

# ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) - Parte II

**Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos  
da Planta do Queiroz**

28 de abril de 2025



# ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) - Parte II

**Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos  
da Planta do Queiroz**

**AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.**

abr-25

## Referências Cadastrais

Cliente:	AngloGold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S/A
Localização:	Nova Lima/MG
Título:	Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz
Representante Legal:	Marcelo Pereira da Silva
Contato:	Bruno Stefan Simoni
E-mail:	meioambiente@anglogoldashanti.com
Líder do Projeto:	Tatiane S. Cardoso Muglia
Gerente:	Marcelo O. Gonçalves
Projeto/centro de custo:	1.08.01.11029
Ordem de Compra:	4502224216
Data do documento:	28 de abril de 2025

<b>Elaborador/Autor</b>	Tatiane S. Cardoso Muglia	Coordenadora Ambiental
<b>Verificador/aprovador</b>	Marcelo O. Gonçalves	Gerente Ambiental

*Este documento é composto de 01 volume e está sendo entregue em 01 cópia digital.*

*Isenção de Responsabilidade:*

*Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.*

*Este documento foi preparado pela Arcadis com observância das normas técnicas recomendáveis e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Arcadis isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado*

## Sumário

<b>9</b>	<b>DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE ESTUDO .....</b>	<b>206</b>
9.1	Meio Físico .....	206
9.1.1	Área de Estudo Regional (AER).....	206
9.1.2	Área de Estudo Local (AEL).....	207
9.2	Meio Biótico .....	209
9.2.1	Área de Estudo Regional.....	209
9.2.2	Área de Estudo Local .....	210
9.3	Meio Socioeconômico .....	212
9.3.1	Área de Estudo Regional.....	212
9.3.2	Área de Estudo Local .....	212
<b>10</b>	<b>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>	<b>215</b>
10.1	Meio Físico .....	215
10.1.1	Clima e Meteorologia.....	215
10.1.2	Qualidade do ar .....	229
10.1.3	Ruído Ambiental .....	235
10.1.4	Geologia .....	241
10.1.5	Geomorfologia .....	254
10.1.6	Pedologia e Aptidão Agrícola .....	265
10.1.7	Suscetibilidade a Processos Erosivos.....	276
10.1.8	Espeleologia .....	289
10.1.9	Recursos Hídricos Superficiais.....	302
10.1.10	Qualidade das Águas Superficiais .....	317
10.1.11	Recursos Hídricos Subterrâneos.....	347
10.1.12	Qualidade das Águas Subterrâneas .....	371
10.1.13	Áreas Contaminadas .....	381
10.1.14	Mudanças Climáticas .....	387

## Tabelas

<b>Tabela 9-1– Setores censitários incluídos na Área de Estudo Local – Censo 2022 .....</b>	<b>213</b>
Tabela 10-1 - Localização das estações meteorológicas utilizadas para caracterização da área de estudo .....	218
Tabela 10-2 - Parâmetros analisados nas estações meteorológicas .....	218
Tabela 10-3 - Temperaturas mensais da estação INMET 83587 de acordo com as Normais Climatológicas de 1991 a 2020.....	220
Tabela 10-4 - Distribuições das médias mensais de precipitação .....	223
Tabela 10-5 - Dados mensais de pluviosidade e evaporação de acordo com as Normais Climatológicas (1991-2020) para a estação 83587.....	225
Tabela 10-6 - Valores de intensidade e direção predominante dos ventos de acordo com as Normais Climatológicas do INMET (1991-2020) para a estação 83587.....	227
Tabela 10-7 - Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar .....	230
Tabela 10-8 - Resumo dos padrões de qualidade do ar conforme Resolução CONAMA nº 506/2024 .....	233
Tabela 10-9 - Resumo dos padrões de qualidade do ar conforme DN COPAM nº248/2023.....	233
Tabela 10-10 - Média anual e limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº506/2024 e DN Normativa COPAM nº248/2023 para o poluente PTS nas estações Raposos, Mina D'água e Galo. ....	234
Tabela 10-11 - Malha Amostral dos Pontos de Monitoramento de Ruído .....	236
Tabela 10-12 - Limites Estabelecidos pela ABNT-NBR 10.151/2020.....	239
Tabela 10-13 - Requerimentos minerários que interceptam a Área do Projeto.....	252
Tabela 10-14 - Taxonomia Geomorfológica das Áreas de Estudo .....	256
Tabela 10-15 - Hipsometria das Áreas de Estudo .....	258
Tabela 10-16 - Declividade das Áreas de Estudo .....	258
Tabela 10-17 - Localização dos pontos de descrição de solos e tipologia pedológica associada .....	268
Tabela 10-18. Valores de fragilidade das classes de solo presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local .....	279
Tabela 10-19 - Valores de fragilidade das litologias presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local.....	280
Tabela 10-20. Valores de fragilidade das classes de declividade presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local. 280	
Tabela 10-21. Valores das tipologias de uso e ocupação da terra presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local 281	
Tabela 10-22 - Importância das variáveis analisadas .....	281
Tabela 10-23 - Quantitativo das classes de suscetibilidade a processos erosivos nas áreas de estudos .....	286
Tabela 10-24 - Critérios e pesos utilizados no mapa de Potencial Espeleológico da Planta do Queiroz .....	291
Tabela 10-25 - Critérios e pesos utilizados no mapa de Potencial Espeleológico da Barragem do Cambimbe.....	291
Tabela 10-26 - Distribuição do potencial espeleológico na área prospectada .....	292

Tabela 10-27 - Descrição dos pontos controle de caracterização na área correspondente do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.....	294
Tabela 10-28 - Localização de estação fluviométrica na Área de Estudo Regional.....	303
Tabela 10-29 - Localização dos pontos de monitoramento fluviométrico na Área de Estudo Local.....	305
Tabela 10-30 - Vazões mínimas correspondentes aos modelos estatísticos.....	310
Tabela 10-31 - Dados gerais do monitoramento das vazões nos pontos monitorados.....	313
Tabela 10-32 - Cadastros de usos insignificantes na área de estudo.....	315
Tabela 10-33 - Outorga adjacente a área de estudo.....	315
Tabela 10-34 - Pontos de monitoramento de água superficial no entorno do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.....	320
Tabela 10-35 - Valores máximos permitidos (VMP) pela DN COPAM-CERH nº 08/2022 para águas superficiais Classe 2.....	321
Tabela 10-36 - Pontos de monitoramento de efluentes no entorno do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.....	323
Tabela 10-37 - Valores máximos permitidos (VMP) pela DN COPAM-CERH nº 08/2022.....	324
Tabela 10-38 - Resumo dos dados obtidos em campo em comparação com os cadastros efetuados em trabalhos anteriores.....	351
Tabela 10-39 – Tabela com a correspondência dos pontos cadastrados de nascentes nos estudos realizados pela Clam (2022), AngloGold (2023) e Arcadis (2023).....	352
Tabela 10-40 - Características das 34 nascentes cadastradas.....	356
Tabela 10-41 - Dados do monitoramento piezométrico dos piezômetros ativos para os anos de 2023 e 2024.....	367
Tabela 10-42 - Cadastros de usos insignificantes dos recursos hídricos subterrâneos na Área de Estudo Local.....	369
Tabela 10-43 - Pontos de Água Subterrânea analisados no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas.....	372
Tabela 10-44 - Valores de referência para os parâmetros analisados.....	375
Tabela 10-45 - Relação de atividades contaminantes cadastradas na FEAM para o município de Nova Lima/MG ...	382
Tabela 10-46 - Indicadores de sensibilidades às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas Áreas de Estudos Regional e Local do meio físico.....	390
Tabela 10-47 - Indicadores de exposições às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas Áreas de Estudos Regional e Local do meio físico.....	392
Tabela 10-48- Indicadores de adaptação às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas áreas de estudos regional e local do meio físico.....	394
Tabela 10-49 - Indicadores de vulnerabilidade às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas áreas de estudos regional e local do meio físico.....	396

## Figuras

Figura 9-1- Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Físico.....	208
Figura 9-2- Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Biótico. ....	211
Figura 9-3- Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Socioeconômico.....	214
Figura 10-1 - Localização das estações climatológicas.....	217
Figura 10-2 - Temperaturas mensais da Estação 83587 com base nas Normais Climatológicas do INMET (1991-2020) .....	220
Figura 10-3 - Variação mensal da umidade relativa - Estação 83587 .....	221
Figura 10-4 - Dados médios mensais de pressão atmosférica e umidade relativa na estação INMET 83587 (1991 a 2020).....	222
Figura 10-5 - Correlação entre os dados pluviométricos das estações utilizadas.....	223
Figura 10-6 - Distribuição das Precipitações Médias Mensais para as estações analisadas .....	224
Figura 10-7 - Dados médios mensais de precipitação e evaporação.....	225
Figura 10-8. Extrato de balanço hídrico da Estação 83587 com base nas Normais Climatológicas do INMET (1991- 2020).....	226
Figura 10-9 - Localização Espacial das Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar. ....	231
Figura 10-10 - Resultados de PTS para as estações de monitoramento da qualidade do ar - Raposos, Mina d'água e Galo .....	234
Figura 10-11 - Localização Espacial das Estações de Monitoramento de Ruído.....	237
Figura 10-12 - Monitoramento de ruído nas comunidades próximas ao projeto .....	238
Figura 10-13 - Resultados de ruído diurno nos pontos de monitoramento.....	239
Figura 10-14 - Resultados de ruído noturno nos pontos de monitoramento .....	240
Figura 10-15 - Síntese esquemática para a Evolução Geológica do Quadrilátero Ferrífero.....	243
Figura 10-16 - Geologia do Quadrilátero Ferrífero.....	243
Figura 10-17 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero.....	244
Figura 10-18 - Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero com as associações de litofácies do Supergrupo Rio das Velhas e destaque para localização aproximada da Área de Estudo Regional .....	248
Figura 10-19 - Mapa das Unidades Geológico-Geotécnicas nas Áreas de Estudo Regional e Local. ....	251
Figura 10-20 – Inserção do Projeto no mapa de Processos Minerários.....	253
Figura 10-21 - Mapa Geomorfológico das Áreas de Estudo Regional e Local.....	259

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: Figura 10-22 - Padrões de Relevo das Áreas de Estudo Regional e Local. ....	260
Figura 10-23 - Mapa Hipsométrico das Áreas de Estudo Regional e Local. ....	261
Figura 10-24 - Mapa de Declividade das Áreas de Estudo Regional e Local.....	262
Figura 10-25 - Vale do córrego da Mina D'água, visto para montante (Visada Norte), com indicação das Classes de relevo, conforme CPRM (2015).....	263
Figura 10-26 - Barragem de Cocuruto vista a partir da ombreira direita do maciço .....	264
Figura 10-27 - Barragem de Calcinados e Barragem do Rapaunha .....	264
Figura 10-28 - Vista a partir da cabeceira do córrego da Mina d'Água (Barragem do Rapaunha) - fundo de vale com perfil chato e preenchido pelo rejeito - Modelado antrópico .....	264
Figura 10-29 - Mapa de Pedologia e Classe de Solos nas Áreas de Estudo Regional e Local. ....	267
Figura 10-30 - Mapa dos perfis de solo descritos por GOLDER (2016) no contexto das Áreas de Estudo Regional e Local .....	269
Figura 10-31 - Cambissolo háplico identificado no entorno da Barragem de Cocuruto .....	271
Figura 10-32 - Cambissolo háplico identificado no no entorno das barragens de Calcinados e Rapaunha .....	271
Figura 10-33 - Exposição de perfil de latossolo nas proximidades da barragem de Rapaunha (P24) .....	272
Figura 10-34 - Perfil de Neossolo Litólico na margem direita do reservatório Cocuruto (P26) .....	273
Figura 10-35 - Perfil Neossolo Litólico (A+C rocha), com horizonte A no fundo de Cocuruto (P19) .....	273
Figura 10-36 - Aptidão Agrícola nas Áreas de Estudo Regional e Local. ....	275
Figura 10-37 - Suscetibilidade dos solos à erosão hídrica nas Áreas de Estudo Regional e Local. ....	282
Figura 10-38 - Mapa de Suscetibilidade a movimentos de massa e inundação do município de Nova Lima, com delimitação para Áreas de Estudo Regional e Local .....	284
Figura 10-39 - Suscetibilidade a processos erosivos nas Áreas de Estudo Regional e Local. ....	287
Figura 10-40 - Mapa de potencial espeleológico .....	292
Figura 10-41 - Espacialização de todos os pontos controle de caracterização na área correspondente do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.....	299
Figura 10-42 - Caminhamento espeleológico no Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.....	301
Figura 10-43 - Localização da estação fluviométrica Raposos (41200430). ....	304
Figura 10-44 - Pontos de monitoramento fluviométrico na Área de Estudo Local. ....	306
Figura 10-45 - Mapa das bacias hidrográficas no contexto do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.....	309
Figura 10-46 - Evolução dos dados de monitoramento de vazão na estação fluviométrica Raposos (41200430).....	310
Figura 10-47 - Distribuição estatística de vazões para a estação fluviométrica Raposos (41200430) .....	311

Figura 10-48 - Curva de permanência para a estação fluviométrica Raposos (41200430) .....	311
Figura 10-49 - Resultados das descargas líquidas monitoradas nas drenagens no entorno das barragens de Rapaunha e Cocuruto .....	313
Figura 10-50 - Mapa de localização de outorgas existentes nas Áreas de Estudo Regional e Local .....	316
Figura 10-51 - Hidrografia Unifilar com localização das estruturas dos pontos de monitoramento de qualidade de água e efluentes do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz .....	319
Figura 10-52 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da água superficial.....	322
Figura 10-53 - Mapa de localização do ponto de monitoramento efluente analisado. ....	325
Figura 10-54 - Gráfico de resultados de Condutividade Elétrica nos pontos de monitoramento de água superficial ..	326
Figura 10-55 - Gráfico de resultados de DBO nos pontos de monitoramento de água superficial .....	327
Figura 10-56 - Gráfico de resultados de DQO nos pontos de monitoramento de água superficial .....	328
Figura 10-57 - Gráfico de resultados de Sólidos Sedimentáveis nos pontos de monitoramento de água superficial..	329
Figura 10-58 - Gráfico de resultados de Turbidez nos pontos de monitoramento de água superficial .....	330
Figura 10-59 - Gráfico de resultados de Arsênio Total nos pontos de monitoramento de água superficial .....	331
Figura 10-60 - Gráfico de resultados de Chumbo Total nos pontos de monitoramento de água superficial .....	332
Figura 10-61 - Gráfico de resultados de Cobre Dissolvido nos pontos de monitoramento de água superficial .....	332
Figura 10-62 - Gráfico de resultados de Ferro Dissolvido nos pontos de monitoramento de água superficial .....	333
Figura 10-63 - Gráfico de resultados de Manganês Total nos pontos de monitoramento de água superficial .....	333
Figura 10-64 - Gráfico de resultados de Zinco Total nos pontos de monitoramento de água superficial .....	334
Figura 10-65 - Gráfico de resultados de Sulfato nos pontos de monitoramento de água superficial .....	335
Figura 10-66 - Gráfico de resultados de Coliformes Termotolerantes nos pontos de monitoramento de água superficial .....	336
Figura 10-67 - Gráfico de resultados de pH no ponto de monitoramento de efluentes .....	337
Figura 10-68 - Gráfico de resultados de Condutividade Elétrica no ponto de monitoramento de efluentes .....	338
Figura 10-69 - Gráfico de resultados de Arsênio Total no ponto de monitoramento de efluentes .....	339
Figura 10-70 - Gráfico de resultados de Chumbo Total no ponto de monitoramento de efluentes .....	339
Figura 10-71 - Gráfico de resultados de Cobre Dissolvido no ponto de monitoramento de efluentes .....	340
Figura 10-72 - Gráfico de resultados de Manganês Dissolvido no ponto de monitoramento de efluentes .....	341
Figura 10-73 - Gráfico de resultados de Ferro Dissolvido no ponto de monitoramento de efluentes .....	341
Figura 10-74 - Gráfico de resultados de Zinco Total no ponto de monitoramento de efluentes.....	342
Figura 10-75 - Gráfico de resultados de Sulfato no ponto de monitoramento de efluentes .....	342
Figura 10-76 - Gráfico de resultados de DQO no ponto de monitoramento de efluentes .....	343

