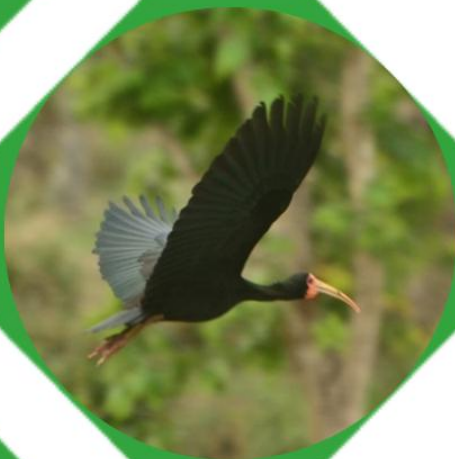




BEMISA ÁGUA AZUL MINERAÇÃO S/A

Projeto Água Azul Industrial - 2.85 MTA Alvo Abelhas



**ANM 850.492/2007
MINÉRIO DE OURO**

RELATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL RCA



Volume I

**ÁGUA AZUL DO NORTE - PA
DEZEMBRO - 2025**

APRESENTAÇÃO

O presente Relatório de Controle Ambiental - RCA destina-se a instrução do processo de licenciamento ambiental para ampliação do empreendimento minerário denominado **Projeto Água Azul - Alvo Abelhas**, localizado no município de Água Azul do Norte, no estado do Pará, em área correspondente ao processo ANM 850.492/2007, de titularidade da **Bemisa Água Azul Mineração S/A**.

A ampliação proposta refere-se à produção de 2.85 MTA, considerando a produção de 200 KTA atualmente licenciada, conforme Licença de Operação emitida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS/PA, **certificado LO 15535/2025** (originada no Processo nº 2025/9710), de 09 de maio de 2025, com validade até 08 de maio de 2030.

Assim, de acordo com o requerimento padrão para o processo de licenciamento ambiental e com base na planilha anexa da Resolução COEMA 117/2014, o empreendimento se enquadra nos códigos apresentados a seguir, contando, também, com Pilha de Estéril e Pilha de Estéril e Rejeito (PDE e PDER):

- **Código 0507** - Extração de Minerais Metálicos;
- **Código 0513** - Beneficiamento de Minérios Metálicos.

Portanto, o presente processo de licenciamento visa a ampliação de produção da atividade minerária já executada na área do processo ANM 850.492/2007, passando de **200.000 t/ano para 2.850.000 t/ano** de extração de minério de ouro (ROM) e beneficiamento mineral, com a utilização de Planta Hidrometalúrgica.

Assim, o presente documento foi estruturado de forma a caracterizar a área de inserção do empreendimento a partir de procedimentos metodológicos específicos, constituindo o diagnóstico ambiental, o qual diz respeito à base de dados necessária com o objetivo de garantir sua conformidade ambiental, tanto sob os aspectos legais como operacionais.

Destaca-se que a elaboração do presente RCA foi definida a partir do Termo de Referência para Elaboração de Relatório de Controle Ambiental (RCA) e respectivo Plano de Controle Ambiental (PCA), referente ao projeto de ampliação de empreendimento AGZ Alvo Abelhas, emitido pelas SEMAS PA, por meio da **Notificação Nº.: 209462/GEMIM/CMINA/DLA/SAGRA/2025**.

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA DE CONSULTORIA	16
2. NOVA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	18
2.1. Histórico do Empreendimento Projeto AGZ Alvo Abelhas	18
2.2. Empreendimento Atual - Fase 200KTA	20
2.3. Empreendimento 2.85 MTA - Caracterização Geral	28
2.3.1. Localização e Vias de Acesso	28
2.3.2. Contextualização do Projeto AGZ em relação a Bacia Hidrográfica	30
2.3.3. Fases de Planejamento, Implantação, Operação e Desativação	33
2.3.4. Plano Diretor - Projeto Água Azul - 2.85 MTA - (Alvo Abelhas)	34
2.3.5. Fontes de Abastecimento de Água e Energia	35
2.3.5.1. Fontes de Água / Balanço Hídrico	35
2.3.5.2. Suprimento e Distribuição de Energia	37
2.3.5.2.1. Distribuição Interna de Energia Elétrica	37
2.3.6. Instrumentação e Controle da Planta de Processamento	38
2.3.6.1. Sala de Automação e Controle	38
2.3.6.2. Arquitetura do Sistema de Automação	39
2.3.7. Mão de Obra e Regime de Trabalho	39
2.4. Operação referentes a ampliação 2.85 MTA	43
2.4.1. Reservas Geológicas	43
2.4.1.1. Base Topográfica	44
2.4.1.2. Banco de Dados	44
2.4.1.3. Modelamento Geológico	46
2.4.1.4. Modelo Geológico 3D	46
2.4.1.5. Compostas	47
2.4.1.6. Modelo de Blocos	47
2.4.1.7. <i>Capping</i> de teores	48
2.4.1.8. Resultados da Avaliação das Reservas Geológicas	48
2.4.2. Método de Lavra	51
2.4.2.1. Plano Sequencial de Lavra	51
2.4.2.2. Vida Útil	58
2.4.2.3. Ciclo de Operação	58

2.4.2.4. Fase de Lavra em Regime Normal	59
2.4.3. Descrição da Utilização de Explosivos	60
2.4.4. Relação dos Equipamentos de Lavra.....	61
2.4.5. Processamento do Minério - Beneficiamento.....	64
2.4.5.1. Composição da Amostra representativa	64
2.4.5.2. Caracterização Tecnológica.....	65
2.4.5.3. Descrição do Processo	67
2.4.6. Produto	72
2.4.7. Transporte dos Produtos até Destinação Final	72
2.4.8. Pilha de Rejeito / Estéreis.....	72
2.4.8.1. Classificação do Rejeito	72
2.4.8.2. PDE Norte e PDER Sul	73
2.4.8.2.1. Sequência Construtiva	80
2.4.9. Reagentes Químicos e Método de Neutralização	84
2.4.9.1. Reagentes.....	84
2.4.9.1.1. Preparação de Cianeto	85
2.4.9.1.2. Preparação de Soda Cáustica.....	86
2.4.9.1.3. Distribuição de Ácido Clorídrico	86
2.4.9.1.4. Preparação de Leite de Cal	86
2.4.9.1.5. Preparação de Sulfato de Cobre.....	87
2.4.9.1.6. Distribuição de Metabissulfito de sódio	87
2.4.9.1.7. Preparação de Flocculante.....	88
2.4.9.1.8. Neutralização de Cianeto - DETOX.....	88
2.4.10. Processo de Fundição	89
2.4.11. Áreas de Empréstimo e ADME (Áreas de Disposição de Materiais Excedentes).....	90
2.4.12. Localização das Unidades da Mina Água Azul em relação aos sistemas hídricos	90
2.4.13. Operações Unitárias Auxiliares.....	90
2.4.13.1. Estrutura de Apoio Técnico-Administrativo	90
2.4.14. Insumos e fonte de aquisição dos mesmos	95
2.4.15. Armazenamento e Distribuição Interna de Combustível.....	97
2.5. Cronograma do Empreendimento.....	97
2.6. Operações Unitárias de Controle Ambiental	99
2.7. Logística de Transporte Internos	111

2.8. Transporte do Minério	113
3. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	113
3.1. Conceito.....	113
3.2. Metodologia.....	114
3.3. Área Diretamente Afetada (ADA).....	117
3.4. Áreas de Influência Direta (AID)	120
3.4.1. AID Meios Físico e Biótico.....	120
3.4.2. AID Meio Antrópico	122
3.5. Áreas de Influência Indireta (AII)	123
3.5.1. AII Meios Físico e Biótico	124
3.5.2. AII Meio Antrópico	125
4. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA.....	126
4.1. Meio Físico	126
4.1.1. Clima da região.....	126
4.1.2. Geologia Regional e Local	136
4.1.2.1. Caracterização Regional.....	136
4.1.2.2. Caracterização Local	141
4.1.3. Aspectos Geomorfológicos	147
4.1.3.1. Aspectos Regionais	147
4.1.3.2. Aspectos Locais.....	148
4.1.4. Aspectos Espeleológicos	150
4.1.4.1. Aspectos Regionais	150
4.1.4.2. Aspectos Locais.....	153
4.1.5. Pedologia	159
4.1.5.1. Aspectos Regionais	159
4.1.5.2. Aspectos Locais.....	160
4.1.6. Recursos Hídricos Superficiais.....	161
4.1.6.1. Caracterização Regional	162
4.1.6.1.1. Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia	162
4.1.6.1.2. Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas.....	165
4.1.6.2. Caracterização Local	167
4.1.6.2.1. Bacia Hidrográfica do rio Água Azul do Norte.....	167
4.1.6.2.2. Cadastramento de Nascentes	169

4.1.6.2.3. Enquadramento dos cursos d'água	187
4.1.6.2.4. APP Hídrica	188
4.1.6.2.5. Disponibilidade Hídrica.....	189
4.1.7. Qualidade das Águas Superficiais	190
4.1.7.1. Caracterização Local	190
4.1.8. Recursos Hídricos Subterrâneos.....	219
4.1.8.1. Aspectos Regionais	220
4.1.8.2. Aspectos Locais.....	221
4.1.9. Qualidade das Águas Subterrâneas	226
4.1.9.1. Caracterização Local	226
4.1.10. Qualidade do Ar	239
4.1.11. Ruído	250
4.1.12. Vibração	263

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Arranjo Geral 200 KTA	21
Figura 2.2 - Arranjo Geral 2.85 MTA	22
Figura 2.3 - Fases do Projeto Água Azul do Norte	24
Figura 2.4 - Comparativo das Fases do Projeto Água Azul	25
Figura 2.5 - Vista aérea da etapa de desenvolvimento da lavra	25
Figura 2.6 - Vista aérea mostrando a lavra em operação com seus acessos (2025)	26
Figura 2.7 - Vista aérea mostrando a Pilha de Estéril/Rejeitos em operação	26
Figura 2.8 - Vista aérea mostrando a Pilha de Estéril/Rejeitos em operação	27
Figura 2.9 - Vista aérea mostrando parte da Planta Hidrometalúrgica atual	27
Figura 2.10 - Vista aérea mostrando a área da Planta Hidrometalúrgica e Apoio Administrativo atuais.....	28
Figura 2.11 - Vista aérea mostrando a área da Planta de Filtragem de Rejeitos atual	28
Figura 2.12 - Localização do Empreendimento - Estrutura Viária Local	30
Figura 2.13 - Localização do empreendimento em relação a Bacia do Rio Itacaiúnas	31
Figura 2.14 - Localização do empreendimento em relação a Bacia do Rio Pium.....	32
Figura 2.15 - Balanço Hídrico Projeto AGZ 2.85 MTA	36
Figura 2.16 - Sistema de Supervisão e Controle	39
Figura 2.17 - Furos de Sondagem.....	45
Figura 2.18 - Localização das seções interpretadas nos alvos do projeto Água Azul	46
Figura 2.19 - Interpretação geológica utilizando-se <i>snapp</i> nos pontos de amostra	47
Figura 2.20 - Modelo de blocos classificado	49
Figura 2.21 - Cava Pré-operacional (2028)	52
Figura 2.22 - Cava Ano 2029 (Operacional)	53
Figura 2.23 - Cava Ano 2030 (Operacional)	53
Figura 2.24 - Cava Ano 2031 (Operacional)	53
Figura 2.25 - Cava Ano 2032 (Operacional)	54
Figura 2.26 - Cava Ano 2033 (Operacional)	54
Figura 2.27 - Cava Ano 2034 (Operacional)	54
Figura 2.28 - Cava Ano 2035 (Operacional)	55
Figura 2.29 - Cava Ano 2036 (Operacional)	55
Figura 2.30 - Cava Ano 2037 (Operacional)	55
Figura 2.31 - Cava Ano 2038 (Operacional)	56

Figura 2.32 - Cava Ano 2039 (Operacional)	56
Figura 2.33 - Cava Ano 2040 (Operacional)	56
Figura 2.34 - Seções Cava Abelhas mostrando os cenário pré-operação até a cava final (12 anos)	57
Figura 2.35 - Seções Cava Abelhas mostrando os cenários pré-operação e a cava final (12 anos)	57
Figura 2.36 - Detalhes do “Corta Rio”	58
Figura 2.37 - Campanha de Caracterização Tecnológica para o Projeto Água Azul	66
Figura 2.38 - Rotas de Processo	67
Figura 2.39 - Fluxograma Simplificado da Planta de Hidrometalúrgica do Projeto 2.85 MTA	71
Figura 2.40 - Vista aérea da Planta Hidrometalúrgica em operação (200 KTA)	72
Figura 2.41 - Gráfico da relação de potencial de neutralização (PN) versus potencial de acidificação (PA)	73
Figura 2.42 - Planta da PDE Norte	76
Figura 2.43 - Seções da PDE Norte	77
Figura 2.44 - Planta da PDER Sul	78
Figura 2.45 - Seções da PDER Sul	79
Figura 2.46 - Destaque do fluxograma ilustrativo da etapa da fundição	90
Figura 2.47 - Vista Aérea da Planta Hidrometalúrgica atual e Instalações Administrativas (200 KTA)	92
Figura 2.48 - Localização do Alojamento BEMISA	93
Figura 2.49 - Detalhes do Alojamento BEMISA	94
Figura 2.50 - Mapa de classificação e uso do solo do Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas	99
Figura 2.51 - Placas de sinalização viária	101
Figura 2.52 - Diálogo Diário de Segurança (DDS) realizado com parte dos funcionários da Bemisa.	102
Figura 2.53 - Lixeiras de Coleta Seletiva no empreendimento	103
Figura 2.54 - Realização de monitoramento em sistema de tratamento de efluente sanitário	109
Figura 2.55 - Vias do Termo de Acordo	112
Figura 3.1 - Ilustração de bacia hidrográfica	115
Figura 3.2 - Áreas de influência - Esquema Ilustrativo	116
Figura 3.3 - Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Água Azul 2.85 MTA	119

Figura 3.4 - Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico	121
Figura 3.5 - Área de Influência Direta (AID) do Meio Antrópico	123
Figura 3.6 - Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico	125
Figura 3.7 - Área de Influência Indireta (AII) do Meio Antrópico	126
Figura 4.1 - Mapa de localização das estações meteorológicas em relação à área do empreendimento	128
Figura 4.2 - Climograma com base nas Normais Climatológicas da Estação meteorológica de Conceição do Araguaia (1991 - 2020).....	129
Figura 4.3 - Temperatura (°C) média, mínima e máxima para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020).....	131
Figura 4.4 - Precipitação acumulada (mm) mensal para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020)	132
Figura 4.5 - Umidade Relativa do Ar (%) para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020).....	133
Figura 4.6 - Direção de Origem dos Ventos da estação meteorológica de Conceição do Araguaia (2009 - 2024).....	133
Figura 4.7 - Direção de Destino dos Ventos da estação meteorológica de Conceição do Araguaia (2009 - 2024).....	133
Figura 4.8 - Frequência anual média de distribuição da intensidade dos ventos (m/s) para a estação meteorológica de Conceição do Araguaia (2009 - 2024)	134
Figura 4.9 - Insolação (Hr) para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020)	135
Figura 4.10 - Evaporação (mm) para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020).....	136
Figura 4.11 - Províncias Tapajós e Rio Branco. Elas representam as porções do Cráton Amazônico que tem conexão sob as coberturas fanerozóicas desde a Venezuela até o Paraguai	137
Figura 4.12 - Mapa geológico Regional	140
Figura 4.13 - Blocos rolados observados durante as atividades de campo realizadas em 2025.	142
Figura 4.14 - Aspecto do metagranodiorito. A) Visão Macroscópica de campo. B) Visão do testemunho de sondagem.....	143
Figura 4.15 - Aspecto do granito potássico. A) Visão Macroscópica de campo. B) Visão do testemunho de sondagem.....	143

Figura 4.16 - Aspecto do gabro. A) Visão Macroscópica de campo. B) Visão do testemunho de sondagem	144
Figura 4.17 - Aspecto do Basalto. A) Visão Macroscópica de campo mostrando textura afanítica. B) Visão do testemunho de sondagem.....	144
Figura 4.18 - Principais potenciais minerais presentes na região da área de estudo	146
Figura 4.19 - Compartimentação geomorfológica na área do empreendimento	148
Figura 4.20 - Classes de declividade presentes na região de inserção do empreendimento...	150
Figura 4.21 - Potencial Espeleológico.....	153
Figura 4.22 - Espesso pacote de solo.....	154
Figura 4.23 - Talvegue sem afloramentos	154
Figura 4.24 - Relevo plano sem ocorrências de afloramentos.....	155
Figura 4.25 - Pontos e Caminhamento Espeleológico.....	156
Figura 4.26 - Métodos de controle do caminhamento (linhas e polígonos)	157
Figura 4.27 - Classes de solo presentes na ADA do Projeto	160
Figura 4.28 - Localização do empreendimento em relação a Bacia do Rio Tocantins-Araguaia	162
Figura 4.29 - Unidades de Planejamento Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia	164
Figura 4.30 - Distribuição de Cargas Orgânicas	166
Figura 4.31 - Sub-bacias Locais no entorno do empreendimento.	169
Figura 4.32 - Localização das nascentes em relação à área do empreendimento.....	172
Figura 4.33 - Registro fotográfico da NC 01	173
Figura 4.34 - Registro fotográfico da NC 02.....	173
Figura 4.35 - Registro fotográfico da NC 03.....	174
Figura 4.36 - Registro fotográfico da NC 04.....	174
Figura 4.37 - Registro fotográfico da NC 05.....	175
Figura 4.38 - Registro fotográfico da NC 06.....	175
Figura 4.39 - Localização dos pontos de controle em relação à área do empreendimento	177
Figura 4.40 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé I	178
Figura 4.41 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé II.....	180
Figura 4.42 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé I	181
Figura 4.43 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Igarapé Sul.....	182
Figura 4.44 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Igarapé Norte.....	183
Figura 4.45 - Registro fotográfico dos talvegues seco dos afluentes sem nome do rio Água Azul do Norte	183

Figura 4.46 - Registro fotográfico dos acúmulos d'água no curso d'água Mina Igarapé II...	185
Figura 4.47 - Registro fotográfico do ponto ACM 04	185
Figura 4.48 - Registro fotográfico do ponto ACM 06	186
Figura 4.49 - Registro fotográfico das cavas de antigos garimpos.....	186
Figura 4.50 - Registro fotográfico de <i>SUMP</i>	187
Figura 4.51 - APP Hídrica	189
Figura 4.52 - Localização dos Pontos de Monitoramento de Águas Superficiais em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial.....	192
Figura 4.53 - Imagens dos Pontos de Monitoramento de Água Superficial.....	193
Figura 4.54 - Amostragem das Águas Superficiais	194
Figura 4.55 - Perfil hidrogeológico esquemático com direção SW-NE, representando as principais unidades hidrogeológicas da área.	222
Figura 4.56 - Mapa potenciométrico e de fluxo subterrâneo da área de estudos – representação sobre imagem de satélite.....	224
Figura 4.57 - Perfil litológico do poço de bombeamento PÇ 01	225
Figura 4.58 - Perfil litológico-construtivo do poço de bombeamento PÇ 02.....	226
Figura 4.59 - Localização dos Pontos de Monitoramento de Águas Subterrâneas em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial.....	228
Figura 4.60 - Imagens dos Pontos de Monitoramento de Água Subterrânea	229
Figura 4.61 - Pontos de Monitoramento de Qualidade do Ar em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial.....	241
Figura 4.62 - Imagens dos Pontos de Monitoramento da Qualidade do Ar	242
Figura 4.63 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro PTS	246
Figura 4.64 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP ₁₀	246
Figura 4.65 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP _{2,5}	247
Figura 4.66 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro PTS	248
Figura 4.67 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP ₁₀	249
Figura 4.68 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP _{2,5}	249
Figura 4.69 - Localização dos Pontos de Monitoramento de Ruído em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial	253
Figura 4.70 - Evidências do Monitoramento de Ruído	254
Figura 4.71 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Diurno)	259
Figura 4.72 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Noturno)	259
Figura 4.73 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Diurno)	262

Figura 4.74 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Noturno)	262
Figura 4.75 - Pontos de Monitoramento de Vibração em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial	265
Figura 4.76 - Imagens do Sismógrafo	266

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Empresa responsável pelo empreendimento	16
Quadro 1.2 - Representante legal do empreendimento.....	16
Quadro 1.3 - Responsável pelo Empreendimento	16
Quadro 1.4 - Responsável pela área ambiental do Empreendimento	16
Quadro 1.5 - Dados da empresa responsável pela elaboração do RCA/PCA.....	16
Quadro 1.6 - Dados da Equipe Técnica Multidisciplinar - Responsável pelo RCA	17
Quadro 2.1 - Dados do empreendimento na fase atual (200 KTA) e da ampliação prevista (2.85 MTA).....	22
Quadro 2.2 - Relação de Documentos Autorizativos para Captação de Água	35
Quadro 2.3 - Consumo Energético Preliminar	38
Quadro 2.4 - Estimativa de Quadro de Pessoal	39
Quadro 2.5 - Quadro de Horários dos Turnos de Operação da Lavra	42
Quadro 2.6 - Informações do Direito Minerário ANM n.º 850.492/2007	43
Quadro 2.7 - Tabela resumo com valores de densidade das amostras de sondagem	45
Quadro 2.8 - Parâmetros do modelo de blocos.....	48
Quadro 2.9 - Reserva Geológica do Alvo Abelhas calculada pelo método OKRIG.....	49
Quadro 2.10 - Reserva Geológica do Alvo Antonino calculada pelo método OKRIG.....	50
Quadro 2.11 - Reserva Geológica do Alvo Juliano calculada pelo método OKRIG	50
Quadro 2.12 - Reserva Geológica Total calculada pelo método OKRIG para os Alvos Abelhas, Juliano e Antonino.....	50
Quadro 2.13 - Sequenciamento da produção anual do Projeto AGZ Fase 2	52
Quadro 2.14 - Seleção e Especificação dos Equipamentos	62
Quadro 2.15 - Seleção e especificação dos equipamentos	65
Quadro 2.16 - Balanço de Massa Anual	69
Quadro 2.17 - Pontos de Dosagem dos Reagentes	85
Quadro 2.18 - Cianeto de Sódio (NaCN)	86
Quadro 2.19 - Soda Cáustica (NaOH).....	86
Quadro 2.20 - Ácido Clorídrico.....	86
Quadro 2.21 - Cal Virgem	87
Quadro 2.22 - Sulfato de Cobre.....	87
Quadro 2.23 - Metabissulfito de Sódio.....	87
Quadro 2.24 - Parâmetros para Neutralização de Cianeto.....	88

Quadro 2.25 - Consumo de Reagentes e outros consumíveis	96
Quadro 3.1 - Uso e Ocupação do Solo da Área Diretamente Afetada pelo Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas.....	119
Quadro 4.1 - Estações meteorológicas utilizadas no estudo.....	127
Quadro 4.2 - Classificação climática para a região de inserção do empreendimento	129
Quadro 4.3 - Normal Climatológica (1991 - 2020) para o município de Conceição do Araguaia/PA.	130
Quadro 4.4 - Classificação geomorfológica regional	147
Quadro 4.5- Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil de acordo com a litologia.....	151
Quadro 4.6 - Dimensão da ADA e AE e densidade da malha de caminhamento	158
Quadro 4.7 - Cobertura do caminhamento na ADA e AE em porcentagem	158
Quadro 4.8 - Pontos de nascentes registrados na área de estudo.....	171
Quadro 4.9 - Pontos de controle registrados na área de estudo	176
Quadro 4.10 - Pontos de Referência Hidrológica com Coordenadas Geográficas e UTM	190
Quadro 4.11 - Resultados de Disponibilidade Hídrica	190
Quadro 4.12 - Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais dos Corpos Receptores da Região do Projeto Água Azul - Fase Industrial	191
Quadro 4.13 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_01	196
Quadro 4.14 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_02	198
Quadro 4.15 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_03	200
Quadro 4.16 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_04	205
Quadro 4.17 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_05	210
Quadro 4.18 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_06	212
Quadro 4.19 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_07	217
Quadro 4.20 - Informações dos poços tubulares de captação perfurados na Mina Água Azul	225
Quadro 4.21 - Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas da Região do Projeto Água Azul - Fase Industrial	227
Quadro 4.22 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_01	231
Quadro 4.23 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_02	232
Quadro 4.24 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_03	234
Quadro 4.25 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_04	235

Quadro 4.26 - Pontos de Monitoramento da Qualidade do Ar - Projeto Água Azul - Fase Industrial.....	241
Quadro 4.27 - Padrão nacional da Qualidade do Ar.....	244
Quadro 4.28 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (PTS) ..	245
Quadro 4.29 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP ₁₀)..	245
Quadro 4.30 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP _{2,5})	245
Quadro 4.31 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (PTS) ..	248
Quadro 4.32 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP ₁₀)..	248
Quadro 4.33 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP _{2,5})	248
Quadro 4.34 - Pontos de Monitoramento do Ruído Ambiental - Projeto Água Azul - Fase Industrial.....	252
Quadro 4.35 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período	257
Quadro 4.36 - Resultados do Monitoramento de Ruído Ambiental – Ano 2024	258
Quadro 4.37 - Resultados do Monitoramento de Ruído Ambiental - Ano 2025.....	261
Quadro 4.38 - Pontos de Monitoramento da Vibração - Projeto Água Azul - Fase Industrial	264
Quadro 4.39 - Vibrações e percepções dos humanos e seus efeitos sobre as edificações.....	266
Quadro 4.40 - Normas internacionais utilizadas como referências	267
Quadro 4.41 - Resultados do Monitoramento de Vibração	267

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA DE CONSULTORIA

Quadro 1.1 - Empresa responsável pelo empreendimento

Identificação do Empreendedor	
Pessoa Jurídica na qual o empreendimento se vincula	Bemisa Água Azul Mineração S.A.
CNPJ	43.300.286/0002-14
Inscrição Estadual	15.789.431-2
Endereço	Lote 50D da Gleba Pium, S/N Zona Rural Água Azul do Norte, PA CEP: 68.533-000
Telefone	(21) 3550-1260
E-mail	juridico@bemisa.com.br / ambiental@bemisa.com.br
Registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais:	8225227

Quadro 1.2 - Representante legal do empreendimento

Representante Legal	
Nome	Diretor Presidente Augusto Cesar Calazans Lopes
CPF	042.980.307-92
Endereço	Avenida Presidente Wilson, nº 231, 23º andar – salas 2303 e 2304 - parte, bairro Centro, cidade do Rio de Janeiro/RJ, CEP 20.030-905
Telefone	(21) 3550-1260
E-mail	juridico@bemisa.com.br

Quadro 1.3 - Responsável pelo Empreendimento

Responsável pelo Empreendimento	
Nome	Cláudio Fernandes - Diretor de Mineração
CPF	570.709.466-00
Endereço	Rua Rio de Janeiro, 2702, 5º andar - Lourdes - Belo Horizonte / MG CEP: 30.140-160
Telefone	(31) 3370-8616
E-mail	juridico@bemisa.com.br

Quadro 1.4 - Responsável pela área ambiental do Empreendimento

Responsável pelo Meio Ambiente	
Nome	Patrícia Mesquita de Oliveira Gerente Geral de Meio Ambiente e SSO
CPF	056.997.216-73
Endereço	Rua Rio de Janeiro, 2702, 5º andar - Lourdes - Belo Horizonte / MG CEP: 30.140-160
Telefone	(31) 3370-8616
E-mail	ambiental@bemisa.com.br

Quadro 1.5 - Dados da empresa responsável pela elaboração do RCA/PCA

Identificação da empresa responsável pela elaboração do RCA/PCA	
Razão social	CERN - Consultoria e Empreendimentos de Recursos Naturais Ltda.
Endereço	Rua Paraíba, 1654, sala 302 - Savassi - Belo Horizonte / MG CEP: 30.130-145
CNPJ/CPF	26.026.799/0001-89
Telefone	(31) 3261-7766
E-mail	cern@cern.com.br

Identificação da empresa responsável pela elaboração do RCA/PCA	
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF/AIDA)	539116
Representante Legal / Pessoa de Contato	Nívio Tadeu Lasmar Pereira
CPF	245.292.496-20
E-mail	nivio.lasmar@cern.com.br

No Quadro 1.6, apresentado a seguir, são relacionados os profissionais que participaram da elaboração do presente RCA.

Quadro 1.6 - Dados da Equipe Técnica Multidisciplinar - Responsável pelo RCA

Profissional	Formação Profissional	Nº do Conselho	CTF IBAMA	Atuação no Projeto
Nívio Tadeu Lasmar Pereira	Geólogo	CREA/MG 28783/D	250696	Coordenação Geral
Mariana Gomide Pereira	Geóloga	CREA/PA 45053	5192152	Coordenação Geral e dos Meios Físico e Socioeconômico
Elisa Monteiro Marcos	Bióloga	CRBio 044665/06	2002705	Coordenação Geral e do Meio Biótico
Bárbara Leão Correia	Bióloga	CRBio 128190/04	8367163	Coordenação Geral
Paloma Neves Oliveira	Engenheira Ambiental	CREA/PA 981.656	8293059	Coordenação Geral
Helena Patto Sanabio Oliveira	Engenheira Ambiental e Sanitarista	-	-	Coordenação e Elaboração dos Estudos do Meio Físico
Ana Carolina Costa Lara Rocha	Bióloga	CRBio 070368/06	4481325	Coordenação e Elaboração dos Estudos do Meio Biótico
Luciano Estavanato Cortes	Geógrafo	CREA/PA 956542	5679723	Coordenação e Elaboração dos Estudos do Meio Socioeconômico

2. NOVA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1. Histórico do Empreendimento Projeto AGZ Alvo Abelhas

O Projeto Água Azul teve início no ano de 2007, inicialmente requerido para substância mineral de cobre, voltado principalmente para a prospecção de metais base, devido à proximidade com o *Greenstone Belt* Sapucaia e Granito Seringa e, também, às anomalias aeromagnéticas, na região de Água Azul do Norte - PA. Todavia, no início das atividades de pesquisa o corpo técnico do Grupo BEMISA identificou anomalias positivas para ouro e passou a desenvolver os trabalhos com o foco no desenvolvimento de recursos/reservas de minério de ouro. Na data de 27 de maio de 2013, a ANM foi comunicada sobre a ocorrência da nova substância, incluindo ouro como substância pesquisada.

Os trabalhos de exploração (prospecção/pesquisa) indicaram importantes ocorrências de mineralizações auríferas, contidas em um grupo de rochas englobadas por corredores de cisalhamento, responsáveis pelo controle estrutural da mineralização. Diversos furos de sondagem reportaram excelentes resultados geoquímicos, gerando compostos auríferos de mais de 20 m de espessura, como por exemplo, os furos de sondagem rotativa diamantada AGZ-AL01-DD-036 com 22,15 m @ 2,54 g/t Au, AGZ-AL01-DD-047 com 20,72 m @ 3,10 g/t Au, AGZ-AL01-DD-117 com 26,06 m @ 2,39 g/t Au, AGZ AL01-DD-127 com 28,01 m @ 3,05 g/t Au, entre tantos outros.

A zona mineralizada é formada basicamente por conjunto de rochas variavelmente deformadas e afetadas por extensas zonas de cisalhamento, de direção regional E-W com inflexões NW-SE. Exibem feições levemente deformadas, gerando desde incipiente foliação até feições miloníticas à ultramiloníticas, com obliteração total da textura original. Dados estruturais mostraram predominância do trend NW-SE com tendências para NNW-SSE, indicado cisalhamento de caráter deformacional rotacional com cinemática sinistral.

A partir de 2007, a Bemisa solicitou requerimentos de pesquisa para extensas áreas no Estado do Pará. O foco da pesquisa eram mineralizações cupríferas. A área de pesquisa foi denominada Projeto Ourilândia-Xinguara, e era constituído inicialmente, por um conjunto de 64 áreas requeridas a ANM, as quais, em função das atividades exploratórias desenvolvidas, foram reduzidas as atuais 3 áreas, que foram selecionadas para trabalhos de pesquisa mineral em escalas de detalhe.

Como essas áreas se localizam próximo à cidade Água Azul do Norte, o projeto foi então denominado Projeto Água Azul. O requerimento foi feito para pesquisa de cobre, sendo realizada a comunicação de ocorrência da nova substância, minério de ouro, conforme

protocolo realizado em 27 de maio de 2013. A pesquisa mineral de detalhe iniciou em 2012 através de extensa campanha de amostragem geoquímica de solo, passando por levantamentos de geofísica terrestre que culminaram com a identificação de uma região com relevantes anomalias de ouro na região central do Direito Minerário, separadas em alvos, nomeados como Abelhas, Antonino e Juliano.

A região em destaque conta com uma série de pequenos garimpos que, segundo informações locais, remontam a década de 80, de onde foram lavrados veios primários ricos em ouro de forma manual e semi-mecanizada. Durante o desenvolvimento da pesquisa mineral, também foi registrado antigo *shaft* abandonado (Alvo Antonino) com pilhas de rejeito no entorno, demonstrando que os garimpos também se deram de forma subterrânea, testando os filões mineralizados.

A integração dos dados geoquímicos de sedimento de corrente, rocha e solo, bem como anomalias identificadas nas campanhas de geofísica terrestre, embasaram a decisão de dar início a campanha de sondagem pioneira para testagem em subsolo das estruturas mineralizadas mapeadas em superfície. Em 2018, a primeira campanha de sondagem foi centralizada nos Alvos Antonino e Juliano, por decisões estratégicas, como também por acordo com superficiários. No entanto, a partir de 2019 que foram iniciados os primeiros furos no Alvo Abelhas, mostrando-se como principal alvo de pesquisa da região, reportando os melhores interceptos e teores de ouro.

Entre 2018 e 2020 foram realizados 127 furos de sondagem diamantada, com profundidade variando entre 100m a 400m e totalizando mais de 21 mil metros de sondagem.

As campanhas de sondagem permitiram identificar mineralização aurífera associada a zonas de intenso cisalhamento, distribuídas de quatro formas principais, em diferentes estágios de formação, com ouro livre e associado a sulfetos, sobretudo, pirita, e de forma secundária, calcopirita, por vezes associados mineralogicamente com sericita e clorita e magnetita. Outros metais base como Cobre, Cobalto e Molibdênio aparecem pontualmente ligados a mineralização, assim como, mineralização de tungstênio e Bismuto ligados a fase pegmatítica. O conhecimento da mineralização aurífera no Projeto Água Azul desenvolveu-se ao longo de 4 campanhas de sondagem. A primeira fase teve início em 13/06/2018 e finalizou em 07/08/2018, totalizando 2.630,72m em 19 furos. A segunda fase iniciou em 17/09/2018 e no dia 12/11/2018 foi concluída, somando 1.571,27m em 11 furos. Durante a terceira fase foram perfurados 3.516,01m em 24 furos, com início em 26/08/2019 e fim em 16/12/2019.

A quarta fase de sondagem foi mais extensa, onde foram concluídos 73 furos, iniciando 24/03/2020 e finalizando dia 02/11/2020, produzindo 13.291,34m. As quatro fases de

sondagem geraram o montante de 21.009,34m perfurados. Até o presente momento foram realizados investimentos da ordem de R\$ 18,1 milhões, para prospecção e pesquisa e estimativa de Reserva Geológica no Projeto Água Azul.

Durante o 2º semestre de 2020 os dados de sondagem foram consolidados, o modelo geológico 3D construído e a estimativa de Reserva Geológica realizadas em parceria com a empresa BNA *Micromine*, incluindo os 03 alvos de pesquisa perfurados até o momento.

O resumo das Reservas Geológicas Totais estimadas para os 03 alvos do Projeto Água Azul, considerando um *cutoff* grade de 0,5 g/t Au e um *capping* de 12,31 g/t Au, perfazendo total 22,18 milhões de toneladas com média de 1,74 g/t Au, que convertidas para onças troy, somam 1,24 Moz Au.

O requerimento de pesquisa da área em questão foi protocolado em 12 de julho de 2007, tendo sido contemplada com o Alvará de pesquisa em 16 de setembro de 2009. Em 15 de outubro foi comunicado o início das pesquisas. Em 18 de dezembro de 2020 foi requerida a Guia de Utilização, que foi concedida em 18 de outubro de 2021, cujas operações da lavra experimental foram iniciadas em outubro de 2022.

Em 30 de novembro de 2021 foi protocolado o Relatório Final de Pesquisa positivo, o qual foi aprovado em 28 de dezembro de 2022, tendo sido requerida a Portaria de Lavra em 14 de fevereiro de 2023, para a fase 200KTA.

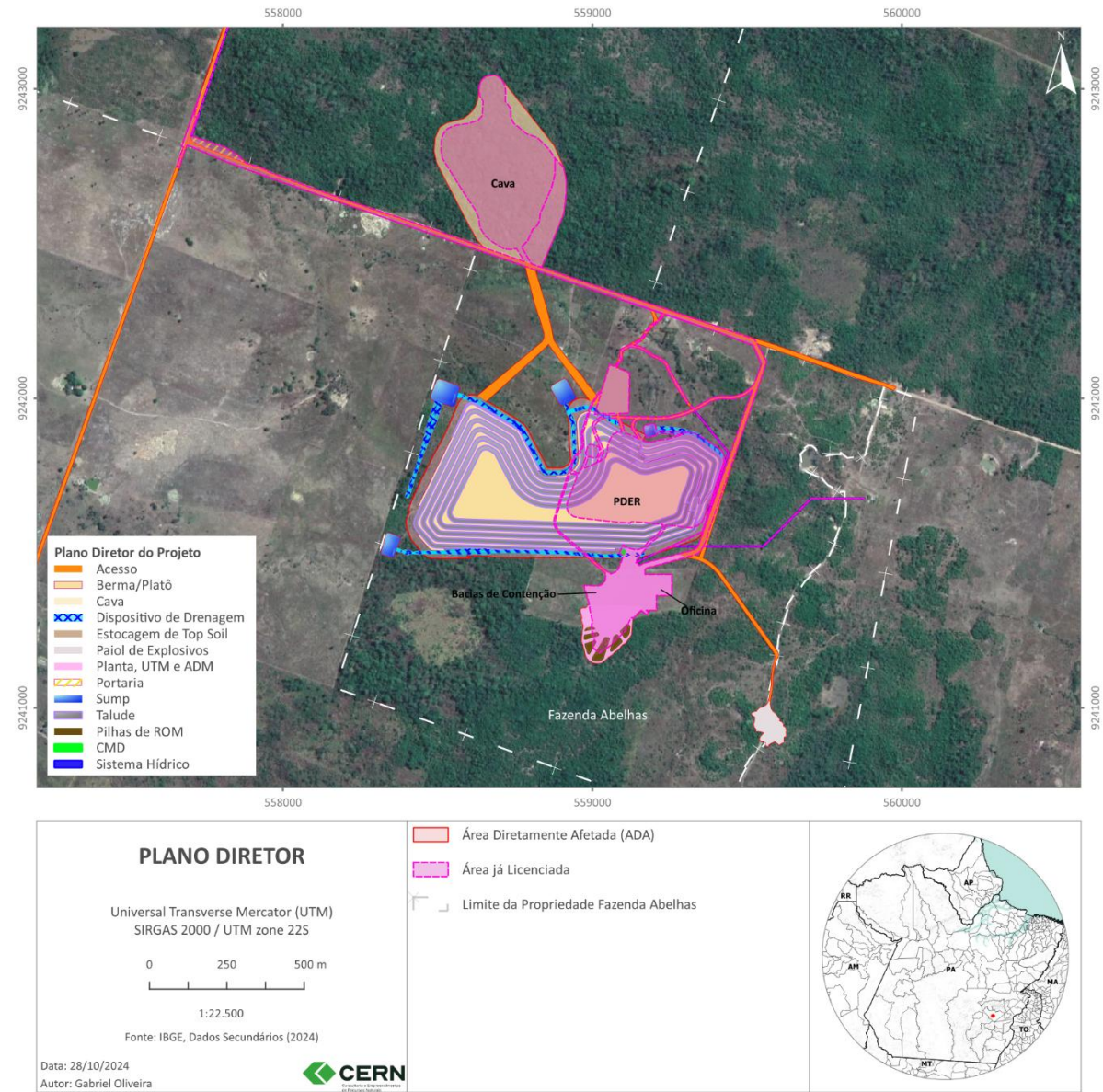
Portaria de Lavra 698, foi publicada no DOU em 30/06/2025, para a produção de 200KTA de ROM, estando atualmente em fase de ampliação do empreendimento mineral para a produção de 2.85 MTA de ROM.

2.2. Empreendimento Atual - Fase 200KTA

Como já mencionado, o empreendimento atualmente em operação, refere-se ao projeto com a operação de 200KTA, denominado Projeto AGZ Fase 1.

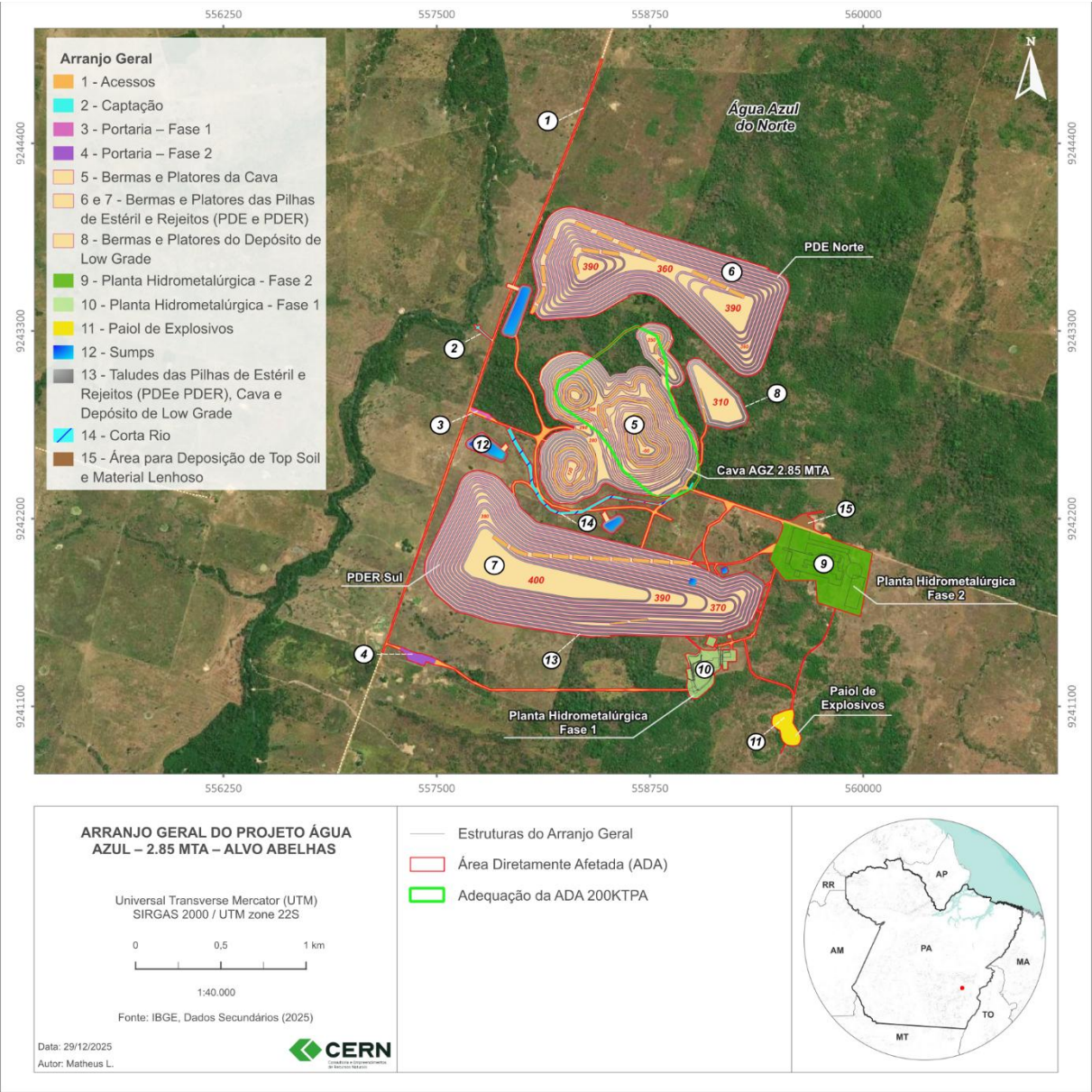
O Arranjo Geral, com as áreas operacionais desta fase, referente a produção de 200KTA, é apresentado na Figura 2.1 a seguir, mostrando ainda, a área das operações da lavra experimental.

Figura 2.1 - Arranjo Geral 200 KTA



A Figura 2.2 a seguir mostra o Arranjo Geral da ampliação pretendida, referente a fase correspondente a produção de 2.85 MTA.

Figura 2.2 - Arranjo Geral 2.85 MTA



Nota-se que o novo arranjo definiu, como melhoria operacional, sob os aspetos de segurança, a proposta da nova portaria de acesso ao empreendimento, totalmente separada das áreas operacionais, resultando em significativo ganho para a segurança das pessoas.

O Quadro 2.1 a seguir, mostras dados da fase atual e da ampliação pretendida para o Projeto AGZ.

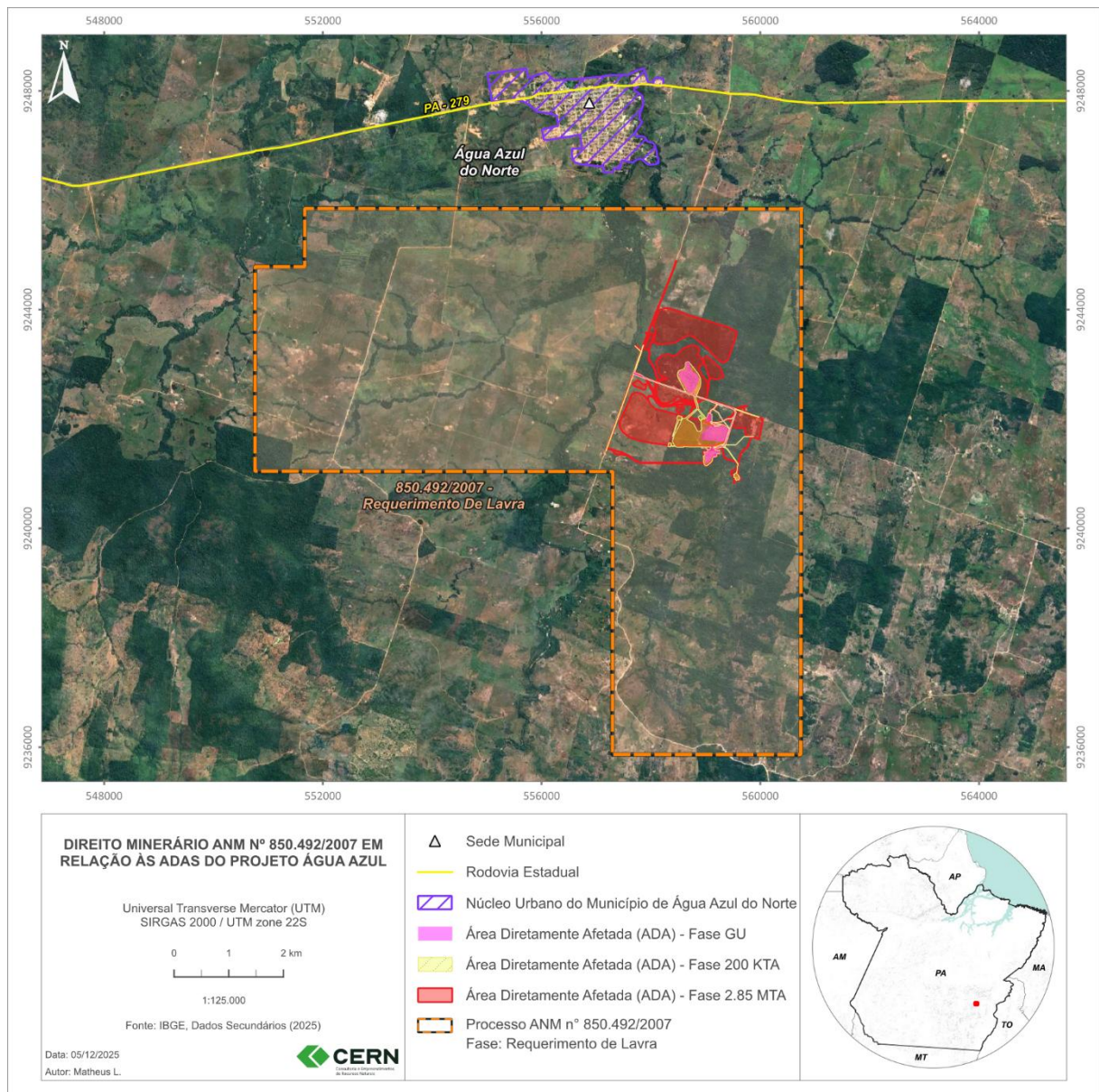
Quadro 2.1 - Dados do empreendimento na fase atual (200 KTA) e da ampliação prevista (2.85 MTA)

Estrutura	Parâmetro	
	Fase 1 (200 KTA)	Fase 2 (2.85 MTA)
Área Diretamente Afetada (ADA)	77,4630 ha	325,7433 ha
Cava de Extração de ROM	Área: 16,61 ha	Área: 68,41 ha

Estrutura	Parâmetro	
	Fase 1 (200 KTA)	Fase 2 (2.85 MTA)
	<i>Bottom pit: 90 m</i>	<i>Bottom pit: -60 m</i>
Pilhas	PDER Sul: - Área: 32,68 ha - Altura: 50 m	PDER Sul: - Área: 112,7 ha - Altura: 105 m
		PDE Norte: - Área: 83,7 ha - Altura: 69 m
Planta Hidrometalúrgica	7,4865 ha	18,9936 ha
Uso da Água	5,4 m³/s	150,24 m³/s
Intervenção em Vegetação Nativa	8,7 ha	~107,1 ha
Intervenção em APP	0,43 ha	~ 20,7 ha
Intervenção em Águas Subterrâneas	Não	Aguardando Modelo Hidrogeológico
<i>Sump</i>	3 unidades	5 unidades
Potência Instalada	2.723,97 KW	9 MW
Mão de Obra Direta	113 colaboradores	294 colaboradores
Utilização de Explosivos	600 t/ano	11.000 t/ano
Consumo de Óleo Diesel	915.000 l/ano	10.487.149 l/ano
Consumo de Cianeto de Sódio (NaCN)	100.000 kg/ano	106.880 kg/ano
Vida Útil	8 anos	12 anos

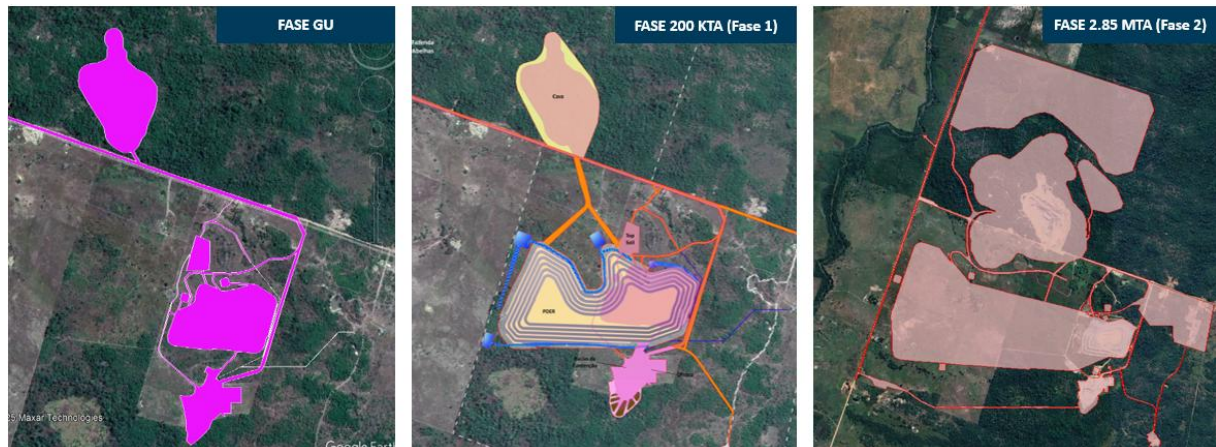
Destaca-se que durante a evolução das citadas fases do projeto AGZ, correspondentes a fase inicial com a lavra experimental, com uso de GU, passando para a Fase 1 de 200KTA, já com a portaria de lavra publicada e, agora com a proposta de ampliação, objeto do presente RCA, as áreas de intervenção, ou seja, as ADAs correspondentes a cada fase mostram-se sobrepostas, mantendo-se integralmente nos limites da poligonal do processo mineral ANM 850.492/2007, como mostrado na Figura 2.3 a seguir.

Figura 2.3 - Fases do Projeto Água Azul do Norte



A Figura 2.4 a seguir, mostra em detalhe as ADAs das fases citadas acima.

Figura 2.4 - Comparativo das Fases do Projeto Água Azul



A seguir, Figura 2.5 a Figura 2.11, apresenta-se aspectos das estruturas operacionais da atual fase de 200KTA.

Figura 2.5 - Vista aérea da etapa de desenvolvimento da lavra



Fonte: Bemisa, 2025.

Figura 2.6 - Vista aérea mostrando a lavra em operação com seus acessos (2025)



Fonte: Bemisa, 2025.

Figura 2.7 - Vista aérea mostrando a Pilha de Estéril/Rejeitos em operação



Fonte: Bemisa, 2025.

Figura 2.8 - Vista aérea mostrando a Pilha de Estéril/Rejeitos em operação



Fonte: Bemisa, 2025.

Figura 2.9 - Vista aérea mostrando parte da Planta Hidrometalúrgica atual



Fonte: Bemisa, 2025.

Figura 2.10 - Vista aérea mostrando a área da Planta Hidrometalúrgica e Apoio Administrativo atuais



Fonte: Bemisa, 2025.

Figura 2.11 - Vista aérea mostrando a área da Planta de Filtragem de Rejeitos atual



Fonte: Bemisa, 2025.

2.3. Empreendimento 2.85 MTA - Caracterização Geral

2.3.1. Localização e Vias de Acesso

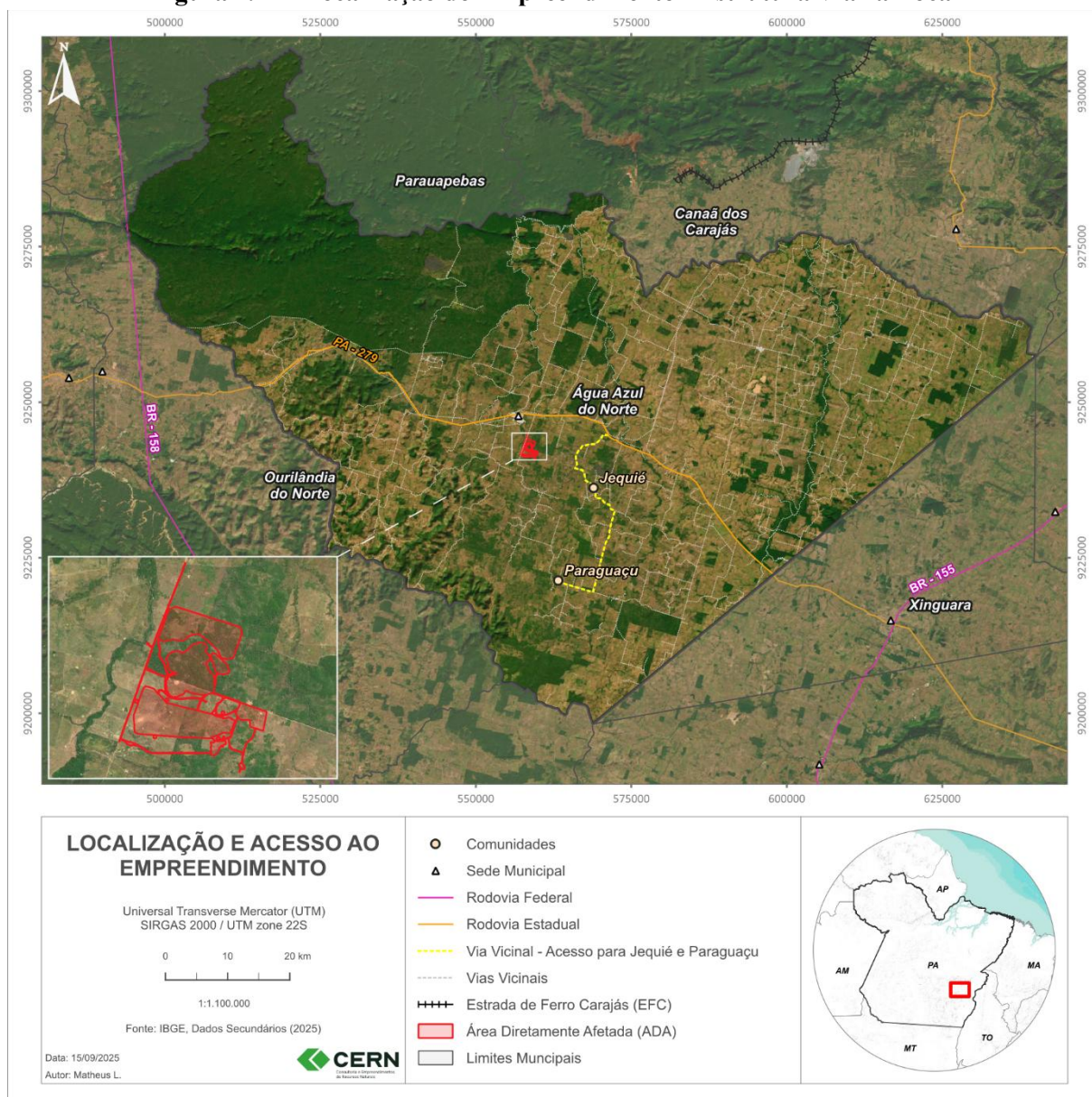
O Projeto Água Azul Industrial, está localizado em Água Azul do Norte / PA, a aproximadamente 180 km a sudoeste da cidade de Parauapebas, no Pará, conforme apresentado pelo desenho **RCA AGZ-IND 01 - Localização e Acesso** (anexo) e Figura 2.12.

O acesso ao empreendimento, tomando como referencial para deslocamento a capital Belém, pode ser feito através de voos regulares de Belém até Parauapebas, ou via deslocamento rodoviário.

Considerando o deslocamento partindo de Belém para Parauapebas, deve-se pegar a rodovia BR-160 até Canaã dos Carajás. O acesso é complementado por vias internas não pavimentadas através da Vila Canadá, num percurso de 128 km. A partir deste ponto o tráfego continua por 25 km em estrada não pavimentada até o cruzamento com a BR-279 sentido Água Azul do Norte. A distância total é de 179 km, com tempo de percurso de aproximadamente 3 horas.

A segunda opção é dada por via rodoviária a partir de Belém. Este percurso pode ser feito por meio da PA-150, em 781 km até o município de Xinguara e, depois, pela rodovia PA-279 no sentido de Água Azul do Norte por mais 75 km. As vias deste percurso são pavimentadas em condições razoáveis de rodagem, que podem piorar no período de chuvas.

Figura 2.12 - Localização do Empreendimento - Estrutura Viária Local



2.3.2. Contextualização do Projeto AGZ em relação a Bacia Hidrográfica

O Projeto Água Azul localiza-se na sub-bacia do rio Água Azul, tributário da margem direita do rio Pium, o qual é tributário da margem direita do rio Itacaiúnas, que por sua vez deságua, pela margem esquerda, no rio Tocantins, na cidade de Marabá, integrando a bacia hidrográfica Tocantins Araguaia, conforme verifica-se na Figura 2.13 e Figura 2.14 a seguir.

Figura 2.13 - Localização do empreendimento em relação a Bacia do Rio Itacaiúnas

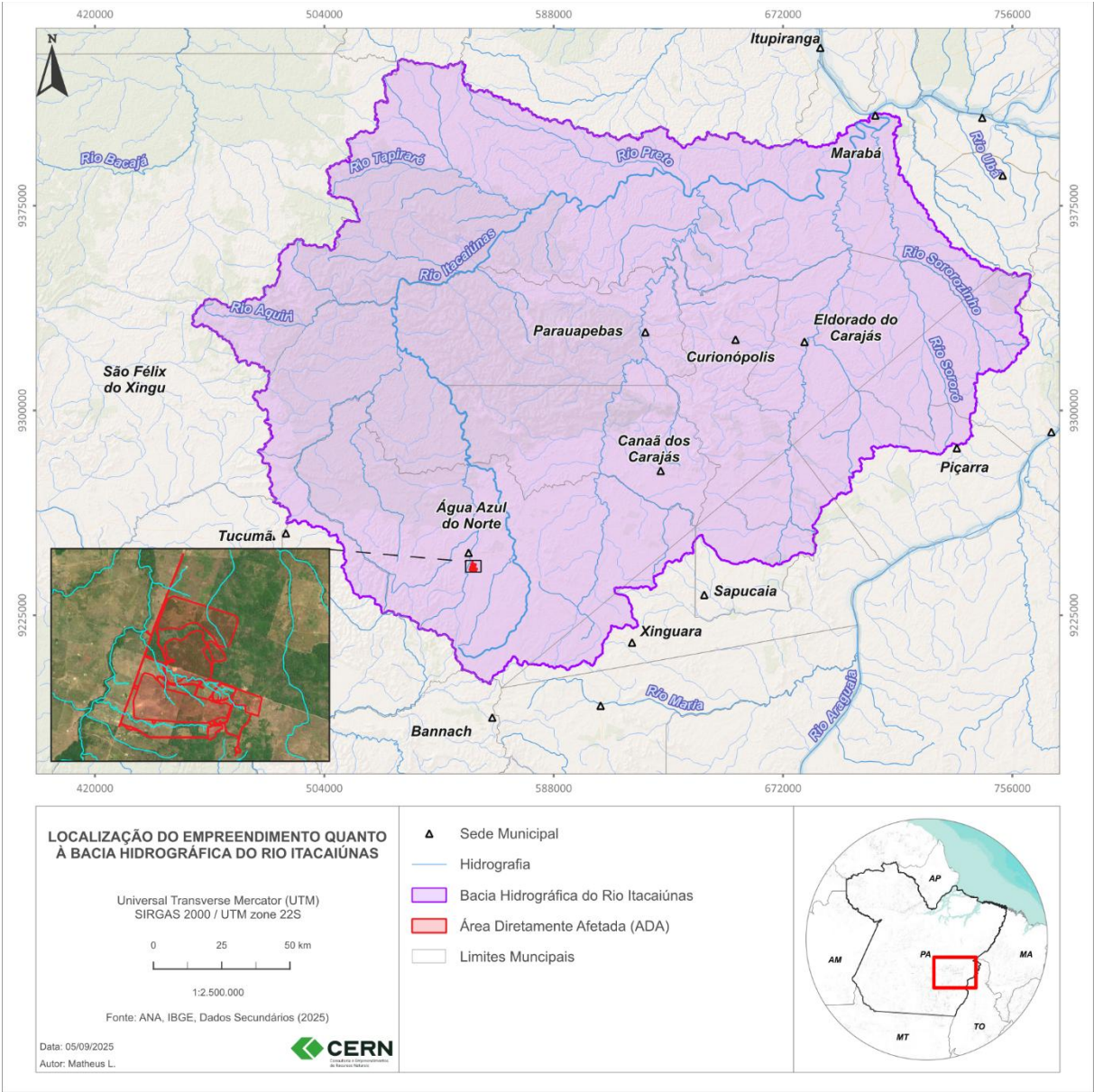
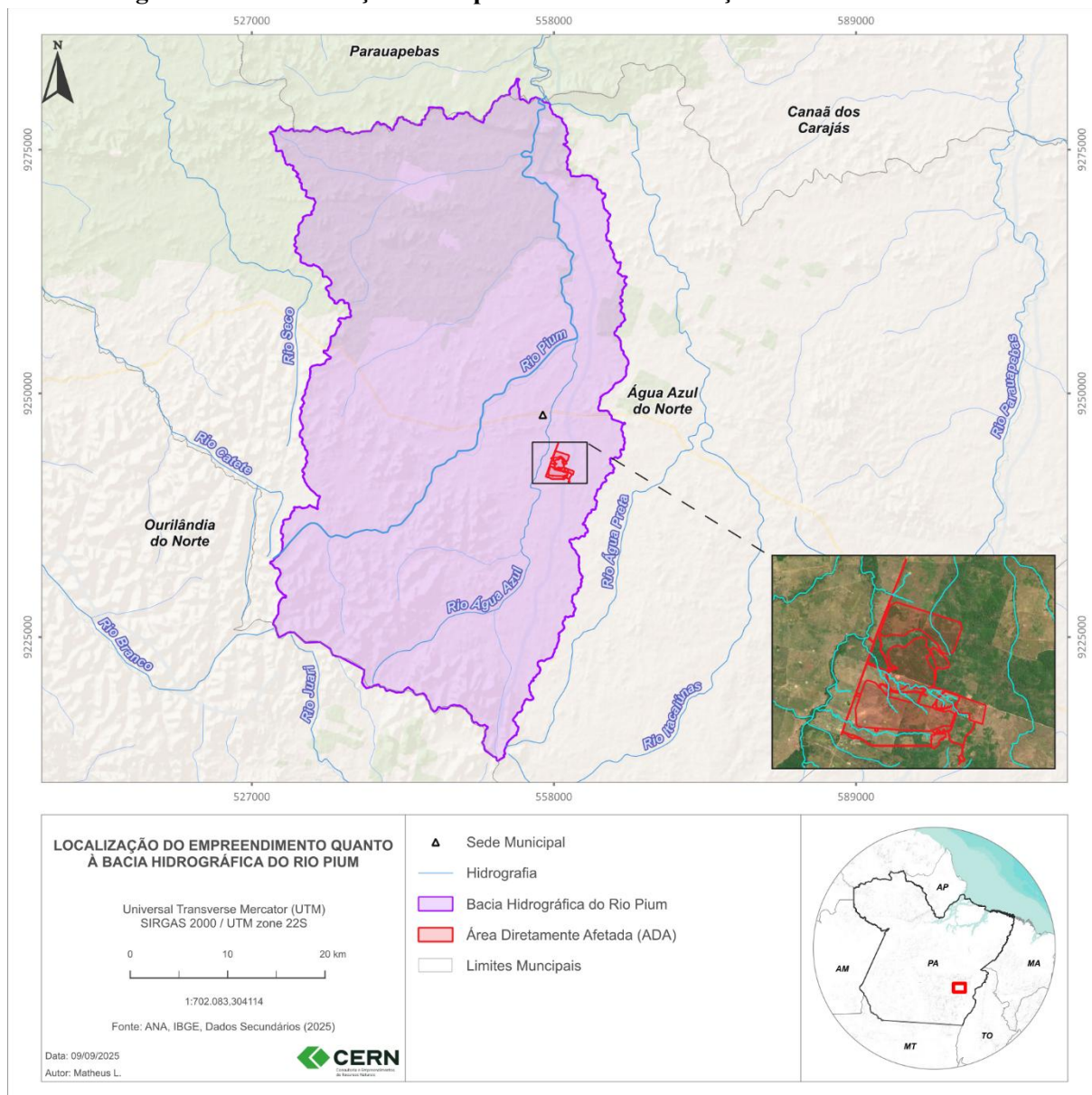


Figura 2.14 - Localização do empreendimento em relação a Bacia do Rio Pium



Para devida apresentação e com o objetivo didático de melhor identificação dos cursos d'água, os igarapés localizados nas Áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento, foram nomeados no presente documento, conforme apresentado no decorrer deste capítulo.

A Área de Influência Indireta do empreendimento é drenada pelos igarapés Igarapezinho, Sul e Leste, todos afluentes da margem direita do rio Água Azul, também denominado rio Itacaiúna. A Área de Influência Direta é drenada pelos igarapés do Meio, Norte e Azul, os quais também são afluentes da margem direita do rio Água Azul.

Conforme visualiza-se no desenho **RCA AGZ-IND 02 - Hidrografia Local** (anexo), localmente o empreendimento é drenado pelo igarapé da Mina I e igarapé da Mina II ao sul e pelo Igarapé Norte, assim nomeados no presente relatório.

Os cursos d'água que drenam a região do empreendimento, denominados como igarapé da Mina I e igarapé da Mina II, são de regime intermitente e tributários pela margem direita do rio Água Azul que é um curso d'água perene. Já o Igarapé Norte, que drena a área da mina e a PDE Norte é um curso d'água perene.

2.3.3. Fases de Planejamento, Implantação, Operação e Desativação

Conforme já apresentado, o Projeto AGZ teve início no ano de 2007, inicialmente requerido para substância mineral de cobre, na região de Água Azul do Norte - PA. Todavia, conforme desenvolvimento das atividades de pesquisa foram identificadas anomalias positivas para minério de ouro, mineral o qual tornou-se alvo do empreendedor, tendo sido comunicado a nova substância mineral junto a ANM.

O conhecimento da mineralização aurífera no Projeto Água Azul desenvolveu-se ao longo de 04 campanhas de sondagem, as quais, conforme já informado, estavam legalmente respaldadas conforme Autorizações Ambientais junto a Secretária Municipal de Meio Ambiente de Água Azul do Norte (SEMMA).

Em janeiro do ano de 2024 foi formalizado o processo de licenciamento ambiental, processo nº 2024/110, para a ampliação do Projeto Água Azul, com o incremento da produção, passando de 50 KTA (operação da Lavra Experimental com uso de Guia de Utilização) para o parâmetro de 200 KTA de ROM, para a Fase 1, sob o regimento de Concessão de Lavra, quando então foram obtidas as licenças:

- LP nº 2061/2025 - Beneficiamento - Obtida em 27/02/2025;
- LI nº 3609/2025 - Beneficiamento - Obtida em 09/05/2025;
- LO nº 15535/2025 - Lavra e Beneficiamento - Obtida em 09/05/2025.

Conforme já informado, no cenário atual, a área encontra-se em operação, com a produção de 200 KTA, sendo objeto deste licenciamento a ampliação para 2.85 MTA.

Para a ampliação pretendida, objeto do presente processo de licenciamento ambiental, será necessário o incremento de ADA do empreendimento, através da ampliação da área de lavra, com inserção de outra pilha de estéril, nova planta de beneficiamento, entre outras ampliações, como a nova portaria e novos acessos.

Com relação a fase de desativação, considerando a continuidade do programa de pesquisa mineral, envolvendo outros alvos, considera prematura a definição da desativação do projeto AGZ.

Contudo, para instrução dos processos junto a ANM, para requerimento da Guia de Utilização, bem como para o requerimento de portaria de lavra, com a elaboração do Plano de

Aproveitamento Econômico (PAE), foram elaborados, em conformidade com a Resolução ANM 68/2021, os Planos de Fechamento de Mina (PFM) para todas as 3 fases de projeto AGZ-Alvo Abelhas.

Destaca-se que a atualização do PAE para a ampliação pretendida, considera uma vida útil de 12 anos, para a fase AGZ 2.85 MTA.

2.3.4. Plano Diretor - Projeto Água Azul - 2.85 MTA - (Alvo Abelhas)

O Projeto prevê a ampliação da unidade extrativa e capacidade produtiva do empreendimento Projeto Água Azul, objetivando a produção de 2.85 milhões de toneladas anuais de minério de ouro.

O planejamento do Projeto foi realizado por equipe multidisciplinar, baseado nas avaliações dos dados geológicos e geotécnicos, dos recursos naturais e socioeconômicos da área, sendo caracterizadas todas as intervenções necessárias e processos produtivos previstos, com estimativa dos quantitativos de lavra e informações especializadas das atividades.

Foram realizadas também atividades de campo, para levantamentos primários, dos meios físico, biótico e socioeconômico, para levantamento e coleta de dados, os quais subsidiam a elaboração dos diagnósticos e avaliação dos impactos ambientais do Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas.

A partir desta caracterização prévia, elaborou-se o Plano Diretor do Projeto 2.85 MPA (arranjo geral), conforme apresentado pela Figura 2.2 apresentada anteriormente (item 2.2) e no desenho em anexo denominado **“RCA AGZ-IND 03 - Arranjo Geral do Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas”**.

Com relação ao arranjo geral da Planta Hidrometalúrgica Fase 2, os itens que compõem a mesma são descritos na caracterização do empreendimento, item 2.4.5 – Processamento do Minério.

Em relação às medidas de controle de qualidade ambiental do empreendimento, atualmente a Bemisa já mantém implantada e em operação, um programa de monitoramento ambiental com relação a qualidade das águas superficiais, subterrâneas, qualidade do ar, ruído ambiental e vibração.

O desenho **RCA AGZ-IND 04 - Pontos de Monitoramento Ambiental** (anexo), apresenta os pontos e estações do programa de monitoramento em questão, bem como os novos pontos de monitoramento de qualidade da água relacionados à ampliação pretendida.

2.3.5. Fontes de Abastecimento de Água e Energia

2.3.5.1. Fontes de Água / Balanço Hídrico

Atualmente a Bemisa tem três outorgas de captação de água subterrânea e uma outorga para captação em água superficial na margem direita do Rio Água Azul, as quais são relacionadas no Quadro 2.2 a seguir.

Quadro 2.2 - Relação de Documentos Autorizativos para Captação de Água

Tipo Captação	Número Outorga	Processo	Validade	Vazão Outorgada
Poço Tubular (PÇ BEMISA 01)	5883/2021	2021/0000033066	28/10/2026	4,18 m ³ /h/20 h/dia 83,6 m³/dia
Poço Tubular (PÇ BEMISA 02)	6242/2022	2022/0000021060	31/08/2027	4,6 m ³ /h/20 h/dia 92 m³/dia
Poço Tubular (PÇ BEMISA 03)	6695/2023	2022/000004796	20/05/2028	35 m³/dia
Captação Superficial - Rio Água Azul	6197/2022	2022/0000004796	22/06/2027	225,60 m³/dia

O Balanço Hídrico considera todas as demandas da ampliação pretendida, conforme diagrama apresentado na figura a seguir, destacando que a planta hidrometalúrgica recircula aproximadamente 80% da água do processo produtivo, sendo necessário um *make up* de 150,24 m³/h, a ser obtido através da retificação da outorga 6197/2022, considerando que os estudos de disponibilidade hídrica demonstram a capacidade desta vazão no Rio Água Azul.

LEGENDA

FLUXO PRINCIPAL
FLUXO ALTERNATIVO EVENTUAL
VAZÃO NOMINAL EM m³/h

NOTAS:

- 1- ÁGUA PARA SELAGEM DAS BOMBAS ESTRADA CONFORME MODELO VIEW AH-B, NIVEL F.O VALOR DEVERIA SER CONFIRMADO APÓS SELEÇÃO DAS BOMBAS DE PÓSPON.
- 2- ÁGUA PARA O SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO NÃO CONTABILIZADO NO BALANÇO UMA VEZ QUE O FLUXO É EVENTUAL.
- 3- PERDAS CONSIDERADAS COMO PERDAS POR EVAPORAÇÃO E ARRASTE EN DA VAZÃO TOTAL DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO DAS UNIDADES HORRILAS E DOS MOTORES E INVERSOR.
- 4- ÁGUA DE ABATIMENTO DE PÓ E UMECTAÇÃO DE VÍAS FO CONSIDERADA COMO PERDA POR EVAPORAÇÃO.
- 5- ÁGUA DE SERVIÇO FO CONSIDERADO UM CONSUMO DE 50 M³ POR DIA.
- 6- PARA UMECTAÇÃO DE VIA FO CONSIDERANDO 120 H3/DIA DURANTE 8 MESES DO ANO E 240 MEDIA DURANTE 4 MESES DO ANO.
- 7- PARA ESTE BALANÇO FO CONSIDERANDO DISPONIBILIDADE DA FILTRAGEM IGUAL A DA MOAGEM, SENDO DE 24M³/H BASE SECA DE ACUMETIÇÃO.
- 8- PARA O SISTEMA DE SUPRESSÃO FO CONSIDERANDO CONJUNTO CUBA BICOS, NEULIZADORES POR PONTO DE ASPIRAÇÃO, FO CONSIDERANDO QUE A VAZÃO DE CADA CONJUNTO DE 3 M³, SENDO 2 CONJUNTOS POR ZONA DE TRATAMENTO.
- 9- BALANÇO DE DROPO DE ÁGUA PORTÁVEL E DE 40 L/HORA CONFORME QP RECEBIDO PELA ARQUITETURA ET PROFESIONAIS MENOR COLUSTRAS E 100% CONSERVADOR E 10% DE PERDAS.
- 10- PARA CALCULAR VAZÃO DE SELAGEM FO CONSIDERANDO UM CONSUMO ESPECIFICO POR BOMBA, USANDO COMO REFERENCIA A INFORMACAO:
- 11- A VAZÃO INSTANTANEA DE LAVAGEM DOS FILTROS E 200 m³/H POR FILTRO TOTALIZANDO 80 m³/H, CONSIDERANDO UM CICLO DE LAVAGEM DURANTE 2 HORAS POR DIA, PORTANTO FO CONSIDERADO A INSTALAÇÃO DE 04 FILTROS, O CONSUMO TOTAL DE ÁGUA DE PROCESSO NA FILTRAGEM E DE 240 m³/dia.
- 12- VAZÃO ESTIMADA DE PROJETO PARA SOLTICATAÇÃO DE OUTORDA FO DETERMINADA CONSIDERANDO O CENÁRIO MAIS CONSERVADOR, QUE CONTEMPLA A MAIOR QUANTIDADE DISPONIBLE, NO MINERO A SER BRITADO, ELAVAZÃO TAXAS DE EVAPORAÇÃO INHERENTES AO PROCESSO E OUTRAS POSSIVEIS PERDAS EM SENECIO OPERACIONAL.

