 INT – Intensidade: baixa (1 ou 2), média (3 ou 4) ou alta (5 ou 6);
 ABR – Abrangência: pontual (1), local (2) ou regional (3); e
 REV – Reversibilidade: reversível (1) ou irreversível (3).

(2) Fases de ocorrência: I – Implantação, O – Operação, D - Desativação

11 PLANO BÁSICO AMBIENTAL – AÇÕES GERENCIAIS

O Complexo de Mineração de Tapira entrou em operação no final dos anos 70 e seu projeto incorpora numerosas medidas de mitigação de impactos ambientais e de monitoramento ambiental, implantadas no início das atividades ou ao longo desses 40 anos de produção, à medida que se constatava sua necessidade.

Com relação ao projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR), objeto deste licenciamento, estão previstas diversas medidas mitigadoras específicas e monitoramentos que afirmam a eficiência das ações gerenciais adotadas no Plano Básico Ambiental.

Algumas dessas medidas foram concebidas para a mitigação de impactos específicos, mas a maior parte compõe um conjunto de ações que têm a finalidade de controlar e atenuar os danos que o empreendimento pode causar aos meios físico, biótico e socioeconômico, vistos como um todo.

Além das medidas mitigadoras e compensatórias, será implementado um programa de monitoramento, cujo propósito principal é aferir o acerto das previsões feitas neste estudo, tanto com relação à ocorrência dos impactos previstos, como no tocante à eficiência das medidas ambientais projetadas. Assim, o planejamento e a execução de um programa de monitoramento adequado são de suma importância, pois seus resultados poderão implicar na proposição de novos estudos, novas medidas mitigadoras ou alterações nas medidas propostas.

11.1 MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

11.1.1 Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento

Tendo em vista os impactos socioambientais que podem ser gerados pelo alçamento da Barragem de Rejeitos BR, o Programa de Gestão Ambiental constitui-se em um conjunto de medidas e procedimentos de gestão associados aos aspectos ambientais. A aplicabilidade dessas ações é realizada em quatro áreas: emissões do tráfego de veículos e movimentações em áreas não pavimentadas; controle e manutenção de máquinas, veículos e equipamentos; ações de controle e gestão dos resíduos sólidos; trafegabilidade; e sinalização viária e sistema de drenagem de águas pluviais e bacias de decantação provisórias.

Dessa forma, o programa prevê estabelecer ações de controle e supervisão ambiental das obras, integradas aos procedimentos técnicos de engenharia, objetivando minimizar os impactos ambientais e estabelecer procedimentos técnico-gerenciais e mecanismos de acompanhamento para garantir a implementação das ações de controle ambientais. Além disso, como meta o programa também inclui minimizar as ocorrências de reclamações pela população da área de influência direta e de não-conformidades e impactos ao meio ambiente durante a execução das obras, com auxílio de uma equipe qualificada, um projeto estruturado e indicadores para acompanhar sua eficácia.

11.1.1.1 *Manutenção Preventiva de Veículos e Equipamentos*

A manutenção preventiva de equipamentos e veículos contribui para a mitigação da contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, uma vez que previne vazamentos de combustíveis e lubrificantes. Devem ser verificadas periodicamente as partes que podem apresentar vazamentos, como o tanque de combustível e o cárter. Além das inspeções nos veículos e equipamentos em si, devem ser observados sistematicamente seus locais de parada em busca de indícios visuais de vazamentos no piso ou solo.

A manutenção periódica, principalmente quando envolve troca de óleo, deve ser feita em locais apropriados, dotados de piso impermeabilizado e sistema de tratamento de efluentes oleosos.

Além de contribuir para evitar a contaminação do solo, a manutenção periódica de veículos e equipamentos é importante para a prevenção da emissão de gases de combustão e fumaças. Para tanto, deve contemplar a regulagem periódica dos motores sempre que houver indícios de motores desregulados, além de se executar o monitoramento de fumaça preta.

Os itens ligados à segurança e desempenho também devem ser contemplados na manutenção periódica de veículos e equipamentos.

11.1.1.2 *Limitação da velocidade dos veículos*

O limite de velocidade nas vias de circulação do empreendimento será controlado, de modo a atenuar a emissão de poeira e reduzir o risco de atropelamento da fauna em deslocamento.