Figura 10-77 - Gráfico de resultados de Coliformes Termotolerantes no ponto de monitoramento de efluentes .....	345
Figura 10-78 - Gráfico de resultados de Turbidez no ponto de monitoramento de efluentes .....	346
Figura 10-79 - Mapa dos pontos de nascentes, drenagens secas e pontos de controle cadastrados. ....	355
Figura 10-80 - Mapa de localização das 34 Nascentes cadastradas na Área de Estudo Local do Projeto. ....	358
Figura 10-81 - Resultados de Vazão para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A .....	359
Figura 10-82 - Resultados de Condutividade Elétrica para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A .....	360
Figura 10-83 - Resultados de Oxigênio Dissolvido para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A .....	361
Figura 10-84 - Resultados de Potencial de Oxirredução para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A .....	362
Figura 10-85 - Resultados de pH para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A .....	363
Figura 10-86 - Resultados de Turbidez para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A .....	364
Figura 10-87 - Mapa de localização dos pontos analisados do monitoramento piezométrico. ....	366
Figura 10-88 - Gráfico de evolução de cota d'água dos pontos analisados de monitoramento piezométrico .....	368
Figura 10-89 - Mapa de localização dos pontos de usos insignificantes dos recursos hídricos subterrâneos. ....	370
Figura 10-90 - Localização dos pontos de monitoramento analisados de água subterrânea. ....	374
Figura 10-91 - Gráfico de resultados de Condutividade Elétrica nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas .....	376
Figura 10-92 - Gráfico de resultados de pH nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas .....	377
Figura 10-93 - Gráfico de resultados de Arsênio Total nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas .....	378
Figura 10-94 - Gráfico de resultados de Arsênio Dissolvido nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas ..	378
Figura 10-95 - Gráfico de resultados de Cobre Dissolvido nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas ....	379
Figura 10-96 - Gráfico de resultados de Cobre Total nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas .....	379
Figura 10-97 - Gráfico de resultados de Cianeto WAD nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas .....	380
Figura 10-98 - Mapa de localização das áreas contaminadas cadastradas pela FEAM para o município de Nova Lima .....	384
Figura 10-99 - Mapa de vulnerabilidade à contaminação pelo uso do solo .....	385
Figura 10-100 - Mapa de potencialidade de contaminação das águas subterrâneas. ....	386
Figura 10-101 - Nível de sensibilidade às mudanças climáticas das áreas de estudos .....	391
Figura 10-102 - Nível de exposição às mudanças climáticas das áreas de estudos .....	393
Figura 10-103 - Nível de adaptação às mudanças climáticas das áreas de estudos .....	395
Figura 10-104 - Síntese do cálculo de vulnerabilidade às mudanças climáticas .....	396



Figura 10-105 - Nível de vulnerabilidade às mudanças climáticas das áreas de estudos. ....	397
Figura 10-106 - Estratégia de ESG da AngloGold Ashanti no Brasil. ....	398
Figura 10-107 - Certificado de Energia Renovável emitido pela CEMIG, referente ao ciclo do ano de 2024. ....	399
Figura 10-108 - Estratégia de Descarbonização AGA Brasil - Resultados Parciais. ....	400

## 9 DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE ESTUDO

O Termo de Referência (TR) Geral para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para licenciamento ambiental que orienta que a delimitação das áreas de estudo considere as características intrínsecas empreendimento, objeto do licenciamento, e seus aspectos, e que seja embasada em discussões da equipe técnica, bem como na análise de documentos cartográficos da área e da bibliografia pertinente. O referido TR também orienta quanto aos critérios e abrangência de tais áreas:

*“A área de estudo deve abranger o território no qual se observe continuidade dos fatores físicos, bióticos e socioeconômicos que se julguem relevantes ao entendimento dos impactos preliminarmente previstos e para definição futura das áreas de influência do empreendimento. Tendo em vista todos os fatores a serem considerados, a área de estudo pode ser diferente para os meios físico, biótico e socioeconômico.”*

Isso posto, abarcando as orientações estabelecidas no TR, foram definidas duas áreas de estudo, sendo uma mais abrangente e outra mais localizada: a Área de Estudo Regional - AER e a Área de Estudo Local - AEL para os meios físico, biótico e socioeconômico e cultural, conforme descrito a seguir. Os critérios adotados para as definições dos limites das áreas de estudo são apresentados e justificados tecnicamente, variando em função do meio em análise. Os elementos determinantes para as delimitações foram identificados, caracterizados, georreferenciados e mapeados em escala adequada à visualização e análise, conforme as orientações do TR.

De modo geral, foram consideradas as bacias hidrográficas estaduais, as drenagens locais, a proximidade às unidades de conservação, além de alterações de origem antrópica, como, rodovias e vias de acessos, que podem funcionar como barreiras ecológicas para a maioria dos grupos biológicos. Também foram avaliados os fragmentos remanescentes, suas conectividades e proximidades a áreas urbanizadas.

### 9.1 Meio Físico

#### 9.1.1 Área de Estudo Regional (AER)

A Área de Estudo Regional (AER) selecionada compreende um total de aproximadamente 2.783 ha. Esta foi definida considerando as limitações naturais das sub-bacias hidrográficas localizadas na região do Projeto, que poderiam, à priori, ser impactadas direta ou indiretamente por atividades relacionadas à intervenção proposta, tornando-as passíveis de análise. Também foram acrescidas áreas com a finalidade de abranger núcleos populacionais mais próximos, tornando possível uma análise mais abrangente especialmente no que tange a elementos de qualidade do ar e ruídos, que podem ultrapassar os limites físicos associados à distribuição das águas.

Desta forma, a AER abrange a sub-bacia do córrego da Mina d'água, onde estão instaladas as principais estruturas da Planta Queiroz. A Oeste, a AER estende-se do divisor de águas adjacente à Área do Projeto até o sopé da vertente, tendo sua delimitação no córrego do Cardoso e contemplando núcleos populacionais próximos. A Sudoeste, a AER é delimitada conforme interflúvio contíguo a um curso d'água de primeira ordem, seguindo até sua confluência com o

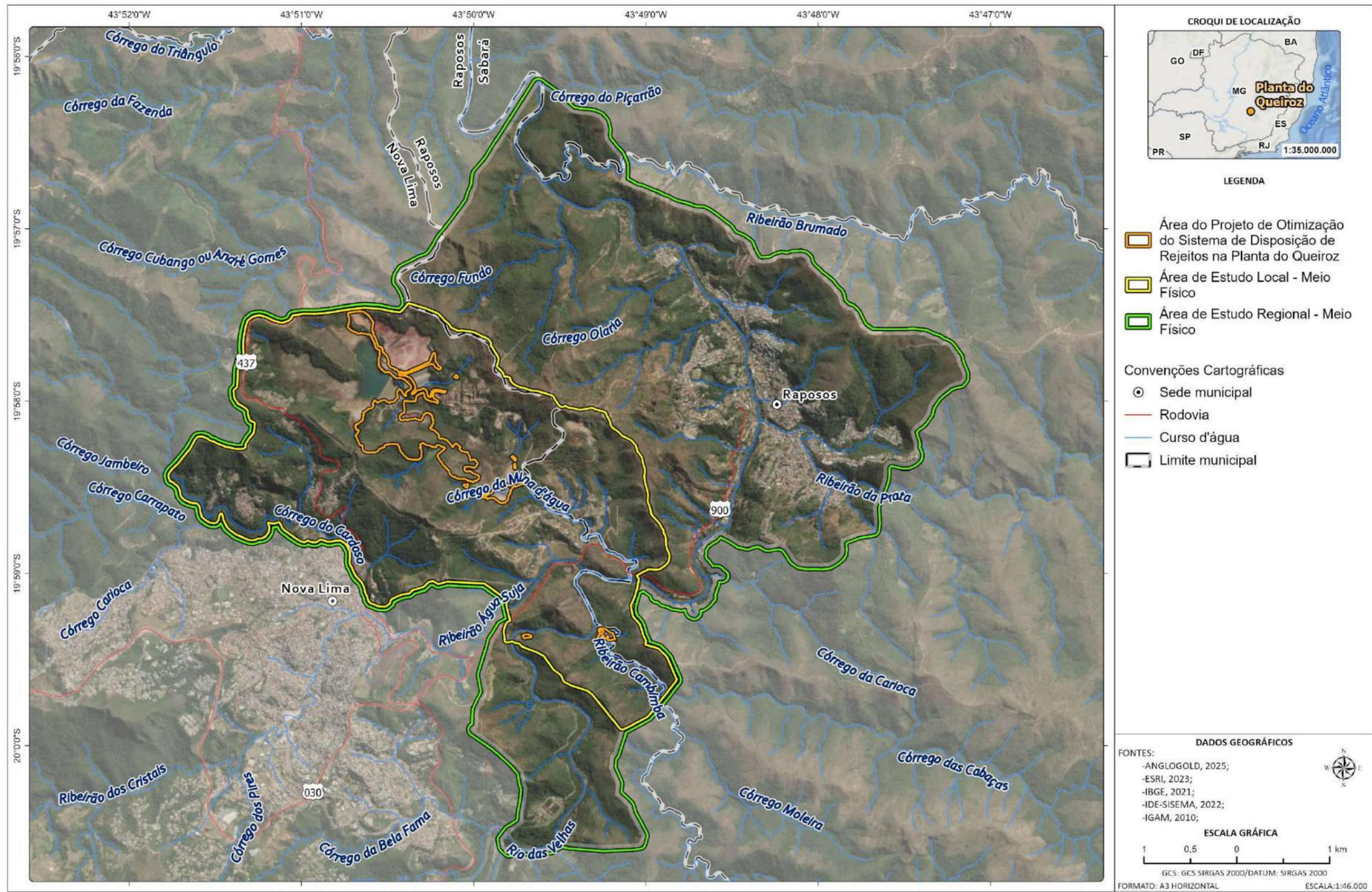
ribeirão Água Suja. A sul, a AER atravessa o vale do ribeirão Água Suja e prossegue pelas áreas de interflúvio que definem o vale do rio das Velhas. Nesta região, a AER abrange porção da bacia do rio das Velhas situada à montante do empreendimento, sendo delimitada no ponto onde está localizada a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema Rio das Velhas/Bela Fama.

A Sudeste, a AER é delimitada nos interflúvios adjacentes à barragem de Cambimbe, situada no ribeirão Cambimbe, compreendendo a área de remanso deste barramento até a confluência com o córrego das Cabaças. A Leste, a AER compreende trecho do rio das Velhas e alguns de seus afluentes diretos, contemplando a área urbana de Raposos, sendo limitada a norte a montante da confluência do rio das Velhas com o córrego Piçarrão.

### 9.1.2 Área de Estudo Local (AEL)

A Área de Estudo Local (AEL) definida compreende um total de aproximadamente 1.156 ha, estando inserida no polígono da AER. Essa área compreende o entorno imediato da área do Complexo Planta do Queiroz e a inserção do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz onde poderão ser percebidas as suas influências em diferentes componentes ambientais, seja na água, ar e ruído ambiental que podem ultrapassar os limites topográficos que delimitam a bacia hidrográfica e potencialmente causar incômodos às populações dos núcleos populacionais.

Desta forma, a AEL abrange a sub-bacia do córrego da Mina d'Água, onde estão instaladas as principais estruturas da Planta Queiroz e parte das áreas do Projeto. A Oeste, a AEL estende-se do divisor de águas adjacente até o sopé da vertente, tendo sua delimitação no córrego do Cardoso e abrangendo ocupações antrópicas ali existentes. A Sul, a AEL atravessa o vale do ribeirão Água Suja e prossegue pelas áreas de interflúvio que definem o vale do rio das Velhas, englobando porções da área do Projeto. A Sudeste, a AEL é delimitada nos interflúvios adjacentes à barragem de Cambimbe, situada no ribeirão Cambimbe, compreendendo a área de remanso deste barramento até a confluência com o córrego das Cabaças. Esta prossegue pelos interflúvios sendo delimitada na confluência do córrego Mina D'água com o rio das Velhas. Os limites a Leste e nordeste, por fim, correspondem aos interflúvios que definem a bacia do córrego da Mina D'água. A espacialização das Áreas de Estudo Regional e Local encontram-se apresentados na Figura 9-1.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx A3\_Horizontal\_Area\_Estudo\_MF Alterado por:leonardo.fernandes Em:04/04/2025

Figura 9-1- Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Físico.

Fonte: Arcadis, 2025

## 9.2 Meio Biótico

### 9.2.1 Área de Estudo Regional

A Área de Estudo Regional (AER) do meio biótico foi delimitada com base na identificação preliminar dos impactos potenciais, levando em conta drenagens, corredores e barreiras ecológicas, bem como a presença de estruturas urbanas. Assim, a AER é apresentada abrangendo parte da bacia hidrográfica federal do rio São Francisco e sua sub-bacia estadual do rio das Velhas. As principais drenagens e córregos inseridos na AER são: rio das Velhas, córrego da Carioca, córrego Olaria, córrego Fundo, córrego Cubango, córrego da Fazenda, córrego do Triângulo e córrego Água Limpa. O próprio rio das Velhas, considerado uma barreira ecológica natural presente, delimita parte dos limites físicos da área estudada.