DESENHOS DE REFERÊNCIA:

COP-00-AA-00-31-3001 - DADOS BÁS E CRITÉRIO DE PROJ. - TUBULAÇÃO
DS-0000AA-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - MOAGEM/REABMETRIA
DS-0000AA-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - PRE-LAVAGIÃO
DS-039MAU-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - FILTRAGEM DE REJEITOS
DS-039MAU-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - ELUÃO.
DS-039MAU-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - REGENERACÃO DE CARVÃO
DS-037MA-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - FILTRAGEM DE REJEITOS
DS-040MAU-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - REAGENTES 1/2
DS-040MAU-AU-S-2000 - FLUX. DE PROCESSO - REAGENTES 2/2

EMISSÕES

TE	(A) PRELIMINAR	(B) FINALIZAÇÃO	(C) FINALIZAÇÃO	(D) CONTRINTE CONTRIBUTO				
TIPO DE EMISSÃO	(A) PRELIMINAR	(B) FINALIZAÇÃO	(C) FINALIZAÇÃO	(D) CONTRINTE CONTRIBUTO				
2	S	PRIN COMPLEMENTO	VER	MER	JMS	JOJ	JOS	OWNS
1	C	PRIN COMPLEMENTO	VER	MER	APR	JOJ	JOS	OWNS
0	B	DIREÇÃO NEGAL	VER	MER	JMS	JOJ	JOS	OWNS
REV	DES	VER	APR	AUT	DATA			

Ausenco **BEMISA**

PROJETO ÁGUA AZUL FASE 2

PROJETO BÁSICO
GERAL
SISTEMA DE UTILIDADES
AMPLIAÇÃO PROJETO ÁGUA AZUL FASE 2 - 2,85MD
BALANÇO DE ÁGUA

BSOLU
S/ ESCALA

Nº PROJETISTA
106617-EH-00004-31346-001

Nº REVISA
DS-0000AA-AU-60-2000

O aquífero local é do tipo fissural com baixo coeficiente hidráulico e demonstrando uma direção de fluxo NW em sentido para o rio Água Azul. O lençol freático apresenta nível estático relativamente raso de 3,0 a 8,0 m de profundidade. As nascentes praticamente secam durante o período de estiagem ou apresentam uma vazão muito baixa.

O terreno tem topografia suave e as áreas de recarga se situam na parte um pouco mais elevada que coincide com o Alvo Abelhas.

2.3.5.2. Suprimento e Distribuição de Energia

A cidade de Água Azul é abastecida por Linha de Transmissão de alta tensão de 138 kV. A Alta tensão é reduzida para 34,5 kV pela subestação da cidade e distribuída para os consumidores das cidades e distritos no entorno.

A nova planta demandará uma potência de, aproximadamente, 16 MW para uma potência instalada de cerca de 13 MVA. Diante disso, a tensão primária de distribuição indicada pela Concessionária de Energia será de 138 kV a ser alimentada pela subestação existente na cidade de Água Azul do Norte.

2.3.5.2.1. Distribuição Interna de Energia Elétrica

➤ Recebimento e Distribuição Primária

O recebimento de energia elétrica acontece a partir da cabine de medição e proteção, instalada próximo à divisa da propriedade com a estrada, conforme padrão da concessionária. Em todos os pontos de subida e descida da rede aérea foram considerados para-raios e chaves seccionadoras com fusíveis, para proteção e chaveamento caso necessário.

A cabine de medição é do tipo “não assistida”, construída em alvenaria com apenas um ambiente onde abrigará os cubículos de entrada, o de saída e o de medição da Equatorial Energia, conforme norma NT-002.

A cabine de medição será fornecida completa, com todas as chaves, disjuntores, interconexões e acessórios para a medição.

➤ Distribuição Secundária

Na planta metalúrgica será instalada a subestação (SE-01) que receberá o circuito de 34,5kV da cabine de medição onde alimentará um transformador de 2MVA a seco instalado dentro do eletrocentro. Este transformador TF-01, reduzirá a tensão de 34,5kV para 0,46kV, que alimentará o centro de controle de motores CCM-01.

A subestação elétrica será do tipo “não assistida”, construída em eletrocentro com sala de cabos. A sala de cabos se destinará a distribuição dos leitos para cabos, já o eletrocentro terá a sala de painéis elétricos, sala do transformador e sala de automação e controle.

A entrada e saída de cabos serão feitas pela parte inferior dos painéis, sendo providas nestas passagens, de proteção passiva, resistente a 2 horas de chama.

No Quadro 2.3 a seguir é apresentado a expectativa de consumo de energia em base anual para o projeto.

Quadro 2.3 - Consumo Energético Preliminar

Descrição da área	kWh Anuais - Consumo
Britagem	538.164
Moagem	1.517.835
Concentração Gravimétrica/ Lixiviação Intensiva/Eletrodeposição	329.357
Espessamento da Moagem	119.664
CIL	864.000
Lavagem Ácida/ Eluição/ Eletrodeposição	67.035
Filtragem de Rejeito	347.976
Preparação de Cianeto	7.967
Captação e distribuição de água bruta e água de processo	51.408
Preparação de Reagentes	60.330
Ar Comprimido para processo, instrumentação e serviços	548.640
Neutralização de Cianeto	36.979
Fundição	265.810
Escritórios, almoxarifado, oficinas, laboratório, vestiários, vestiários, iluminação interna e externa à planta	261.000
Total	5.016.165

2.3.6. Instrumentação e Controle da Planta de Processamento

O sistema de supervisão e controle da planta metalúrgica será o convencional PLC/SCADA. Será formado pelas estações e softwares que permitem em seu conjunto visualizar e operar o chão de fábrica.

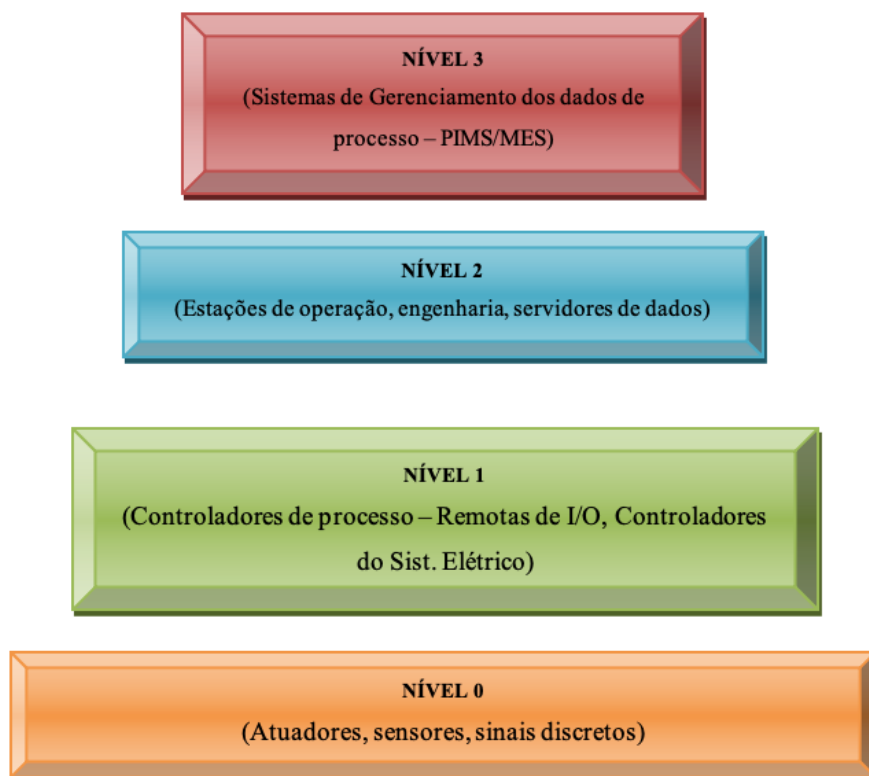
2.3.6.1. Sala de Automação e Controle

O operador que faz o controle remoto de toda a usina fica na mesma sala da supervisão na área da metalurgia onde foram instalados os equipamentos do sistema de supervisão e controle de processo e elétrico de toda a planta. Foram instalados em um anexo a essa sala os quadros de distribuição, *no-breaks* e demais equipamentos dos sistemas de automação e comunicação. Esse anexo é a sala de automação.

2.3.6.2. Arquitetura do Sistema de Automação

O Sistema de Supervisão e Controle possui uma configuração disposta em quatro níveis, conforme representado na Figura 2.16 a seguir, os quais executarão as funções de aquisição e tratamento de dados, controle e intertravamento, monitoração, operação e registro, desenvolvimento e otimização do processo, interface com sistemas específicos, disponibilização e interface de informações do nível de chão de fábrica para o nível operacional e corporativo da empresa.

Figura 2.16 - Sistema de Supervisão e Controle



Os instrumentos instalados na planta são essenciais para permitir o controle e operação do processo de forma eficaz.

2.3.7. Mão de Obra e Regime de Trabalho

Conforme apresentado no Quadro 2.4 a seguir, o empreendimento contará com 294 funcionários diretos.

Quadro 2.4 - Estimativa de Quadro de Pessoal

Mão de Obra - Operação da Planta				
Setor	Cargo	Cargo Por Turno	Turnos	Nº de Empregados
Gerencia Geral	Gerente Geral	1	1	1
	Secretária Executiva	1	1	1

Mão de Obra - Operação da Planta				
Setor	Cargo	Cargo Por Turno	Turnos	Nº de Empregados
Gerência de Mina	Gerente de Serviços Técnicos	1	1	1
	Gerente de Operação de Mina	1	1	1
Geologia	Coordenador Geologia	1	1	1
	Geólogo Pl	2	1	2
	Geólogo Jr	1	1	1
	Técnico Geologia	2	1	2
	Auxiliar de Campo	4	1	4
Planejamento de Lavra	Coordenador Planejamento	1	1	1
	Engenheiro Planejamento Pl	1	1	1
	Técnico Planejamento	1	1	1
	Topógrafo	1	1	1
	Auxiliar Topógrafo	3	1	3
Geotecnia PDER/Cava	Engenheiro Geotécnico	1	1	1
	Técnico de Geotecnia	3	1	3
Operação de Mina	Coordenador de Mina	1	1	1
	Supervisor de Mina	1	4	4
	Técnico de Mina	1	4	4
	Supervisor de Perfuração e desmonte	1	1	1
	Auxiliar de Mina - Perfuração	1	1	1
	Técnico de Mina- Bombeamento	1	1	1
	Auxiliar de Mina - Bombeamento	4	4	16
	Engenheiro Pl - Controles KPIs	1	1	1
	Engenheiro Pl - Medições e contratos	1	1	1
	Assistente Administrativa	1	1	1
	Operador de Campo	1	1	1
	Auxiliar de Campo	2	4	8
Operação de Planta	Gerente de Planta	1	1	1
	Engenheiro de Produção	1	1	1
	Engenheiro de Processo	1	1	1
	Supervisor de Planta	1	4	4
	Líder de Planta	1	4	4
	Técnico de Processos	1	1	1
	Operador de Sala de Controle	1	4	4
Britagem	Operador de Planta III	3	4	12
	Operador de Planta I	2	4	8
Moagem/Gravimetria	Operador de Planta III	2	4	8
Lixiviação CIL	Operador de Planta III	2	4	8
Eluição	Operador de Planta III	2	4	8
Fundição	Fundidor	1	1	1
Filtragem Rejeitos/Detox	Operador de Planta III	1	4	4
	Operador de Planta I	2	4	8
Pilha Estéril/Rejeitos	Operador de PDER	1	4	4
Processos/Qualidade	Coordenador de Processos/Qualidade	1	1	1
	Engenheiro de Processos	1	1	1

Mão de Obra - Operação da Planta				
Setor	Cargo	Cargo Por Turno	Turnos	Nº de Empregados
	Técnico de Processos	1	1	1
	Auxiliares de Processo	2	1	2
Laboratório Químico	Engenheiro de Qualidade	1	1	1
	Técnico de Laboratório	1	1	1
	Analista Químico	1	4	4
	Laboratorista	1	1	1
	Assistente de Laboratório	1	4	4
	Auxiliar de Laboratório	2	4	8
Manutenção Planta	Gerente de Manutenção	1	1	1
	Coord. Manut Industrial	1	1	1
	Assistente em Progr. Manutenção	1	1	1
	Programador de Manutenção	1	1	1
	Operador de Empilhadeira	1	4	4
Manutenção Elétrica Planta	Eletricista III	1	4	4
	Eletricista I	1	4	4
	Eletricista III	3	1	3
	Eletricista I	2	1	2
	Técnico Eletricista	1	1	1
	Superv - Manutenção Elétrica	1	1	1
	Supervisor de Automação Industrial	1	1	1
	Engenheiro Eletricista	1	1	1
Manutenção Mecânica Planta	Supervisor Manutenção Mecânica	1	1	1
	Mecânico	2	4	8
	Mecânico	8	1	8
	Caldeireiro	2	1	2
	Soldador	2	1	2
	Técnico Mecânico	2	1	2
	Líder de Manut Mecânica	1	1	1
	Lubrificador	2	1	2
	Auxiliar de Manutenção	4	1	4
	Inspetor de Manutenção	2	1	2
Manutenção Civil	Supervisor de Obras	1	1	1
	Pedreiro	2	1	2
	Auxiliar Civil	2	1	2
Feristas Planta	Mecânico Caldeireiro Soldador	2	1	2
	Eletricista Téc. Eletricista	1	1	1
	Operador de Planta I	4	1	4
SSOMA	Coordenador de SSOMA	1	1	1
	Engenheiro de Segurança	1	1	1
	Técnico Seg do Trabalho	1	4	4
	Técnico Seg do Trabalho	3	1	3
Medicina do Trabalho	Enfermeiro do Trabalho	1	1	1
	Médico do Trabalho	1	1	1
	Técnico Enfermagem	1	4	4

Mão de Obra - Operação da Planta				
Setor	Cargo	Cargo Por Turno	Turnos	Nº de Empregados
Meio Ambiente	Engenheiro Tecnólogo Ambiental	1	1	1
	Técnico Ambiental	1	1	1
	Assistente de Meio Ambiente	3	1	3
Comunidades/Social	Analista de Comunidades	1	1	1
	Assistente de comunidades	2	1	2
Administrativo	Gerente Administrativo	1	1	1
Segurança Patrimonial	Supervisor Segurança Patrimonial	1	1	1
TI	Analista de TI	2	1	2
Almoxarifado	Supervisor de Almoxarifado	1	1	1
	Analista estoque	2	1	2
	Assistente de Almoxarifado	3	1	3
	Almoxarife	1	4	4
	Operador de máquinas	1	1	1
	Frentista	1	1	1
Serviços Gerais	Auxiliar Administrativo	1	1	1
	Assistente de Serviços Gerais	1	1	1
Recursos Humanos	Supervisor de RH	1	1	1
	Analista de Recursos Humanos	2	1	2
	Assistente Administrativo	1	1	1
	Auxiliar de Recursos Humanos	1	1	1
Suprimentos	Comprador	3	1	3
	Analista de Compras e Contratos	2	1	2
	Assistente de Compras e Contratos	2	1	2
PCP/Custos	Analista de PCP/Custos	1	1	1
	Assistente PCP	2	1	2
Controladoria	Analista de Controladoria	1	1	1
	Auxiliar de Controladoria	2	1	2
Total				294

A lavra opera em dois turnos de 10 horas (segunda a quinta) e 9 horas (sexta), ou seja, 19 horas por dia de segunda a quinta, e 17 horas na sexta. Poderão ser feitas horas-extras aos sábados e manutenções, com folgas aos domingos, conforme Quadro 2.5 a seguir.

Quadro 2.5 - Quadro de Horários dos Turnos de Operação da Lavra

Primeiro Turno	Início	Saída	Intervalo Refeição
Segunda a Quinta	07:00	17:00	1:00
Sexta	07:00	16:00	1:00
Segundo Turno	Início	Saída	Intervalo Refeição
Segunda a Quinta	17:00	02:00	1:00
Sexta	16:00	00:00	1:00

2.4. Operação referentes a ampliação 2.85 MTA

Neste item serão apresentadas as atividades relacionadas à produção, estando aqui detalhados:

- Caracterização das reservas minerais;
- Método de lavra;
- Plano de fogo;
- Processo de beneficiamento;
- Ações relacionadas ao produto;
- Disposição de estéril e rejeito; e
- Insumos, equipamentos e demais atividades acessórias.

Quadro 2.6 - Informações do Direito Minerário ANM n.º 850.492/2007

Processo ANM n.º 850.492/2007	
Substância mineral	Minério de ouro e minério de cobre
Fase atual	Portaria de Lavra 968 publicada no DOU em 30/06/2025
Área total da concessão de lavra	6494,36 ha

Ressalta-se ainda que, por se tratar de um licenciamento para ampliação da capacidade produtiva do Projeto Água Azul - Alvo Abelhas, empreendimento já instalado e operante, as ações pertinentes à ampliação ocorrerão concomitantemente ao desenvolvimento da lavra experimental atualmente licenciada, ou seja, a gemotrização da cava será realizada durante o avanço da lavra, bem como o incremento de área da PDER ocorrerá com a disposição de estéril e rejeito resultantes das atividades extrativas e de beneficiamento. Uma nova pilha localizada ao norte da cava será necessária para comportar parte do estéril gerado com a nova movimentação prevista para a etapa.

2.4.1. Reservas Geológicas

As Reservas Geológicas apresentadas pela Bemisa em seu Relatório Final de Pesquisa (RFP) levaram em consideração todas as atividades de pesquisas realizadas desde 2012 até a data da apresentação daquele documento, onde destacam-se os 127 furos de sondagem realizados no projeto, os quais somaram 21.009,34 metros sondados e geraram 22.737 amostras, dados os quais, juntos, deram o embasamento litogeoquímico necessário para a confecção do Modelo Geológico e para a realização dos Cálculos de Estimativas de Recursos, realizados parte pela Equipe Bemisa e parte por equipe especializada contratada.

A seguir, apresenta-se de forma resumida em relação ao RFP os dados das Reservas Geológicas.

2.4.1.1. Base Topográfica

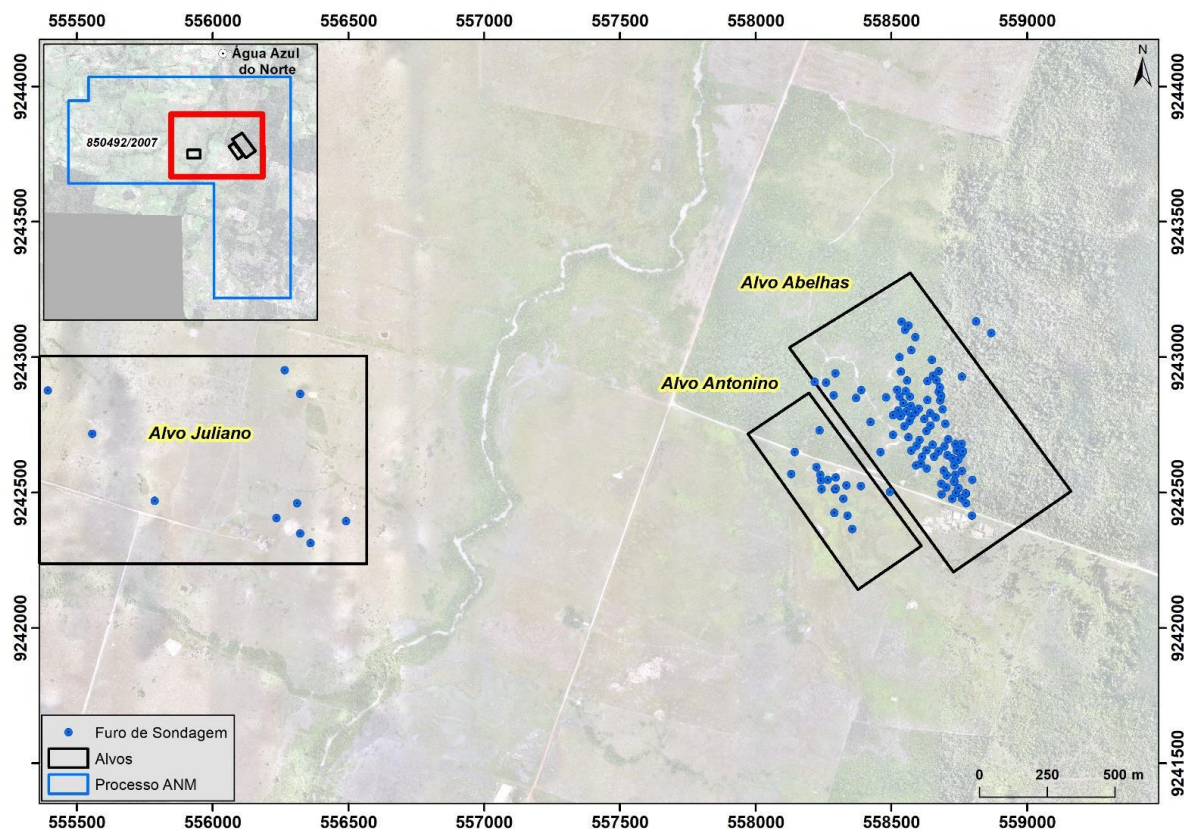
Para determinação da superfície topográfica do modelo utilizou-se do levantamento topográfico realizado em 2019, por drone. Este levantamento topográfico de detalhe recobriu uma área de 3,020 hectares, tendo fornecido os modelos digitais de terreno e curvas de nível espaçadas de 1 em 1 metros. Todos os arquivos gerados estão disponíveis em formato digital, georreferenciados pela projeção UTM, no e SIRGAS2000 e zona 22S.

2.4.1.2. Banco de Dados

A base de dados consolidada e apresentada no RFP, a qual gerou e é a fonte principal de dados para a confecção do Modelo Geológico usado nas Estimativas de Reserva, a é formada por um arquivo tabelar constituído de informações distribuídas nas seguintes abas de dados: Collar, Survey, Litologia, Densidade e Assay.

De forma resumida, o Banco de Dados é formado por 127 furos de sondagem, que juntos totalizam 21.099,34 metros lineares sondados, 2.1412 intervalos litológicos descritos, 6.172 medidas de estruturas internas e 22.737 amostras geoquímicas, das quais os seguintes elementos apresentam resultados em ppm: As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Th, Ti, U, V, W, Y, Zn e ZR; e os seguintes elementos em porcentagem: Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S e Ti. A Figura 2.17 demonstra a localização espacial dos 127 furos utilizados para a elaboração do RFP.

Figura 2.17 - Furos de Sondagem



Os valores de densidade nos diversos litotipos observados nos testemunhos de sondagem foram mensurados através da Método Hidrostático, o qual leva em consideração a massa do corpo de prova pelo seu volume de água deslocado. Ao todo foram realizados 4.247 ensaios de densidade, observando uma regularização de uma amostragem a cada de 10 metros em zona não mineralizada e uma amostra a cada 5 metros da zona mineralizada. O Quadro 2.7 compila os dados de densidade, trazendo os valores máximos, mínimos, médios e o número de ensaios executados por litologia.

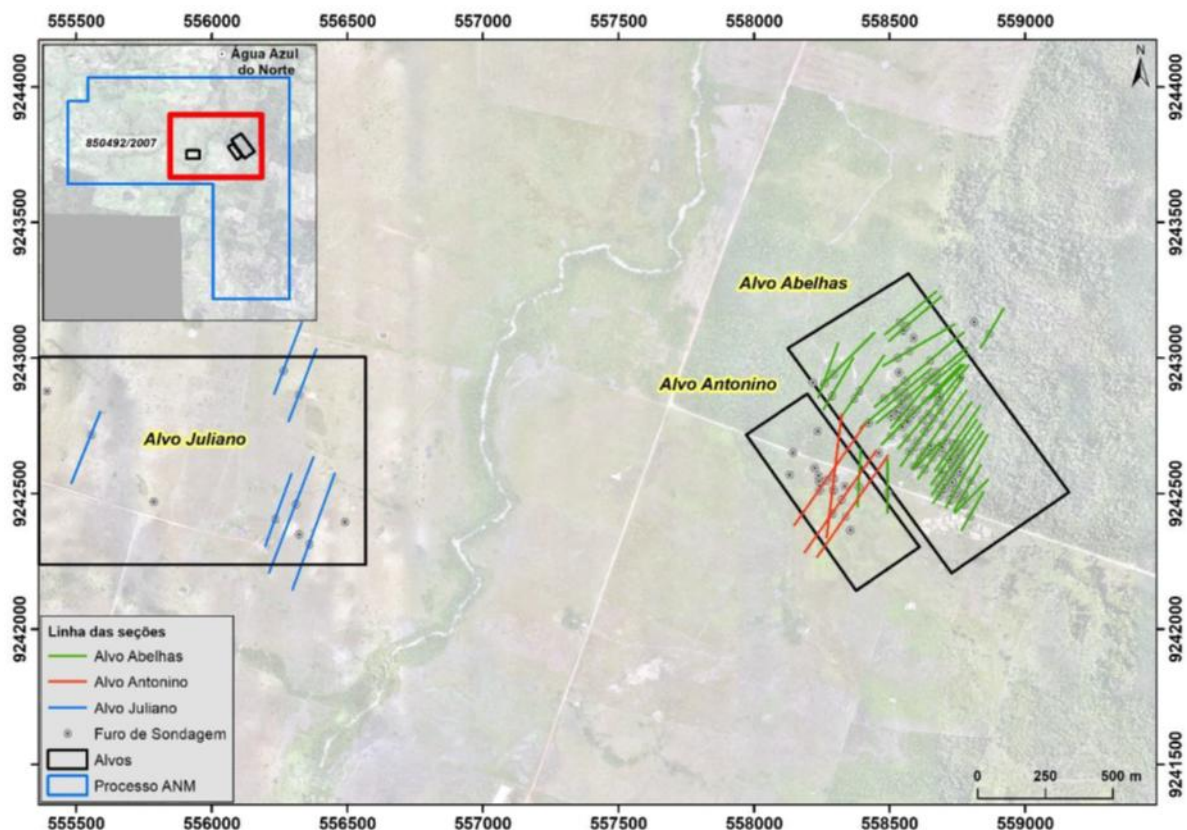
Quadro 2.7 - Tabela resumo com valores de densidade das amostras de sondagem

Litologia	Abreviação	Média (g/cm³)	Min (g/cm³)	Max (g/cm³)	Amostras
Gabro	GAB	2,87	2,14	3,61	474
Granito Potassificado	GRP	2,69	1,97	3,26	514
Hidrotermalito	HDT	2,72	1,65	3,8	1027
Metagranodiorito	MGD	2,71	1,46	3,29	1568
Metamáfica	MMF	2,82	2,64	3,09	72
Veio Pegmatóide	VPG	2,68	2,22	3,07	281
Veio de Quartzo	VQZ	2,72	2,58	3	43
Basalto	BAS	2,88	2,71	3,16	49
Saprolito	SAP	1,8	1	3,38	219

2.4.1.3. Modelamento Geológico

A interpretação da zona de mineralização do Projeto Água Azul foi realizada pela equipe Bemisa, baseados nos dados de litologia e análise química dos furos de sondagem. A malha de sondagem dos Alvos Abelhas e Antonino é regular variando em espaçamento de 25 x 50m até 50 x 100m. Nos Alvos Juliano a malha é irregular sendo considerada ainda exploratória (Figura 2.18).

Figura 2.18 - Localização das seções interpretadas nos alvos do projeto Água Azul.



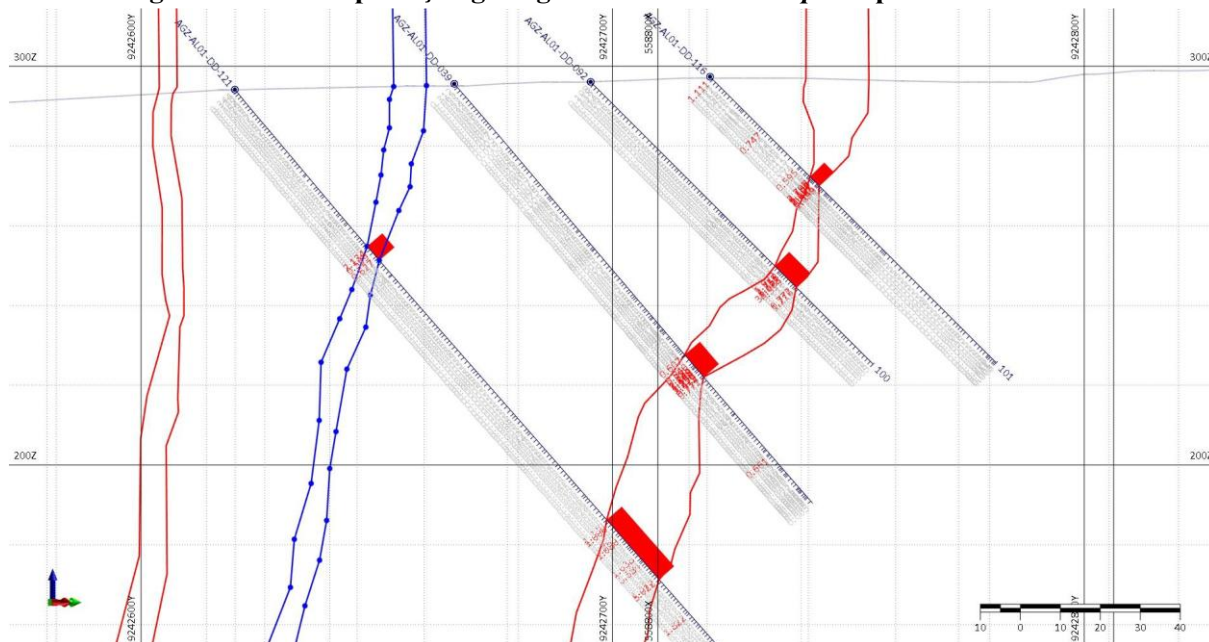
2.4.1.4. Modelo Geológico 3D

Para a interpretação geológica e confecção do modelo foram realizadas 41 seções verticais nas quais os corpos de minério foram interpretados de acordo com amostras compostadas por teor. Todas as *strings* de interpretação têm uma ligação estrita com os intervalos de amostragem (Figura 2.19). A partir da junção das litologias individualizadas nas seções, formou-se os sólidos dos corpos litológicos através de triangulações.

Todas as *strings* interpretadas foram extrapoladas acima da superfície para garantir que entre a superfície topográfica e a parte superior do corpo não houvesse espaços vazios. Também foi

fornecida a interpretação de nível de alteração supergênica da zona de mineralização, chamada de saprolito.

Figura 2.19 - Interpretação geológica utilizando-se *snap* nos pontos de amostra



2.4.1.5. Compostas

A seleção dos dados dos furos de sondagem é um procedimento padrão de certificação. É essencial que, na análise estatística clássica e no processo de interpolação do conteúdo, sejam utilizadas as amostras corretas. Com o objetivo de que as amostras usadas para a interpolação tenham o mesmo peso ponderado pelo tamanho, foram realizadas análises para definir o tamanho das compostas.

De acordo com a análise feita para o tamanho das amostras em estudo, foram encontrados valores que variam de 0,19 a 1,69 m, com média de 0,738 m. Foi definido o valor de 0,75 m para o tamanho das compostas baseado no valor médio e na mediana dos comprimentos das amostras. Todas as amostras com comprimento menor que 0,50 m depois do processo de composição ao longo do furo foram excluídas. O arquivo de amostras compostadas para a mineralização de ouro é COMP_075m.DAT.

2.4.1.6. Modelo de Blocos

O modelo de blocos foi gerado a partir da discretização dos sólidos tridimensionais ORE_MACRO_JULIANO.tridb, ORE_MACRO_ANTONINO.tridb e ORE_MACRO_ABELHAS.tridb em blocos de dimensões definidas. Os parâmetros dos blocos estão listados abaixo, no Quadro 2.8.

Quadro 2.8 - Parâmetros do modelo de blocos

Direções	Extensão (m)		Modelos de teores
	Máximo	Máximo	Tamanho do Bloco (m)
Leste	553.000	560.000	10
Norte	9.242.000	9.244.000	10
RL-Elevação	-100	500	10

O processo de discretização do sólido incluiu o processo de sub-blocagem. Inicialmente, o modelo foi preenchido com blocos medindo 10(X) por 10(Y) por 10(Z) m, que foram divididos em subunidades de tamanho menor, com um fator para subdivisão de tamanho 10 para direções X, Y e Z, em contato com o sólido tridimensional que os limita.

Como resultado, no limite com os sólidos, os tamanhos dos blocos passaram a ser 1,0 (X) por 1,0 (Y) por 1,0 (Z) m. O tamanho inicial dos blocos foi escolhido com base na morfologia dos corpos de minério e na dimensão da rede (malha) de exploração. Este modelo contém em torno de 692.388 blocos.

2.4.1.7. *Capping* de teores

Para análise da influência dos teores altos de ouro sobre a estimativa dos recursos geológicos, foi construído um gráfico de probabilidade. Neste gráfico, não é apresentado o degrau da curva que representa o final da distribuição normal dos dados.

A estatística descritiva de todas as amostras dentro dos corpos de mineralização mostrou que o teor de ouro de 12,31 g/t representa o percentil 97,7 (+2 SD). Foram criados 3 campos com *capping* AU_CUT com teores de ouro rebaixados até 12,31 g/t, AU_CUT2 com teores de ouro rebaixados até 24,23 g/t e AU_CUT3 com teores de ouro rebaixados até 34,40 g/t.

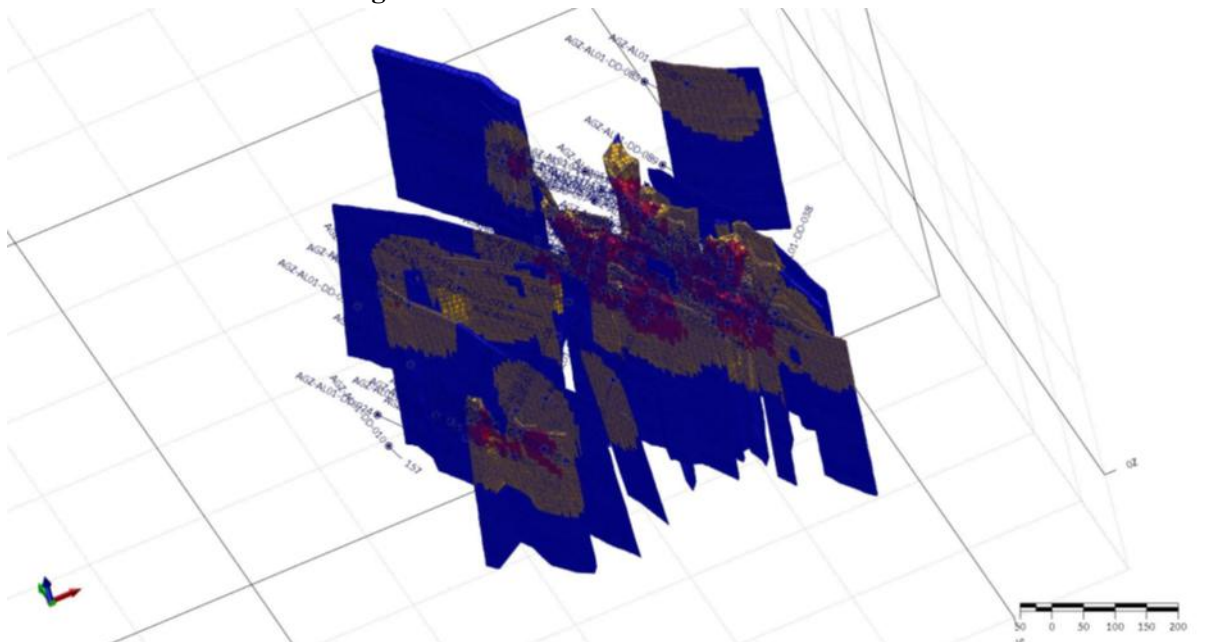
Estes *cappings* definidos foram utilizadas na estimativa de recursos para entender o peso das amostras de alto teor, no teor médio do jazimento, assim como na quantidade de onças geradas a partir de cada um. Para efeitos da estimativa de recursos apresentadas neste relatório que a Bemisa faz internamente, o valor de CAP de 12,31 g/t Au é utilizado para um cenário conservador.

2.4.1.8. Resultados da Avaliação das Reservas Geológicas

Os resultados de avaliação de Reserva Geológica, dividida por alvo Abelhas, Antonino, Juliano e Reserva Total do projeto, com base no modelo de blocos interpolados pelo método de Krigagem Ordinária, com *Cut-off* de teor de Au de 0,5 g/t e *Capping* de 12,31 g/t Au, estão presentes no Quadro 2.9 a Quadro 2.12, as mesmas apresentadas no RFP e utilizadas para o detalhamento do Plano de Aproveitamento Econômico aqui apresentado. O arquivo de modelo

de bloco utilizado para este cálculo é BM_KRIG_TOTAL.DAT. Para cálculo de onças foi utilizado o coeficiente 31,1035 g/oz (Figura 2.20).

Figura 2.20 - Modelo de blocos classificado



Legenda: cor Vermelho - Medido, cor Amarelo - Indicado, cor Azul - Inferido

Quadro 2.9 - Reserva Geológica do Alvo Abelhas calculada pelo método OKRIG

TABELA DE RESERVA GEOLÓGICA - PROJETO ÁGUA AZUL ANM Nº 850.492/2007 - ALVO ABELHAS							
Cut-Off ⁽¹⁾ Au g/t	Classificação Recurso	Tipo de Minério	Volume (m³)	Tonelagem (Mt)	Densidade (t/m³)	Teor Au ⁽²⁾ (g/t)	Tonelagem ⁽³⁾ (koz)
0,5	MEDIDO	Oxidado	6.000,00	9.900,00	1,65	1,37	435,15
		Saprolito	67.729,00	121.912,20	1,80	1,40	5.499,49
		Sulfetado	1.258.302,00	3.422.581,44	2,72	1,42	156.207,19
	INDICADO	Oxidado	13.589,00	22.421,85	1,65	1,12	810,58
		Saprolito	79.678,00	143.420,40	1,80	1,40	6.439,52
		Sulfetado	2.050.102,00	5.576.277,44	2,72	1,31	235.610,33
	Total Medido + Indicado		3.475.400,00	9.296.513,33	2,67	1,36	405.002,25
	INFERIDO	Oxidado	3.721,00	6.139,65	1,65	1,89	373,75
		Saprolito	32.056,00	57.700,80	1,80	1,45	2.687,61
		Sulfetado	3.163.467,00	8.604.630,24	2,72	1,34	370.816,02
	Total Inferido		3.199.244,00	8.668.470,69	2,71	1,34	373.877,38
	Total (Medido + Indicado + Inferido)		6.674.644,00	17.964.984,02	2,69	1,35	778.879,63
⁽¹⁾ - Reserva geológica apresentada considera teor de corte de 0,5 g/t Au.							
⁽²⁾ Reserva geológica apresentada considera <i>capping</i> de 12,317 g/t Au.							
⁽³⁾ Reserva geológica apresentada em onça <i>troy</i> (oz) considerando a conversão de 1oz = 31,10g.							
Os valores apresentados podem apresentar pequenas variações decorrentes dos arredondamentos realizados.							

Quadro 2.10 - Reserva Geológica do Alvo Antonino calculada pelo método OKRIG

TABELA DE RESERVA GEOLÓGICA - PROJETO ÁGUA AZUL ANM Nº 850.492/2007 - ALVO ANTONINO							
Cut-Off ⁽¹⁾ Au g/t	Classificação Recurso	Tipo de Minério	Volume (m³)	Tonelagem (Mt)	Densidade (t/m³)	Teor Au ⁽²⁾ (g/t)	Tonelagem ⁽³⁾ (koz)
0,5	MEDIDO	Oxidado	844,00	1.392,60	1,65	2,76	123,75
		Saprolito	3.194,00	5.749,20	1,80	2,72	503,65
		Sulfetado	39.339,00	107.002,08	2,72	2,06	7.102,40
	INDICADO	Oxidado	2.096,00	3.458,40	1,65	2,77	307,75
		Saprolito	6.738,00	12.128,40	1,80	2,80	1.090,02
		Sulfetado	154.438,00	420.071,36	2,72	1,67	22.496,16
	Total Medido + Indicado		206.649,00	549.802,04	2,66	1,81	31.623,73
	INFERIDO	Sulfetado	250.028,00	680.076,16	2,72	1,60	35.067,22
	Total Inferido		250.028,00	680.076,16	2,72	1,60	35.067,22
Total (Medido + Indicado + Inferido)		456.677,00	1.229.878,20	2,69	1,70	66.690,95	
(1) - Reserva geológica apresentada considera teor de corte de 0,5 g/t Au.							
(2) Reserva geológica apresentada considera <i>capping</i> de 12,317 g/t Au.							
(3) Reserva geológica apresentada em onça <i>troy</i> (oz) considerando a conversão de 1oz = 31,10g.							
Os valores apresentados podem apresentar pequenas variações decorrentes dos arredondamentos realizados.							

Quadro 2.11 - Reserva Geológica do Alvo Juliano calculada pelo método OKRIG

TABELA DE RESERVA GEOLÓGICA - PROJETO ÁGUA AZUL ANM Nº 850.492/2007 - ALVO JULIANO							
Cut-Off ⁽¹⁾ Au g/t	Classificação Recurso	Tipo de Minério	Volume (m³)	Tonelagem (Mt)	Densidade (t/m³)	Teor Au ⁽²⁾ (g/t)	Tonelagem ⁽³⁾ (koz)
0,5	INFERIDO	Oxidado	4.102,00	6.768,30	1,65	2,42	527,51
		Saprolito	60.018,00	108.032,40	1,80	3,59	12.467,02
		Sulfetado	1.054.940,00	2.869.436,80	2,72	4,16	384.195,65
	Total Inferido		1.119.060,00	2.984.237,50	2,67	4,13	397.190,17
	Total (Medido + Indicado + Inferido)		1.119.060,00	2.984.237,50	2,67	4,13	397.190,17
⁽¹⁾ - Reserva geológica apresentada considera teor de corte de 0,5 g/t Au.							
⁽²⁾ Reserva geológica apresentada considera <i>capping</i> de 12,317 g/t Au.							
⁽³⁾ Reserva geológica apresentada em onça troy (oz) considerando a conversão de 1oz = 31,10g.							
Os valores apresentados podem apresentar pequenas variações decorrentes dos arredondamentos realizados.							

Quadro 2.12 - Reserva Geológica Total calculada pelo método OKRIG para os Alvos Abelhas, Juliano e Antonino

TABELA DE RESERVA GEOLÓGICA - PROJETO ÁGUA AZUL ANM Nº 850.492/2007							
Cut-Off ⁽¹⁾ Au g/t	Classificação Recurso	Tipo de Minério	Volume (m³)	Tonelagem (Mt)	Densidade (t/m³)	Teor Au ⁽²⁾ (g/t)	Tonelagem ⁽³⁾ (koz)
0,5	MEDIDO	Oxidado	6.844,00	11.292,60	1,65	1,54	558,90
		Saprolito	70.923,00	127.661,40	1,80	1,46	6.003,14
		Sulfetado	1.297.641,00	3.529.583,52	2,72	1,44	163.309,59
	INDICADO	Oxidado	15.685,00	25.880,25	1,65	1,34	1.118,32
		Saprolito	86.416,00	155.548,80	1,80	1,51	7.529,54
		Sulfetado	2.204.540,00	5.996.348,80	2,72	1,34	258.106,49
	Total Medido + Indicado		3.682.049,00	9.846.315,37	2,68	1,38	436.625,98
	INFERIDO	Oxidado	7.823,00	12.907,95	1,65	2,17	901,26
		Saprolito	92.074,00	165.733,20	1,80	2,84	15.154,63
		Sulfetado	4.468.435,00	12.154.143,20	2,72	2,02	790.078,88
	Total Inferido		4.568.332,00	12.332.784,35	2,70	2,04	806.134,77
Total (Medido + Indicado + Inferido)		8.250.381,00	22.179.099,72	2,69	1,75	1.242.760,76	
⁽¹⁾ - Reserva geológica apresentada considera teor de corte de 0,5 g/t Au.							
⁽²⁾ Reserva geológica apresentada considera <i>capping</i> de 12,317 g/t Au.							
⁽³⁾ Reserva geológica apresentada em onça troy (oz) considerando a conversão de 1oz = 31,10g.							
Os valores apresentados podem apresentar pequenas variações decorrentes dos arredondamentos realizados.							

2.4.2. Método de Lavra

A lavra proposta seguirá os padrões atualmente desenvolvidos no empreendimento, sendo executada utilizando-se métodos convencionais para mineração a céu aberto, com altura dos bancos em 20m, berma de 9m e rampa de 18m.

Portanto, trata-se de uma lavra em cava fechada, cuja profundidade, de acordo com o setor de exploração da empresa, responsável pela execução da pesquisa mineral, não atingirão o lençol freático confinado, não sendo previstas atividades de rebaixamento de NA.

Tal afirmativa baseia-se no fato da existência de dois tipos de compartimentos subterrâneos, sendo um mais raso (lenço freático) e outro mais profundo (aquífero fissural).

O aquífero raso ocorre na profundidade de 3 a 8 m, observados em campo nas nascentes onde o gado água e em bacias escavadas nas propriedades locais. Outro tipo de compartimento subterrâneo, o mais profundo, é descrito no item de hidrogeologia, no diagnóstico do Meio Físico.

Destaca-se que, caso ocorram indícios da aproximação do nível do lençol profundo durante as operações da lavra, serão adotadas as ações cabíveis junto a SEMAS/PA, em conformidade com o Termo de Referência de Rebaixamento de Nível da Água.

Com relação ao corpo mineral a ser lavrado, todo o material mineralizado com teor de ouro mais elevado (*high grade*) será explorado e tratado na planta de processamento metalúrgico. O minério com baixo teor (*low grade*), será estocado para processamento futuro e a rocha sem teor de ouro será tratada como material estéril e disposta na PDER, o que significa que não será necessário utilizar mineração seletiva.

2.4.2.1. Plano Sequencial de Lavra

O estudo de sequenciamento de lavra foi desenvolvido utilizando-se o *software* Micromine e consistiu no estabelecimento dos programas de produção anuais para a cava do Projeto Água Azul - 2.85 MTA, assim como na definição da sequência de lavra dos blocos de minério e estéril ao longo da vida da mina até atingir a cava operacional final.

Para o desenvolvimento do programa de produção foram definidas as áreas a serem lavradas, visando otimizar o fluxo de materiais na mina e a qualidade do minério.

O sequenciamento considerou apenas o alvo Abelhas. O Quadro 2.13 a seguir apresenta o resumo dos resultados referentes às quantidades de materiais movimentados por período no sequenciamento anual, considerando a vida útil de 12 anos.

Quadro 2.13 - Sequenciamento da produção anual do Projeto AGZ Fase 2

Período	Lavra (Toneladas ROM)			Planta Toneladas	Rejeito Toneladas
	Minério	Estéril	Total		
Pré - Operacional	144.372	13.562.375	13.706.747	250.000	300.000
Ano 1	2.137.087	31.086.869	33.223.956	2.000.000	2.400.000
Ano 2	2.603.955	36.118.517	38.722.472	2.850.000	3.420.000
Ano 3	2.880.889	41.584.329	44.465.218	2.850.000	3.420.000
Ano 4	2.871.414	40.906.255	43.777.669	2.850.000	3.420.000
Ano 5	2.878.567	44.626.756	47.505.323	2.850.000	3.420.000
Ano 6	2.759.704	42.648.803	45.408.507	2.850.000	3.420.000
Ano 7	2.868.252	35.800.192	38.668.444	2.850.000	3.420.000
Ano 8	2.831.603	35.632.631	38.464.234	2.850.000	3.420.000
Ano 9	2.785.453	35.637.170	38.422.623	2.850.000	3.420.000
Ano 10	2.851.107	25.929.659	28.780.766	2.850.000	3.420.000
Ano 11	2.884.296	25.365.416	28.249.712	2.850.000	3.420.000
Ano 12	858.097	6.322.264	7.180.361	1.181.824	1.418.189
Total	31.354.796	415.221.236	446.576.032	31.931.824	38.318.189

Os planos sequenciais de lavra são apresentados a seguir, da Figura 2.21 à Figura 2.33. A Figura 2.34 apresenta a seção da Cava Abelhas mostrando a comparação do cenário pré-operação e a cava final (12 anos).

Figura 2.21 - Cava Pré-operacional (2028)

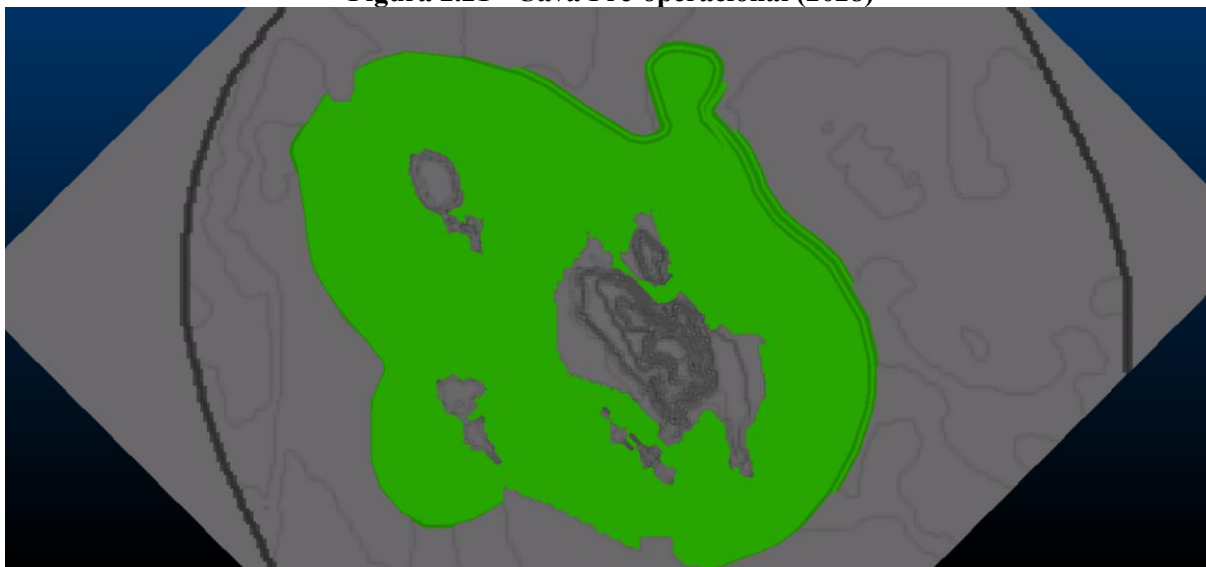


Figura 2.22 - Cava Ano 2029 (Operacional)



Figura 2.23 - Cava Ano 2030 (Operacional)

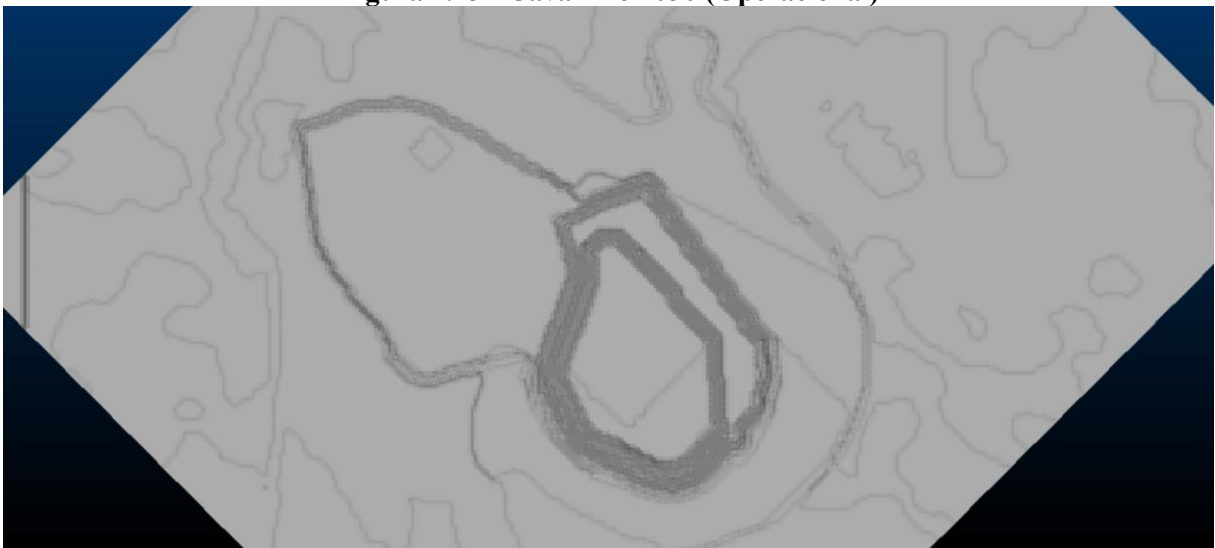


Figura 2.24 - Cava Ano 2031 (Operacional)

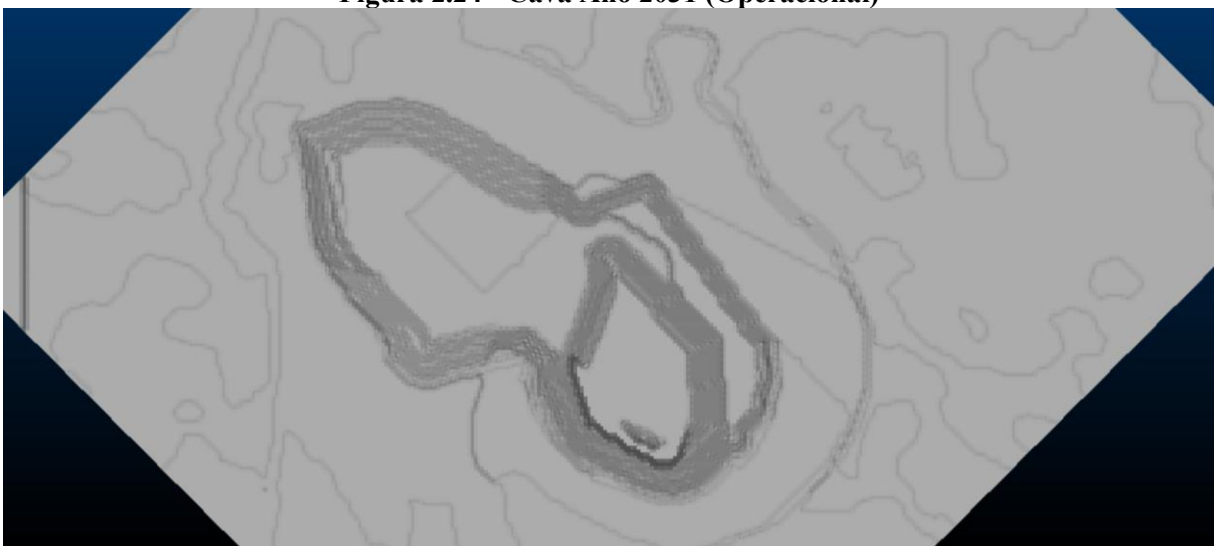


Figura 2.25 - Cava Ano 2032 (Operacional)

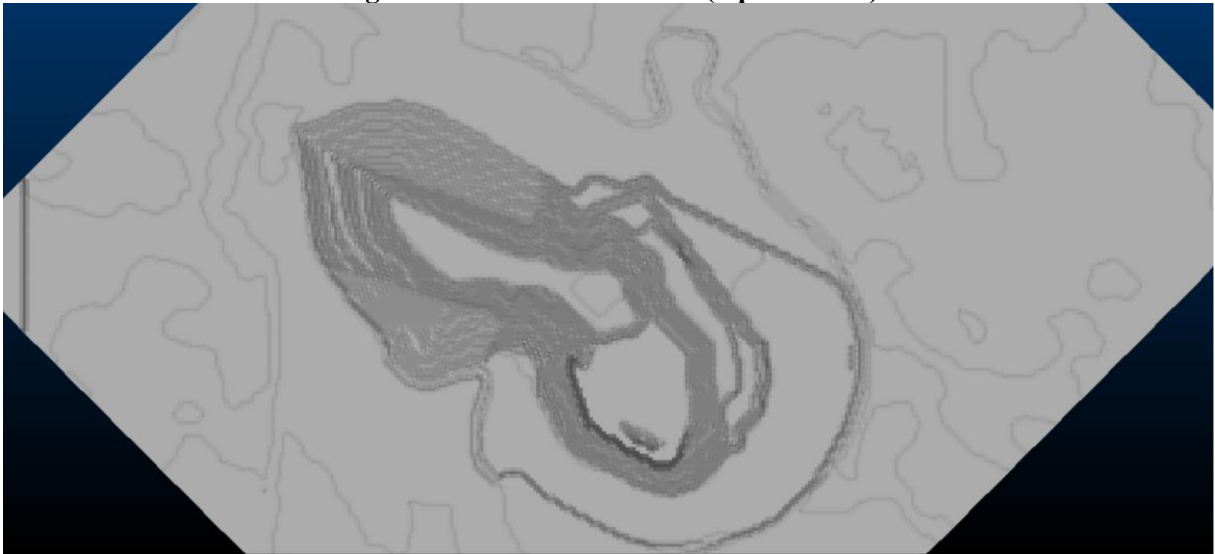


Figura 2.26 - Cava Ano 2033 (Operacional)

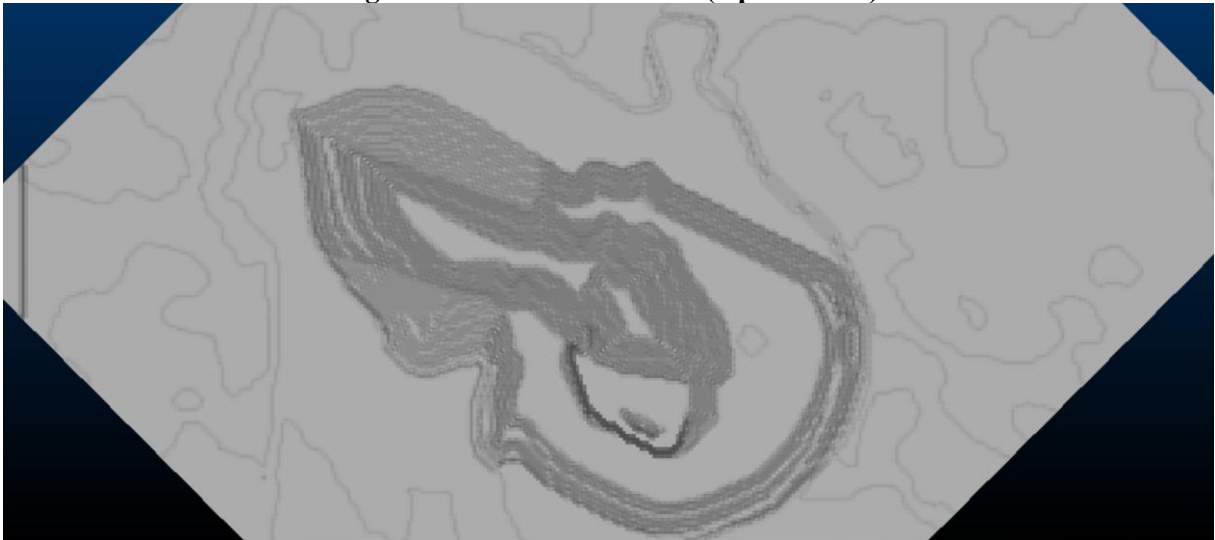


Figura 2.27 - Cava Ano 2034 (Operacional)

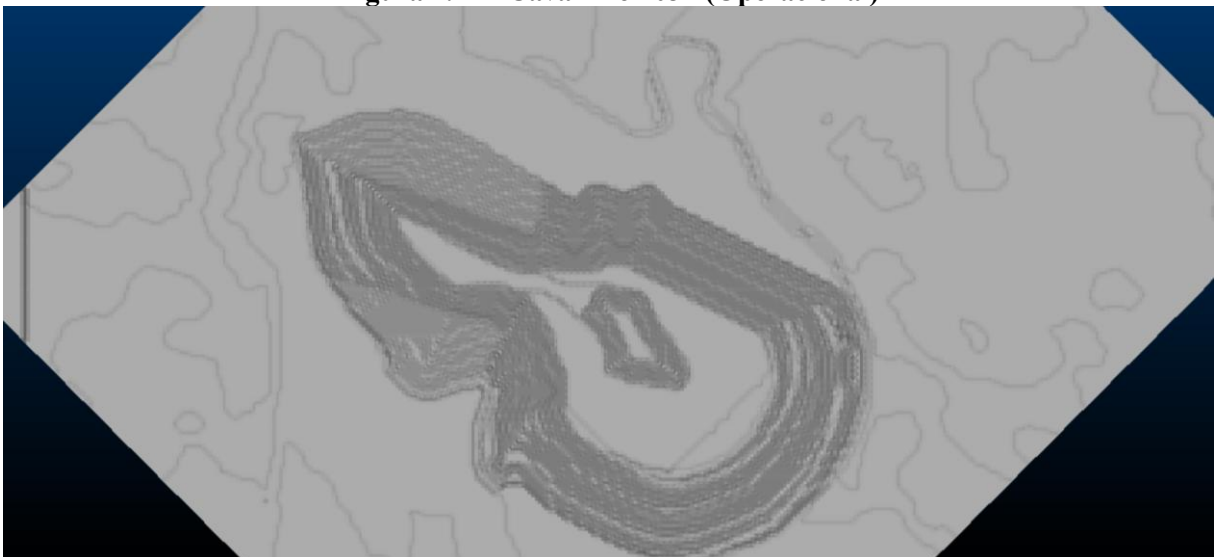


Figura 2.28 - Cava Ano 2035 (Operacional)

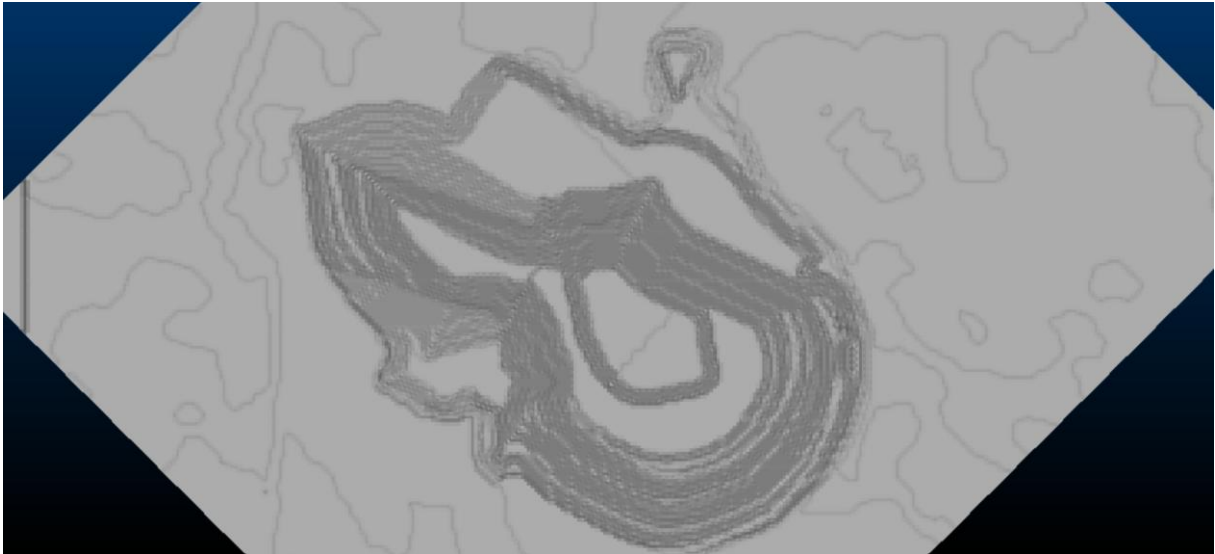


Figura 2.29 - Cava Ano 2036 (Operacional)

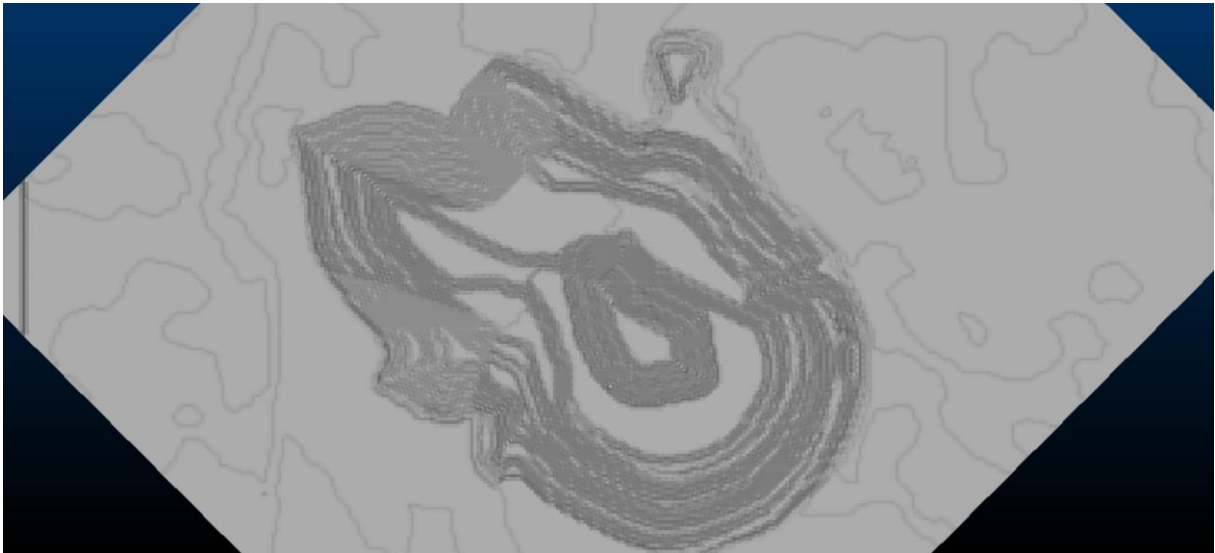


Figura 2.30 - Cava Ano 2037 (Operacional)

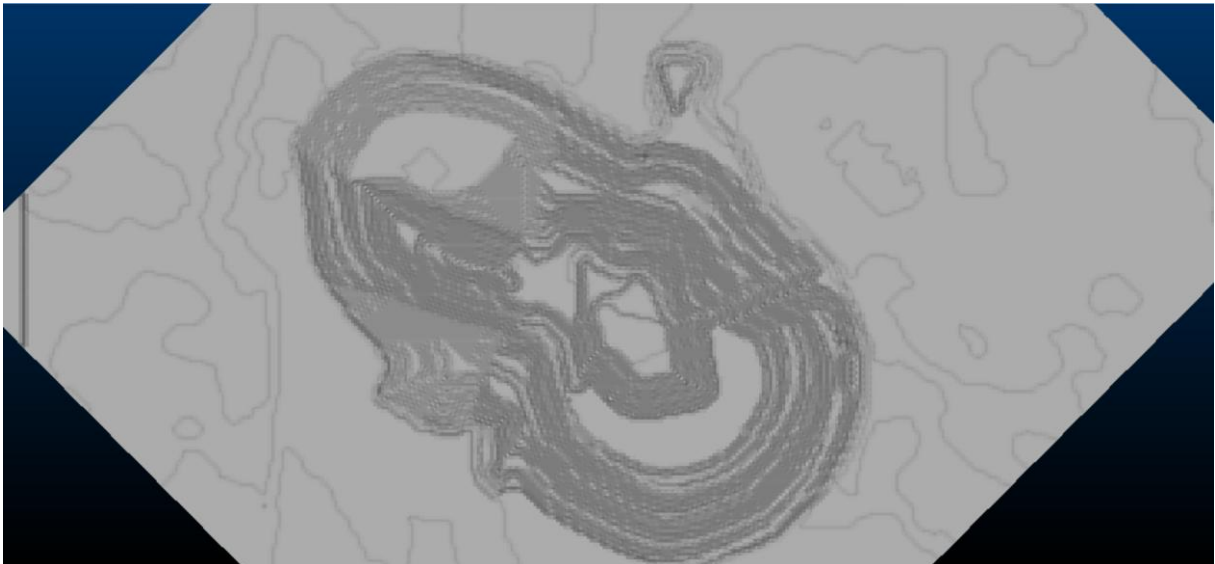


Figura 2.31 - Cava Ano 2038 (Operacional)

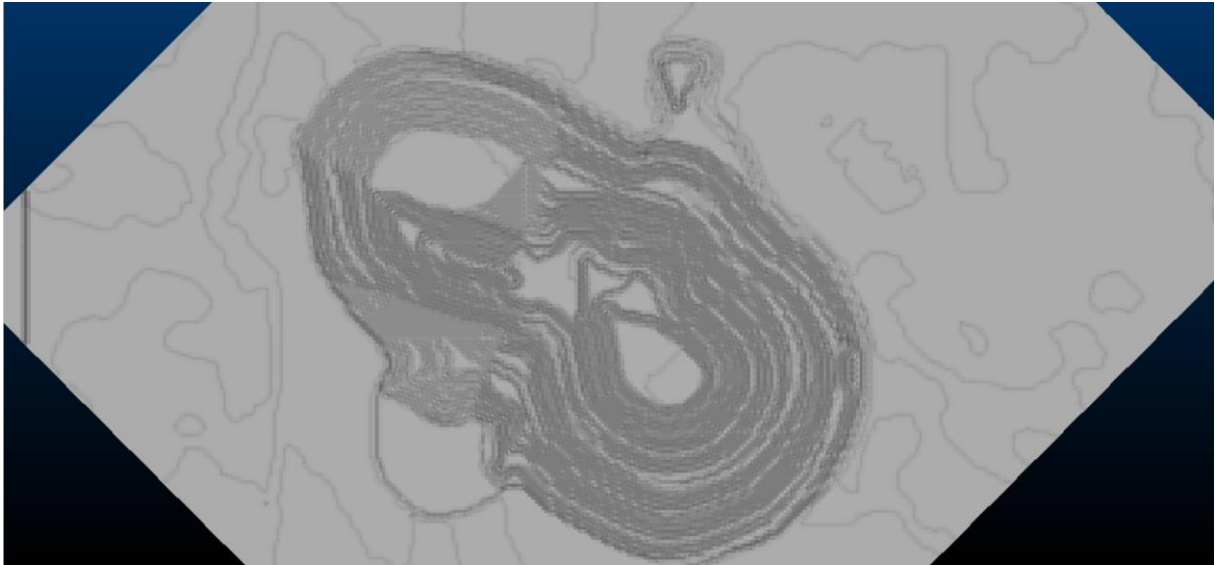


Figura 2.32 - Cava Ano 2039 (Operacional)

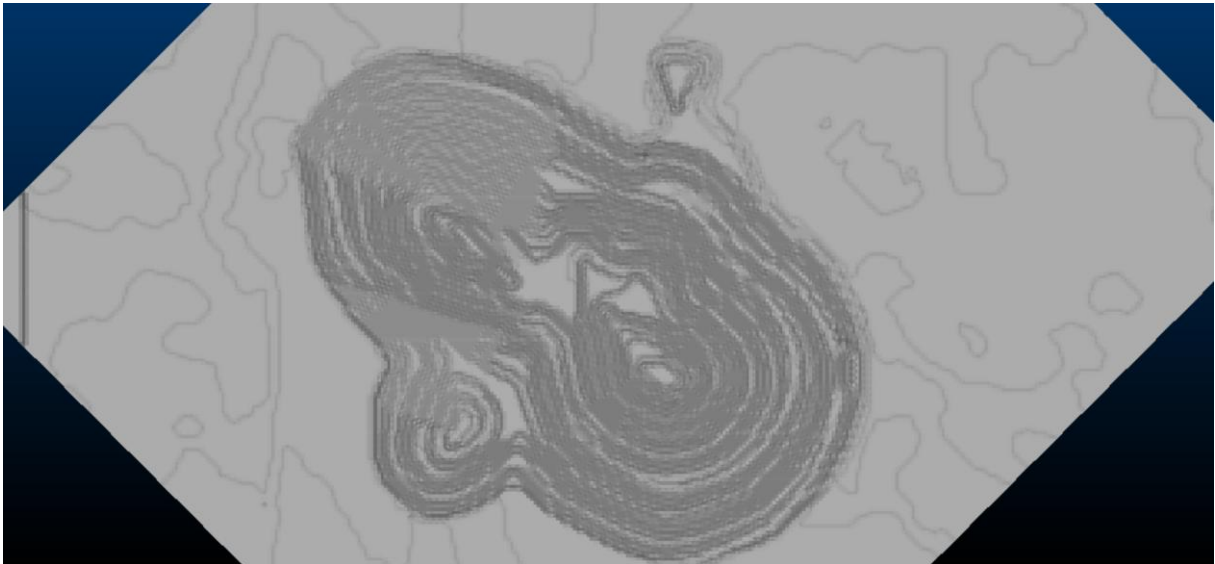


Figura 2.33 - Cava Ano 2040 (Operacional)



Figura 2.34 - Seções Cava Abelhas mostrando os cenário pré-operação até a cava final (12 anos)

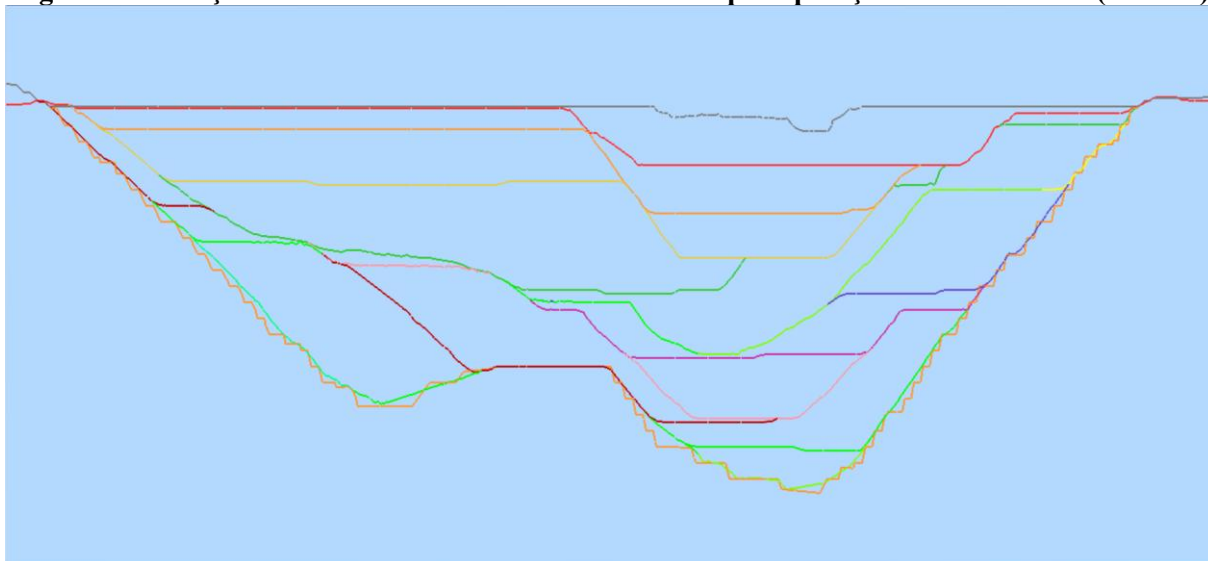
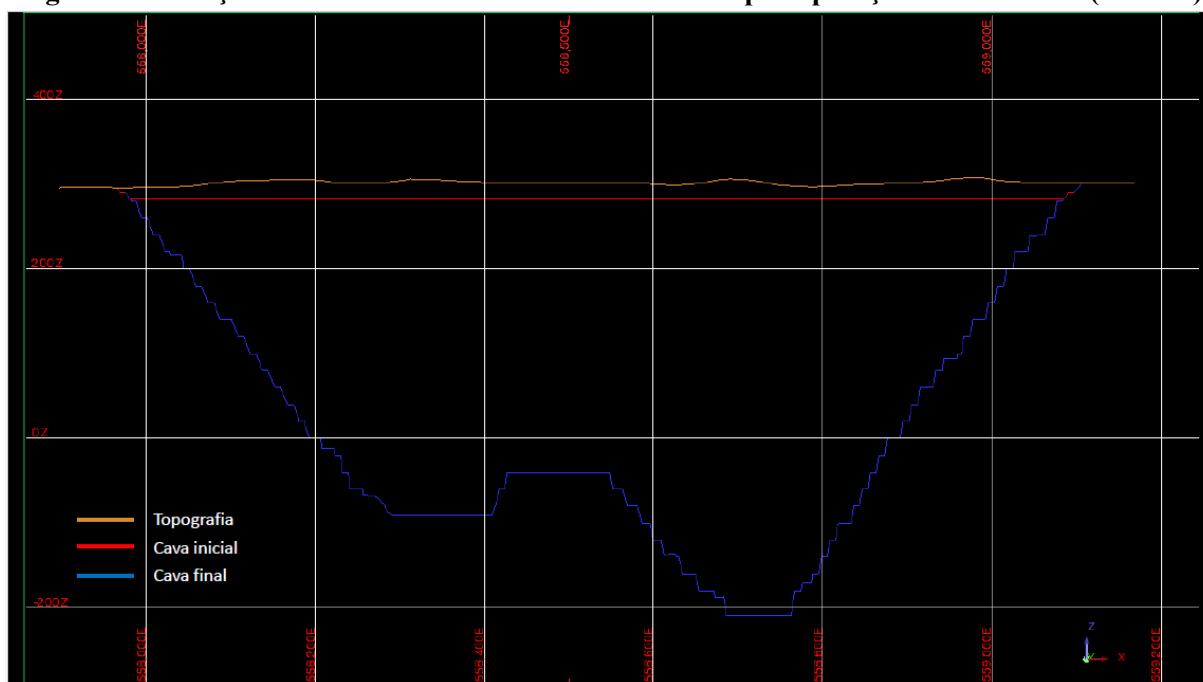


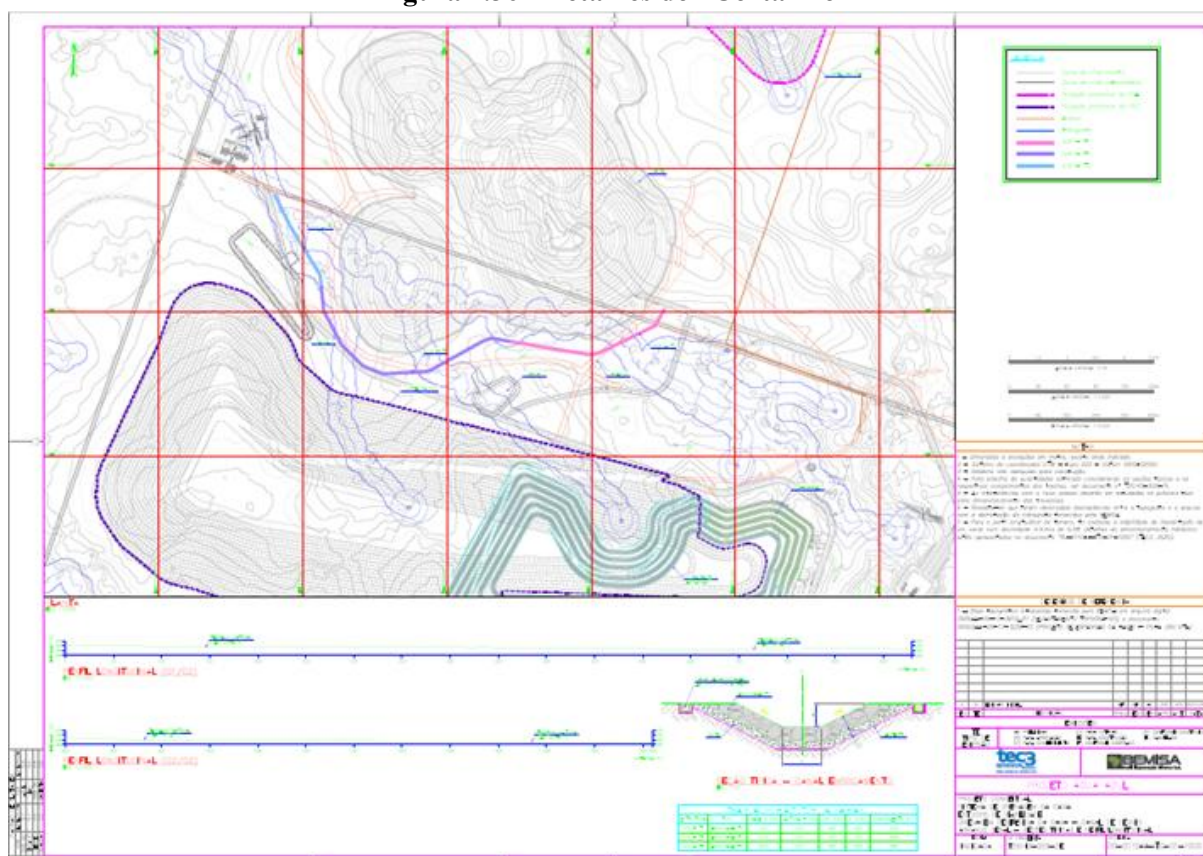
Figura 2.35 - Seções Cava Abelhas mostrando os cenários pré-operação e a cava final (12 anos)



Para a execução do plano de lavra, como demonstrado na sequência do desenvolvimento da cava, já no primeiro ano será necessário o desvio do igarapé da Mina II, destacando que tal atividade é objeto de outorga de desvio de curso d'água.