11.1.1.3 *Umectação de vias de circulação*

Em épocas de menor incidência de chuvas (maio a setembro), visando reduzir a emissão de poeiras fugitivas, deve-se promover a umectação das vias de circulação e pontos de carga e descarga do minério e estéril, utilizando para tanto caminhão-pipa dotado de aspersores de água.

11.1.1.4 *Gestão de Resíduos Sólidos*

Atualmente, encontra-se implantado na Mosaic Fertilizantes um Programa de Gestão de Resíduos Sólidos, que possui como objetivo conduzir, de forma adequada, a coleta, estocagem primária, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos gerados no empreendimento. Este programa possui como principais diretrizes:

- A classificação dos resíduos sólidos gerados seguindo a norma brasileira da ABNT - NBR 10.004/2004;
- Realização e manutenção do inventário de resíduos, em atendimento à Resolução Conama nº 313/ 2002;
- Identificação e implementação de alternativas de minimização da geração de resíduos, e atualização do inventário e do banco de dados por meio de relatório anual específico, sempre que uma ação de minimização for implementada;
- Identificação de alternativas de reutilização interna dos resíduos, considerando-se a viabilidade técnica e econômica de reúso e, também, o transporte dos mesmos;

- Identificação de empresas reprocessadoras de resíduos, observando-se as instruções corporativas específicas para os processos de qualificação e homologação de fornecedores;
- Segregação, coleta seletiva e estocagem temporária, realizadas de forma adequada;
- Treinamento e conscientização dos colaboradores.

O Plano de Gestão de Resíduos Sólidos será mantido durante as fases de implantação e operação do empreendimento, visando garantir a correta gestão dos resíduos gerados.

11.1.1.5 Sistema de drenagem de águas pluviais e bacias de decantação provisórias

Para minimização dos impactos relacionados à erosão será construído um sistema de drenagem de águas pluviais e decantação provisório para captação do escoamento superficial proveniente das áreas em solo exposto.

A execução deste sistema deverá seguir as normas e legislações pertinentes e se basear nas características locais de topografia do terreno, além de respeitar o projeto de canteiro de obras. Deve ainda garantir declividade mínima nas canaletas que permita o escoamento e direcionamento adequados das águas para as bacias de decantação temporárias, mas ao mesmo tempo mantendo controlado o grau de erosão do solo das canaletas pelas águas pluviais.

A saída das bacias de decantação deverá prever o encaminhamento das águas pluviais diretamente para as drenagens naturais, de forma a permitir o pleno escoamento das águas e minimizando qualquer alteração nos regimes de vazões nos cursos d'água locais.

Deverá ainda ser implantado um cronograma de monitoramento do sistema de modo a garantir seu adequado funcionamento durante a fase de obras.

11.1.2 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

A *recuperação* de áreas degradadas parte da premissa de que haverá o retorno das áreas a um estado de utilização pré-estabelecido, em condição de equilíbrio autossustentável, em harmonia com o entorno e sem rupturas de suas características gerais. De tal maneira, a *recuperação* é empregada genericamente para definir o processo que visa a um novo uso da área degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Na lei mencionada acima, este termo designa a “*restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada*”, independentemente das condições originais da área.

As ações no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas incluem a drenagem da estrutura (esgotamento do lago) por meio da construção de vertedouro em terreno natural (dependendo da topografia), implantação de um sistema de drenagem superficial e a revegetação (para minimizar processos erosivos) e reconformação do terreno local, com manutenção das áreas recuperadas.

As etapas de execução guiam o projeto para atingir as metas, que consistem em garantir: a pronta implantação do plano em 100% das áreas disponibilizadas para recuperação; a sobrevivência da maioria das mudas nos plantios nas áreas em recuperação; e ao final do programa, o ambiente recuperado deve alcançar um estágio em que seja capaz de se regenerar naturalmente e avançar em estágios sem a necessidade de intervenções periódicas.

11.1.3 Programa de Compensação Ambiental

Como medida de mitigação e compensação dos impactos de redução de áreas de vegetação nativa em estágio médio de regeneração (Mata Atlântica), intervenção em áreas de preservação permanente (APP) e diminuição de espécies ameaçadas de extinção da flora, deverá ser executado um reflorestamento compensatório.