A AER se sobrepõe a Área Prioritária para Conservação da Biodiversidade referente ao Quadrilátero Ferrífero (nº 85), na categoria especial, cuja ação prioritária recomendada é investigação científica. Ademais, duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) são contempladas pelos limites da AER, a RPPN Albert Scharle, completamente inserida, e a RPPN Mata do Jambreiro, parcialmente inserida. A AER também intercepta parte da APA Estadual Sul RMBH e parte da Zona de amortecimento do Parque Estadual do Rola Moça, além de margear externamente o Corredor Ecológico do Espinhaço, o Parque Estadual da Serra do Rola Moça e o Parque Nacional da Serra do Gandarela.

Em termos de áreas urbanizadas, a AER intercepta ou margeia assentamentos urbanos dos municípios de Raposos, Sabará e Nova Lima. Outras estruturas antrópicas também estão incluídas na AER, como estradas e áreas de mineração. A AER também contempla alguns fragmentos de vegetação nativa e várias drenagens. Em termos gerais, a AER se limitou por fragmentos de vegetação, áreas de preservação, principais drenagens e estruturas urbanas, considerando barreiras ecológicas impostas por alterações antrópicas, como rodovias e vias de acesso público, com fluxos de veículos de diferentes intensidades, que podem ser consideradas alterações permanentes no ambiente. Os limites da AER são detalhados abaixo.

Em sua porção Norte, os limites da AER seguiram vias de acesso em topos de morros, que também funcionam como divisores de águas, interceptando assentamentos urbanos de Sabará, e englobando por completo a RPPN Albert Scharle. Os limites a Noroeste também seguiram vias de acesso em topos de morro, margeando externamente parte do Corredor Ecológico do Espinhaço, cadeia de montanhas que representa um importante divisor de águas. Nesta mesma porção, partes da Zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Rola Moça e a APA Estadual Sul RMBH foram interceptadas a Oeste. A Porção Sudoeste da AER foi limitada pelos topos de morros, respeitando as principais drenagens e fragmentos de vegetação, e interceptou parte da RPPN Mata do Jambreiro. Essa parte da AER coincide limites com parte da APA Estadual Sul RMBH. Ao Sul a AER margeia áreas urbanas de Nova Lima, seguindo vias de acesso. De Sul a Sudeste a AER seguiu topos de morro e drenagens, coincidindo, em parte, com os limites externos do Parque Nacional da Serra da Gandarela. Os limites de Leste a Nordeste seguiram o Rio das Velhas, interceptando assentamentos urbanos de Raposos e Sabará.

Cabe destacar que atividades ligadas à extração mineral, predominantemente de ferro, são bastante representativas na região, o que é esperado, uma vez que se localizam nos limites do Quadrilátero Ferrífero. Essa relevância da região

para o setor minerário impulsiona muitas pesquisas, o que proporciona, diretamente, uma vasta base de dados que pode ser utilizada em comparações aos estudos aplicados no âmbito do licenciamento de empreendimentos, outro fator que pode contribuir significativamente para diagnoses robustas, inclusive no que tange a caracterização da presente AER.

### 9.2.2 Área de Estudo Local

A Área de Estudo Local (AEL), que está incluída na AER, também foi delimitada com base na identificação preliminar dos impactos potenciais, levando em conta drenagens, corredores e barreiras ecológicas, bem como a presença de estruturas urbanas e de empreendimentos. Por estar incluída na AER, a AEL também abrange parte da bacia federal do rio São Francisco e sub-bacia estadual do rio das Velhas.

Partindo-se dos conceitos ecológicos que envolvem os grupos biológicos a serem abordados nos estudos, a delimitação física da AEL, de um modo geral, está encaixada em um vale e considerou barreiras ecológicas, como divisores de águas e estradas, e os corpos hídricos relevantes próximos às futuras estruturas do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz e no contexto da área, como por exemplo, o rio das Velhas. A AEL também contempla estruturas relacionadas a mineração, áreas urbanas e alguns fragmentos de vegetação. As drenagens contempladas são consideradas de cabeceira, sendo o córrego Mina D'água considerado a principal drenagem, no contexto do empreendimento, que é um afluente do rio das Velhas. Cabe ressaltar que um grande volume de dados primários, que pode ser útil às análises e diagnoses ambientais deste projeto, concentra-se dentro dos limites da AEL.

Em sua porção Norte, os limites da AEL seguiram divisores de águas, respeitando as drenagens. de Noroeste a Sul, a AEL foi delimitada por vias de acesso, que também se localizam em topos de morros que representam divisores de águas, além do rio das Velhas, considerado uma barreira geográfica natural. As porções Sul e Sudeste da AEL englobaram parte de áreas urbanas de Nova Lima. De Sudeste a Norte, os limites da AEL seguiram vias de acesso em topos de morro. Todo o detalhamento dos limites pode ser observado no mapa seguinte.

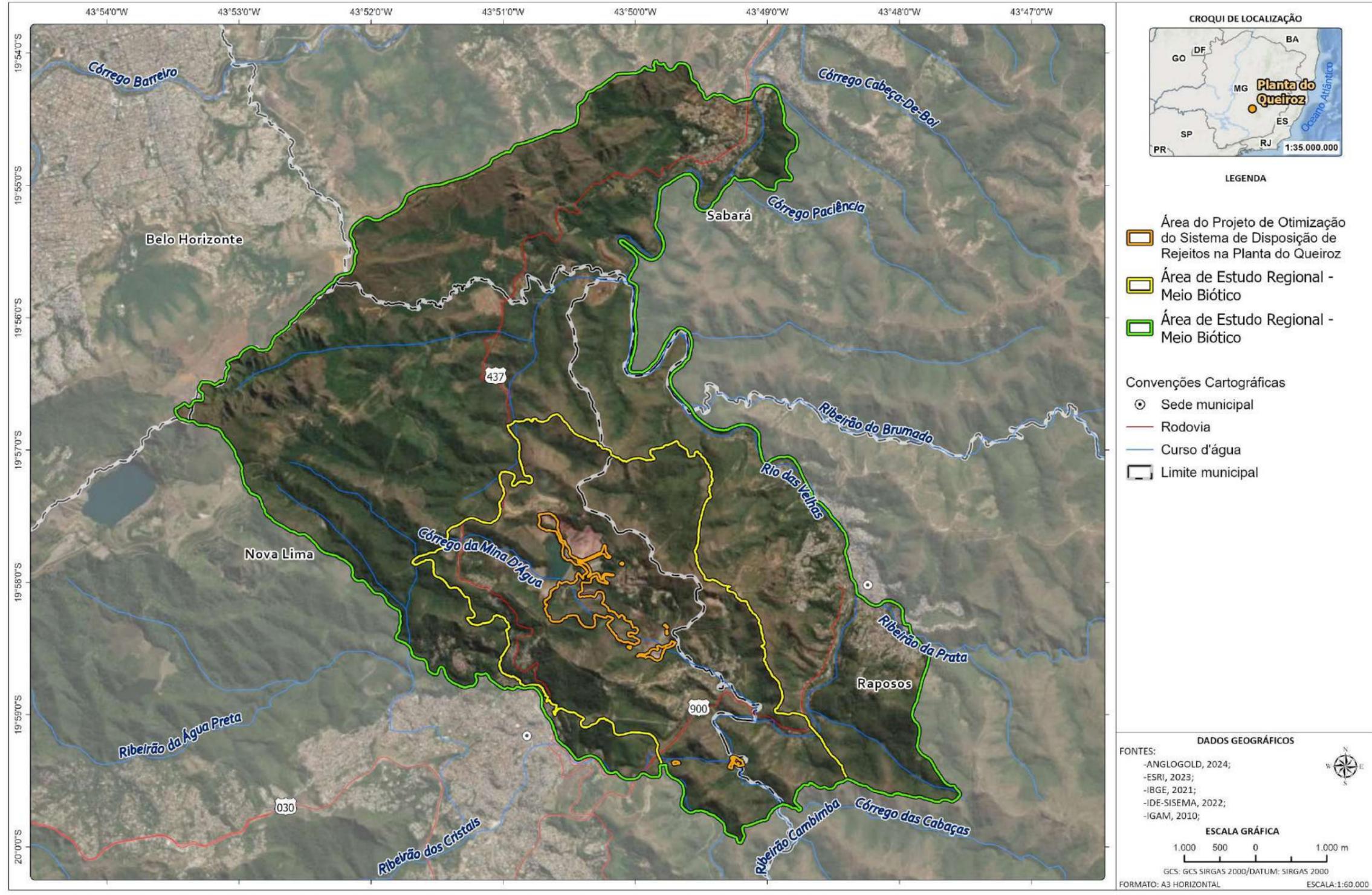


Figura 9-2- Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Biótico.

Fonte: Arcadis, 2025

## 9.3 Meio Socioeconômico

### 9.3.1 Área de Estudo Regional

O objeto de estudo vista à implantação do projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz no âmbito do Complexo Minerador Metalúrgico da AngloGold Ashanti, localizada no município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais. Baseando-se nas informações do capítulo “Caracterização do Empreendimento” definiu-se os municípios de Nova Lima e Raposos, ambos na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH-MG) como Área de Estudo Regional (AER) do meio socioeconômico. A escolha destes municípios para compor a AER reside no fato de que o empreendimento da AngloGold Ashanti está inserido em Nova Lima e, também, próximo ao limite municipal de Raposos, conforme pode ser visualizado no mapa a seguir.

O objetivo de caracterização da AER se relaciona à necessidade de compreensão das dinâmicas socioambientais existentes nos territórios e que poderão ser modificadas sob a influência de implantação e operação do empreendimento. Entre as modificações esperadas nas dinâmicas socioambientais espera-se alterações em temas socioeconômicos relevantes para as municipalidades, tais como emprego, renda e arrecadação tributária. Estes são fatores que influenciam o grau de interação que o empreendimento tende a estabelecer com a conjuntura socioeconômica com os municípios da AER. Cabe ressaltar que outras experiências do empreendedor culminaram em uma importante interação entre os municípios mencionados no que tange aos efeitos indiretos da AngloGold Ashanti.

### 9.3.2 Área de Estudo Local

A definição da Área de Estudo Local (AEL) do meio socioeconômico levou em consideração o universo socioespacial que, de forma segura, poderia abranger os efeitos sistêmicos do empreendimento após a avaliação dos impactos, fornecendo subsídios para a demarcação de sua área de influência direta.

Dada a relevância dos efeitos do meio físico sobre as condições antrópicas, a AEL do meio socioeconômico incorporou os setores censitários que interceptam a Área de Estudo Local (AEL) definida para o meio físico, além de pequenos setores incluídos em seu interior. Dessa forma, projetar-se-á que a maioria dos resultados primários do empreendimento ocorrerá na área demarcada, como potencial receptora de material particulado e ruídos e interferências em acessos, a compatibilização entre a AEL dos meios socioeconômico e físico visa assegurar uma maior assertividade e coerência na avaliação dos impactos potenciais e reais do Projeto.

Este procedimento possibilitará a identificação dos usos existentes, com ênfase nas ocupações humanas que serão prioritariamente sujeitas aos impactos de primeira ordem do meio físico (material particulado e ruído) e do meio social e econômico (circulação de pessoas, geração de expectativas, geração de postos de trabalho, conflitos, entre outros).

Cabe ressaltar que a AEL é definida de maneira preliminar a partir de um recorte geofísico, podendo sofrer ajustes durante o levantamento de dados em campo, a depender das características sociais e econômicas existentes em cada local pesquisado. Essas configurações, se ocorrerem, serão pontuais, evitando distorções, inconsistências de dados e exclusões de estruturas socioeconômicas e grupos sociais que possam ser relevantes ao resultado das análises.

Portanto, foi definida como AEL do meio socioeconômico as comunidades rurais, distritos e propriedades rurais inseridas nos setores censitários listados na tabela a seguir:

**Tabela 9-1– Setores censitários incluídos na Área de Estudo Local – Censo 2022**

<b>Código do Setor Censitário</b>	<b>Município</b>
315390505000016P	Raposos
31539055000033P	Raposos
315390505000034P	Raposos
314480505000092P	Nova Lima
314480505000045P	Nova Lima
314480505000044P	Nova Lima
314480505000155P	Nova Lima
314480505000206P	Nova Lima
314480505000043P	Nova Lima
3144880505999186	Nova Lima
314480505000185P	Nova Lima
314480505000184P	Nova Lima
314480505000187P	Nova Lima
314480505000180P	Nova Lima
314480505000253P	Nova Lima

*Fonte: Censo Demográfico do IBGE, 2010.*

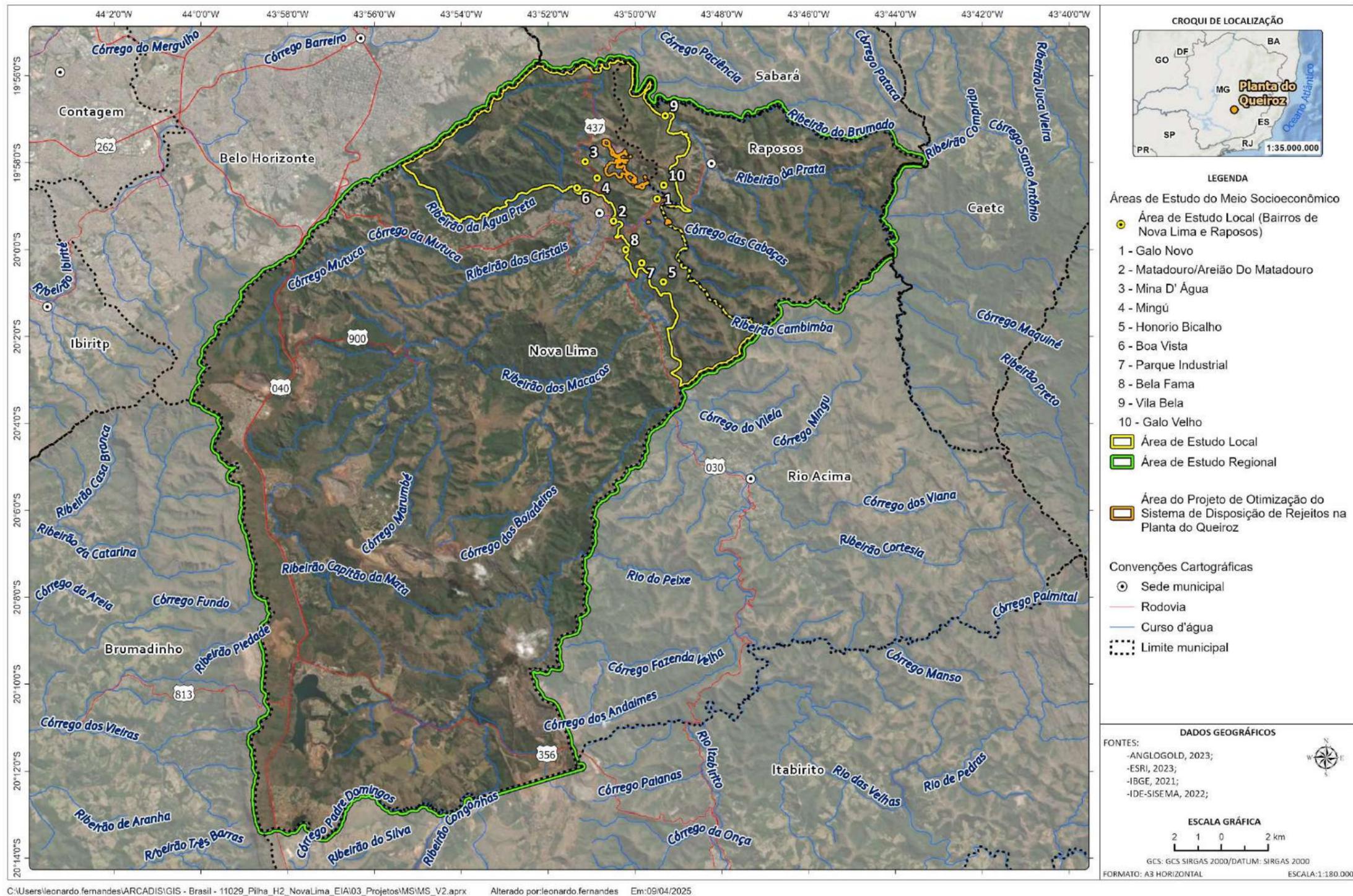


Figura 9-3- Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Socioeconômico

Fonte: Arcadis, 2025

## 10 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Este capítulo apresenta o Diagnóstico Ambiental das Áreas de Estudo Regional (AER) e Local (AEL) definidas para os meios físico, biótico e socioeconômico e cultural do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.