Os detalhes do “Corta Rio” são apresentados na Figura 2.36 a seguir.

Figura 2.36 - Detalhes do “Corta Rio”



2.4.2.2. Vida Útil

De acordo com o sequenciamento apresentado acima, prevê-se a vida útil de 12 anos para o Projeto AGZ Fase 2, objeto do presente relatório.

2.4.2.3. Ciclo de Operação

O desmonte do minério e estéril friável será feito de forma mecânica com utilização de trator de esteiras e escavadeiras hidráulicas, já o minério compacto e estéril compacto através de explosivos.

Para o desmonte com explosivos, serão executados furos de 3,5” por perfuratrizes hidráulicas, utilizados explosivos do tipo emulsão bombeada ou encartuchado, além dos seguintes acessórios: reforçador, cordel detonante, retardos, espoleta e estopim. Estão previstos oito desmontes com explosivos por mês.

As frentes de lavra serão devidamente preparadas para que se tenha o máximo desempenho das operações de carregamento e transporte.

O minério lavrado será parte destinado a uma pilha de ROM próxima a Britagem Primária, para posteriormente ser retomado por uma pá carregadeira e a outra parte alimentada diretamente na moega a qual alimentará essa instalação de britagem.

O estéril será depositado nas PDER Sul utilizando-se o método de co-disposição de estéril e rejeito, e na PDE Norte (apenas material estéril), seguindo padrões normativos da ABNT. Oportunamente, o material estéril poderá ser utilizado para terraplenagem durante a construção dos acessos, áreas de serviço, pátios, escritórios etc.

Para a construção dos acessos, serão seguidas as especificações técnicas dos fabricantes dos equipamentos de forma a se obter a melhor performance e garantia da vida útil do equipamento. As pistas deverão ser mantidas em boas condições de operação e construídas com largura de 16 a 18 metros, com inclinação em rampa máxima de 10% e declividade de 1% para as laterais em direção as calhas ou bueiros de drenagem.

As bancadas lavradas e pilhas de estéril resultantes da operação constituem uma superfície irregular. O nivelamento será feito pelo preenchimento das irregularidades com material fino, ficando a área pronta para receber o solo vegetal. Para este serviço será utilizado um trator de esteiras.

Para controle de qualidade na lavra deverá ser feita amostragem do minério na pilha ou amostragem de canaleta nas frentes lavradas.

Os serviços auxiliares, como a abertura e conservação de estradas, abertura de valas para drenagem, rampas de acesso etc. serão executados com trator de esteiras, motoniveladoras e caminhões tanque providos de sistema de aspersão de água para controle da poeira.

A mina é provida de dois sistemas de comunicação sendo uma por rádio e outro via telefone. O sistema de rádio funciona em canais de frequência exclusiva para a mina, permitindo a comunicação dos equipamentos e trabalhadores das frentes de lavra e das frentes de desenvolvimento com a sala de controle.

O sistema telefônico é constituído de telefones celulares.

A mina conta com um sistema de gestão - *SharePoint* para auxiliar na gestão de informações, atualização diária da produção, fluxos de trabalho, comunicação entre as equipes envolvidas nos serviços, controle do tráfego de equipamentos e pessoas nas instalações e acessos da mina e o controle de emergências.

2.4.2.4. Fase de Lavra em Regime Normal

Conforme informado, o método de lavra projetado para a ampliação do Projeto Água Azul Industrial será uma operação a céu aberto convencional consistindo em escavadeiras

hidráulicas, caminhões traçados e perfuratrizes hidráulicas como equipamentos principais. A estimativa das reservas minerais é a base para os planos de lavra e de produção, sendo considerado os materiais medidos, indicados e inferidos.

As distâncias médias de transporte do minério das Cavas até as proximidades da Britagem Primária irão variar de 2.727 a 3.032 m, já a distância de transporte do estéril até as pilhas de disposição irá variar de 2.820 a 5.182 m. Sendo a DMT média do Minério 3.271m, do estéril 3.997 m.

A Relação Estéril/Minério (REM) no período total dessa fase do projeto está estimada em 13,02. O minério compacto o qual representa cerca de 93% do total de minério a ser lavrado bem como cerca de 90% do material estéril deverão ser desmontados com explosivos.

A perfuração e desmonte ocorrerão em bancos de 10m para o estéril compacto e para o minério compacto em intervalos de 5m visando maior seletividade, no entanto, isso não afeta a configuração final do talude. Além disso, os parâmetros de projeto consideram rampas com largura de 18m e bermas de 9m para o material compacto e para o material saprolito e solo.

2.4.3. Descrição da Utilização de Explosivos

Os explosivos utilizados na mina de Água Azul na fase de lavra experimental são fornecidos e aplicados por empresas terceiras devidamente credenciadas no mercado para comercialização, armazenamento, manuseio e transporte. As cargas são aplicadas nos furos de acordo com plano de desmonte de rocha elaborado por profissionais qualificados da Bemisa. Apenas pessoas credenciadas são autorizadas a manusear esses materiais.

O consumo de explosivos é estimado em aproximadamente 11 mil t por ano, já considerando a ampliação para 2.85 MTA.

Atualmente, objetivando otimizar o uso de explosivos, principalmente para esta fase de 2.85 MTA, a Bemisa implantará seu depósito de explosivo, no local indicado no desenho do Plano Diretor Fase 2.85 MTA e apresentado em anexo (**ANEXO 01 - Projeto do Depósito de Explosivo**). Destaca-se que o referido depósito obteve sua licença ambiental em 28/12/2020, conforme processo 2020/0000038264.

O Plano de Fogo, para a fase objeto do presente licenciamento ambiental é apresentado em anexo (**ANEXO 02 - Plano de Fogo 2.85 MTA**).

Com o objetivo de avaliar os potenciais impactos referentes ao uso de explosivos o empreendedor dará continuidade nos Programas de Monitoramento de Ruído e Vibrações, os quais são apresentados no PCA.

2.4.4. Relação dos Equipamentos de Lavra

Os equipamentos necessários para a operação da Mina e serviços de apoio geral no site estão apresentados no Quadro 2.14 a seguir.

Quadro 2.14 - Seleção e Especificação dos Equipamentos

FROTA DIMENSIONADA																	
Serviço	Descrição	Marca	Modelo	Capacidade	Consumo DIESEL (L/h)	Número de Equipamentos - Ano											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Perfuração	Broca Hidráulica	Sandvik	DP1500i	4,0" a 5,5"	32	13	15	18	17	19	18	15	15	15	12	11	3
	Sub-Total					13	15	18	17	19	18	15	15	15	12	11	3
Carregamento	Escavadeira Hidráulica	Sany	SY1250H	120 Ton 8,0 m3	110	6	7	8	8	9	8	7	7	7	5	5	2
	Escavadeira Hidráulica	Sany	SY750H	70-80 Ton 3,8-4,2 m3	50	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Carregadeira de Poço	Caterpillar	CAT972	25 Ton / 4,2m³	28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sub-Total					9	10	11	11	12	11	10	10	10	8	8	5
Transporte	Caminhões 8X4	Volvo	FMX 540 8x4	44 Ton / 22 m3	16	9	13	13	13	14	13	14	14	14	15	14	7
	Caminhões Fora de Estrada	Caterpillar	CAT 777G	100 Ton / 65 m3	55	27	33	39	41	43	46	36	37	40	32	28	8
	Sub-Total					36	46	52	54	57	59	50	51	54	47	42	15
Distribuição	Trator de Esteira	Caterpillar	CAT D8T	39,5 Ton	58	6	7	8	8	8	8	7	7	7	5	5	2
	Sub-Total					6	7	8	8	8	8	7	7	7	5	5	2
Operação da Mina / Infraestrutura	Trator de Esteira	Caterpillar	CAT D8T	39,5 Ton	58	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	Trator de Esteira	Caterpillar	CAT D6T	23,3 Ton	28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Motoniveladora	Caterpillar	CAT 140K	16 Ton	17,5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1
	Escavadeira Hidráulica	Sany	SY335C	35-40 Ton / 3,1 Ton	26	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	1
	Escavadeira Hidráulica	Sany	SY215H	21 Ton / 1,2m³	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Martelo Hidráulico	Caterpillar	CAT H180E	3,1 Ton	0	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	1
	Carregadeira de Poço	Caterpillar	CAT 966	23 Ton / 3,2m³	19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Retroescavadeiras	Caterpillar	CAT 416F	7 Ton	10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Caminhão Tanque de Óleo	Volvo	VMX 290 6X4	10.000 liters	7,5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	1

FROTA DIMENSIONADA																	
Serviço	Descrição	Marca	Modelo	Capacidade	Consumo DIESEL (L/h)	Número de Equipamentos - Ano											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Caminhão Pipa	Volvo	VMX 290 6X4	20.000 liters	11	4	5	6	6	6	6	5	6	6	5	5	2
	Caminhão Trator com Plataforma	Volvo	FH 540 8x4	540 cv / 4 axles	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Rolo Compactador	Sany	SSR120C-10S	12,4 Ton	12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Munck Truck	Volvo	VMX 290 6X4	15 Ton	11	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	1
	Torre de Iluminação	MTower	TIS-3P450-M-16-23-7,5M	450 W	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Sub-Total					40	43	47	48	48	48	43	44	44	42	41	24

Os equipamentos de infraestrutura irão atender não só as necessidades da operação da Mina, mas também todas as necessidades do site, como exemplo, manutenção e umidificação de todas as vias de tráfego dentro do site, obras de drenagem etc.

Especial atenção deverá ser dispensada ao projeto e implementação das vias de acesso às áreas de lavra, principalmente nos trechos em curva, onde os ângulos mínimos de curvatura e o percentual máximo de elevação em relação ao seu raio deverão ser obedecidos, a fim de garantir o melhor desempenho possível dos caminhões com a minimização do desgaste dos pneus e da estrutura do chassi do caminhão. Ainda, o posicionamento dos caminhões para basculamento ou carregamento deve, preferencialmente, ser realizado em uma única manobra, para redução do tempo do ciclo operacional e consequente ganho de produtividade.

Para tanto foram dimensionados dois tratores de esteiras, os quais atenderão os serviços de abertura, preparação e manutenção de praças de trabalho para as perfuratrizes e escavadeiras, abertura e construção de estradas, espalhamento do estéril e rejeito nos respectivos depósitos entre outros.

Foram dimensionados também uma motoniveladora e um caminhão pipa para também atender as necessidades de manutenção e umidificação das vias de tráfego.

O caminhão comboio será utilizado no abastecimento de combustível e nas manutenções/lubrificações dos equipamentos nas áreas de trabalho.

Para atender as necessidades da Planta foram especificadas duas pás-carregadeiras as quais irão abastecer com Minério a Britagem Primária e Circuito de Moagem, um caminhão Munck para apoiar nas atividades de manutenção e um caminhão basculante para transportar o rejeito da planta para o depósito de rejeitos.

Os equipamentos selecionados, são todos de primeira linha e consolidados no mercado de mineração em operações similares.

2.4.5. Processamento do Minério - Beneficiamento

2.4.5.1. Composição da Amostra representativa

As principais mineralizações de interesse presentes na jazida são, veios pegmatíticos, veios de quartzo, basalto, hidrotermalitos, metamáfica, gabro, granito potassificado, metagranodiorito e o saprolito das mineralizações anteriores, quando in situ a umidade inerente ao material é muito baixa, sendo considerada desprezível em termos de processo. Quando tratamos do minério, essas mineralizações se apresentam nas proporções indicadas no Quadro 2.15 a seguir, bem como a sua representação percentual em termos de quantidade de onças de ouro.

Quadro 2.15 - Seleção e especificação dos equipamentos

Litologias da Jazida	%Litologia	% Oz de Au
Oxidado	7,28%	3,80%
Veio de Quartzo	5,69%	24,46%
Veio Pegmatítico	5,97%	5,38%
Gabro	8,86%	8,76%
Metamáfica	1,96%	1,03%
Hidrotermalito	39,46%	31,33%
Granito Potassificado	15,86%	15,26%
Granodioritos	14,93%	9,98%
Total	100,0%	100%

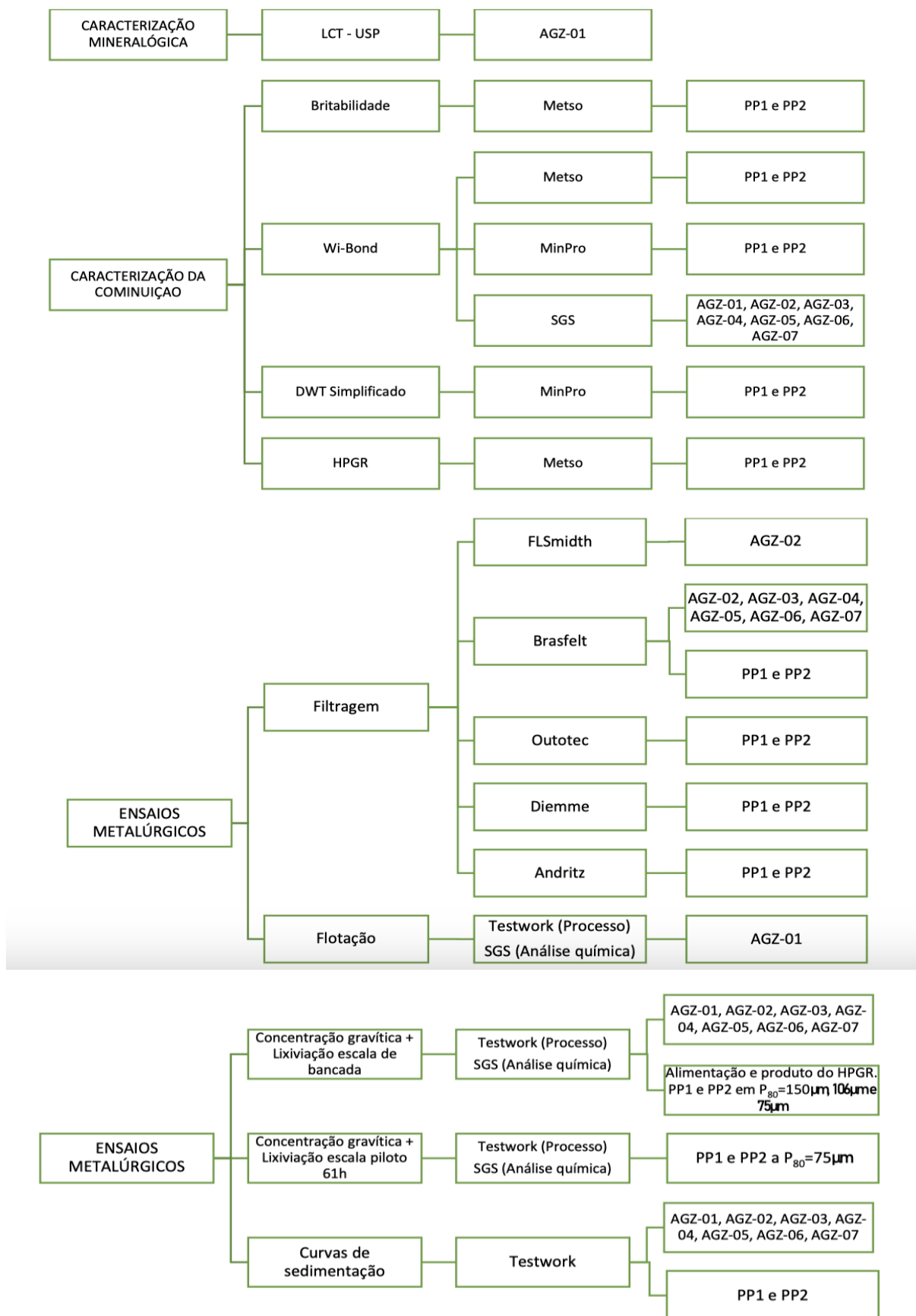
Fonte: PAE (2023)

2.4.5.2. Caracterização Tecnológica

A caracterização tecnológica foi dividida em Caracterização Mineralógica, Caracterização da Cominuição, Ensaios Metalúrgicos (Concentração Gravimétrica, Flotação, Lixiviação e Neutralização de Cianeto, ensaios de Sedimentação e Filtragem) e Avaliação do Potencial de Geração de Drenagem Ácida e Lixiviação de Metais dos rejeitos. Além desses ensaios foi realizada campanha de testes de variabilidade.

As análises foram realizadas de forma independente e quando possível de forma multilaboratorial, conforme o Organograma a seguir (Figura 2.37).

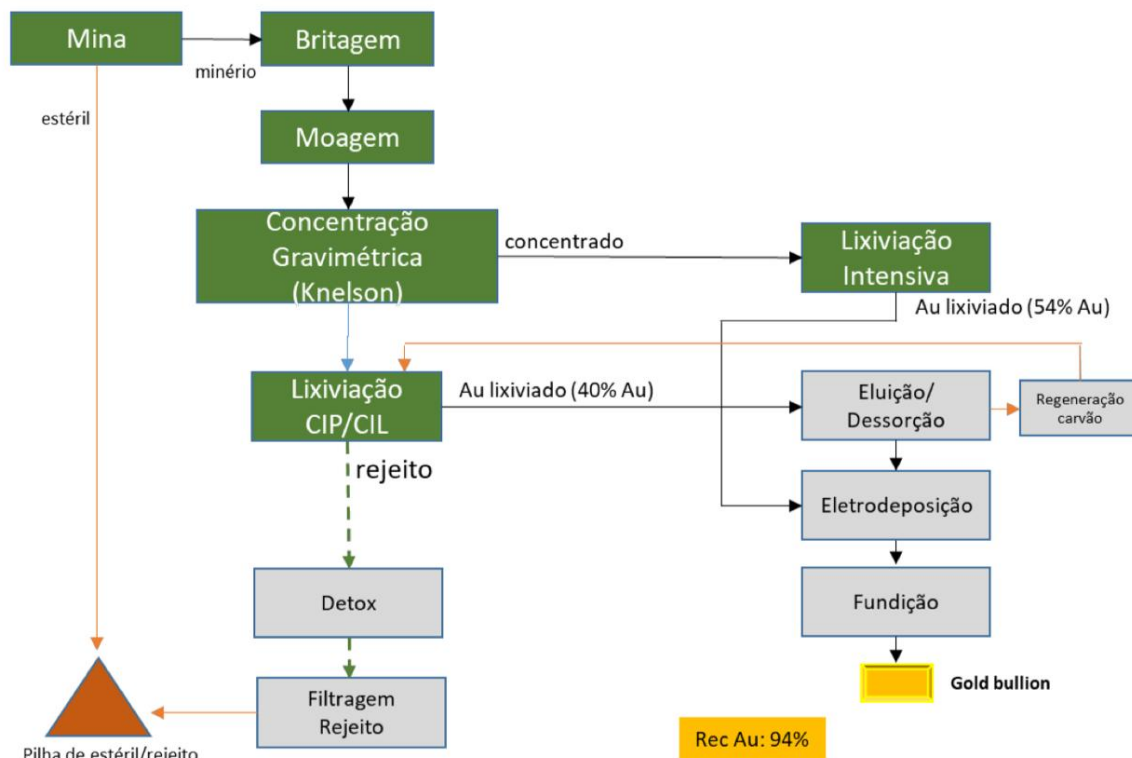
Figura 2.37 - Campanha de Caracterização Tecnológica para o Projeto Água Azul



Fonte: PAE (2023).

Com base nos resultados das campanhas listadas acima foi definido a seguinte rota de processo apresentada na Figura 2.38 a seguir.

Figura 2.38 - Rotas de Processo



Fonte: PAE (2023).

2.4.5.3. Descrição do Processo

A rota de processamento metalúrgico consiste em um circuito de cominuição com três estágios de britagem seguido por uma moagem em moinho de bolas em circuito fechado, com redução do tamanho das partículas para 80% passante 75micra. O ouro livre, será recuperado por circuito gravimétrico tratando o *underflow* da hidrociclonação. O *overflow* da hidrociclonação será direcionado para ajuste da percentagem de sólidos na etapa de espessamento. O *underflow* do espessamento será encaminhado para o circuito de pré lime e posterior Lixiviação CIL (*Carbon-in-leach*) - lixiviação e adsorção em carvão ativado. O ouro será recuperado do carvão carregado por processo de lavagem ácida e eluição para posteriormente ser depositado em células de eletrodeposição. Os catodos ricos em ouro serão encaminhados para à etapa de fundição onde serão produzidas barras de ouro (*bullions*). As barras de ouro serão vendidas na FOB Mina (*Free on Board* na Mina) ou CIF para grandes players da Indústria nacional. O rejeito do processo de lixiviação CIL será encaminhado para processo de destruição de cianeto, através do uso do metabissulfito de sódio. O rejeito de lixiviação depois da etapa de

abatimento do cianeto será direcionado para a etapa de filtração. A torta com umidade em torno de 20% será disposta em pilha juntamente com estéril franco.

O Balanço de Massas sumarizado é apresentado no Quadro 2.16 a seguir.

Quadro 2.16 - Balanço de Massa Anual

Balanço de Massa - 2,85 MTA												
Nome	Unidade	Alimentação do Britador Primário	Alimentação do Moinho	Descarga do Moinho	Concentrado CG-01	Alimentação do CIL	Rejeito do CIL	Carvão carregado para eluição	Rejeito do DETOX	Alimentação do Filtro	Descarga do Filtro	Fundição
Sólidos	t/a	2.850.000	2.850.000	3.705.000	997500	2.850.000	2.850.000	265	2.850.000	2.850.000	2.850.000	3
Água	t/a	171.000	563.646	2.224.284	241.770	2.771.087	2.771.087	0	2.771.087	2.771.087	661.130	0
Fluxo Total	t/a	3.021.000	3.413.646	5.929.284	1.239.270	5.621.087	5.621.087	265	5.621.087	5.621.087	3.511.130	3
% Sólidos		94%	83%	62%	80%	51%	50%	20%	50%	50%	85%	100%
S.G. Sólido		2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	0,5	2,6	2,6	2,6	16
Densidade Polpa / Líquido	t/m ³	2,407	2,407	1,757	1,14	1,444	1,444	0,833	1,444	1,444	2,097	16
Vazão	m ³ /aa	87.449	87.449	537.012	1	276.923	276.923	1.588	276.923	276.923	112.217	0
Teor Ouro No Minério	g/t	1,23	1,23	1,23	1643,27	1,13	0,14	749,42	0,14	0	0,14	1,23
Recuperação (%)	-	-	-	-	50%	-	-	44%	-	-	-	94%

A Figura 2.39 a seguir, apresenta o fluxograma de processo para a fase 2.85 MTA. Já a Figura 2.40 apresenta, em vista aérea a planta de hidrometalurgia da fase 01 em operação no empreendimento.

Figura 2.39 - Fluxograma Simplificado da Planta de Hidrometalúrgica do Projeto 2.85 MTA

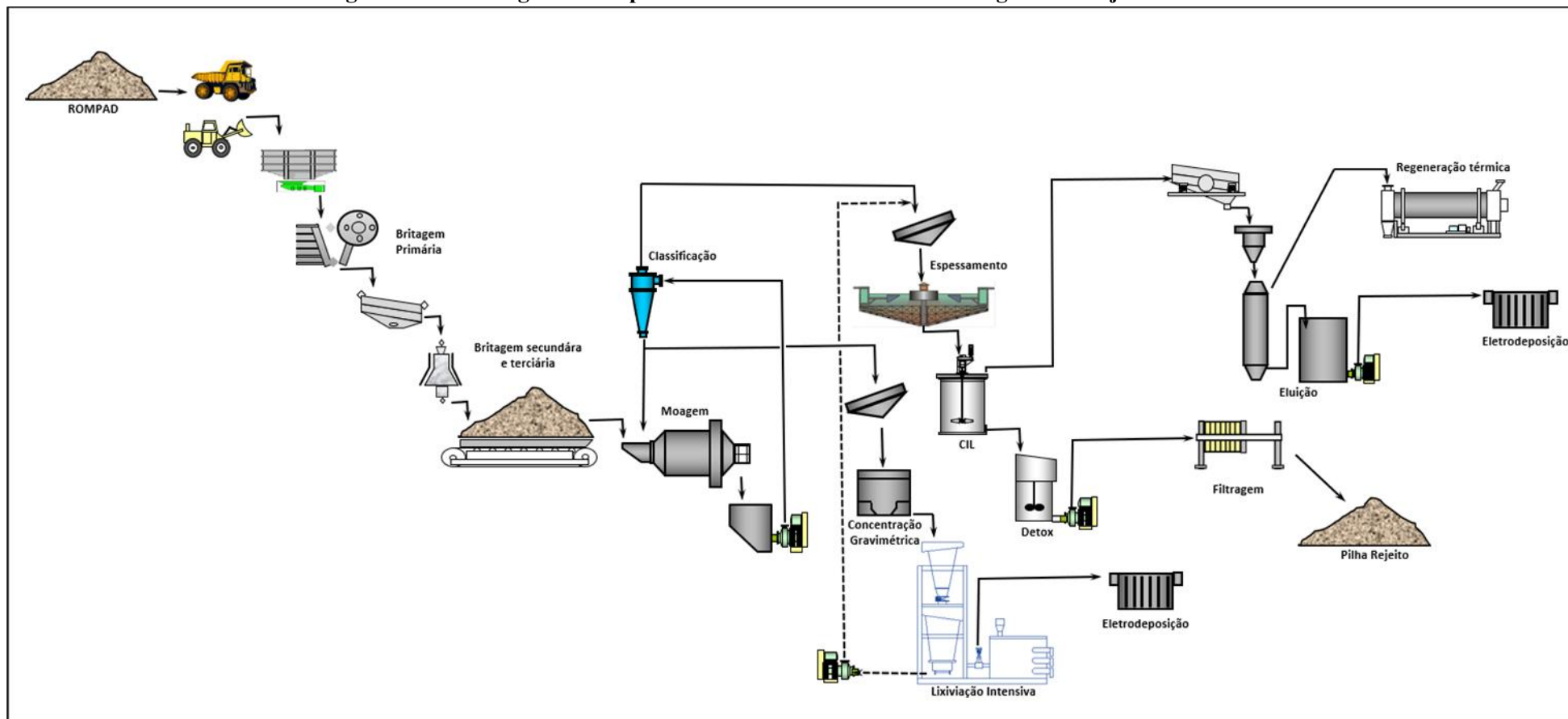


Figura 2.40 - Vista aérea da Planta Hidrometalúrgica em operação (200 KTA)



2.4.6. Produto

É sabido que o produto final das minas de ouro resume-se em pequenos, mas valiosos volumes, os quais exigem um apurado sistema de segurança na operação de transporte da mina para o destino final. Na mineração o produto final do ouro se dá na forma de *bullion*.

O “*bullion*”, produto da fusão do concentrado de ouro, tem teor entre 95% e 97% de pureza e possui dimensões pequenas, principalmente quando comparada as dimensões de produtos finais de outros tipos de minérios.

2.4.7. Transporte dos Produtos até Destinação Final

Em função do volume e de seu elevado valor agregado do *bullion* de ouro a logística de transporte do mesmo até o seu destino final não é divulgada, podendo ser realizada por meio de transporte aéreo, transporte terrestre, não possuindo dias e horários fixos para esta atividade.

2.4.8. Pilha de Rejeito / Estéreis

2.4.8.1. Classificação do Rejeito

Para definição da metodologia de disposição de Rejeitos e Estéril foi realizado caracterização geoquímicas de rejeitos provenientes do processamento do minério até a sua etapa de Neutralização do Cianeto. A partir dos laudos recebidos foram avaliados o potencial de geração de acidez e potencial de solubilização e lixiviação de metais das amostras. Com esses dados o

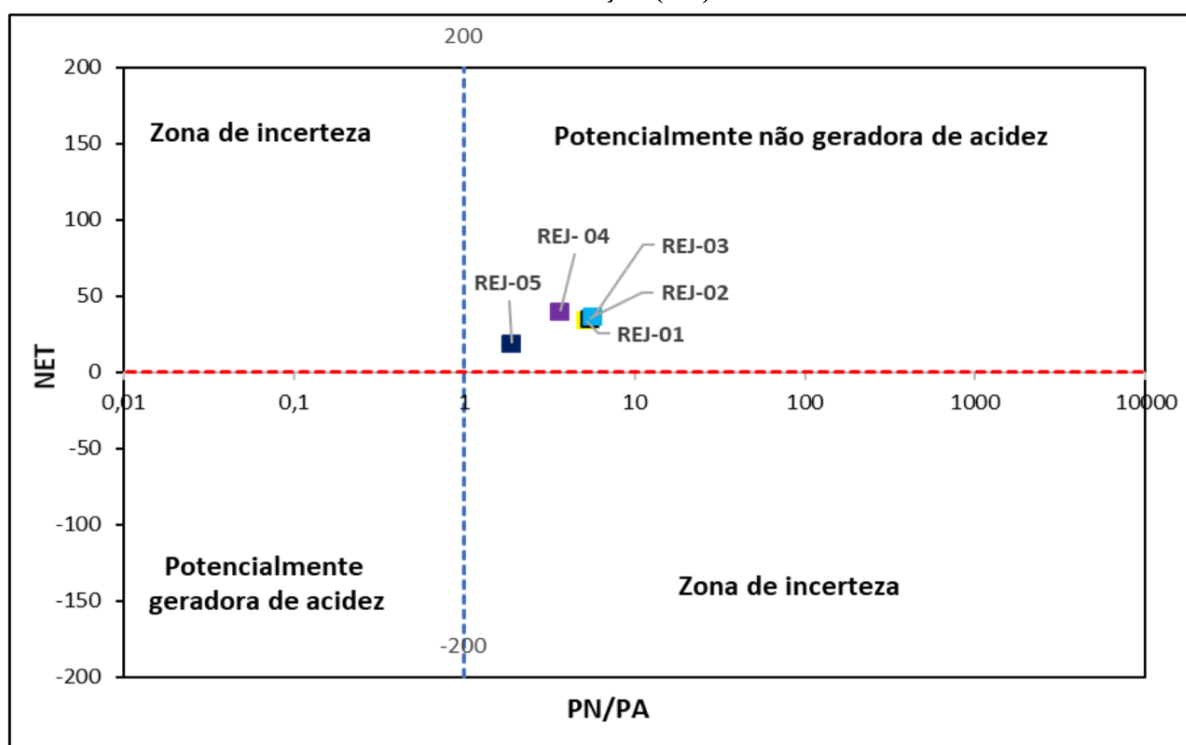
rejeito gerado, de acordo com a ABNT 10.004/2004, é classificado com Classe II B, resíduo não perigoso e inerte.

Resíduos classe IIB são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. Nesse sentido, não é necessário nenhum tratamento específico para estes materiais.

Similarmente, por se tratar de zona de baixo teor de sulfetos, o estéril e minério low grade também são assumidos como pertencentes à Classe II-B, não perigoso e inerte.

A Figura 2.41 a seguir apresenta os resultados das amostras de rejeito.

Figura 2.41 - Gráfico da relação de potencial de neutralização (PN) versus potencial de acidificação (PA)



Fonte: PAE (2023).

2.4.8.2. PDE Norte e PDER Sul

Para a adequada disposição dos materiais estéreis e rejeitos desaguados do projeto 2.85 MTA foram projetadas duas pilhas, quais sejam:

- **Pilha de Estéril Norte - PDE Norte**, para disposição somente de materiais estéreis gerados na mina;

- **Pilha de Estéril/Rejeito Sul - PDER SUL**, para disposição compartilhada de estéril gerado na mina e rejeitos desaguados, que refere-se a ampliação da pilha de codisposição de estéril e rejeito do projeto AGZ Fase 200 KTA.

Os projetos das referidas pilhas foram elaborados em conformidade normas vigentes e as boas práticas da engenharia, respeitando-se o limite de licenciamento e os conceitos desenvolvidos pela Bemisa.

A TEC3 Geotecnia e Recursos Hídricos Ltda. foi a empresa contratada pela Bemisa e responsável para elaborar os projetos básicos das estruturas de empilhamento de estéril e rejeito do Projeto AGZ Fase 2.

O Projeto AGZ 2.85 MTA contemplará duas pilhas: uma pilha de estéril, denominada PDE Norte (Figura 2.42 e Figura 2.43) e uma de estéril e rejeito, denominada PDER Sul (Figura 2.44 e Figura 2.45).

- **Pilha PDE Norte:** Refere-se a nova estrutura, prevista para a porção norte da área, complementados os volumes necessários para conter parte dos materiais estéreis ao longo da vida útil prevista para o projeto, estimada em 12 anos.
- **Pilha PDER Sul:** A Pilha PDER Sul refere-se a ampliação da pilha operacional da Fase 2 (2.85 MTA), resultado da ampliação da pilha da fase da 01 (200 KTA).

Os projetos de disposição compartilhada de estéril e rejeito para as pilhas do Projeto 2.85 MTA seguiram as condições recomendadas de segurança geotécnica estabelecidas pelas normas:

- NBR 13.029. Mineração - Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha (ABNT, 2017);
- NBR 11.682. Estabilidade de encostas (ABNT, 2009);
- NBR 10.004. Resíduos Sólidos - Classificação (ABNT, 2004).

A proposta para as estruturas ao Sul é a disposição mecânica em forma de pilha dos materiais estéril e rejeito filtrado enquanto para a pilha ao Norte será feita disposição única de estéril franco. Portanto, foi adotada a norma NBR 13.029 (ABNT, 2017) para condução dos estudos geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos. Para as medidas regulatórias, visando assegurar a estabilidade da estrutura, também foi consultada a resolução nº 95, de 7 de fevereiro de 2022 (ANM, 2022).

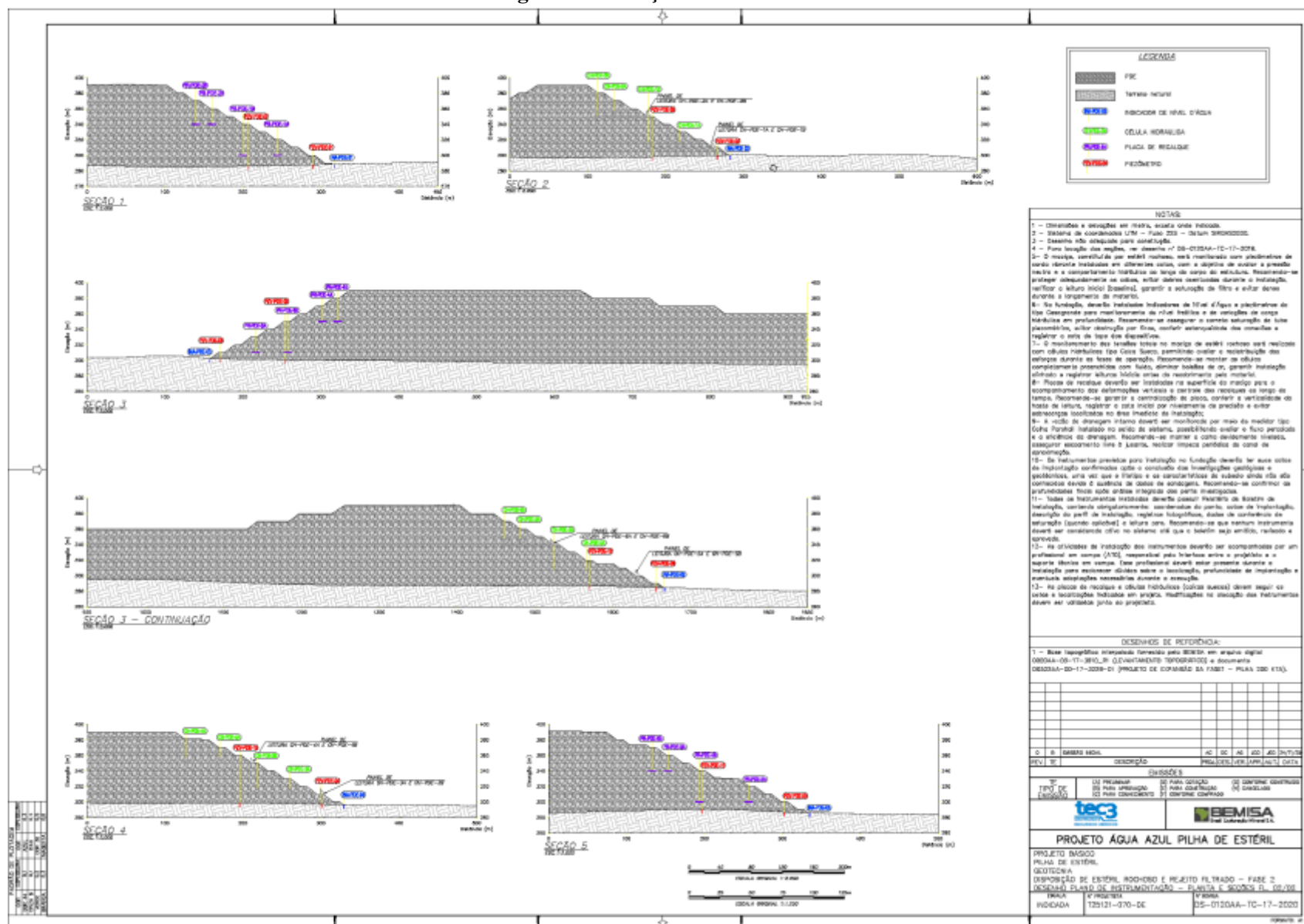
Estruturas complementares à construção da pilha, como acessos, escavações e conformações de taludes, tiveram sua segurança geotécnica avaliada com base nos critérios estabelecidos na NBR 11.682 (ABNT, 2009).

Os projetos das pilhas foram orientados pela quantidade prevista de estéril, rejeito e minério, em toneladas. Essas informações foram disponibilizadas pela Bemisa, segundo planejamento

da produção ROM, para um cenário de 12 anos. Para a obtenção dos volumes de projeto, foi considerada massa específica natural de 1,60 t/m³ para o rejeito filtrado, de 2,0 t/m³ para o estéril rochoso, de 1,76 t/m³ para o estéril saprólito e de 1,64 t/m³ para o minério (estoque).

Os respectivos Memoriais Descritivos das PDE Norte e PDER Sul são apresentados no **ANEXO 03 - Projeto Básico - Pilhas Norte e Sul - 2.85 MTA.**

[illegible]



[illegible]



2.4.8.2.1. Sequência Construtiva

A formação da PDER Sul seguirá um planejamento cuidadoso para garantir condições seguras durante a disposição e assegurar que a operação atenda aos aspectos de segurança ocupacional e ambiental, sendo executadas as seguintes atividades, considerando tratar-se de uma ampliação da pilha existente, como já mencionado.

- Remoção da vegetação e de raízes por equipe especializada, bem como de eventuais bolsões de materiais moles localizados em áreas de brejos e alagadas. A quantificação da área a ser suprimida é apresentada no desenho nº 0522AA-00-17-3229;
- Retomada do minério de baixo teor da PDC Fase 1;
- Construção dos acessos até a pilha para as frentes de disposição de rejeito filtrado compartilhado com estéril rochoso e de minério de baixo teor;
- Implantação dos dispositivos de contenção de sedimentos e dos canais periféricos;
- Preenchimento do canal periférico CP02 e da bacia de contenção de sedimentos Sump 02, ambos da PDC Fase 1, com estéril rochoso;
- Prolongamento do dreno de fundo DF-03 da PDC Fase 1;
- Instalação dos piezômetros elétricos de corda vibrante na fundação;
- Início da disposição na pilha;
- Finalização da operação de disposição de estéril e rejeito filtrado até a cota final prevista;
- Instalação dos indicadores de nível d'água.

É importante que no processo de limpeza e preparação do terreno os pequenos açudes sejam esgotados. Esse esvaziamento pode ser realizado por meio de valas drenantes que conduzirão essas águas para uma área fora da projeção da pilha. Para o nivelamento e aterramento desses açudes, recomenda-se a utilização do próprio estéril (rocha + solo).

No geral, a limpeza, a regularização e a retirada da cobertura de solo orgânico devem incluir a remoção de uma camada de, no mínimo, 15 cm. As regiões onde forem encontrados bolsões de solo mole ou colúvio, incluindo os locais com indicação de $N_{SPT} < 8$, devem ser totalmente retiradas para a implantação da pilha.

A disposição dos materiais após desmatamento e limpeza da área deve ocorrer sempre de maneira ascendente, evitando-se a disposição por ponta de aterro. Os bancos da pilha devem subir gradativamente de acordo com a ocupação de toda a área prevista para aquela cota. O espalhamento dos materiais estéril e rejeito filtrado, bem como do material minério de baixo teor, respeitando os limites da disposição compartilhada, deverá ser da borda para as regiões de

confinamento, evitando-se a disposição por ponta de aterro. Em hipótese alguma os materiais serão lançados na condição de “ponta de aterro”.

A mistura do estéril e do rejeito filtrado pode ser realizada durante o transporte, por meio de caminhões e/ou correias transportadoras, ou diretamente na praça de trabalho durante a disposição dos materiais. O rejeito filtrado deve ser colocado sobre o estéril rochoso, seguido pelo espalhamento e regularização da praça de operação. Após a disposição dentro do limite previsto, o ajuste da camada deve ser feito com equipamentos específicos para garantir a homogeneidade do material. Esse método oferece principais vantagens, como simplicidade, flexibilidade e fácil controle durante o processo de mistura e homogeneização.

A largura das bermas, a altura dos bancos e a zona delimitada para a disposição compartilhada, todas previstas em projeto, deverão ser rigorosamente seguidas. Próximo à crista do talude, deverá ser implantada uma leira de proteção de 1,0 metro de altura, a fim de evitar acidentes e quedas. Para todas as leiras finalizadas, deverá ser prevista cobertura vegetal para proteger contra intempéries e/ou processos erosivos e reduzir o volume de sedimentos carregado.

Realizada a etapa de limpeza e regularização da fundação, os piezômetros elétricos de corda vibrante devem ser instalados.

Os indicadores de nível de água devem ser instalados tão logo a pilha atinja a cota definida para sua instalação, de forma a permitir o acompanhamento e a confirmação das premissas adotadas no projeto. Caso necessário, ajustes deverão ser feitos ainda durante a construção da pilha, com o objetivo de garantir a estabilidade geotécnica.

A remoção da pilha de minério de baixo teor deve ser realizada de forma ordenada e descendente, ou seja, removendo as camadas de cima para baixo. Esse método visa evitar a formação de taludes com inclinações críticas, minimizando o risco de instabilidade global na pilha.

A pilha será executada devendo considerar o seguinte:

- O maciço, constituído por estéril rochoso e material drenante, será monitorado com piezômetros de corda vibrante instalados em diferentes cotas, com o objetivo de avaliar a pressão neutra e o comportamento hidráulico ao longo do corpo da estrutura. Recomenda-se proteger adequadamente os cabos, evitar dobras acentuadas durante a instalação, verificar a leitura inicial (baseline), garantir a saturação do filtro e evitar danos durante o lançamento do material.
- Na fundação, serão instalados Indicadores de Nível d'Água e piezômetros do tipo Casagrande para monitoramento do nível freático e de variações de carga hidráulica em profundidade. Recomenda-se assegurar a correta saturação do tubo piezométrico, evitar

obstrução por finos, conferir estanqueidade das conexões e registrar a cota do topo dos dispositivos.

- O monitoramento das tensões totais no maciço de estéril rochoso será realizado com células hidráulicas tipo Caixa Sueca, permitindo avaliar a redistribuição dos esforços durante as fases de operação. Recomenda-se manter as células completamente preenchidas com fluido, eliminar bolsões de ar, garantir instalação alinhada e registrar leituras iniciais antes do recobrimento pelo material.
- Placas de recalque serão instaladas na superfície do maciço para o acompanhamento das deformações verticais e controle dos recalques ao longo do tempo. Recomenda-se garantir a centralização da placa, conferir a verticalidade da haste de leitura, registrar a cota inicial por nivelamento de precisão e evitar sobrecargas localizadas na área imediata de instalação.
- A vazão da drenagem interna será monitorada por meio de medidor tipo Calha Parshall instalado na saída do sistema, possibilitando avaliar o fluxo percolado e a eficiência da drenagem. Recomenda-se manter a calha devidamente nivelada, assegurar escoamento livre à jusante, realizar limpeza periódica do canal de aproximação e utilizar a curva de calibração para conversão precisa dos níveis em vazão.
- Os instrumentos previstos para instalação na fundação deverão ter suas cotas de implantação confirmadas após a conclusão das investigações geológicas e geotécnicas, uma vez que o litotipo e as características do subsolo ainda não são conhecidos devido à ausência de dados de sondagens. Recomenda-se confirmar as profundidades finais após análise integrada dos perfis investigados.
- Todos os instrumentos instalados deverão possuir Relatório de Boletim de Instalação, contendo obrigatoriamente: coordenadas do ponto, cotas de implantação, descrição do perfil de instalação, registros fotográficos, dados de conferência de saturação (quando aplicável) e leitura zero. Recomenda-se que nenhum instrumento deverá ser considerado ativo no sistema até que o boletim seja emitido, revisado e aprovado.
- As atividades de instalação dos instrumentos deverão ser acompanhadas por um profissional em campo (ATO), responsável pela interface entre a projetista e o suporte técnico em campo. Esse profissional deverá estar presente durante a instalação para esclarecer dúvidas sobre a localização, profundidade de implantação e eventuais adaptações necessárias durante a execução.
- Os inclinômetros devem ser ancorados a 5 m abaixo do topo rochoso.

A pilha de estéril, PDE Norte, será executada através do lançamento do material rochoso em camadas de 10 metros, com a compactação por meio de tratores responsáveis também, pelo espalhamento do material, devendo considerar o seguinte:

- O maciço, constituído por estéril rochoso, será monitorado com piezômetros de corda vibrante instalados em diferentes cotas, com o objetivo de avaliar a pressão neutra e o comportamento hidráulico ao longo do corpo da estrutura. Recomenda-se proteger adequadamente os cabos, evitar dobras acentuadas durante a instalação, verificar a leitura inicial (baseline), garantir a saturação do filtro e evitar danos durante o lançamento do material.
- Na fundação, serão instalados Indicadores de Nível d'Água e piezômetros do tipo Casagrande para monitoramento do nível freático e de variações de carga hidráulica em profundidade. Recomenda-se assegurar a correta saturação do tubo piezométrico, evitar obstrução por finos, conferir estanqueidade das conexões e registrar a cota do topo dos dispositivos.
- O monitoramento das tensões totais no maciço de estéril rochoso será realizado com células hidráulicas tipo Caixa Sueca, permitindo avaliar a redistribuição dos esforços durante as fases de operação. Recomenda-se manter as células completamente preenchidas com fluido, eliminar bolsões de ar, garantir instalação alinhada e registrar leituras iniciais antes do recobrimento pelo material.
- Placas de recalque serão instaladas na superfície do maciço para o acompanhamento das deformações verticais e controle dos recalques ao longo do tempo. Recomenda-se garantir a centralização da placa, conferir a verticalidade da haste de leitura, registrar a cota inicial por nivelamento de precisão e evitar sobrecargas localizadas na área imediata de instalação;
- A vazão da drenagem interna será monitorada por meio de medidor tipo Calha Parshall instalado na saída do sistema, possibilitando avaliar o fluxo percolado e a eficiência da drenagem. Recomenda-se manter a calha devidamente nivelada, assegurar escoamento livre à jusante, realizar limpeza periódica do canal de aproximação.
- Os instrumentos previstos para instalação na fundação terão suas cotas de implantação confirmadas após a conclusão das investigações geológicas e geotécnicas, uma vez que o litotipo e as características do subsolo ainda não são conhecidos devido à ausência de dados de sondagens. Recomenda-se confirmar as profundidades finais após análise integrada dos perfis investigados.

- Todos os instrumentos instalados deverão possuir Relatório de Boletim de Instalação, contendo obrigatoriamente: coordenadas do ponto, cotas de implantação, descrição do perfil de instalação, registros fotográficos, dados de conferência de saturação (quando aplicável) e leitura zero. Recomenda-se que nenhum instrumento deverá ser considerado ativo no sistema até que o boletim seja emitido, revisado e aprovado.
- As atividades de instalação dos instrumentos deverão ser acompanhadas por um profissional em campo (ATO), responsável pela interface entre a projetista e o suporte técnico em campo. Esse profissional deverá estar presente durante a instalação para esclarecer dúvidas sobre a localização, profundidade de implantação e eventuais adaptações necessárias durante a execução.
- As placas de recalque e células hidráulicas (caixas suecas) devem seguir as cotas e localizações indicadas em projeto. Modificações na alocação dos instrumentos devem ser validadas junto ao projetista.

2.4.9. Reagentes Químicos e Método de Neutralização

O presente capítulo visa apresentar sobre os reagentes químicos que já são utilizados no processo do Projeto Água Azul - Alvo Abelhas e que também serão utilizados quando da ampliação da produção. Neste capítulo é apresentado também o ponto de aplicação dos reagentes, a metodologia de preparação dos mesmos, forma de armazenamento e o método de neutralização do cianeto.

Os reagentes são consumidos no processamento do minério, com exceção do cianeto que passa por processo de neutralização antes do processo de Filtragem de Rejeitos.

O armazenamento dos reagentes é realizado respeitando-se a compatibilidade de produtos químicos, o uso de bacias de contenção, utilização de código de cores / identificação para os fluxos de reagentes, usos de procedimentos, fichas de emergência Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ).

2.4.9.1. Reagentes

Os seguintes reagentes são necessários para o processamento do minério, produção de ouro e tratamento do rejeito de lixiviação:

- Cianeto de Sódio (NaCN);
- Soda Cáustica (NaOH);
- Ácido Clorídrico (HCl);
- Cal Virgem (CaO);

- Sulfato de Cobre Pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$);
- Metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
- Floculante.

O Quadro 2.17 a seguir apresenta o Ponto de Aplicação dos Reagentes no processo produtivo do ouro.

Quadro 2.17 - Pontos de Dosagem dos Reagentes

Reagente	Ponto de dosagem
Cianeto de Sódio (NaCN)	-Lixiviação Intensiva - Circuito de Lixiviação - CIL
Soda Cáustica (NaOH)	- Lixiviação Intensiva - Lavagem Ácida - Eluição
Ácido Clorídrico (HCl)	- Lavagem Ácida
Cal Virgem	- Circuito de Lixiviação - CIL
Sulfato de Cobre Pentahidratado	- Neutralização de Cianeto
Metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)	- Neutralização de Cianeto
Floculante	- Espessamento

Os reagentes continuarão sendo adquiridos de fornecedores credenciados, que atendem todas as normas de transporte (Resolução 420, de 2004) e a estocagem e manuseio aplicados a cada reagente, serão realizadas conforme Portaria MJSP 240/2019 da Polícia Federal e Portaria 118/2019 do Exército Brasileiro e práticas previstas no Código Internacional de Cianeto (ICMC).

2.4.9.1.1. Preparação de Cianeto

O cianeto de sódio será recebido em "*big-bags*" de 1t que serão estocados em um galpão coberto e isolado de forma a não permitir a entrada de pessoas não autorizadas.

O "*big-bag*" será descarregado através de uma talha elétrica no chute rompedor de bags. Por gravidade o cianeto em briquetes será descarregado no tanque de preparação com capacidade para 1t de cianeto @ 20% por vez.

Antes da descarga do cianeto haverá a adição de água e solução de soda cáustica, em regime de batelada. A soda cáustica é utilizada para elevar o pH da água para 10,5, antes da adição de cianeto de sódio sólido.

A solução de cianeto será distribuída em uma concentração de 20%, w/w. O cianeto de sódio será distribuído no circuito CIL através de bombas dosadoras. A área de preparação de cianeto será cercada e bem ventilada e assentada em uma bacia de contenção, com 110% do volume do maior tanque e bomba de poço. Qualquer vazamento de cianeto é bombeado para os tanques de CIL.

O Quadro 2.18 a seguir, apresenta os principais dados da utilização do Cianeto de Sódio.

Quadro 2.18 - Cianeto de Sódio (NaCN)

Recebimento	Big Bags de 1 t
Consumo na lixiviação	500 g/t
Concentração da solução Preparada	20% p/v
Capacidade para preparar/estocar	1 t por batelada

2.4.9.1.2. Preparação de Soda Cáustica

A soda cáustica será recebida em sacos que serão estocados em galpão coberto. Os sacos serão adicionados ao tanque de preparação onde um agitador faz a homogeneização da solução. Toda a área de preparação será cercada e bem ventilada. O projeto contemplará uma bacia de contenção com 110% do volume do maior tanque e bomba de poço.

A solução a 20%, w/w será bombada para a preparação de cianeto, para a neutralização da lavagem ácida e para o tanque de aquecimento da eluição.

O Quadro 2.19 a seguir, apresenta os principais dados da utilização da Soda Cáustica.

Quadro 2.19 - Soda Cáustica (NaOH)

Recebimento	Sacos de até 20 kg
Consumo	158 g/t
Concentração da Solução Preparada	20% p/v

2.4.9.1.3. Distribuição de Ácido Clorídrico

O ácido clorídrico concentrado 35% v/v é recebido em isotanque de 1 m³, sendo estocado em um galpão coberto e ventilado. O ácido será bombeado para o tanque de preparação de ácido clorídrico diluído. Neste tanque será adicionada água para diluir o ácido de 35% para 3%, sendo o ácido diluído bombeado para a coluna de carvão carregado da lavagem ácida. A área de preparação de ácido clorídrico será cercada e bem ventilada, sendo instalada em uma bacia de contenção com 110% do volume do maior tanque e bomba de poço, conforme Quadro 2.20 a seguir.

Quadro 2.20 - Ácido Clorídrico

Recebimento	Isocontainer 1 m ³
Consumo	95 g/t
Concentração da Solução	35% v/v

2.4.9.1.4. Preparação de Leite de Cal

A cal será recebida em sacos e será armazenada em galpão coberto. Na preparação os sacos serão adicionados diretamente no tanque de preparação. O preparo do leite de cal será a 10%

de sólidos, sendo o leite de cal estocado em um tanque dotado de agitador. O leite de cal será bombeado através de um "loop" para os circuitos de CIL e DETOX. A dosificação de leite de cal nos circuitos será feita com válvulas de controle 100% aberta ou 100% fechada para evitar entupimentos.

O Quadro 2.21 a seguir apresenta os principais dados da aplicação da Cal Virgem.

Quadro 2.21 - Cal Virgem

Recebimento	Big bag 1 t
Consumo	1000 g/t
% de Sólidos do Leite de Cal	10%

2.4.9.1.5. Preparação de Sulfato de Cobre

O sulfato de cobre será recebido em sacos, sendo estocado em um galpão coberto. Os sacos serão adicionados diretamente no tanque de preparação dotado de agitador. O sulfato de cobre será preparado e distribuído a uma concentração de 20% p/p.

A dosificação do sulfato de cobre no circuito de neutralização de cianeto será feita por bomba dosadora. A área de preparação de sulfato de cobre será cercada e bem ventilada, sendo instalada em uma bacia de contenção com 110% do volume do maior tanque e bomba de poço. O Quadro 2.22 a seguir apresenta os principais dados da preparação do sulfato de cobre.

Quadro 2.22 - Sulfato de Cobre

Recebimento	Sacos de até 20kg
Consumo	150 g/t
Concentração da Solução de Preparo	20% p/p

2.4.9.1.6. Distribuição de Metabissulfito de sódio

O Metabissulfito de Sódio (SMBS) será recebido na forma sólida, em bags de 1 ton (Quadro 2.23), sendo estocado em um galpão coberto e ventilado. O SMBS será preparado e distribuído a uma concentração de 20% p/p. A área de distribuição de metabissulfito de sódio será cercada e bem ventilada, sendo instalada em uma bacia de contenção com 110% do volume do maior tanque.

Quadro 2.23 - Metabissulfito de Sódio

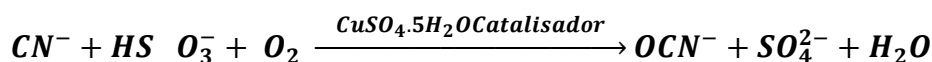
Recebimento	Bags 1 t
Consumo	1.400 g/t
Concentração da Solução de Preparo	20% p/p

2.4.9.1.7. Preparação de Floculante

O floculante será recebido em sacos, sendo estocado em um galpão coberto. Os sacos serão adicionados diretamente no tanque de preparação dotado de agitador. O floculante será preparado e distribuído a uma concentração de 0,1% p/p. Uma vez preparado o floculante será transferido para o tanque de estocagem, também com agitador. A dosificação do floculante no espessador será feita por bomba dosadora. A área de preparação e estocagem será cercada e bem ventilada, sendo instalada em uma bacia de contenção com 110% do volume do maior tanque e bomba de poço.

2.4.9.1.8. Neutralização de Cianeto - DETOX

O residual de cianeto presente no rejeito de lixiviação será neutralizado através de reação de oxidação através da adição de Metabissulfito de Sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) em processo anterior a etapa de Filtragem de Rejeito. O metabissulfito de sódio, em concentração de 20% p/p, é adicionada a polpa de rejeito, em pH na faixa 8-9 e à temperatura ambiente. O cianeto de sódio é oxidado a cianato (OCN^-), que é um composto significativamente menos tóxico que a cianeto de sódio a reação também gera H_2O que é recuperada pelo processo de Filtragem. A reação química é apresentada a seguir:



O H_2O_2 será adicionado em uma relação molar de 7:1 com tempo de residência de 2 horas. A neutralização do cianeto garantirá concentrações abaixo 50 ppm de cianeto WAD no residual de solução presente na Pilha (torta filtrada) em concordância com o Código Internacional de Cianeto.

O Quadro 2.24 a seguir apresenta os principais parâmetros para utilização de SMBS para neutralização do Cianeto.

Quadro 2.24 - Parâmetros para Neutralização de Cianeto

Característica	Valor
Número de Tanques	2
Reagente Utilizado	Metabissulfito de sódio
Tempo de Residência Mínimo/tanque	1h
Consumo molar $\text{SO}_2 / \text{CN}_{\text{WAD}}$	6: 1
Concentração da Solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	20% p/p

Juntamente com o H_2O_2 será adicionado o sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), que atua como um catalisador da reação. O sulfato de cobre hidrolisa na solução e precipita na polpa.

2.4.10. Processo de Fundição

A etapa da fundição é responsável pela produção do bullion/lingote a partir da fusão da lama proveniente da eletrodeposição nas células de eletrodeposição.

A sala de fundição fica localizada em prédio fortificado. Nessa sala tem-se os seguintes equipamentos: forno de fusão, estufa para secagem, filtro à vácuo, furadeira de bancada e balança de pesagem.

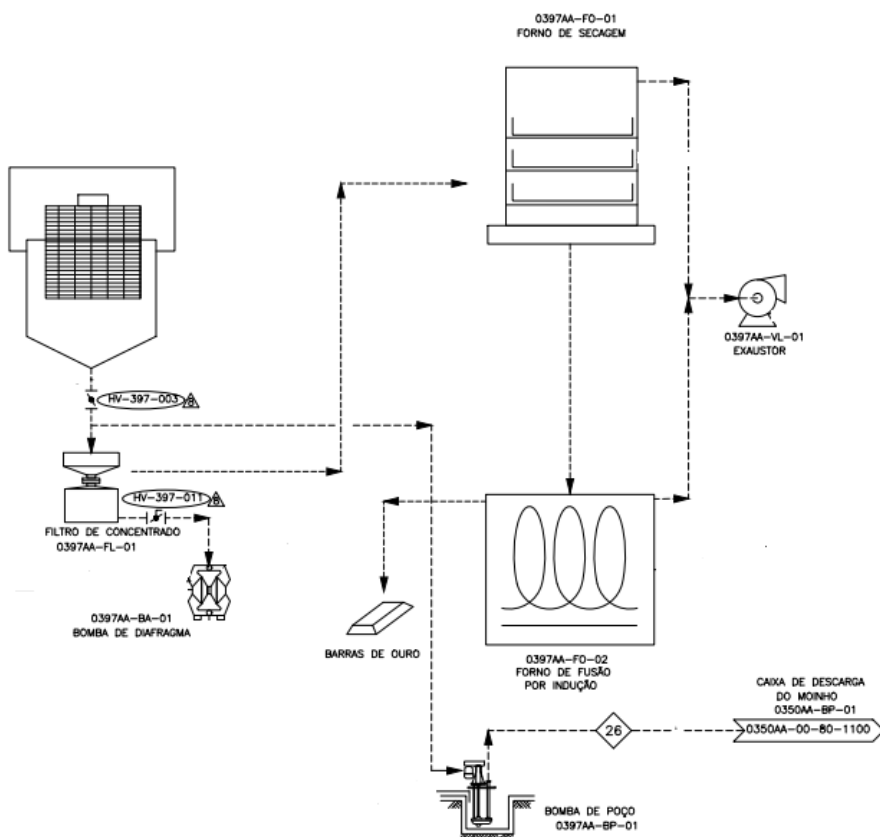
O forno de fusão é um forno com aquecedor eletricamente gás GLP. Lama e fundentes são adicionados ao cadinho e aquecidos a aproximadamente 1200°C gerando o produto representado pelos lingotes compostos de ouro, prata e possíveis contaminantes (cobre, ferro, por exemplo) recuperados ao longo dos processos hidrometalúrgicos.

Todo o processo ocorre em um sistema fechado não havendo geração de resíduos sólidos por questões de segurança do processo/patrimonial (todo resíduo que possa ser gerado no processo tal como papel filtro, é incinerado durante a operação no forno).

O processo de fusão (Figura 2.46), como pode ser observado em um fluxograma esquemático ilustrativo a seguir, não utiliza água e, a pequena quantidade de água de processo gerada na lavagem do cátodo/filtragem (etapa anterior à fusão), para obtenção da lama catódica que alimentará a fusão, é recirculada na planta metalúrgica através de bombas e tubulações existentes na estrutura.

Quanto às emissões atmosféricas, os gases gerados durante o processo de fusão da lama são exauridos para a atmosfera através de exaustores mecânicos instalados no prédio da fundição.

Figura 2.46 - Destaque do fluxograma ilustrativo da etapa da fundição



2.4.11. Áreas de Empréstimo e ADME (Áreas de Disposição de Materiais Excedentes)

Para as atividades propostas para o empreendimento em questão, considerando os aspectos topográficos e geológicos, não haverá obras significativas de terraplenagem para ampliar a pilha de estéril rejeito e abertura de pequenos acessos, portanto, não haverá necessidade de materiais de empréstimos e nem áreas de deposição de materiais excedentes de escavações.

2.4.12. Localização das Unidades da Mina Água Azul em relação aos sistemas hídricos

O desenho RCA AGZ-IND 02 - Hidrografia Local (anexo) apresenta a ADA do Projeto Água Azul Industrial, bem como a rede de drenagem da região.

2.4.13. Operações Unitárias Auxiliares

2.4.13.1. Estrutura de Apoio Técnico-Administrativo

O dimensionamento e definição das instalações administrativas e de apoio para o projeto Água Azul - Fase 2, foi realizado com o máximo aproveitamento das instalações utilizadas na Fase

1. As edificações existentes serão reformadas para adequação às normas e, em alguns casos, a novas funções.

As instalações relacionadas abaixo serão alocadas em estruturas modulares existentes a serem reformadas:

- Escritórios Administrativos;
- Sanitários;
- Ambulatório;
- Brigada de Incêndio.

As edificações abaixo serão novas, projetadas em estruturas pré-fabricadas com sistema termoacústico com estrutura metálica de aço galvanizado, fechamento externo em painéis duplos de compensado com enchimento em EPS autoextinguível e fechamento interno composto por chapas de compensado naval:

- Portaria;
- Restaurante;
- Vestiário;
- Sala de Controle.

Para as estruturas abaixo, serão alugados galpões em estrutura treliçada leve e fechamento em vinilona:

- Almoxarifado;
- CMD (Central de Materiais Descartáveis);
- Oficina de Manutenção da Mina;
- Oficina de Veículos;
- Borracharia e Lavador de Equipamentos.

Para o Laboratório, a edificação utilizada na Fase 1 será utilizada, sem adaptações ou reformas. O Galpão de Testemunhos será instalado em local alugado, fora da área da planta de beneficiamento.

Todas as edificações, novas ou reformadas, estarão de acordo com a legislação vigente, e terão a seguinte tipologia construtiva:

- Módulos termoacústicos com estrutura de aço galvanizado e núcleo termo isolante em EPS de alta densidade, com 50mm de espessura, na cor branca;
- Piso em tablado de compensado naval ou placa cimentícia com revestimento em manta vinílica ou cerâmica (para cozinha e vestiários) e
- Telhado metálico com forro em chapa metálica branca.

A Figura 2.47 a seguir, é apresentada vista aérea do empreendimento com algumas das estruturas em referência.

Figura 2.47 - Vista Aérea da Planta Hidrometalúrgica atual e Instalações Administrativas (200 KTA)



Fonte: PAE (2023).

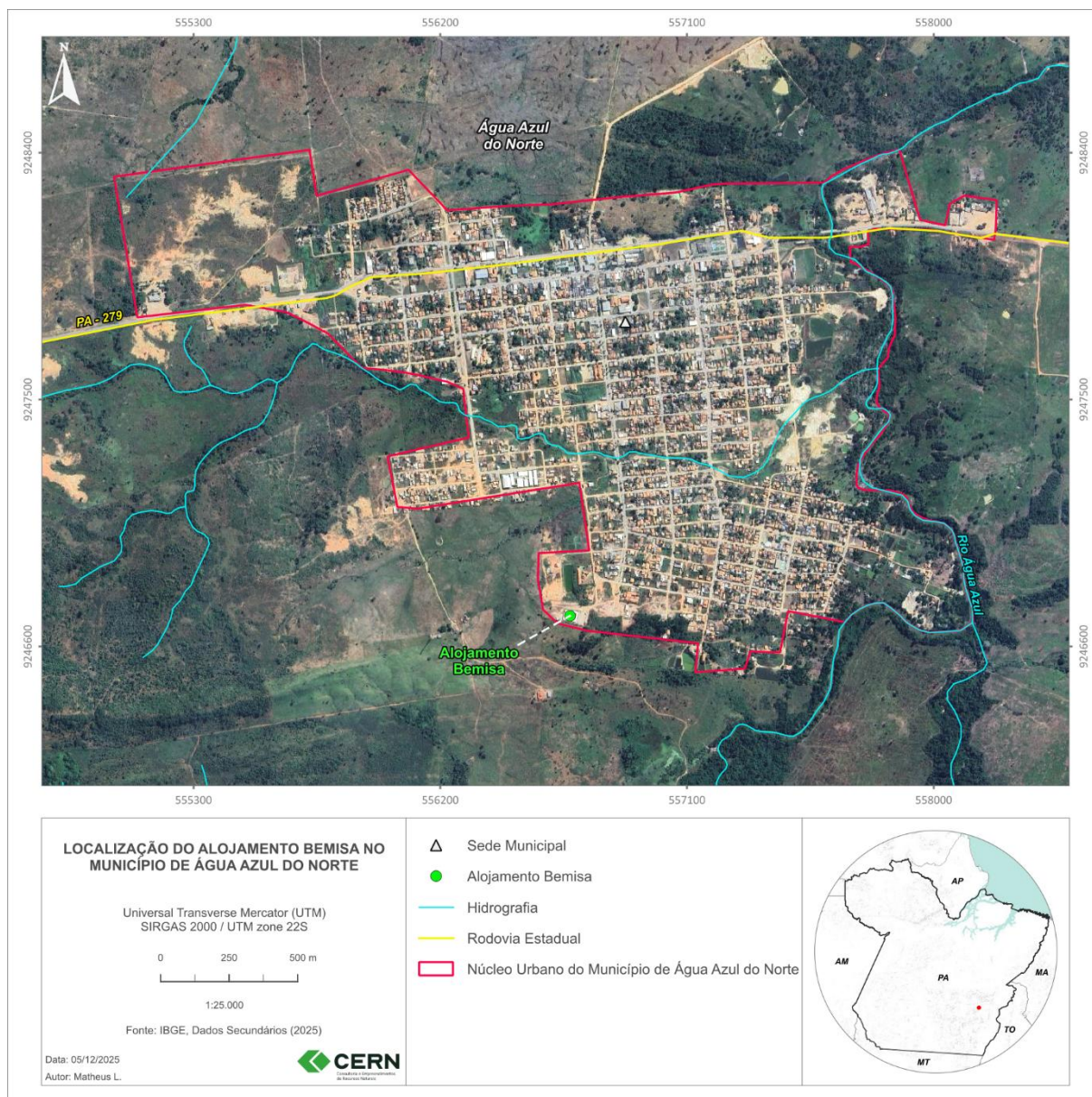
➤ Moradias e Condições de Habitabilidade

Dentro dos limites da área do referido projeto não existirão moradias, sendo que os a maior parte dos funcionários são oriundos dos municípios limítrofes e vizinhos da área. Parte dos Funcionários são empregados em regime de *Fly-in Fly-out* em escalas de 20 / 10 ou 30/10. Para esses funcionários a Bemisa construiu um alojamento na Cidade de Água Azul do Norte. O alojamento fica a aproximadamente 11 km da mina, em propriedade da Bemisa. O Alojamento é dotado das seguintes estruturas:

- 16 quartos individuais;
- 17 quartos duplos;
- Cozinha e Refeitório;
- Guarita de Segurança Patrimonial
- Escritório administrativo

A Figura 2.48, apresentada a seguir, mostra uma vista aérea, bem como detalhes dos apartamentos do alojamento Bemisa, construído na periferia da área urbana de Água Azul do Norte.

Figura 2.48 - Localização do Alojamento BEMISA



A Figura 2.49 apresentada a seguir, mostra uma vista aérea, bem como detalhes dos apartamentos do alojamento Bemisa, construído na periferia da área urbana de Água Azul do Norte.

Figura 2.49 - Detalhes do Alojamento BEMISA



➤ Transporte Pessoal

O acesso dos funcionários para a área será provido por empresas de transporte contratadas para esta finalidade. Na mina serão estabelecidas regras básicas para circulação de veículos no interior da mina, segundo um “Plano Básico de Trânsito Interno de Veículos em Mineração”, tais como:

- Velocidade máxima permitida: 40 km/h;
- Cinto de segurança: uso obrigatório para todos os ocupantes que estiverem nos veículos;
- Transporte de pessoas: utilização de veículos adequados para esta finalidade, sendo que eles deverão possuir giroflex, bandeirola com ponteira luminosa e sinal sonoro de ré, bem como gradil interno, popularmente conhecido como “Santo Antônio”, para minimização dos riscos de esmagamento em caso de acidentes/capotamentos;
- Cargas: serão transportadas por pessoa e veículos habilitados com treinamento especiais, devendo estar devidamente acondicionadas de acordo com sua especificidade;
- Cargas perigosas: serão transportadas em veículos apropriados e por pessoa habilitada em estrito atendimento à legislação específica em vigor. Os veículos circularão com faróis acessos e deverão possuir sinal sonoro;
- Uso dos faróis: os veículos circulam com os faróis acesos durante o dia e à noite;

- Cruzamentos: sempre terão preferência de circulação os equipamentos pesados e pedestres;
- Distâncias: todos os veículos que circularem nas vias da mina manterão distância mínima de 30 m do veículo à frente e se posicionarão sempre à esquerda, de modo a ter boa visibilidade para ultrapassagens.

➤ Sinalização

Foram fixadas nas vias internas da mina as seguintes placas:

- Indicativa: as placas de indicação fornecem aos transeuntes, informações úteis aos seus deslocamentos, identificando vias, destinos e locais de interesse, bem como indicando direções, distâncias e serviços auxiliares;
- Educativa: tem como objetivo de educar os transeuntes, este tipo de sinalização fornecerá mensagens educativas e informativas a todos que circulam nas vias da mina.

Com a ampliação do empreendimento deverão ser intensificadas as ações de sinalização.

2.4.14. Insumos e fonte de aquisição dos mesmos

O presente capítulo relaciona os insumos a serem utilizados na fase de ampliação do empreendimento, todos os insumos serão adquiridos de empresas idôneas, devidamente autorizadas para a comercialização e transporte de cada tipo de produto. Como se trata de uma ampliação, a empresa já existe em seu banco de dados fornecedores que estão aptos em atender as demandas da ampliação do projeto.

Assim, os insumos necessários para o processo produtivo do da ampliação do Projeto Água Azul - Alvo Abelhas 2.85 MTA são listados a seguir.

- Reagentes, sendo eles: cianeto de sódio (NaCN), Soda Cáustica (NaOH), Ácido Clorídrico (HCl), Cal Virgem (CaO), Sulfato de Cobre Pentahidratado $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Metabissulfito de sódio, Floculante.
- Diesel;
- Explosivos;
- Energia Elétrica;
- Carvão Ativado;
- Corpos Moedores (Bolas para Moinho);
- Ar Comprimido;
- Lubrificantes e graxas.

O Quadro 2.25 a seguir apresenta o consumo de reagentes e outros consumíveis.

Quadro 2.25 - Consumo de Reagentes e outros consumíveis

Reagentes/insumos	Kg/t ROM	Kg/ano	Local
Consumível/Reagente	Consumo Específico (g/t ROM)	Consumo Anual (kg/ano)	Local de Consumo
Diesel	115,3	10.487.149	Equipamentos Móveis
Explosivo	303 (g/t razão de carga do minério) 317 (g/t razão de carga do estéril)	874.617 (minério) 13.446.412 (estéril)	Mina
Carvão Ativado	40	114.000	Circuito de Lixiviação CIL
Bolas de Moinho	1.000	2.850.000	Moagem
Cianeto de Sódio (NaCN)	375	106.880	-Lixiviação Intensiva - Circuito de Lixiviação - CIL
Soda Cáustica (NaOH)	280	783.800	- Lixiviação Intensiva - Lavagem Ácida - Eluição
Ácido Clorídrico (HCl)	17	484.500	Lavagem Ácida
Cal Virgem	1.500	4.275.000	Circuito de Lixiviação - CIL
Sulfato de Cobre Pentahidratado	57	162.450	Neutralização de Cianeto
Metabissulfito de sódio	570	1.624	Neutralização de Cianeto
Floculante AN 905 VHM	20	57.000	Espessamento

O consumo de Diesel é estimado em 873.929,08 kg por mês para abastecer os equipamentos móveis e geradores de emergência. O consumo de explosivos é estimado em aproximadamente 14.321.029 kg por ano. A demanda de energia elétrica é estimada em 9 MW de potência e será suprida pela concessionária Equatorial Energia como já descrito.

Os reagentes serão adquiridos de empresas certificadas e devidamente autorizadas para comercialização, manuseio e transporte dos mesmos.

Os óleos lubrificantes e graxas, necessários para os equipamentos da Mina e Usina, continuarão sendo manuseados em áreas adequadas com pontos de coleta para caixa separadora de água e óleo (Sistemas Separadores água e óleo - SAO). Quando a lubrificação ocorrer em campo essa será realizada com recipientes adequados a coleta de respingos e posteriormente será dado destino adequado conforme Resolução CONAMA nº 09, de 30 de agosto de 1993 e destinado a áreas adequadas.

Os reagentes serão consumidos no processamento do minério, com exceção do cianeto que passará por processo de neutralização antes do processo de Filtragem de Rejeitos.

O armazenamento dos reagentes será realizado respeitando-se a compatibilidade de produtos químicos, o uso de bacias de contenção, utilização de código de cores / identificação para os fluxos de reagentes, usos de procedimentos, fichas de emergência Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ).

O Programa de Gestão e Monitoramento de Águas Superficiais, Subterrâneas e Efluentes Líquidos, designa sobre o monitoramento da caixa SAO e Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, estabelece sobre os procedimentos para destinação de resíduos classe 1, dentre eles os resíduos contaminados com óleo e graxa.

Os Programas já vem sendo executados pela empresa e será dada continuidade na fase de ampliação.

2.4.15. Armazenamento e Distribuição Interna de Combustível

Os combustíveis necessários para as operações do Projeto Água Azul - Alvo Abelhas, são:

- Diesel para abastecimento dos equipamentos móveis da Mina e para alimentação de geradores;

O Diesel é adquirido por fornecedor local e armazenado em posto de abastecimento, com todas as instalações, componentes, sistemas de segurança e combate a incêndio, de forma a assegurar o perfeito funcionamento e garantir a operabilidade e segurança desta área.