As compensações florestais aplicáveis ao estudo são detalhadas no PCA do empreendimento e podem ser visualizadas resumidamente a seguir.

11.1.3.1 Compensação por intervenção em vegetação nativa em estágio médio de regeneração (Mata Atlântica)

O alçamento do reservatório será responsável pela supressão de 9,6950 hectares de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em estágio médio de regeneração.

A área de intervenção contendo FES está localizada no Bioma Cerrado, mas é uma fitofisionomia associada ao Bioma Mata Atlântica, cujas normas para utilização e proteção da vegetação nativa do bioma são estabelecidas na Lei Federal 11.428/06 e Decreto 6.660/08.

O mapa da área de aplicação da Lei 11.428 de 2006 delimita as áreas abrangidas pela lei da Mata Atlântica e define que no Bioma Cerrado as seguintes formações florestais nativas (disjunções) são abrangidas pela Lei 11.428/06: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Refúgios Vegetacionais.

De acordo com o mapa da área de aplicação da Lei 11.428 de 2006, o local de intervenção requerido encontra-se fora dos limites abrangidos pela Lei da Mata Atlântica.

Entretanto, segundo artigo 45 da Lei Estadual 47.749/19, estão sujeitas ao regime jurídico dado à Mata Atlântica, todas as tipologias de vegetação natural que ocorrem integralmente no bioma, bem como as disjunções vegetais existentes.

Sendo assim, deve-se efetuar a devida compensação por supressão de vegetação nativa (FES médio) associada ao bioma Mata Atlântica.

11.1.3.2 Compensação por intervenção em áreas de preservação permanente (APP)

O alçamento do reservatório será responsável pela intervenção em áreas de preservação permanente, totalizando 3,96 ha em APP. A compensação por esta intervenção deverá seguir as diretrizes da Lei Estadual nº 47.749/19, que dispõe na Subseção IV sobre a compensação por intervenção em APP.

11.1.3.3 Compensação por supressão de indivíduos ameaçados de extinção/imunes ao corte

As espécies ameaçadas de extinção e imunes ao corte encontradas na área foram *Handroanthus serratifolius*, *Tabebuia ochracea*, *Tabebuia aurea*, *Cedrela fissilis* e *Euterpe edulis*.

A compensação pela supressão de indivíduos ameaçados de extinção e imunes ao corte deve seguir as diretrizes da Lei Estadual 47.749/19 e Lei nº 20.308/2012.

Segundo a Lei 20.308/12, para cada árvore abatida de ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*, *Tabebuia ochracea* e *Tabebuia aurea*,) a ser suprimida é exigido que se plante de uma a cinco mudas catalogadas e identificadas do ipê-amarelo.

A Lei 47.749/19 define no Art. 73 que o corte de espécies ameaçadas de extinção depende de aprovação de proposta de compensação na razão de vinte e cinco mudas da espécie suprimida para cada exemplar autorizado, conforme determinação do órgão ambiental.

As espécies *Cedrela fissilis* (cedro) e *Euterpe edulis* (palmito-juçara) constam como “vulneráveis” na lista nacional de espécies da flora ameaçadas de extinção (Portaria do MMA nº 443/2014).

De acordo com a amostragem do inventário florestal, ao longo de toda área de intervenção para alçamento da Barragem BR estima-se a existência de 110 indivíduos da espécie *Cedrela fissilis*, 47 de *Handroanthus serratifolius*, 15 exemplares da espécie *Euterpe edulis*, 22 da espécie *Tabebuia aurea* e 5 da espécie *Tabebuia ochracea*.

11.1.4 Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre

A execução da supressão da vegetação é uma das principais etapas para a implementação do alçamento da barragem. Essa etapa pode causar perda e alteração dos habitats florestais e aquáticos, provocando a fuga e, possivelmente, a morte acidental de indivíduos da fauna silvestre local, que são considerados impactos relevantes.

Desse modo, como forma de minimização desses impactos, o Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Silvestre se baseia em acompanhar e direcionar as atividades de supressão, favorecendo a fuga “passiva” de indivíduos da fauna local para áreas adjacentes ao empreendimento, além de executar eventuais ações de resgate quando necessário e em triar e destinar a fauna capturada.