O diagnóstico ambiental é um dos aspectos integrantes do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), sendo elaborada por equipe técnica multidisciplinar em estrita observância às leis e regulamentos pertinentes e às diretrizes para estudos conforme Termo de Referência Geral para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), elaborado pela SEMAD/FEAM em janeiro de 2023.

### 10.1 Meio Físico

O objetivo do diagnóstico ambiental é subsidiar o desenvolvimento de avaliações posteriores, tais como a análise de atributos ambientais relevantes, a análise integrada, a avaliação de impactos, bem como a proposição de ações de controle ambiental que se fizerem necessárias para permitir a implantação e operação do empreendimento de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável. Deste modo, a elaboração do diagnóstico ambiental do Meio Físico buscou identificar a atual situação ambiental ou a qualidade ambiental das áreas de estudo, a partir da caracterização dos principais elementos físicos, a saber: clima e condições meteorológicas, qualidade do ar, mudanças climáticas, ruído e vibração, geologia, geomorfologia, susceptibilidade a processos erosivos, pedologia e aptidão agrícola, espeleologia, recursos hídricos (hidrologia, qualidade das águas superficiais e subterrâneas) e usos da água.

A construção dos textos referentes a estes temas se consistiu a partir da utilização de dados secundários consultados em referências bibliográficas e os dados primários adquiridos por meio de monitoramentos realizados e disponibilizados pela AngloGold Ashanti, além de consulta a artigos de cunho técnico-científico, especificamente pesquisas científicas, cartografia disponível e estudos já realizados nas áreas de estudo do projeto e na região.

#### 10.1.1 Clima e Meteorologia

A análise de dados climáticos é de suma importância para as atividades de mineração, já que a partir deles é possível definir de maneira mais assertiva, o melhor período e as melhores práticas para as obras, com o objetivo de reduzir os impactos gerados pelas atividades do empreendimento. A seguir serão apresentados os principais aspectos climatológicos de forma a realizar o diagnóstico das Áreas de Estudo do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.

##### 10.1.1.1 Metodologia

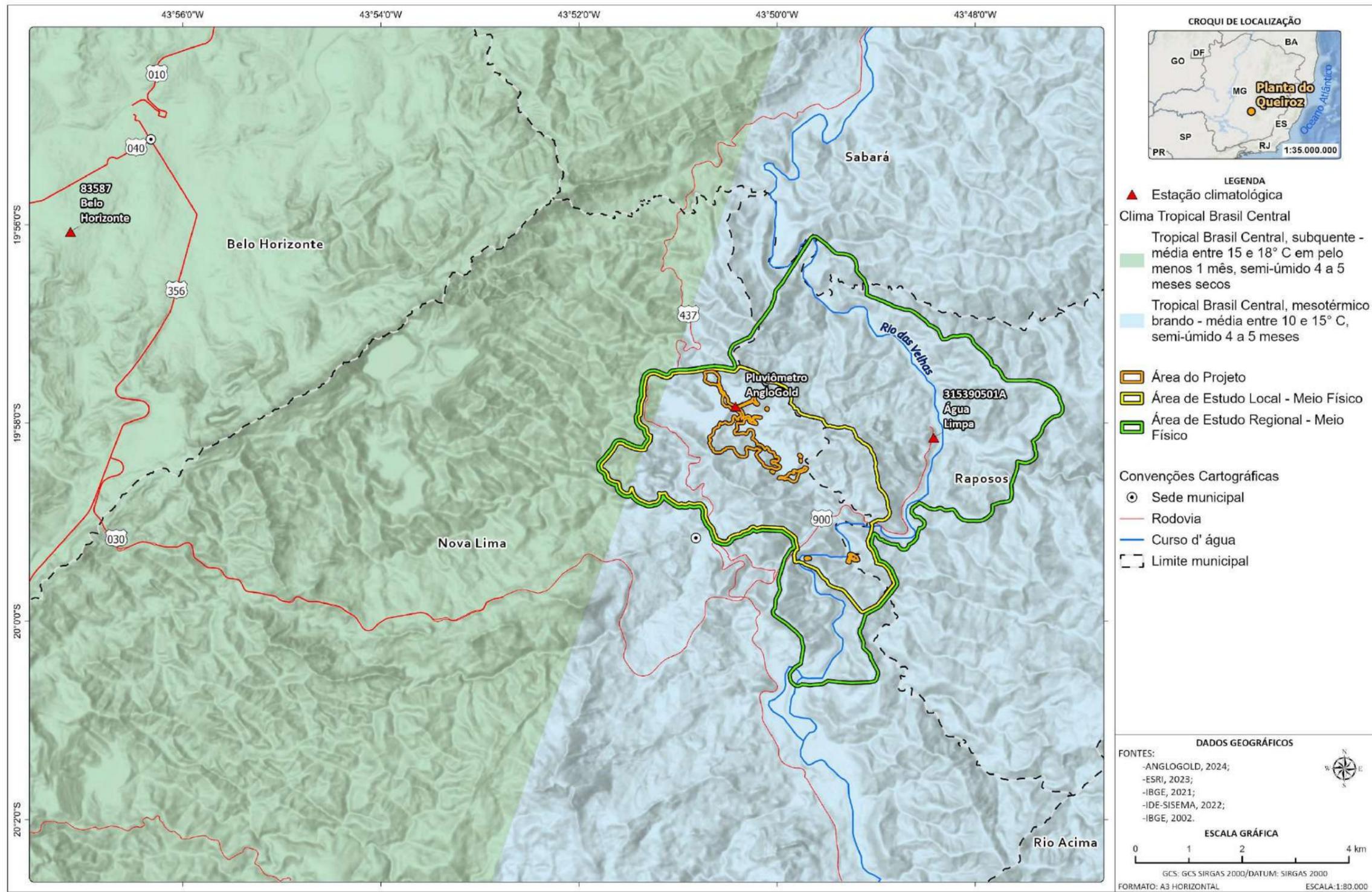
O diagnóstico ambiental referente a caracterização do clima e às condições meteorológicas, foi elaborado de forma conjunta para as áreas de estudo com base nos principais aspectos regionais e a descrição de parâmetros climatológicos locais obtidos em estações climatológicas e pluviométricas do Centro Nacional de Monitoramento e

Alertas de Desastre Naturais - CEMADEN, Agência Nacional de Águas - ANA e o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

Os valores médios das variáveis meteorológicas que definem o clima de uma região são denominados “Normais Climatológicas”, e são obtidos por meio do monitoramento destes parâmetros, segundo critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). São medidos em estações climatológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão da administração pública federal, vinculado ao Ministério da Agricultura e Pecuária. As médias desses parâmetros referem-se a períodos padronizados de 30 anos, sucessivamente, a exemplo: 1961-1991, 1981-2010 e 1991-2020.

As normais climatológicas são os dados climáticos mais difundidos no Brasil, descrevendo os elementos meteorológicos gerais de uma região, como por exemplo, a temperatura, precipitação, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, insolação, nebulosidade e características dos ventos.

Para análise das variáveis climáticas em escala regional e local foram utilizados dados pluviométricos da Estação Água Limpa (315390501A), fornecidos pelo CEMADEN durante o período de abril/2018 a janeiro/2024, além do pluviômetro AngloGold Ashanti (maio/1996 a outubro/2024). Ademais, foram utilizados dados das Normais Climatológicas relativas ao período de 1991 a 2020 (INMET, 2022) referente a Estação 83587 - Belo Horizonte (INMET). Esta se localiza a cerca de 11,47 km da Área do Projeto, na bacia hidrográfica do rio das Velhas, e apresenta características de localização (latitude e altitude) similares às da área de intervenção.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx Alterado por:leonardo.fernandes Em:11/04/2025

**Figura 10-1 - Localização das estações climatológicas.**

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: IBGE (2002 e 2020), ESRI (2021), AngloGold (2024).

As informações sobre as estações utilizadas para a caracterização climática da área de estudo são apresentadas na Tabela 10-1. A Tabela 10-2 apresenta os parâmetros disponíveis em cada uma das estações.

**Tabela 10-1 - Localização das estações meteorológicas utilizadas para caracterização da área de estudo**

Código	Nome	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Altitude (m)	Tipo	Localização	Distância em relação ao Projeto (m)	Operadora
		E (m)	N (m)					
83587	Belo Horizonte	609653	7795431	861	Meteorológica	Belo Horizonte	11.473,0	INMET
-	Pluviômetro AngloGold Ashanti	621340,8	7792108,72	913	Pluviométrica	Nova Lima	6,0	AngloGold Ashanti
315390501A	Água Limpa	624825,4	7791498,65	741	Pluviométrica	Raposos	1.651,1	CEMADEN

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: INMET (2024); CEMADEN (2024); AngloGold (2024).

**Tabela 10-2 - Parâmetros analisados nas estações meteorológicas**

Parâmetros	Estação		
	83587 - Belo Horizonte	Pluviômetro AngloGold	315390501 <sup>a</sup> - Água Limpa
Pluviosidade	x	x	x
Temperatura	x		
Umidade Relativa	x		
Pressão Atmosférica	x		
Evaporação	x		
Ventos	x		
Insolação	x		
Nebulosidade	x		

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: INMET (2024); CEMADEN (2024); AngloGold (2024).

### 10.1.1.2 Classificação Climática e Dinâmica Atmosférica

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui cinco climas zonais, sendo eles: Equatorial, Tropical Zona Equatorial, Tropical Nordeste Oriental, Tropical Brasil Central e Temperado. Estas zonas climáticas são subdivididas em variadas regiões climáticas a depender de suas características, principalmente da quantidade e distribuição da precipitação e temperatura.

Conforme mapa apresentado na Figura 10-1, verifica-se que o tipo climático existente na região de estudo é o Tropical Brasil Central, mesotérmico brando, com média de temperatura entre 10°C e 15°C, semi-úmido, com 4 a 5 meses secos. Além deste, uma parte da área de estudo local encontra-se sob o domínio do clima Tropical Brasil Central subquente, com média entre 15°C e 18°C em pelo menos 1 mês e com 4 a 5 meses secos (IBGE, 2002).

De acordo com IBGE (2006), a região Sudeste apresenta a maior diversificação climática do Brasil, quando considerado o regime de temperatura. Tal diversificação ocorre devido à atuação de diversos fatores, sendo alguns de ordem estática, como condições geográficas (posição, topografia acidentada etc), e outros de natureza dinâmica, como circulação atmosférica, os quais atuam simultaneamente em constante interação (NIMER, 1979).

Ressalta-se que a dinâmica climática de uma região está associada com a circulação atmosférica, de forma que os processos sinóticos em conjunto com os atributos de superfície definem o comportamento dos elementos climáticos. Nesse contexto, o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) é um importante sistema atmosférico que atua na região Sudeste, o qual tem origem das altas pressões subtropicais localizadas no Atlântico Sul. Este apresenta tempo relativamente estável, com alta umidade sobre áreas marítimas e baixa umidade relativa quando em continente (ASSIS, 2010).

Cabe citar também o Anticiclone Subpolar do Atlântico Sul (APAS), oriundo ao sul do continente americano, próximo a zona subantártica e que se desloca, devido aos centros de baixas pressões, em direção às baixas latitudes, principalmente nos períodos de outono e inverno. Esse sistema possui como características básicas o tempo estável, baixa nebulosidade e baixas temperaturas. Ressalta-se que quando este anticiclone chega à região, já está em processo de tropicalização e, portanto, as temperaturas e umidade relativa do ar são mais altas se comparado com seu período de formação (ASSIS, 2010).

Além dos sistemas supracitados, a Zona de Convergência do Atlântico Sul, conhecida como ZCAS é um importante sistema atmosférico associados às chuvas na região Sudeste, principalmente no período de verão. Caracteriza-se por uma extensa faixa de nebulosidade com direção noroeste-sudeste facilmente identificável por imagens de satélite e/ou cartas sinóticas, que geralmente persiste por um período de até 10 dias, resultando em elevados índices pluviométricos em sua região de atuação (ASSIS, 2010).

Salienta-se também a importância dos Sistemas Frontais/ Frentes frias e Linhas de Instabilidades (LI), ambos sistemas de baixa pressão associados a intensas chuvas e altas velocidades dos ventos. As Frentes Frias se deslocam em direção às baixas latitudes, impulsionadas pelo APAS e relacionam-se com as LI, cujas formações podem ser identificadas em imagens de satélite e cartas sinóticas (ASSIS, 2010).

### **10.1.1.3 Contextualização das Áreas de Estudo Regional e Local**

Nos itens a seguir, são descritas as características do comportamento das principais variáveis climatológicas no âmbito do Projeto.

#### **10.1.1.3.1 Temperatura**

Sobre a temperatura na área de estudo, conforme dados das Normais Climatológicas (1991 a 2020), referente à Estação 83587, localizada no município de Belo Horizonte, a aproximadamente 913 metros de altitude, a temperatura média compensada anual é de 22,1°C.