O sistema supracitado abastecerá os caminhões, veículos de passeio e caminhão comboio. O Caminhão comboio abastecerá as escavadeiras, tratores, motoniveladores e pás-carregadeiras. As instalações de armazenamento de combustíveis atendem as NBR 17505 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis e NBR 7821 - Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados - procedimento.

As instalações para o Etanol seguem a NBR 7820 - Segurança nas instalações de produção, armazenamento, manuseio e transporte de etanol (álcool etílico).

2.5. Cronograma do Empreendimento

Conforme já descrito neste relatório, a ampliação do Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas, refere-se ao incremento da produção, passando do atual parâmetro de 200 KTA de ROM, para o parâmetro de 2.85 MTA de ROM.

Será mantida e utilizada a planta hidrometalúrgica da Fase 1, sendo prevista ainda a implantação de uma nova planta para a Fase 2. As demais áreas operacionais continuarão em uso e ampliadas de acordo com o novo arranjo geral, incluindo a área administrativa, área de lavra e pilhas.

Além da Pilha de Estéril e Rejeitos já existente (PDER Sul), será implantada uma nova Pilha de Estéril denominada PDE Norte.

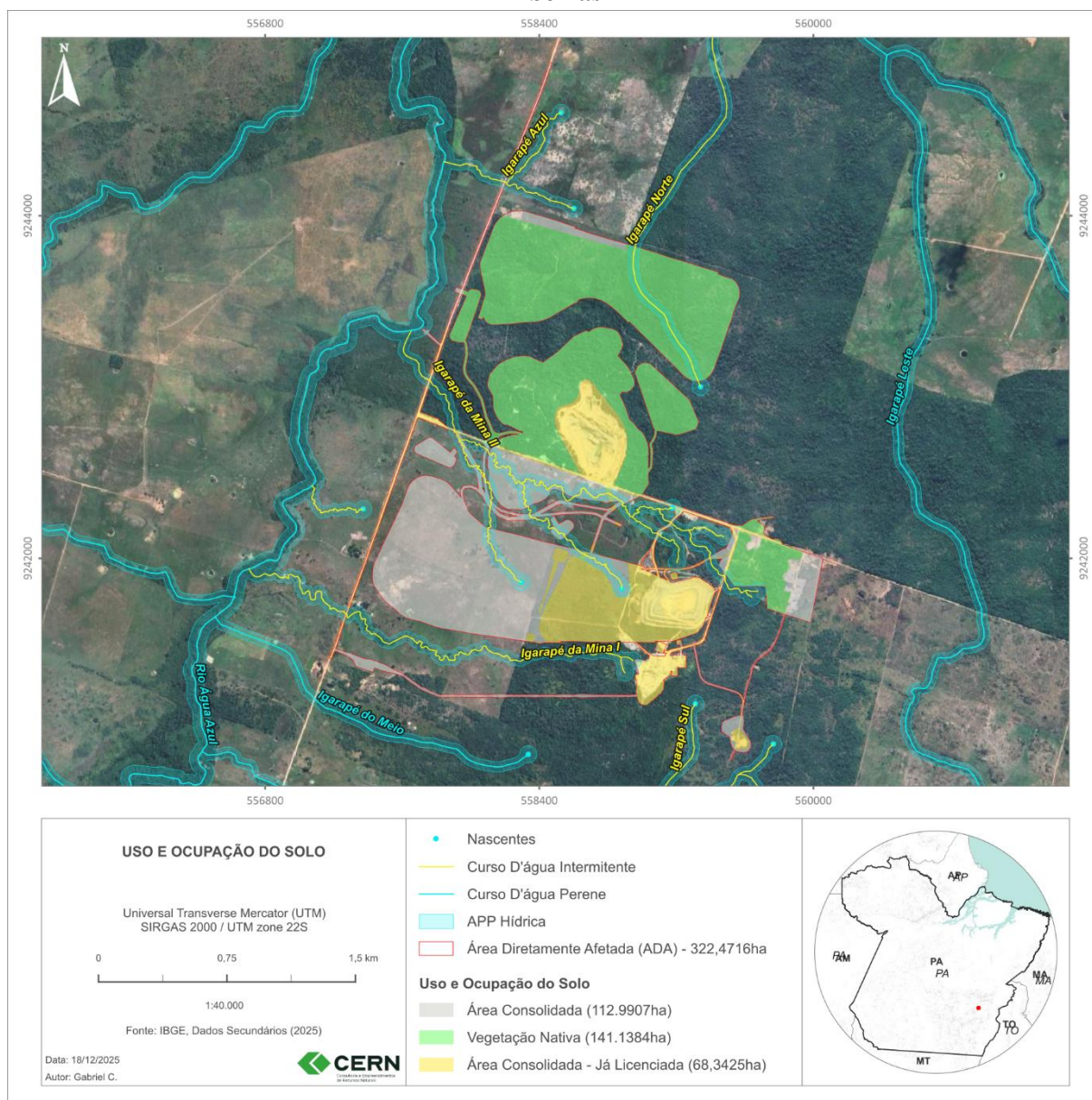
Portanto, em relação ao cronograma de implantação, da ampliação da produção, que será apresentado a seguir, conclui-se que o empreendimento se encontra devidamente preparado para a ampliação proposta, já com a publicação da Portaria de Lavra, cujo processo será instruído para a fase de LI concomitante com a LO junto a SEMAS - PA.

Além do processo junto a SEMAS PA, encontra-se em análise, junto a ANM, o Novo PAE, referente a ampliação proposta.

A previsão de implantação da ampliação proposta, considerando que não haverá interrupção da produção, é de 12 meses de obras, principalmente para a construção da nova planta Hidrometalúrgica, construção do corta rio e do novo acesso, destacando que o início das obras está diretamente relacionado a obtenção da LI, prevista para o final de 2026.

Com relação as tipologias de uso e ocupação do solo, a Figura 2.50 apresenta o mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal do empreendimento, considerando a ADA já licenciada, bem como a área da ampliação pretendida.

Figura 2.50 - Mapa de classificação e uso do solo do Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas



2.6. Operações Unitárias de Controle Ambiental

Conforme apresentado anteriormente, a Bemisa já se encontra em operação em função de sua Lavra Experimental já licenciada. Em vista disso, atualmente a empresa já executa diversos Planos de Controles Ambientais, que integram o PCA - Plano de Controle Ambiental já aprovado por esta Secretaria.

A execução de um Plano de Controle Ambiental é fundamental, pois através dele é possível aferir o efetivo cumprimento das condições licenciadas, além de demonstrar se as medidas adotadas, visando mitigar os impactos, têm gerado resultados satisfatórios.

Assim, a Bemisa executa diversos monitoramentos ambientais, todos estes vinculados ao PCA da empresa. Pode-se dizer que os principais objetivos de se ter bons programas de monitoramentos é a precaução e o gerenciamento de impactos, como:

- Assegurar que os estudos não venham a ser um simples papel para garantir a aquisição de uma licença ambiental, ao invés de ser um exercício significativo na gestão ambiental, para trazer benefícios ambientais reais e atingir a sustentabilidade ambiental;
- Avaliar a qualidade e precisão das previsões dos estudos realizados pela empresa;
- Avaliar a efetividade das medidas mitigadoras. Verificar se estas estão funcionando como se esperava;
- Permitir ajustamentos de políticas ou operações em algumas circunstâncias;
- Assegurar a correta implementação dos termos e das condições aprovadas no projeto;
- Permitir tomar atitudes diante de impactos imprevistos;
- Disseminar as experiências obtidas com a finalidade de aprimorar de todo o processo de AIA.

Desta forma, estarão devidamente descritos no Plano de Controle Ambiental os Programas executados pela Bemisa e que serão potencializados com a ampliação do empreendimento.

A seguir são apresentadas algumas das medidas que são adotadas no empreendimento que integram o seu Sistema de Gestão Ambiental. Importante ressaltar que para realização das atividades a empresa conta com time multidisciplinar próprio, além do apoio das consultorias ambientais especializadas.

➤ **Instalação de Placas de Sinalização e Medidas Socioeducativas**

Com a instalação do empreendimento visando a Lavra Experimental, foi colocado em prática o Programa de Segurança do Trânsito e Medidas Socioeducativas. A execução deste programa tem como objetivo alertar e conscientizar os motoristas para que dirijam com atenção e respeitando as normas de trânsito, a fim de evitar possíveis acidentes e atropelamentos de animais silvestres. Para isto, foram instaladas placas de sinalização, placas informativas, bem como sistema de telemetria em seus veículos. A Figura 2.51 a seguir mostra imagens evidenciando estas ações.

Figura 2.51 - Placas de sinalização viária

Placa de Sinalização - Pare



Placa Informativa



Placa de Alerta - Atenção Possível Travessia de Animais Silvestres



➤ **Diálogo Diário de Segurança e Meio Ambiente - DDSMA**

A Bemisa em atendimentos as normas regulamentadoras de segurança do trabalho, realiza periodicamente DDSMA que tem como intuito a orientação dos funcionários quanto a questões relacionadas ao trabalho sendo este realizado todos os dias no início das atividades, conforme mostrado na Figura 2.52 a seguir. O momento é extremamente importante, pois ele também é utilizado para relembrar todos sobre a importância e cuidado com Meio Ambiente. Também são temas dos DDS: geração de resíduo sólido e a correta destinação, coleta seletiva, atropelamento de fauna, sistemas de controle de efluente, entre outros assuntos de relevância ambiental.

Figura 2.52 - Diálogo Diário de Segurança (DDS) realizado com parte dos funcionários da Bemisa.



➤ Realização de Monitoramentos Ambientais

A Bemisa executa um rol de monitoramentos ambientais, que são extremamente importantes para avaliar se as medidas mitigadoras adotadas estão sendo eficientes. É uma ferramenta importante dentro do contexto ambiental da empresa, pois transmite segurança e confiança para os *stakeholders*.

Atualmente são realizados monitoramentos de qualidade das águas superficiais, subterrânea, qualidade do ar, ruído, vibração e fauna.

➤ Gestão de Resíduos Sólidos

A geração dos resíduos sólidos neste empreendimento está relacionada às atividades de lavra e beneficiamento e disposição do rejeito/estéril, envolvendo, também, as atividades relacionadas à operação da infraestrutura necessária para os funcionários e das atividades de limpeza, manutenção de máquinas, equipamentos, predial e desmatamentos realizados.

Como a empresa já realiza a lavra experimental por meio de portaria de lavra, para acompanhamento, controle, tratamento ou destinação final dos resíduos gerados durante o período de implantação e operação do empreendimento em tela, serão mantidos os procedimentos específicos para cada tipo de resíduo, os quais são classificados tendo como base a norma brasileira ABNT/NBR 10.004 de 30/11/2004.

Para classificação e caracterização dos resíduos originados no processo produtivo do empreendimento, a Bemisa utiliza os critérios estabelecidos pela NBR 10.004/2004:

- Resíduos Classe I: Perigosos

São classificados como resíduos perigosos àqueles que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, conforme os critérios especificados na norma. São exemplos desses resíduos, por exemplo, materiais contaminados com óleos e graxas, lâmpadas de mercúrio etc.;

- Resíduos Classe II: Não Perigosos

São aqueles que não se enquadram na classificação de resíduos classe I. Tais resíduos podem apresentar propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Nessa classe, enquadram-se, por exemplo, os resíduos orgânicos, materiais plásticos, papelão etc. Também podem ser os resíduos inertes, ou seja, aqueles resíduos que quando submetidos ao teste de solubilização, conforme a norma ABNT NBR 10.006/2004, não tem nenhum de seus compostos solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os parâmetros cor, turbidez, dureza e sabor. Dentre os resíduos inertes, podem ser citados restos de entulho e concreto, restos de material cerâmico etc.

Para ampliação objeto do presente relatório, a Bemisa continuará adotando as práticas em relação à geração de Resíduos Sólidos. Atualmente, já foram instaladas lixeiras de coleta seletiva no empreendimento, conforme mostrado na Figura 2.53 a seguir.

Figura 2.53 - Lixeiras de Coleta Seletiva no empreendimento



A destinação final dos resíduos é realizada separadamente de acordo com cada tipo, sendo as mesmas detalhadas a seguir:

- Resíduos Recicláveis - Classe II

Os resíduos orgânicos relacionados a resto de alimentos serão destinados pela empresa prestadora de serviços de fornecimento de alimentação aos funcionários da empresa, a qual irá apresentar a documentação de destinação adequada destes resíduos, em conformidade com a legislação ambiental do Estado do Pará.

Os demais resíduos classe II, denominados como resíduos secos como papel, papelão, plásticos, dentre outros, serão destinados para Associações de Catadores ou empresa devidamente Licenciada para coleta e destinação final ambientalmente correta do resíduo.

Já visando a conscientização de todos os funcionários, desde a implantação e início da operacionalização do empreendimento os procedimentos de coleta serão baseados nos princípios da coleta seletiva onde é priorizada a segregação na fonte geradora.

As sucatas metálicas geradas durante as atividades do empreendimento, serão comercializadas através de empresas de reciclagem da região devidamente licenciadas.

- Resíduos Perigosos - Classe I

Dentre os resíduos gerados na área em questão, são considerados perigosos os seguintes:

- Resíduos Oleosos

Eventualmente poderá ter geração de resíduos contaminados com óleo e graxa nas operações do Projeto Água Azul, em caso de acidentes com vazamento de óleo.

O empreendimento dispõe do kit mitigação para emergências em caso de vazamento de óleo e graxas. O resíduo coletado é enviado, por meio de caminhão comboio, a empresas especializadas e devidamente licenciadas para devida destinação.

O controle é realizado por meio do inventário de resíduos para posteriormente ser enviado ao órgão ambiental responsável.

- Lâmpadas Queimadas

As lâmpadas fluorescentes e incandescentes queimadas serão recolhidas e acondicionadas em caixas de papelão ou de madeira, específicas para esse fim, que são fornecidas pelas empresas recolhedoras desses resíduos. Tais caixas poderão ser armazenadas nas unidades de apoio.

Essas lâmpadas serão enviadas para empresas que realizam o tratamento e destinação final adequada, empresa esta que está em fase final de contratação.

- Baterias e Pilhas contendo Mercúrio, Cádmio e Chumbo

As baterias e pilhas que contêm mercúrio, cádmio e chumbo acima dos limites especificados nas Resoluções CONAMA 257/99 e 263/99 são consideradas como resíduos perigosos e devem ter um tratamento diferenciado das demais pilhas e baterias comuns. Esses materiais devem ser devolvidos aos respectivos fabricantes, os quais são obrigados a destinar corretamente tais produtos. Os mesmos não podem ser dispostos em aterro sanitário.

Atualmente, a concentração de mercúrio, cádmio e chumbo na maioria das pilhas e baterias produzidas no Brasil é reduzida. Dessa forma, poucos tipos de baterias e pilhas enquadram-se como resíduos perigosos. No entanto, os resíduos que apresentarem tais características serão destinados aos respectivos fabricantes.

As demais pilhas e baterias serão destinadas para empresas que realizam o tratamento e destinação final adequada das mesmas.

- Embalagens Vazias dos Produtos Químicos

As embalagens vazias deverão ser armazenadas temporariamente junto ao empreendimento e posteriormente devolvidas ao fabricante do produto.

➤ **Controle de Emissões Atmosféricas**

A potencial emissão atmosférica relacionada ao empreendimento em questão consiste majoritariamente, em emissões fugitivas de materiais particulados (poeiras), divididos nas seguintes categorias: Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Material Particulado (MP₁₀ e MP_{2,5}), os quais são definidos pela Resolução CONAMA 506/2024 como:

- Partículas Totais em Suspensão - PTS: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 micrômetros;
- Material Particulado - MP₁₀: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros;
- Material Particulado - MP_{2,5}: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros.

As emissões atmosféricas são provenientes de fontes difusas, sobretudo devido ao arraste eólico de materiais depositados sobre superfícies expostas, ao trânsito de veículos em vias não pavimentadas, as operações de lavra e transporte de minério e deposição de estéril e rejeito em pilha. Na etapa ampliação do empreendimento, cita-se também como fonte de emissões atmosférica as atividades de terraplenagem para preparação do terreno para ampliar a pilha, construção de pequenos acessos acessórios.

Tem-se ainda, porém em menor grau, as emissões de gases dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos totais (COT), provenientes das atividades relacionadas a queima de combustíveis fósseis e desmonte de rochas por explosivos. Contudo, considerando o empreendimento como um todo estas emissões podem ser consideradas irrisória.

O controle das emissões de material particulado se dará por meio de ações que já são realizadas pelo empreendimento, como: umidificação das vias de acesso, revegetação sempre que possível das áreas expostas, manutenção preventiva da frota de veículos, inspeção da emissão de fumaça

preta nos veículos movidos a diesel e atendimento dos limites de velocidade de veículos definidos para as vias de tráfego.

➤ **Ruído e/ou Vibração**

Para o Projeto Água Azul os ruídos ocorrem principalmente em função do trânsito de veículos e equipamentos responsáveis pelo carregamento e transporte de minério, pelas atividades de beneficiamento e pelas atividades de desmonte de minério através de detonação.

Para a redução dos níveis de ruídos gerados pelo empreendimento, objeto do presente licenciamento ambiental, são realizadas as seguintes medidas, já adotadas no empreendimento:

- Manutenção e regulação adequada de veículos, máquinas e equipamentos, tais manutenções estão vinculadas ao Programa de Manutenção de Veículos e Equipamentos o qual é descrito no capítulo seguinte;
- Priorização da manutenção dos equipamentos durante o período diurno;
- Obrigatoriedade do uso de EPI's (Equipamento de Proteção Individual) aos funcionários que trabalham próximo as fontes de ruído;
- Monitoramentos Ambientais.

Em relação ao tema “vibração”, para operacionalização da lavra em questão são previstas as atividades de desmonte da rocha com o uso de explosivos. Tem-se que as atividades que envolvem o uso de explosivos devem ser controladas, não só com relação ao desmonte de estruturas (rocha e outros materiais), mas também quanto a danos estruturais em edificações próximas (casas, edificações históricas, etc.) e outros impactos ambientais como vibração, propagação de ruídos, ultra-lançamentos e sobrepressão atmosférica. Tais atividades são regidas por normas técnicas que sugerem parâmetros de medição e limites definidos na avaliação de prováveis danos (BACCI, 2003).

Todavia, é importante ressaltar que próximo à Área Diretamente Afetada da Bemisa não existem cavidades e residências, o que é um ponto positivo.

Conforme informado, a Bemisa já opera com portaria de lavra, e utiliza as melhores técnicas para o desmonte das rochas, com o objetivo de minimizar ao máximo os impactos referentes a vibração.

➤ **Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos**

Os efluentes líquidos associados ao empreendimento são relacionados a seguir:

- os efluentes líquidos oleosos associados aos serviços de manutenção mecânica e abastecimento de máquinas e equipamentos;

- os efluentes líquidos sanitários, associados a permanência dos empregados no empreendimento e;
- os efluentes pluviais, relacionados aos eventos de chuvas na área do empreendimento.

Atualmente a empresa já realiza o tratamento e a destinação adequada dos efluentes gerados, de acordo com a metodologia descrita a seguir:

- Efluentes líquidos oleosos associados aos serviços de manutenção mecânica e abastecimento de máquinas e equipamentos - Tratado em Caixas de Óleo e Graxa (CSAO), cujos resíduos acumulados, são removidos periodicamente e devidamente coletados e encaminhados para empresas especializadas no tratamento de resíduos oleosos, devidamente licenciadas para esta atividade.
- Efluentes Líquidos Sanitários - Através de banheiros químicos para frentes de obras nas fases de implantação e ampliação e sistemas de biodigestores e ETE para as fases operacionais;
- Efluentes Pluviais - Os efluentes pluviais são tratados através da implantação de sistemas de drenagem pluvial devidamente dimensionados, em conformidade com os índices pluviométricos da região.
- Efluentes Líquidos Industriais - Com relação ao uso da água na planta de beneficiamento, não haverá lançamento de efluentes líquidos industriais, considerando a recirculação da água utilizada após os devidos tratamentos previstos. Os efluentes industriais gerados na planta de beneficiamento a úmido denominados como polpa de rejeito são submetidos ao processo de neutralização do cianeto, também intitulado como processo DETOX, o qual foi devidamente descrito neste relatório (item 2.4.9.1.8). Após o processo DETOX o rejeito é direcionado para filtragem, realizada por meio de filtros prensas e então disposto na Pilha de Estéril / Rejeito, já utilizada nas fases anteriores, a ser ampliada para a presente fase 2.85MTA.

Toda a área do sistema de tratamento do efluente industrial foi devidamente cercada para evitar a entrada de animais, dotada de uma inclinação que permite a condução de toda a solução efluente ou água de chuva para uma bacia de contenção, evitando assim o descarte deste efluente líquido.

Especificamente, para a área da pilha de rejeito/estéril, de maneira conservadora foi concebido o projeto do sistema de drenagem pluvial dotado de bacias de contenção (sumps), como forma de incrementar as ações de controle ambiental e gestão das águas pluviais no empreendimento.

A implantação de sistemas de controle de drenagem e contenção de sólidos contribui de forma positiva para o controle dos processos erosivos e conseqüentemente retém a carga de sedimentos das águas pluviais. Para verificação da eficiência das medidas de controle adotadas pelo empreendedor, como também para verificar possíveis interferências relacionadas às atividades da mina sobre os cursos d'água da região se encontra em execução o Programa de Gestão e Monitoramento de Águas Superficiais, Subterrâneas e Efluentes Líquidos.

Cita-se ainda, no caso dos efluentes pluviais, o potencial de geração de drenagem ácida e a lixiviação de metais, assunto comumente abordado em operações de mina de ouro.

Estudos recentes, realizados pela BEMISA, em seus rejeitos e estéréis, demonstram não haver potencial de geração de DAM.

Desta forma, o tratamento dos efluentes sanitários e oleosos do empreendimento é realizado através das seguintes estruturas:

Na fase de obras, serão utilizados para atendimento aos operários, Banheiros Químicos, estrategicamente dispostos nas frentes de trabalho, sendo que periodicamente os resíduos serão removidos e devidamente conduzidos para estações de tratamento de esgoto, destacando que este procedimento foi realizado nas etapas anteriores do projeto, nas fases de Lavra Experimental e de 200KTA. Esta atividade será realizada por empresa contratada para fornecimento dos banheiros e as devidas manutenção, ressaltando que serão empresas credenciadas e licenciadas para esta atividade específica.

Para a fase de operação, empreendimento contará com os dois biodigestores e ETE implantados para as fases anteriores, além da nova ETE para atendimento da Planta 2.85 MTA, com o incremento de mais dois biodigestores (nova portaria e paiol de explosivo), complementando assim, o sistema de tratamento de esgoto sanitário do projeto de ampliação.

Os efluentes oleosos, gerados nas oficinas de manutenção e postos de abastecimentos, pelas atividades de limpeza e manutenção de máquinas e veículos, serão tratados através de duas caixas SAO (CSAO), ressaltando que, no caso da definição pela implantação de uma oficina de manutenção na área da nova planta, esta será dotada, também, de um sistema de CSAO.

Todos os sistemas de tratamento de efluentes líquidos acima descritos, serão monitorados, quanto aos parâmetros de qualidade, nos pontos de entrada e saída, objetivando a avaliação de desempenho desses sistemas. A Figura 2.54 a seguir, evidencia o momento do monitoramento ambiental.

Figura 2.54 - Realização de monitoramento em sistema de tratamento de efluente sanitário



➤ Potencial de Drenagem Ácida e Lixiviação de Metais

A drenagem ácida de mina (DAM) é formada pela oxidação natural de minerais de sulfeto quando expostos ao ar e a água. Ao mesmo tempo podem ocorrer reações na interface dos minerais que podem gerar alcalinidade em solução. Atividades que envolvem a escavação de rochas que possuem minerais sulfetados, como a mineração, aceleram o processo de oxidação desses sulfetos, pois tais atividades aumentam a exposição desses minerais ao intemperismo e a micro-organismos. A solução proveniente da oxidação de sulfetos pode gerar uma faixa de pH ácido, neutro ou alcalino e essa faixa de pH é utilizada para a classificação do tipo de drenagem proveniente dessa reação química.

A drenagem ácida ocorre em pH menores que 5.0 mas sabe-se que a lixiviação de metais pode ocorrer em pH próximos a neutralidade (pH 6.0 a 8.0) e até em pH alcalino (acima de pH 8.0) ocorrem as drenagens salinas que podem solubilizar metais. Obviamente a concentração maior de metais e sulfato ocorrem em pH mais ácidos, contudo, alguns metais traço como o manganês, o níquel e até o zinco podem ocorrer em pH acima de 7.0. Portanto, o monitoramento da qualidade de efluentes e corpos receptores (drenagens) em pH acima de 7.0 também é um procedimento muito importante no processo de avaliação de impacto ambiental de unidades operacionais da mineração (INAP, 2009).

A avaliação de risco que uma determinada rocha apresenta potencial de geração de drenagem ácida é de fundamental importância para planejar e mitigar o seu impacto no meio ambiente. Por isso, conhecer a composição dos minerais, com ênfase nos minerais sulfetados e o seu potencial para gerar drenagem ácida, é essencial.

Diversas metodologias foram desenvolvidas, sobretudo por especialistas norte-americanos e australianos, com o objetivo de prever a ocorrência de DAM. Estas metodologias compreendem a realização de caracterização física, química e mineralógica de rochas e resíduo, complementada por procedimentos específicos para determinação do potencial de geração e neutralização de ácido. Tais procedimentos, em geral, envolvem a realização de balanços ácidos-base e de ensaios cinéticos (BORMA E SOARES, 2018).

De uma maneira geral, a caracterização do potencial de drenagem ácida pode ser dividida em dois grupos: ensaios estáticos e ensaios cinéticos. Os testes estáticos são rápidos e possibilitam a aplicação de critérios específicos que permitem a classificação das amostras segundo seu potencial de geração de acidez e potencial de neutralização. Os ensaios estáticos permitem quantificar a relação exata entre resíduos alcalinos e rejeitos ou estéreis de mineração para que ocorra a neutralização. Os ensaios cinéticos auxiliam no entendimento da geração de DAM ao longo do tempo, permitem avaliar a evolução do processo de geração de acidez (MACHADO, SCHNEIDER, 2012).

Borma e Soares (2018) citam alguns procedimentos disponíveis para avaliação do potencial de drenagem ácida, cita-se a seguir alguns destes procedimentos:

- Balanço Ácido-Base modificado: O balanço ácido-base foi originalmente desenvolvido com o foco em estimar, através de ensaios estáticos e de curto prazo, o potencial de geração de drenagem ácida de uma amostra de rejeito, estéril ou minério que contém sulfetos (SOBEK *et al.*, 1978);
- NAG (*Net Acid Generating*) teste (adição simples e sequencial): O ensaio NAG (*Net Acid Generating*) foi desenvolvido como ensaio complementar ao balanço ácido-base convencional, de forma a acelerar a oxidação de uma amostra através da adição de peróxido de hidrogênio (STEWART *et al.*, 2006). Nesse ensaio ocorre tanto a oxidação de sulfetos quanto a neutralização de acidez pelos carbonatos naturalmente presentes na amostra, sendo os resultados apresentados em kgH₂SO₄/t ou kg CaCO₃/t. Os resultados do ensaio NAG podem ser utilizados em conjunto com os resultados do balanço ácido-base modificado;
- Ensaios de solubilização SPLP: Para se avaliar a solubilização de metais e de metalóides (como o As) em curto prazo, independentemente da formação ou não de drenagem ácida, existem procedimentos de extração que podem ser realizados nas amostras sólidas de minério ou rejeitos (GARD, 2010). Os resultados desses ensaios proporcionam uma avaliação inicial do que pode se esperar em termos de solubilização de metais em um primeiro momento em uma determinada amostra.

- Ensaios cinéticos: Os ensaios cinéticos são utilizados para avaliar no longo prazo o comportamento de minério, estéril ou rejeitos, observada a influência das ações de intempéries como a radiação solar, alterações de temperatura, umidade e ação da chuva. O objetivo dos ensaios cinéticos é acelerar a ação desses agentes em laboratório, sob condições controladas, através de ações periódicas de água (deionizada, destilada ou mesmo efluentes) além de aquecimentos periódicos do material em teste (BISSACOT, 2014).

A avaliação do potencial de drenagem ácida do Projeto Água Azul foi realizada utilizando-se de ensaios estáticos de tipo Balanço Ácido Base Modificado (ABA modificado) e de ensaios de solubilização.

Os estudos destinados a avaliação do potencial de geração de drenagem ácida, relacionadas aos materiais gerados na mina, principalmente quanto os rejeitos e estéreis, concluem tratar-se de baixa potencialidade de geração de drenagem ácida em função dos aspectos mineralógicos das litologias existentes na área.

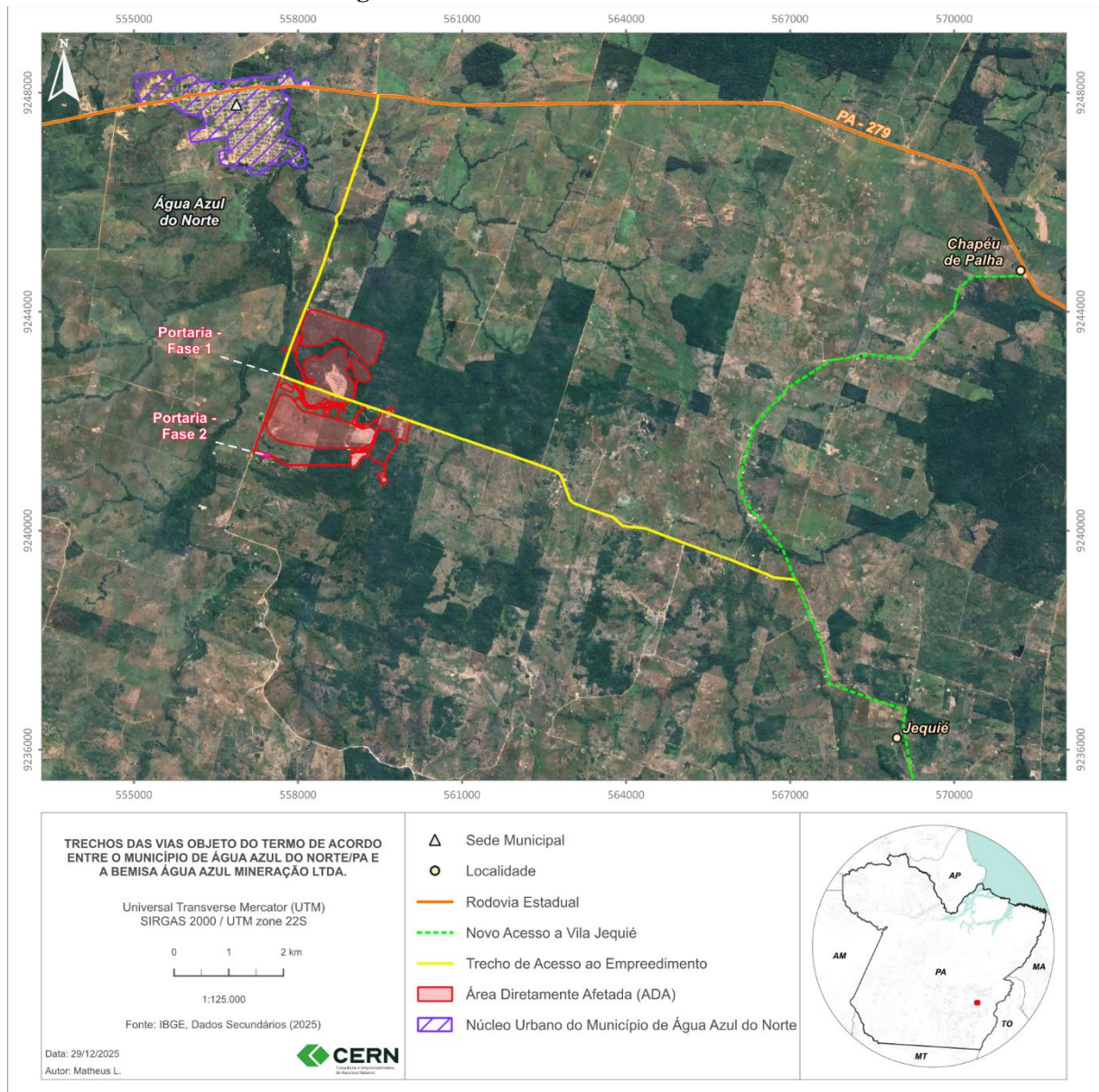
2.7. Logística de Transporte Internos

As operações de transporte de cargas no empreendimento estão restritas ao transporte interno referentes a movimentação de ROM, materiais estéreis da mina e rejeitos filtrados da planta de filtragem. Ressalta-se que não haverá transporte de cargas pesadas fora da área do empreendimento. Para tanto, o empreendedor celebrou acordos (termo de Acordo) com a Prefeitura Municipal de Água Azul do Norte com o objetivo de estabelecer rotas de acesso de uso público às comunidades localizadas na porção sul do município, isolando totalmente os acessos anteriormente comuns às movimentações da mina e de os demais usuários.

O referido Termo de Acordo foi celebrado através de sessão de uso onerosa de bem público que celebraram entre si o Município de Água Azul do Norte/PA e a Bemisa Água Azul Mineração S.A., que constitui a cessão onerosa de uso exclusivo pelo município à BEMISA, de determinado trecho da Vicinal Jequié compreendido entre as coordenadas UTM de longitude 557695,96m E e Latitude 9242832,96m S (Limite Extremidade Oeste); e de longitude 560056,24m E e Latitude 9242001,38m S (Limite Extremidade Leste), totalizando 2.505m (dois mil, quinhentos e cinco metros) de comprimento e largura média de 04m (quatro metros), perfazendo uma área total de 10.020m² (dez mil e vinte metros quadrados), observadas as diretrizes da Lei Municipal de nº 0563/GPMAAN/2022 (“Cessão”).

A Figura 2.55 a seguir, mostra os trechos das vias objeto deste Termo de Acordo.

Figura 2.55 - Vias do Termo de Acordo



➤ **Movimentação e transporte de minério ROM**

O minério ROM será transportado para as plantas hidrometalúrgicas, tanto a planta em operação, como para a futura planta referente ao Projeto 2.85 MTA.

As Distâncias Médias de Transporte (DMT) de ROM são assim descritas:

- **Mina/Planta Atual: DMT 2,5 Km**
- **Mina/Nova Planta: DMT 2,0 Km**

➤ **Movimentação e transporte de Estéril**

O material estéril gerado na lavra será disposto em duas pilhas, denominadas PDE Norte e PDER Sul.

A PDER Sul encontra-se em operação e será ampliada, mantendo a metodologia da construção com a coodisposição de estéril e rejeitos filtrado. A PDE Norte será construída com disposição apenas de estéril.

As Distâncias Médias de Transporte (DMT) de estéril são assim descritas:

- Mina/PDE Norte: DMT 1,3 Km
- Mina/PDER Sul: DMT 2,0 Km

➤ **Movimentação e transporte de Rejeito Filtrado**

As Distâncias Médias de Transporte (DMT) de rejeitos filtrados são assim descritas:

- Planta Atual/PDER Sul: DMT 2,0 Km
- Nova Planta/PDER Sul: DMT 2,2 Km

2.8. Transporte do Minério

É sabido que o produto final das minas de ouro resume-se em reduzidos, mas valiosos volumes, os quais exigem um apurado sistema de segurança na operação de transporte da mina para o destino final.

Na mineração, o produto final do ouro se dá na forma de *bullion*. O “*bullion*” produto da fusão do concentrado de ouro tem teor entre 95% e 97% de pureza e possui dimensões pequenas, principalmente quando comparada as dimensões de produtos finais de outros tipos de minérios. Em função do volume e de seu elevado valor agregado do *bullion* de ouro a logística de transporte do mesmo até o seu destino final não é divulgada, podendo ser realizada por meio de transporte aéreo, transporte terrestre, não possuindo dias e horários fixos para esta atividade.

3. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

3.1. Conceito

A Área de Influência representa a abrangência espacial provável de todos os impactos significativos decorrentes das intervenções ambientais de um empreendimento, em todas as fases do projeto, e que, conforme as diretrizes da Resolução CONAMA nº 01/1986, deverá contemplar, entre outros, a bacia hidrográfica conforme apresentado a seguir:

“Art. 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

[...]

III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza.”

Conforme definido pelo artigo 1º da Resolução CONAMA nº 01/1986, tem-se a seguinte definição de impacto ambiental:

“Art. 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

1. a saúde, segurança e o bem-estar da população;
2. as atividades sociais e econômicas;
3. a biota;
4. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
5. a qualidade dos recursos ambientais.”

Considerando as instruções da Resolução CONAMA nº 01/1986 de que os impactos podem afetar de forma direta ou indireta o meio ambiente, metodologicamente definiu-se:

- **Impacto de primeira ordem:** como aquele resultante de um efeito direto do empreendimento;
- **Impacto de segunda ordem, ou sucessivamente:** aquele gerado por uma consequência de um impacto de primeira ordem, e assim sucessivamente para outras ordens de impacto.

É importante e vale ressaltar que um impacto de segunda ordem (ou de outras ordens) não é necessariamente um impacto menor, podendo até mesmo ser maior que um de primeira ordem, em determinadas situações e circunstâncias.

Fundamentado nessas definições conceituais, convencionou-se que:

- **Impacto ambiental direto:** corresponde ao impacto de primeira ordem, portanto gerado por um efeito direto do empreendimento;
- **Impacto ambiental indireto:** corresponde ao impacto de segunda ou mais ordens, portanto decorrente das consequências de impactos de primeira ordem.

3.2. Metodologia

A metodologia utilizada para a definição das áreas de influência do presente estudo foi feita com base nos dispositivos normativos da Resolução CONAMA 01/86, em conformidade com o seu inciso III - do artigo 5º.

“Art. 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

(...)

III - Definir os limites da área geográfica a serem direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza.”.

Tratando-se da utilização do espaço geográfico “bacia hidrográfica” considerou-se neste trabalho a seguinte definição:

Bacia Hidrográfica

Área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (Tucci, 1997).

Um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA, 2001). A Figura 3.1 a seguir ilustra o conceito de bacia hidrográfica explicitado acima.

Figura 3.1 - Ilustração de bacia hidrográfica



Sub-bacia

Bacia hidrográfica com área maior que 100 km² e menor que 700 km² cuja drenagem descarrega a vazão diretamente no curso principal da bacia hidrográfica. Assim, uma bacia hidrográfica seria o somatório de várias sub- bacias.

Microbacia

É uma bacia hidrográfica com área menor que 100 km² cuja drenagem descarrega a vazão diretamente no curso principal de uma sub-bacia. Assim, uma sub-bacia seria o somatório de duas ou mais microbacias.

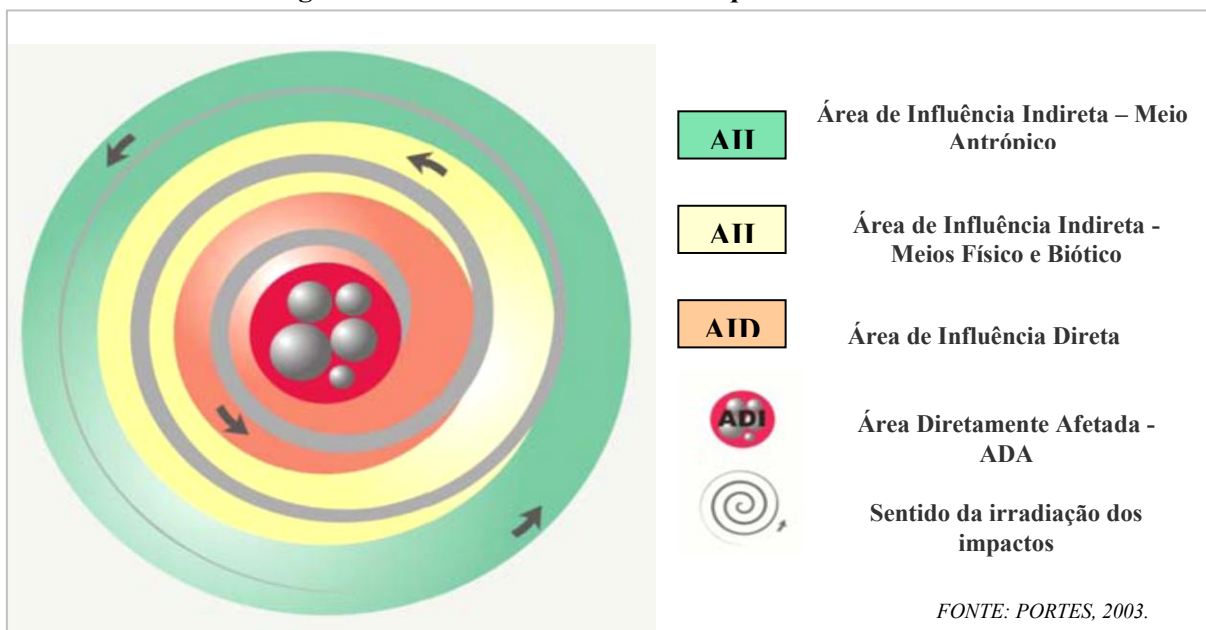
Utilizando-se como referência a metodologia utilizada quando da elaboração do Relatório de Controle Ambiental (RCA), tem-se que no artigo 5º da Resolução CONAMA 01/86, o RCA deve conter a definição dos limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza. Dessa forma, será apresentado tais limites geográficos das áreas de influência do empreendimento, estabelecidos em função da abrangência dos impactos ambientais. São comumente considerados nos estudos três áreas, ou seja:

- **Área Diretamente Afetada (ADA)** - corresponde à área que sofrerá a ação direta da implantação e operação do empreendimento.
- **Área de Influência Direta (AID)** - corresponde à área que sofrerá os impactos diretos de implantação e operação do empreendimento.
- **Área de Influência Indireta (AII)** - corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento.

Para um mesmo nível de abordagem poderão eventualmente ser definidos diferentes limites geográficos para os estudos dos meios físico, biótico e socioeconômico.

A Figura 3.2 abaixo, objetiva de forma esquemática, situar essas áreas, as quais mantêm relações espaciais umas com as outras.

Figura 3.2 - Áreas de influência - Esquema Ilustrativo



Deve-se registrar que alguns efeitos se difundem por dimensões mais amplas de espaços abstratos, normalmente associados aos espaços econômicos e sociais em níveis estadual, nacional e internacional, relativos aos alcances comerciais que as transações com minério de ouro estabelecem no mercado mundial.

Considerando as diretrizes e referências estabelecidas pelas normativas ambientais, supracitadas no presente documento, procurou-se definir as áreas de influência do empreendimento Ampliação do Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas de acordo com as bacias hidrográficas, em escala adequada, especialmente com relação aos meios físico e biótico, sendo que para o meio socioeconômico também foram considerados outros parâmetros, como as relações de identidades culturais ou econômicas existentes na região do empreendimento.

As áreas de influência de um empreendimento correspondem aos espaços físico, biótico e de relações sociais, políticas e econômicas passíveis de sofrer os potenciais efeitos das atividades decorrentes de sua implantação, operação e desativação. Para definição e delimitação das áreas de influência foram consideradas de um lado as características, abrangência do empreendimento e as tipologias de intervenções que serão realizadas; e, de outro, a diversidade e a especificidade dos ambientes afetados, definindo assim as áreas sujeitas aos efeitos indiretos e imediatos da implantação e ocupação futura.

Considerando que as bacias hidrográficas são as unidades de planejamento mais adequadas, principalmente pela limitação espacial bem definida, as quais regem inúmeras manifestações de fenômenos naturais como fluxo de águas pluviais, circulação de ar na atmosfera, as áreas de influência, sob os aspectos ambientais, de empreendimentos diversos, são adequadamente estudadas considerando, também, a abrangência das bacias hidrográficas.

Com o objetivo de definir a abrangência dos estudos ambientais e melhor direcioná-los, foram consideradas três unidades espaciais de análise e abrangência para o projeto em questão, sendo elas: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII), as quais são detalhadas a seguir.

3.3. Área Diretamente Afetada (ADA)

Na Área Diretamente Afetada ocorrerão os impactos diretos e efetivos decorrentes da implantação e operação das estruturas necessárias ao empreendimento, constituindo a porção territorial de intervenção das atividades de mineração.

Para efeito de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), o espaço territorial ocupado pela ADA é comum aos meios físico, biótico e socioeconômico. Determinante na efetividade da AIA e na

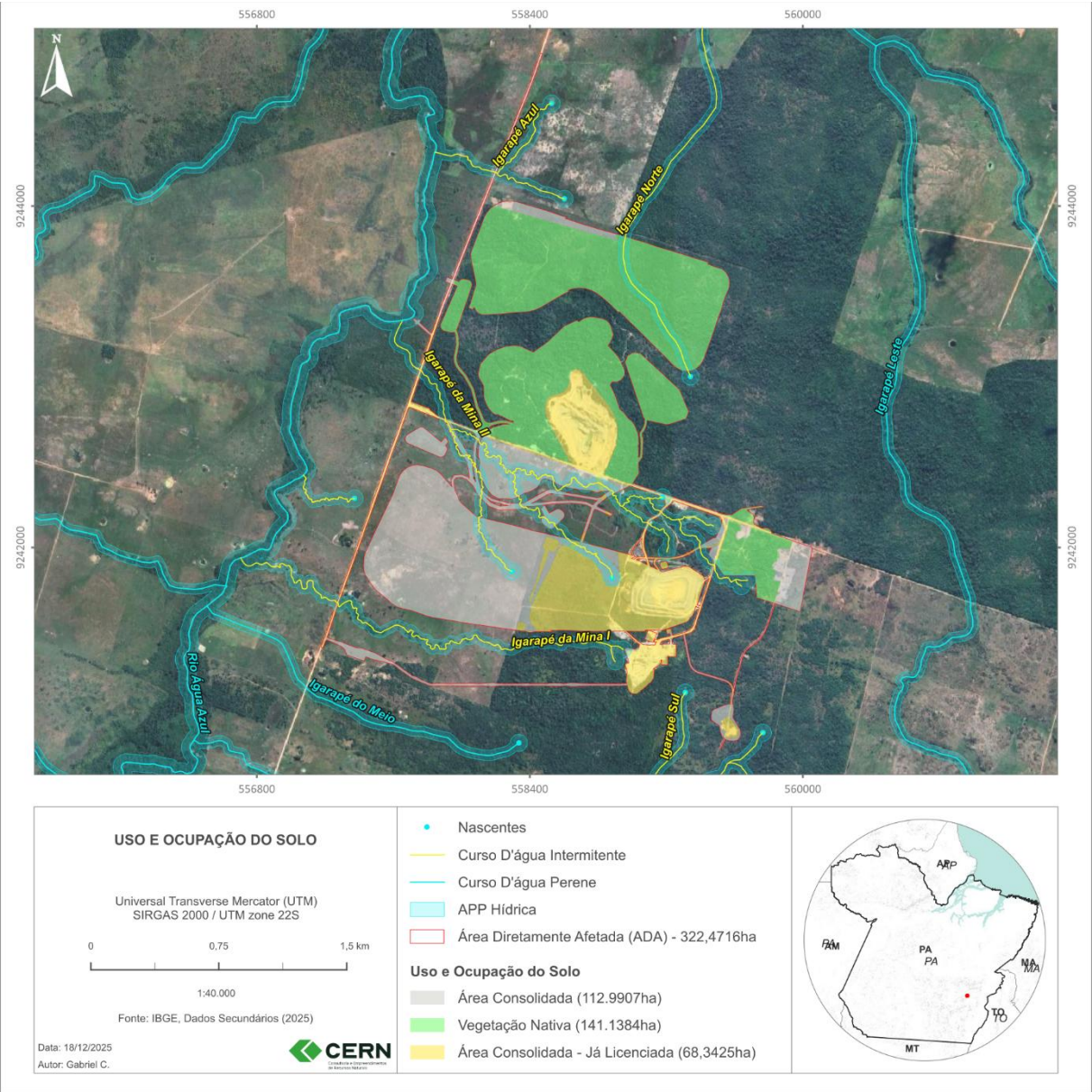
mensuração dos efeitos do empreendimento, a ADA evidência impactos potenciais que poderão ser evitados nas etapas subsequentes de detalhamento do projeto, auxiliando na definição de melhores alternativas de arranjos espaciais das estruturas da mineração e de controle ambiental; e, assim, minimizando os impactos ambientais negativos.

A ADA representa, portanto, uma dimensão físico-espacial que apresenta um conjunto de elementos, atributos e processos físicos, biológicos e antrópicos que nela se inscreve ou ocorre. Considera-se, portanto, como Área Diretamente Afetada (ADA) dos meios físico, biótico e antrópico as áreas que contemplam a cava, a planta de beneficiamento, a pilha de rejeito/estéril, a estação de captação e bombeamento, as unidades de apoio e as unidades de operação e controle.

A ADA que compõe a fase industrial do Projeto Água Azul (2.85 MTA) equivale à 322,4716 ha. Ressalta-se que esta área se encontra no âmbito da bacia do alto rio Itacaiúnas, também chamado na região como rio Água Azul (hidrônimo a ser utilizado neste capítulo), pela sua margem direita, imediatamente a montante do sítio urbano da Água Azul do Norte.

A Figura 3.3 bem como o desenho **RCA AGZ-IND 05 - Uso e Ocupação do Solo** ilustram o Uso e ocupação do Solo do Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas, e o Quadro 3.1 apresenta os quantitativos das áreas que compõem a ADA.

Figura 3.3 – Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Água Azul 2.85 MTA



Quadro 3.1 - Uso e Ocupação do Solo da Área Diretamente Afetada pelo Projeto Água Azul - 2.85 MTA - Alvo Abelhas

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área (ha)		Total (ha)	%
	Área Comum	APP Hídrica		
Área Consolidada com Árvores Isoladas	97,3594	15,6313	112,9907	35%
Remanescente de Vegetação Nativa	135,4410	5,6974	141,1384	44%
Área Consolidada (ADA 200 KTA)	67,0405	1,3020	68,3425	21%
Total	299,8409	22,6307	322,4716	100%

3.4. Áreas de Influência Direta (AID)

Nesta área, a abrangência dos impactos incide diretamente, seja como impacto de primeira ordem ou de segunda ordem, sobre os recursos ambientais e antrópicos, ressaltando que as extensões delimitadas nos estirões dos cursos d'água.

3.4.1. AID Meios Físico e Biótico

Em relação aos ecossistemas terrestres, os impactos ambientais mais significativos decorrentes da atividade minerária estão associados à supressão da vegetação nativa. Essa intervenção afeta diretamente a flora local e, de maneira direta e indireta, a fauna, comprometendo recursos naturais que, embora renováveis, podem sofrer perdas em termos de diversidade e riqueza. Além disso, a retirada da cobertura vegetal pode gerar danos ecológicos relativos à funcionalidade e importância das formações vegetais que desempenham um papel fundamental na dinâmica ambiental.

Os elementos da paisagem, as fitofisionomias presentes, a composição florística, o potencial de uso, a capacidade de suporte da fauna, bem como o uso da área naturais para o lazer e a conservação, apresentam valor a ser observado sob a perspectiva ecológica e socioeconômica, quando da avaliação dos impactos ambientais de um empreendimento minerário.

Neste contexto, para delimitação da Área de Influência Direta (AID) do Projeto Água Azul 2.85 MTA sobre o meio biótico foi considerado o processo de supressão de vegetação, o efeito negativo em potencial do assoreamento e degradação dos recursos hídricos sobre as comunidades biológicas, bem como a alteração do relevo e a interferência em cursos d'água e nascentes, coincidindo com a mesma área da AID do meio Físico. Portanto, são coincidentes as AIDs dos meios físico e biótico.

Destaca-se ainda, como fator importante na delimitação da AID do Projeto Água Azul 2.85 MTA, para os meios físico e biótico, a existência de áreas de garimpos pretéritos, as quais encontram-se em regeneração natural.

Tem-se, portanto, que AID dos meios físico e biótico do Projeto Água Azul 2.85 MTA apresenta a seguinte delimitação:

A oeste, pela margem direita do Rio Itacaiúnas, deste a foz do Igarapé do Meio até a foz do Igarapé Azul;

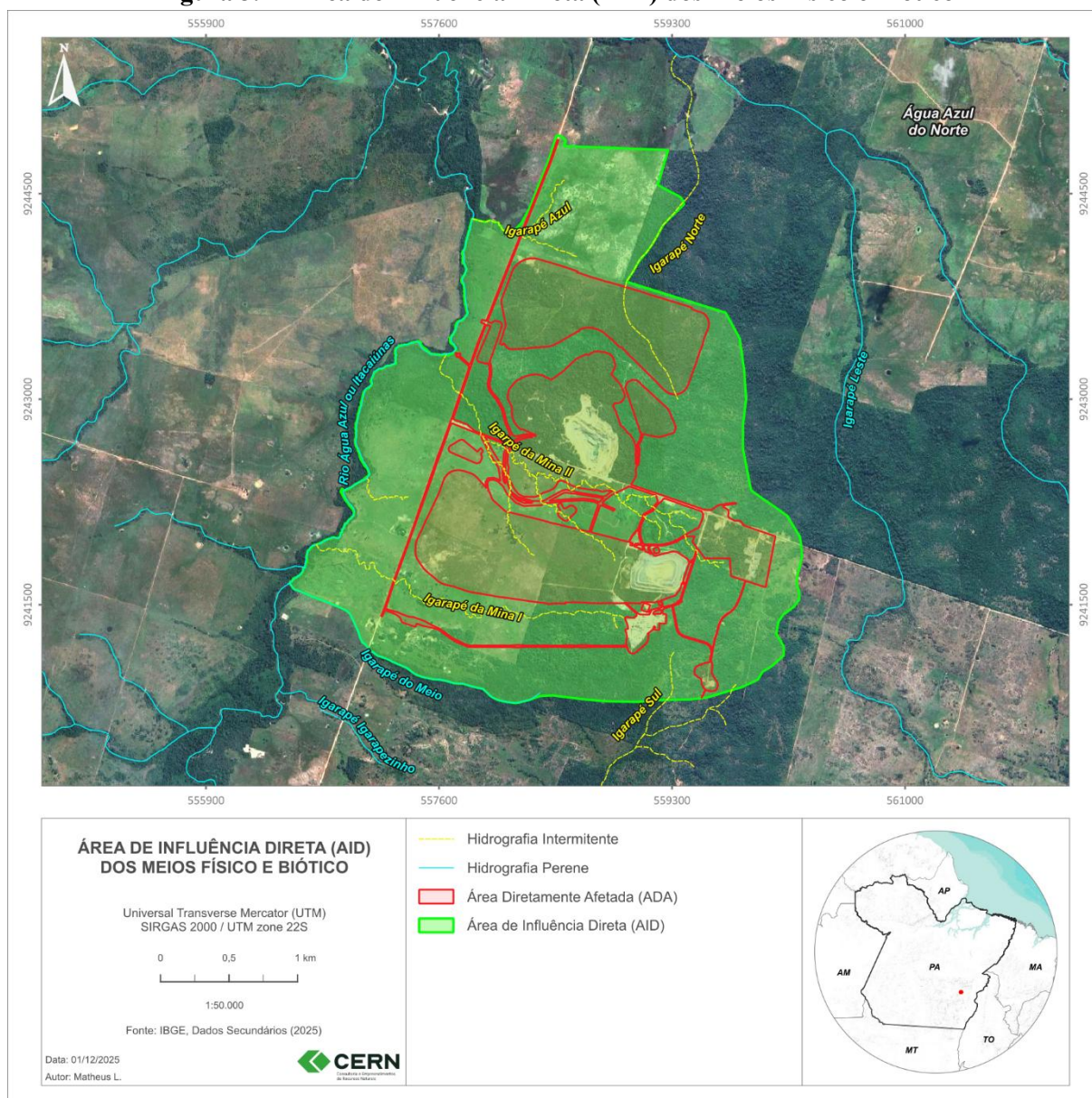
Ao Norte, acompanha a drenagem do Igarapé Azul, estendendo-se de acordo com a topografia local pelas linhas dos divisores de água até a margem esquerda do Igarapé do Norte e incluindo o acesso principal ao norte. Daí subindo pela margem esquerda do Igarapé Norte, tomando-se

a linha das águas vertentes separadora da bacia do Igarapé Leste até as cabeceiras de drenagem do Igarapé do Meio.

A Sul, as AIDs dos meios físico e biótico limitam-se a margem direita do Igarapé do Meio, de suas cabeceiras até a foz com o Rio Água Azul, ficando assim, delimitadas as áreas AIDs dos meios físico e biótico.

A AID é mostrada no desenho **RCA AGZ-IND 06 - Áreas de Influência dos Meios Físico e Biótico** e na Figura 3.4 a seguir.

Figura 3.4 - Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico



3.4.2. AID Meio Antrópico

Os impactos ambientais advindos da implantação e operação do Projeto Água Azul 2.85 MTA sobre o meio socioeconômico (ou antrópico) em geral são de ordem indireta, quando decorrentes de ações incidentes sobre elementos dos meios físico e biológico. Nestes casos, além do potencial poluidor e de alterações ambientais, podem surgir também competições sobre o uso do solo e dos demais recursos naturais entre outras atividades em relação à mineração.

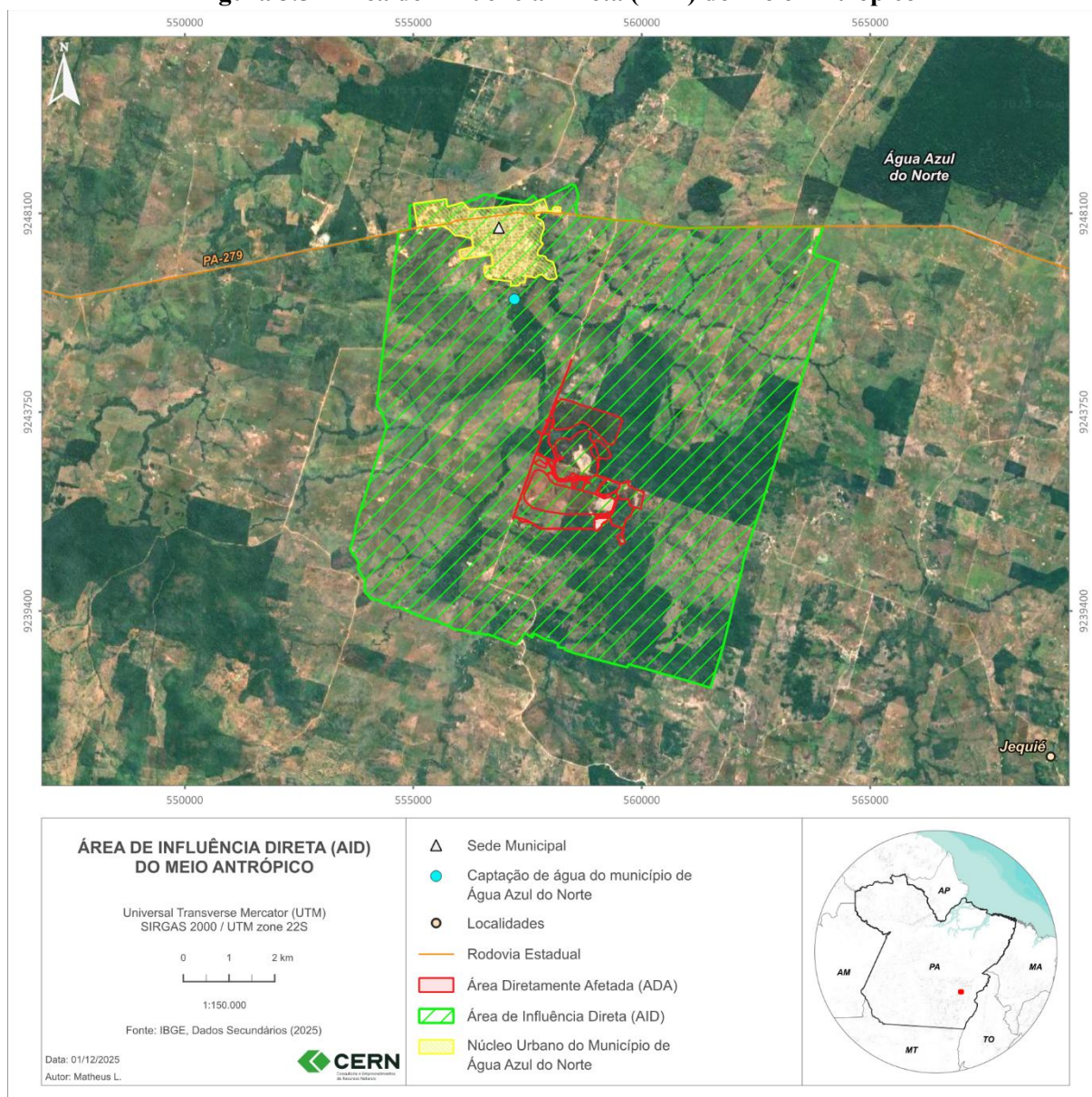
Um ponto a ser considerado, com relação às áreas de influência do meio antrópico, refere-se ao fato das aquisições e acordos de uso do solo, não havendo a necessidade de relocações involuntárias.

Desta forma, tem-se que o empreendimento em questão encontra-se totalmente inserido nos limites do município de Água Azul do Norte, como pode ser verificado no desenho **EIA AGZ-IND 01 - Mapa de Localização e Acesso**.

A Área de Influência Direta - AID do meio socioeconômico consiste na área sobre a qual há a possibilidade de incidência de impactos significativos positivos e/ou negativos de forma direta em função da implantação, operação e desativação do empreendimento. A AID do Projeto Água Azul 2.85 MTA, considera a localidade mais próxima da ADA do empreendimento, passível de sofrer com os impactos decorrentes do projeto. A localidade que faz parte da AID corresponde a sede municipal de Água Azul do Norte, no estado do Pará.

Na Figura 3.5 pode-se visualizar a AID do meio antrópico.

Figura 3.5 – Área de Influência Direta (AID) do Meio Antrópico



Destaca-se que a Vila Jequié não está inserida na AID do meio Antrópico em razão do acordo firmado entre a Prefeitura Municipal de Água Azul do Norte e a BEMISA, que definiu um novo acesso a esta comunidade, isolando totalmente os acessos operacionais da mina, com uso exclusivo do empreendimento.

3.5. Áreas de Influência Indireta (AII)

Área onde incidem os impactos indiretos, decorrentes e associados aos impactos diretos, sob a forma de interferência nas suas inter-relações ecológicas, sociais e econômicas, podendo extrapolar os divisores da bacia hidrográfica e os limites municipais da Área de Influência Direta (AID).

3.5.1. AII Meios Físico e Biótico

A Área de Influência Indireta (AII) sobre Meio Físico e Biótico foi delimitada em função das extensões dos impactos indiretos que poderão incidir, principalmente, no que tange a qualidade das águas e a dinâmica de ocupação territorial da fauna na região de inserção do Projeto Água Azul 2.85 MTA.

Para delimitação da AII considerou-se, como para a AID, a mesma área para os meios físico e biótico, com base nas mesmas premissas adotadas.

A área de influência indireta foi assim delimitada:

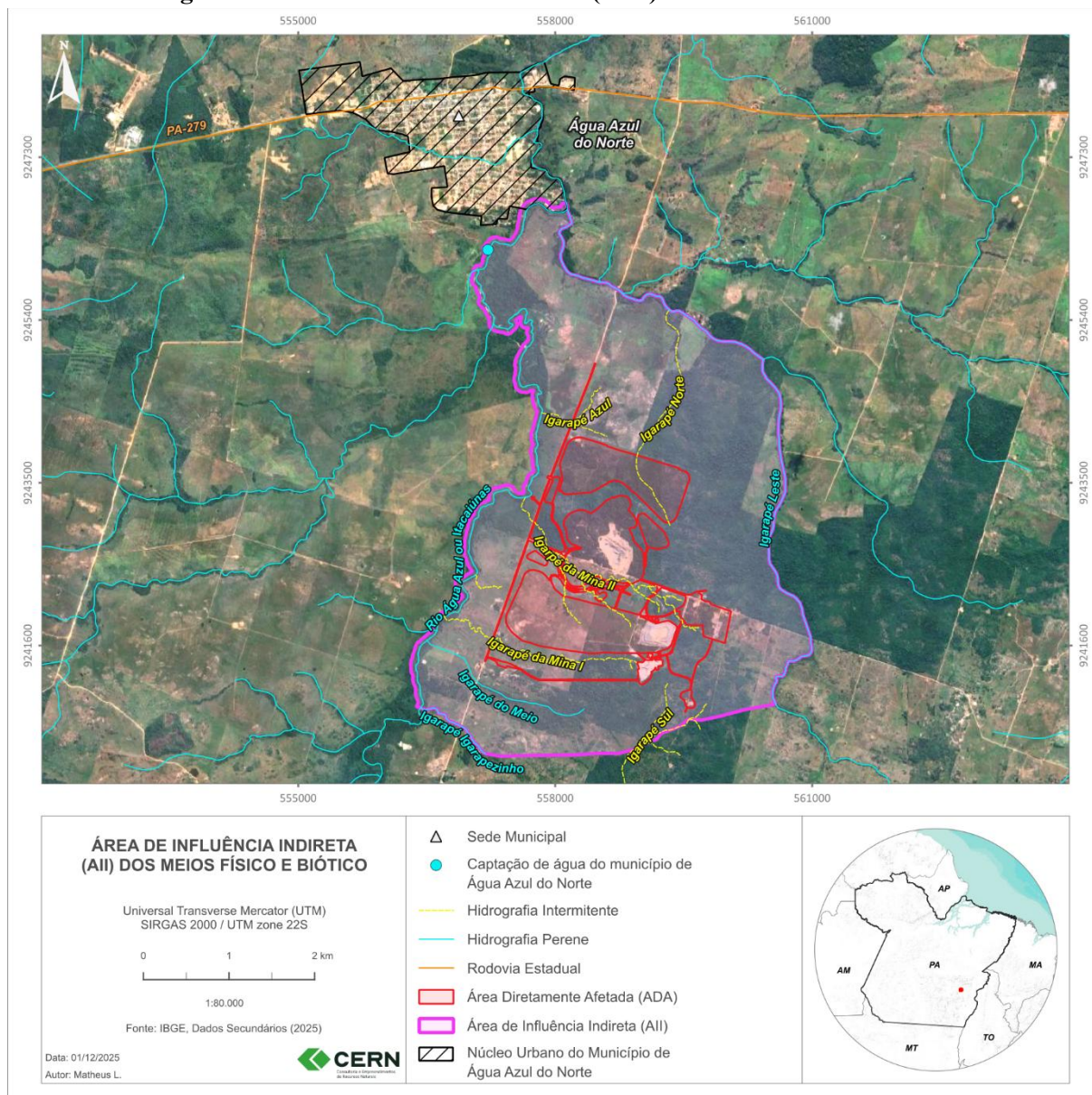
A leste pela margem esquerda do Igarapé Leste, em direção ao norte, até a foz com o Rio Água Azul e, em direção ao sul, até o divisor de águas do vale do Igarapezinho.

O limite sul, estendendo-se das cabeceiras de drenagem do Igarapezinho até sua foz no Rio Água Azul.

O limite oeste delimitado pela vertente da margem esquerda do Rio Itacaiúnas, ao longo da linha de APP (50 metros), deste a foz do Igarapé Igarapezinho até a confluência com o Igarapé Leste, já nos limites da área urbana de Água Azul do Norte, fechando a delimitação da AII ao Norte.

A AII é mostrada no desenho **EIA AGZ-IND 06 - Áreas de Influência dos Meios Físico e Biótico**, e na Figura 3.6 a seguir.

Figura 3.6 - Área de Influência Direta (AID) dos Meios Físico e Biótico



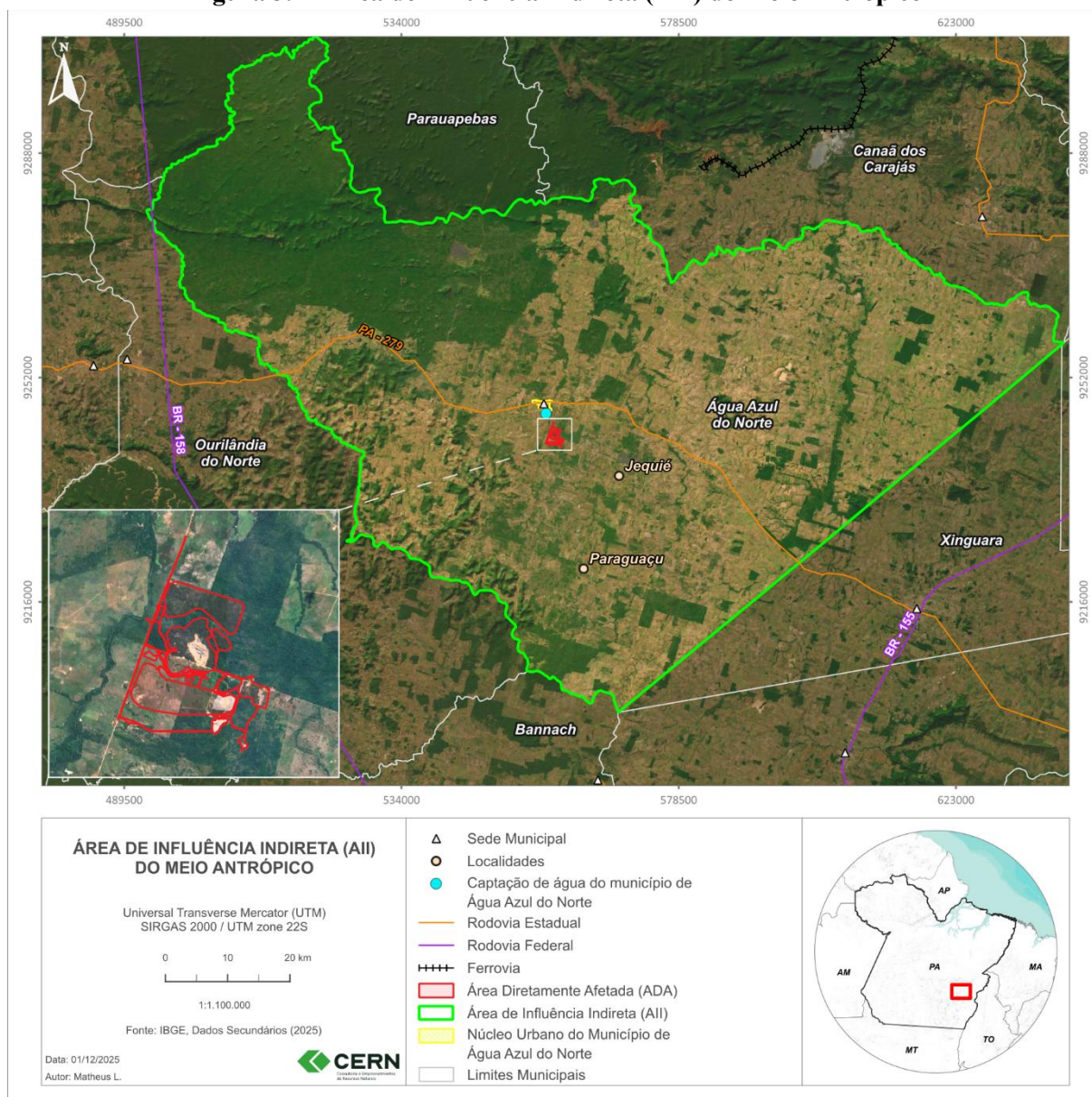
3.5.2. AII Meio Antrópico

A Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento Projeto Água Azul 2.85 MTA sobre o meio socioeconômico abrange o município de Água Azul do Norte.

A inclusão de toda a área do município como área de influência indireta é justificada a partir do entendimento de que o empreendimento tem potencial de gerar impactos socioeconômicos sobre este município como um todo, por exemplo, arrecadação de impostos, geração de empregos e incremento da renda dos comércios locais.

Na Figura 3.7 e no desenho **RCA PGU 08 - Área de Influência do Meio Socioeconômico** pode-se visualizar a AII do meio antrópico.

Figura 3.7 - Área de Influência Indireta (AII) do Meio Antrópico



4. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA

4.1. Meio Físico

4.1.1. Clima da região

O Clima, conforme descreve Ayoade (1998), refere-se à síntese do tempo em um determinado lugar, por um período de aproximadamente 30 anos, considerando as características da atmosfera após observações contínuas ao longo do tempo cronológico. Os diversos elementos meteorológicos que ocorrem em uma determinada localidade (e avaliados pelo período indicado), tais como frentes frias e quentes, tempestades, tornados, furacões, secas, dentre

outros, irão caracterizar o clima local. Portanto, pode-se compreender o clima a partir da descrição estática das condições médias das variáveis de tempo de uma determinada região.

O Projeto Água Azul - Fase Industrial, está localizado no município de Água Azul do Norte, que por sua vez localiza-se na porção sudeste do estado do Pará, na mesorregião do Sudeste Paraense e microrregião de Parauapebas. O município está inserido, também, na área de influência da Serra dos Carajás, importante província mineral do país.

➤ Dados utilizados

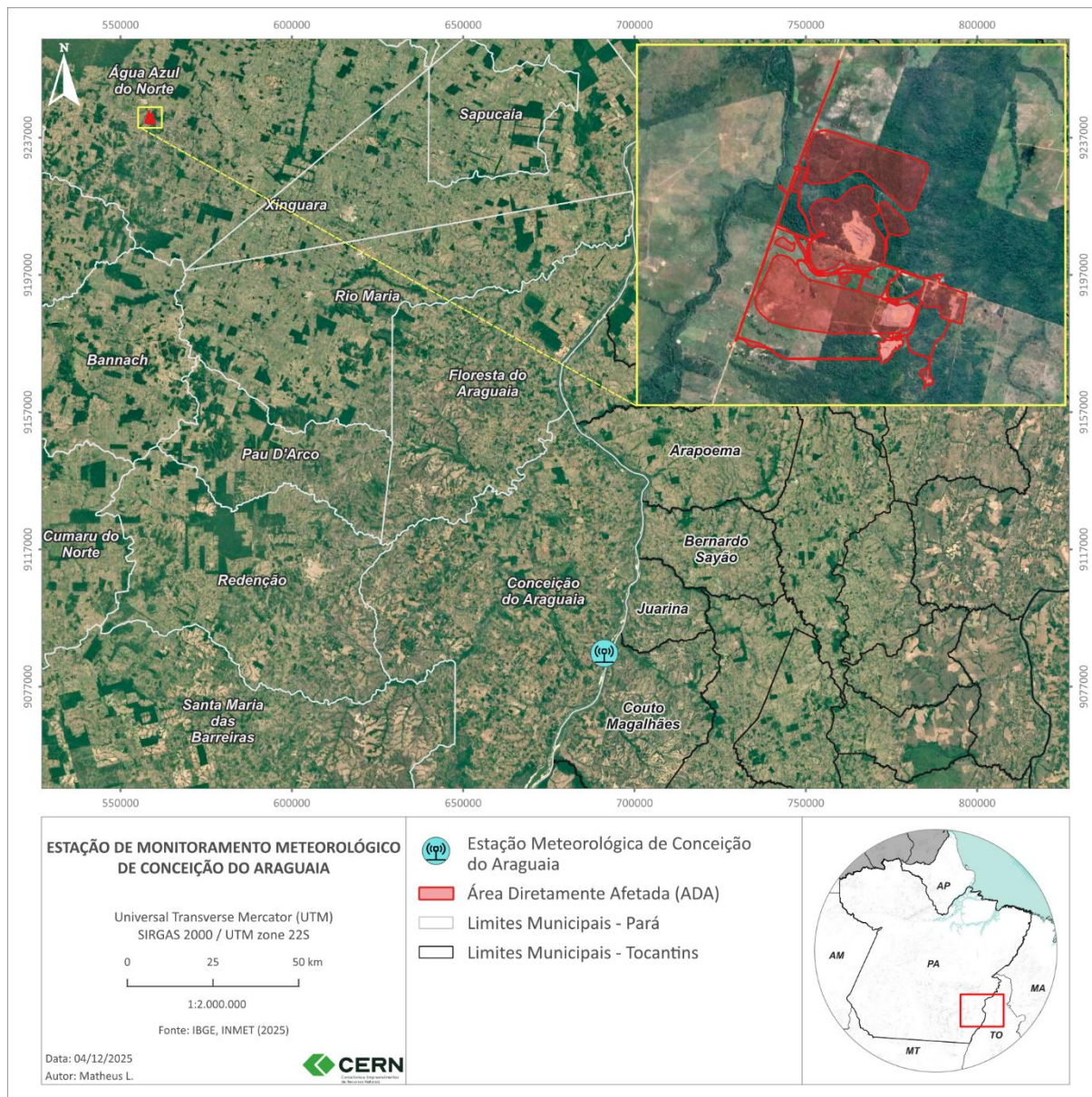
Para a caracterização climática local e regional do Projeto foram utilizados dados advindos das Normais Climatológicas (1991-2020), e dados de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. As informações referentes as estações meteorológicas, bem como a relação espacial de distância do empreendimento estão presentes no quadro 9.2 e Figura 4.1 abaixo.

Quadro 4.1 - Estações meteorológicas utilizadas no estudo

Código	Nome	Coordenadas	Altitude	Tipo	Localização	Distância aproximada do local
82861	Conceição do Araguaia	-8.30, -49.28	175 m	Convencional	Conceição do Araguaia	200 km
A241	Conceição do Araguaia	-8.33, -49.30	175 m	Automática	Conceição do Araguaia	200 km

Fonte: INMET (2025)

Figura 4.1 - Mapa de localização das estações meteorológicas em relação à área do empreendimento



Cabe destacar que a área de estudo e inserção do empreendimento não é contemplada com estações meteorológicas oficiais do INMET em seus limites administrativos, dessa forma, optou-se por utilizar as estações mais próximas disponíveis, considerando uma distância em linha reta, a fim de caracterizar o clima local e regional.

➤ Dados Climatológicos e Normal Climatológica

Conforme descrito por Nimer (1989), a região Norte caracteriza-se pelas altas temperaturas ao longo do ano e chuvas abundantes, com pequena variação sazonal. A atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), das massas de ar equatoriais e da intensa convecção local

garante elevados índices de precipitação, fazendo com que a região apresente um ambiente de elevada umidade atmosférica e baixa amplitude térmica anual.