O afugentamento da fauna residente na área de supressão ocorre para que os animais migrem para áreas adjacentes sem o estresse causado pelo contato com humanos e assim não corram o risco de se ferirem ou morrerem durante o desmatamento. Sendo assim, o programa é dividido em atividades preliminares à supressão vegetal e resgate da fauna silvestre, com preparação de documentos, de equipamentos e da equipe, e em atividades concomitantes à supressão vegetal, durante a qual será realizada a captura da fauna para posterior manejo e registro. Para isso, faz-se necessário promover a conscientização da equipe responsável pela supressão de vegetação em relação à importância da identificação e do resgate da fauna local, além de demonstrar os procedimentos adequados a serem tomados, quando se depararem com algum animal durante o trabalho.

11.1.5 Programa de Performance Social

Considerando as alterações socioeconômicas e ambientais provenientes do projeto de alçamento da Barragem de Rejeitos BR e do próprio Complexo de Mineração de Tapira sobre a qualidade de vida da população municipal, regional e local, como a alteração da paisagem, dinamização econômica, geração de incômodos e transtornos à população e impactos do meio físico e biótico, faz-se necessário o desenvolvimento do Programa de Performance Social entre seus diferentes âmbitos de atuação.

O Programa adota principalmente quatro frentes de atuação: processo de comunicação efetiva sobre o projeto; apoio aos programas ambientais propostos para o projeto de alçamento da BR e para os programas existentes no Complexo de Mineração de Tapira; relacionamento comunitário junto à população inserida na AID e relacionamento institucional com o poder público municipal de Tapira; e apoio referente aos mecanismos de alerta e comunicação previstos no PAEBM.

O Programa é de grande importância para a conscientização dos trabalhadores do empreendimento e da comunidade, visando ampliar a sensibilização e o conhecimento sobre as questões ambientais e as possibilidades de compatibilização entre os fatores naturais e as atividades socioeconômicas e culturais na busca do desenvolvimento sustentável.

O programa de educação ambiental, que já existe na Mosaic Fertilizantes desde o ano de 2003, foi atualizado conforme a Deliberação Normativa COPAM nº 214 de abril de 2017 e deverá ser mantido em andamento.

O programa de educação ambiental deverá estender-se para escolas e centros comunitários do município, principalmente aquelas próximas à área do empreendimento. Nesse sentido, o programa deve focar o entendimento do papel da fauna e da flora no contexto regional e a importância de se preservar um dos biomas mais importantes e ameaçados do mundo.

11.1.6 Programa de Limpeza da Área de Inundação e de Coleta de Material Vegetativo

A decomposição biológica da matéria orgânica dos ambientes aquáticos é um fenômeno natural muito importante nos períodos iniciais da formação dos reservatórios. O principal efeito que esse processo aciona é a depleção do oxigênio dissolvido (OD) e em decorrência surgem uma série de alterações qualitativas das águas, como: produção de gases sulfídricos e metano; eutrofização das águas; produção acelerada de algas, gerando alteração da cor, gosto e odor (MULLER, 1996).

Troncos parcialmente submersos podem favorecer o estabelecimento de macrófitas aquáticas, além de servir de abrigo para mosquitos e moluscos transmissores de doenças.

A remoção vegetal para limpeza das áreas que serão alagadas poderá também, induzir o deslocamento gradual da fauna florestal da área atingida. Além disto, essa atividade visa atender às exigências legais, relativas ao aproveitamento econômico da madeira e à necessidade de manutenção da qualidade da água do reservatório.

A fim de evitar o comprometimento da qualidade da água, a limpeza da área de inundação é recomendada, objetivando impedir o acúmulo de material orgânico e consequentemente evitar a instalação de processos de eutrofização das águas no reservatório.

Deverá ser realizada uma limpeza da vegetação presente em todo o entorno da área de inundação, antes do alçamento da barragem. Além da limpeza da área de inundação é recomendada a coleta de material vegetativo, objetivando a coleta de sementes e demais materiais propagativos de espécies nativas nos locais que sofrerão intervenção, especialmente as espécies ameaçadas de extinção.