Verifica-se a existência de dois períodos distintos: um com temperaturas mais altas (meses de outubro a março), e outro com temperaturas mais baixas (meses de abril a setembro). A Figura 10-2 e a Tabela 10-3 apresentam os valores

compensados de temperaturas mínimas, máximas e médias, registradas na estação 83637 no período de 1991 a 2020 de acordo com as Normais climatológicas do INMET.

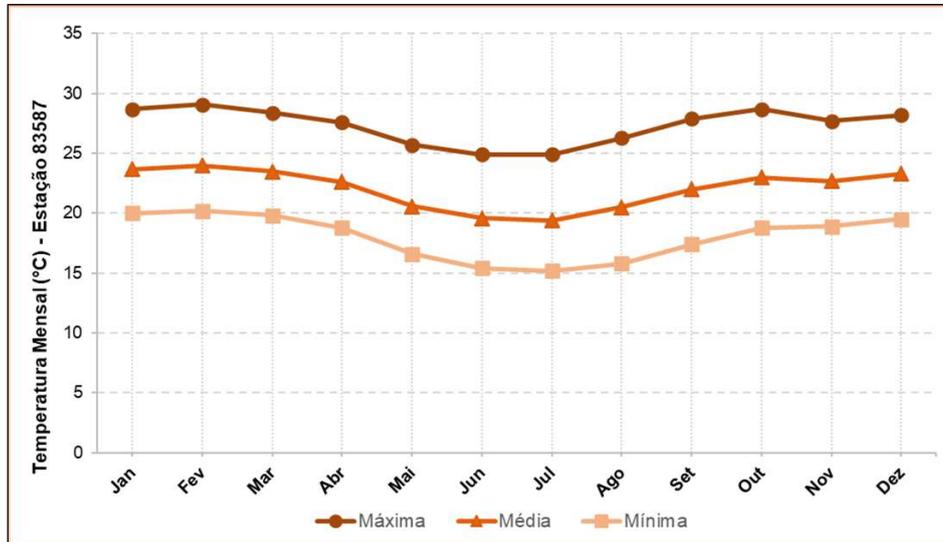


Figura 10-2 - Temperaturas mensais da Estação 83587 com base nas Normais Climatológicas do INMET (1991-2020)

Elaboração: Arcadis, 2024. Fonte: INMET, 2024.

Tabela 10-3 - Temperaturas mensais da estação INMET 83587 de acordo com as Normais Climatológicas de 1991 a 2020

Temperatura Mensal (°C) - Estação 83587 (Belo Horizonte)													
Normais Climatológicas INMET 1991-2020													
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
<b>Máxima</b>	28,7	29,1	28,4	27,6	25,7	24,9	24,9	26,3	27,9	28,7	27,7	28,2	27,3
<b>Média</b>	23,7	24	23,5	22,6	20,6	19,6	19,4	20,5	22	23	22,7	23,3	22,1
<b>Mínima</b>	20	20,2	19,8	18,8	16,6	15,4	15,2	15,8	17,4	18,8	18,9	19,5	18

Elaboração: Arcadis, 2024. Fonte: INMET, 2024.

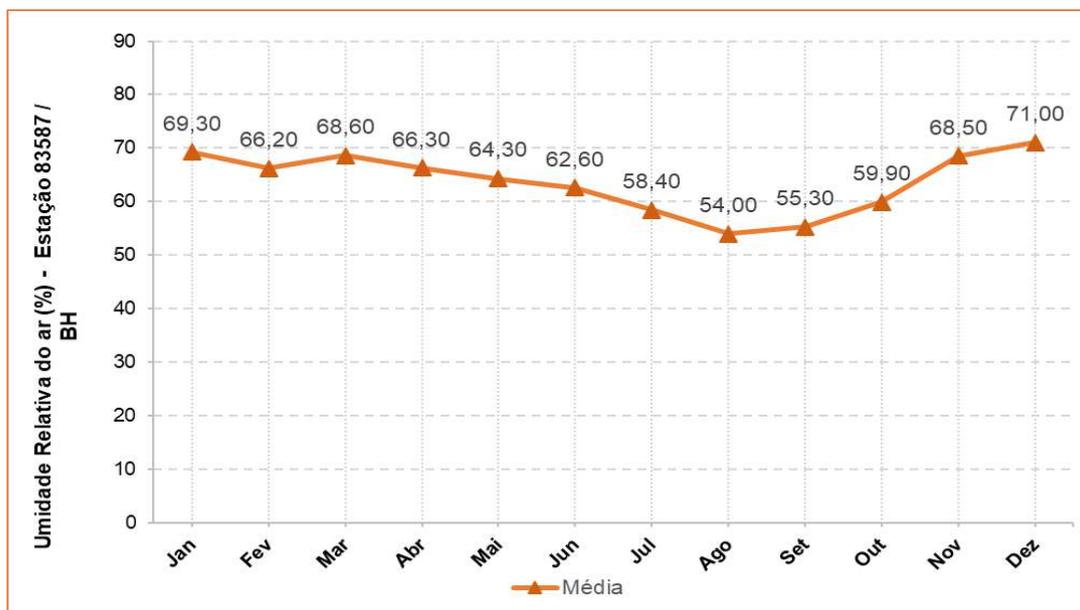
Ainda conforme os dados médios das Normais Climatológicas (1991-2020), fevereiro é o mês com as temperaturas mais altas (média de 24°C) e julho o mês com as temperaturas mais baixas (média de 19,4°C). Verifica-se também que fevereiro é o mês com a maior média compensada de temperatura máxima (29,1°C), relativa ao período de verão. A temperatura máxima absoluta do período de 1991 a 2020 ocorreu em outubro de 2015 (37,5°C).

Com relação às temperaturas mínimas, percebe-se, como esperado, que o período de inverno apresenta as menores médias, sendo julho o mês com média compensada de temperatura mínima mais baixa (15,2°C). A temperatura mínima absoluta no período de 1991 a 2020 ocorreu em junho de 1997 (8°C).

### 10.1.1.3.2 Umidade Relativa e Pressão Atmosférica

A umidade do ar é uma variável climática que diz respeito a quantidade de vapor d'água contido na atmosfera. Ela é o resultado da evaporação das águas encontradas na superfície terrestre, concomitantemente a evapotranspiração

animal e vegetal (TORRES e MACHADO, 2008). A figura a seguir apresenta as distribuições médias de umidade relativa ao longo dos meses, na estação climatológica 83587 no período de 1991-2020 (Normais Climatológicas).<sup>1</sup>

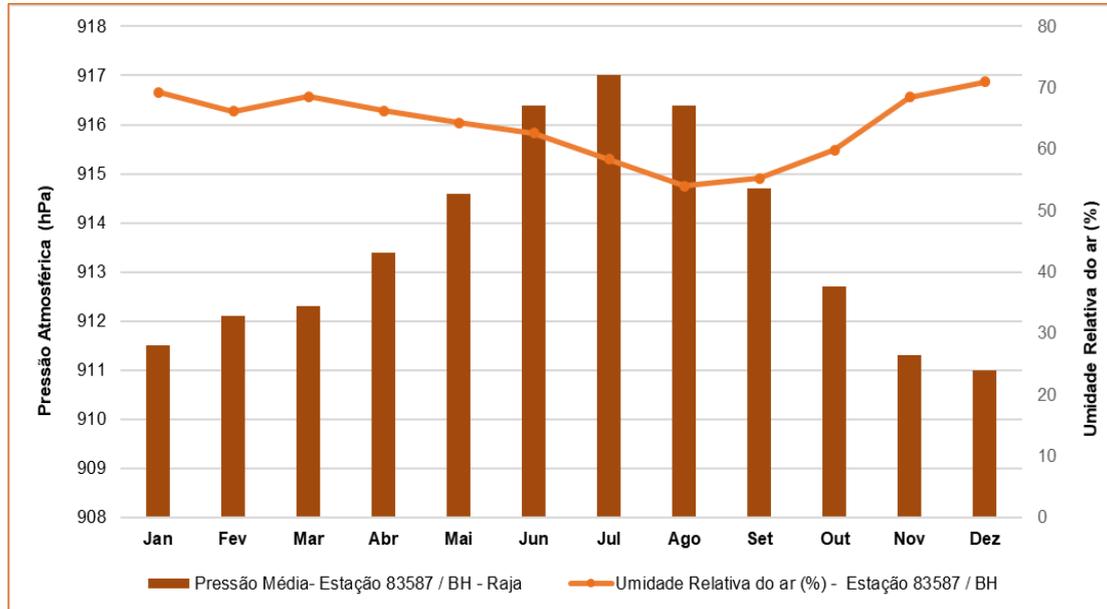


**Figura 10-3 - Variação mensal da umidade relativa - Estação 83587**

Conforme apresentado no gráfico acima, é possível verificar uma queda nas médias mensais de umidade relativa do ar durante os meses de junho a setembro, apresentando média mais baixa no mês de agosto, com um valor de 54%. Estes valores aumentam a partir de outubro, com média mais alta ocorrendo no mês de dezembro (71%).

A pressão atmosférica, por sua vez, é a força que a atmosfera exerce sobre a superfície (TUBELIS, 1984). Nesse contexto, a figura a seguir apresenta os dados médios mensais para pressão atmosférica e umidade relativa na Estação 83587, demonstrando que com o aumento da pressão atmosférica ocorre a diminuição da umidade relativa do ar na região.

<sup>1</sup> Destaca-se que não há valores médios de umidade relativa máxima e mínima para as Normais Climatológicas da estação INMET 83587 (1991 a 2020), desta forma no gráfico da Figura 12.1.11 só foi considerado os dados médios para este atributo climático.



**Figura 10-4 - Dados médios mensais de pressão atmosférica e umidade relativa na estação INMET 83587 (1991 a 2020)**

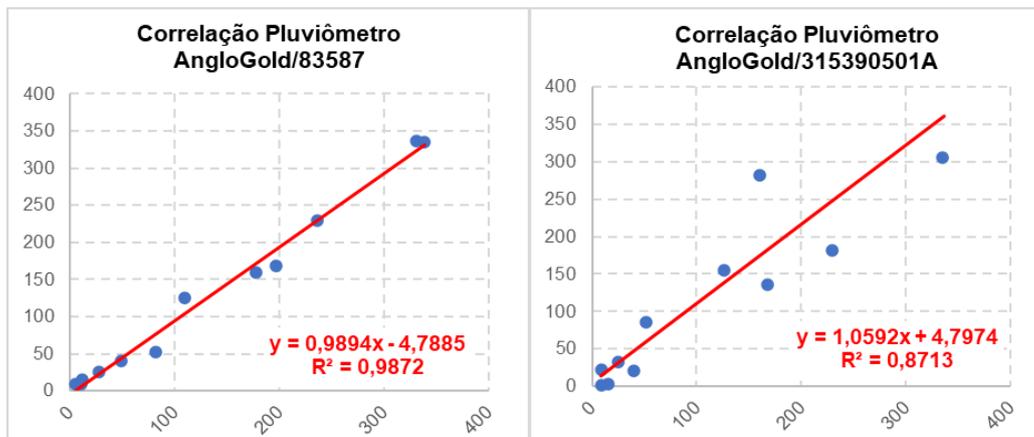
*Elaboração: Arcadis, 2024. Fonte: INMET, 2024.*

A baixa umidade do ar durante o inverno nas áreas de estudo está relacionada à predominância de sistemas de alta pressão, grandes massas de ar seco que atuam na porção central do Brasil, que em certas circunstâncias dão origem a bloqueios atmosféricos que dificultam a progressão de frentes frias e sistemas de baixa pressão responsáveis pela ocorrência de chuvas, fazendo com que se desviem em direção ao oceano. Desta forma, verifica-se um gradativo aumento na pressão do ar no decorrer do ano, atingindo valores máximos de 917 hPa no mês de julho (inverno) e valores mais baixos no mês de dezembro 911 hPa (verão).

### 10.1.1.3.3 Pluviometria

As informações utilizadas para caracterização pluviométrica foram obtidas por meio da consulta à base de dados das três estações relacionadas na figura a seguir. Considerando que o Pluviômetro AngloGold Ashanti é o ponto de monitoramento pluviométrico mais próximo a Área do Projeto, foi realizada análise de correlação entre esta estação e as demais (83587 e 315390501A) localizadas na área de estudos a fim de se verificar o coeficiente de correlação entre as estações (Figura 10-5).

O coeficiente de correlação ( $R^2$ ) é um método estatístico que permite determinar se os dados estão próximos ou não de uma linha linear de regressão simples ou múltipla. O  $R^2$  varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1 for o valor, mais é aplicado o modelo de regressão linear, ou seja, o modelo é mais bem ajustado na correlação.



**Figura 10-5 - Correlação entre os dados pluviométricos das estações utilizadas**

*Elaborado: Arcadis,2024. INMET,2024; CEMADEN,2024, AngloGold, 2024.*

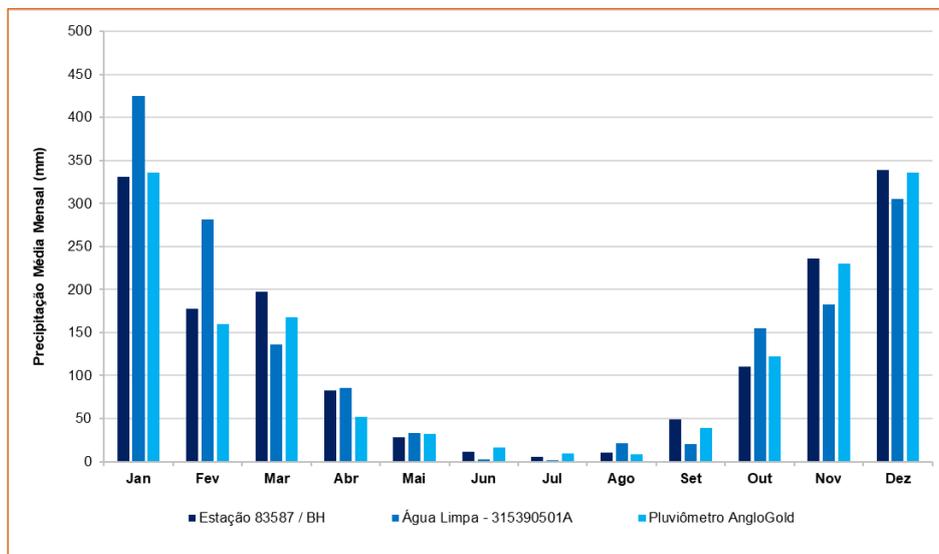
Os resultados da análise de correlação indicam que a estação que melhor se correlaciona com o Pluviômetro AngloGold Ashanti é a estação do INMET 83587, apresentando um R<sup>2</sup> de 0,9872. A estação 315390501A também apresentou coeficiente de correção alto comparado ao Pluviômetro AngloGold Ashanti, com R<sup>2</sup> de 0,8713. Dessa maneira, entende-se que ambas as estações são adequadas para a caracterização pluviométrica da região de estudo.