Tomando por base a classificação climática elaborada por Köppen-Geiger (1928) apud Ayoade (1998), e os dados de temperatura e precipitação contidos nas Normais Climatológicas, a região de estudo do Projeto encontra-se na tipologia climática Am - clima tropical de monção, onde as temperaturas médias do mês mais frio são superiores a 18°C, conforme quadro abaixo:

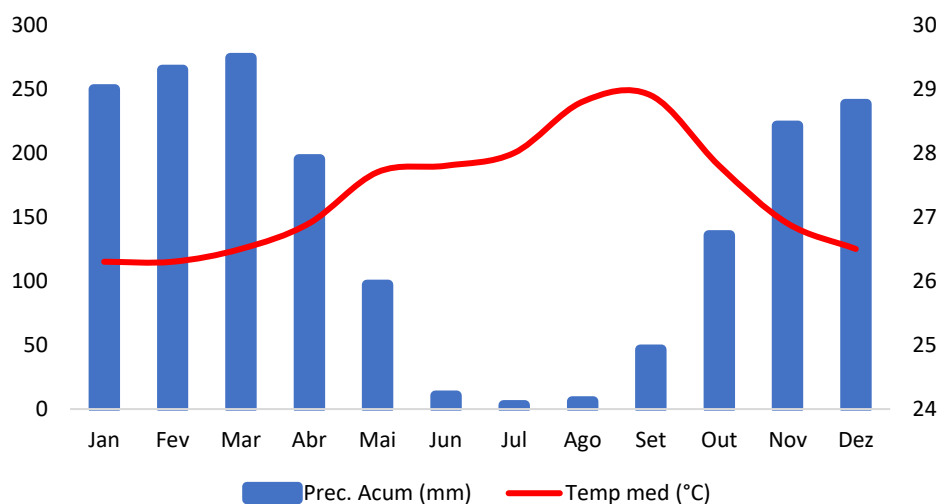
Quadro 4.2 - Classificação climática para a região de inserção do empreendimento

Temperatura do mês mais frio (°C)	Temperatura do mês mais quente (°C)	Acumulado de precipitação no mês mais seco (mm)	Precipitação acumulada anual (mm)	Descrição climática	Símbolo
26,3	28,9	2,9	1743,6	Clima tropical de monção	Am

Fonte: INMET (2025) e Ayoade (1998)

O Climograma (Figura 4.2) abaixo representa as variações de temperatura e precipitação ao longo dos meses. É possível visualizar uma breve estação seca entre os meses de junho até agosto e altas temperaturas ao longo de todo ano. O maior registro de precipitação ocorre no mês de janeiro (265,2 mm) e o menor ocorre em julho (2,9 mm).

Figura 4.2 - Climograma com base nas Normais Climatológicas da Estação meteorológica de Conceição do Araguaia (1991 - 2020)



Fonte: elaborado a partir dos dados disponibilizado pelo INMET (2025)

O quadro 9.4 mostra as normais climatológicas para a região de inserção do Projeto, conforme a seguinte ordem: temperatura média compensada (Temp-med), temperatura máxima absoluta (Temp-max), temperatura mínima absoluta (Temp-min), umidade relativa média (UR-med) e precipitação acumulada (Prec-acum), representadas pelo período de 1991 a 2020, segundo a estação convencional do INMET instalada no município de Conceição do Araguaia/PA.

Ressalta-se que as estações convencionais coletam dados apenas três vezes por dia, sendo as 09h, as 15h e as 21h no horário local. Os períodos de 30 anos selecionados foram os mais recentes para cada parâmetro, segundo a disponibilidade de dados nos portais oficiais.

O detalhamento das variáveis climatológicas para a região de inserção do Projeto será apresentado nos tópicos seguintes.

Quadro 4.3 - Normal Climatológica (1991 - 2020) para o município de Conceição do Araguaia/PA.

Normais Climatológicas - Conceição Do Araguaia 1991-2020					
Mês	Temp med (°C)	Temp max (°C)	Temp min (°C)	UR med (%)	Prec. Acum (mm)
Jan	26,3	31,8	22,5	86,9	249,9
Fev	26,3	31,7	22,5	87	265,2
Mar	26,5	31,9	22,7	87,1	274,5
Abr	26,9	32,6	22,9	86	195,3
Mai	27,7	33,7	23	80,7	97,1
Jun	27,8	34,8	21,8	72,4	10,6
Jul	28	35,8	20,9	66,1	2,9
Ago	28,8	37,1	21,3	63,6	5,9
Set	28,9	36,5	22,5	68,9	46,5
Out	27,8	34,4	22,8	78,7	135,8
Nov	26,9	32,8	22,6	84,6	221,4
Dez	26,5	32,1	22,7	86,2	238,5

Fonte: elaborado a partir dos dados do INMET (2025) e Normais Climatológicas (1991-2020)

➤ Temperatura

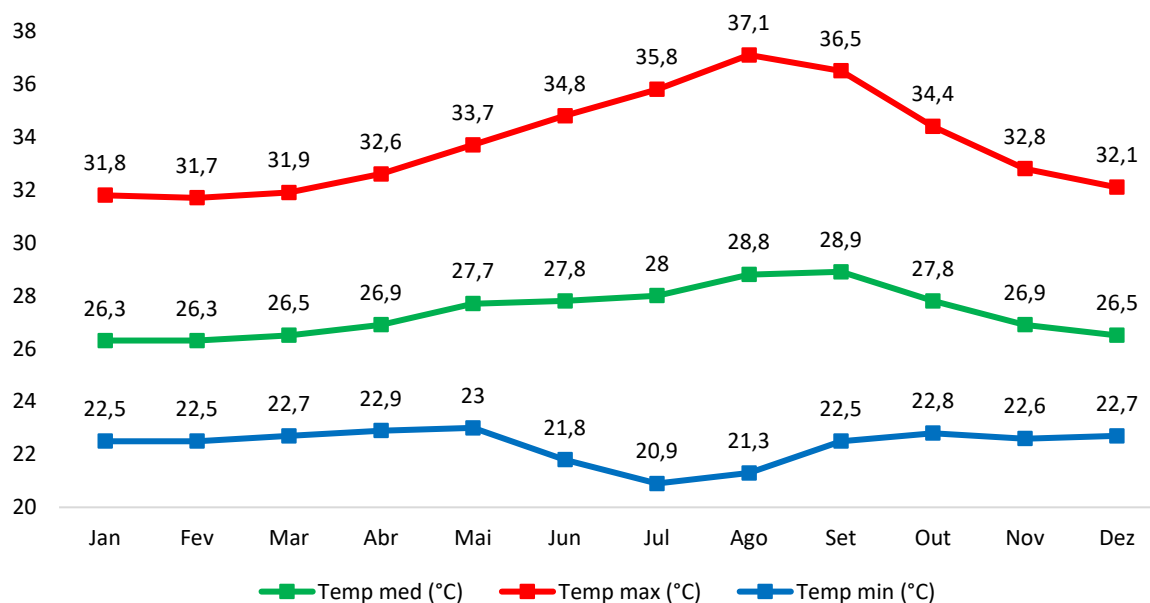
A partir dos dados apresentados para as Normais Climatológicas acima, percebe-se que as variações de temperatura ao longo do ano apresentam comportamento uniformemente elevado, com médias sempre acima dos 20 °C e pequena amplitude térmica anual. Essa estabilidade térmica resulta da localização próxima à linha do Equador, onde a radiação solar é intensa e constante, favorecendo o aquecimento do ar. Assim, não há estações frias definidas, e as variações ocorrem mais em função da cobertura de nuvens e do regime de chuvas do que de mudanças sazonais na insolação.

Os meses de julho, agosto e setembro apresentam as maiores temperaturas médias (28°C, 28,8°C e 28,9°C) e também as maiores temperaturas máximas absolutas (28°C, 28,8°C e 28,9°C). Os menores registros de temperatura ocorrem durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (26,5°C, 26,3°C e 26,5°C). Cabe destacar que os menores registros ocorrem justamente nos meses de verão do Hemisfério Sul (dezembro a março), quando se concentra o período mais chuvoso. Isso acontece porque a forte atuação da ZCIT e da convecção local intensifica a formação de nuvens e tempestades, o que reduz a incidência direta da radiação solar na superfície. Além disso, a elevada umidade atmosférica favorece a perda de calor por

evaporação e mantém a temperatura do ar mais amena. Assim, mesmo sendo verão, o excesso de nebulosidade e precipitação atua como um “filtro” térmico, limitando o aquecimento diurno e resultando em médias mais baixas.

A Figura 4.3 mostra as variações de temperatura média, máxima e mínima para a estação meteorológica local.

Figura 4.3 - Temperatura (°C) média, mínima e máxima para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020)

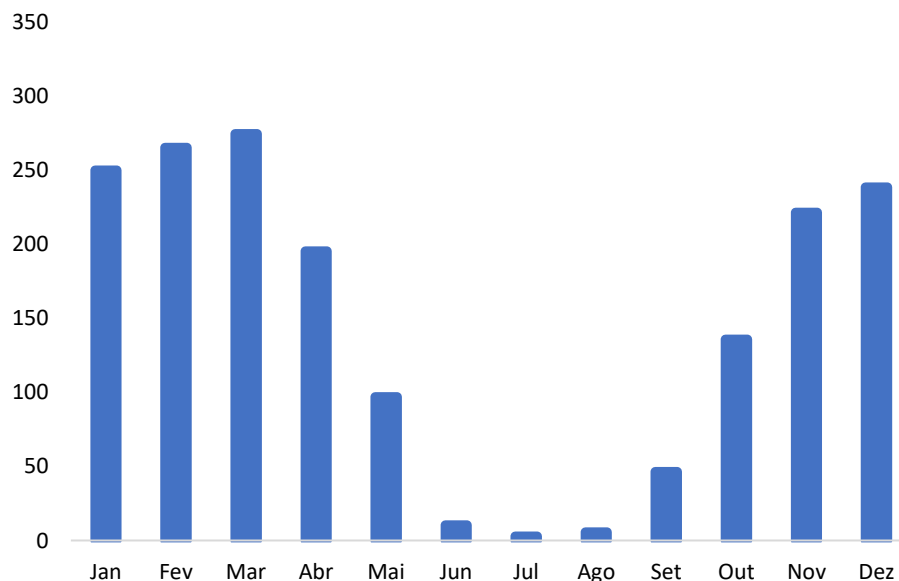


➤ Precipitação

O regime de precipitação é um dos mais importantes componentes climáticos, em função dos impactos diretos e indiretos que as chuvas têm sobre o meio ambiente, sobre sociedade, e sobre outras formas de vida, repercutindo em setores produtivos, na economia, e organização do ser humano enquanto sociedade.

O regime pluviométrico da região de inserção do empreendimento apresenta forte sazonalidade, com um período chuvoso concentrado entre os meses de dezembro e abril, destacando-se fevereiro e março, quando os totais mensais ultrapassam 250 mm. O período seco ocorre entre junho e agosto, com precipitações inferiores a 10 mm, caracterizando uma estação de estiagem bem definida. A transição para a estação chuvosa inicia-se em setembro, enquanto a redução das chuvas ocorre gradualmente a partir de maio. Esse padrão é controlado principalmente pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pelo aporte de umidade na região, em contraste com o predomínio de massas de ar mais secas durante o período de estiagem.

Figura 4.4 - Precipitação acumulada (mm) mensal para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020)



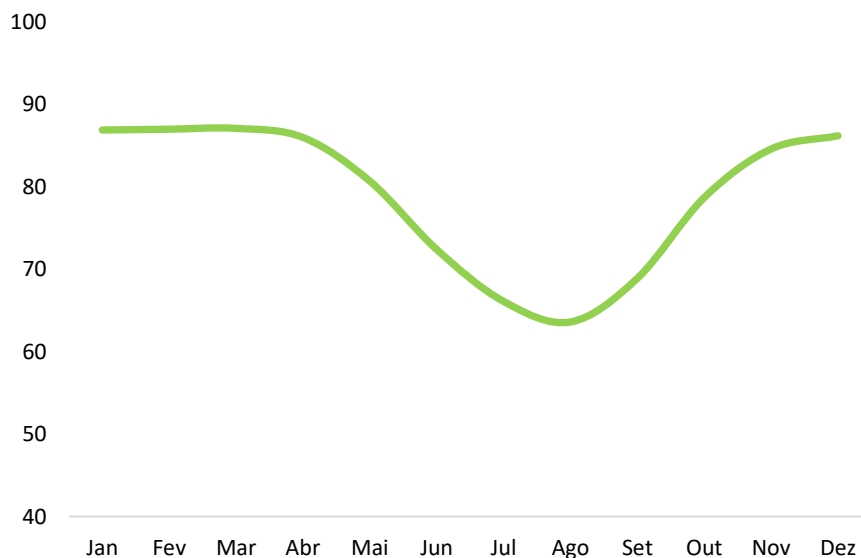
Fatores de mesoescala e macroescala incidem nos valores registrados de precipitação, isto é, o clima ainda que apresente certa constância nas variáveis físicas de tempo meteorológico, também apresenta variabilidades decorrentes da atuação conjunta de sistemas que podem resultar em um ano mais chuvoso e outro ano mais seco. Como os valores de precipitação são baseados em uma média de todos os anos de análise, há anos com valores acima e abaixo da média, o que por si não caracteriza uma mudança no clima, mas sim uma variação.

➤ **Umidade Relativa do Ar**

A variação da umidade relativa do ar na região de inserção do empreendimento mostra um padrão sazonal, acompanhando o regime de chuvas da região. Entre os meses de janeiro e abril, os valores permanecem elevados (entre 86% e 87%), refletindo a intensa precipitação da estação chuvosa. A partir de maio, observa-se uma queda gradual, com reduções mais acentuadas nos meses de junho a setembro, quando a umidade média atinge seus menores índices, chegando a 63,6% em agosto, em plena estação seca. Esse período de baixa umidade está diretamente associado à escassez de chuvas e à maior atuação de sistemas atmosféricos secos. A partir de outubro, há uma recuperação dos valores, que voltam a ultrapassar os 80% em novembro e dezembro, acompanhando o retorno das chuvas. Assim, o comportamento da umidade relativa evidencia a alternância entre o período chuvoso e o seco, sendo um indicador importante das condições climáticas locais.

A Figura 4.5 apresenta as variações de umidade relativa do ar ao longo dos meses.

Figura 4.5 - Umidade Relativa do Ar (%) para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020)



➤ Direção e Intensidade dos Ventos

A Figura 4.6 representa a direção predominante dos ventos, isto é, a angulação na qual os ventos têm origem. Já a Figura 4.7 apresenta o cenário oposto, com a direção resultante dos ventos - o sentido ou destino em direção angular dos ventos. Saber a direção resultante dos ventos é importante para prever e controlar a dispersão de poeira e poluentes, proteger comunidades vizinhas e trabalhadores, orientar medidas como barreiras e horários de operação, e atender às exigências legais, garantindo que os impactos sejam avaliados, minimizados e geridos de forma eficaz. Conforme registros da estação meteorológica automática de Conceição do Araguaia, os ventos na região são tem origem, majoritariamente, de oeste e destinam-se, majoritariamente, para leste.

Figura 4.6 - Direção de Origem dos Ventos da estação meteorológica de Conceição do Araguaia (2009 - 2024)

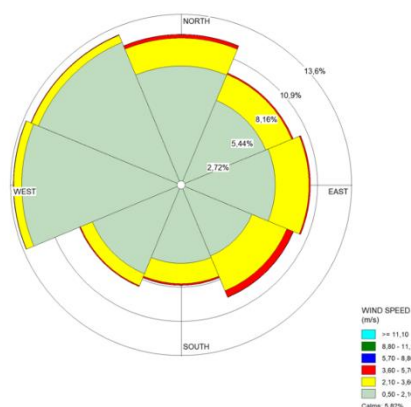
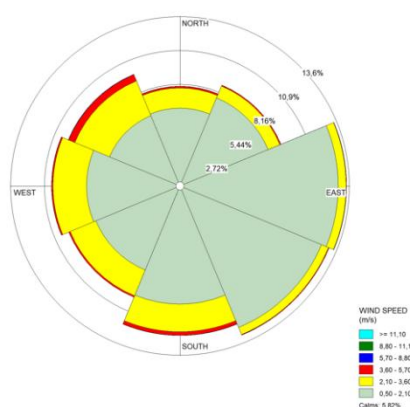


Figura 4.7 - Direção de Destino dos Ventos da estação meteorológica de Conceição do Araguaia (2009 - 2024)



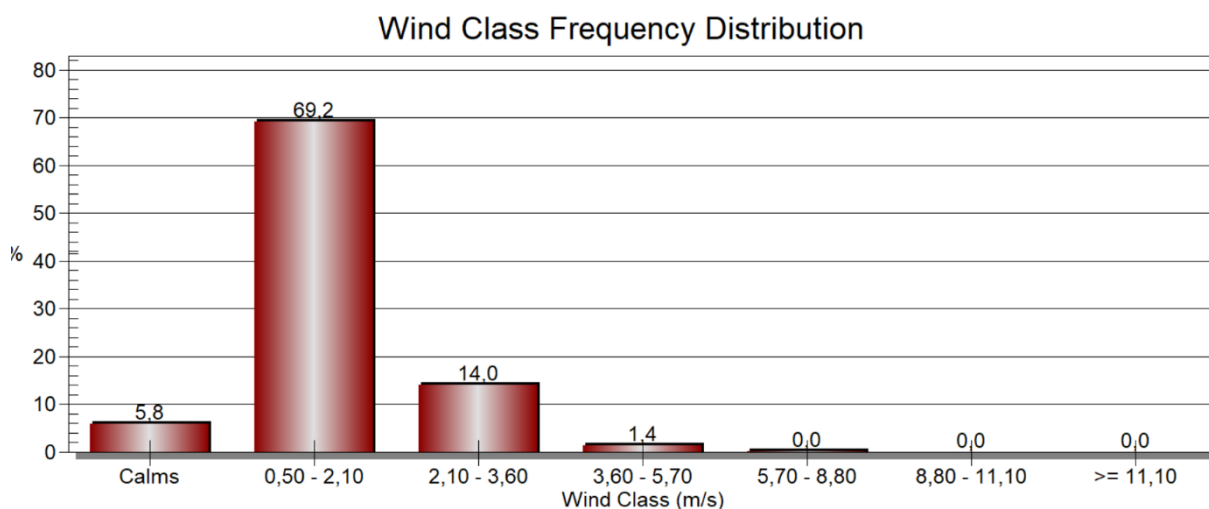
Fonte: elaborado a partir dos dados do INMET (2025)

A rosa dos ventos evidencia que a direção predominante dos ventos em Conceição do Araguaia ocorre a partir dos setores Oeste (W) e Norte (N), seguidos pelos ventos provenientes de Leste (E) e Nordeste (NE), ainda que em menor frequência. O setor Sul apresenta contribuição pouco expressiva. Observa-se que os ventos mais intensos (acima de 3,6 m/s), embora raros, estão associados principalmente às direções Norte e Leste, possivelmente em períodos relacionados à atuação do regime chuvoso.

Esse padrão indica que, sob a ótica ambiental, a dispersão de poeira e poluentes tende a acompanhar a direção predominante dos ventos (Oeste → Leste/Norte), embora com alcance limitado devido à baixa velocidade média registrada.

A análise da frequência de velocidades dos ventos em Conceição do Araguaia demonstra que os ventos predominam em faixas de baixa a moderada intensidade. A maior parcela dos registros concentra-se entre 0,5 e 2,1 m/s e 2,1 a 3,6 m/s, enquanto velocidades superiores a 3,6 m/s são menos recorrentes. Este padrão caracteriza a região como de ventos predominantemente fracos, o que implica em uma capacidade reduzida de dispersão de poluentes atmosféricos. Além disso, cerca de 5,82% dos registros correspondem a condições de calmaria, reforçando a ocorrência de períodos de atmosfera estável, nos quais há maior propensão ao acúmulo de poeira e partículas em suspensão.

Figura 4.8 - Frequência anual média de distribuição da intensidade dos ventos (m/s) para a estação meteorológica de Conceição do Araguaia (2009 - 2024)



Fonte: elaborado a partir de dados do INMET (2025)

➤ Insolação

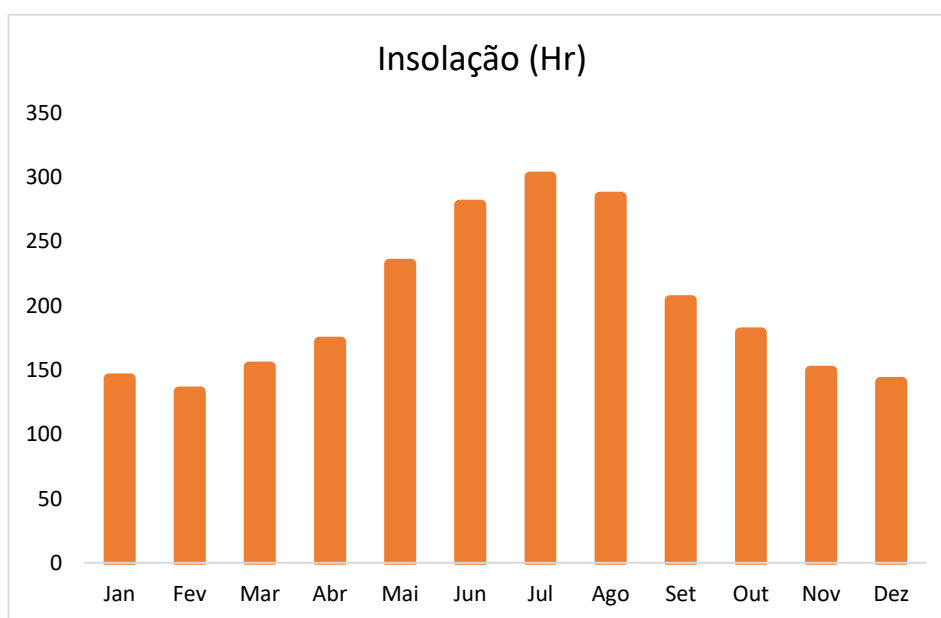
O regime de insolação na região de inserção do empreendimento apresenta forte sazonalidade, variando de 133,3 h em fevereiro a 300,6 h em julho. Os menores valores concentram-se entre novembro e abril, período chuvoso marcado pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e elevada nebulosidade, que limitam a incidência de radiação solar direta.

Já entre maio e setembro, correspondente à estação seca, registram-se os maiores totais, com destaque para os meses de junho a agosto, quando a redução da cobertura de nuvens favorece maior disponibilidade de energia solar.

Esse comportamento reflete o padrão climático típico da região sul do Pará, no qual a oscilação anual da ZCIT e os sistemas atmosféricos associados determinam a distribuição da insolação. Assim, a região apresenta um regime de radiação solar bem definido, com menor disponibilidade no período úmido e máximos expressivos durante a seca, o que influencia diretamente o balanço energético local e a dinâmica ambiental da área de estudo.

A a seguir apresenta as variações de insolação ao longo dos meses.

Figura 4.9 - Insolação (Hr) para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020)



➤ Evaporação

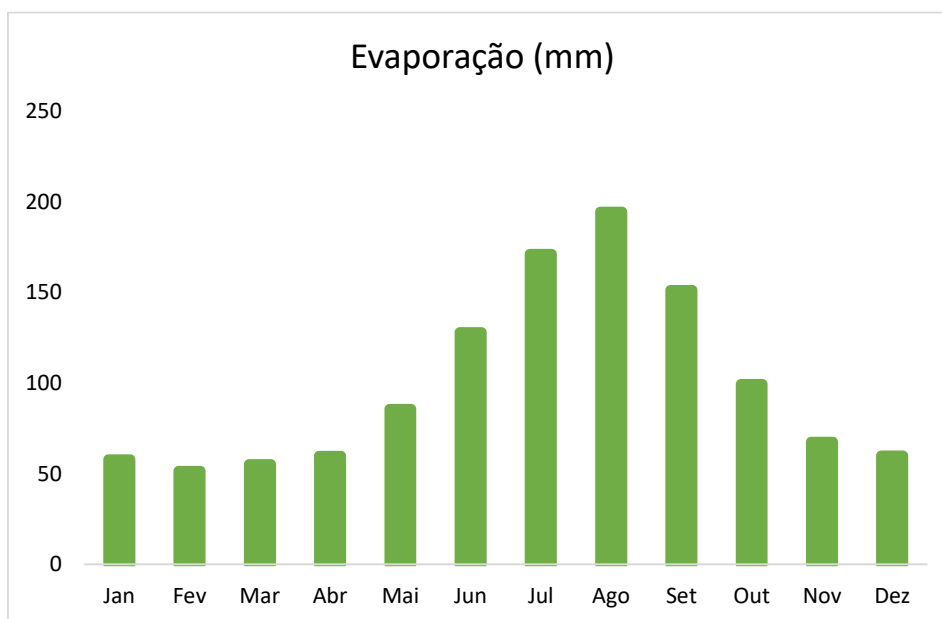
A evaporação na região de inserção do empreendimento também apresenta regime de variação sazonal, assim como outros elementos climáticos locais. Durante o período chuvoso (novembro a abril), os valores são mais baixos, variando entre 51,6 mm em fevereiro e 60,1 mm em dezembro, devido à elevada nebulosidade, maior umidade relativa do ar e menor disponibilidade de energia solar. Com a transição para a estação seca, há incremento expressivo, alcançando 85,8 mm em maio e ultrapassando 128,1 mm em junho.

Os máximos ocorrem nos meses mais secos, especialmente em julho (171,4 mm) e agosto (194,6 mm), quando a menor cobertura de nuvens, maior insolação e baixa umidade relativa favorecem a intensificação do processo de evaporação. A partir de setembro, observa-se declínio progressivo, acompanhando o retorno das chuvas e da nebulosidade. Esse

comportamento reflete a forte influência da sazonalidade regional, com maior perda hídrica por evaporação no período seco e redução significativa no período úmido, condicionando a dinâmica hídrica e ambiental da área de estudo.

A a seguir apresenta as variações de insolação ao longo dos meses.

Figura 4.10 - Evaporação (mm) para a região do projeto de acordo com a Normal Climatológica (1991 - 2020)



4.1.2. Geologia Regional e Local

4.1.2.1. Caracterização Regional

A área do empreendimento está localizada no Cráton Amazônico, uma unidade geotectônica caracterizada por estabilidade desde o Neoproterozóico. Esse cráton é delimitado a oeste pelo Sistema Orogênico do Tocantins, a nordeste por uma porção menor da Província Margem Continental Equatorial e, nas demais direções, por coberturas sedimentares fanerozóicas periandinas.

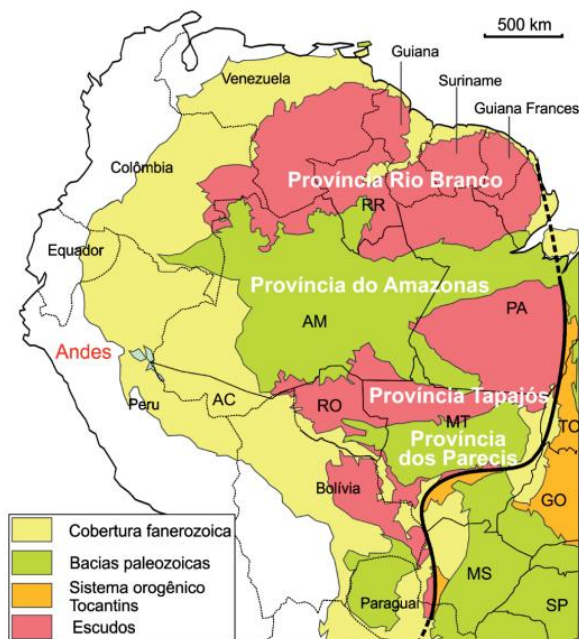
O Cráton Amazônico apresenta uma compartimentação geotectônica regional, e a área do empreendimento insere-se no Domínio Tectônico Rio Maria, conforme classificação da (Vasquez & Rosa-Costa, 2008, citado em BEMISA, 2017).

O Domínio Rio Maria está localizado mais ao Sul da Província Mineral Carajás, sendo composto por terrenos do tipo granitóide-greenstone, com idades variando entre 3,05-2,85 Ga.

➤ **Constituição Geológica Do Setor Rio Maria**

O setor Rio Maria, conforme ilustrado na Figura 4.11, é composto por diversas unidades geológicas, organizadas a seguir em ordem decrescente de idade, com base em suas características litoestratigráficas e idades estimadas.

Figura 4.11 - Províncias Tapajós e Rio Branco. Elas representam as porções do Cráton Amazônico que tem conexão sob as coberturas fanerozóicas desde a Venezuela até o Paraguai



Fonte: HASUI, Yociteru (2020).

As unidades arqueanas da região são caracterizadas por rochas metavulcanossedimentares, frequentemente associadas a greenstone belts, com metamorfismo variando de baixo a médio grau. Essas unidades incluem o Supergrupo Andorinhas, que compreende, na sua base, o Grupo Babaçu, formado por dunitos, peridotitos, piroxenitos, formações ferríferas bandadas (BIFs), metabasaltos, talco-xistos, metatufos e metapelitos, e, na porção superior, o Grupo Lagoa Seca, composto por metassiltitos, metagrauvacas, metacherts, BIFs e metavulcanitos. Essas unidades são circundadas por rochas gnáissicas ou intrudidas por granitoides arqueanos, refletindo a complexa evolução tectônica da região.

O Grupo Gradáus, datado em aproximadamente 3.000 Ma, abrange uma diversidade litológica que inclui metagabros, serpentinitos, metatufos, formações ferríferas bandadas (BIFs) e metassedimentos detríticos e químicos. Já a Serra de Inajá é composta por várias formações: a Formação Morada da Prata, com idade inferior a 2.960 Ma, constituída por filitos, metarenitos, filitos carbonosos, metassiltitos, BIFs e metavulcanitos; a Formação Quixadá, datada em 2.990 Ma, formada por metabasaltos, anfíbolitos, xistos ultramáficos, metaperidotitos,

metapiroxenitos e BIFs; a Formação Lagoa Seca, com idades entre 2.980 e 2.900 Ma, composta por metassiltitos, metagrauvacas, metacherts, BIFs e metavulcanitos; e a Formação Tucumã, datada em 2.810 Ma, que inclui metavulcanitos ultramáficos com textura spinifex, rochas máficas e félsicas, quartzitos, xistos, filitos e BIFs. A Formação Sapucaia, por sua vez, é composta por metassedimentos detríticos e químicos, evidenciando ambientes deposicionais variados.

As unidades máfico-ultramáficas da região incluem a Suíte Serra Azul, com idade de 2.970 Ma, formada por dunitos, piroxenitos, peridotitos, serpentinitos, gabros e anortositos, e a Suíte Guará-Pará, composta por gabros, dunitos, peridotitos e serpentinitos. Essas unidades refletem processos magmáticos associados à formação do embasamento arqueano, com mineralizações potencialmente econômicas em elementos como níquel e cromo.

As unidades granitoides e gnáissicas do tipo TTG (tonalito-trondhjemitito-granodiorito) são representadas por várias suítes. A Suíte Arco Verde, com idades entre 2.990 e 2.960 Ma, é composta por tonalitos e trondhjemitos parcialmente foliados. A Suíte Mata Surrão, datada entre 2.970 e 2.880 Ma, é formada por monzogranitos. A Suíte Caracol, com idade de 2.950 Ma, inclui tonalitos e trondhjemitos, enquanto a Suíte Guarantã, datada em 2.930 Ma, é constituída por monzogranitos. A Suíte Rio Maria, com 2.870 Ma, abrange granodioritos e monzogranitos pouco foliados, e a Suíte Mogno, da mesma idade, inclui trondhjemitos, granodioritos e tonalitos. A Suíte Cumaru, datada em 2.820 Ma, é formada por granodioritos pouco foliados, enquanto as suítes Parazônia, Xinguara e Água Fria, todas com cerca de 2.860 Ma, incluem tonalitos, granodioritos, leucomonzogranitos e leucossienogranitos. A Suíte Rancho de Deus é composta por leucomonzogranitos e granodioritos, completando o conjunto de unidades plutônicas arqueanas.

As unidades sedimentares arqueanas e paleoproterozóicas incluem a Formação Gorotire, com idades entre 2.030 e 1.600 Ma, composta por arenitos, arcóseos, conglomerados e grauvacas, depositados em ambientes continentais. O Grupo Gemaque abrange a Formação Cachoeirinha, constituída por siltitos, argilitos, arenitos finos, folhelhos escuros na base, calcários e cherts no topo, depositados em ambientes lacustre e marinho raso, e a Formação Fazenda São Roque, formada por arenitos, grauvacas, conglomerados, brechas e folhelhos. O Grupo Rio Fresco inclui a Formação Naja, composta por folhelhos e argilitos carbonosos, siltitos, arenitos, carvão antracítico e betuminoso, e a Formação Tocandera, formada por arenitos, grauvacas, siltitos, folhelhos, cherts e conglomerados, refletindo ambientes deposicionais variados.

As unidades magmáticas anorogênicas do tipo A são representadas pela Suíte Jamon, datada em 1.880 Ma, que compreende os corpos Banach, Cachoeirinha, Gradfaús, Jamon, Manda Sai,

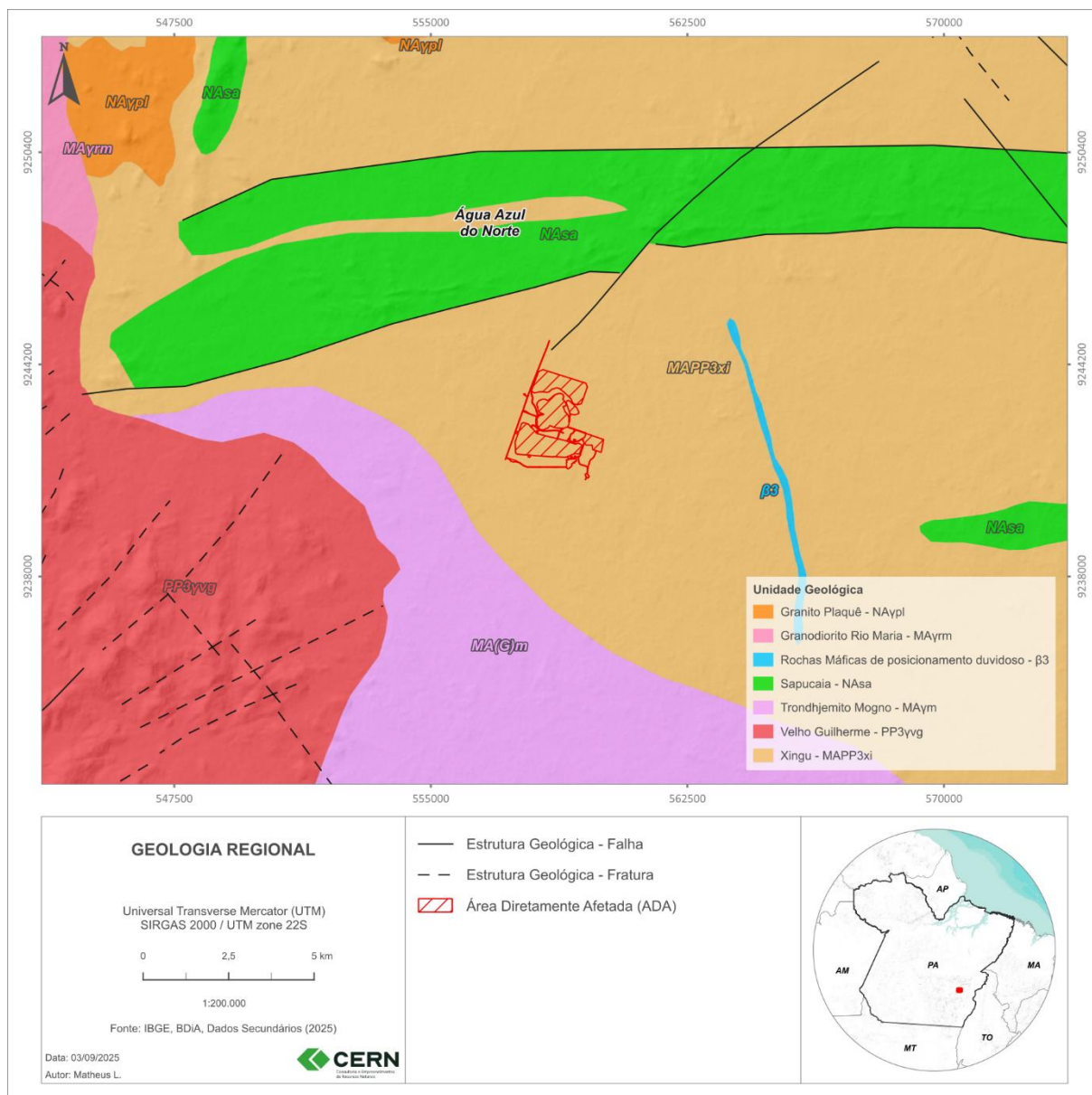
Musa, Redenção, São João e Seringa. Essa suíte é formada por sienogranitos e monzogranitos, parcialmente rapakivíticos, além de diques de diabásio, indicando magmatismo intrusivo em contexto anorogênico.

No Neoproterozóico, a Formação Couto Magalhães é constituída por argilitos e arenitos, pertencentes a lascas do Cinturão Orogênico Araguaia. Essas rochas apresentam metamorfismo incipiente ou ausente e foram empurradas de sudeste para noroeste sobre a borda do Cráton Amazônico, evidenciando a tectônica compressiva associada à formação do cinturão orogênico.

➤ **Constituição Geológica Do Domínio Carajás**

A primeira referência oficial às rochas do Grupo Sapucaia deve-se a Hirata *et al.*, (1982), que descreveram metaperidotitos (talco-tremolita-clorita xistos) com textura spinifex. A denominação formal para o Grupo Sapucaia foi dada aos conjuntos de metamafitos, metaultramafitos e metassedimentares, com paragênese diagnosticada da fácies xisto verde, que compõem segmentos de rochas supracrustais caracterizados como greenstone belt retrabalhados em regime de cisalhamento dúctil no final do Arqueano (DOCEGEO 1988, Costa *et al.* 1994). A ausência de dados radiométricos desta unidade impede o seu posicionamento geocronológico, mesmo que seja tentativamente integrada ao Supergrupo Andorinhas (DOCEGEO 1988). Embora seja admitido que faça parte do Domínio Rio Maria (Vasquez *et al.* 2008), são encontradas no Subdomínio de Transição rochas supracrustais deformadas e metamorfizadas que são tentativamente correlacionadas a este grupo geralmente formando pequenos corpos orientados em meio aos granitoides mesoarqueanos, necessitando assim de estudos mais detalhados para definir sua natureza e posicionamento estratigráfico. Na porção sul do Domínio Carajás afloram corpos alongados de direção E-W descritos como rochas de alto grau metamórfico do Ortogranulito Chicrim-Cateté (Figura 4.12).

Figura 4.12 - Mapa geológico Regional



➤ Características estruturais

A foliação mais proeminente nas rochas TTG é do tipo espaçada, composicional e bandada, caracterizada pela alternância de bandas quartzo-feldspáticas e níveis enriquecidos em minerais máficos. Essa foliação é sobreposta por uma foliação contínua, delineada pela orientação preferencial de micas e agregados quartzo-feldspáticos deformados. Nas zonas de alta deformação (DAD), desenvolve-se uma foliação milonítica, marcada por porfiroclastos imersos em uma matriz fina de quartzo, feldspatos e micas, com cinemática predominantemente sinistral. Essa foliação é espaçada e anastomótica. Lineações de estiramento, quando presentes, variam de subverticais a sub-horizontais, definidas por agregados quartzo-feldspáticos.

O bandamento composicional é frequentemente constituído por dobras centimétricas, associadas a bandas de cisalhamento. Dobras de maior complexidade ocorrem nas zonas de contato com intrusões leucograníticas, relacionadas a processos de migmatização e à presença de veios pegmatíticos. Dobras simétricas intrafoliais são raras. Bandas de cisalhamento dúcteis, com espessuras centimétricas e dimensões métricas, ocorrem de forma isolada ou em parte conjugados, exibindo deslocamentos sinistrais ou dextrais em planos subverticais com movimentação sub-horizontal.

Na porção central da área, a crosta TTG apresenta feições magmáticas preservadas, associadas ao bandamento composicional, e é seccionada por intrusões leucograníticas restritas. As foliações apresentam direções predominantes E-W e NE-SW, com mergulhos para norte. Lineações de estiramento mineral, visíveis em foliações de alto ângulo, mergulham para norte. A foliação tectônica contínua é subparalela ao bandamento e aos planos axiais das dobras.

Nas porções oeste e leste, as rochas TTG são cortadas por um dique anfibolítico de orientação NNE e por intrusões leucograníticas que geram feições de migmatização nas rochas encaixantes. As foliações apresentam arranjo heterogêneo, com quatro grupos principais de orientações:

- E-W: Mergulhos moderados a subverticais para norte e sul
- NE-SW: Mergulhos para NW, com lineações de estiramento para N-NNE
- NW-SE: Mergulhos moderados a subverticais para SW e NE
- N-S: Mergulhos moderados a subverticais leste e oeste.

Essa descrição reflete a complexidade estrutural e a evolução tectônica da crosta TTG de Água Azul do Norte, conforme descrito por Santos *et al.* (2001).

4.1.2.2. Caracterização Local

A caracterização geológica da área do projeto baseou-se em dados de estudos prévios conduzidos pela CERN no âmbito do Projeto Água Azul - 200 KTA - Alvo Abelhas, devido à sua proximidade com a área do empreendimento. Esses dados foram complementados por observações realizadas durante atividades de campo em 2025, voltadas à avaliação do potencial espeleológico e hídrico, com o objetivo de aprimorar o entendimento do contexto geológico local.

A área apresenta afloramentos rochosos escassos, com predominância de campos de blocos e fragmentos de rochas dispostos de forma aleatória sobre o solo. Apesar da limitação de afloramentos bem preservados, a investigação geológica foi realizada por meio da análise de

blocos rochosos, sondagens diamantadas e observações de solos intemperizados, padrões de drenagem e, mais raramente, lajedos expostos (Figura 4.13).

Figura 4.13 - Blocos rolados observados durante as atividades de campo realizadas em 2025.



O mapeamento geológico revelou a presença de rochas granodioríticas e gabróicas, afetadas por zonas de cisalhamento com orientação NW-SE e submetidas a intensa alteração hidrotermal. Esses processos geraram granitos potassificados, gabros cisalhados, hidrotermalitos, rochas metamáficas e veios de quartzo. Essas unidades cortadas por basaltos e veios pegmatíticos, que apresentam disposição irregular, variando entre concordante com a estruturação principal e discordante, especialmente nos basaltos.

A seguir, são apresentadas as litologias identificadas durante as atividades de campo, com destaque para suas principais características mineralógicas e estruturais.

Metagranodiorito: constitui a unidade litológica dominante na área, apresentando deformação variável com feições que variam de protomiloníticas a miloníticas e granulação média a grossa. Mineralogicamente, é composto por plagioclásio, quartzo, feldspato potássico, com fases máficas representadas por anfibólio e biotita, além de minerais de alteração como sericita, clorita, epidoto, quartzo e sulfetos, a unidade é cortada por veios quartzo-feldspáticos (Figura 4.14).

Foi mapeado um único afloramento de metagrodiorito, caracterizado por coloração esverdeada, intensa cloritização, cisalhamento e foliação. A foliação varia entre N35W/80SW e N55W/subvertical, com lineação de estiramento orientada a 308°/15°. Em função da intensa deformação cisalhante a rocha perdeu sua trama original, no entanto, foi pouco transformada em sua química e mineralogia, guardando resquícios texturais e composicionais dos granodiorito.

Figura 4.14 - Aspecto do metagranodiorito. A) Visão Macroscópica de campo. B) Visão do testemunho de sondagem



Granito potassificado: ocorre como corpos alongados, orientados na direção NW-SE, resultantes da alteração hidrotermal do metagranodiorito, previamente descrito. Caracteriza-se por intensa alteração potássica, evidenciando um halo de alteração pronunciado próximo a zonas de cisalhamento associadas à circulação de fluidos hidrotermais. Essas rochas apresentam deformação variável, com feições que vão desde foliação incipiente até estruturas miloníticas. Possuem granulação média a grossa, são levemente magnéticas e têm composição mineralógica composta por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita, com ocorrência ocasional de sericita, hematita, clorita e magnetita (Figura 4.15).

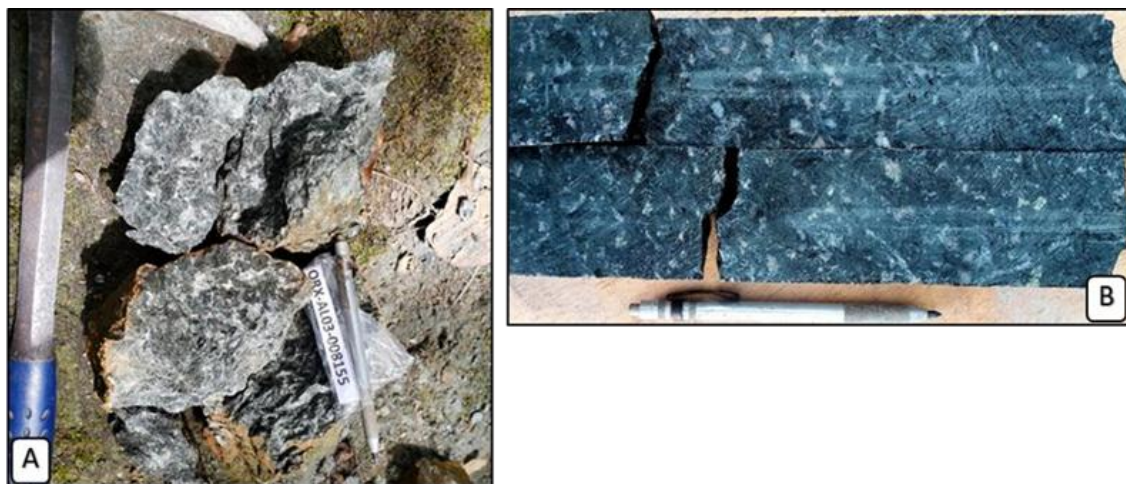
Figura 4.15 - Aspecto do granito potássico. A) Visão Macroscópica de campo. B) Visão do testemunho de sondagem



Gabro: Rochas predominantemente isotrópicas em áreas de relevo arrasado. Apresentam textura equigranular grossa, com composição mineralógica dominada por anfibólio, piroxênio, plagioclásio e quartzo. As fases ferro-magnesianas mostram alteração para clorita e carbonatos. Quando afetados por zonas de cisalhamento, os gabros exibem mudanças abruptas em suas características texturais e estruturais, desenvolvendo intensa deformação com feições

miloníticas. Nessas zonas, servem como conduto para veios de pegmatito e quartzo, que podem ou não conter sulfetos e mineralizações de ouro (Figura 4.16).

Figura 4.16 - Aspecto do gabro. A) Visão Macroscópica de campo. B) Visão do testemunho de sondagem



Basalto: Apresenta morfologia marcada por morrotes alinhados na direção Leste-Oeste. Ocorre principalmente na forma de diques, que cortam e truncam as demais unidades geológicas. Suas características petrográficas incluem coloração verde-escura, textura afanítica com grãos finos e homogêneos, forte magnetismo e, em alguns casos, amígdalas preenchidas por carbonato. Esses diques são frequentemente cortados por vênulas de carbonato e clorita, evidenciando processos de alteração hidrotermal (Figura 4.17).

Figura 4.17 - Aspecto do Basalto. A) Visão Macroscópica de campo mostrando textura afanítica. B) Visão do testemunho de sondagem



Veios de quartzo e pegmatitos: Os veios de quartzo são frequentes na área de estudo, predominantemente na forma de blocos rolados. Foram identificadas quatro variedades distintas de veios de quartzo, diferenciadas por suas características texturais, estruturais e composicionais:

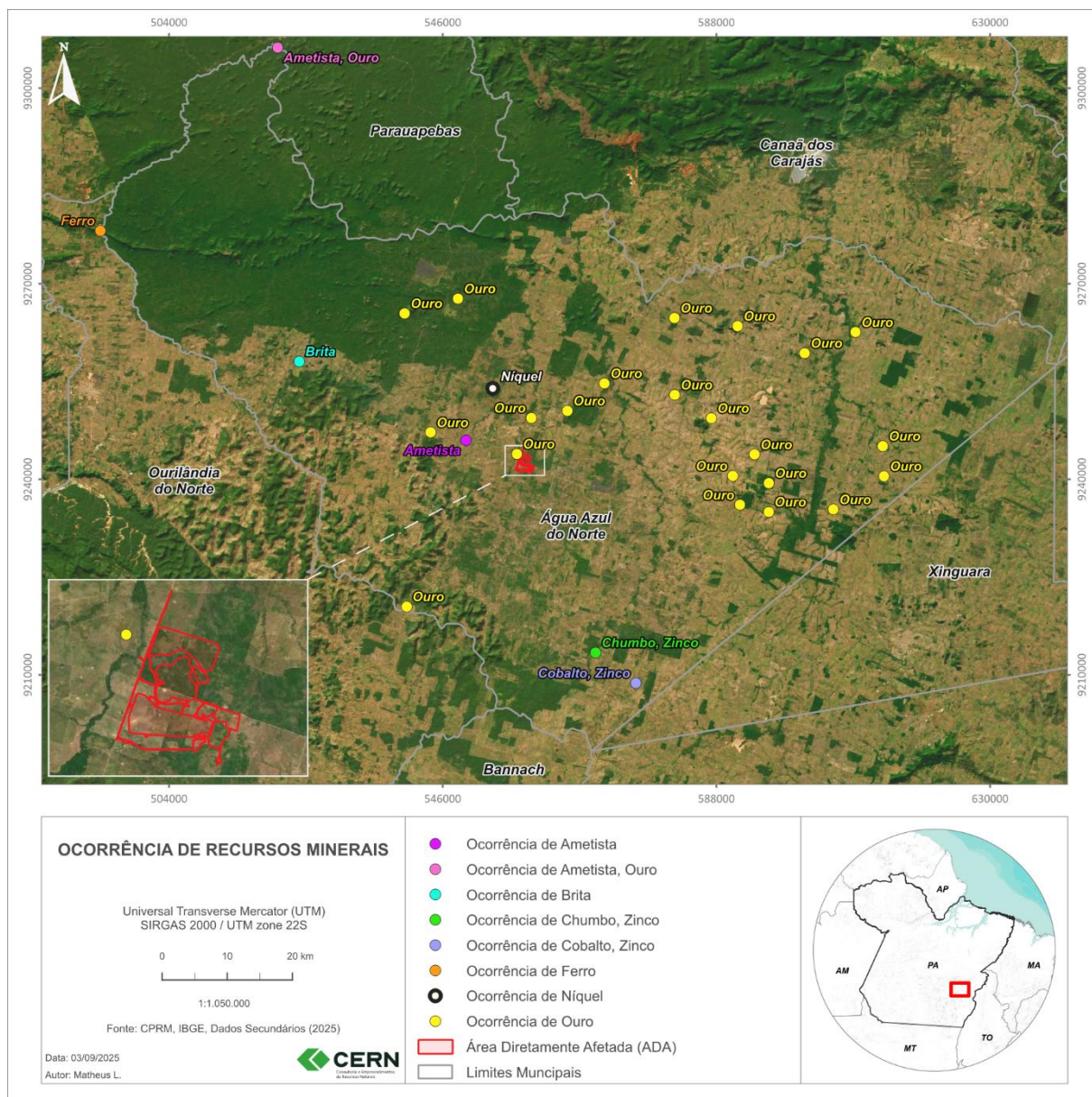
- **VQZ-1 (Tipo 1):** Variedade dominante, caracterizada por coloração esbranquiçada, textura maciça e rara presença de mica branca e finos sulfetos (pirita);
- **VQZ-2 (Tipo 2):** Associado a zonas de cisalhamento, apresenta-se com textura estirada, evidências de recristalização, coloração esbranquiçada e presença de finos sulfetos;
- **VQZ-3 (Tipo 3):** Caracterizado por textura maciça, ocasionalmente sacaroidal, e coloração vermelho-esbranquiçada devido à hematitização intensa, com estruturas tipo *boxworks* resultantes do intemperismo de pirita. Esta fase é a principal hospedeira de mineralização, com elevados teores de ouro (até 373,45 g/t Au, com 14 pintas de ouro nativo observadas em amostra de mão) e tungstênio (associado à scheelita, CaWO_4);
- **VQZ-4 (Tipo 4):** Menos comum, com textura maciça, coloração cinza-esbranquiçada (esfumaçada) e ocorrências pontuais de pirita (Py) e calcopirita (Cpy). Apesar de sua baixa representatividade, apresenta teores significativos de Au e W, sendo um importante hospedeiro de minério.

Já os veios de pegmatitos foram registrados também em blocos rolados esparsos. Estudos geológicos recentes (Gabriel *et al.*, 2012) classificaram esta unidade como pertencente ao Granodiorito Água Azul, anteriormente atribuído ao Complexo Xingu.

➤ **Potencial Mineral**

O Domínio Tectônico Rio Maria, no sul da província, é caracterizado por terrenos granito-greenstone belt de idades entre 3,05-2,85 Ga, incluindo sequências metavulcanossedimentares, suítes máfico-ultramáficas e granitoides TTG (tonalito-trondhjemitó-granodiorito). Esses elementos geológicos controlam a mineração, com depósitos frequentemente relacionados a zonas de cisalhamento, intrusões magmáticas e processos hidrotermais. A Figura 4.18 a seguir apresenta os principais potenciais minerais presentes na região da área de estudo.

Figura 4.18 - Principais potenciais minerais presentes na região da área de estudo



Ouro (Au) - O ouro é um dos metais mais explorados na região, com depósitos orogênicos relacionados a zonas de cisalhamento em terrenos granito-greenstone belt, além de ocorrências em sistemas IOCG (iron oxide-copper-gold). No Domínio Rio Maria, a mineralização aurífera é comum em veios de quartzo associados a greenstone belts arqueanos, com potencial mapeado para depósitos orogênicos. Esses depósitos estão correlacionados às unidades arqueanas metavulcanossedimentares, como o Supergrupo Andorinhas (incluindo Grupos Babaçu e Lagoa Seca), que compreendem metabasaltos, anfíbolitos, xistos ultramáficos, BIFs (formações feríferas bandadas) e metassedimentos.

Prata (Ag) - É tipicamente um subproduto em depósitos IOCG e Au-PGE (platina-group-elements), sem depósitos primários dedicados na região. Está associada a mineralização epigenética em sedimentos hospedeiros, como no depósito Serra Pelada (Au-PGE-Ag), hospedados em formações sedimentares paleoproterozóicas. Correlaciona-se com unidades sedimentares como o Grupo Gemaque (Formação Cachoeirinha, com siltitos e calcários) e Grupo Rio Fresco, onde fluidos hidrotermais enriquecem Ag em associação com Cu-Au.

4.1.3. Aspectos Geomorfológicos

4.1.3.1. Aspectos Regionais

De acordo com o mapeamento geomorfológico regional (IBGE, 2019), o Projeto Água Azul - Fase Industrial apresenta suas áreas inseridas no Domínio dos Crátons Neoproterozóicos, na região de Depressões da Amazônia Meridional, tendo como unidade geomorfológica local a Depressão do Médio Xingu, conforme apresentado no Quadro 4.4 a seguir.

Quadro 4.4 - Classificação geomorfológica regional

Domínio Morfoestrutural	Região Geomorfológica	Unidade Geomorfológica
Crátons Neoproterozóicos	Depressões da Amazônia Meridional	Depressão do Médio Xingu

Fonte: IBGE, 2019

Os Domínios Morfoestruturais compreendem os maiores táxons na compartimentação do relevo. Ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas. Esses fatores, sob efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, geraram amplos conjuntos de relevos com características próprias, cujas feições embora diversas, guardam, entre si, as relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram. Regionalmente, o empreendimento está inserido no Domínio dos Crátons Neoproterozóicos que é composto por Planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas, tendo como embasamento metamorfitos e granitoides associados e incluindo como cobertura rochas sedimentares e/ou vulcano-plutonismo, deformados ou não (IBGE, 2019).

As Regiões Geomorfológicas constituem o segundo nível hierárquico da classificação do relevo. Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.

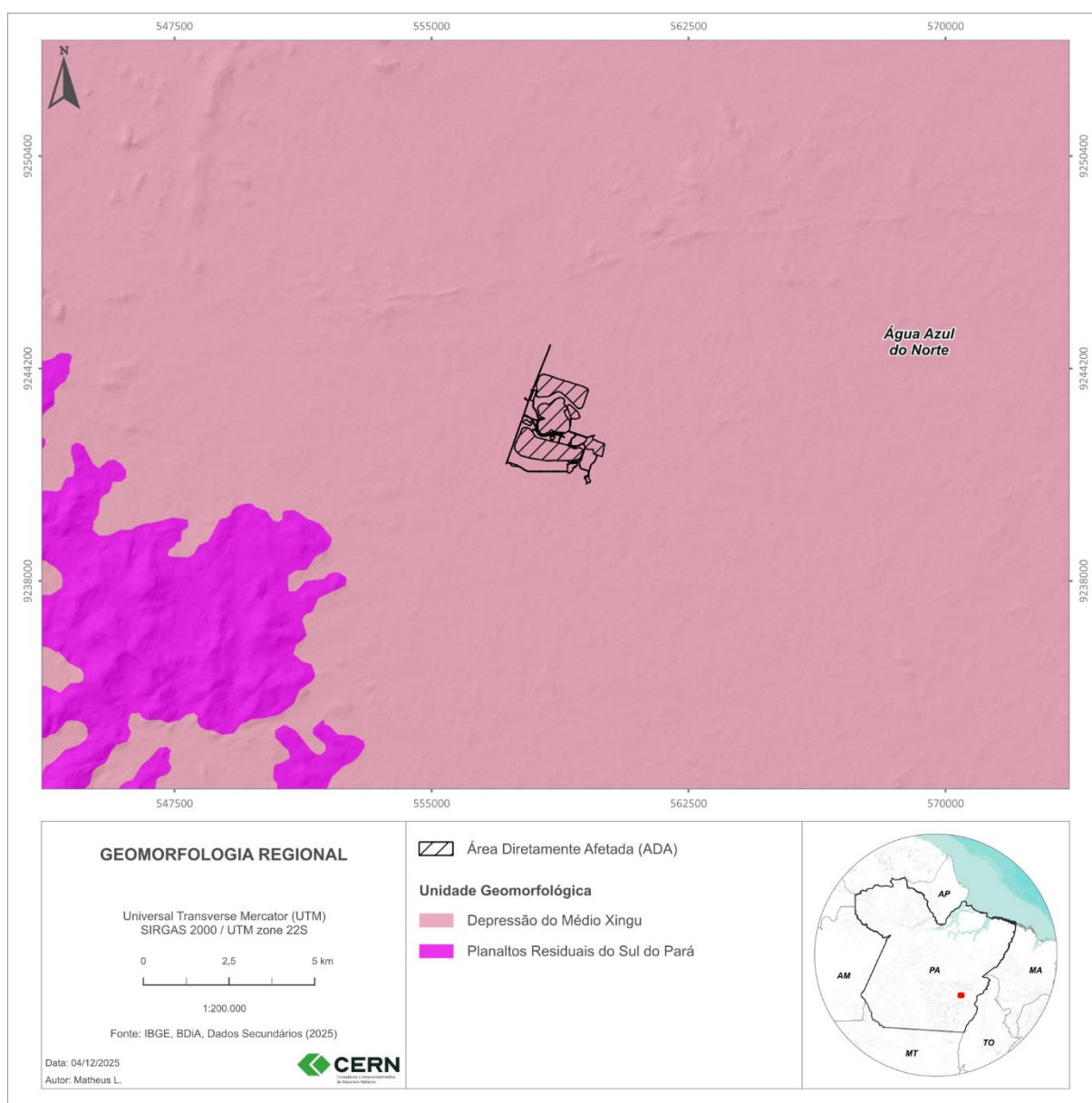
Na sua identificação, também são consideradas, além dos aspectos mencionados, sua distribuição espacial e sua localização geográfica, em consonância com algumas regiões classicamente reconhecidas.

Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas.

4.1.3.2. Aspectos Locais

Conforme mencionado, o empreendimento está inserido na unidade geomorfológica Depressão do Médio Xingu, conforme apresentado na Figura 4.19.

Figura 4.19 - Compartimentação geomorfológica na área do empreendimento

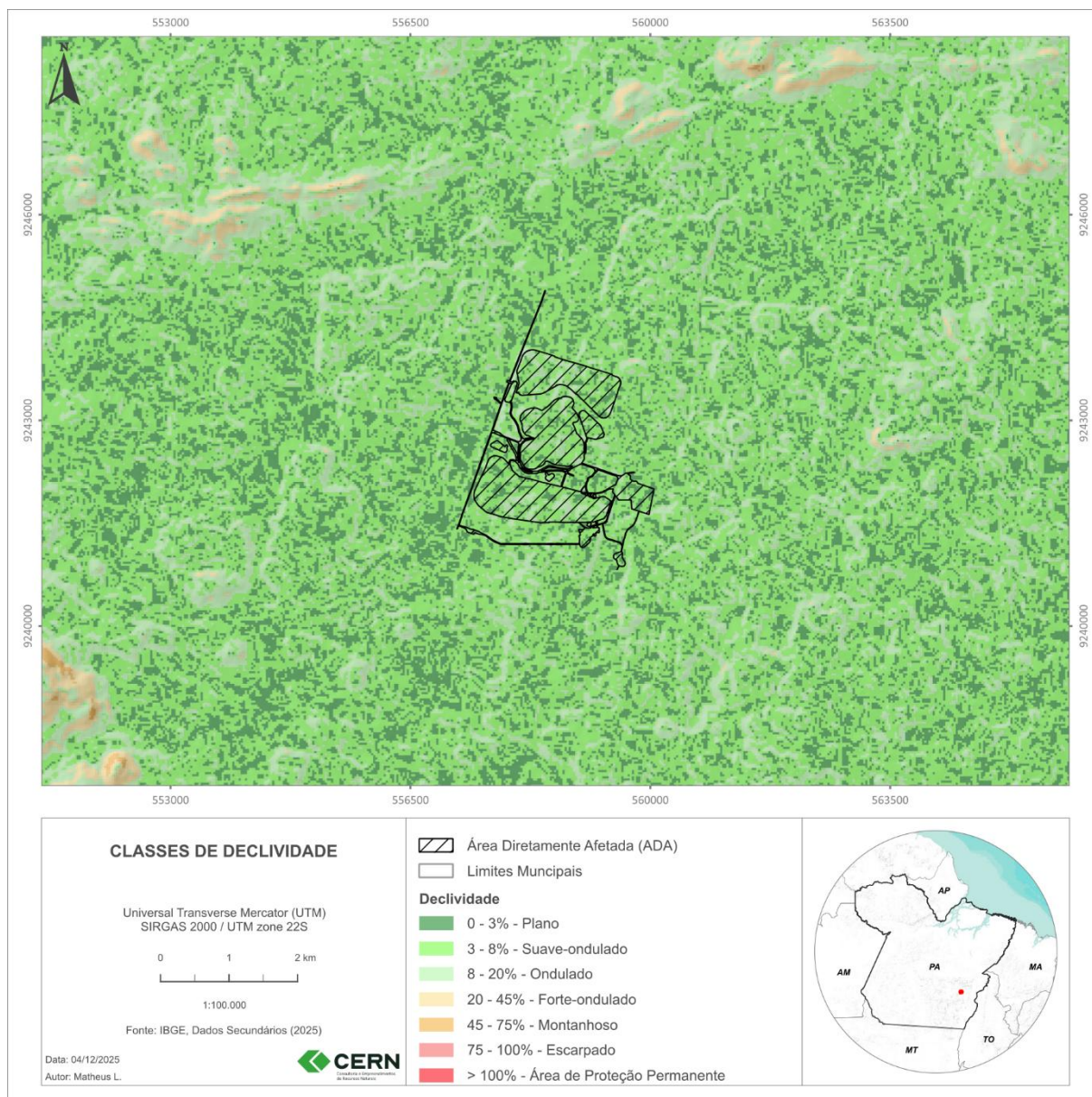


A Depressão do Médio Xingu apresenta relevo marcado por dissecação diferencial tabular, fortemente controlada pela tectônica e pela litologia. Nessa unidade geomorfológica

predominam formas tabulares, rampas suavemente inclinadas e lombadas esculpidas em rochas sedimentares e cristalinas. O modelado resulta em vales rasos, com vertentes de baixa a média declividade e variação no aprofundamento das incisões e na densidade da drenagem (IBGE, 2010).

As classes de declividade da ADA (Figura 4.20) apresentam variações que influenciam diretamente o uso e a ocupação do solo. As áreas classificadas como planas (0-3%) caracterizam-se por superfícies praticamente horizontais, com baixa suscetibilidade à erosão e alta aptidão para diferentes usos, incluindo atividades agrícolas e instalação de estruturas. Já as áreas de relevo suave ondulado (3-8%) possuem leves inclinações, o que exige atenção quanto ao manejo do solo, mas ainda apresentam baixa limitação para uso agrícola e implantação de empreendimentos. Por fim, o relevo ondulado (8-20%) apresenta inclinações mais acentuadas, aumentando a suscetibilidade a processos erosivos, de modo que o uso deve ser condicionado a práticas conservacionistas e técnicas de manejo adequadas, a fim de minimizar impactos ambientais. Por fim, a partir da figura representativa da declividade, não são observadas outras classes de declividade na ADA do empreendimento.

Figura 4.20 - Classes de declividade presentes na região de inserção do empreendimento



4.1.4. Aspectos Espeleológicos

4.1.4.1. Aspectos Regionais

Grande parte do território brasileiro é composto por terrenos propícios à ocorrência de ambientes cársticos em diferentes litologias. Conforme Piló e Auler (2011), apesar de o potencial espeleológico brasileiro situar-se na faixa de algumas centenas de milhares de cavernas, menos de 5% das cavidades naturais subterrâneas brasileiras são conhecidas.

Cerca de 90% das cavernas reconhecidas em todo o mundo desenvolvem-se em rochas carbonáticas. No Brasil, no entanto, devido a fatores ainda pouco conhecidos, mas seguramente envolvendo variáveis geomorfológicas e climáticas, arenitos e quartzitos são também muito

susceptíveis a formação de cavernas. Mais recentemente, a constatação de que áreas de minério de ferro e canga são extremamente favoráveis à formação de cavernas, adicionou mais um componente ao mosaico espeleológico brasileiro. Ocorrem também, embora em menor escala, cavernas em granito, gnaiss, rochas metamórficas variadas como micaxistos e filitos, além de coberturas de solos (Piló & Auler, 2011).

Diante deste variado cenário, foi elaborado a proposta de classificação de potencialidade espeleológica feita pelo CECAV, de acordo com os trabalhos de Piló & Auler (2011) e Jansen (2012).

O critério de potencial espeleológico foi criado para indicar áreas prioritárias para a realização de estudos e conservação, e inicialmente foi condicionado apenas à quantidade de ocorrências relacionadas a cada tipo de rocha. Diante de um aumento considerável do registro de ocorrências de cavidades em litologias que até então não eram consideradas como propícias à espeleogênese e diante da necessidade de aprimoramento da gestão do patrimônio espeleológico, houve o aprimoramento da metodologia para a estimativa do potencial de ocorrência de cavidades no Brasil.

Considerando as informações relativas à localização das principais regiões cársticas brasileiras; ao mapa geológico do Brasil elaborado pelo CPRM (com ênfase nos campos "Litologia1", "Litologia2" e "Nome da Unidade", da tabela de atributos) e aos dados geoespecializados de cavernas disponibilizadas pelo CECAV e ainda através de revisões bibliográficas, foi aprimorada a metodologia que estabelece o grau de potencialidade de ocorrência de cavernas e foram determinadas cinco classes de potencialidade, quais sejam: “Muito Alto”; “Alto”; “Médio”; “Baixo”; e “Ocorrência Improvável” (Jansen, 2012), conforme mostrado no Quadro 4.5 a seguir.

Quadro 4.5- Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil de acordo com a litologia

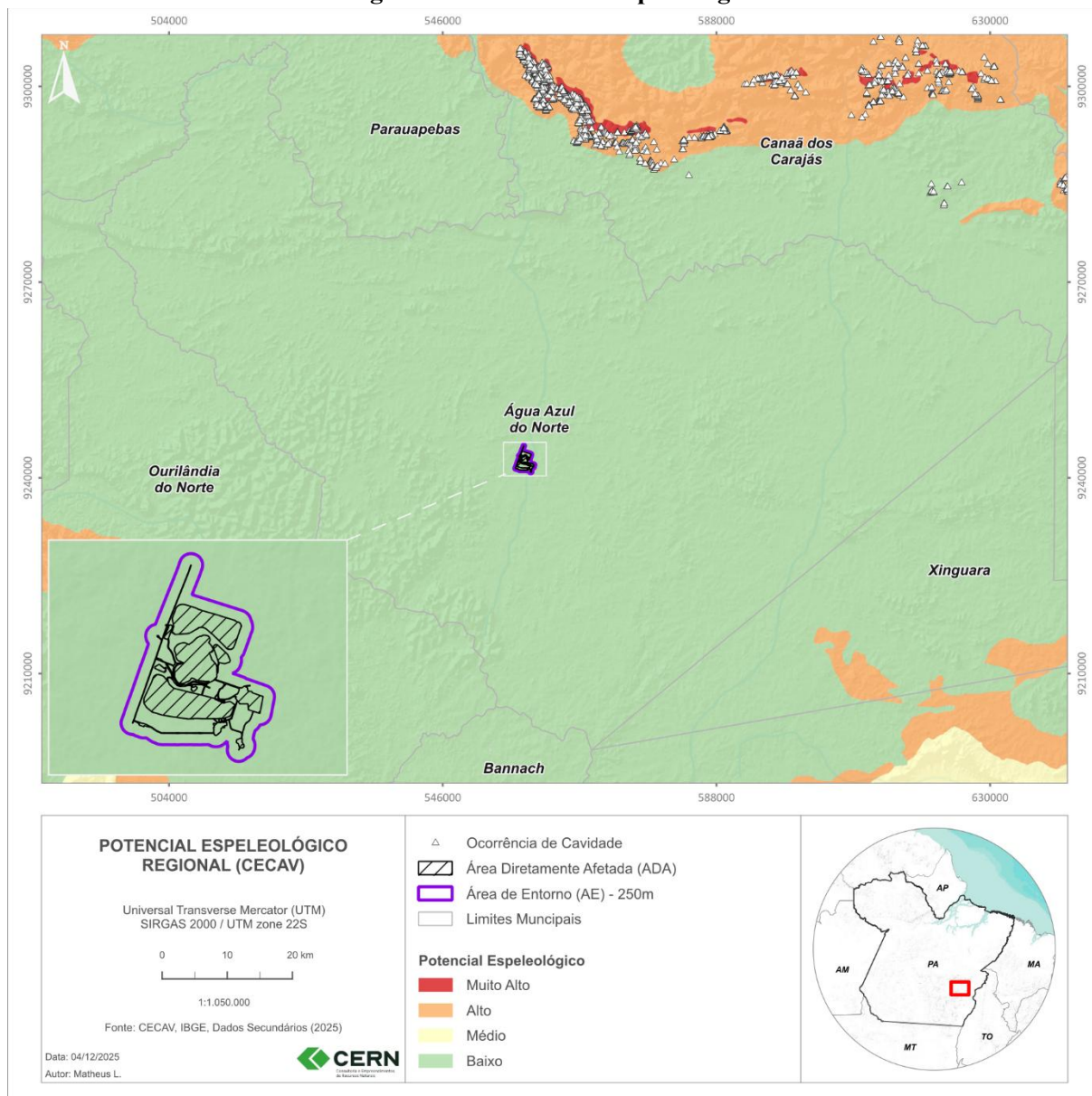
Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, Dolomito, Evaporito, Metacalcário, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito Alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassilito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calci-silicática, Silito e Xisto.	Médio
Anortosito, Arcóseo, Augengnaiss, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbitto, Gabro, Gnaiss, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Oliva gabro, Ortoanfilito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros litotipos.	Baixo

Litotipo	Grau de Potencialidade
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e outros sedimentos.	Ocorrência Improvável

Fonte: Jansen, 2012.

Além da litologia, variáveis tais como estruturas geológicas, hidrografia, declividade, hipsometria e feições geomorfológicas, além da fitofisionomia são determinantes para a análise do potencial espeleológico, uma vez que, os processos geomorfológicos moldam a paisagem propiciando desníveis topográficos essenciais ao processo de espeleogênese. Cada uma dessas variáveis interfere de forma mais ou menos significativa para determinação do potencial espeleológico, sendo que para a área em estudo o conjunto de variáveis classificou a área como de baixo potencial espeleológico, conforme verificado na Figura 4.21 seguir.

Figura 4.21 - Potencial Espeleológico



4.1.4.2. Aspectos Locais

A área do empreendimento é caracterizada pela ocorrência de escassos afloramentos, predominando campos de blocos e fragmentos de rochas dispostos aleatoriamente sobre o solo. O mapeamento geológico realizado identificou a predominância de rochas de composição granodiorítica e gabros, que não apresentam características texturais e mecânicas favoráveis aos processos de espeleogênese.

Em relação ao relevo, a configuração regional apresenta a ocorrência de áreas rebaixadas pelos ciclos erosivos pós-pleiocênicos da Depressão do Médio Xingu, sendo localmente representada por relevo plano com pouca variação altimétrica entre as cotas principais, sem ocorrência de

quebras de relevo, ou qualquer feição geomorfológica que possa sugerir a existência de cavidades.

Trata-se de um relevo plano, na cota média +280m, muito próximo ao nível do Rio Água Azul. A composição pedológica da área do projeto é representada por formações superficiais caracterizadas pela ampla distribuição de Argissolo Vermelho - Amarelo.

A rede de drenagem local tem caráter dendrítico e mediante a realização de vistorias *in loco* foi identificada como intermitente, constatando-se a ocorrência de talvegues secos e sem afloramentos que pudessem abrigar feições espeleológicas. Infere-se a presença de dois aquíferos na área de estudo, um primeiro superficial, do tipo granular, composto pelas camadas de solo e rocha alterada e um segundo, de característica fissural, composto pela rocha sã.

A concatenação dos atributos físicos da área do empreendimento permite ratificar o baixo potencial espeleológico apontado pelo mapeamento elaborado por Jansen *et.al* (disponibilizado pelo CECV), sendo que a análise local aponta ainda áreas que podem ser classificadas como de ocorrência improvável.

Tal cenário foi confirmado por inúmeros levantamentos de campo, dos diversos temas do meio físico, como cadastramento de nascentes, delimitações de APP's, mapeamento dos solos, realizados por profissionais habilitados em geologia e geografia, abrangeram de forma satisfatória, todas as características relativas ao potencial espeleológico local, concluindo como inexistente a ocorrência de cavidades e/ou feições espeleológicas.

Figura 4.22 - Espesso pacote de solo



Figura 4.23 - Talvegue sem afloramentos

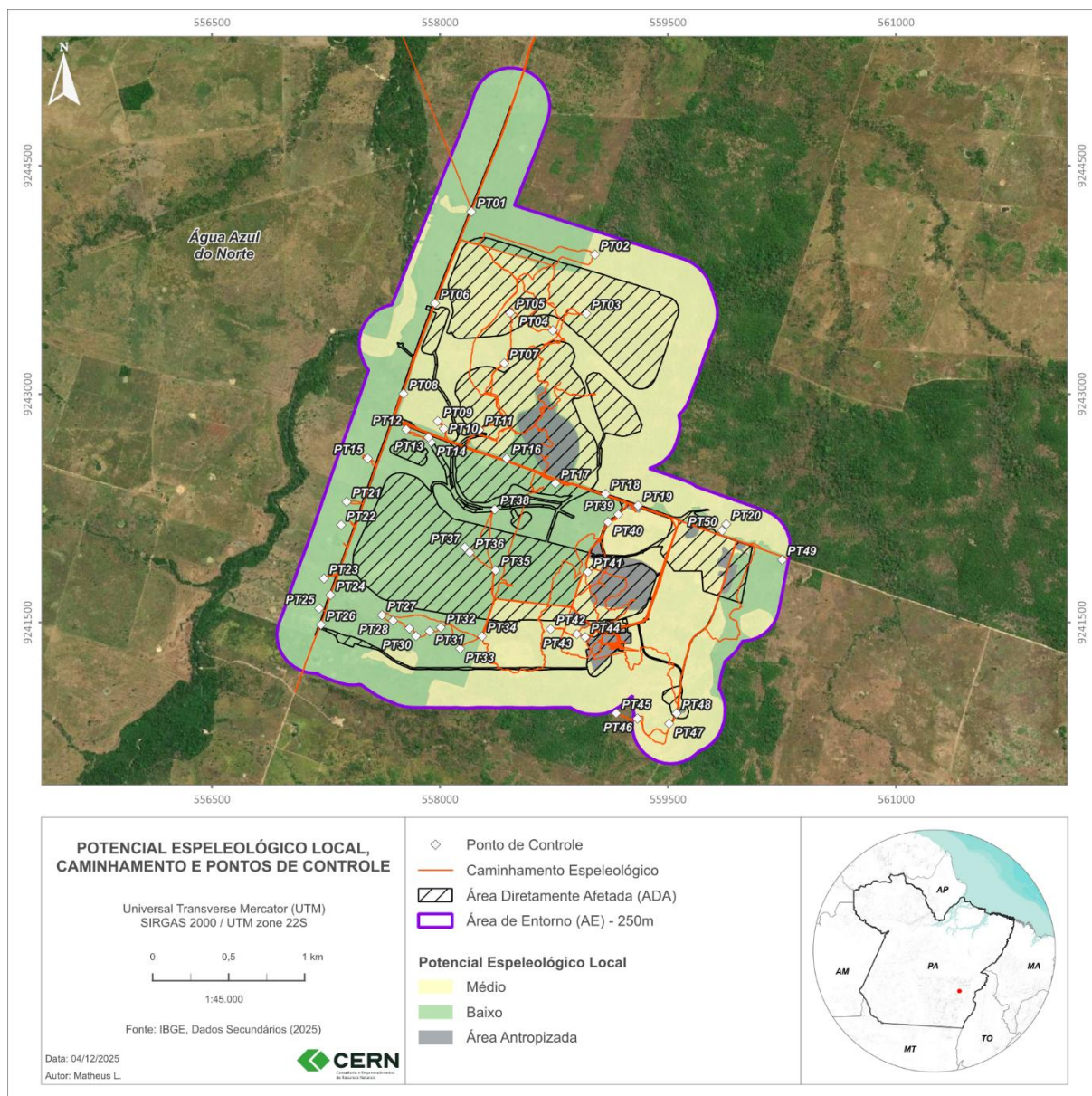


Figura 4.24 - Relevo plano sem ocorrências de afloramentos



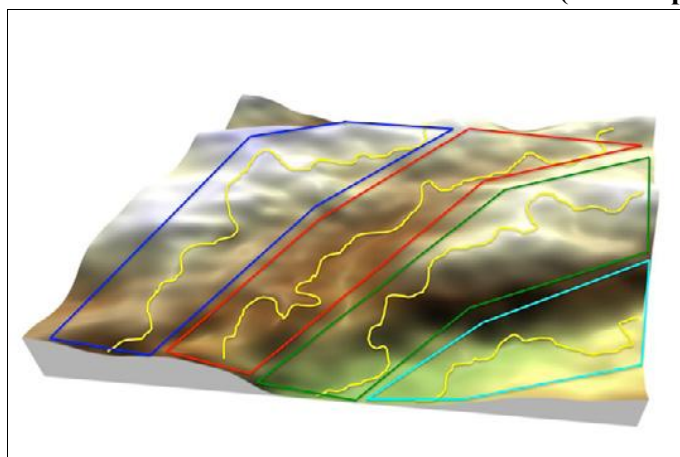
Foram percorridos cerca de 34,9 quilômetros e registrados um total de 50 pontos de controle, sendo realizado o registro fotográfico de cada um. A descrição dos mesmos é apresentada em **ANEXO 04** e o caminhamento juntamente com os pontos são apresentados na figura a seguir.