O detalhamento deste programa será apresentado no PCA do empreendimento.

11.1.7 Programa de Implantação e Manutenção de Unidades de Conservação

A Lei Federal 9.985/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em seu Artigo 36º, estabelece que empreendimentos de significativo impacto ambiental são obrigados a apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação (UC) de proteção integral. A Deliberação Normativa Copam 94/06 estabelece as normas que devem ser seguidas no estado de Minas Gerais em relação a esta compensação, até que sobrevenha regulamentação federal definitiva sobre o assunto.

A referida deliberação estabelece que sejam investidos um percentual do montante dos custos do empreendimento em unidades de conservação. Este investimento pode ser destinado à criação de unidade de conservação, manutenção de unidade já existente ou destinando tal quantia ao IEF (Instituto Estadual de Florestas) para apoiar projetos do órgão.

A maneira como será empenhada esta compensação depende de negociações entre a Mosaic Fertilizantes e o órgão ambiental, que visem a correta destinação dos recursos.

No mais, cumpre esclarecer que o empreendimento não está situado na zona de amortecimento de UCs existentes, conforme apresentado no diagnóstico ambiental deste relatório.

11.2 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

11.2.1 Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruído

As atividades de terraplenagem, movimentação de solo, tráfego de equipamentos de grande porte e outras que serão desenvolvidas nas etapas de implantação do alteamento da BR poderão alterar a qualidade sonora nas comunidades de seu entorno. Para isso, o programa de Monitoramento dos Níveis de Ruído tem como objetivo garantir que os níveis de pressão acústica oriundos do empreendimento atendam às normas e legislações vigentes e minimizem o impacto sobre o ambiente, a vizinhança e funcionários do CMT.

Sendo assim, o programa estabelece diretrizes para medições periódicas e sistemáticas de acompanhamento dos níveis de ruído que possam indicar a qualidade ambiental no aspecto do nível de ruído e criar subsídios, se necessário, para a adoção de ações complementares para adequação dos níveis de ruído ambiental. Dessa forma, o programa se estrutura basicamente em duas etapas: a primeira de coleta e amostragem de dados de campo e a segunda de análise dos dados e elaboração de relatórios para tomadas de decisões.

Os níveis de ruído medidos nos pontos apresentados no Diagnóstico Ambiental situaram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação estadual e pela Resolução Conama 01/90 – NBR 10.151

A fim de avaliar o impacto do futuro empreendimento, recomenda-se a continuidade do programa de monitoramento dos níveis de ruído, nos mesmos pontos utilizados no diagnóstico ambiental, com periodicidade semestral durante a fase de implantação e anual, durante a fase de operação. Nas campanhas regulares de monitoramento, recomenda-se especial cuidado em registrar todos os eventos que possam contribuir para o aumento dos níveis de ruído, tanto aqueles relacionados ao empreendimento, como os independentes, como ruído de insetos ou animais domésticos, vento, veículos, máquinas etc.

11.2.2 Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas

Para evitar a contaminação do solo, a poluição dos recursos hídricos, e outros danos ao meio ambiente causados pelo alçamento da BR, o Programa de Monitoramento das Águas Superficiais e Subterrâneas tem como objetivo acompanhar eventuais alterações físico-químicas e biológicas na qualidade das águas durante as etapas de implantação e operação do empreendimento para avaliar o enquadramento dos corpos hídricos nos padrões de qualidade estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes e que, em caso de alterações, sejam reforçadas as medidas de controle adotadas.

O presente Programa integra o sistema de gestão ambiental já existente no Complexo de Mineração de Tapira, no que se refere ao monitoramento da qualidade das águas, contribuindo para a sistematização dos dados e dando continuidade ao monitoramento já existente durante toda a operação do empreendimento. O escopo do programa inclui desde a definição dos pontos e parâmetros físico-químicos a serem monitorados até a análise dos resultados e possíveis tomadas de decisão.

Recomenda-se a manutenção do programa de monitoramento ambiental de todos os pontos utilizados para elaboração do Diagnóstico Ambiental das Águas Superficiais e das Águas Subterrâneas (ponto 54). Dessa forma, será possível o acompanhamento das prováveis interferências do projeto dentro na qualidade das águas do entorno do CMT, quando comparados os resultados obtidos com aqueles do diagnóstico.