Sobre a distribuição das chuvas ao longo do ano, a Tabela 10-4 e a Figura 10-6 apresentam as distribuições das médias mensais de precipitação para a Estação Convencional INMET 83587 (Normais climatológicas de 1991 a 2020), Estação Água Limpa - 315390501A e Pluviômetro AngloGold Ashanti.

**Tabela 10-4 - Distribuições das médias mensais de precipitação**

Precipitação média (mm)			
Mês	Estação 83587 / BH (1990-2020)	Pluviômetro AngloGold (maio/1996 a outubro/2024)	Água Limpa - 315390501A (abril/2018 a janeiro/2024)
jan	330,90	336,19	425,13
fev	177,70	160,17	281,76
mar	197,50	167,68	136,08
abr	82,30	51,78	85,17
mai	28,10	25,00	33,13
jun	11,40	15,10	2,53
jul	5,40	9,37	1,97
ago	10,60	8,62	21,70
set	49,20	40,17	20,70
out	110,10	125,67	154,70
nov	236,00	229,43	182,17
dez	339,10	334,87	305,63
<b>Total</b>	<b>1.578,30</b>	<b>1.504,07</b>	<b>1.650,67</b>

*Elaborado: Arcadis,2024. INMET,2023; CEMADEN,2024; ANGLOGOLD, 2024.*



**Figura 10-6 - Distribuição das Precipitações Médias Mensais para as estações analisadas**

*Elaborado: Arcadis,2024. INMET,2024; CEMADEN,2024, AngloGold, 2024.*

Segundo dados das Normais Climatológicas para a estação 83587, no período de 1991-2020 (INMET, 2023), os valores médios totais anuais de pluviosidade atingem aproximadamente 1578,3 mm, apresentando um total acumulado de 236 mm em novembro, 339,1 mm em dezembro e 330,9 mm em janeiro, os meses mais chuvosos e que concentram pouco mais de 57% do total anual. Durante os três meses mais secos do ano, junho, julho e agosto, os valores médios de pluviosidade mantêm-se no máximo em torno de 11,40 mm.

Assim, o regime pluviométrico da região possui dois períodos bem definidos: um chuvoso, de outubro a março, com maiores índices de chuvas geralmente nos meses de outubro a janeiro e um período seco, de abril a setembro, com estiagem mais crítica no trimestre junho a agosto. Ressalta-se que abril e outubro apresentam características de transição entre a estação chuvosa e seca. As precipitações ocorrentes na região estão geralmente associadas a ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), cuja faixa de nebulosidade resulta em chuvas intensas na região do sudeste brasileiro, além das Linhas de Instabilidade (LI), Frentes Frias e de movimentos convectivos.

O valor médio total anual acumulado de chuva é de 1.650,67 mm na Estação Água Limpa - 315390501A e de 1.508,77 mm de acordo com os dados obtidos junto ao Pluviômetro AngloGold Ashanti. Nota-se que as três estações analisadas neste estudo apresentam padrão de chuva e seca semelhantes, variando na intensidade acumulada em cada mês.

#### 10.1.1.3.4 Evaporação

A evaporação caracterizada pela passagem de um líquido para estado gasoso tem papel fundamental no processo de resfriamento de um ambiente (GRIMM, 2008). Na Tabela 10-5 e Figura 10-7 são apresentadas as médias mensais de precipitação e evaporação acumuladas, segundo as Normais climatológicas para a estação 83587 nos anos de 1991 a 2020.

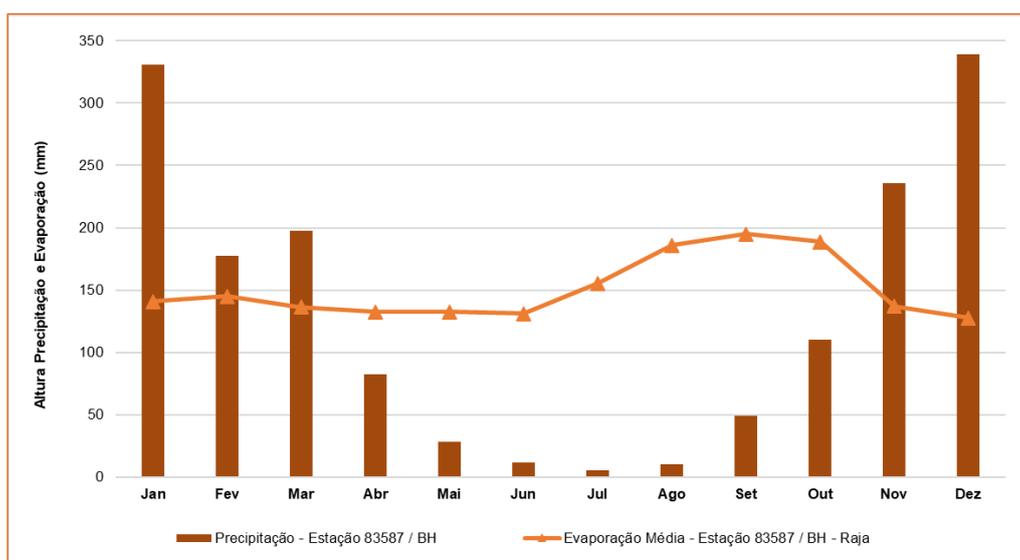
Verifica-se que nos meses de agosto, setembro e outubro, há um aumento dos valores de evaporação, causados pela elevação da temperatura somada a diminuição considerável das chuvas. Ainda segundo as normais, os meses com

maior taxa de evaporação são julho (155,5 mm), agosto (186 mm), setembro (195,1 mm) e outubro (188,9 mm). Os meses de dezembro (127,6 mm), abril (132,5 mm), maio (132,5 mm) e junho (131 mm) apresentam os menores valores.

**Tabela 10-5 - Dados mensais de pluviosidade e evaporação de acordo com as Normais Climatológicas (1991-2020) para a estação 83587**

Mês	Estação 83587 (1991 - 2020)	
	Pluviosidade	Evaporação
Jan	330,90	140,80
Fev	177,70	145,20
Mar	197,50	136,50
Abr	82,30	132,50
Mai	28,10	132,50
Jun	11,40	131,00
Jul	5,40	155,50
Ago	10,60	186,00
Set	49,20	195,10
Out	110,10	188,90
Nov	236,00	136,90
Dez	339,10	127,60
<b>Total anual</b>	<b>1578,30</b>	<b>1.808,50</b>

Elaboração: Arcadis, 2024. Fonte: INMET, 2024.



**Figura 10-7 - Dados médios mensais de precipitação e evaporação**

Elaboração: Arcadis, 2024. Fonte: INMET, 2024.

### 10.1.1.3.5 Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico é um importante método que permite calcular a disponibilidade de água no solo e em superfícies vegetadas, onde se contabiliza a precipitação em relação a evapotranspiração potencial, o que resulta na identificação da concentração da capacidade de armazenamento de água no solo (TUBELIS, 1984).

Para este estudo foi empregado um método bastante utilizado para o cálculo de balanço hídrico, o de Thornthwaite e Mather (1955), onde considera-se a relação dos índices pluviométricos com a evapotranspiração potencial, a partir de um determinado valor de capacidade de armazenamento de absorção do solo conforme os tipos de solos e de cobertura vegetal. Os valores de precipitação anual média (P) entre 1991 e 2020 foram superiores aos de evapotranspiração potencial anual (ETP), somando 1578,3 mm e 1496,2 mm, respectivamente. De novembro a março os valores de precipitação são superiores aos de ETP, já nos meses de abril a outubro os valores de evapotranspiração potencial são superiores aos valores de precipitação. Ressalta-se que neste estudo, para fins de cálculos de balanço hídrico o valor de capacidade de armazenamento do solo (CA) foi considerado 100 mm.

Conforme este método o clima da região do empreendimento foi classificado como megatérmico (A') subúmido (C<sub>2</sub>) com deficiência hídrica moderada no inverno (w). Chegou-se a essa classificação através do cálculo do índice de umidade, do índice de aridez e da relação entre evapotranspiração anual e evapotranspiração no verão.

O gráfico a seguir apresenta o extrato do balanço hídrico para a estação 83587 no período de 1991 a 2020 (Normais Climatológicas):

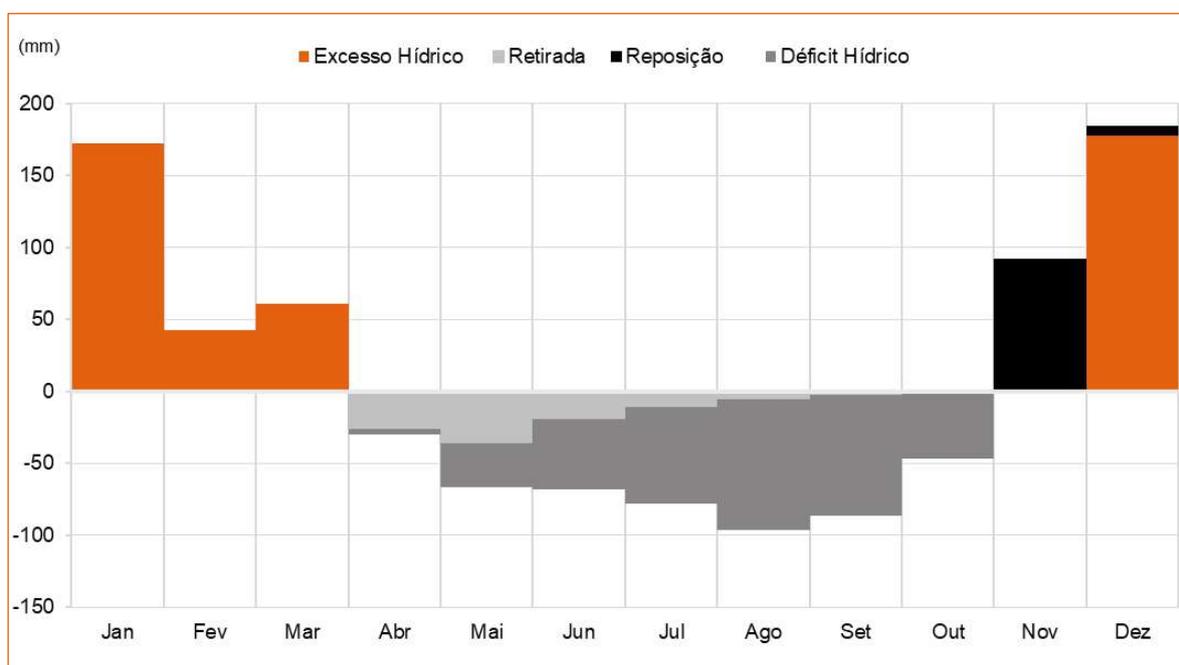


Figura 10-8. Extrato de balanço hídrico da Estação 83587 com base nas Normais Climatológicas do INMET (1991-2020)

Elaboração: Arcadis, 2024. Fonte: INMET, 2024.

Observa-se que os meses de dezembro a março são meses de excedente hídrico, com reposição hídrica ocorrendo em novembro e dezembro. Ressalta-se que a partir de abril até meados de setembro há retirada de água do solo, o que somado a diminuição das chuvas e a elevada evapotranspiração, leva o sistema ao déficit hídrico que perdura até outubro.

#### 10.1.1.3.6 Velocidade e direção predominante dos ventos

O vento é um importante elemento climático que resulta do deslocamento de ar que ocorre a partir da mudança de gradiente de pressão, no qual o ar se desloca de zonas de altas pressões em direção a zonas de baixa pressão. Segundo Tubelis e Nascimento (1984) além de gradientes de pressão, os ventos são gerados a partir das movimentações de rotação da Terra, da força centrífuga em relação ao seu movimento e do atrito com a superfície terrestre. A tabela a seguir apresenta os valores de intensidade e direção predominante do vento para a estação 83587.

**Tabela 10-6 - Valores de intensidade e direção predominante dos ventos de acordo com as Normais Climatológicas do INMET (1991-2020) para a estação 83587**

Normais Climatológicas INMET 1991-2020 - Estação 83587 / BH - Raja (1991-2020)		
Mês	Intensidade do Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Direção predominante do vento (p. cardeais e colaterais)
Jan	1,5	NE
Fev	1,6	E
Mar	1,5	E
Abr	1,4	NE
Mai	1,4	E
Jun	1,4	E
Jul	1,5	E
Ago	1,7	E
Set	1,7	E
Out	1,7	NE
Nov	1,6	NE
Dez	1,5	NE
Anual	1,5	E

Elaboração: Arcadis, 2024. Fonte: INMET, 2024.

De acordo com os dados da estação 83587 acima apresentados, a intensidade média anual do vento é de 1,5 m/s e os meses de maiores velocidades do vento são agosto, setembro e outubro, medindo 1,7 m/s. Os meses que apresentam menores velocidades médias dos ventos são abril, maio e junho, todos com média de 1,4 m/s.

Conforme dados apresentados, nota-se que a área de inserção do projeto possui direção predominante dos ventos a Leste (E), com ocasionais meses cuja direção predominante é a Nordeste (NE).

Ressalta-se que o conhecimento acerca da direção dos ventos é de suma importância, uma vez que estes valores medidos auxiliam, por exemplo, a prever a dispersão de poluentes atmosféricos oriundos de atividades de empreendimentos.

#### 10.1.1.3.7 Insolação e Nebulosidade

Além dos elementos meteorológicos descritos anteriormente, existem informações acerca do monitoramento de outras variáveis climatológicas, tais como níveis de insolação e nebulosidade.

Embora o inverno seja caracterizado pela redução na duração dos dias em relação às noites, essa diferença não é muito grande em baixas latitudes e, por isso, observa-se que a predominância do tempo sem nuvens provocando aumento nas horas de insolação durante o período seco na região da estação 83587 (junho a agosto), chegando a valores superiores a 240 horas em agosto, enquanto no mês mais chuvoso (dezembro), a insolação média é de 162 horas.

Por sua vez, os índices de nebulosidade diminuem com o aumento das horas de insolação. Verifica-se que a cobertura média de nuvens é de aproximadamente 3 décimos nos meses de inverno (junho, julho e agosto), mas chega a superar os 7 décimos em dezembro, auge da estação chuvosa na estação 83587.

#### 10.1.1.4 Síntese conclusiva

A região do Projeto possui duas estações bem definidas: uma chuvosa (de outubro a março), que apresenta os maiores índices de chuvas principalmente nos meses de dezembro e janeiro, e uma estação seca (de abril a setembro), com estiagem mais crítica no trimestre junho a agosto. Ressalta-se que abril e outubro apresentam características de transição entre a estação chuvosa e seca.