Figura 4.25 - Pontos e Caminhamento Espeleológico



Para o detalhamento da malha de prospecção e o controle do caminhamento, foram adotados os métodos da linha-controle e dos polígonos/quadrantes propostos por Calux & Lobo (In Sánchez & Lobo, 2016), que consistem na determinação de linhas que devem ser seguidas de maneira aproximada e na delimitação de áreas com base em características da paisagem propícias aos processos de espeleogênese, conforme a Figura 4.26 a seguir.

Figura 4.26 - Métodos de controle do caminhamento (linhas e polígonos)



Fonte: Calux & Lobo (In Sánchez & Lobo, 2016)

As linhas foram demarcadas em áreas identificadas como quebras de relevo, contato geológico e possíveis drenagens, e os polígonos foram delimitados no entorno das linhas, de acordo com o potencial espeleológico preliminar (que foi aprimorado, após os trabalhos de campo), sendo que sua delimitação se deu na forma de buffer, através da utilização de software de geoprocessamento específico. Na área de baixo potencial, o polígono é representado por um buffer de 60 metros para área de ocorrência improvável, por um buffer 100 metros na área de médio potencial é representado por um buffer de 30.

As atividades de campo contaram com o apoio de mapas para auxiliar no reconhecimento da área, identificação e localização dos acidentes geográficos, quebras de relevo, elementos estruturais, litologias, entre outras informações obtidas em escritório. Durante o caminhamento procurou-se verificar a ocorrência de feições espeleológicas e/ou de cavidades.

Para a plotagem na base cartográfica do caminhamento realizado em campo e dos pontos de controle utilizou-se um GPS ETrex 32, com Datum WGS 84 e Zona 22S, sendo que os resultados obtidos pelos caminhamentos e pontos foram empregados na caracterização da área. A prospecção espeleológica foi realizada na Área Diretamente Afetada (ADA) e em seu entorno de 250 metros, conforme diretrizes técnicas usualmente adotadas para esse tipo de estudo. A malha de caminhamento foi adensada de acordo com o potencial espeleológico local, seguindo critérios estabelecidos no Termo de Referência para estudos espeleológicos da DN COPAM nº 217/2017 e na Instrução de Serviço Sisema nº 08/2017 - Revisão 1, documentos estes reconhecidos por sua robustez técnica, ainda que não normativos no estado do Pará. A densidade de caminhamento aplicada está apresentada no Quadro 4.6 a seguir.

Quadro 4.6 - Dimensão da ADA e AE e densidade da malha de caminhamento

Área	Percorso Caminhado (km)	Área (ha)	Densidade da Malha de Caminhamento (km/há)
ADA	19,82	322,4716	0,07
AE (entorno de 250m)	15,071	537,7678	0,03
Total	34,9	859,8484	0,04

O quadro a seguir apresenta os valores percentuais da área coberta, tanto na ADA, quanto na AE (entorno de 250 m), sendo que para o cálculo de percentual da ADA e AE prospectadas, considerou-se uma faixa de abrangência de acordo com o potencial espeleológico apresentada na metodologia das atividades de campo. Na área de médio potencial, o polígono é representado por um buffer 20 metros; na área de baixo potencial, é representado por um buffer de 40 metros e nas áreas de ocorrência improvável e antropizadas, por um buffer de 50 metros, sendo que os valores adotados se justificam pelas características observadas em campo, que ratificaram o potencial adotado, bem como a extensão da faixa de cobertura dos caminhamentos realizados.

Quadro 4.7 - Cobertura do caminhamento na ADA e AE em percentagem

Área	Área (ha)	Área Prospectada (ha)	Percentagem de Área Prospectada (%)
ADA	322,4716	133,6166	41,49
AE (entorno de 250 m)	537,7678	141,3040	26,27
Total	859,8484	274,9206	31,97

Na porção sudoeste da área em análise, a predominância de pastagens, caracterizadas por cobertura aberta e visibilidade extensa do terreno, está associada a um baixo potencial espeleológico. Nesses locais, a prospecção espeleológica tende a ser realizada de forma extensiva, com caminhamento espaçado, pois a ausência de drenagens colapsadas, blocos expostos ou feições cársticas visíveis reduz significativamente a probabilidade de identificação de cavernas (como ocorre em terrenos cársticos). A cobertura artificial, com solo frequentemente compactado ou alterado, favorece a infiltração superficial e erosão laminar, sem favorecer processos de dissolução subterrânea ou formação de cavidades. Esses fatores configuram um contexto geomorfológico pouco propício ao desenvolvimento natural de cavidades subterrâneas, levando à classificação de “baixo potencial” no diagnóstico espeleológico.

Em contraste, as áreas que preservam vegetação nativa e apresentam ocorrência de blocos rochosos e canais de drenagem configuram-se como de potencial espeleológico médio. Nesses trechos, a presença de disjunções, blocos detríticos e linhas de drenagem superficial favorece a concentração de água e a exploração de fraturas, podendo ocorrer alargamento de vazios por

corrosão e erosão subterrânea, especialmente em litologias suscetíveis (mesmo que não calcárias).

Por outro lado, as áreas antropizadas, marcadas por mudanças geomorfológicas intensas, como Unidade de Tratamento de Minério (UTM), pilhas de estéril, frentes de lavra e áreas de estocagem de material, impactam negativamente o potencial espeleológico local. Essas intervenções promovem modificações significativas no relevo e na estrutura do solo, destruindo ou alterando feições cársticas existentes. A interferência antrópica intensa reduz drasticamente as condições naturais necessárias para a manutenção das formações espeleológicas, exigindo, portanto, abordagens técnicas e ambientais específicas para mitigar esses impactos e preservar o patrimônio espeleológico remanescente na região.

4.1.5. Pedologia

4.1.5.1. Aspectos Regionais

A caracterização das classes de solos existentes na região de inserção do Projeto, é de grande importância para a compreensão da dinâmica da paisagem e das possíveis alterações pedológicas, assim como o entendimento da dinâmica do uso e ocupação dos solos e sua aptidão agrícola. A formação dos solos está condicionada e associada às unidades geomorfológicas e ao substrato litológico existentes em determinadas regiões e sua representação cartográfica é constituída por unidades de mapeamento homogêneas, contendo somente uma classe de solo ou uma associação de classes.

Os solos podem ser definidos como corpos naturais constituídos por quantidades variáveis de materiais minerais e orgânicos. Estes se originam da alteração e reorganização de materiais de origem (rochas, sedimentos ou outros solos), a partir da ação de organismos vivos, agentes atmosféricos e trocas de energia, podendo ainda ser modificados por interferências antrópicas (SANTOS, 2018). Quando examinados a partir da superfície, consistem em seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes que se distinguem do material original (SANTOS, 2018).

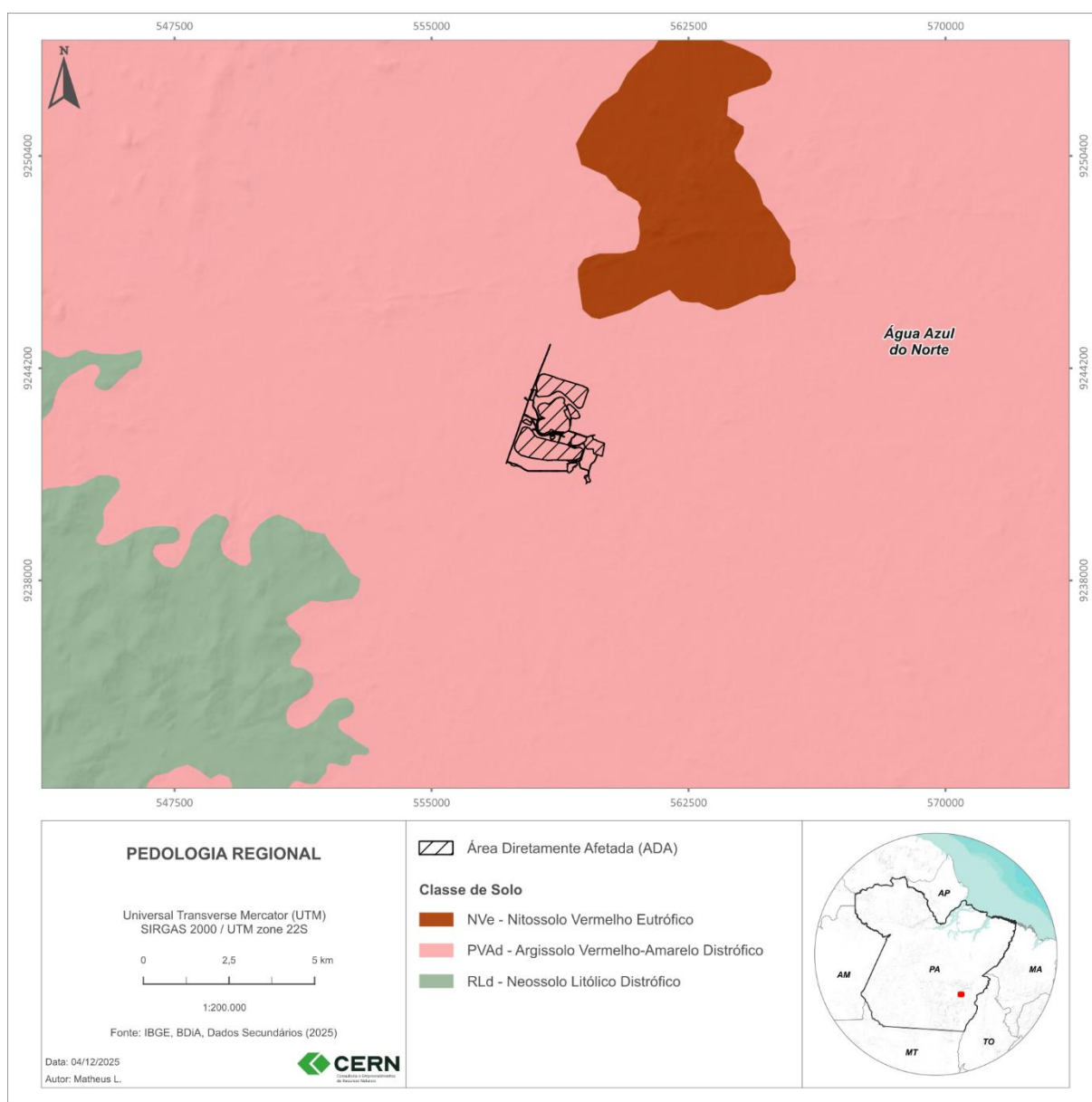
O conhecimento e a organização das qualidades e das características dos solos, identificados nos levantamentos pedológicos, são essenciais no fornecimento de dados e informações referentes a pedologia, para diversos estudos e análises ambientais e alguns grupos de atividades, com destaque para a identificação e avaliação de impactos ambientais, que venham a ser induzidos pela ação antrópica e que podem fornecer subsídios para análise da qualidade e da realidade dos recursos naturais encontrados. No que se refere às funções ambientais, os solos constituem fator essencial no fornecimento de nutrientes e suporte à vegetação, filtragem e

armazenamento de água, regulação do ciclo de carbono, além de se configurarem como habitats para organismos vivos, proporcionando um ambiente de interação entre diversos componentes do ecossistema.

4.1.5.2. Aspectos Locais

De acordo com a o IBGE, a região de inserção do projeto apresenta a ocorrência da classe pedológica referente ao Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, conforme apresentado na Figura 4.27 a seguir.

Figura 4.27 - Classes de solo presentes na ADA do Projeto



➤ Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico

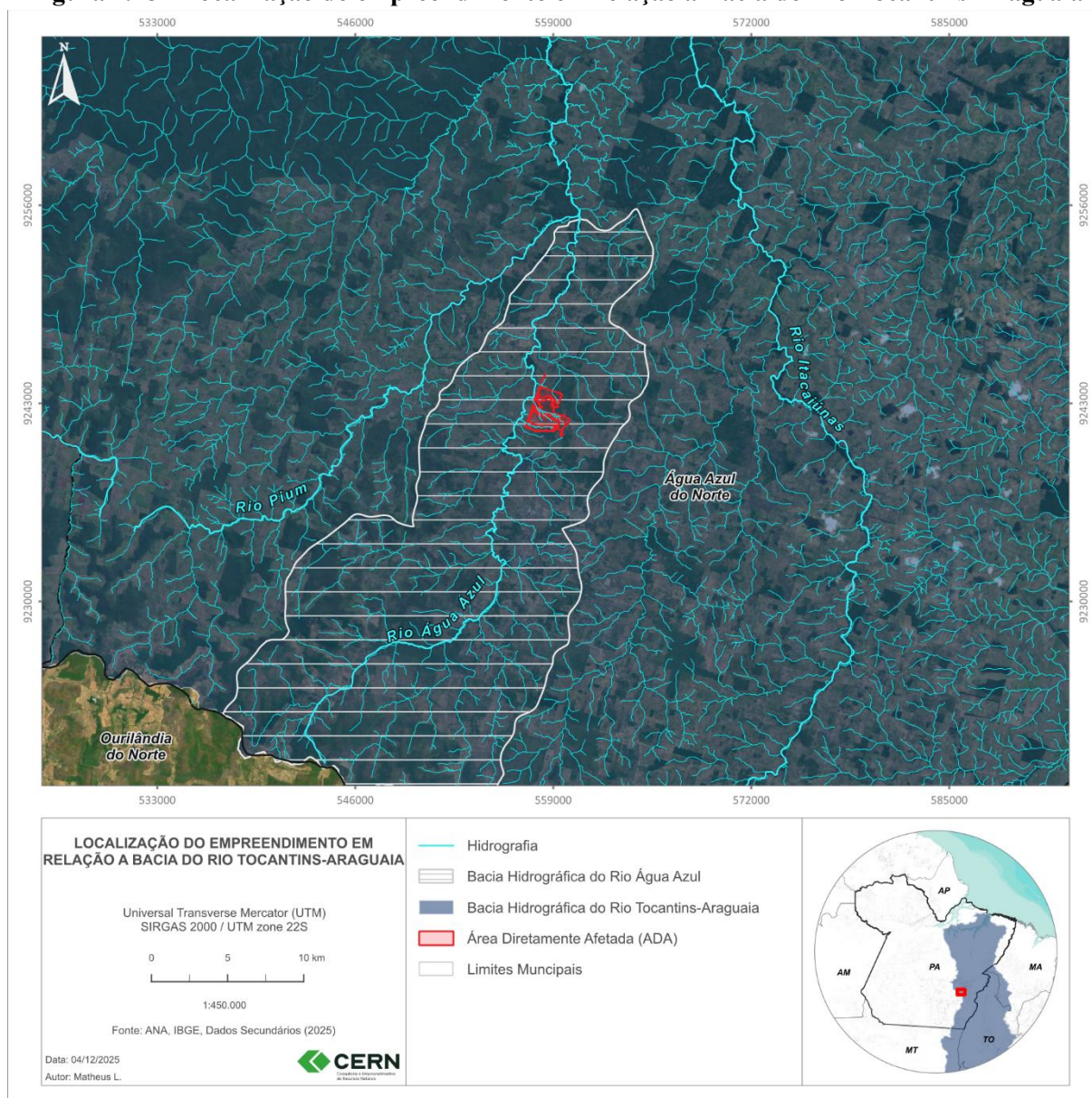
Os argissolos apresentam, como característica diagnóstica marcante, o horizonte B textural. Isso significa que há um acentuado aumento no teor de argila da camada superficial (horizonte A ou E) para a camada subsuperficial (horizonte B), em razão de um processo chamado argiluviamiento (migração de argila). Esses solos podem ocorrer em diferentes tipos de relevo, mas são mais frequentes em terrenos ondulados a fortemente ondulados. Sua fertilidade natural é, em geral, baixa a moderada, sendo bastante sensíveis à erosão quando desprotegidos da cobertura vegetal (SANTOS *et al.*, 2018).

No caso específico do Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, observa-se a predominância de coloração intermediária entre o vermelho e o amarelo, reflexo da presença combinada de óxidos de ferro, sobretudo hematita e goethita. Esse solo é profundo, bem drenado e apresenta textura variando de média a argilosa, com boa capacidade de retenção de água, mas baixa saturação por bases, o que limita sua fertilidade natural. Em função disso, seu aproveitamento agrícola exige práticas de correção da acidez (calagem) e adubação adequada.

4.1.6. Recursos Hídricos Superficiais

O projeto Água Azul - Fase Industrial localiza-se na sub-bacia do rio Água Azul, tributário do rio Pium, afluente da margem direita do rio Itacaiúnas. Esse arranjo hidrográfico insere o empreendimento em um sistema de drenagem que conecta os cursos d'água locais ao rio Tocantins, caracterizando sua relevância dentro da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia. A Figura 4.28 a seguir apresenta a localização do empreendimento em relação a bacia do rio Tocantins-Araguaia.

Figura 4.28 - Localização do empreendimento em relação a Bacia do Rio Tocantins-Araguaia



4.1.6.1. Caracterização Regional

4.1.6.1.1. Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia

A descrição das características naturais da bacia hidrográfica Tocantins Araguaia foi feita a partir de dados disponibilizados pela Agência Nacional das Águas, no caderno Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras - Edição Especial, ano de 2015. A Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia (RH-TA) é a segunda maior do Brasil, abrangendo aproximadamente 918.822 km², equivalente a cerca de 11% do território nacional (ANA, 2009). Seus principais formadores são os rios Tocantins, com 2.416 km, e Araguaia, com 2.115 km. A bacia se estende por seis unidades da federação (Goiás, Tocantins, Pará, Maranhão, Mato

Grosso e Distrito Federal), com uma vazão média de 13.624 m³/s, representando 9,6% da disponibilidade hídrica nacional (ANA, 2015).

O rio Tocantins é formado a partir da confluência dos rios das Almas e Maranhão, dos quais as cabeceiras se encontram localizadas no Planalto de Goiás, e por volta de 1.000 m de altitude, se encontrando ao norte do Distrito Federal. A área de drenagem é de 306.310 km², antes da confluência com o Araguaia, e 764.996 km² na foz. Em seu trecho superior a médio, apresenta características de rio de planalto, enquanto em seu trecho médio a inferior, de planície.

O rio Tocantins possui grandes usinas hidrelétricas, sendo elas: Serra da Mesa, Cana Brava, Peixe-Angical, Luís Eduardo Magalhães e Tucuruí. Os principais afluentes do Tocantins, até a confluência com o Araguaia, estão localizados em sua margem direita, sendo eles: Paranã, Manuel Alves, do Sono e Manuel Alves Grande. Após a confluência, o Araguaia recebe, através da margem esquerda, o rio Itacaiúnas.

O rio Araguaia, por sua vez, tem uma área de drenagem de 385.060 km² e suas nascentes se encontram em proximidade com a Serra do Caiapó, entre Goiás e Mato Grosso, a uma altitude de 850 m. Trata-se de um rio de planície que se desenvolve em paralelo ao rio Tocantins, no qual desemboca. Entre seus afluentes, destaca-se o rio das Mortes, recebido pela margem esquerda.

A Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia foi subdividida em 17 Unidades de Planejamento (UP), conforme Figura 4.29 a seguir, sendo elas: Alto Araguaia, Alto Montes, Baixo Montes, Alto Médio Araguaia, Médio Araguaia, Submédio Araguaia, Baixo Araguaia, Alto Tocantins, Paranã, Alto Médio Tocantins, Sono, Médio Tocantins, Itacaiúnas, Submédio Tocantins, Baixo Tocantins, Pará e Acará-Guamá. O empreendimento em questão encontra-se inserido na Unidade de Planejamento Itacaiúnas.

Figura 5.2: Unidades de Planejamento adotadas no Plano

Capitais
 Limite estadual
 Limite da bacia
 Rios
 1. Alto Araguaia
 2. Alto Mortes
 3. Baixo Mortes
 4. Alto Médio Araguaia
 5. Médio Araguaia
 6. Submédio Araguaia
 7. Baixo Araguaia
 8. Alto Tocantins
 9. Parana
 10. Alto Médio Tocantins
 11. Sono
 12. Médio Tocantins
 13. Itacaiunas
 14. Submédio Tocantins
 15. Baixo Tocantins
 16. Pará
 17. Acará-Guamá

0 45 90 180 270 360 km



em 966 m³/s, concentradas sobretudo nos aquíferos porosos das bacias sedimentares do Urucua e do Parnaíba, que representam os principais mananciais estratégicos da região.

Entre os usos e pressões mais significativos sobre os recursos hídricos destacam-se o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento adequado, a implantação e operação de usinas hidrelétricas, o assoreamento de cursos d'água e o uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos em áreas agrícolas. Em menor escala, a atividade industrial também contribui para a geração de cargas difusas.

De acordo com os indicadores apresentados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2015; 2022), a região do empreendimento apresenta baixa carga orgânica, com valores de DBO inferiores a 0,5 t/dia, quando comparada às áreas de maior pressão identificadas na bacia.

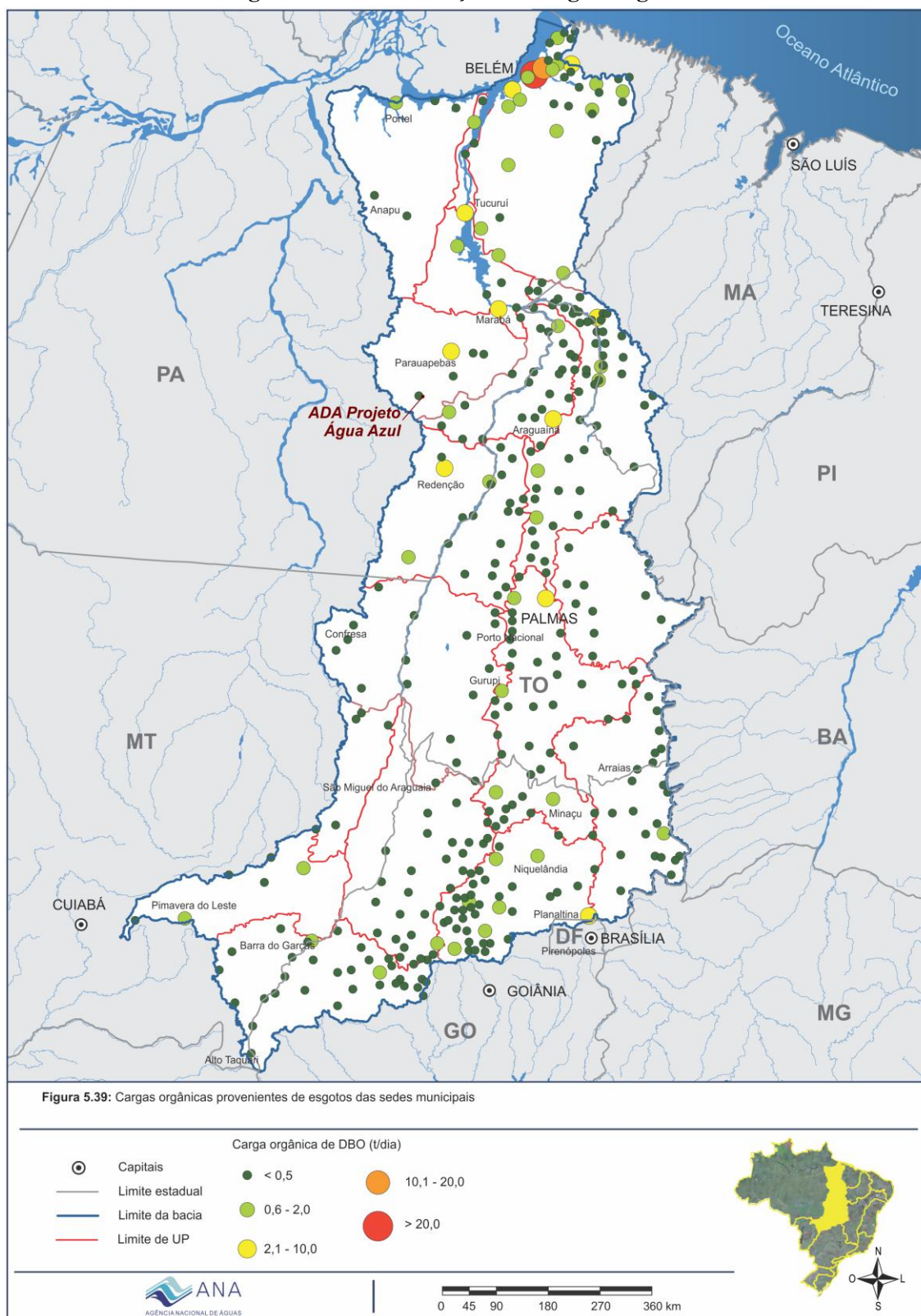
4.1.6.1.2. Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas

A Bacia Hidrográfica do rio Itacaiúnas é uma sub-bacia integrante da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, localizada no sudeste do estado do Pará e abrangendo 11 municípios da Amazônia Oriental, conforme Quadro 6.15 (ANA, 2009). Sua área de drenagem é de aproximadamente 42.000 km², subdividida em seis rios principais: Itacaiúnas (19.589 km²), Parauapebas (9.522 km²), Vermelho (7.208 km²), Cateté (3.657 km²), Tapirapé (2.663 km²) e Sororó. Suas nascentes situam-se na Serra da Seringa, no município de Água Azul do Norte, formadas principalmente pela confluência dos rios Água Preta e Azul. A foz ocorre na margem esquerda do rio Tocantins, no município de Marabá.

A bacia apresenta múltiplos usos da água, relacionados ao abastecimento humano e industrial, à irrigação agrícola, à pecuária e à mineração, além da geração de energia em empreendimentos de menor porte quando comparados aos instalados na calha principal do rio Tocantins (SEMAS, 2023). Esses usos consuntivos estruturam a base da gestão hídrica regional e são reconhecidos em documentos oficiais como prioritários para o planejamento dos recursos hídricos.

No que se refere à dinâmica hidrológica, as análises de séries temporais de 30 anos demonstram que as vazões do rio Itacaiúnas estão fortemente associadas à precipitação, refletindo a sazonalidade climática característica da Amazônia Oriental. Os períodos de estiagem reduzem significativamente as vazões, enquanto a estação chuvosa promove a recarga dos cursos d'água e aquíferos superficiais. Por outro lado, não foi observada correlação significativa entre as classes de uso do solo e as oscilações de vazão, indicando que a intermitência de parte da rede hidrográfica da bacia é condicionada sobretudo por fatores climáticos e geomorfológicos, e não pelo padrão de uso e ocupação da terra (Silva *et al.*, 2021).

Figura 4.30 - Distribuição de Cargas Orgânicas



Do ponto de vista econômico, a região da Bacia Tocantins-Araguaia apresenta grande dinamismo associado sobretudo à agropecuária e à mineração, que se configuram como os principais vetores de transformação do território.

Na agricultura, destacam-se as culturas de soja, milho, arroz, feijão e cana-de-açúcar, voltadas tanto para o mercado interno quanto para exportação. A pecuária bovina de corte ocupa extensas áreas de pastagem e representa um dos maiores rebanhos do país, com cerca de 27,5 milhões de cabeças (ANA, 2015).

A mineração constitui outro eixo estruturante da economia regional, com produção significativa de ferro, cobre, níquel, bauxita, calcário e ouro, além de alumínio e manganês em menor escala. O garimpo artesanal, ainda presente em algumas áreas, concentra-se principalmente na extração de ouro e diamantes.

Entre as principais províncias minerais destacam-se:

- Carajás (PA), detentora de um dos maiores depósitos de minério de ferro do mundo;
- Paragominas (PA), com forte produção de bauxita e alumínio;
- Centro-Norte de Goiás, tradicional pela extração de níquel e amianto.

Essas atividades exercem papel estratégico na economia nacional, ao mesmo tempo em que intensificam a pressão sobre os recursos hídricos e os ecossistemas da região (ANA, 2015; SEMAS, 2023).

4.1.6.2. Caracterização Local

4.1.6.2.1. Bacia Hidrográfica do rio Água Azul do Norte

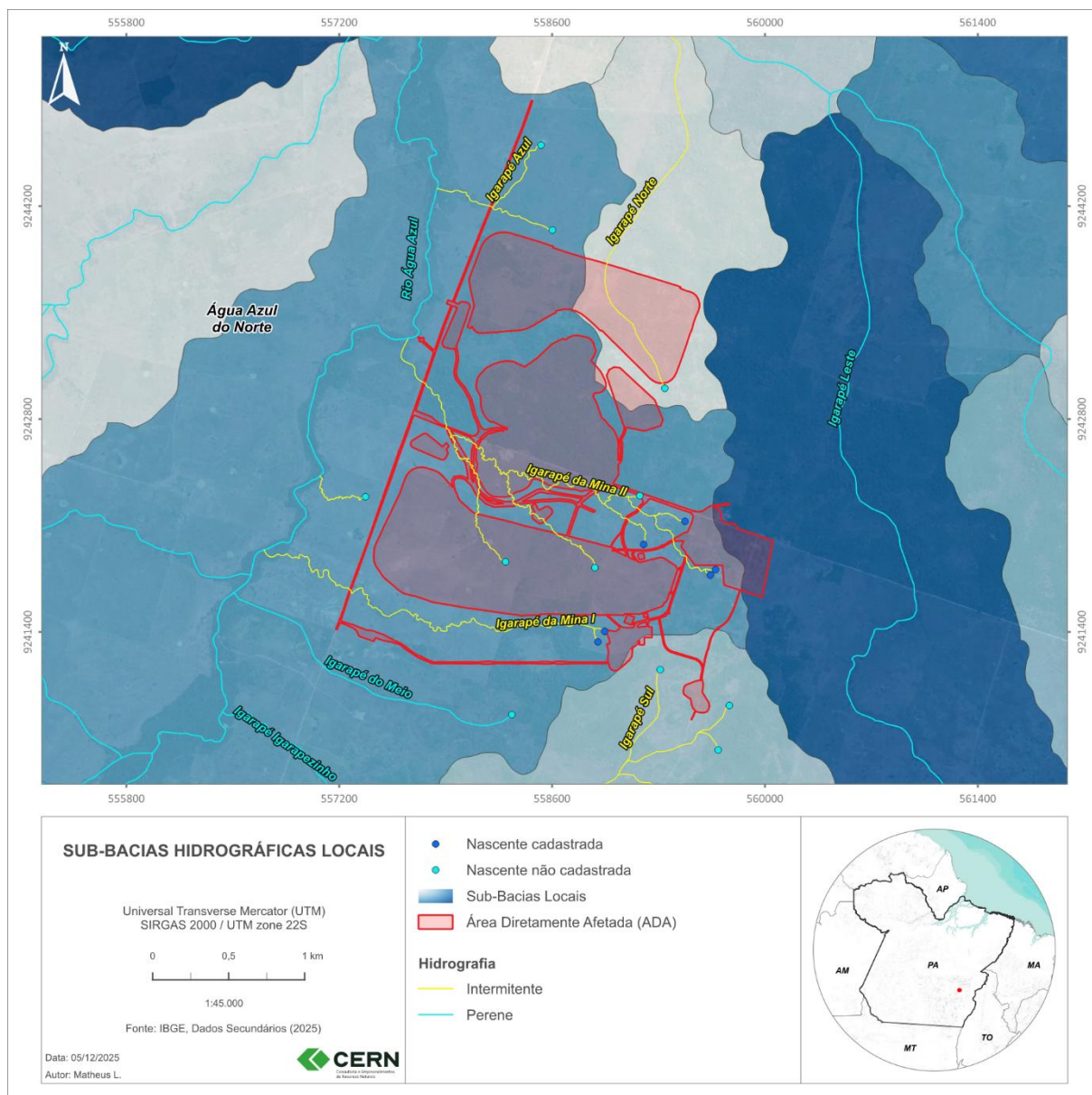
O empreendimento se encontra totalmente circunscrito na bacia do rio Água Azul, que está localizado integralmente no município de Água Azul do Norte (PA), compondo a sub-bacia do rio Pium, afluente da margem direita do rio Itacaiúnas. A rede de drenagem apresenta canais de pequeno e médio porte, com regime sazonal marcado pela alternância entre cheias no período úmido e forte redução de vazões na estação seca. Essa sazonalidade é controlada principalmente pela precipitação regional, associada ao clima tropical úmido de monção (Am), com chuvas concentradas entre dezembro e abril e estiagem mais acentuada de junho a agosto.

Do ponto de vista geomorfológico, a área insere-se na Depressão do Médio Xingu, unidade pertencente ao Domínio dos Crátons Neoproterozoicos, caracterizada por relevos aplainados, depressões interplanálticas e drenagens de padrão predominantemente dendrítico. Essas condições estruturais e climáticas explicam a presença de trechos perenes e intermitentes na rede local.

Em termos de usos da água, a bacia é representativa do contexto regional do Itacaiúnas, com captações voltadas a abastecimento humano, pequenas irrigações, atividades industriais e agropecuárias, em escala compatível com o porte dos cursos d'água que compõem a rede de drenagem local.

A Figura 4.31 a seguir, apresenta a delimitação das sub-bacias hidrográficas locais na área diretamente afetada (ADA). A maior parte do empreendimento está inserida nas sub-bacias dos igarapés da Mina I e da Mina II. Esses cursos d'água não possuem nomenclatura oficial, tendo sido designados neste estudo para facilitar a análise e a compreensão das relações hidrológicas. A porção norte da ADA encontra-se associada à sub-bacia do igarapé Norte, afluente direto do igarapé Leste, enquanto uma pequena fração ao sul está vinculada ao igarapé Sul. A rede de drenagem apresenta tanto trechos perenes quanto intermitentes, refletindo o regime sazonal típico da região. Os canais perenes concentram-se nos trechos de maior contribuição de área e em áreas de drenagem mais preservadas, enquanto os intermitentes predominam nas cabeceiras e áreas de menor aporte hídrico, reforçando a importância da sazonalidade pluviométrica no funcionamento hidrológico local.

Figura 4.31 - Sub-bacias Locais no entorno do empreendimento.



4.1.6.2.2. Cadastramento de Nascentes

Frente a importância de levantamento e avaliação de possíveis impactos do projeto à área, é fundamental delimitar as áreas de preservação permanente (APP) relacionadas aos recursos hídricos. As APPs hídricas consistem em áreas no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, de lagoas e reservatórios naturais e artificiais e de cursos d'água perenes ou intermitentes. Dessa forma, realizou-se o cadastramento de nascentes/surgências e a aferição dos cursos de drenagem, em regiões pré-definidas relacionadas ao Projeto Água Azul - Fase Industrial, apresentando uma breve descrição das características naturais da área.

O inventário de recursos hídricos consistiu na identificação dos pontos de surgências, em percorrer os cursos d'água, concomitante à demarcação de pontos em seu trajeto, para efetuar o desenho da drenagem. Durante esse percurso do curso d'água também são verificados outros elementos relevantes aos recursos hídricos, como: presença de talvegues secos, captações de água, lagoas e barramentos. Desse modo, é possível realizar a delimitação exata das APPs hídricas.

A metodologia empregada no inventário de recursos hídricos teve início com uma compilação dos dados topográficos disponíveis, levantamento de informações de estudos já realizados na área, obtenção de base de drenagens do IBGE e levantamento de arruamentos/ vias pavimentadas e não pavimentadas.

Por meio da topografia foi confeccionado um modelo digital do terreno (MDT) no *software* ArcGIS PRO, no qual foi possível entender a dinâmica dos escoamentos superficiais, tornando-se uma das formas utilizadas para a definição das áreas de inspeção.

Outro método utilizado foi a verificação das drenagens já levantadas e disponibilizadas pelo IBGE, ajustando as mesmas sobre uma imagem de satélite do local. Também foram consideradas as drenagens e nascentes já levantadas em estudos anteriores realizados próximo à área.

Após a compilação de todos os dados obtidos pelas metodologias descritas acima, foi feito um mapa pré-campo com as seguintes informações: nascentes já levantadas da área, pontos e locais de possíveis ocorrências de nascentes, drenagens da região, limite da área de estudo e arruamentos e vias (pavimentadas e não pavimentadas).

O caminhar foi registrado em rotas georreferenciadas, com o auxílio do GPS eTrex 32 X Garmim, com precisão estimada de 3 metros, utilizando o sistema de projeção UTM e o *Datum* WGS84, zona 22S, sendo os dados posteriormente transcritos para o *Datum* SIRGAS2000, em conformidade com a Resolução 01/2005 do IBGE.

A classificação de nascentes e olho d'água foi orientada pela Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012, Art. 1º:

“XVII - nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água; (Vide ADIN Nº 4.903)

XVIII - olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;”

A diferenciação realizada em campo, embasada pelo Novo Código Florestal Brasileiro, caracterizou como nascente o afloramento natural do lençol freático que dá início a um curso d'água e o olho d'água o afloramento natural do lençol freático, não contínuo, não apresentado fluxo de água e assim, não formando um curso d'água. As nascentes intermitentes forma

incluídas na classificação uma vez que foram definidas como áreas de proteção permanente através da Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) Nº 4.903 em 28 de fevereiro de 2018 pela decisão:

“vii) por maioria, dar interpretação conforme ao art. 4º, IV, do Código Florestal, para fixar a interpretação de que os entornos das nascentes e dos olhos d’água intermitentes configuram área de preservação ambiental, vencidos o Ministro Gilmar Mendes e, em parte, os Ministros Marco Aurélio e Cármen Lúcia (Presidente);”

Foram realizadas duas campanhas de campos, em que resultou no cadastro de 06 pontos de nascentes, 03 barramentos, 05 cavas de antigos garimpos, 06 acúmulos d’água e 36 pontos de controle, totalizando no registro de 56 pontos. A primeira campanha foi realizada em novembro de 2021, no dia 28, contemplando a estação chuvosa. A segunda campanha ocorreu em julho de 2025, entre os dias 05 e 10, contemplando a estação seca.

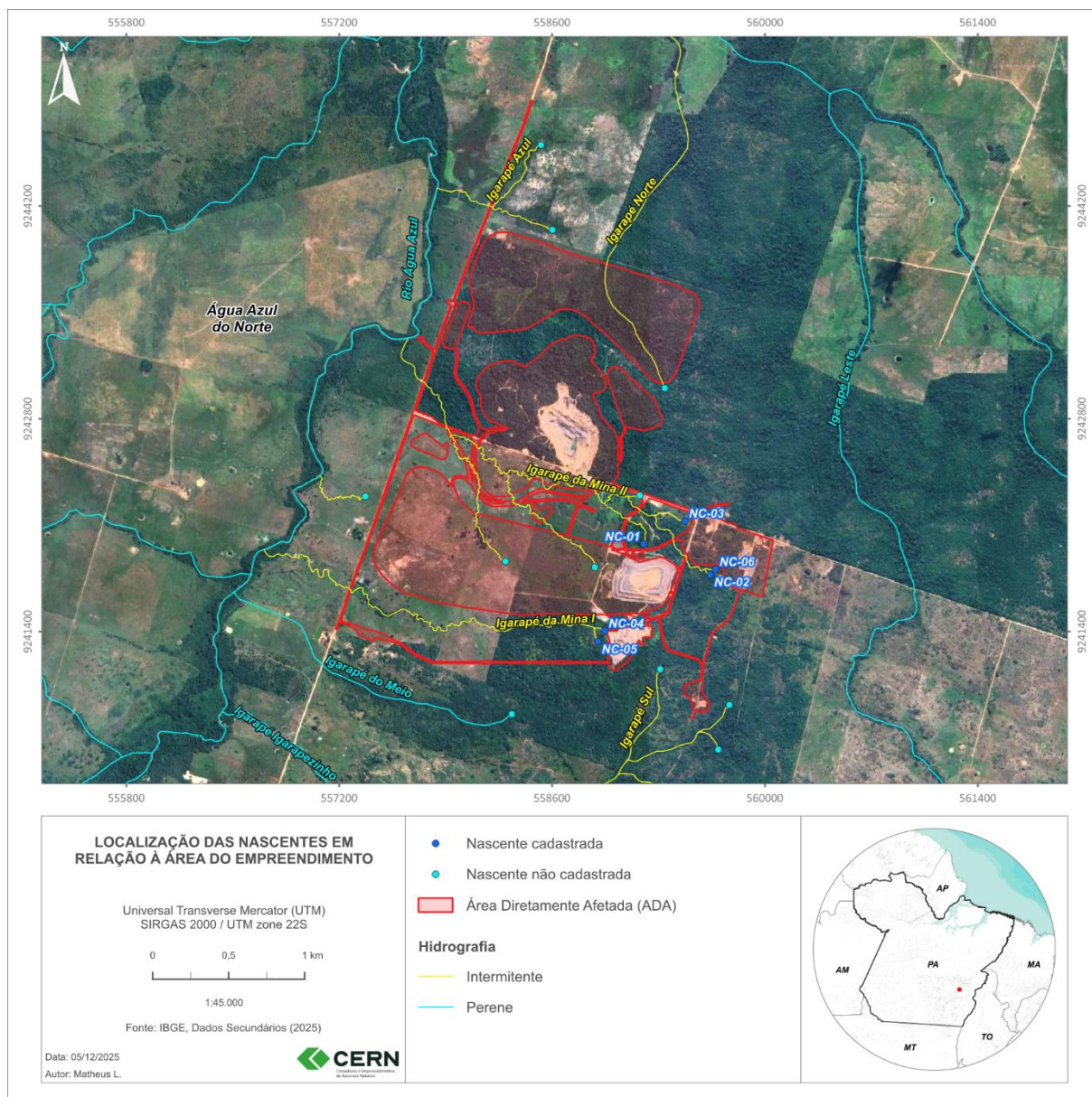
No Quadro 4.8 abaixo, estão apresentadas as características das nascentes inventariadas durante as campanhas.

Quadro 4.8 - Pontos de nascentes registrados na área de estudo

Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22S)		Elevação (m)
	X	Y	
NC 01	559204	9241974	296,732
NC 02	559642	9241772	329,604
NC 03	559475	9242126	299,734
NC 04	559016	9241423	305,000
NC 05	558902	9241332	305,976
NC 06	559676	9241807	330,00

Na Figura 4.32 a seguir pode-se observar a localização das nascentes levantadas em relação a ADA do empreendimento.

Figura 4.32 - Localização das nascentes em relação à área do empreendimento



A seguir apresenta-se a descrição das nascentes levantadas em campo.

- *Ponto NC 01*

Nascente pertencente ao curso d'água Igarapé da Mina I, com exfiltração difusa em área antropizada, cuja intervenção, destinada a atividades de pastagem e garimpos, resultou em alterações de seu regime hídrico, passando do regime perene no passado, para o regime intermitente atualmente. Constata-se a regeneração natural de espécies nativas, formando manchas de Juquirinha. Tratando-se de um relevo plano a pouco ondulado não existem focos erosivos.

Figura 4.33 - Registro fotográfico da NC 01



- *Ponto NC 02*

Nascente pertencente ao curso d'água Igarapé da Mina I. Nascente em área antropizada, cuja intervenção, destinada a atividades de pastagem e garimpos, resultou em alterações de seu regime hídrico, passando do regime perene no passado, para o regime intermitente

Figura 4.34 - Registro fotográfico da NC 02



- *Ponto NC 03*

Nascente pertencente ao curso d'água Igarapé da Mina II. Nascente em área totalmente antropizada, com supressão total de sua vegetação original para plantação de pastagem. Atualmente apresenta regime intermitente.

Figura 4.35 - Registro fotográfico da NC 03



- *Ponto NC 04*

Nascente pertencente ao curso d'água Igarapé da Mina II. Nascente em área fortemente antropizada, com supressão generalizada de sua vegetação original para plantação de pastagem. Atualmente apresenta regime intermitente. Apresenta em algumas partes de seu entorno, a regeneração natural de espécies (seletiva) nativas, formando manchas de Juquirinha.

Figura 4.36 - Registro fotográfico da NC 04



- *Ponto NC 05*

Nascente pertencente ao curso d'água Igarapé da Mina II. Nascente em área fortemente antropizada, com supressão generalizada de sua vegetação original para plantação de pastagem.

Atualmente apresenta regime intermitente. Apresenta em algumas partes de seu entorno, a regeneração natural de espécies (seletiva) nativas, formando manchas de Juquirinha.

Figura 4.37 - Registro fotográfico da NC 05



- *Ponto NC 06*

Nascente pertencente ao curso d'água Igarapé da Mina II. Nascente em área antropizada, cuja antiga intervenção, destinada a atividades de garimpo, resultou na formação de uma cava. Apresenta acúmulo d'água dentro da cava durante todo ano, porém o transbordo que origina o curso d'água ocorre com regime intermitente.

Figura 4.38 - Registro fotográfico da NC 06



No Quadro 4.9 abaixo, estão apresentadas as características dos pontos de controle levantados durante as campanhas de campo.

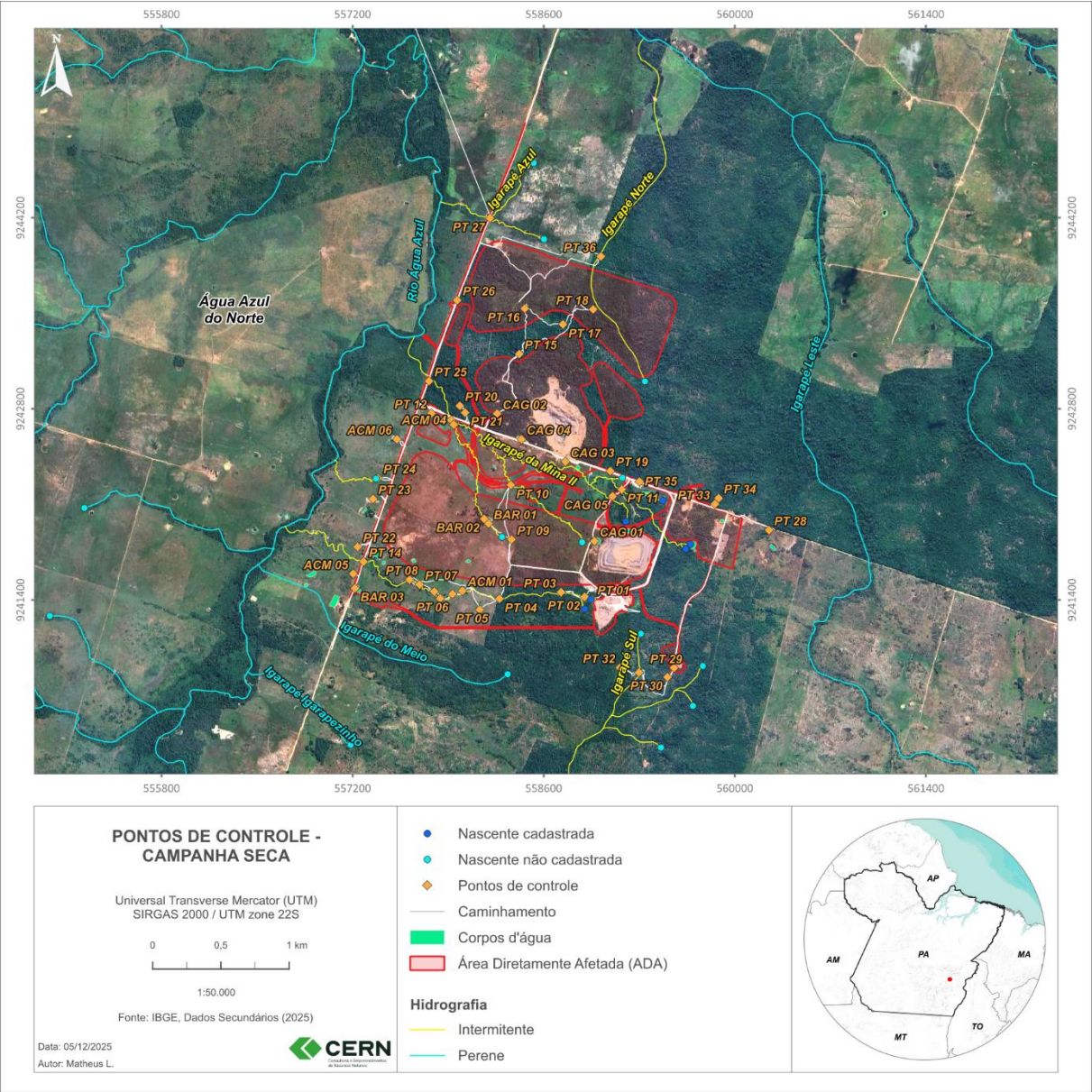
Quadro 4.9 - Pontos de controle registrados na área de estudo

Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22S)		Tipo de ponto
	X	Y	
BAR 01	558196	9241958	Barramento
BAR 02	558164	9241992	Barramento
BAR 03	557218	9241484	Barramento
CAG 01	558973	9241829	Antiga cava de garimpo com presença d'água
CAG 02	558259	9242764	Antiga cava de garimpo com presença d'água
CAG 03	558760	9242412	Antiga cava de garimpo com presença d'água
CAG 04	558438	9242576	Antiga cava de garimpo com presença d'água
CAG 05	559106	9242158	Antiga cava de garimpo com presença d'água
ACM 01	558005	9241466	Acúmulo d'água em talvegue
ACM 02	557932	9241442	Acúmulo d'água em talvegue
ACM 03	557799	9241459	Acúmulo d'água em talvegue
ACM 04	557924	9242715	Acúmulo d'água em talvegue
ACM 05	557205	9241591	Acúmulo d'água em talvegue
ACM 06	557525	9242576	Acúmulo d'água em talvegue
PT 01	558956	9241402	Ponto de controle em talvegue seco
PT 02	558901	9241421	Ponto de controle em talvegue seco
PT 03	558728	9241455	Ponto de controle em talvegue seco
PT 04	558277	9241407	Ponto de controle em talvegue seco
PT 05	558132	9241327	Ponto de controle em talvegue seco
PT 06	557842	9241409	Ponto de controle em talvegue seco
PT 07	557691	9241511	Ponto de controle em talvegue seco
PT 08	557618	9241547	Ponto de controle em talvegue seco
PT 09	558365	9241841	Ponto de controle em talvegue seco
PT 10	558360	9242241	Ponto de controle em talvegue seco
PT 11	559173	9242208	Ponto de controle em talvegue seco
PT 12	557778	9242766	Ponto de controle em talvegue seco
PT 13	557942	9242683	Ponto de controle em talvegue seco
PT 14	557280	9241679	Ponto de controle em talvegue seco
PT 15	558422	9243201	Ponto de controle em talvegue seco
PT 16	558462	9243534	Ponto de controle em talvegue seco
PT 17	558742	9243418	Ponto de controle em talvegue seco
PT 18	558963	9243528	Ponto de controle em talvegue seco
PT 19	559089	9242343	Ponto de controle em talvegue seco
PT 20	557986	9242821	Ponto de controle em talvegue seco
PT 21	558025	9242771	Ponto de controle em talvegue seco
PT 22	557237	9241787	Ponto de controle em talvegue seco
PT 23	557350	9242139	Ponto de controle em talvegue seco
PT 24	557386	9242291	Ponto de controle em talvegue seco
PT 25	557760	9243002	Ponto de controle em talvegue seco
PT 26	557967	9243595	Ponto de controle em talvegue seco
PT 27	558207	9244197	Ponto de controle em talvegue seco
PT 28	560252	9241910	Ponto de controle em talvegue seco
PT 29	559556	9240901	Ponto de controle em talvegue seco

Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22S)		Tipo de ponto
	X	Y	
PT 30	559508	9240833	Ponto de controle em talvegue seco
PT 31	559299	9240867	Ponto de controle em talvegue seco
PT 32	559159	9240902	Ponto de controle em talvegue seco
PT 33	559856	9242102	Ponto de controle em talvegue seco
PT 34	559883	9242144	Ponto de controle em talvegue seco
PT 35	559303	9242266	Ponto de controle em talvegue seco
PT 36	559020	9243916	Ponto de controle em talvegue seco

Na Figura 4.39 a seguir pode-se observar a localização dos pontos de controle levantados em relação a ADA do empreendimento.

Figura 4.39 - Localização dos pontos de controle em relação à área do empreendimento

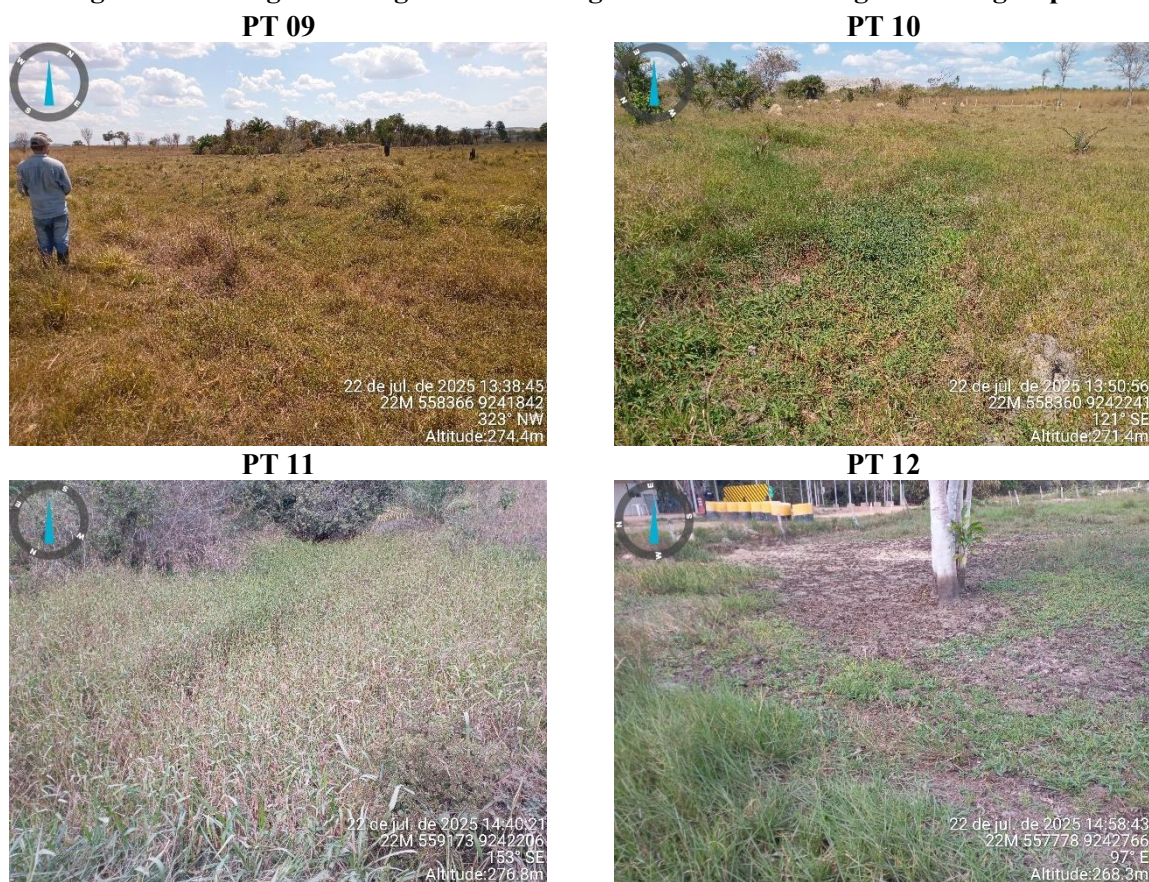


A seguir, apresenta-se a distribuição dos pontos de controle levantados. Com o objetivo de caracterizar o regime intermitente dos cursos d'água da região, os pontos foram organizados em grupos, de forma a possibilitar uma representação mais clara e integrada.

- *Pontos de talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé I*

A figuras a seguir mostram a característica intermitente do curso d'água, onde pode ser verificado o talvegue seco em diversos pontos de sua calha. Os talvegues são caracterizados por pouco encaixe ou nenhum, localizados em área de pasto, com forte presença de sedimento de areia. Ressalta-se que o PT 15 representa o ponto a jusante onde o curso d'água cruza a estrada, demonstrado que a montante não existe fluxo d'água.

Figura 4.40 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé I



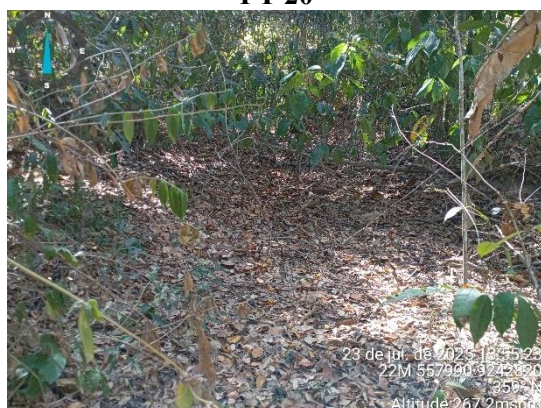
PT 13



PT 19



PT 20



PT 21



PT 25



- *Pontos de talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé II*

A figuras a seguir mostram a característica intermitente do curso d'água, onde pode ser verificado o talvegue seco em diversos pontos da calha. Os talvegues são caracterizados por pouco encaixe, com forte presença de sedimento de areia. Ressalta-se que o PT 14 representa o ponto a jusante onde o curso d'água cruza a estrada, demonstrado que a montante não existe fluxo d'água.

Figura 4.41 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé II



PT 14



PT 22



- *Pontos de talvegue seco do curso d'água Igarapé Leste*

A figuras a seguir mostram a característica intermitente do curso d'água, onde pode ser verificado o talvegue seco na área de cabeceira. Os talvegues são caracterizados por pouco encaixe, com forte presença de sedimento de areia. Os pontos foram registrados em área de vegetação fechada, em conservação média.

Figura 4.42 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Mina Igarapé I

PT 28



PT 33



PT 34



- *Pontos de talvegue seco do curso d'água Igarapé Sul*

A figuras a seguir mostram a característica intermitente do curso d'água, onde pode ser verificado o talvegue seco na área de cabeceira. Os talvegues são caracterizados por pouco ou

nenhum encaixe, com forte presença de sedimento de areia. Os pontos PT30 e 32 foram registrados em área de vegetação fechada, em conservação média, enquanto os pontos PT 29 e 31 se encontram em área de vegetação esparsa, em conservação média.

Figura 4.43 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Igarapé Sul



- *Pontos de talvegue seco do curso d'água Igarapé Norte*

A figuras a seguir mostram a característica intermitente do curso d'água, onde pode ser verificado o talvegue seco na área de cabeceira. Os talvegues são caracterizados por notável entalhamento com grande presença de matéria orgânica, matacões e blocos. Os pontos se localizam em área de vegetação fechada, em estado alto de conservação.

Figura 4.44 - Registro fotográfico do talvegue seco do curso d'água Igarapé Norte
PT 18 **PT 36**



- *Pontos de talvegue seco dos afluentes sem nome do rio Água Azul do Norte*

A figuras a seguir mostram a característica intermitente do curso d'água, onde pode ser verificado o talvegue seco na área de cabeceira. Os talvegues dos pontos PT 15 e 16 são caracterizados por notável entalhamento com grande presença de matéria orgânica, matacões e blocos. Os pontos se localizam em área de vegetação fechada, em estado alto de conservação. Os pontos PT 23, 24, 26 e 27 possuem talvegues com pouco ou nenhum encaixe, grande presença de sedimentos, e estão localizados em área de pastagem. Ressalta-se que os pontos PT 26 e 27 estão localizados na estrada, em que o curso d'água cruza a estrada por sistema tubular. Dessa forma, comprova que não existe fluxo d'água a montante.

Figura 4.45 - Registro fotográfico dos talvegues seco dos afluentes sem nome do rio Água Azul do Norte

PT 15



PT 16



PT 17



PT 23



PT 24



PT 26



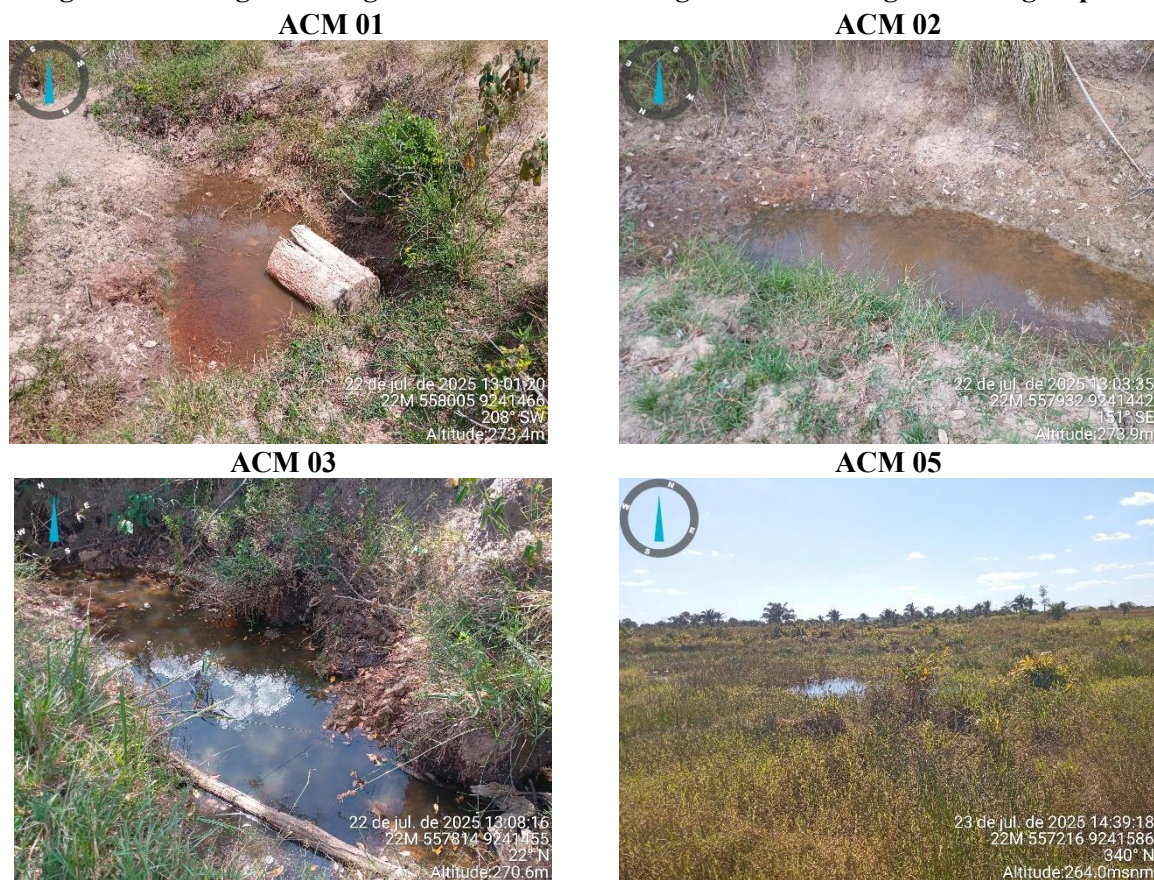
PT 27



- *Pontos de acúmulo d'água no curso d'água Mina Igarapé II*

A figura a seguir apresenta os acúmulos d'água registrados durante a campanha seca, sobre o talvegue do curso d'água Mina Igarapé II. Os pontos ACM 01, 02 e 03 apresentam acúmulo com alta turbidez e forte mal odor, localizado em área de pasto. O ponto ACM 05 se encontra a jusante da estrada, em área de pasto, apresentando diversos acúmulos segmentados, sem conexão com o sistema hídrico.

Figura 4.46 - Registro fotográfico dos acúmulos d'água no curso d'água Mina Igarapé II



● *Ponto ACM 04*

As imagens apresentadas a seguir apresentam acúmulo d'água no talvegue do curso d'água Mina Igarapé I. Se encontra em talvegue pouco encaixado, em área de fragmento de mata, em estado baixo de conservação, uma vez que se encontra circunscrita por pasto.

Figura 4.47 - Registro fotográfico do ponto ACM 04



● *Ponto ACM 06*

A figura a seguir apresenta acúmulo d'água em área de pasto, sem conexão com o sistema hídrico.

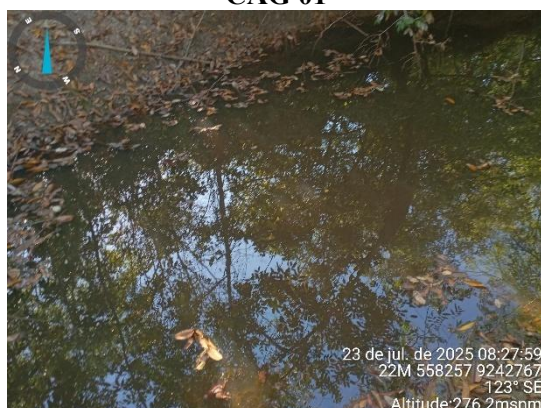
Figura 4.48 - Registro fotográfico do ponto ACM 06



- *Pontos de cavas de antigos garimpos*

As figuras a seguir apresentam antigas cavas de garimpo com presença de água, indicando que durante sua escavação atingiu o lençol freático. Os pontos CAG 01, 03 e 04 possuem captação de água através de bomba.

Figura 4.49 - Registro fotográfico das cavas de antigos garimpos
CAG 01



CAG 02



- *Pontos de SUMP*

As figuras a seguir apresentam parte do sistema de drenagem da PDER, onde também é feito bombeamento d'água para a mina.

Figura 4.50 - Registro fotográfico de *SUMP*

SUMP 01



SUMP 01 - Captação



SUMP 02



SUMP 03 - Captação



SUMP 03



SUMP 03 - Captação



4.1.6.2.3. Enquadramento dos cursos d'água

O enquadramento dos corpos d'água em classes de qualidade é um dos instrumentos centrais da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, e encontra-se previsto também na Política Estadual de Recursos Hídricos do Pará, instituída pela Lei nº 6.381/2001. O objetivo do enquadramento é assegurar que a qualidade das águas seja compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, ao mesmo tempo em que se busca reduzir os custos de tratamento decorrentes da poluição hídrica.

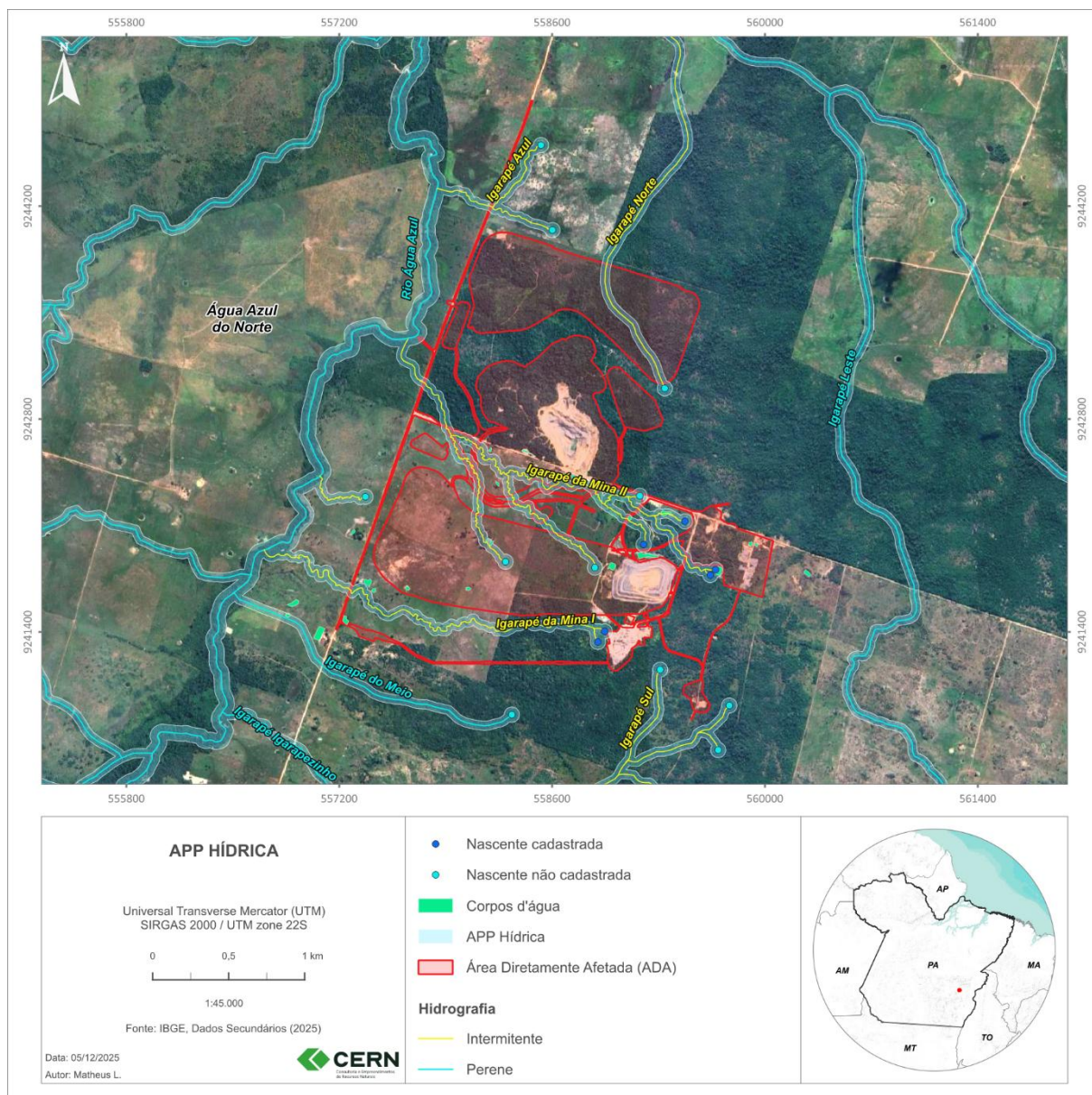
A metodologia do enquadramento segue a lógica de classificação dos corpos de água em classes de uso preponderante, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define parâmetros e padrões de qualidade para águas doces, salobras e salinas. No caso do estado do Pará, essa política foi reafirmada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PA, 2023), que reconhece o enquadramento como instrumento fundamental para a gestão integrada e sustentável da água.

Entretanto, conforme destacado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS-PA), o enquadramento ainda não foi implementado de forma efetiva no território paraense. Na ausência de planos de bacia com enquadramento aprovado, todos os corpos de água doce do estado são provisoriamente considerados como pertencentes à Classe 2, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Essa classe admite usos múltiplos da água, incluindo abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e pesca, dentre outros.

4.1.6.2.4. APP Hídrica

Conforme a Lei Federal nº 12.651, de 25 maio de 2012 e Lei Florestal de Minas Gerais nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, a definição de nascente consiste no afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. Admite-se como área de preservação permanente (APP) um raio mínimo de 50 m no entorno das nascentes e olhos d'água perenes. As faixas marginais ao longo dos cursos d'água classificados como perenes e intermitentes também são passíveis de APP's, no qual as áreas de proteção são definidas a partir de medidas da borda da calha do leito regular, variando de 30 a 500 m de acordo com a sua largura. A partir de 28 de fevereiro de 2018 por meio de decisão da ADI Nº 4.903 em 28 de fevereiro de 2018 admite-se APP de um raio mínimo de 50 m no entorno das nascentes intermitentes. As áreas de proteção permanente na área do empreendimento são apresentadas na Figura 4.51 abaixo.

Figura 4.51 - APP Hídrica



4.1.6.2.5. Disponibilidade Hídrica

A avaliação da disponibilidade hídrica superficial na área do Projeto Água Azul - Fase Industrial foi realizada em 2020 pela Hidrogeo Engenharia e Gestão de Projetos, no âmbito do processo de licenciamento ambiental do Projeto 200 KTA - Alvo Abelhas. O estudo utilizou como base dados da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), operada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). A metodologia consistiu na aplicação da curva de permanência de vazões, com determinação da vazão média de longo termo (QMLT) e das vazões de referência Q90 e Q95. Para os locais sem monitoramento fluviométrico direto, as estimativas foram obtidas pela técnica de

ponderação por área de drenagem, assumindo proporcionalidade entre as bacias monitoradas e as de interesse.

Foram considerados cinco pontos de referência, três associados a estações fluviométricas e dois estimados por ponderação. Os Quadro 4.10 e Quadro 4.11 a seguir apresentam a localização e os resultados do estudo.

Quadro 4.10 - Pontos de Referência Hidrológica com Coordenadas Geográficas e UTM

Ponto	Descrição	UTM E (M)	UTM N (M)
1	Ponto 1 - Fazenda Alegria (Itacaiúnas)	697088.76	9393321.00
2	Ponto 2 - Fazenda Caiçara (Piuim)	550827.86	9246788.50
3	Ponto 3 - Parauapebas (rio Parauapebas)	621280.71	9326612.98
4	Ponto 4 - Rio Água Azul (ponderado)	557011.61	9242912.99

Fonte: Hidrogeo Engenharia e Gestão de Projetos, 2020.

Quadro 4.11 - Resultados de Disponibilidade Hídrica

Ponto	QMLT (m³/s)	Q90 (m³/s)	Q95 (m³/s)
1 - Itacaiúnas (Faz. Alegria)	581.30	58.05	37.76
2 - Piuim (Faz. Caiçara)	7.10	0.95	0.74
3 - Parauapebas (Estação)	84.40	6.01	4.51
4 - Água Azul (ponderado)	6.05	0.60	0.39

Fonte: Hidrogeo Engenharia e Gestão de Projetos, 2020.

Os resultados obtidos caracterizam a disponibilidade hídrica superficial na região do empreendimento, servindo como referência para a gestão dos recursos hídricos em processos de planejamento e licenciamento.

4.1.7. Qualidade das Águas Superficiais

4.1.7.1. Caracterização Local

O presente capítulo tem como objetivo apresentar as características físico-químicas e condições ambientais da rede de drenagem superficial localizada no entorno do Projeto Água Azul - Fase Industrial.

Dito isto, objetivando a caracterização da rede de drenagem local, foram utilizados dados obtidos através de campanhas de monitoramento mensais no período de dezembro de 2023 a dezembro de 2024, correspondendo a um ano hidrológico.

Foram seis pontos monitorados definidos por abrangerem parte significativa das áreas de influência do projeto em questão. As amostras foram coletadas de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo “*Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater*”, 23ª edição de 2017, ou conforme ABNT NBR 9898/1987. As campanhas de monitoramentos foram

realizadas pelo laboratório SGS Geosol Laboratórios LTDA, devidamente certificado e creditado.

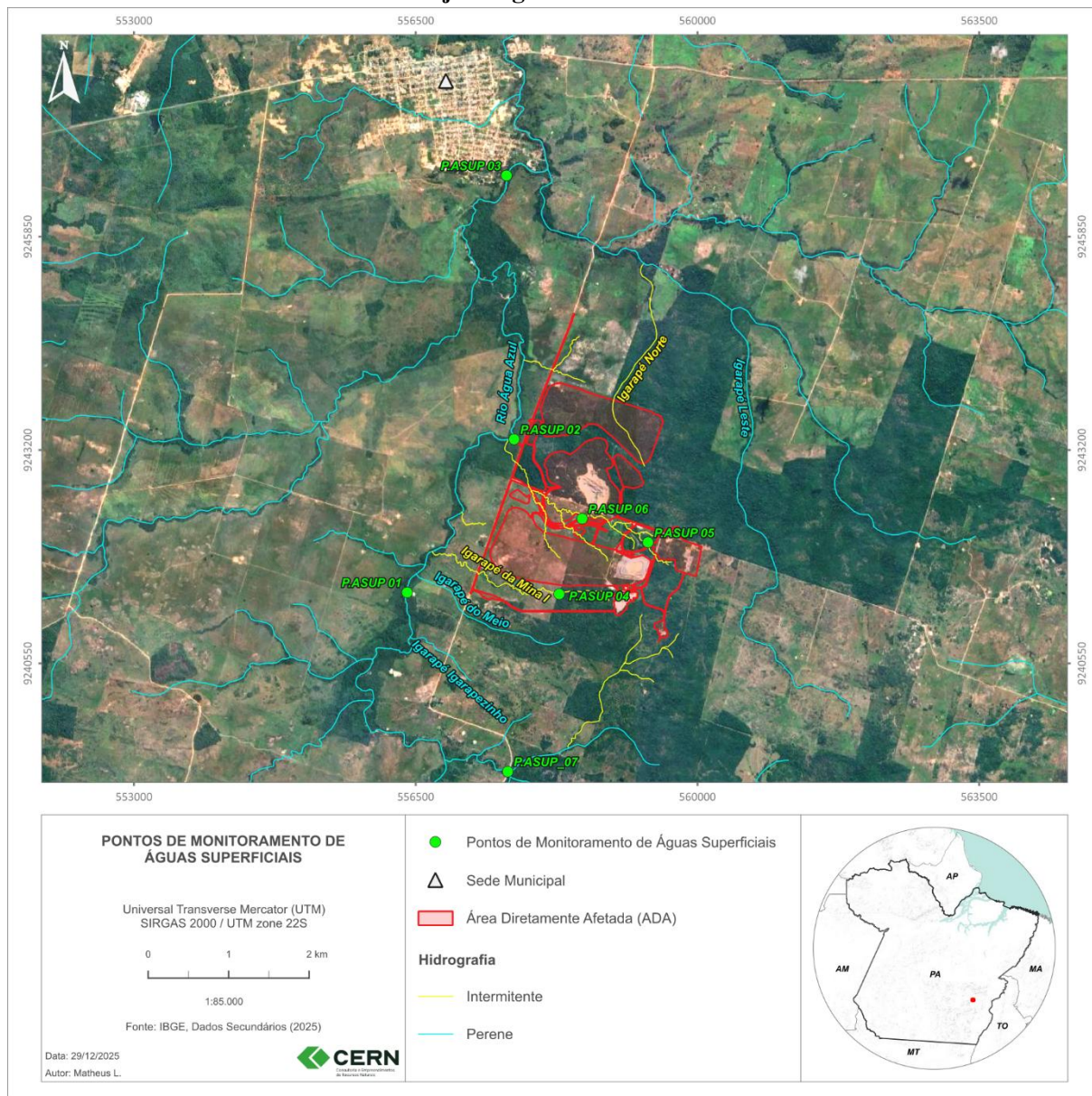
O Quadro 4.12 a seguir apresenta a denominação dos pontos monitorados e suas respectivas coordenadas UTM. Por seguinte, é apresentada a Figura 4.52 através da qual pode-se visualizar a localização dos pontos em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial.