Serão mantidas as frequências de monitoramento atualmente utilizadas. A análise das amostras serão realizadas por meio da contratação de laboratório específico e capacitado para tais funções, além de ser o mesmo cadastrado no Sistema Estadual de Meio Ambiente – SISEMA, conforme definido pela Deliberação Normativa COPAM nº 89/2005, e acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO ou por organismo que mantém reconhecimento mútuo com o mesmo, ou ainda estar homologado por rede metrológica de âmbito estadual, integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17.025/2005.

As amostragens seguirão as seguintes normas da ABNT: NBR-9897 (Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores – Procedimentos) e NBR-9898 (Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores – Procedimentos).

Os métodos analíticos serão aqueles estabelecidos no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater APHA – AWWA* (última edição). Os resultados serão comparados com padrões estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

11.2.3 Programa de Monitoramento Geotécnico

O Programa de Monitoramento Geotécnico tem por objetivo estabelecer requisitos de segurança e meio ambiente visando eliminar, controlar e minimizar o risco de acidentes geomecânicos associados às estruturas do CMT.

O Programa de Monitoramento Geotécnico atualmente executado na Mosaic promove o controle de parâmetros geotécnicos e ambientais da barragem BR, e tem por finalidade

acompanhar o comportamento da estrutura para verificar se a operação ocorre de acordo com as premissas técnicas estabelecidas em projeto.

O monitoramento geotécnico visa acompanhar o desenvolvimento de pressões neutras na fundação e no maciço, a elevação do N.A. do reservatório, a vazão drenada e a movimentação e recalques da barragem.

O programa de monitoramento geotécnico da barragem BR é composto de inspeções de campo com frequência definida e medições dos instrumentos instalados.

11.2.4 Programa de Monitoramento de Fauna

Modificações na vegetação, na qualidade das águas e em aspectos físicos como ruídos e vibrações são fatores que alteram a dinâmica e a diversidade das populações de animais silvestres. O Programa de Monitoramento de Fauna tem por objetivo monitorar o impacto do empreendimento sobre a fauna e com base nos dados obtidos propor, programar e aplicar medidas mitigadoras adequadas à redução ou eliminação dos impactos sobre a mastofauna, herpetofauna, avifauna e ictiofauna.

O programa pretende acompanhar as possíveis alterações nas populações dos ambientes amostrados, atualizar os dados e a listagem das espécies que ocorrem na área de amostragem, avaliar os impactos da operação das atividades minerárias do empreendimento para propor, se necessário, medidas para conservação das espécies na área de estudo e aumentar o conhecimento sobre a distribuição de espécies raras, endêmicas, ameaçadas ou com distribuição restrita. Para a avaliação da avifauna, será adotada a metodologia de pontos fixos de visualização e escuta. Para a herpetofauna e mastofauna, será utilizada a metodologia de busca ativa e a avaliação da ictiofauna será feita por pontos amostrais.

11.2.5 Programa de Monitoramento da Vegetação

O programa de monitoramento da vegetação será implantado para avaliar os resultados das ações de plantio e manutenção de vegetação relacionados às medidas mitigadoras, compensatórias e de recuperação de áreas degradadas que envolvem este tipo de ação.

As áreas de monitoramento serão as previstas no **Programa de Compensação Florestal** e as áreas do **PRAD**.

Os parâmetros que serão verificados no monitoramento e na manutenção rotineira são os seguintes: sanidade, vigor e adaptação; mortalidade; desenvolvimento; e verificação dos efeitos de borda.

O monitoramento das atividades de revegetação está intimamente ligado às atividades de manutenção da mesma. Nas atividades de manutenção regulares, como coroamento e adubação de cobertura, é possível verificar anomalias no desenvolvimento, mortalidade excessiva e ataque de pragas, que serão informadas para a tomada de ações corretivas. Desta maneira, a própria manutenção rotineira acaba por funcionar como ferramenta auxiliar do monitoramento.

Independentemente da necessidade de manutenção, as áreas referidas anteriormente serão monitoradas semestralmente desde o início das atividades correspondentes até que a vegetação atinja a condição de equilíbrio sustentável.