Os tipos climáticos predominantes da região, segundo IBGE (2002) envolvem o clima Tropical Brasil Central (mesotérmico brando que apresenta geralmente média de temperatura entre 10°C e 15°C, semi-úmido com 4 a 5 meses secos) e o clima Tropical Brasil Central subquente (média de temperatura entre 15°C e 18°C em pelo menos 1 mês e com 4 a 5 meses secos).

É importante destacar que a precipitação média na região de estudo variou de 1.483,45 mm (Pluviômetro AngloGold Ashanti) a 1.719,11 mm (Estação Água Limpa - 315390501A) e que de acordo com o balanço hídrico climatológico local, os meses de dezembro a março são meses de excedente hídrico, com reposição hídrica ocorrendo em novembro e dezembro. Os meses de déficit hídrico perduram de abril a outubro.

Em relação ao comportamento dos ventos, de acordo com os dados obtidos junto a estação 83587 (1991-2020), a intensidade deste atributo varia de 1,4 m/s a 1,7 m/s, com média anual de 1,5 m/s. Já a direção predominante dos ventos é Leste (E) com alguns meses a Nordeste (NE).

Por fim, justifica-se que dados climáticos são de suma importância para as atividades de mineração, uma vez que a partir destes é possível definir o melhor período e as melhores práticas para a execução das obras e minimizar os impactos gerados pelas atividades do empreendimento.

### 10.1.2 Qualidade do ar

De acordo com a Resolução CONAMA nº 506 de 05 de julho de 2024, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar, poluente atmosférico é “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que torne ou possa tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”. O padrão de qualidade do ar, por sua vez, consiste em um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, sendo determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

No caso do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, composto pela Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2), Nova Pilha de Disposição de Rejeitos (PDR) Nova Lima, Áreas de Empréstimo e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz, as principais fontes de emissões que podem causar alteração da qualidade do ar são as atividades relacionadas a supressão da vegetação, limpeza do terreno, terraplanagem, transporte de materiais, movimentação de máquinas e equipamentos utilizados para a construção das pilhas e intervenção nas áreas de empréstimo, além da circulação em vias não pavimentadas.

Dentro da AEL há presença de comunidades, a exemplo dos bairros Galo, Mina d'Água e Mingú (Nova Lima/MG), condição que implica em pressão social sobre os efeitos das emissões atmosféricas provenientes da Planta Industrial, visto que estas áreas estão sujeitas a percepção imediata de qualquer desvio que acarrete alteração significativa da qualidade do ar. É importante mencionar que, conforme diagnóstico climático elaborado no âmbito deste EIA, os ventos desta região são predominantemente originados nos quadrantes leste/nordeste, o que, em um cenário de dispersão de poluentes na atmosfera, favorece a formação de plumas a oeste/sudoeste das fontes de emissão. Desta forma, atenção especial deve ser dada às comunidades localizadas nesta porção em relação à área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.

No que tange a qualidade do ar, é de fundamental importância o entendimento da dinâmica atmosférica da região (emissões, meteorologia e níveis de poluentes no ar) e a manutenção de um programa de controle de emissões atmosféricas. O primeiro item visa estabelecer o conhecimento sobre todas as variáveis interferentes nos processos de emissão de poluentes, sua dispersão na atmosfera e estado da qualidade do ar dos locais, enquanto o segundo visa minimizar a ocorrência dos eventos indesejados de alteração da qualidade do ar. Destaca-se que a AngloGold já possui um monitoramento contínuo nas principais comunidades localizadas no entorno do empreendimento. Cabe ressaltar que a área do projeto caracteriza-se por um vale encaixado, rodeado de topos de morro que podem interferir na dispersão de poluentes, além disso, as áreas que ficarão expostas são pequenas em relação às áreas antropizadas do empreendimento.

### 10.1.2.1 Metodologia

#### 10.1.2.1.1 Estações amostrais

O diagnóstico da qualidade do ar da área de estudo foi elaborado com base nos resultados obtidos a partir do monitoramento já executado pela AngloGold no contexto Planta do Queiroz, localizada no município de Nova Lima/MG.

A proximidade das estações de monitoramento da qualidade do ar em relação à área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, composto pela Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2), Nova Pilha de Disposição de Rejeitos (PDR) Nova Lima, Áreas de Empréstimo e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz, objeto do presente EIA, permite que seus resultados possam ser utilizados, de forma representativa, para fins de caracterização da AEL para o parâmetro Partículas Totais em Suspensão - PTS.

A Tabela 10-7 e a Figura 10-9 apresentam a relação das estações de monitoramento cujos resultados foram utilizados no presente diagnóstico.

**Tabela 10-7 - Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar**

Nome da Estação	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Distância em relação ao Projeto (m)	Poluentes avaliados	Periodicidade	Fonte dos dados
	E (m)	N (m)				
PQZ-11001 - Estação Raposos	624098,03	7791636,832	936,2	PTS	Semanal e mensal	AngloGold
PQZ-11002 - Estação Galo	622734457	7790680595	273,6	PTS	Semanal e mensal	AngloGold
PQZ-11003 - Estação Mina D'água	620225,361	7791819,473	709,7	PTS	Semanal e mensal	AngloGold

Elaborado por Arcadis, 2024.

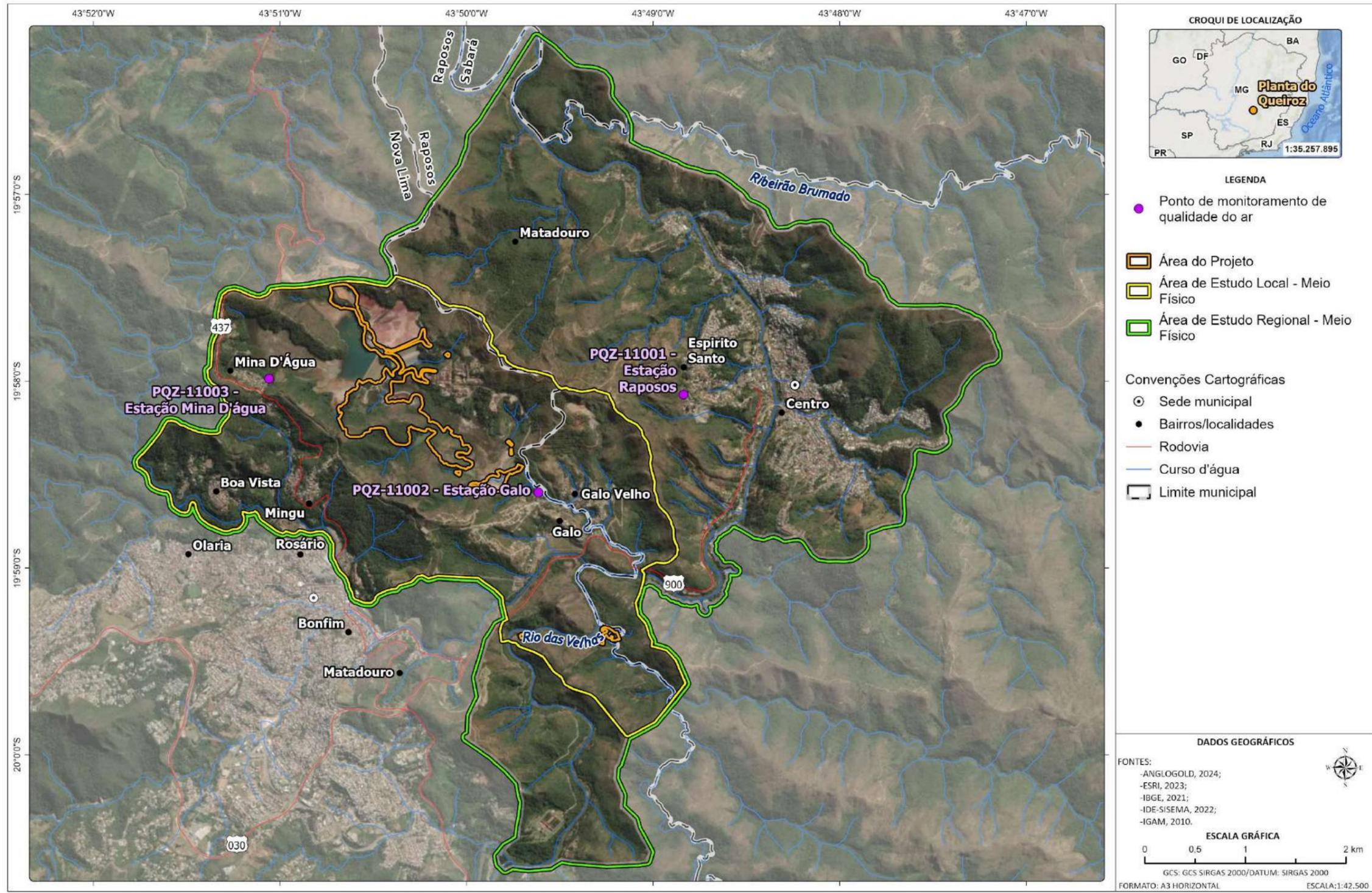


Figura 10-9 - Localização Espacial das Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

#### 10.1.2.1.2 Periodicidade, metodologia de amostragem e análises químicas

A AngloGold já realiza na Planta do Queiroz, continuamente, o monitoramento de Partículas Totais em Suspensão - PTS, com periodicidade semanal, mantendo-se o critério de alternância de intervalos de seis dias da semana. É importante destacar que para este diagnóstico, foram utilizados dados de janeiro/2023 a outubro/2024.

No que tange a metodologia de amostragem destes poluentes, cita-se 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.
- Metodologia de ensaio: método Gravimétrico.

#### 10.1.2.1.3 Limites de Referência

Foram utilizados os valores máximos permitidos determinados pela Resolução CONAMA nº506 de 5 de julho de 2024, bem como pela Deliberação Normativa do COPAM nº 248, de 23 de novembro de 2023 para a comparação com os resultados de PTS.

A Resolução CONAMA nº506/2024 estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. Essa resolução revogou os arts. 1º ao 8º, os arts. 12 a 14 e o Anexo I da Resolução Conama nº491, de 19 de novembro de 2018.

Esta ainda estabelece os padrões intermediários (padrões estabelecidos como valores temporários (a serem cumpridos em etapas) e padrão final (valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS) para poluentes atmosféricos, a saber:

*Art. 4º Os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar definidos nesta Resolução serão adotados sequencialmente, em cinco etapas, conforme Anexo I.*

*§ 1º A primeira etapa, que compreende os padrões de qualidade do ar intermediários PI-1, vigora até 31 de dezembro de 2024.*

*§ 2º Os padrões de qualidade do ar intermediários PI-2 entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2025.*

*§ 3º Os padrões de qualidade do ar Intermediários PI-3 entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2033.*

*§ 4º Os padrões de qualidade do ar intermediários PI-4 entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2044, sendo possível a antecipação ou prorrogação desta data, uma única vez, por um período máximo de quatro anos, desde que observado o procedimento e verificados os requisitos previstos no art. 6º desta Resolução.*

*5º Os padrões de qualidade do ar finais - PF entrarão em vigor em data a ser definida em resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, conforme estabelecido no art. 6º desta Resolução.*

(..)

Desta forma, conforme prazos estabelecidos pela Resolução nº 506/2024, neste estudo foi adotado o padrão Intermediário 1 (PI-1).

Ademais, além dos valores estabelecidos pela Resolução supracitada, foram utilizados também os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 248/2023.

Por fim, apresenta-se quadro resumo contendo os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº248/2023 e pela Resolução CONAMA nº 506/2024, para os poluentes analisados no Projeto em tela.

**Tabela 10-8 - Resumo dos padrões de qualidade do ar conforme Resolução CONAMA nº 506/2024**

Parâmetro	Período	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PF
		µg/m <sup>3</sup> )				
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	-	240
	Anual <sup>2</sup>	-	-	-	-	80

Fonte: Resolução CONAMA nº 506/2024. Elaboração: Arcadis, 2024.

**Tabela 10-9 - Resumo dos padrões de qualidade do ar conforme DN COPAM nº248/2023**

Parâmetro	Período	PI-1	PI-2	PI-3	PF
		µg/m <sup>3</sup> )	µg/m <sup>3</sup> )	µg/m <sup>3</sup> )	µg/m <sup>3</sup> )
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240
	Anual <sup>3</sup>	-	-	-	80

Fonte: DN COPAM nº248/2023. Elaboração: Arcadis, 2024.

### 10.1.2.2 Contextualização das Áreas de Estudo Regional e Local

A seguir são apresentados os resultados e discussões para o diagnóstico de qualidade do ar da AER e AEL realizado a partir de dados de monitoramento de Partículas Totais Suspensas (PTS).

#### 10.1.2.2.1 Partículas Totais Suspensas (PTS)

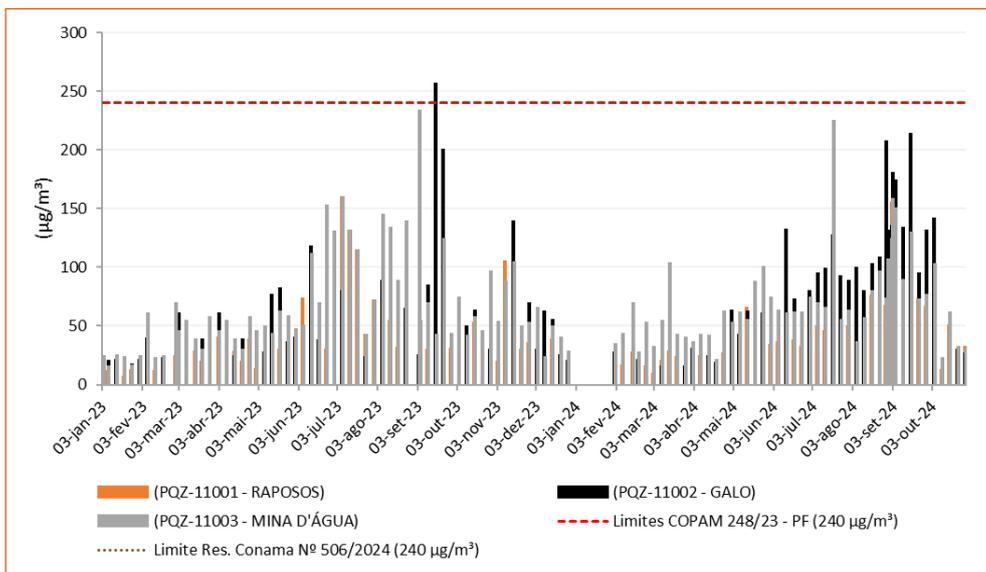
Conforme Resolução CONAMA nº 506/2024, as Partículas Totais em Suspensão (PTS) são “partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 µm (cinquenta micrômetros)”. Estas partículas são importantes indicadores de qualidade do ar e podem ocasionar efeitos adversos à saúde humana, a fauna e flora local, bem como reduzir a visibilidade atmosférica.