Quadro 4.12 - Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais dos Corpos Receptores da Região do Projeto Água Azul - Fase Industrial

Ponto	Descrição do Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22s)	
		X	Y
Monitoramento Superficial			
P.ASUP_01	Rio Água Azul - montante do empreendimento	556853.56 m E	9241929.89 m S
P.ASUP_02	Rio Água Azul - jusante do empreendimento	557715.63 m E	9243336.49 m S
P.ASUP_03	Rio Água Azul - montante da captação de água	557223.30 m E	9246201.08 m S
P.ASUP_04	Igarapé da Mina I - Jusante da Planta	558572.11 m E	9241431.68 m S
P.ASUP_05	Igarapé da Mina II - Jusante da Pilha	559389.38 m E	9242045.33 m S
P.ASUP_06	Igarapé da Mina II - Jusante da Cava	558388.22 m E	9242429.94 m S
P.ASUP_07	Curso d'água sem nome a montante do empreendimento	557645.00 m E	9239203.00 m S

Fonte: BEMISA, 2025.

Figura 4.52 - Localização dos Pontos de Monitoramento de Águas Superficiais em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial



A seguir, na Figura 4.53, são apresentados os registros fotográficos dos pontos monitorados para a caracterização das águas superficiais da região de inserção do Projeto Água Azul - Fase Industrial.

Figura 4.53 - Imagens dos Pontos de Monitoramento de Água Superficial

Ponto Água Superficial - P.ASUP_01



Ponto Água Superficial - P.ASUP_02



Ponto Água Superficial - P.ASUP_03



Ponto Água Superficial - P.ASUP_04



Ponto Água Superficial - P.ASUP_05



Ponto Água Superficial - P.ASUP_06



Ponto Água Superficial - P.ASUP_07



Fonte: BEMISA, 2025.

A Figura 4.54 apresenta as amostragens para os monitoramentos das águas superficiais realizadas no empreendimento.

Figura 4.54 - Amostragem das Águas Superficiais



Fonte: BEMISA, 2024.

➤ Metodologias de Coleta e Análise

Conforme supracitado, os serviços de preparação de materiais, coletas das amostras e análises físicas, químicas e bacteriológicas dos pontos monitorados foram realizados pelo laboratório SGS Geosol Laboratórios LTDA

O plano de amostragem do referido laboratório é realizado utilizando-se de procedimentos internos, específicos do laboratório, embasados nas diretrizes do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Todas as amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de materiais escolhidos e preparados de acordo com cada parâmetro a ser analisado. A seguir os frascos foram mantidos

em caixas térmicas com gelo, devidamente lacradas e identificadas para transporte até o laboratório.

➤ **Discussão de Resultados**

Os resultados foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, que classifica as águas dos pontos de monitoramento de água superficial amostrados como Classe 2. Desta forma o Artigo 15º concomitante com o 14º estabelecem os Valores Máximos Permitidos (VMP) para águas doces de Classe 2.

Os resultados apresentados compreendem as amostragens realizadas durante o período que compreende o mês de dezembro de 2023 a dezembro de 2024 nos pontos P.ASUP_01 a P.ASUP_06. Já os resultados do ponto P.ASUP_07 são correspondentes ao meses de agosto, setembro, outubro e novembro de 2025.

Para melhor visualização e discussão dos resultados, estes serão apresentados em 04 blocos, sendo:

- Pontos localizados no Rio Água Azul: P.ASUP_01, P.ASUP_02 e P.ASUP_03;
- Ponto localizado no Igarapé da Mina I: P.ASUP_04;
- Pontos localizados no Igarapé da Mina II: P.ASUP_05 e P.ASUP_06;
- Ponto localizado em curso d'água sem nome à montante do empreendimento: P.ASUP_07.

Em todos os pontos, atualmente, são analisados mensalmente 44 parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos.

Os resultados das campanhas de amostragem de água superficial foram comparados com os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela CONAMA nº 357/2005 e estão apresentados nos quadros a seguir (Quadro 4.13 a Quadro 4.18).

Os boletins de análises referentes às campanhas de amostragem são apresentados no **ANEXO 05 - Boletins de Monitoramento de Águas Superficiais** do presente estudo e poderão auxiliar no acompanhamento e discussão dos resultados, relacionados a seguir.

Quadro 4.13 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_01

Resultados Ponto P.ASUP_01														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,1	0,05	0,09	0,04	0,18	0,05	0,05	0,16	0,1	0,03	0,15	0,16	0,14
Antimônio Total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio Total	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bário Total	mg Ba/L	0,7	0,072	0,095	0,068	0,08	0,096	0,088	0,09	0,106	0,103	0,104	0,104	0,09
Berílio Total	mg Be/L	0,04	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Boro Total	mg B/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cádmio Total	mg Cd/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cianeto Total	mg/L	0,005	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto	mg Cl-/L	-	<0,05	<0,05	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cloro Residual Total (<i>In situ</i>)	mg/L	250	1,42	1,07	1,2	<1	<1	1,07	1,49	1,45	2,11	1,66	1,2	1,56
Cobalto Total	mg Co/L	0,01	<0,03	0,04	<0,01	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,16	<0,01	<0,01	0,03
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Condutividade Elétrica (<i>In situ</i>)	µS/cm	1000	6000	51000	3900	300	5100	570	116	4700	39000	5500	3900	4500
Cor Verdadeira	mg/L	-	68	29	48	34,4	105	55	23	53,5	75	15	53	52
Cromo Total	mg Cr/L	75	33	38	57	69	37	26	18	30	32	17	21	30
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,05	<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	mg Fe/L	5	<3	<3	2,48	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,16
Fluoreto	mg F-/L	0,3	1,04	0,33	0,29	0,41	0,37	0,25	0,31	0,41	0,19	0,3	0,26	0,33
Fósforo Total	mg/L	1,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	0,08	<0,05	0,21	0,13	0,09	0,07
Lítio Total	mg Li/L	[005]	0,02	0,03	0,06	0,02	<0,01	0,03	0,05	0,04	0,08	0,19	0,03	0,02
Magnésio Total	mg Mg/L	2,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Resultados Ponto P.ASUP_01														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Manganês Total	mg Mn/L	-	0,66	0,43	0,39	0,41	0,41	0,43	0,45	0,54	0,58	0,6	0,59	0,47
Mercúrio Total	mg/L	0,1	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrato (N)	mg/L	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrito (N)	mg N NO2/L	10	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,1	0,07	0,02	0,08	0,03
Nitrogênio Amoniacal	mg N NH3/L	1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Óleos Minerais	mg/L	[008]	0,07	<0,06	<0,06	<0,06	0,09	0,1	<0,06	0,2	0,1	<0,06	0,09	0,19
Oxigênio Dissolvido (<i>In situ</i>)	mg/L	V.A.	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
pH (<i>In situ</i>)	-	>5	2,83	4,46	2,95	4,56	4,09	5,74	4,55	4,32	3,15	3,55	4,02	2,85
Potencial Redox (<i>In situ</i>)	mV	6,0-9,0	7,62	7,11	7,17	6,9	7,27	7,12	7,11	7,95	6,72	6,94	7,38	7,12
Prata Total	mg Ag/L	-	140	46,4	46	25,1	15	-10	10,1	8,4	230	119	88	84,6
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	500	44	24,7	30,7	28	32	33,3	37,3	42	32,7	55	40	38
Sólidos Totais	mg/L	-	<11	22,7	44,7	19,3	16	<11	<11	11,3	96	63	70	98
Sulfato	mg SO4/L	-	52,7	47,3	75,3	47,3	48	39,3	48	53,3	<1	<1	-	-
Sulfeto	mg/L	250	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,002	<0,002	<1	<1
Temperatura Amostra	°C	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	31	31	0,007	<0,002
Tempo	-	-	27	24,6	26,1	27	27,1	26	24,9	25	26	26	31	25
Turbidez	NTU	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Nublado
Última Chuva	-	100	21,4	33,3	54,5	42,7	15,1	12,2	24,5	21,9	12,5	15,3	15,3	27,5
Urânio Total	mg/L	-	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes	12H Antes	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes
Vanádio Total	mg V/L	0,02	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005

Resultados Ponto P.ASUP_01														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Zinco Total	mg Zn/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Quadro 4.14 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_02

Resultados Ponto P.ASUP_02														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,1	0,04	0,13	0,09	0,28	0,04	0,09	0,17	0,12	0,05	0,14	0,24	0,14
Antimônio Total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio Total	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bário Total	mg Ba/L	0,7	0,08	0,097	0,07	0,084	0,093	0,085	0,102	0,107	0,103	0,102	0,096	0,087
Berílio Total	mg Be/L	0,04	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Boro Total	mg B/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cádmio Total	mg Cd/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cianeto Total	mg/L	0,005	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto	mg Cl-/L	-	<0,05	<0,05	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cloro Residual Total (<i>In situ</i>)	mg/L	250	1,42	1,06	1,21	<1	<1	1,1	1,45	1,5	2,09	1,71	1,24	1,35
Cobalto Total	mg Co/L	0,01	<0,03	0,08	0,02	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2	<0,01	<0,01	0,17
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Condutividade Elétrica (<i>In situ</i>)	µS/cm	1000	300	49000	3000	100	4100	530	86	4100	48000	5700	5800	4900
Cor Verdadeira	mg/L	-	62	41	58	33,3	103	55	50	83	82	25	38	67
Cromo Total	mg Cr/L	75	31	41	66	66	32	28	17	29	28	26	18	34

Resultados Ponto P.ASUP_02														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,05	<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	mg Fe/L	5	<3	<3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fluoreto	mg F-/L	0,3	0,88	0,42	0,3	0,42	0,37	0,36	0,33	0,38	0,2	0,39	0,27	0,3
Fósforo Total	mg/L	1,4	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	0,07	<0,05	0,22	0,13	<0,05	0,07
Lítio Total	mg Li/L	[005]	0,01	0,02	0,07	0,02	<0,01	0,02	0,04	0,03	0,07	0,15	0,02	0,02
Magnésio Total	mg Mg/L	2,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg Mn/L	-	0,7	0,54	0,42	0,43	0,41	0,42	0,47	0,56	0,59	0,58	0,59	0,5
Mercurio Total	mg/L	0,1	<0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,04	0,03
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrato (N)	mg/L	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrito (N)	mg N NO2/L	10	0,1	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,15	0,18	0,05	0,06	0,09	<0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg N NH3/L	1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Óleos Minerais	mg/L	[008]	<0,06	<0,06	0,08	0,12	0,13	<0,06	<0,06	0,14	0,1	0,06	0,07	0,26
Oxigênio Dissolvido (<i>In situ</i>)	mg/L	V.A.	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
pH (<i>In situ</i>)	-	>5	3	4,67	3,47	5,15	3,5	4,31	4,5	4,3	3,64	4,05	3,95	2,72
Potencial Redox (<i>In situ</i>)	mV	6,0-9,0	7,26	6,68	6,02	6,68	7,26	7,07	7,09	7,9	6,6	6,86	7,32	7,1
Prata Total	mg Ag/L	-	150	36,7	36,7	21,9	14	-13,5	1,5	6,5	201	117	77	71
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	500	44,7	28	29,3	23,3	37,3	32	36,7	44	70	50	52	58
Sólidos Totais	mg/L	-	<11	24	40	21,3	<11	<11	<11	<11	86	65	63	68
Sulfato	mg SO4/L	-	53,3	52	69,3	44,7	44	38,7	40	52,7	<1	<1	-	-

Resultados Ponto P.ASUP_02														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sulfeto	mg/L	250	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,002	<0,002	<1	<1
Temperatura Amostra	°C	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	30	31	0,005	<0,002
Tempo	-	-	27,3	25,1	25,5	26,3	26,8	26,4	24,5	26	26,1	27	30	25
Turbidez	NTU	-	Nublado	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Nublado
Última Chuva	-	100	27,7	40,2	56,2	44,2	13,7	12,3	13,8	13,7	9,17	14,8	12,8	22,2
Urânio Total	mg/L	-	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes	12H Antes	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes
Vanádio Total	mg V/L	0,02	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Zinco Total	mg Zn/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Quadro 4.15 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_03

Resultados Ponto P.ASUP_03														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,1	0,05	0,14	0,07	0,26	<0,02	0,02	0,08	0,09	<0,02	0,09	0,12	0,12
Antimônio Total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio Total	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bário Total	mg Ba/L	0,7	0,079	0,096	0,065	0,083	0,091	0,087	0,09	0,107	0,111	0,115	0,094	0,088
Berílio Total	mg Be/L	0,04	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Boro Total	mg B/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cádmio Total	mg Cd/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cianeto Total	mg/L	0,005	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto	mg Cl-/L	-	<0,05	<0,05	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cloro Residual Total (<i>In situ</i>)	mg/L	250	1,48	1,14	1,3	<1	1,01	1,09	1,49	1,58	2,49	1,71	1,28	1,49
Cobalto Total	mg Co/L	0,01	0,2	0,1	0,03	0,15	<0,01	0,02	0,04	<0,01	0,3	<0,01	<0,01	0,07

Resultados Ponto P.ASUP_03														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0,009	0,006	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Condutividade Elétrica (<i>In situ</i>)	µS/cm	1000	5600	340	310	120	3900	600	120	6000	39000	5900	4500	2900
Cor Verdadeira	mg/L	-	88	40	27	35	110	47,4	60	81	81	19	60	71
Cromo Total	mg Cr/L	75	33	<10	82	64	44	27	<4	30	35	27	17	39
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,05	<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	mg Fe/L	5	<3	<3	2,72	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,7
Fluoreto	mg F-/L	0,3	1,12	0,45	0,41	0,59	0,38	0,52	0,26	0,37	0,19	0,45	0,23	0,31
Fósforo Total	mg/L	1,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	0,07	<0,05	0,22	0,13	0,19	0,07
Lítio Total	mg Li/L	[005]	0,03	0,04	0,05	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,1	0,04	0,01
Magnésio Total	mg Mg/L	2,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg Mn/L	-	0,74	0,57	0,68	0,52	0,46	0,45	0,53	0,62	0,73	0,61	0,69	0,59
Mercurio Total	mg/L	0,1	<0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,08	0,05	0,04
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Nitrato (N)	mg/L	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrito (N)	mg N NO2/L	10	0,1	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,14	0,08	0,04	0,07	0,08	<0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg N NH3/L	1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Óleos Minerais	mg/L	[008]	<0,06	<0,06	<0,06	0,09	0,17	0,09	<0,06	0,16	0,11	<0,06	0,07	0,23
Oxigênio Dissolvido (<i>In situ</i>)	mg/L	V.A.	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
pH (<i>In situ</i>)	-	>5	3,34	4,57	2,97	4,73	4,5	4,37	4,21	4,3	3,33	3,98	3,85	3,17
Potencial Redox (<i>In situ</i>)	mV	6,0-9,0	7,21	6,89	6,63	7,26	7,23	7,22	7,04	7,7	6,52	7,08	7,22	7,13
Prata Total	mg Ag/L	-	155	16,1	16,1	20,5	16,5	-10	-26	2,5	137	125	76	51,6

Resultados Ponto P.ASUP_03														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	500	76	36	32,7	28,7	36	35,3	41,3	43,3	49,3	54	58	57
Sólidos Totais	mg/L	-	<11	22	37,3	20,7	<11	<11	<11	<11	117	68	-	-
Sulfato	mg SO4/L	-	85,3	58	70	49,3	44,7	45,3	42	49,3	<1	<1	74	60
Sulfeto	mg/L	250	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,002	<0,002	<1	<1
Temperatura Amostra	°C	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	30	30	<0,002	<0,002
Tempo	-	-	26,3	25,2	26,3	26,1	26,8	24,4	24,3	25	26,1	27	29	25
Turbidez	NTU	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Nublado
Última Chuva	-	100	25,5	35,4	45	44,1	14	13,1	15,4	14,5	2,76	31,6	17,2	29,5
Urânio Total	mg/L	-	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes	12H Antes	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes
Vanádio Total	mg V/L	0,02	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Zinco Total	mg Zn/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Considerando os metais pesados tóxicos têm-se que o berílio, cádmio, chumbo, cromo, níquel, bário, cobalto, mercúrio, urânio e arsênio apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação em referência.

Quanto ao parâmetro alumínio, este vem apresentando valores acima dos limites estabelecidos pela legislação, desde as primeiras amostragens, realizadas em dezembro/2021, antes da implantação do empreendimento. Verificou-se ainda, um incremento dos valores deste parâmetro, nos 03 pontos de amostragem onde se registrou as maiores concentrações. Observou-se o registro de chuvas, nas horas antecedentes as amostragens. As concentrações acima do limite podem estar associadas à presença de alumínio no próprio solo da região, bem como as atividades antrópicas nas proximidades dos pontos de coleta como agricultura sem práticas adequadas de conservação do solo.

Os demais metais, como, antimônio, lítio, manganês, prata, vanádio, zinco apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação.

O parâmetro Ferro Dissolvido apresentou valores acima do limitado pela CONAMA 357/2005 em parte dos resultados, porém, infere-se que tais valores são inerentes ao background da região.

O Projeto Água Azul utiliza o cianeto de sódio na sua rota de processo de beneficiamento do ouro. Sendo proposto o processo de neutralização desse composto por meio da reação de oxidação através da adição de Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2). Devido as peculiaridades deste reagente o empreendedor mantém um Programa de Controle Ambiental específico para orientar as ações dos membros da Equipe de Resposta às Emergências com Cianeto de Sódio. Ainda paralelo a esse programa, mensalmente são realizadas análises do parâmetro Cianeto junto aos pontos de monitoramentos de água superficiais, e durante todas as análises, em todos os 03 pontos do Rio Água Azul, foram obtidos valores menores que 0,05 mg/L, portanto, menor que o limite de quantificação do método analítico.

Considerando ainda o objeto da atividade em questão, extração e beneficiamento de minério de ouro, destaca-se três parâmetros importantes de análise: pH, sulfato e sulfetos. Os quais avaliados de maneira conjunta, podem indicar superficialmente, um potencial de geração de drenagem ácida de mina. Durante o período de monitoramento em questão, no ponto P.ASUP_02, o parâmetro sulfeto ficou um pouco acima do permitido (0,005 mg/L), mas no mês seguinte normalizou. Já o parâmetro sulfato apresentou resultados abaixo do limite estabelecidos pela CONAMA 356/2005. O parâmetro pH apresentou valores dentro dos limites em todos os meses analisados.

No que tange os parâmetros que inferem sobre possíveis contaminações de origem orgânica / fecal, são monitorados: Coliformes termotolerantes, DBO, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e Oxigênio Dissolvido. Nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal apresentaram resultados em conformidade durante todas as campanhas. O parâmetro OD apresentou valores inferiores ao limite estabelecido pela legislação nos 03 pontos analisados. Já o parâmetro Coliformes Termotolerantes também se apresentou em desconformidade nos 03 pontos monitorados. Considerando que o empreendimento trata todo o seu efluente de origem sanitária e que não há lançamento do mesmo em cursos d'água, entende-se que tais valores estão relacionados às excretas de animais advindos das atividades agropecuárias na região.

Os óleos e graxas constituem um conjunto substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, solúveis em n-hexano (solvente) e que compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, raramente são encontrados em águas naturais, pois geralmente são oriundos de despejos de origem industrial. No período do presente monitoramento, o Parâmetro Óleo e Graxa apresentou resultados $< 2,5$ mg/L, abaixo do limite de quantificação do método, portanto em conformidade com o preconizado pela legislação.

No que tange a série de sólidos, foram analisados: sólidos totais, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais. Apenas o parâmetro “sólidos dissolvidos totais” é limitado para cursos d'água classe 2 pela CONAMA 356/2005 e apresentou resultados dentro dos limites durante todo o período monitorado, para os 03 pontos. O parâmetro turbidez também apresentou resultados dentro do limitado pela legislação em referência. Já o parâmetro cor verdadeira apresentou somente uma alteração no mês de março/2024 no ponto P.ASUP_03, possivelmente em decorrência das chuvas na região, uma vez que março é o mês com maior concentração de chuvas no estado.

Analisou-se ainda os parâmetros boro total, cloreto, fluoreto, fosforo total os quais apresentaram resultados abaixo dos limites de referência legais.

Quadro 4.16 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_04

Resultados Ponto P.ASUP_04														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,1	**	0,25	0,86	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Antimônio Total	mg/L	0,005	**	<0,001	<0,001	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Arsênio Total	mg/L	0,01	**	<0,001	<0,001	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Bário Total	mg Ba/L	0,7	**	0,106	0,109	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Berílio Total	mg Be/L	0,04	**	<0,002	<0,002	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Boro Total	mg B/L	0,5	**	<0,05	<0,05	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cádmio Total	mg Cd/L	0,001	**	<0,001	0,003	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	**	<0,003	<0,003	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cianeto Total	mg/L	0,005	**	<0,05	<0,004	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cianeto	mg Cl-/L	-	**	1,32	<1	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cloro Residual Total (<i>In situ</i>)	mg/L	250	**	<0,03	<0,01	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cobalto Total	mg Co/L	0,01	**	<0,005	<0,005	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,05	**	0,016	0,032	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0,009	**	8700	3000	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Condutividade Elétrica (<i>In situ</i>)	µS/cm	1000	**	39	255	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cor Verdadeira	mg/L	-	**	124	153	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Cromo Total	mg Cr/L	75	**	<0,01	<0,01	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,05	**	<3	<2	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	5	**	0,38	0,59	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Fluoreto	mg F-/L	0,3	**	<0,05	<0,05	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Fósforo Total	mg/L	1,4	**	0,07	0,05	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Lítio Total	mg Li/L	[005]	**	<0,01	<0,01	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Magnésio Total	mg Mg/L	2,5	**	1,03	1,15	**	**	**	**	**	**	*	*	*

Resultados Ponto P.ASUP_04														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Manganês Total	mg Mn/L	-	**	0,04	0,04	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Mercúrio Total	mg/L	0,1	**	<0,0002	<0,0002	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	**	<0,01	<0,01	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Nitrato (N)	mg/L	0,025	**	0,12	0,17	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Nitrito (N)	mg N NO2/L	10	**	0,038	0,012	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Nitrogênio Amoniacal	mg N NH3/L	1	**	<0,06	<0,06	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Óleos Minerais	mg/L	[008]	**	<2,5	<2,5	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (<i>In situ</i>)	mg/L	V.A.	**	3,96	4,2	**	**	**	**	**	**	*	*	*
pH (<i>In situ</i>)	-	>5	**	6,75	6,44	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Potencial Redox (<i>In situ</i>)	mV	6,0-9,0	**	21,4	21,4	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Prata Total	mg Ag/L	-	**	<0,005	<0,005	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,01	**	51	142	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	500	**	19	<11	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Sólidos Totais	mg/L	-	**	70	151	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Sulfato	mg SO4/L	-	**	1,1	<1	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Sulfeto	mg/L	250	**	<0,002	<0,002	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Temperatura Amostra	°C	0,002	**	25,7	25,3	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Tempo	-	-	**	Bom	Bom	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Turbidez	NTU	-	**	101	88,1	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Última Chuva	-	100	**	24H Antes	12H Antes	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Urânio Total	mg/L	-	**	<0,0005	<0,0005	**	**	**	**	**	**	*	*	*
Vanádio Total	mg V/L	0,02	**	<0,01	<0,01	**	**	**	**	**	**	*	*	*

Resultados Ponto P.ASUP_04														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Zinco Total	mg Zn/L	0,1	**	<0,02	<0,02	**	**	**	**	**	**	*	*	*

** Ponto com problemas de acesso
* Ponto sem vazão para coleta (Ponto seco)
- Não analisado

O ponto P.ASUP_04 é localizado em um local com mata fechada e acesso limitado, portanto é um ponto onde existe a presença de alguns animais que dificultam ou até impedem a coleta da amostra para análise. A BEMISA, com o objetivo de sanar este problema, buscou uma nova forma de acesso evitando alguns animais presentes no local. O ponto é localizado em um curso d'água intermitente, onde só tem água em determinados períodos, como durante a estação chuvosa. Devido a estes motivos, foi possível coletar amostras do ponto em fevereiro e março de 2024.

O parâmetro cianeto total, no ponto P.ASUP_04, apresentou valores menores que 0,05 mg/L nos meses amostrados, portanto, menor que o limite de quantificação do método analítico.

O parâmetro óleos e graxas, o qual quando encontrado em águas superficiais, é indicativo de despejo de origem industrial, apresentou resultados $< 2,5$ mg/L, abaixo do limite de quantificação do método, portanto em conformidade com o preconizado pela legislação, em todas as amostragens.

Referente aos parâmetros pH, sulfato e sulfeto, são parâmetros importantes considerando o objeto da atividade do Projeto Água Azul, para o ponto P.ASUP_04 se mantiverem abaixo do limite de detecção durante todo o período amostral.

Sobre os metais analisados, quais sejam: alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, cádmio, cobalto, chumbo, cobre, cromo, ferro, magnésio, manganês, mercúrio, níquel, prata, vanádio e urânio. Tem-se que dos que são caracterizados como metais tóxicos, arsênio, berílio, cádmio, chumbo, cromo, níquel, cobalto, mercúrio, urânio apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação em referência. Já o parâmetro Cobre Dissolvido, apresentou na campanha de amostragem de fevereiro e março de 2024, resultados um pouco acima dos limites definidos pela legislação, podendo ser causados pela composição do solo da região.

Os demais metais, como lítio, prata, vanádio, zinco, antimônio e manganês apresentaram resultados abaixo do limite de referência da legislação. Os parâmetros alumínio dissolvido e ferro dissolvido apresentaram resultados acima da legislação em referência no período monitorado, contudo tal situação ocorre desde a primeira campanha de amostragem (janeiro/2022) a qual ocorreu anterior a implantação do projeto.

Referente aos parâmetros que inferem sobre possíveis contaminações de origem orgânica / fecal, são monitorados: nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, coliformes termotolerantes, DBO e Oxigênio Dissolvido. Os quatro primeiros parâmetros em referência apresentaram resultados dentro do especificado pela legislação durante todo o período monitorado. O parâmetro Oxigênio Dissolvido, apresentou resultados abaixo de 5 mg/L nos meses amostrados. O

parâmetro “coliformes termotolerantes” também apresentou valores acima do limite em todo o período, considerando que o empreendimento trata todo seu efluente de origem sanitária e que não há lançamento do mesmo em cursos d’água, entende-se que tais valores estão relacionados às excretas de animais, uma vez que este ponto monitorado está localizado dentro de uma fazenda.

No que tange a série de sólidos, foram analisados: sólidos totais, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais. Apenas o parâmetro “sólidos dissolvidos totais” é limitado para cursos d’água classe 2 pela CONAMA 356/2005 e apresentou resultados dentro dos limites durante todo o período monitorado. O parâmetro turbidez ultrapassou os limites da legislação em referência no mês de fevereiro de 2024, já o parâmetro cor verdadeira resultados acima do limite nos meses amostrados. As campanhas, foram caracterizadas por chuvas nas horas antecedentes a coleta, o que pode justificar tais anomalias.

Analisou-se ainda os parâmetros boro total, cloreto, fluoreto, fosforo total os quais apresentaram resultados abaixo dos limites de referência legais.

Quadro 4.17 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_05

Resultados Ponto P.ASUP_05														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,1	NA	0,15	1,08	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Antimônio Total	mg/L	0,005	NA	<0,001	<0,001	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Arsênio Total	mg/L	0,01	NA	<0,001	<0,001	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Bário Total	mg Ba/L	0,7	NA	0,151	0,148	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Berílio Total	mg Be/L	0,04	NA	<0,002	<0,002	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Boro Total	mg B/L	0,5	NA	<0,05	<0,05	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cádmio Total	mg Cd/L	0,001	NA	<0,001	0,003	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	NA	<0,003	<0,003	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cianeto Total	mg/L	0,005	NA	<0,05	<0,004	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cianeto	mg Cl-/L	-	NA	<1	<1	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cloro Residual Total (<i>In situ</i>)	mg/L	250	NA	<0,03	<0,01	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobalto Total	mg Co/L	0,01	NA	<0,005	<0,005	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,05	NA	<0,005	0,005	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0,009	NA	3600	7400	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Condutividade Elétrica (<i>In situ</i>)	µS/cm	1000	NA	92	166	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cor Verdadeira	mg/L	-	NA	94	80	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Cromo Total	mg Cr/L	75	NA	<0,01	<0,01	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,05	NA	<3	<2	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	5	NA	0,29	0,39	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Fluoreto	mg F-/L	0,3	NA	<0,05	<0,05	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Fósforo Total	mg/L	1,4	NA	0,06	0,04	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Lítio Total	mg Li/L	[005]	NA	0,02	<0,01	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Magnésio Total	mg Mg/L	2,5	NA	3,67	4,22	NA	*	*	*	*	*	*	*	*

Resultados Ponto P.ASUP_05														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Manganês Total	mg Mn/L	-	NA	0,11	0,1	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Mercúrio Total	mg/L	0,1	NA	<0,0002	<0,0002	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	NA	<0,01	<0,01	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Nitrato (N)	mg/L	0,025	NA	0,56	0,15	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Nitrito (N)	mg N NO2/L	10	NA	0,012	<0,005	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Nitrogênio Amoniacal	mg N NH3/L	1	NA	0,12	<0,06	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Óleos Minerais	mg/L	[008]	NA	<2,5	<2,5	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (<i>In situ</i>)	mg/L	V.A.	NA	4,02	3,5	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
pH (<i>In situ</i>)	-	>5	NA	7,09	7,12	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Potencial Redox (<i>In situ</i>)	mV	6,0-9,0	NA	39,4	39,4	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Prata Total	mg Ag/L	-	NA	<0,005	<0,005	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,01	NA	73	147	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	500	NA	43	34	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Totais	mg/L	-	NA	116	181	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Sulfato	mg SO4/L	-	NA	2,7	1,95	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Sulfeto	mg/L	250	NA	<0,002	<0,002	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Temperatura Amostra	°C	0,002	NA	25,3	29,5	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Tempo	-	-	NA	Bom	Bom	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Turbidez	NTU	-	NA	104	59,1	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Última Chuva	-	100	NA	24H Antes	12H Antes	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Urânio Total	mg/L	-	NA	<0,0005	<0,0005	NA	*	*	*	*	*	*	*	*
Vanádio Total	mg V/L	0,02	NA	<0,01	<0,01	NA	*	*	*	*	*	*	*	*

Resultados Ponto P.ASUP_05														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Zinco Total	mg Zn/L	0,1	NA	<0,02	<0,02	NA	*	*	*	*	*	*	*	*

* Ponto sem vazão para coleta (Ponto seco)

NA: Não Amostrado (acesso proibido)

Quadro 4.18 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_06

Resultados Ponto P.ASUP_06														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,1	0,31	0,24	0,49	0,21	0,03	*	*	*	*	*	*	*
Antimônio Total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*
Arsênio Total	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*
Bário Total	mg Ba/L	0,7	0,082	0,195	0,115	0,118	0,096	*	*	*	*	*	*	*
Berílio Total	mg Be/L	0,04	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*
Boro Total	mg B/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*
Cádmio Total	mg Cd/L	0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	*	*	*	*	*	*	*
Cianeto Total	mg/L	0,005	-	-	-	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*
Cianeto	mg Cl-/L	-	<0,05	<0,05	<0,004	<0,004	<0,004	*	*	*	*	*	*	*
Cloro Residual Total (<i>In situ</i>)	mg/L	250	1,11	1,03	<1	<1	<1	*	*	*	*	*	*	*
Cobalto Total	mg Co/L	0,01	<0,03	0,11	<0,01	0,17	0,09	*	*	*	*	*	*	*
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,05	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	0,009	0,013	<0,005	0,015	0,008	<0,005	*	*	*	*	*	*	*
Condutividade Elétrica (<i>In situ</i>)	µS/cm	1000	350	2400	6000	150	3500	*	*	*	*	*	*	*
Cor Verdadeira	mg/L	-	107	77	255	121	213	*	*	*	*	*	*	*
Cromo Total	mg Cr/L	75	126	84	131	58	12	*	*	*	*	*	*	*

Resultados Ponto P.ASUP_06														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	5	<3	<3	<2	<2	<2	*	*	*	*	*	*	*
Fluoreto	mg F-/L	0,3	0,88	0,32	1,18	0,78	0,15	*	*	*	*	*	*	*
Fósforo Total	mg/L	1,4	0,08	0,07	<0,05	0,06	0,12	*	*	*	*	*	*	*
Lítio Total	mg Li/L	[005]	0,02	0,11	0,04	0,02	<0,01	*	*	*	*	*	*	*
Magnésio Total	mg Mg/L	2,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*
Manganês Total	mg Mn/L	-	4,29	3,96	2,32	4,04	5,21	*	*	*	*	*	*	*
Mercurio Total	mg/L	0,1	<0,02	0,16	0,06	0,11	0,05	*	*	*	*	*	*	*
Níquel Total	mg Ni/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*
Nitrato (N)	mg/L	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*
Nitrito (N)	mg N NO2/L	10	0,16	0,73	0,27	0,1	0,06	*	*	*	*	*	*	*
Nitrogênio Amoniacal	mg N NH3/L	1	<0,005	0,017	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*
Óleos Minerais	mg/L	[008]	0,11	0,07	<0,06	<0,06	0,08	*	*	*	*	*	*	*
Oxigênio Dissolvido (<i>In situ</i>)	mg/L	V.A.	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	*	*	*	*	*	*	*
pH (<i>In situ</i>)	-	>5	2,19	3,66	4,5	4,15	4,5	*	*	*	*	*	*	*
Potencial Redox (<i>In situ</i>)	mV	6,0-9,0	7,03	7,12	6,55	6,94	7,34	*	*	*	*	*	*	*
Prata Total	mg Ag/L	-	162	40,3	40,3	24,9	21	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	500	72	67	167	92	132	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Totais	mg/L	-	17	167	36	22,7	<11	*	*	*	*	*	*	*
Sulfato	mg SO4/L	-	89	234	203	115	143	*	*	*	*	*	*	*

Resultados Ponto P.ASUP_06														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sulfeto	mg/L	250	<1	2,41	<1	<1	1,19	*	*	*	*	*	*	*
Temperatura Amostra	°C	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*
Tempo	-	-	28,1	25,7	29,5	29,8	28	*	*	*	*	*	*	*
Turbidez	NTU	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	*	*	*	*	*	*	*
Última Chuva	-	100	118	390	82,8	86,6	6,59	*	*	*	*	*	*	*
Urânio Total	mg/L	-	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes	12H Antes	*	*	*	*	*	*	*
Vanádio Total	mg V/L	0,02	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	*	*	*	*	*	*	*
Zinco Total	mg Zn/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*

* Ponto sem vazão para coleta (Ponto seco)

Considerando a localização dos pontos P.ASUP_05 e P.ASUP_06, a jusante da pilha e da cava, tem-se os seguintes parâmetros como primordiais: pH, sulfato e sulfeto. Os quais apresentaram resultados dentro dos limites definidos pela CONAMA 356/2005.

Referente ao grupo de metais, foram analisados os seguintes parâmetros: alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, cádmio, cobalto, chumbo, cobre, cromo, ferro, magnésio, manganês, mercúrio, níquel, prata, vanádio e urânio. Considerando os metais pesados tóxicos têm-se que o berílio, chumbo, cromo, níquel, bário, cobalto, mercúrio, urânio e arsênio apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação em referência. Já o parâmetro cádmio, o qual iniciou o monitoramento em janeiro de 2023, apresentou na primeira campanha de amostragem resultados acima dos limites definidos pela legislação.

Quanto ao parâmetro alumínio, este vem apresentando valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, desde as primeiras amostragens, ocorridas em dezembro/2021. Tal situação é recorrente em todos os pontos de amostragem, incluindo o ponto P.ASUP_01 localizado no Rio Água Azul a montante do empreendimento.

Os demais metais, como, antimônio, lítio, manganês, prata, vanádio, zinco apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação. O parâmetro cobre dissolvido no ponto P.ASUP_06 apresentou valor acima do permitido nos meses janeiro e março/2024.

O parâmetro Ferro Dissolvido apresentou valores acima do limitado pela CONAMA 357/2005 em parte dos resultados, porém, infere-se que tais valores são inerentes ao *background* da região.

O parâmetro cianeto, avaliado em função do empreendimento utilizar cianeto de sódio na rota do processo de beneficiamento, apresentou durante todas as campanhas de amostragem valores menores que 0,05 mg/L, portanto, menor que o limite de quantificação do método analítico.

No que tange aos parâmetros que inferem sobre possíveis contaminações de origem orgânica / fecal, são monitorados: Coliformes termotolerantes, DBO, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e Oxigênio Dissolvido.

Em boa parte dos monitoramentos estes parâmetros apresentaram resultados em conformidade com a legislação, com exceção do parâmetro Oxigênio Dissolvido, que apresentou valores em desconformidade com o estabelecido pela CONAMA 357/2005 nos dois pontos.

Já o parâmetro “coliformes termotolerantes”, na maior parte das campanhas, apresentou valores acima do estabelecido pela referida legislação, em ambos os pontos. Considerando que o empreendimento trata todo seu efluente de origem sanitária e que não há lançamento do mesmo em cursos d’água, entende-se que tais valores estão relacionados às excretas da fauna da região.

No período do presente monitoramento, o Parâmetro Óleo e Graxa apresentou resultados $< 2,5$ mg/L, abaixo do limite de quantificação do método, portanto em conformidade com o preconizado pela legislação.

No que tange a série de sólidos, foram analisados: sólidos totais, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais. Apenas o parâmetro “sólidos dissolvidos totais” é limitado para cursos d’água classe 2 pela CONAMA 356/2005 e apresentou resultados dentro dos limites durante todo o período monitorado, para os dois pontos. Contudo, ambos os pontos apresentaram valores acima da legislação para os parâmetros turbidez e cor verdadeira.

Analisou-se ainda os parâmetros boro total, cloreto e fluoreto os quais apresentaram resultados abaixo dos limites de referência legais.

Quadro 4.19 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUP_07

Resultados Ponto P.ASUP_07						
Parâmetro	Unidade	VMP	2025			
			ago	set	out	nov
Alumínio Dissolvido	mg Al/L	0,1	*	0,14	*	*
Antimônio Total	mg/L	0,005	*	<0,001	*	*
Arsênio Total	mg/L	0,01	*	<0,001	*	*
Bário Total	mg Ba/L	0,7	*	0,083	*	*
Berílio Total	mg Be/L	0,04	*	<0,002	*	*
Boro Total	mg B/L	0,5	*	<0,05	*	*
Cádmio Total	mg Cd/L	0,001	*	<0,001	*	*
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	*	0,014	*	*
Cianeto Livre	mg/L	0,005	*	<0,005	*	*
Cianeto Total	mg Cl-/L	N.A.	*	<0,004	*	*
Cloreto	mg/L	250		1,72		
Cloro Residual Total (<i>In situ</i>)	mg/L	0,01	*	0,02	*	*
Cobalto Total	mg Co/L	0,05	*	<0,005	*	*
Cobre Dissolvido	mg Cu/L	0,009	*	<0,005	*	*
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1000	*	30000	*	*
Condutividade Elétrica (<i>In situ</i>)	µS/cm	N.A.	*	59,00	*	*
Cor Verdadeira	mg/L	75	*	179	*	*
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	*	<0,01	*	*
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5	*	4,33	*	*
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	0,3	*	0,16	*	*
Fluoreto	mg F-/L	1,4	*	<0,05	*	*
Fósforo Total	mg/L	[005]	*	0,04	*	*
Lítio Total	mg Li/L	2,5	*	<0,01	*	*
Magnésio Total	mg Mg/L	N.A.	*	0,36	*	*
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	*	<0,02	*	*
Mercúrio Total	mg/L	0,0002	*	<0,0002	*	*
Níquel Total	mg Ni/L	0,025	*	<0,01	*	*

Resultados Ponto P.ASUP_07						
Parâmetro	Unidade	VMP	2025			
			ago	set	out	nov
Nitrato (N)	mg/L	10	*	0,48	*	*
Nitrito (N)	mg N _{NO2} /L	1	*	<0,005	*	*
Nitrogênio Amoniacal	mg N _{NH3} /L	[008]	*	0,12	*	*
Óleos Minerais	mg/L	V.A.	*	<5	*	*
Oxigênio Dissolvido (<i>In situ</i>)	mg/L	>5	*	4,53	*	*
pH (<i>In situ</i>)	-	6,0-9,0	*	7,12	*	*
Potencial Redox (<i>In situ</i>)	mV	N.A.	*	253	*	*
Prata Total	mg Ag/L	0,01	*	<0,005	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	*	25,3	*	*
Sólidos Totais	mg/L	N.A.	*	80,0	*	*
Sulfato	mg SO ₄ /L	250	*	<1	*	*
Sulfeto	mg/L	N.A.	*	<0,002	*	*
Temperatura Amostra	°C	N.A.	*	26,0	*	*
Tempo	-	N.A.	*	Bom	*	*
Turbidez	NTU	100	*	438	*	*
Última Chuva	-	N.A.	*	12H Antes	*	*
Urânio Total	mg/L	0,02	*	<0,0005	*	*
Vanádio Total	mg V/L	0,1	*	<0,01	*	*
Zinco Total	mg Zn/L	0,18	*	<0,02	*	*

* Ponto sem vazão para coleta (Ponto seco).

Notas de VMP:

[005] Fósforo Total

ambiente lântico > 0,030 mg/l P ambiente intermediário 0,050 mg/l P ambiente lótico 0,1 mg/l P

[008] Nitrogênio amoniacal total

(classe 1 e 2) 3,7 mg/l N, para pH ≤ 7,5

2,0 mg/l N, para 7,5 < pH ≤ 8,0

1,0 mg/l N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/l N, para pH > 8,5

Considerando a localização do ponto P.ASUP_07, a montante do empreendimento, tem-se que os resultados obtidos no referido ponto caracterizam o background da região, bem como influências antrópicas que não são inerentes às atividades do empreendimento.

Referente ao grupo de metais, foram analisados os seguintes parâmetros: alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, cádmio, cobalto, chumbo, cobre, cromo, ferro, magnésio, manganês, mercúrio, níquel, prata, vanádio e urânio. Considerando os metais pesados tóxicos têm-se que o berílio, chumbo, cromo, níquel, bário, cobalto, mercúrio, urânio e arsênio apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação em referência.

Quanto ao parâmetro alumínio, este se apresentou acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Tal situação é recorrente em todos os pontos de amostragem, incluindo o ponto P.ASUP_01, localizado no Rio Água Azul, também a montante do empreendimento.

Os demais metais, como, antimônio, lítio, manganês, prata, vanádio, zinco apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação.

No que tange aos parâmetros que inferem sobre possíveis contaminações de origem orgânica / fecal, são monitorados: Coliformes termotolerantes, DBO, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e Oxigênio Dissolvido.

O parâmetro Coliformes Termotolerantes apresentou valores acima do estabelecido pela legislação. Entende-se que tais valores estão relacionados às excretas da fauna da região. Cabe ressaltar que o ponto P.ASUP_07 encontra-se a montante do empreendimento, não recebendo influência deste.

No que tange à série de sólidos, foram analisados: sólidos totais e sólidos dissolvidos totais. Apenas o parâmetro “sólidos dissolvidos totais” é limitado para cursos d’água classe 2 pela CONAMA 356/2005 e apresentou resultados dentro dos limites durante a campanha realizada em setembro de 2025 no ponto de monitoramento P.ASUP_07. Contudo, o referido ponto apresentou valores acima da legislação para os parâmetros turbidez e cor verdadeira.

Analisou-se ainda os parâmetros boro total, cloreto e fluoreto os quais apresentaram resultados abaixo dos limites de referência legal.

4.1.8. Recursos Hídricos Subterrâneos

Para a análise dos recursos hídricos subterrâneos foi contratada a empresa IGEO que está elaborando os modelos hidrogeológicos Conceitual e Matemático, além de proposta de monitoramento hidrogeológico para a melhor gestão dos recursos hídricos.

Neste item, serão apresentados os resultados preliminares do Modelo Hidrogeológico Conceitual realizado pela IGEO.

4.1.8.1. Aspectos Regionais

Sob o aspecto regional, foram identificados três sistemas de aquíferos presentes:

- **Sistema Aquífero Poroso Granular (Freáticos ou não Confinados):** representado pelos sedimentos inconsolidados resultado da meteorização das rochas mais superficiais. Água circula por poros primários (espaços intergranulares) em materiais não consolidados ou sedimentares, com alta capacidade de infiltração e recarga sazonal (mais elevada no período chuvoso, possui armazenamento limitado, mas transmissividade elevada.
- **Sistema aquíferos fraturados/fissurais (Confinados ou Semiconfinados):** condicionado pelas estruturas geológicas presentes na região, sendo possível observar duas importantes representantes: 1- Falhas que compõem a estrutura geológica do terreno. 2 - Uma zona de cisalhamento. Com baixa porosidade efetiva e reservatórios descontínuos, fluxo anisotrópico, dependente da amplitude, orientação e preenchimento das fraturas.
- **Sistema Aquíferos Mistos (Porosos e fissurais):** Apresentam porosidade primária e secundária, com fluxo granular e por fraturas, potencial hidrogeológico baixo a médio, variando com intensidade de fraturamento. Pode estar associado a formação Morada da Prata com filitos e bifs e a Formação Quixadá com metabasaltos e anfíbolitos.

A região de estudo, conforme dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), possui 37 poços tubulares cadastrados, com vazões variando entre 1,0 m³/h e 20,0 m³/h, e uma média de 7,62 m³/h. A capacidade específica média é de 0,44 m³/h/m, indicando uma produtividade moderada a baixa, característica de aquíferos fraturados. Os perfis construtivos dos poços mostram que o nível d'água está predominantemente na rocha sã, como observado em Água Azul do Norte, Pará, refletindo a predominância de aquíferos fraturados, onde fraturas, falhas e zonas de cisalhamento controlam o fluxo e armazenamento de água subterrânea. Essa configuração é consistente com a geologia local, composta por rochas cristalinas arqueanas e sedimentos proterozóicos.

O aquífero freático apresenta vulnerabilidade média a alta devido à sua proximidade com a superfície e à permeabilidade das fraturas. Medidas de mitigação, como controle de escoamento

de drenagem de pilhas de estéril e impermeabilização de pilhas de rejeito, são eficazes na redução do risco de contaminação, protegendo a qualidade da água subterrânea.

Para aprimorar o conhecimento hidrogeológico, recomenda-se intensificar as investigações com: ampliação da rede de piezômetros para caracterizar a superfície potenciométrica e zonas de recarga e descarga; implementação de monitoramento fluviométrico em cursos d'água para avaliar a interação com águas subterrâneas, e realização de testes de bombeamento em poços para estimar parâmetros hidrodinâmicos, como condutividade hidráulica e transmissividade. Essas ações gerarão dados mais completos, permitindo um manejo sustentável dos recursos hídricos subterrâneos.

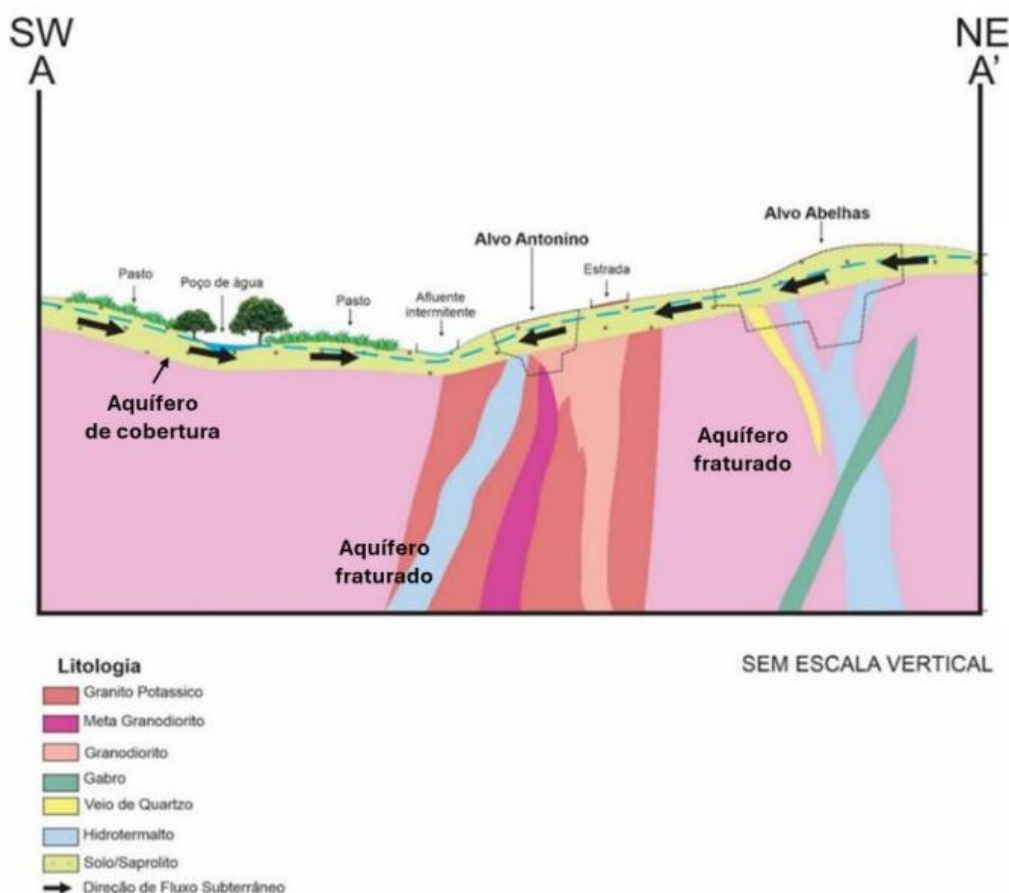
4.1.8.2. Aspectos Locais

Na região estudada, predominam dois tipos de sistemas aquíferos: o aquífero fraturado e o aquífero freático (poroso granular). O aquífero fraturado, associado a rochas granitoides, vulcânicas, metavulcânicas e metassedimentares, caracteriza-se por baixa produtividade hídrica, frequentemente apresentando potencial aquífero limitado devido à reduzida capacidade de armazenamento e condutividade hidráulica, que dependem de fraturas e descontinuidades na rocha

Por outro lado, o aquífero freático, também conhecido como aquífero de cobertura, é composto por materiais inconsolidados, como solo e saprólito, formados por processos de intemperismo das rochas superficiais. Esse sistema aquífero, de natureza granular (porosa), apresenta armazenamento e circulação de água subterrânea controlados pelos interstícios dos grãos inconsolidados. No entanto, em frações mais argilosas ou siltosas, as propriedades hidrodinâmicas são restritivas, funcionando essas camadas como aquitardos, o que dificulta a permeabilidade e a circulação da água subterrânea.

Na Figura 4.55, extraída e adaptada de HIDROGEO (2023), é apresentado um perfil hidrogeológico esquemático com orientação SW-NE, que intercepta a área da cava. Nela, é possível visualizar a distribuição em profundidade das unidades hidrogeológicas identificadas.

Figura 4.55 - Perfil hidrogeológico esquemático com direção SW-NE, representando as principais unidades hidrogeológicas da área.



Fonte: adaptado de HIDROGEO, (2023).

Nas áreas de recarga do aquífero localizam-se em compartimentos de maior carga hidráulica, situados nas porções mais elevadas e colinosas da região. A recarga ocorre principalmente por processos de precipitação e deflúvio, seja de forma direta em afloramentos rochosos expostos, seja de forma indireta, por meio da infiltração em solos e subsequente percolação. Estudos realizados indicam que a precipitação é a principal fonte de recarga do aquífero local.

A região apresenta coberturas detrítico-lateríticas e mantos de alteração com porosidade primária, caracterizados por baixa permeabilidade e espessura média de aproximadamente 7 metros. Essas camadas formam um aquífero de baixa capacidade de armazenamento e condução de água, que abastece parcialmente o aquífero fraturado subjacente ou exsuda como pequenas nascentes.

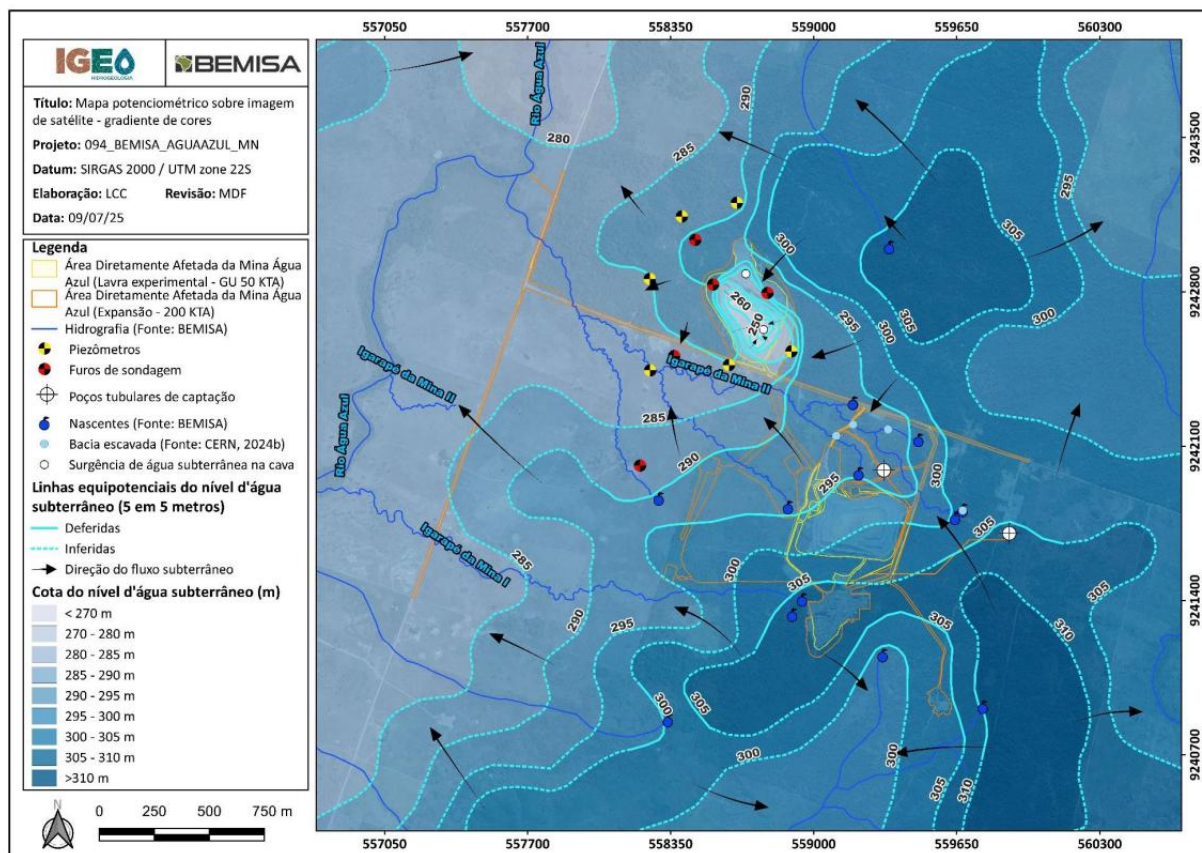
A principal forma de descarga na sub-bacia que abrange a área de estudo ocorre por meio do escoamento superficial, especialmente via deflúvio do rio Itacaiúnas/Água Azul. O fluxo das águas subterrâneas ocorre de áreas de maior carga hidráulica para áreas de menor carga, ou seja,

do maior para o menor potencial hidráulico. Dependendo da diferença de potencial, o fluxo pode ser descendente ou ascendente, este último associado à formação de nascentes na região.

➤ **Modelo Hidrogeológico Conceitual Preliminar**

No âmbito deste RCA, apresenta-se a versão preliminar do modelo hidrogeológico conceitual da Mina Água Azul, elaborado pela IGEO Hidrogeologia a partir da integração de dados geológicos, geofísicos, piezométricos e de monitoramento de poços tubulares e cursos d'água superficiais. Esse modelo é representado por meio do mapa potenciométrico e de fluxo subterrâneo (Figura 4.56) e de um perfil hidrogeológico esquemático (Figura 4.55), que sintetizam as principais unidades hidrogeológicas, as zonas de recarga e descarga e o padrão de escoamento em direção ao rio Água Azul. Ressalta-se que, na fase de ampliação ora em licenciamento (2,85 MTA), não se prevê o aprofundamento adicional da cava em relação às cotas atualmente em operação, ficando a avaliação de cenários de lavra em maior profundidade e a eventual necessidade de rebaixamento do nível d'água subterrâneo condicionadas à elaboração e calibração do modelo hidrogeológico numérico, cuja conclusão está prevista até o segundo semestre de 2026. Os resultados desse modelo matemático subsidiarão, em etapa futura, a atualização deste modelo conceitual e as decisões de gestão dos recursos hídricos subterrâneos e, se for o caso, a instrução de pedidos de outorga junto ao órgão gestor de recursos hídricos.

Figura 4.56 - Mapa potenciométrico e de fluxo subterrâneo da área de estudos – representação sobre imagem de satélite.



➤ **Outorga subterrânea e nível d'água subterrâneo**

A Mina Água Azul, operada pela BEMISA, conta com dois poços tubulares profundos, denominados PÇ-01 e PÇ-02, destinados à captação de água subterrânea para suprir as operações da unidade. Esses poços estão localizados a sudeste da cava, nas proximidades das instalações de infraestrutura do empreendimento. Além disso, conforme indicado por CERN (2024a), a BEMISA opera um terceiro poço tubular, o PÇ-03, situado no município de Água Azul do Norte, fora dos limites da mina.

Os poços PÇ-01 e PÇ-02 foram perfurados em 2021 e 2022, respectivamente, pela empresa Carvalho Consultoria. As perfurações atravessaram uma cobertura de solo e saprólito com espessura superior a 20 metros, alcançando rocha granodiorítica. As características técnicas resumidas dos poços estão apresentadas no Quadro 9.28. O perfil litológico de cada poço é representado na Figura 4.57 e Figura 4.57. Não foi disponibilizado perfil litológico do poço PÇ 03.

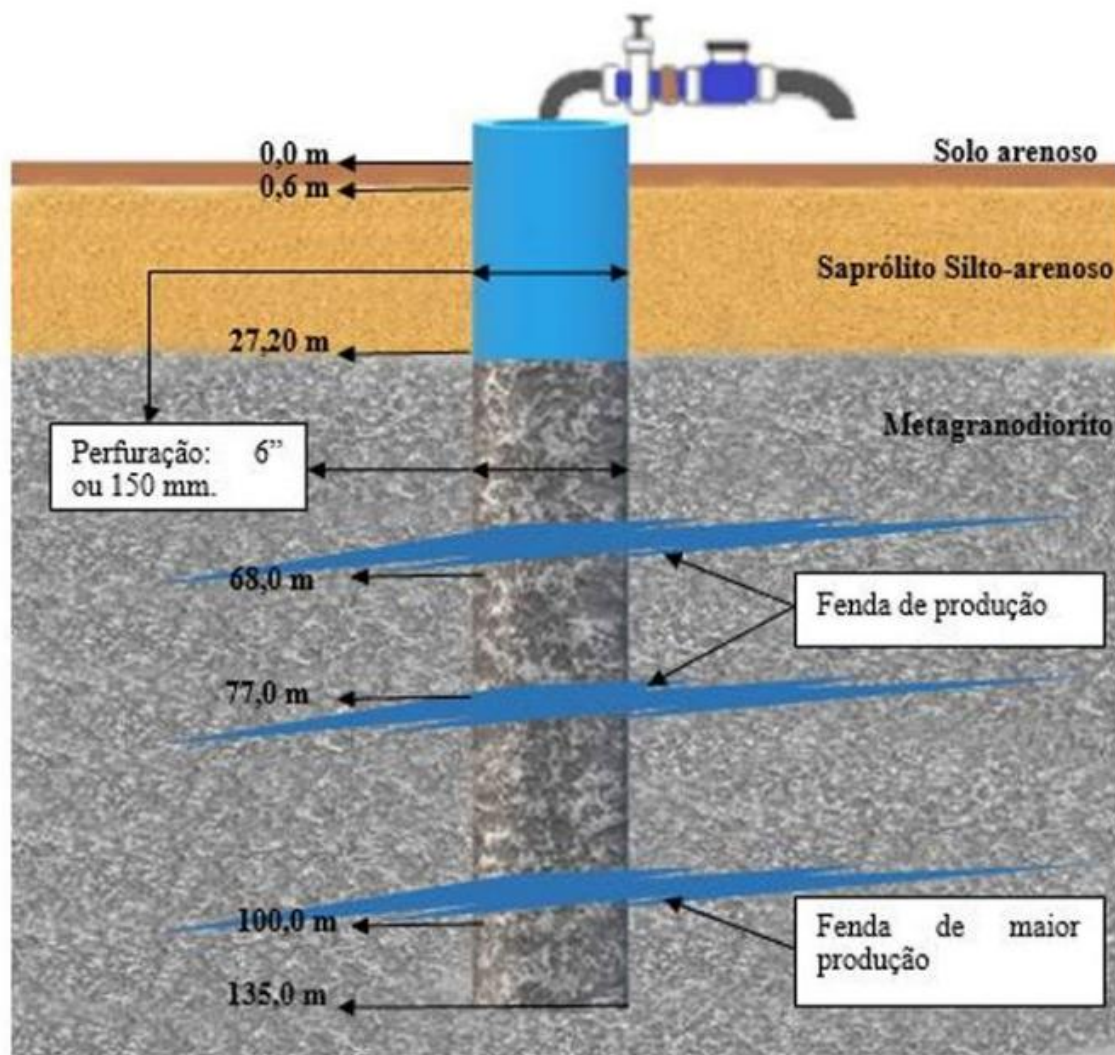
Quadro 4.20 - Informações dos poços tubulares de captação perfurados na Mina Água Azul

ID	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22s)		Prof (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m³/h)
	X	Y				
PÇ 01	559316	9241980	135	3,35	49,40	4,15
PÇ 02	559886	9241694	120	2,00	26,50	2,16
PÇ 03	556632	9246703	100	*	*	2,50

*Sem informação

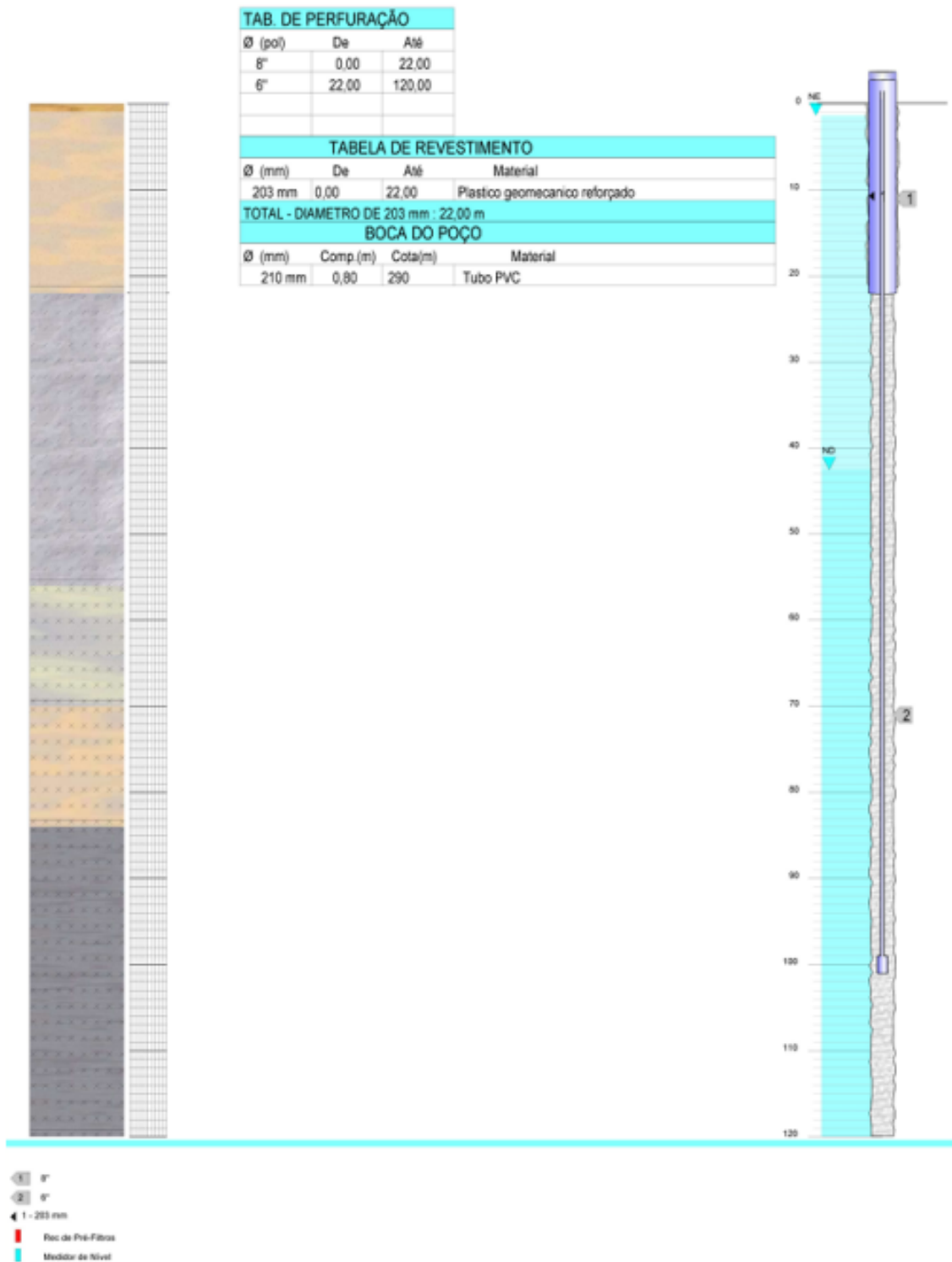
Fonte: GEOMINAS, 2021, 2022AB

Figura 4.57 - Perfil litológico do poço de bombeamento PÇ 01



Fonte: GEOMINAS, 2021, 2022AB

Figura 4.58 - Perfil litológico-constructivo do poço de bombeamento PC 02



Fonte: GEOMINAS, 2021, 2022AB

4.1.9. Qualidade das Águas Subterrâneas

4.1.9.1. Caracterização Local

O presente capítulo tem como objetivo apresentar as características físico-químicas e condições ambientais das águas subterrâneas do entorno do Projeto Água Azul - Fase Industrial.

Dito isto, foram utilizados dados obtidos através de campanhas de monitoramento mensais no período de janeiro a dezembro de 2024.

Foram quatro pontos monitorados definidos por abrangerem parte significativa das águas subterrâneas sob influência do empreendimento em questão. As amostras foram coletadas de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo “*Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater*”, 23ª edição de 2017, ou conforme ABNT NBR 9898/1987. As campanhas de monitoramentos foram realizadas pelo laboratório SGS Geosol Laboratórios LTDA, devidamente certificado e creditado.

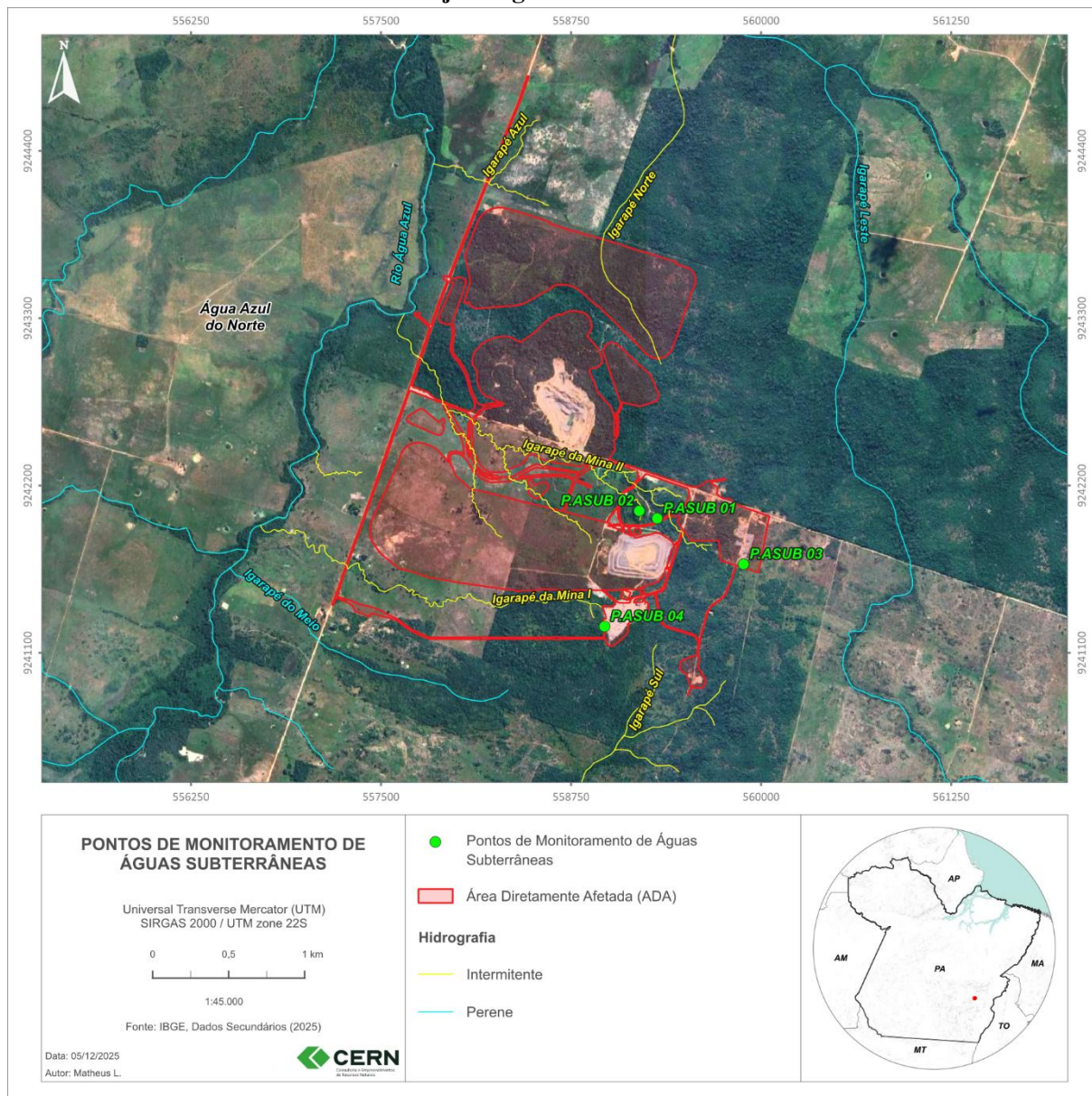
O Quadro 4.21 a seguir apresenta a denominação dos pontos monitorados e suas respectivas coordenadas UTM. Por seguinte, é apresentada a Figura 4.59 através da qual pode-se visualizar a localização dos pontos em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial.

Quadro 4.21 - Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas da Região do Projeto Água Azul - Fase Industrial

Ponto	Descrição do Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22s)	
		X	Y
Monitoramento Subterrâneo			
P. ASUB_01	Poço - Jusante da Pilha	559283.00 m E	9242024.00 m S
P. ASUB_02	Nascente - Jusante da Pilha	559203.00 m E	9242030.00 m S
P. ASUB_03	Poço - Leste da Pilha	559885.00 m E	9241676.00 m S
P.ASUB_04	INA - Indicador de Nível d'Água	558970.69 m E	9241271.94 m S

Fonte: BEMISA, 2024.

Figura 4.59 - Localização dos Pontos de Monitoramento de Águas Subterrâneas em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial



A seguir, na Figura 4.60, são apresentados os registros fotográficos dos pontos monitorados para a caracterização das águas subterrâneas da região de inserção do Projeto Água Azul - Fase Industrial.

Figura 4.60 - Imagens dos Pontos de Monitoramento de Água Subterrânea
P. ASUB_01 (janeiro/2024)



Ponto P. ASUB_03 (maio/2024)



P. ASUB_02 (fevereiro/2024)



Ponto P. ASUB_04 (outubro/2024)



➤ **Metodologias de Coleta e Análise**

Conforme supracitado, os serviços de preparação de materiais, coletas das amostras e análises físicas, químicas e bacteriológicas dos pontos monitorados foram realizados pelo laboratório SGS Geosol Laboratórios LTDA

O plano de amostragem do referido laboratório é realizado utilizando-se de procedimentos internos, específicos do laboratório, embasados nas diretrizes do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Todas as amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de materiais escolhidos e preparados de acordo com cada parâmetro a ser analisado. A seguir os frascos foram mantidos em caixas térmicas com gelo, devidamente lacradas e identificadas para transporte até o laboratório.

➤ **Discussão de Resultados**

Os resultados apresentados compreendem as amostragens realizadas durante o período do mês de janeiro a dezembro de 2024.

Os pontos de amostragem das águas subterrâneas localizam-se em três poços (P.SUB_01, P.SUB_03 e P. ASUB_04) e em uma nascente (P.SUB_02). A BEMISA analisa o total de 33 parâmetros, físicos, químicos e bacteriológicos, em cada ponto.

Os resultados das campanhas de amostragem de água subterrânea foram comparados com os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela CONAMA nº 396/2008 e estão apresentados nos quadros a seguir (Quadro 4.22 a Quadro 4.25).

Os boletins de análises referentes às campanhas de amostragem são apresentados no **ANEXO 06 - Boletins de Monitoramento de Águas Subterrâneas** do presente estudo e poderão auxiliar no acompanhamento e discussão dos resultados, relacionados a seguir.