Para cada campanha de monitoramento será emitido um parecer técnico por profissional habilitado sobre a situação da revegetação. Havendo necessidade, novas medidas serão implantadas para obtenção do sucesso nos plantios, garantindo que as áreas serão florestadas de acordo com o previsto.

11.2.6 Atendimento às Leis Específicas dos Plantios de Compensação

Este atendimento será implantado para avaliar os resultados das ações de plantio e manutenção de vegetação relacionados às medidas mitigadoras, compensatórias e de recuperação de áreas degradadas que envolvem este tipo de ação.

As áreas de monitoramento serão as previstas no **Programa de Compensação Ambiental** e as áreas do **PRAD**.

Os parâmetros que serão verificados no monitoramento e na manutenção rotineira são os seguintes: sanidade, vigor e adaptação; mortalidade; desenvolvimento; e verificação dos efeitos de borda.

O monitoramento das atividades de revegetação está intimamente ligado às atividades de manutenção da mesma. Nas atividades de manutenção regulares, como coroamento e adubação de cobertura, é possível verificar anomalias no desenvolvimento, mortalidade excessiva e ataque de pragas, que serão informadas para a tomada de ações corretivas. Desta maneira, a própria manutenção rotineira acaba por funcionar como ferramenta auxiliar do monitoramento.

Independentemente da necessidade de manutenção, as áreas referidas anteriormente serão monitoradas semestralmente desde o início das atividades correspondentes até que a vegetação atinja a condição de equilíbrio sustentável.

Para cada campanha de monitoramento, será emitido um parecer técnico por profissional habilitado sobre a situação da revegetação. Havendo necessidade, novas medidas serão implantadas para obtenção do sucesso nos plantios, garantindo que as áreas serão florestadas de acordo com o previsto.

12 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Este estudo objetivou atualizar o projeto de alçamento apresentado anteriormente e adicionar novos dados aos diagnósticos dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Para prosseguir com sua operação, e devido ao iminente término de sua vida útil, a Mosaic Fertilizantes tem como objetivo licenciar o alçamento da Barragem de Rejeitos – BR do Complexo de Mineração de Tapira, da cota 1.200 m para a cota 1.210 m. Anteriormente, em 2017, foi apresentado um Estudo de Impactos Ambientais considerando o alçamento da BR para a cota 1.205 m. Contudo, em vista do plano diretor da unidade, foi identificada a necessidade de um alçamento maior até a cota 1.210 m.

Além disso, buscou-se demonstrar que apesar do alçamento do barramento para uma cota superior a anteriormente apresentada, a área impactada deverá ser inferior e os impactos ocasionados se mantêm praticamente inalterados.

Nos meios físico e socioeconômico, os impactos adversos levantados são pouco relevantes. Para o meio biótico, os impactos relevantes são: redução de áreas de vegetação nativa, Diminuição de espécies ameaçadas de extinção da flora e Áreas de Preservação Permanente (APP) e perda de indivíduos da fauna. Para todos os impactos ambientais, foram apresentados as medidas mitigadoras e os programas de monitoramento atualizados.

A Mosaic Fertilizantes vem continuamente realizando ensaios e testes para aplicação de outras técnicas para tratar o rejeito gerado por suas unidades. Apesar disso, principalmente em função da granulometria das lamas, nenhuma outra técnica até o momento se mostrou completamente eficaz para a disposição dos rejeitos e lamas. Sendo, portanto, imprescindível o alçamento da Barragem de Rejeitos BR para continuidade das operações da unidade do CMT, para atendimento do plano diretor de rejeitos da mesma.

Adicionalmente, analisou-se também a implantação de uma nova barragem. Contudo, essa alternativa, quando comparada ao alçamento, apresentou impactos ambientais mais significativos, não se justificando.

A MultiGeo solicita a inclusão desta atualização ao atual processo de alçamento da Barragem de Rejeitos BR.

Carla Imoto

CREA/SP 5069411909

Visto MG 42.280

13 EQUIPE TÉCNICA

Participaram da confecção deste relatório da MultiGeo, a seguinte equipe técnica:

COORDENAÇÃO GERAL

Carla Imoto	Engenheira de Minas CREA/SP 5069411909 Visto MG42.280
-------------	---

EQUIPE TÉCNICA

Bruna Rodrigues	Engenheira Florestal CREA/MG114.770
Caroline Yoshimi Akabane Yamazaki	Engenheira Ambiental CREA/SP 5062806189 Visto MG 36.108
Marcelo Coelho	Engenheiro Florestal CREA/SP 5060323752 Visto MG17.954
Tetsuo Akabane	Geólogo CREA/SP 0600421807 Visto MG42.180

EQUIPE DE APOIO

Manoela Papel	Analista Ambiental
Vinicius Fujita	Analista Ambiental
Bruno Toledo	Assistente Ambiental
Helena Couto	Estagiária

14 BIBLIOGRAFIA

- ADÁMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L.G. & Netto, J.M. (1987). *Caracterização da região dos Cerrados*. Pp. 33-98. In: Goedert, W.J. (ed.). Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Nobel, São Paulo.
- BRANDT MEIO AMBIENTE (2020). *Plano de Controle Ambiental – Projeto de Ampliação do Depósito T4 e Implantação do Depósito T6 no Complexo de Mineração de Tapira*.
- DF+ ENGENHARIA GEOTÉCNICA E RECURSOS HÍDRICOS (2020). *Projeto Conceitual de Alçamento da Barragem BR – El 1210 m*.
- _____ (2020). *Projeto Detalhado de Alçamento da Barragem BR – El 1210 m*.
- _____ (2021). *Melhorias técnicas em relação ao projeto de alçamento barragem BR el. 1205 m*.
- EINTEN, G. (2001). *Vegetação natural do Distrito Federal*. Brasília: SEBRAE/DF. 162p. In: BALDUINO, A. P. do C.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M.; SILVA, A. F. da; JUNIOR, M. C. da S. *Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba-MG*. Revista Árvore, v. 29, n. 1, 2005.
- FELFILI, J. M.; ROITMAN, I.; MEDEIROS, M. M.; SANCHEZ, M. (2011) *Procedimentos e métodos de amostragem de vegetação*. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (Ed.). *Fitossociologia no Brasil – Métodos e estudo de casos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. p. 86-121.
- FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; BROCHADO, A.L. & GUALA II, G.F. (1994). *Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos*. Cadernos de Geociências 12: 39-43.
- _____ (2020). *Projeto Detalhado de Alçamento da Barragem BR – El 1210 m*.
- GEOAVALIAR (2019). *Relatório de Monitoramento de Ruído Ambiental – Mosaic Fertilizantes P&K Ltda – Unidade de Tapira/MG*.
- _____ (2020). *Relatório de Monitoramento de Ruído Ambiental – Mosaic Fertilizantes P&K Ltda – Unidade de Tapira/MG*.
- _____ (2020). *Relatório de Monitoramento da Qualidade do Ar – Mosaic Fertilizantes P&K Ltda*.
- FOSFERTIL (2004). *Avaliações Complementares Acerca dos Teores de Fósforo nas Águas Superficiais do CMT*.
- MDGEO (2021). *Atualização do Modelo Hidrogeológico do Complexo Minerador de Tapira – Modelo Numérico Expandido Além dos Limites da Chaminé Alcalina*.
- MOSAIC FERTILIZANTES (2021). *Parecer técnico de novas tecnologias de reaproveitamento e deposição de rejeitos do Complexo de Mineração de Tapira*.
- MULTIGEO - MINERAÇÃO, GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA. (2017) *Estudo de Impacto Ambiental – Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR)*.
- MYERS, N.; MITTERMEYER, R.A.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. (2000). *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature 403: 853-858.

- PROBIO. 2007. *Biodiversidade Brasileira: Avaliação e Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. ed. *Cerrado: Ambiente e flora*. EMBRAPA – Planaltina-DF. p.89-166. 1998.
- SOARES, C.P.B; NETO, F.P; SOUZA, A.L. (2006). *Dendrometria e inventário florestal*. Viçosa: Ed. UFV, 276p.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. (1991) *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.
- WALM ENGENHARIA. (2020) *Plano Diretor de Disposição de Rejeitos e Estéril Complexo de Mineração de Tapira – CMT – Plano diretor de rejeitos (2020-2060)*