Quadro 4.22 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_01

Resultados - PONTO P.ASUB_01														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	0,07
Antimônio Total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio Total	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Bário Total	mg Ba/L	0,7	0,414	0,419	0,452	-	0,413	0,406	0,392	0,343	-	0,266	0,408	0,399
Berílio Total	mg Be/L	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Boro Total	mg B/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
Cádmio Total	mg Cd/L	0,005	<0,001	<0,001	0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,003	<0,003	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003
Cianeto Total	mg CN-/L	0,07	<0,05	<0,05	<0,004	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	-	<0,004	<0,004	<0,004
Cloreto	mg Cl-/L	250	4,09	4,53	4,5	-	3,11	3,34	4,55	3,43	-	4,54	3,12	3,98
Cobre Total	mg Cu/L	2	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	Ausente	104	38	<1	-	<1	120	<1	<1	-	<1	<1	<1
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Escherichia Coli	NMP/100mL	Ausente	<1	14	<1	-	<1	112	<1	<1	-	<1	<1	<1
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoreto	mg F-/L	1,5	0,71	0,79	0,73	-	0,78	0,78	0,81	0,67	-	1,21	0,41	0,67
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	0,08	0,05	0,06	-	0,08	0,08	0,06	0,05	-	0,05	0,07	0,05
Merúrio Total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio Total	mg Mo/L	70	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel Total	mg Ni/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrato (N)	mg/L	10	0,04	<0,02	<0,02	-	0,03	0,06	0,11	0,06	-	<0,02	0,07	<0,02
Nitrito (N)	mg N NO2/L	1	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005
pH (<i>In situ</i>)	-	-	7,52	6,2	7,03	-	7,03	6,9	6,9	7,59	-	7,68	7,06	7,02
Prata Total	mg Ag/L	0,1	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005
Selênio Total	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Sódio Total	mg Na/L	200	66,9	52,2	63,1	-	56,4	53,5	67,8	62,3	-	67,4	56	55,1

Resultados - PONTO P.ASUB_01														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	386	370	377	-	374	325	362	317	-	318	368	372
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	<0,3	<0,3	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2
Sulfato	mg SO4/L	250	14,6	14,8	13,4	-	11,8	11,5	12,2	9,59	-	7,91	10,9	11,1
Temperatura Amostra	°C	-	27,3	26,6	28,5	-	27	27	27,3	29	-	27	31	25
Tempo	-	-	Bom	Bom	Bom	-	Bom	Bom	Bom	Bom	-	Bom	Bom	Nublado
Última Chuva	-	-	12H Antes	24H Antes	12H Antes	-	12H Antes	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	-	12H Antes	12H Antes	12H Antes
Urânio Total	mg/L	0,015	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Vanádio Total	mg V/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco Total	mg Zn/L	5	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02

Quadro 4.23 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_02

Resultados - PONTO P.ASUB_02														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	*	11,2	8,82	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Antimônio Total	mg/L	0,005	*	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Arsênio Total	mg/L	0,01	*	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bário Total	mg Ba/L	0,7	*	0,219	0,228	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Berílio Total	mg Be/L	0,004	*	<0,002	<0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Boro Total	mg B/L	0,5	*	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cádmio Total	mg Cd/L	0,005	*	<0,001	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	*	<0,003	<0,003	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cianeto Total	mg CN-/L	0,07	*	<0,05	<0,004	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cloreto	mg Cl-/L	250	*	2,49	1,95	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cobre Total	mg Cu/L	2	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	Ausente	*	140	490	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Resultados - PONTO P.ASUB_02														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Escherichia Coli	NMP/100mL	Ausente	*	64	34	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	*	5,73	4,95	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fluoreto	mg F-/L	1,5	*	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	*	0,2	0,21	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mercúrio Total	mg/L	0,001	*	<0,0002	<0,0002	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Molibdênio Total	mg Mo/L	70	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Níquel Total	mg Ni/L	0,02	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Nitrato (N)	mg/L	10	*	0,46	0,32	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Nitrito (N)	mg N NO2/L	1	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*
pH (<i>In situ</i>)	-	-	*	6,91	6,54	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Prata Total	mg Ag/L	0,1	*	<0,005	<0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Selênio Total	mg/L	0,01	*	<0,001	<0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sódio Total	mg Na/L	200	*	9,87	10,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	*	79	109	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	*	<0,3	<0,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sulfato	mg SO4/L	250	*	1,29	1,67	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Temperatura Amostra	°C	-	*	25,8	28	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tempo	-	-	*	Bom	Bom	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Última Chuva	-	-	*	24H Antes	12H Antes	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Urânio Total	mg/L	0,015	*	<0,0005	<0,0005	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Vanádio Total	mg V/L	0,05	*	<0,01	<0,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zinco Total	mg Zn/L	5	*	<0,02	<0,02	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Quadro 4.24 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_03

Resultados - PONTO P.ASUB_03														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Antimônio Total	mg/L	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio Total	mg/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Bário Total	mg Ba/L	0,7	0,442	0,471	0,489	0,457	0,49	0,487	0,577	0,524	0,412	0,466	0,466	0,461
Berílio Total	mg Be/L	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Boro Total	mg B/L	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cádmio Total	mg Cd/L	0,005	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	<0,003
Cianeto Total	mg CN-/L	0,07	<0,05	<0,05	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cloreto	mg Cl-/L	250	2,18	2,47	2,26	1,69	1,71	1,9	<1	1,75	3,89	4,22	1,69	2,09
Cobre Total	mg Cu/L	2	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	Ausente	108	182	8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Escherichia Coli	NMP/100mL	Ausente	<1	120	5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fluoreto	mg F-/L	1,5	0,62	0,64	0,52	0,82	0,65	0,68	0,5	0,43	0,73	0,61	0,39	0,51
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,12	1,43	0,03	0,04	<0,02	<0,02
Mercúrio Total	mg/L	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio Total	mg Mo/L	70	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel Total	mg Ni/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrato (N)	mg/L	10	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,05	0,07	0,09	0,04	0,05	<0,02	<0,02
Nitrito (N)	mg N-NO2/L	1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Resultados - PONTO P.ASUB_03														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
pH (<i>In situ</i>)	-	-	7,36	6,03	7,13	7,16	7,38	6,97	7,4	7,95	7,54	7,55	7,35	7,23
Prata Total	mg Ag/L	0,1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Selênio Total	mg/L	0,01	0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,004	0,001	<0,001	<0,001
Sódio Total	mg Na/L	200	38,2	29,9	35,6	40,8	34,3	32,5	46,8	37,5	42,2	38,5	33,7	32,4
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	306	255	297	275	294	293	278	259	277	303	264	300
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	<0,3	<0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Sulfato	mg SO4/L	250	1,09	1,21	1,33	1,08	1,05	<1	1,48	2,65	4,77	2,31	<1	<1
Temperatura Amostra	°C	-	28,8	26,8	28	29	29,7	30,3	28	28	28	27	31	25
Tempo	-	-	Nublado	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Nublado
Última Chuva	-	-	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes	12H Antes	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	Mais de 5 dias	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes
Urânio Total	mg/L	0,015	0,003	<0,0005	0,002	0,002	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,005	0,008	0,006	0,001	0,001
Vanádio Total	mg V/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco Total	mg Zn/L	5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Quadro 4.25 - Resultados dos Monitoramentos do Ponto P.ASUB_04

Resultados - PONTO P.ASUB_04														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alumínio Total	mg Al/L	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	11,7	7,68	4,86	10,5
Antimônio Total	mg/L	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsênio Total	mg/L	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001	<0,001	<0,001	0,001
Bário Total	mg Ba/L	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,391	0,363	0,632	0,386
Berílio Total	mg Be/L	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Resultados - PONTO P.ASUB_04														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Boro Total	mg B/L	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cádmio Total	mg Cd/L	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo Total	mg Pb/L	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,148	0,091	0,371	0,107
Cianeto Total	mg CN-/L	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cloreto	mg Cl-/L	250	-	-	-	-	-	-	-	-	1,02	1,17	<1	<1
Cobre Total	mg Cu/L	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2,93	0,691	0,823	0,277
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	Ausente	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	200	<1	<1
Cromo Total	mg Cr/L	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	<0,01	0,02	0,01
Escherichia Coli	NMP/100mL	Ausente	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Ferro Total	mg Fe/L	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	14,2	9,81	8,02	14,2
Fluoreto	mg F-/L	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32	0,38	0,19	0,32
Manganês Total	mg Mn/L	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,26	3,25	3,81	2,43
Mercúrio Total	mg/L	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdênio Total	mg Mo/L	70	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel Total	mg Ni/L	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrato (N)	mg/L	10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,06	0,06	<0,02
Nitrito (N)	mg N_NO2/L	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
pH (In situ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,22	7,53	6,9	6,57
Prata Total	mg Ag/L	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Selênio Total	mg/L	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Sódio Total	mg Na/L	200	-	-	-	-	-	-	-	-	34,3	35,6	32,4	31,4
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	208	189	169	248
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,2	<0,2	1,5	<0,2
Sulfato	mg SO4/L	250	-	-	-	-	-	-	-	-	3,39	1,18	1,57	<1

Resultados - PONTO P.ASUB_04														
Parâmetro	Unidade	VMP	2024											
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Temperatura Amostra	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	31	32	30
Tempo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bom	Bom	Bom	Bom
Última Chuva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12H Antes	24H Antes	12H Antes	12H Antes
Urânio Total	mg/L	0,015	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001	<0,0005	<0,0005	0,001
Vanádio Total	mg V/L	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,02	0,06	0,04
Zinco Total	mg Zn/L	5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	0,04	0,12	0,03

- Não analisado

Os dados analisados neste relatório referem-se ao período de coleta de janeiro de 2024 a dezembro de 2024. O ponto P.ASUB_04, começou a ser monitorado em setembro de 2024.

A maior parte dos resultados encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 396/2008, a qual estabelece limites de referência para águas subterrâneas.

Considerando os metais pesados tóxicos têm-se que o arsênio, berílio, cádmio, cromo, níquel, bário, mercúrio, urânio apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação em referência.

Quanto aos parâmetros alumínio total e ferro total, estes apresentaram, para o ponto P. SUB 02 e P.ASUB 04, valores acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/2008 em todas as amostragens. E o parâmetro manganês total, nos pontos P.ASUB_02, P.ASUB_03 e P.ASUB_04, também apresentou resultados acima dos limites. Tais valores podem estar relacionados ao próprio background da região.

O parâmetro cobre no ponto P.ASUB_04 apresentou no mês de setembro de 2024 valor acima do permitido, mas normalizou nos meses seguintes.

Para o parâmetro chumbo (Pb), durante os meses de amostragem, foram registrados no ponto P.ASUB_04, valores superiores aos máximos permitidos (VMP), conforme Resolução CONAMA 396/2008. Tais registros acima dos limites podem ser justificados pelo fato de que o minério alimentado na usina, no período de elevação da análise, continha um teor ligeiramente superior (10 ppm acima da média histórica). Em trabalhos de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram identificados pequenos cristais de Galena (Sulfeto de chumbo) preenchendo fraturas de pirita.

É plausível que, mesmo com processos eficientes de retenção, uma fração desse Pb foi mobilizada durante as operações de beneficiamento mineral e deposição de rejeitos.

A elevação observada pode ser atribuída às flutuações naturais (maiores em períodos de chuva) combinadas com a influência da liberação de minério processada.

Em resumo, esta elevação dos teores de chumbo no INA pode ser explicada como um reflexo da mineralização natural da região, intensificada por um aumento pontual no teor do minério processado. Essa variação pode ser considerada controlável e previsível dentro da operação com a utilização dos teores dos furos de sondagem diamantada. Vale salientar que a água presente no ponto P.ASUB 04 não é utilizada para consumo humano.

Os demais metais, como, antimônio, molibdênio, prata, vanádio e zinco apresentaram resultados abaixo dos limites definidos pela legislação.

Com relação ao parâmetro cianeto de sódio, em todos os quatro pontos de água subterrânea, foram obtidos valores menores que o limite de quantificação do método analítico.

Considerando ainda o objeto da atividade em questão, extração e beneficiamento de minério de ouro, destaca-se os parâmetros pH e sulfato. O parâmetro pH apresentou em todo o período analisado, e em todos os pontos, valores entre 06 e 08, descartando então pH caracterizados como ácidos. Os resultados do parâmetro sulfatos, foram bem menores que o limitado pela resolução CONAMA 396/2008.

No que tange aos parâmetros que inferem sobre possíveis contaminações de origem orgânica / fecal, são monitorados: Coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, nitrato e nitrito. Os dois primeiros parâmetros apresentaram resultados acima dos limites estabelecidos pela CONAMA 396/2008 nos 04 pontos de monitoramento. Os coliformes termotolerantes estão presentes especificamente no intestino e nas fezes de animais de sangue quente e são considerados uma indicação de contaminação fecal por estes seres. A bactéria *E. coli* é a principal espécie do grupo dos coliformes termotolerantes e é considerada o melhor indicador de poluição fecal. Considerando que o empreendimento trata todo seu efluente de origem sanitária e que não há seu lançamento no meio ambiente, infere-se que tais valores estão relacionados às excretas de animais da região.

No que tange a série de sólidos, foram analisados: sólidos dissolvidos totais e sólidos sedimentáveis. Apenas o parâmetro sólido dissolvidos totais é limitado para águas subterrâneas e apresentou resultados dentro dos limites durante todo o período monitorado, para os 04 pontos.

Analisou-se ainda os parâmetros boro total, cloreto, fluoreto, selênio e sódio os quais apresentaram resultados abaixo dos limites de referência legais.

4.1.10. Qualidade do Ar

Objetivando a caracterização da qualidade do ar na região de inserção do Projeto Água Azul - Fase Industrial foram utilizados dados obtidos através de monitoramentos de qualidade do ar realizados trimestralmente no período de janeiro a dezembro de 2024.

Foram monitorados, nas referidas campanhas, dois pontos de monitoramento, que abrangeram parte significativa das Áreas de Influência do empreendimento, sendo um localizado na portaria do empreendimento, e o segundo localizado ao sul da cidade de Água Azul do Norte.

Os monitoramentos de qualidade do ar foram realizados pelo laboratório SEGMA Engenharia de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente LTDA, devidamente creditados e certificado. Isto posto, todas as medições foram realizadas considerando as principais normas e legislações aplicáveis.

➤ Metodologia da Avaliação da Qualidade do Ar

Como referências para a realização dessas amostragens foram adotadas as principais normas da ABNT e Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018 do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente.

Ressalta-se que, na presente data (agosto de 2025), os artigos 1º a 8º e o Anexo I (Quadro com os Padrões de Qualidade do Ar) da Resolução 491/2018 do CONAMA foram revogados e a resolução em vigência que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar a nível federal é a Resolução nº 506, de 5 de julho de 2024. Porém, nas datas das campanhas realizadas para a presente caracterização, a Resolução CONAMA 491/2018 estava em vigência, permanecendo, por esse motivo, como padrão de comparação dos resultados obtidos.

A metodologia utilizada considerou as seguintes normas:

- **ABNT NBR 9.547:1997** - Material Particulado em Suspensão no Ar Ambiente - Determinação da Concentração Total pelo Método do Amostrador de Grande Volume;
- **ABNT NBR 13.412:1995** - Material Particulado em Suspensão na Atmosfera - Determinação da Concentração de Partículas Inaláveis pelo Método Amostrador de Grande Volume Acoplado ao Separador Inercial de Partículas;
- **Resolução CONAMA no 491, de 19/11/2018** - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar;
- **PAA-001** - Procedimento interno de amostragem para a determinação de Partículas Totais em Suspensão no Ar Ambiente;
- **PAA-002** - Procedimento interno de amostragem para a determinação da concentração de Partículas Inaláveis PM₁₀ e PM_{2,5}.

O monitoramento de Partículas Totais em Suspensão foi realizado através do Amostrador de Grande Volume (AGV - PTS), por período de amostragem de 24 horas, conforme procedimento constante na NBR 9.547:1997 da ABNT.

A comparação dos resultados foi feita com o Limite de Tolerância estabelecido pela Resolução CONAMA 491/18 que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar, em específico para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PM₁₀ e PM_{2,5})

➤ Pontos de Amostragem e Período de Monitoramento

São analisados dois pontos de monitoramento de qualidade do ar, sendo um localizado na portaria do empreendimento, e o segundo localizado ao sul da cidade de Água Azul do Norte. O Quadro 4.26, a seguir, apresenta os pontos de monitoramentos de qualidade do ar nas campanhas realizadas, bem como suas coordenadas UTM.

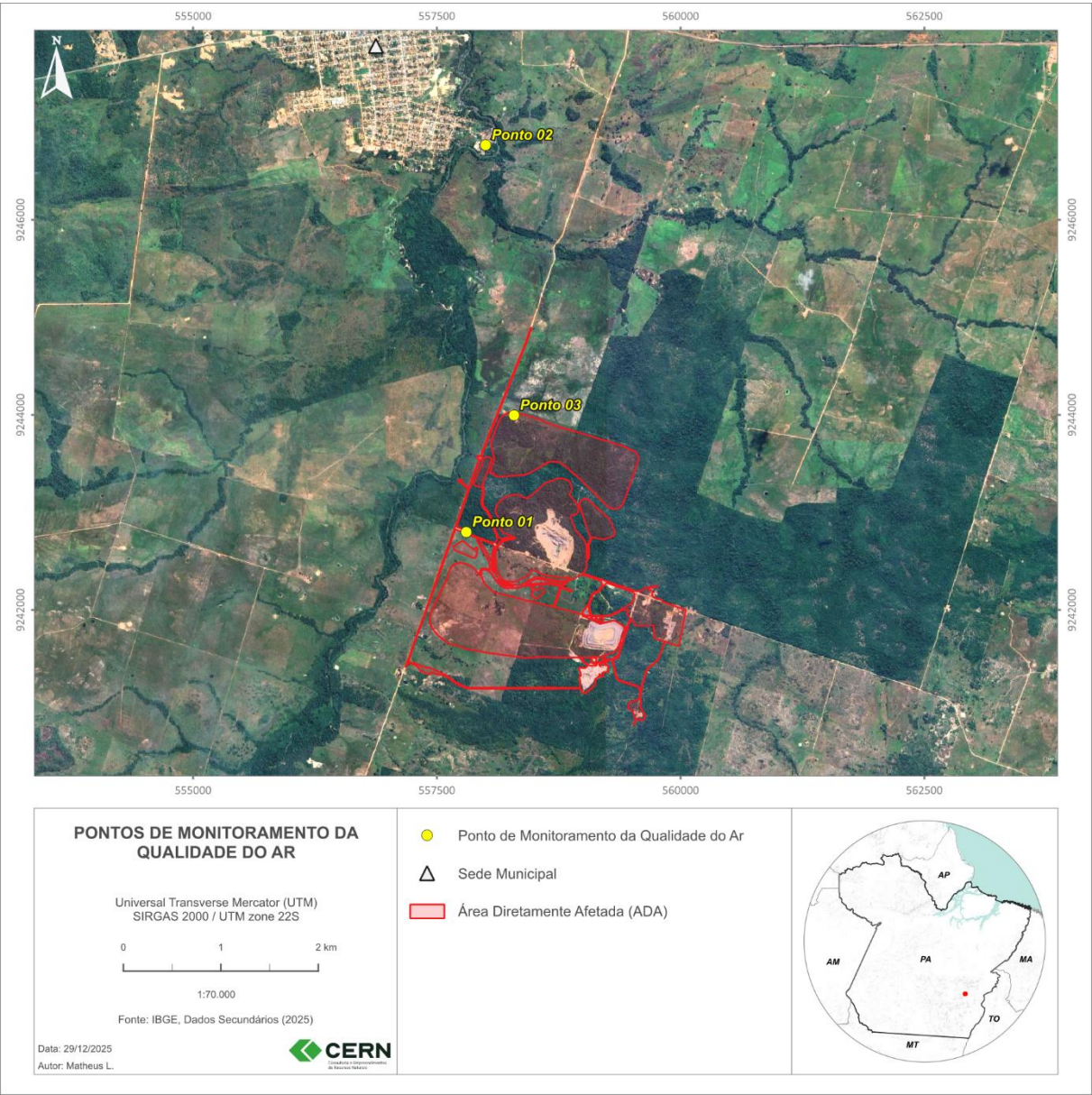
Por seguinte, é apresentada a Figura 4.61, com a localização dos pontos em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial.

Quadro 4.26 - Pontos de Monitoramento da Qualidade do Ar - Projeto Água Azul - Fase Industrial

Ponto	Descrição do Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22S)	
		X	Y
Ponto 01	Portaria do empreendimento	558910.00 m E	9242143.00 m S
Ponto 02	Ponto ao sul da cidade de Água Azul do Norte	558057.00 m E	92467805.00 m S
Ponto 03	Ponto a norte do empreendimento	558293.00 m E	9243995.00 m S

Fonte: BEMISA, 2025.

Figura 4.61 - Pontos de Monitoramento de Qualidade do Ar em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial



A seguir apresenta-se o registro fotográfico dos pontos de monitoramento de qualidade do ar.

Figura 4.62 - Imagens dos Pontos de Monitoramento da Qualidade do Ar
PONTO 01 (março/2024)



PONTO 02 (março/2024)



PONTO 01 (junho/2024)



PONTO 02 (junho/2024)



PONTO 01 (setembro/2024)



PONTO 02 (setembro/2024)



PONTO 01 (dezembro/2024)



PONTO 02 (dezembro/2024)



PONTO 03 (dezembro/2025)



Fonte: BEMISA, 2025.

➤ Padrões de Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar definem legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente na atmosfera, que garanta a proteção da saúde e do meio ambiente. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos, e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada.

Os padrões nacionais foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis - IBAMA e aprovados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA 506/2024. Os parâmetros de interesse nesse estudo são as Partículas Totais em Suspensão - PTS e Material Particulado (MP₁₀ e MP_{2,5}), os quais são definidos pela CONAMA 491/2018 e 506/2024 como sendo:

- Partículas Totais em Suspensão - PTS: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 micrômetros;
- Material Particulado - MP₁₀: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros;
- Material Particulado - MP_{2,5}: partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros.

O padrão nacional de qualidade do ar (CONAMA N° 506/2024) para tais parâmetros são apresentados no Quadro 4.27 a seguir.

Quadro 4.27 - Padrão nacional da Qualidade do Ar

Parâmetro	Tempo de Amostragem	Padrão (µg/m ³)
Material Particulado - MP ₁₀	24 horas	100
Material Particulado - MP _{2,5}	24 horas	50
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	240

O procedimento para a realização do monitoramento da qualidade do ar ambiente estabelece o monitoramento contínuo durante 24 horas, com um mínimo de 23 horas contínuas. Portanto, qualquer interrupção desse monitoramento por um período superior a uma hora, caso que pode ocorrer com certa frequência em função da queda e/ou falta de energia, é considerada a perda da análise.

➤ **Resultados Monitoramento da Qualidade do Ar**

Os resultados dos monitoramentos realizados no período de janeiro a dezembro de 2024 e dezembro de 2025 (Pontos 01 e 02) e dezembro de 2025 (Pontos 01, 02 e 03) podem ser analisados nos quadros a seguir.

➤ 2024:

Quadro 4.28 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Ponto de Monitoramento	Partículas Totais em Suspensão (PTS)			
	Data	Concentração (µg/m³)	Incerteza (µg/m³)	CONAMA n° 491/2018
1	05/03/2024	28,61	0,2	Máxima diária de 240 (µg/m³)
	13/06/2024	61,61	0,4	
	26/09/2024	62,19	0,7	
	10/12/2024	41,96	0,2	
2	04/03/2024	27,3	0,2	
	12/06/2024	183,66	0,8	
	25/09/2024	32,12	0,8	
	09/12/2024	65,1	0,5	

Fonte: SEGMA, 2024.

Quadro 4.29 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP₁₀)

Ponto de Monitoramento	Partículas Totais em Suspensão (PTS)			
	Data	Concentração (µg/m³)	Incerteza (µg/m³)	CONAMA n° 491/2018
1	05/03/2024	14,47	0,7	Máxima diária de 120 (µg/m³)
	13/06/2024	59,66	2,6	
	26/09/2024	41,74	1,3	
	10/12/2024	19,91	0,6	
2	04/03/2024	7,65	0,4	
	12/06/2024	79,45	3,4	
	25/09/2024	23,26	0,7	
	09/12/2024	36,54	1	

Fonte: SEGMA, 2024.

Quadro 4.30 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP_{2,5})

Ponto de Monitoramento	Partículas Totais em Suspensão (PTS)			
	Data	Concentração (µg/m³)	Incerteza (µg/m³)	CONAMA n° 506/2024
1	05/03/2024	8,6	0,2	Máxima diária de 60 (µg/m³)
	13/06/2024	45,29	1,3	
	26/09/2024	36,4	1,1	
	10/12/2024	9,67	0,4	
2	04/03/2024	6,77	0,3	
	12/06/2024	69,8	1,8	
	25/09/2024	18,95	0,6	
	09/12/2024	20,16	0,9	

Fonte: SEGMA, 2024.

Figura 4.63 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro PTS

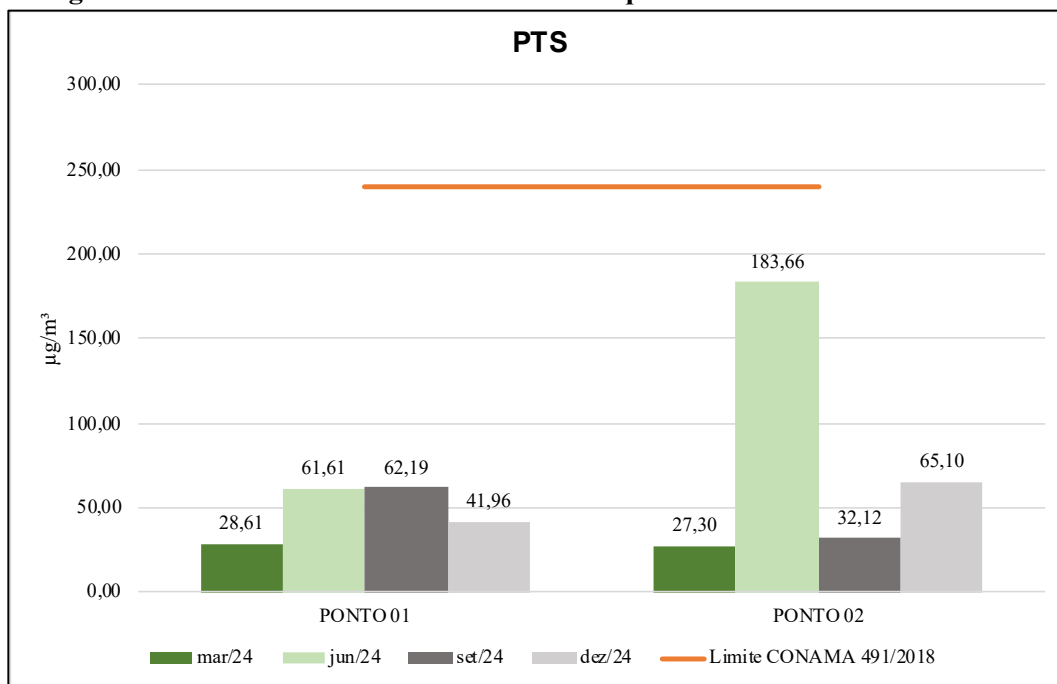


Figura 4.64 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP₁₀

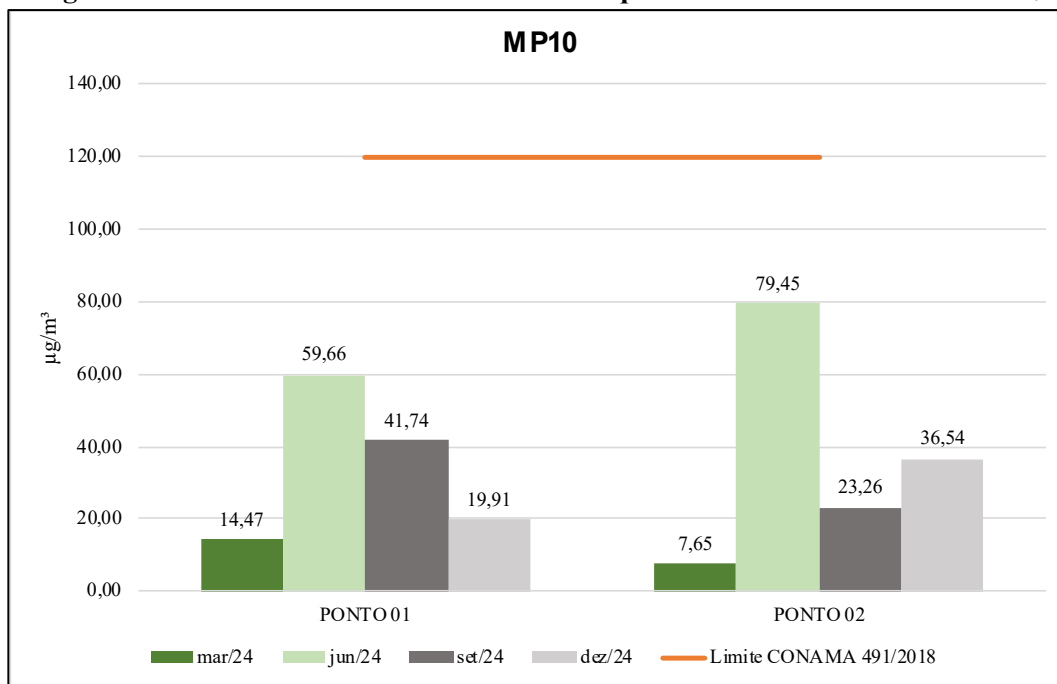
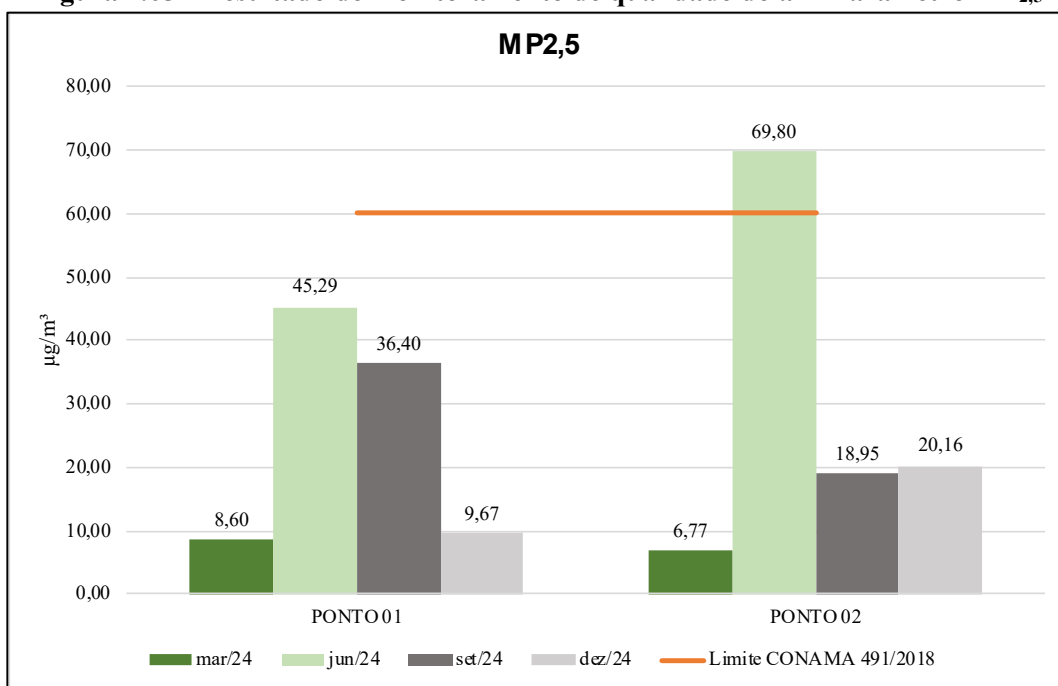


Figura 4.65 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP_{2,5}



A partir da análise dos resultados, observou-se que a qualidade do ar no entorno do empreendimento no período da amostragem encontrava-se satisfatória, já que, os resultados apresentaram valores inferiores ao VMP (Valor Máximo Permitido) pela Resolução CONAMA Nº 491/2018 para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Material Particulado (MP_{2,5} e MP₁₀), somente o parâmetro MP_{2,5} em junho/2024 no ponto 02 apresentou valor acima do permitido. Este resultado pode ter relação com o período de seca da região e não possui influência do empreendimento, uma vez que o valor do ponto mais próximo ao projeto não apresentou alteração. É importante destacar que pôde-se perceber grande influência da sazonalidade nos resultados apresentados, uma vez que, em sua grande maioria, as concentrações obtidas nos mesmos pontos nas campanhas realizadas durante as estações chuvosas (março e dezembro/2024) se apresentaram inferiores às concentrações obtidas durante as campanhas realizadas na estação de estiagem (junho e setembro/2024).

Portanto, pode-se concluir, através da análise destes resultados, que os Programas de Controle de Emissões Atmosféricas implantados e executados pela Bemisa tem-se mostrados efetivos. Os boletins de análises, realizadas pela empresa SEGMA Engenharia de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente LTDA, referentes às campanhas de amostragem da qualidade do ar estão apresentados no **ANEXO 07 - Boletins de Monitoramento de Qualidade do Ar**, do período em análise do presente relatório.

➤ 2025:

Quadro 4.31 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Ponto de Monitoramento	Partículas Totais em Suspensão (PTS)			
	Data	Concentração (µg/m³)	Incerteza (µg/m³)	CONAMA nº 506/2024
1	09/12/2025	45,08	0,2	Máxima diária de 240 (µg/m³)
2	08/12/2025	28,06	0,2	
3	10/12/2025	39,98	0,2	

Fonte: SEGMA, 2025.

Quadro 4.32 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP₁₀)

Ponto de Monitoramento	Partículas Totais em Suspensão (MP ₁₀)			
	Data	Concentração (µg/m³)	Incerteza (µg/m³)	CONAMA nº 506/2024
1	09/12/2025	22,63	0,2	Máxima diária de 100 (µg/m³)
2	08/12/2025	15,58	0,2	
3	10/12/2025	27,28	0,2	

Fonte: SEGMA, 2025.

Quadro 4.33 - Resultados do Monitoramento para Partículas Totais em Suspensão (MP_{2,5})

Ponto de Monitoramento	Partículas Totais em Suspensão (MP _{2,5})			
	Data	Concentração (µg/m³)	Incerteza (µg/m³)	CONAMA nº 506/2024
1	09/12/2025	7,72	0,2	Máxima diária de 50 (µg/m³)
2	08/12/2025	6,05	0,2	
3	10/12/2025	12,12	0,2	

Fonte: SEGMA, 2025.

Figura 4.66 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro PTS

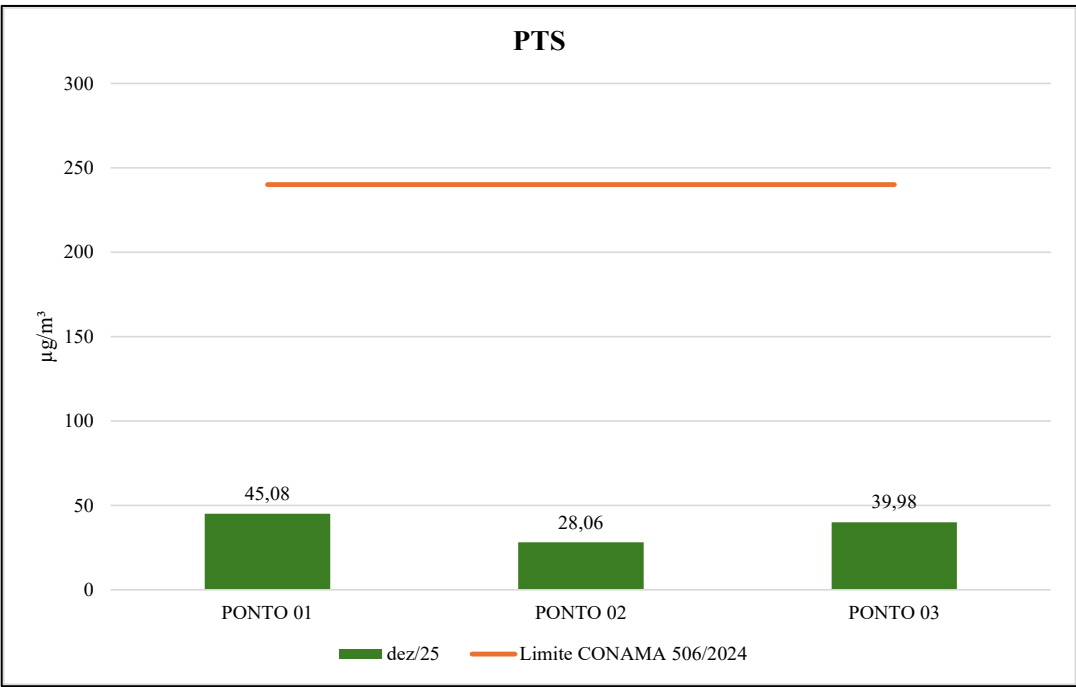


Figura 4.67 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP₁₀

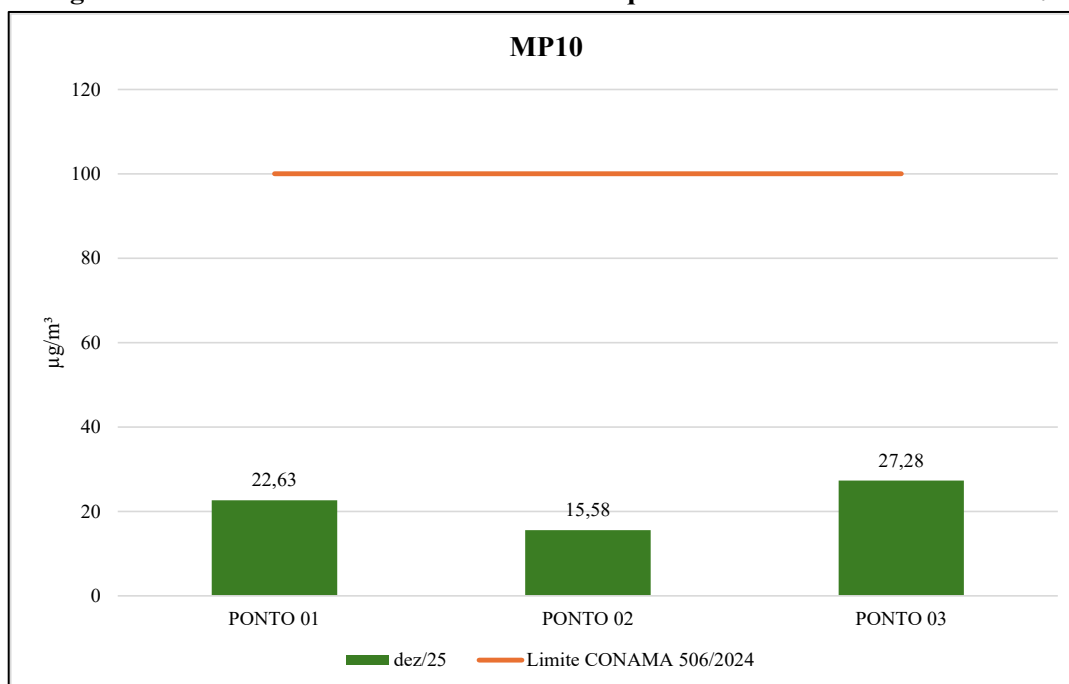
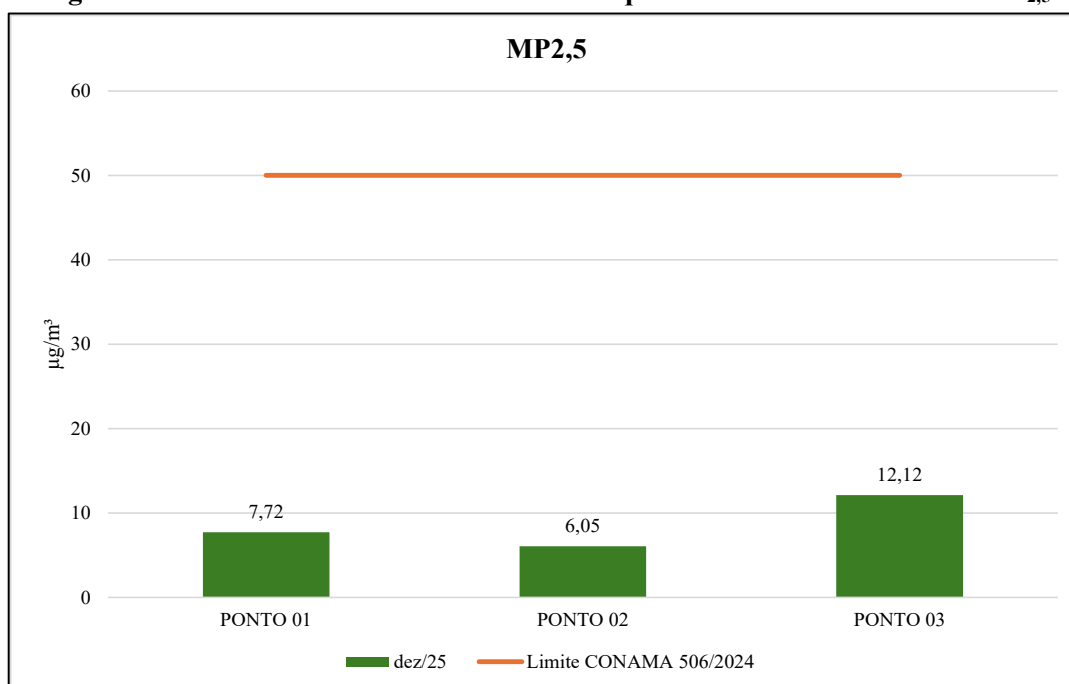


Figura 4.68 - Resultado de monitoramento de qualidade do ar - Parâmetro MP_{2,5}



A partir da análise dos resultados, observou-se que a qualidade do ar no entorno do empreendimento no período da amostragem encontrava-se satisfatória, já que, os resultados apresentaram valores inferiores ao VMP (Valor Máximo Permitido) pela Resolução CONAMA Nº 506/2024 para os parâmetros Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Material Particulado (MP_{2,5} e MP₁₀).

Portanto, pode-se concluir, através da análise destes resultados, que os Programas de Controle de Emissões Atmosféricas implantados e executados pela Bemisa tem-se mostrados efetivos. Os boletins de análises, realizadas pela empresa SEGMA Engenharia de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente LTDA, referentes às campanhas de amostragem da qualidade do ar estão apresentados no **ANEXO 07 - Boletins de Monitoramento de Qualidade do Ar**, do período em análise do presente relatório.

4.1.11. Ruído

O ruído pode ser definido como um som indesejável, constituído por variações de pressão no tempo, propagada em qualquer meio (ar, água, sólido) que o ouvido humano possa detectar. O número de flutuações da pressão acústica no tempo, expressa em ciclos por segundo, recebe a denominação de frequência (Hertz). Para expressar os valores de ruído, utiliza-se a escala decibel, que varia de 0dB (zero decibel) - considerado o limiar da audição, em 1000 Hertz, até 130dB (cento e trinta decibéis) - considerado o limiar da dor.

Avaliar o ruído perpassa pela identificação e caracterização das possíveis fontes de emissão, podendo ser do tipo móvel ou estacionária. As fontes estacionárias são aquelas que se encontram fixas em determinado local, como por exemplo, equipamentos de condicionamento de ar e de exaustão e unidades de co-geração de energia elétrica. Já as fontes móveis são aquelas que emitem ruídos enquanto se deslocam, como no caso dos veículos.

A importância deste diagnóstico reflete na capacidade de relacionar ruído com efeitos físicos, psicológicos e sociais, de forma prejudicial à audição, interferindo na comunicação, causando fadiga e reduzindo o desempenho dos indivíduos, e mais recentemente, busca-se a vinculação de seus efeitos sobre o comportamento da fauna, incluindo reprodução e distribuição.

O presente item visa caracterizar o ruído ambiental na região de inserção do Projeto Água Azul - Fase Industrial. Para tal caracterização foram utilizados os resultados do monitoramento de ruído diurno e noturno realizado com frequência trimestral durante o período de janeiro a dezembro de 2024, além de campanhas realizadas em setembro e dezembro de 2025. Foram monitorados três pontos, sendo eles: um ponto localizado na portaria do empreendimento, o segundo localizado ao sul da cidade de Água Azul do Norte, e o terceiro ponto localizado a norte do empreendimento.

Os monitoramentos do Ruído Ambiental foram realizados pelo laboratório SEGMA Engenharia de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente LTDA, devidamente creditado e certificado. Isto posto, todas as medições foram realizadas considerando as principais normas e legislações

aplicáveis e os relatórios técnicos serão apresentados na íntegra no **ANEXO 08 - Boletins de Monitoramento de Ruído Ambiental**.

➤ **Metodologia da Avaliação do Ruído Ambiental**

As amostragens foram adotadas as principais normas da ABNT NBR 10151:2019 Versão Corrigida 2020, que dispõe sobre Medição e Avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas; e pela Resolução CONAMA 001/1990, que estabelece os critérios e padrões para emissão de ruído em todo o território nacional.

➤ **Equipamentos Utilizados**

Conforme especificado nos relatórios apresentado no **ANEXO 08 - Boletins de Monitoramento de Ruído Ambiental**, as medições dos níveis de ruído foram efetuadas com o microfone do equipamento a 1,20 metros do solo. Os ensaios foram realizados em condições climáticas normais. Para a medição e caracterização dos níveis de ruído foram utilizados os equipamentos descritos **ANEXO 08**, item 5 “APARELHAGEM UTILIZADA”, assim como os certificados de calibração dos aparelhos.

➤ **Metodologia de Medição**

O laboratório responsável pelas medições do ruído ambiental nos pontos definidos nas campanhas de monitoramento realizadas, SEGMA, utilizou os métodos supracitados e as medições foram efetuadas em pontos afastados 1,20 metros do piso e pelo menos 2,00 metros do limite do ponto a ser monitorado. Foram realizadas medições nos períodos diurno e noturno. As medições foram realizadas em modo contínuo.

A comparação dos resultados foi feita com o Limite estabelecido pela Norma ABNT NBR 10151:2019 Versão Corrigida: 2020.

Não ocorreram desvios, adições ou exclusões das metodologias e procedimentos aplicados em ambas as campanhas de monitoramento realizadas.

➤ **Pontos de Monitoramento**

Conforme supracitado, para a caracterização do nível de ruído ambiental da área de estudo local do empreendimento realizou-se a análise dos resultados do monitoramento de ruído diurno e noturno realizado com frequência trimestral durante o período de janeiro a dezembro de 2024, Além de duas campanhas adicionais nos meses de setembro e dezembro de 2025.

Foram monitorados três pontos, sendo eles: um ponto localizado na portaria do empreendimento, o segundo localizado ao sul da cidade de Água Azul do Norte, e o terceiro ponto localizado a norte do empreendimento.

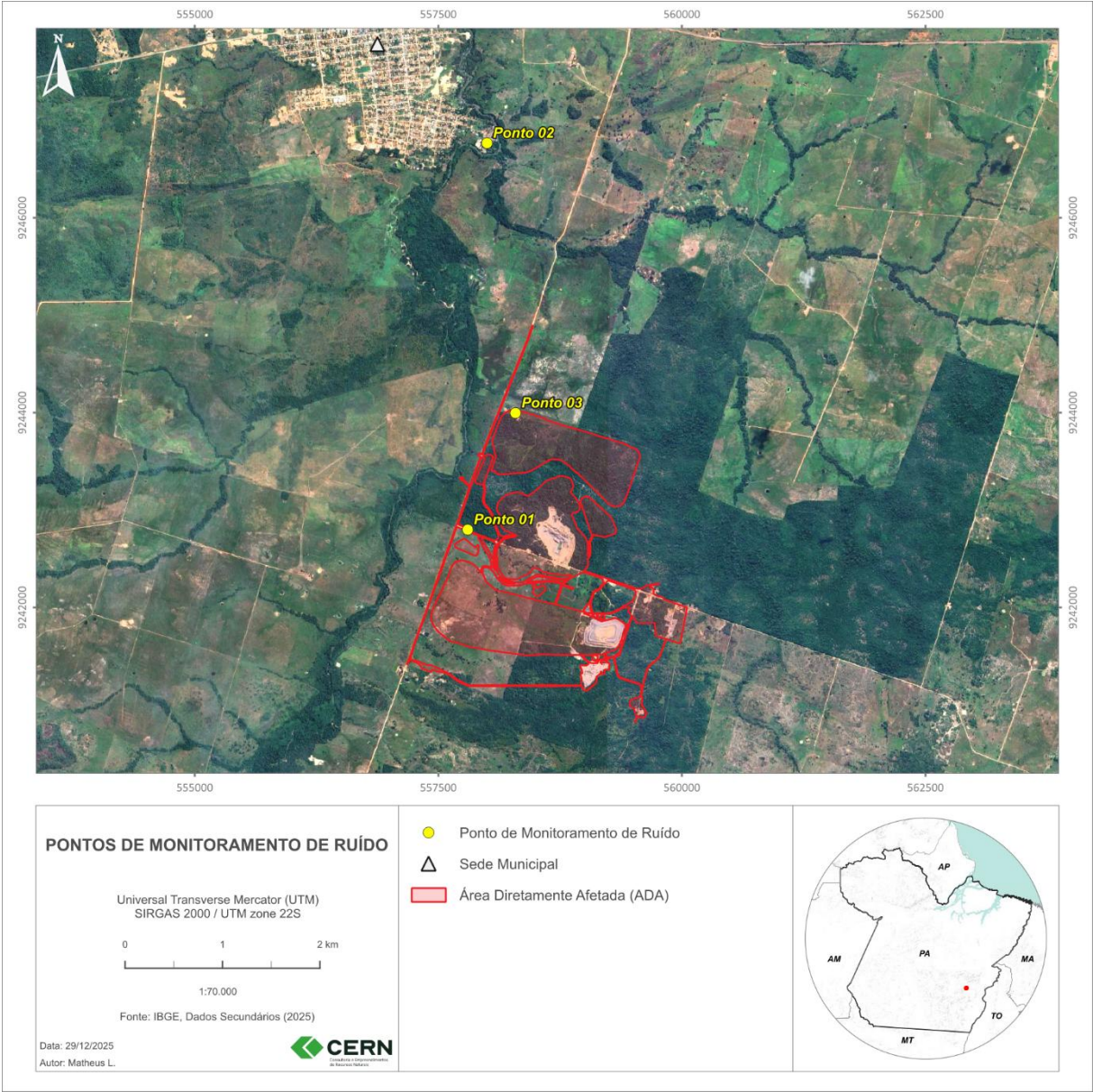
O quadro a seguir apresenta os pontos monitorados e suas coordenadas UTM. Por seguinte é apresentada a figura com a localização dos referidos pontos em relação à ADA do empreendimento objeto do presente licenciamento ambiental.

Quadro 4.34 - Pontos de Monitoramento do Ruído Ambiental - Projeto Água Azul - Fase Industrial

Ponto	Descrição do Ponto	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22s)	
		X	Y
Ponto 01	Portaria do empreendimento	558910.00 m E	9242143.00 m S
Ponto 02	Ponto ao sul da cidade de Água Azul do Norte	558057.00 m E	92467805.00 m S
Ponto 03	Ponto a norte do empreendimento	558293.00 m E	9243995.00 m S

Fonte: BEMISA, 2025.

Figura 4.69 - Localização dos Pontos de Monitoramento de Ruído em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial



A seguir são apresentados os registros fotográficos dos pontos monitorados para ruído.

Figura 4.70 - Evidências do Monitoramento de Ruído

PONTO 01 (março/2024)



PONTO 02 (março/2024)



PONTO 01 (junho/2024)



PONTO 02 (junho/2024)



PONTO 01 (setembro/2024)



PONTO 02 (setembro/2024)



PONTO 01 (dezembro/2024)



PONTO 02 (dezembro/2024)



PONTO 01 (setembro/2025)



PONTO 02 (setembro/2025)



PONTO 03 (setembro/2025)



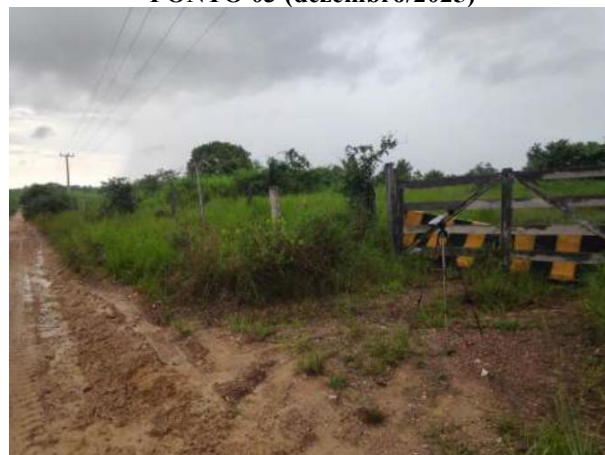
PONTO 01 (dezembro/2025)



PONTO 02 (dezembro/2025)



PONTO 03 (dezembro/2025)



Fonte: BEMISA, 2025.

➤ ***Critério Legal de Avaliação de Ruído***

Legislação Federal

A Resolução CONAMA 01 de 08 de março de 1990 dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Os itens II e VI desta resolução estabelecem:

“II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior, os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR-10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR-10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT.”

A norma NBR 10.151:2019 Versão Corrigida: 2020 estabelece procedimentos para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, em áreas destinadas à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo, bem como estabelece os limites máximos para os níveis de ruído, de acordo com a tipologia de área em questão.

A NBR 10.151:2019 Versão Corrigida: 2020 determina 03 tipos de métodos de medição, sendo eles: método simplificado, método de monitoramento de longa duração e método detalhado.

A norma NBR 10.151:2019 Versão Corrigida: 2020 estabelece, em sua Tabela 3, os limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período, conforme apresentado no Quadro a seguir.

Quadro 4.35 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL _{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Áreas de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

As áreas onde os pontos estão inseridos são classificadas como Áreas Mistas Predominantemente Residenciais, logo, os resultados serão comparados com o padrão de 55dB e 50dB para ruído diurno e noturno, respectivamente.

➤ **Resultados Monitoramento de Ruído**

As medições de ruído ambiental foram realizadas compreendendo o período diurno e noturno, conforme o estabelecido pela NBR 10.151:2019 Versão Corrigida: 2020:

“Os limites de horário para o período diurno e noturno podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 h.”

O quadro a seguir apresenta os resultados do monitoramento de Ruído Ambiental nos referidos pontos durante as campanhas de monitoramento realizadas, por seguinte, para melhor visualização, eles serão apresentados graficamente.

Quadro 4.36 - Resultados do Monitoramento de Ruído Ambiental – Ano 2024

Ponto	Níveis	março/2024		junho/2024		setembro/2024		dezembro/2024	
		Diurno dB (A)	Noturno dB (A)	Diurno dB (A)	Noturno dB (A)	Diurno dB (A)	Noturno dB (A)	Diurno dB (A)	Noturno dB (A)
PONTO 01	Ruído Total (Leq T)	47,6	48,2	48,2	49,2	49	40,9	68,4	39,5
	Incerteza Ruído Total (U)	1,3	0,5	0,6	0,8	1	0,9	4,6	1
	Ruído Residual (Lres)	40,1	37,5	32,6	43,3	42,7	37,4	33	38
	Ruído Específico (Lesp)	46,8	47,8	48,1	47,9	47,8	38,3	73,4	39,1
PONTO 02	Ruído Total (Leq T)	38,5	40,7	40,2	40,5	51,8	40	36,7	40,7
	Incerteza Ruído Total (U)	0,2	0,7	0,6	0,7	0,1	0,8	1,1	1
	Ruído Residual (Lres)	**	**	40,2	40,5	51,8	40	36,7	40,7
	Ruído Específico (Lesp)	**	**	**	**	**	**	**	**

** os níveis de ruído encontrados são considerados Ruído Total, ou seja, ruído ambiente pois não foi observado em campo ruídos provenientes do empreendimento durante a medição.

Nível de pressão sonora total - Laeq, T Nível de pressão sonora total considera-se os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais.
Nível de pressão sonora residual - Lres, Nível de pressão sonora residual considera-se os sons que não ocorram contribuições das fontes sonoras específicas do objeto da avaliação
Nível de pressão sonora específico - Lesp Nível de pressão sonora específico considera-se o som proveniente da(s) fonte(s) sonora(s) objeto de avaliação.

Fonte: BEMISA, 2024.

Figura 4.71 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Diurno)

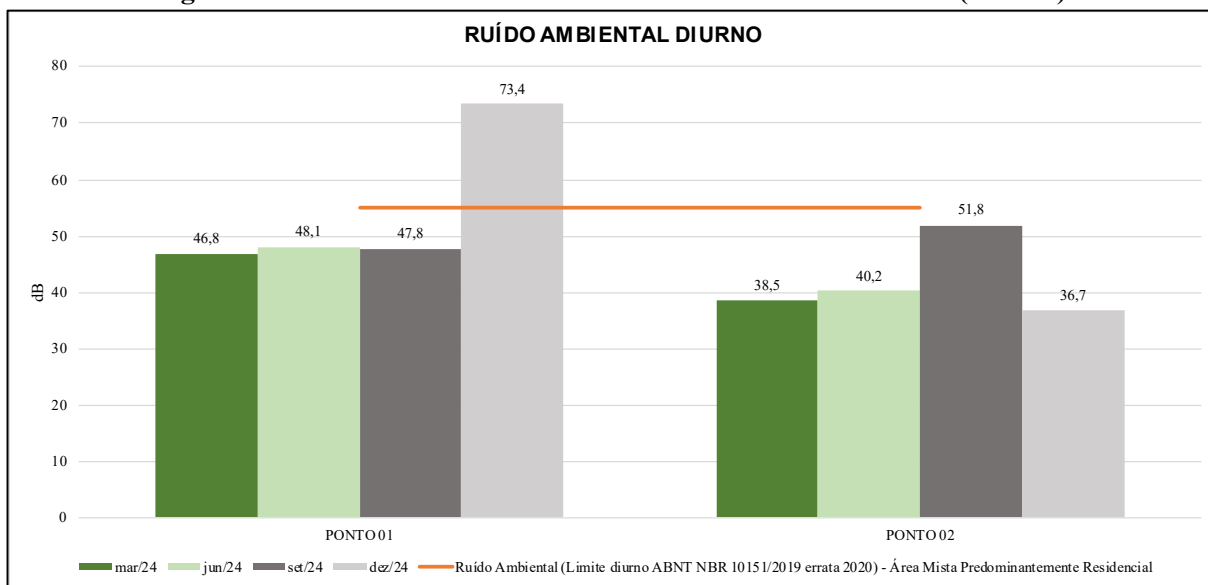
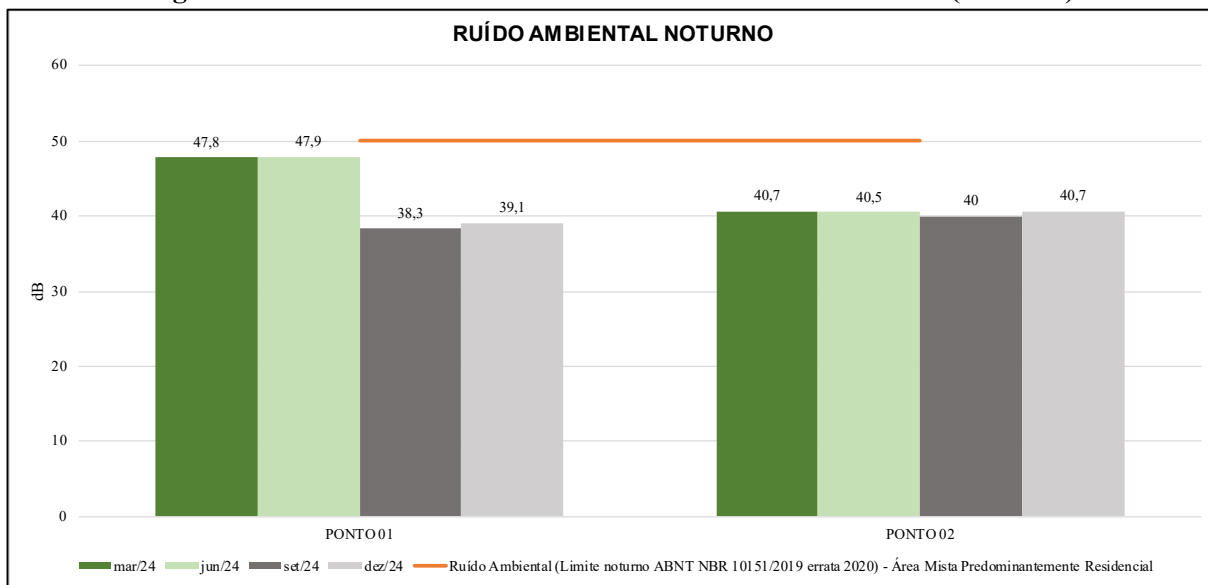


Figura 4.72 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Noturno)



De acordo com os dados apresentados, observa-se que durante o período de amostragem o nível do Ruído Ambiental - diurno e noturno, nos 02 pontos amostrados, apresentaram resultados em conformidade aos limites estabelecidos pela NBR 10.151:2019 - Versão Corrigida: 2020 para Área Mista Predominantemente Residencial, com exceção do monitoramento diurno no Ponto 01 durante a campanha de dezembro de 2024.

Ponto 01: ao analisar os resultados observa-se que somente em dezembro o resultado do monitoramento de ruído ficou acima do valor limite, possivelmente em decorrência da movimentação de retirada de máquinas e equipamentos para realização do desmonte que ocorreu no mesmo dia. (Período Diurno: 55 dB; Período Noturno: 50 dB).

Ponto 02: área mista, predominantemente residencial: observa-se que em todos os monitoramentos, o ruído estava abaixo do limite estabelecido pela legislação para este tipo de área habitada (Período Diurno: 55 dB; Período Noturno: 50 dB).

Os boletins utilizados como base para a caracterização do ruído ambiental da região são referentes às medições realizadas pela empresa SEGMA e estão apresentados no **ANEXO 08 - Boletins de Monitoramento de Ruído Ambiental**.

Quadro 4.37 - Resultados do Monitoramento de Ruído Ambiental - Ano 2025

Ponto	Níveis	Setembro/2025		Dezembro/2025	
		Diurno dB (A)	Noturno dB (A)	Diurno dB (A)	Noturno dB (A)
PONTO 01	Ruído Total (Leq T)	67,6	67,8	46,8	44,7
	Incerteza Ruído Total (U)	1,7	2,8	0,7	1,00
	Ruído Residual (Lres)	47,6	34,0	42,9	34,00
	Ruído Específico (Lesp)	67,5	67,7	44,5	44,3
PONTO 02	Ruído Total (Leq T)	45,6	33,7	42,0	46,6
	Incerteza Ruído Total (U)	0,9	0,9	0,8	0,7
	Ruído Residual (Lres)	45,6	33,7	42,0	46,6
	Ruído Específico (Lesp)	**	**	**	**
PONTO 03	Ruído Total (Leq T)	48,5	33,6	39,4	47,3
	Incerteza Ruído Total (U)	0,8	0,8	1,4	1,1
	Ruído Residual (Lres)	48,5	33,6	39,4	47,3
	Ruído Específico (Lesp)	**	**	**	**

** os níveis de ruído encontrados são considerados Ruído Total, ou seja, ruído ambiente pois não foi observado em campo ruídos provenientes do empreendimento durante a medição.

Nível de pressão sonora total - Laeq, T Nível de pressão sonora total considera-se os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais.

Nível de pressão sonora residual - Lres, Nível de pressão sonora residual considera-se os sons que não ocorram contribuições das fontes sonoras específicas do objeto da avaliação

Nível de pressão sonora específico - Lesp Nível de pressão sonora específico considera-se o som proveniente da(s) fonte(s) sonora(s) objeto de avaliação.

Fonte: BEMISA, 2025.

Figura 4.73 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Diurno)

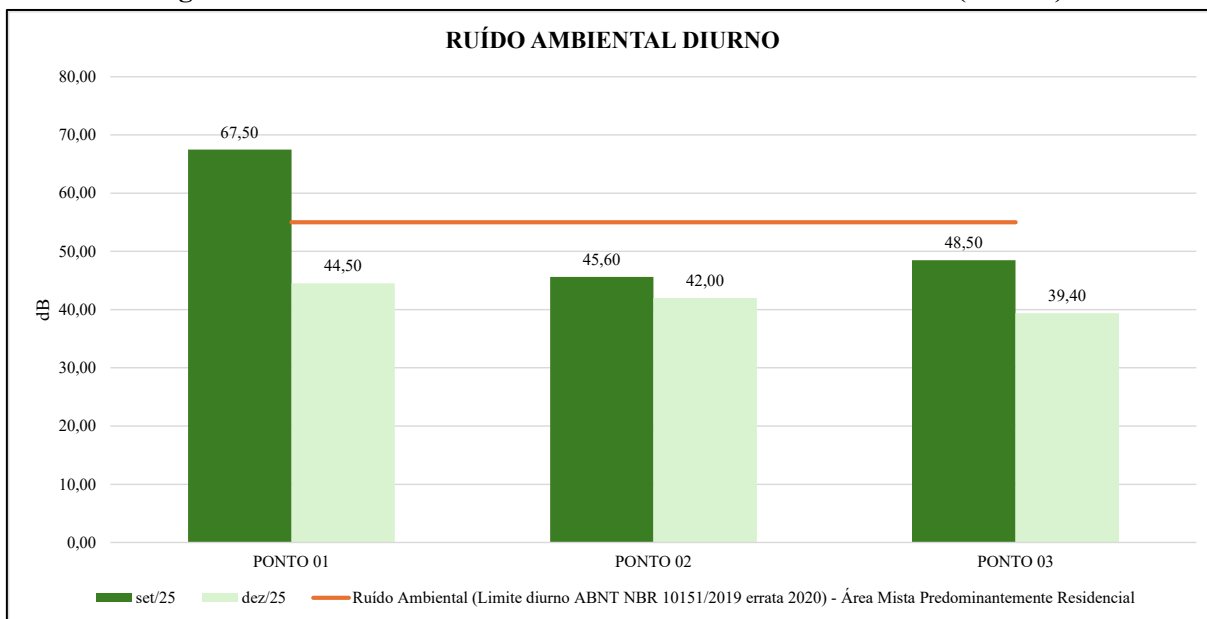
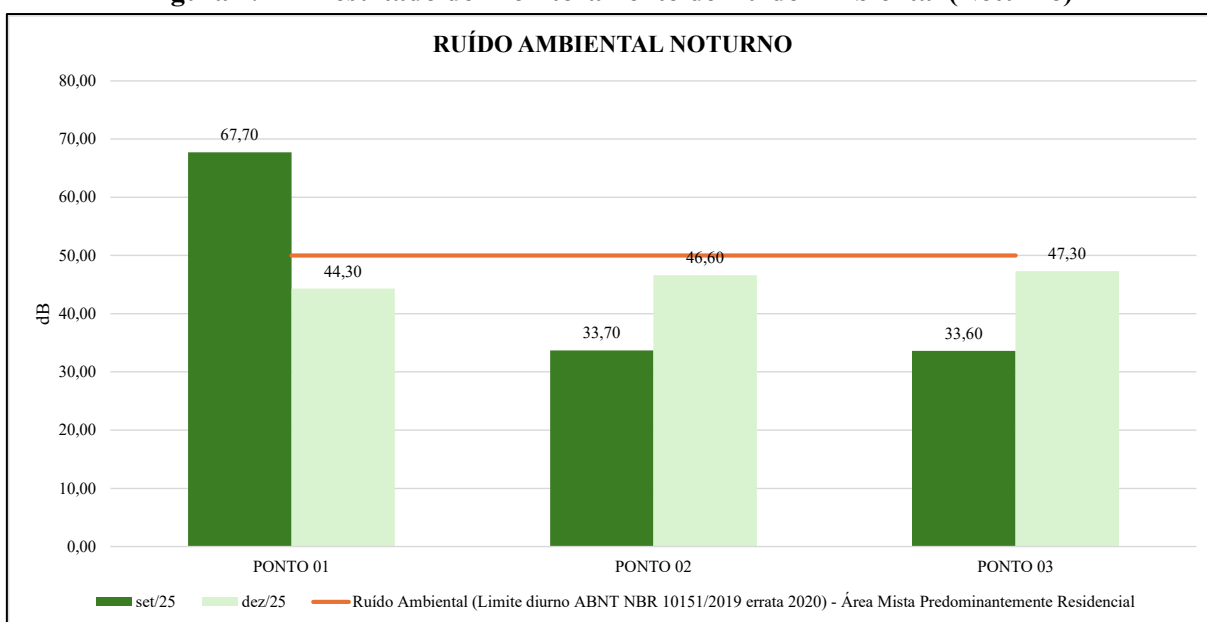


Figura 4.74 - Resultado do Monitoramento de Ruído Ambiental (Noturno)



De acordo com os dados apresentados, observa-se que durante o período de amostragem o nível do Ruído Ambiental - diurno e noturno, nos 03 pontos amostrados, apresentaram resultados em conformidade aos limites estabelecidos pela NBR 10.151:2019 - Versão Corrigida: 2020 para Área Mista Predominantemente Residencial, com exceção do monitoramento diurno e noturno no Ponto 01 durante a campanha de setembro de 2025.

Ao analisar os resultados observa-se que somente em setembro o resultado do monitoramento de ruído no referido ponto ficou acima do valor limite, possivelmente em decorrência da movimentação de retirada de máquinas e equipamentos para realização do desmonte que

ocorreu no mesmo dia. (Limite Período Diurno para Área mista predominantemente residencial: 55 dB; Limite Período Noturno para Área mista predominantemente residencial: 50 dB).

Os boletins utilizados como base para a caracterização do ruído ambiental da região são referentes às medições realizadas pela empresa SEGMA e estão apresentados no **ANEXO 08 - Boletins de Monitoramento de Ruído Ambiental**.

4.1.12. Vibração

Objetivando a caracterização da vibração na região de inserção do Projeto Água Azul - Fase Industrial foram realizadas 5 atividades de monitoramento visando acompanhar os eventos de detonação realizados no período compreendido entre janeiro e dezembro de 2024. Os resultados obtidos visam orientar a tomada de decisão acerca da revisão das cargas de detonações, horário de fogo, entre outros. O sismógrafo foi instalado em Água Azul do Norte/PA.

As campanhas de monitoramento foram realizadas pela empresa BLASTER Comércio e Serviços em Explosivos LTDA, sendo os relatórios técnicos elaborados apresentados no **ANEXO 09 - Boletins de Monitoramento de Vibração**.

A empresa supracitada é devidamente creditada e certificada. Isto posto, todas as medições foram realizadas considerando as principais normas e legislações aplicáveis.

➤ **Metodologia de Avaliação da Vibração**

Para a execução do monitoramento de vibração ambiental levou-se em consideração a NBR apresentada a seguir, que estabelece parâmetros e metodologia para avaliar os efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações reduzindo os riscos inerentes ao desmonte de rocha.

- **NBR 15928:2011** - Ensaios não destrutivos - Análise de Vibrações - Terminologia.

➤ **Estratégias de Medição**

As medições foram todas realizadas no período diurno.

Diante da condição de excitação, foram executadas as medições por meio da fixação de uma massa de metal no solo e, no topo desta, foi fixado o acelerômetro com tomadas de sinais nas direções Vertical (Z), paralelo (Y) e perpendicular (X) ao empreendimento.

➤ **Equipamentos utilizados**

Os dados do sismógrafo utilizado para a realização dos monitoramentos e caracterização da Vibração na região do empreendimento estão listados nos boletins de monitoramento

apresentado na íntegra no **ANEXO 09 - Boletins de Monitoramento de Vibração**, no item 3.1 “Dados do sismógrafo”, bem como o certificado de calibração do equipamento.

➤ **Pontos de Amostragem e Período de Monitoramento**

Conforme supracitado, para a caracterização da vibração na região de inserção do Projeto Água Azul - Fase Industrial foram realizadas 5 atividades de monitoramento visando acompanhar os eventos de detonação realizados no período compreendido entre janeiro e dezembro de 2024. Os resultados obtidos visam orientar a tomada de decisão acerca da revisão das cargas de detonações, horário de fogo, entre outros. O sismógrafo foi instalado em Água Azul do Norte/PA.

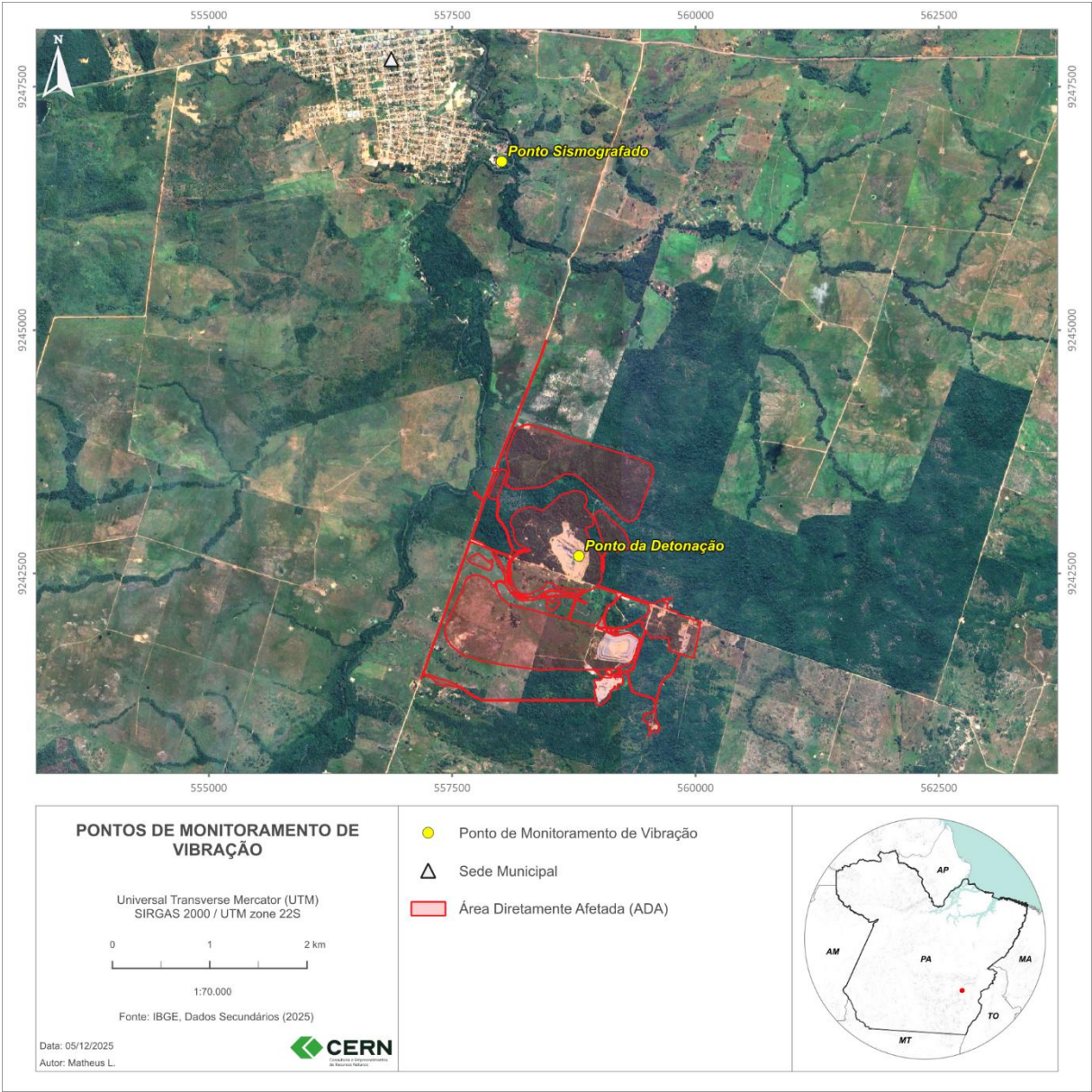
O Quadro 4.38 a seguir apresenta o ponto monitorado e suas respectivas coordenadas UTM. Por seguinte, para melhor visualização, é apresentada a Figura 4.75 com a localização do ponto de monitoramento em relação à ADA do empreendimento e o registro fotográfico do ponto.

Quadro 4.38 - Pontos de Monitoramento da Vibração - Projeto Água Azul - Fase Industrial

Ponto	Descrição do Ponto de Monitoramento	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 22S)	
		X	Y
Ponto 01	Ponto ao sul da cidade de Água Azul do Norte	557549.00 m E	9246701.00 m S

Fonte: BEMISA, 2024.

Figura 4.75 - Pontos de Monitoramento de Vibração em relação à ADA do Projeto Água Azul - Fase Industrial



A seguir são apresentados os registros fotográficos dos pontos monitorados para vibração.

Figura 4.76 - Imagens do Sismógrafo



Fonte: BEMISA, 2024.

➤ **Critérios de comparação**

Devido à inexistência de normas brasileiras que possam ser utilizados como referência na avaliação de efeitos de vibrações contínuas e/ou intermitentes, em pessoas e em edificações, serão adotados os valores de velocidade de partícula (pico) recomendados na referência “WHIFFIN, A.C. & LEONARD, D.R., *A Survey of Traffic - Induced Vibrations, Design Division, Department of the Environment, Transportation Road Research Laboratory, Report LR 418, UK, 1971*”. Sendo assim, as velocidades de partícula (pico) medidas, deverão ser comparadas aos valores de referência apresentados no Quadro 4.39 e no Quadro 4.40, na qual estão apresentadas faixas de valores de velocidade de partícula (pico) com as relações entre estas e as reações dos seres humanos, bem como os efeitos dessas velocidades sobre as construções.

Quadro 4.39 - Vibrações e percepções dos humanos e seus efeitos sobre as edificações

Velocidade de Partícula Pico (mm/s)	Reação Humana	Efeitos sobre as Construções
0 - 0,15	Imperceptível pela população, não incomoda	Sem danos
0,15 a 0,30	Limiar de percepção - possibilidade de incômodo	Sem danos
2	Vibração perceptível	Vibrações máximas recomendadas ruínas e monumentos antigos
2,5	Vibrações contínuas produzem incômodo na população	Virtualmente, não há risco de dano arquitetural às construções normais
5	Vibrações incomodativas	Limiar, no qual existe risco de danos às construções
10 - 15	Vibrações desagradáveis	Causam danos arquiteturais às residências

Quadro 4.40 - Normas internacionais utilizadas como referências

Comparação entre Critérios para Vibração Contínua			
Critérios	Classificação Subjetiva		
	Levemente Perceptível	Claramente Perceptível	Perturbadora
Reiher-Meister (1931)	0,30 a 0,90 mm/s	0,90 a 2,50 mm/s	Acima de 2,50 mm/s
DIN 4150 (1939)	0,45 a 0,80 mm/s	0,80 a 1,50 mm/s	Acima de 1,50 mm/s
Dieckman (1955)	0,10 a 0,60 mm/s	1,00 a 3,00 mm/s	Acima de 3,00 mm/s
VDI 2057 (1963)	0,10 a 0,60 mm/s	1,00 a 3,00 mm/s	Acima de 3,00 mm/s
Richart (1970)	0,25 a 0,76 mm/s	0,76 a 2,54 mm/s	Acima de 2,54 mm/s
DIN 4150 (1970)	0,10 a 0,60 mm/s	0,90 a 1,20 mm/s	Acima de 2,00 mm/s
ISO/2631/DAD1 (1980)	0,10 a 0,60 mm/s	0,60 a 1,20 mm/s	Acima de 2,00 mm/s
ANSI/S3.29 (1983)	De 0,14 a 0,40 mm/s para as áreas residenciais		

➤ **Resultados do Monitoramento de Vibração**

No Quadro 4.41 a seguir são apresentados os valores médios de Velocidade de Vibração (mm/s) - RMS Nível médio de vibração (amplitude média quadrática) obtidos no ponto de monitoramento de vibração durante as campanhas de monitoramento realizadas.

Quadro 4.41 - Resultados do Monitoramento de Vibração

Ponto	Data	Monitoramento Sismográfico	
		Pressão Acústica	Vibração de Partícula
PONTO 01	06-03-24	Não Registrado	0,00 mm/s
PONTO 01	08-03-24	Não Registrado	0,00 mm/s
PONTO 01	21-06-24	Não Registrado	0,00 mm/s
PONTO 01	16-10-24	Não Registrado	0,00 mm/s

Fonte: BEMISA, 2024.

A partir da análise dos resultados, apresentados acima, depreende-se que o sismógrafo instalado em Água Azul do Norte/PA não registrou nenhum dos eventos de detonação realizados no período compreendido entre março e outubro de 2024. Ressalta-se, ainda, o baixo impacto em termos de vibração de partícula e pressão acústica.

Os relatórios de levantamento sismográfico, realizados pela empresa BLASTER Comércio e Serviços em Explosivos LTDA estão apresentados no **ANEXO 09 - Boletim de Monitoramento de Vibração**, bem como o Certificado de Registro no Exército Brasileiro - Comando Militar do Norte 8ª RM, para a utilização/aplicação de explosivos, armazenamento e uso industrial de produtos químicos.

 **CERN - Consultoria e Empreendimentos de Recursos Naturais Ltda.**

R. Paraíba, 1465/sala 302 - Savassi

Belo Horizonte - MG - CEP: 30.130-145

Fone: (31) 3261-7766 | e-mail: cern@cern.com.br