Visando caracterizar as condições atuais de qualidade do ar da região do empreendimento, no que se refere às concentrações médias diárias, o gráfico a seguir apresenta os resultados de monitoramento da qualidade do ar do poluente PTS para as estações PQZ-11001 - Raposos (AER), PQZ-11002 - Galo (AEL) e PQZ-11003 - Mina D'água (AEL).

Observa-se que ao longo de toda série histórica avaliada apenas um resultado (256 µg/m<sup>3</sup>) obtido na estação Galo apresentou desvio pontual em relação aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 506/2024 e pela DN COPAM nº248/2023. Entretanto, é possível notar que existem intervalos em que há maior concentração de PTS, principalmente no período seco, que é caracterizado por baixos volumes de precipitação e estabilidade atmosférica, o que dificulta a dissipação de poluentes. Menciona-se também o fenômeno denominado inversão térmica, que ocorre principalmente no inverno (equivalente ao período seco) e que favorece a concentração de materiais poluentes sob a camada fria e densa, localizada próxima à superfície terrestre, que “bloqueia” o movimento descendente do ar quente (menos denso) e causa uma estabilidade atmosférica local temporária.

<sup>2</sup> Média geométrica anual.

<sup>3</sup> Média geométrica anual.



**Figura 10-10 - Resultados de PTS para as estações de monitoramento da qualidade do ar - Raposos, Mina d’água e Galo**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

A tabela a seguir apresenta os resultados de monitoramento anual (exposição de longo prazo) da qualidade do ar para as Partículas Totais em Suspensão nas estações Raposos, Mina d’Água e Galo para o ano de 2023. Não foi calculada a média aritmética para o ano de 2024, uma vez que os dados para este ano ainda não estão completos.

**Tabela 10-10 - Média anual e limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n°506/2024 e DN Normativa COPAM n°248/2023 para o poluente PTS nas estações Raposos, Mina D’água e Galo.**

Estações	PTS - Média Geométrica Anual (µg/m³) em 2023	Limite Deliberação Normativa COPAM n°248/2023 e Res. CONAMA n° 506/2024 (µg/m³)
PQZ-11001 - Raposos	30	80
PQZ-11002 - Galo	43	80
PQZ-11003 - Mina d'Água	55	80

*Fonte: Elaborado por Arcadis, 2024.*

Não houve neste período desvios nos valores definidos pela Resolução CONAMA n°506/2024 e pela DN COPAM n°248/2023 para as concentrações anuais (médias geométricas), em nenhuma das estações de monitoramento.

### 10.1.2.2.2 Síntese conclusiva

Para este diagnóstico foram utilizados resultados de três estações que se localizam dentro dos limites da AER e AEL, conforme monitoramento já realizado pela AngloGold Ashanti.

Para o período analisado entre janeiro/2023 e outubro/2024 foi observado um desvio pontual em toda a série histórica em relação aos limites estabelecidos pela CONAMA n° 506/2024 e DN COPAM n°248/2023 para o parâmetro Partículas Totais em Suspensão – PTS, na estação Galo, em termos de concentração máxima diária de 240 µg/m³. Com relação ao valor da concentração média geométrica anual não houve desvio. Conclui-se que resultados obtidos no âmbito do estudo demonstram, de modo geral, a manutenção da qualidade do ar em conformidade com as legislações vigentes,

demonstrando que os controles ambientais adotados no âmbito do Plano de Controle Ambiental - PCA, aprovado em licenciamentos anteriores das atividades em operação na Planta do Queiroz são eficazes.

### 10.1.3 Ruído Ambiental

De acordo com a Norma ABNT-NBR 16313:2014 que dispõe sobre terminologia acústica, designa-se som as “*flutuações de pressão em torno da pressão ambiente nas frequências compreendidas entre 20 Hz e 20 kHz*” (ABNT NBR 16313, 2014, p.1). Cita-se ainda que este é relativo à sensação auditiva humana. Ademais, essa norma estabelece que “*o termo ruído é usualmente associado a sons que podem causar incômodos, ser indesejáveis ou não inteligíveis*” (ABNT NBR 16313, 2014, p.1).

Segundo Estevam (2013) “*ao trazer prejuízos à saúde e ao bem-estar da população, o ruído em excesso pode ser considerado um tipo de poluição*” (ESTEVAM, 2013, p.19). As alterações do ambiente acústico podem resultar em danos potenciais ao ser humano e influenciar a qualidade de vida da população, gerando reações psicossociais efetivas como irritabilidade e insônia (LACERDA *et. al.* 2005). Também é relevante destacar que os efeitos das alterações sonoras podem atingir a fauna local, resultando em seu afugentamento.

Sendo assim, ao utilizar-se o termo pressão acústica, com referência ao ruído, seu conceito torna-se mais evidente, bem como a sua potencialidade em causar danos ou incômodos a terceiros. Considerando que o ouvido humano pode perceber sons a partir de 0 dB (em 1000 Hertz), para expressar os valores de ruído utiliza-se a escala decibel que varia de 0 dB, considerado o limiar da audição, até 140 dB, considerado o limiar da dor (ESTEVAM, 2013).

No caso do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, as principais fontes de emissões que podem causar alteração nos níveis de ruído são a supressão da vegetação, que envolve o uso de motosserras e arraste de material lenhoso; circulação de pessoas e máquinas; estabelecimento do canteiro de obras; destocamento, limpeza, escavações e movimentações de terra nas áreas de empréstimo; transporte de pessoal, obras civis gerais, equipamentos, componentes e materiais; a disposição de rejeito nas pilhas e operação de veículos e equipamentos.

Ademais, menciona-se que no interior das áreas de estudos há presença de comunidades, a exemplo dos bairros Galo, Mina d'Água e Mingú (Nova Lima/MG), condição que implica em pressão social sobre os efeitos dos ruídos provenientes das atividades, visto que estas áreas estão sujeitas a percepção imediata de qualquer desvio que acarrete alteração significativa do ambiente acústico local.

#### 10.1.3.1 Metodologia

##### 10.1.3.1.1 Pontos de amostragem

O diagnóstico de ruído das áreas de estudo foi elaborado com base nos resultados obtidos no monitoramento já executado pela AngloGold no contexto da Planta do Queiroz. A proximidade das estações de monitoramento de pressão acústica em relação à área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, objeto do presente EIA, permite que seus resultados possam ser utilizados de forma representativa, para fins de *background*.

É importante ressaltar que, embora haja pontos de monitoramento tanto na área de estudos regional quanto na local e que estas tenham características específicas, os resultados foram abordados de forma integrada e devidamente relacionados na análise, visando facilitar a compreensão da pressão sonora nas áreas em questão. A Tabela 10-11 e Figura 10-11 apresentam a relação das estações de monitoramento cujos resultados foram utilizados no diagnóstico dos níveis de ruído.

**Tabela 10-11 - Malha Amostral dos Pontos de Monitoramento de Ruído**

Nome da Estação	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Distância em relação ao Projeto (m)	Periodicidade	Fonte dos dados	Localização
	E (m)	N (m)				
PQZ-RDO-01 - Torre Meteorológica	621743	7792208	42,8	Semestral	AngloGold	AEL
PQZ-RDO-02 - Bairro do Galo	622742	7790612	334,3	Semestral	AngloGold	AEL
PQZ-RDO-03 - Ginete	621920	7792294	399,8	Semestral	AngloGold	AER
PQZ-RDO-04 - Bairro Mina D'água	620189	7791762	722,0	Semestral	AngloGold	AEL
PQZ-RDO-05 - Estação Raposos	624096	7791644	935,3	Semestral	AngloGold	AER

*Elaborado por Arcadis, 2024.*

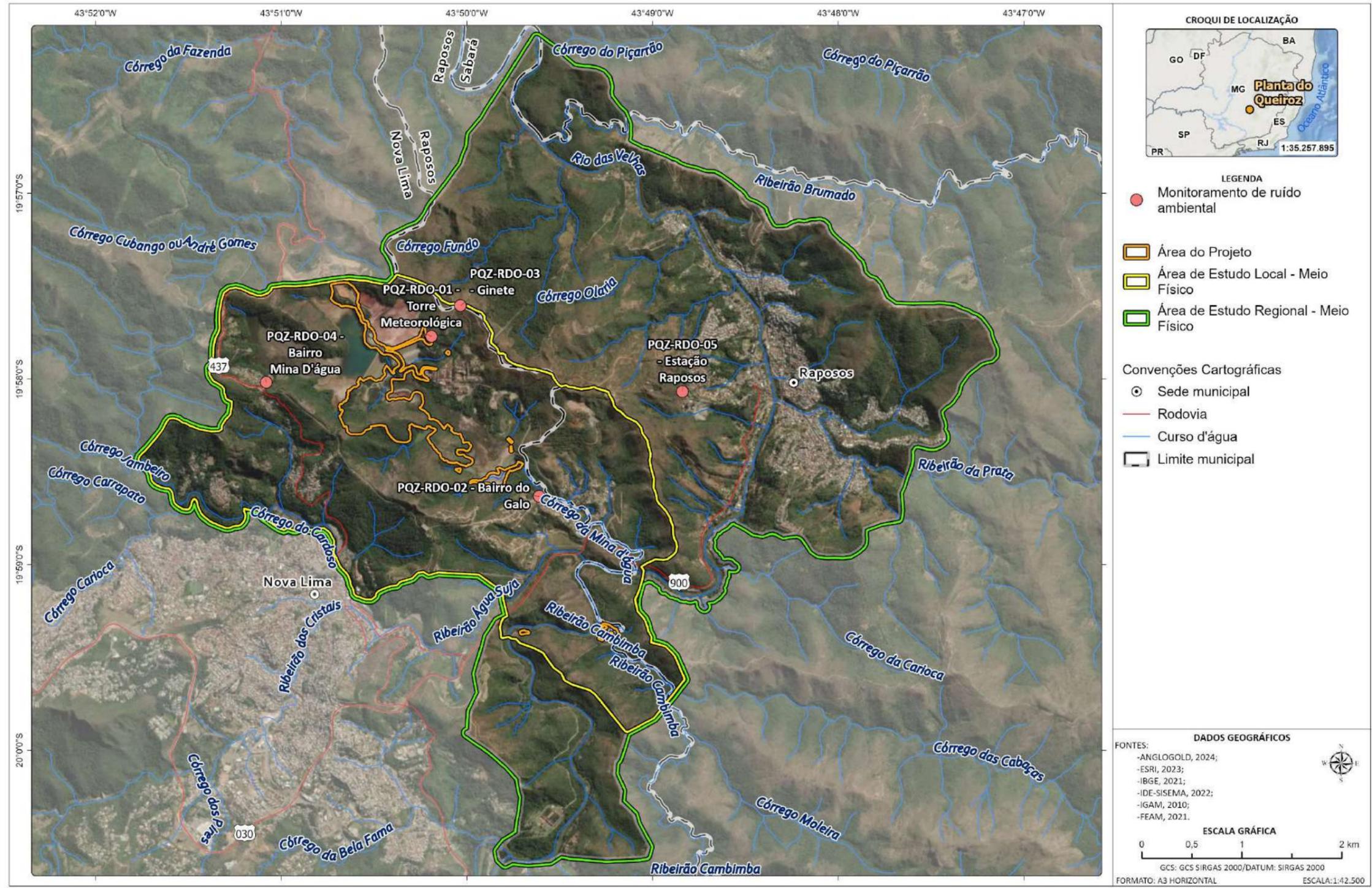


Figura 10-11 - Localização Espacial das Estações de Monitoramento de Ruído.

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; CPRM, 2010; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022; FEAM, 2021.

### 10.1.3.1.2 Periodicidade e equipamentos utilizados

As amostragens manuais de ruído foram realizadas com periodicidade semestral, em séries de 300 (trezentas) leituras em 1 segundo por um tempo de aproximadamente 5 (cinco) minutos, nos períodos diurno (07h às 22h) e noturno (22h01 às 06h59). A Figura 10-12 ilustra como são realizadas as medições.



**Figura 10-12 - Monitoramento de ruído nas comunidades próximas ao projeto**

*Fonte: AngloGold, 2023.*

Foram utilizados os resultados dos monitoramentos de ruído ambiental obtidos nos anos de 2023 e 2024.

### 10.1.3.1.3 Limites de Referência

O monitoramento da pressão sonora foi realizado em conformidade com a Resolução CONAMA n° 01, de 08 de março de 1990, que determina que sejam atendidos os critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, em sua norma técnica NBR 10.151/2020 - Versão Corrigida: 2020. Frisa-se que para fins de comparação e avaliação dos níveis de ruído ambiental, considerou-se o nível contínuo equivalente (LAeq) o qual representa o nível médio contínuo da energia sonora equivalente ao sinal variável medido.

A NBR 10.151, de 31 de maio de 2019 - Versão Corrigida: 2020 - "Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral", é aplicável para ruídos emitidos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, sendo considerado recomendável padrões de ruído para conforto acústico.

Os limites do nível de pressão sonora (RLAeq) definidos pela ABNT 10.151/2020 são divididos por tipologias de uso do solo e também nos períodos diurno e noturno, de acordo com a tabela a seguir. Conforme monitoramento já realizado pela AngloGold, todos os pontos utilizados para este estudo são considerados como "Área Predominantemente Industrial", onde os limites são 70 dB para o período diurno e 60 dB para o noturno.

Tabela 10-12 - Limites Estabelecidos pela ABNT-NBR 10.151/2020

Área	RL <sub>Aeq</sub> (dB)	
	Diurno	Noturno
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: Adaptado de ABNT 10.151/2020.

A Lei Estadual 10.100/1990 estabelece que são prejudiciais à saúde, à segurança ou ao sossego públicos os níveis de ruído que: (i) atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10 dB(A) acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego; (ii) independentemente do ruído de fundo, atinjam no ambiente exterior do recinto em que tem origem, nível sonoro superior a 70 dB(A) durante o dia, e 60 dB(A) durante a noite, explicitado o horário noturno como aquele compreendido entre as 22 horas e as 6 horas, se outro não estiver estabelecido em legislação municipal pertinente.

### 10.1.3.1 Contextualização das Áreas de Estudo Regional e Local

A seguir são apresentados os resultados e discussões para o diagnóstico de ruído na AER e AEL do empreendimento, realizado a partir dos monitoramentos de níveis de pressão sonora já efetuados na Planta do Queiroz.

#### A. Pressão Sonora - Período Diurno

O gráfico a seguir apresenta os resultados do monitoramento de ruído diurno nos anos de 2023 e 2024 para os pontos PQZ-RDO-01 - Torre Meteorológica (AEL), PQZ-RDO-02 - Bairro do Galo (AEL), PQZ-RDO-03 - Ginete (AER), PQZ-RDO-04 - Bairro Mina D'água (AEL) e PQZ-RDO-05 - Estação Raposos (AER).

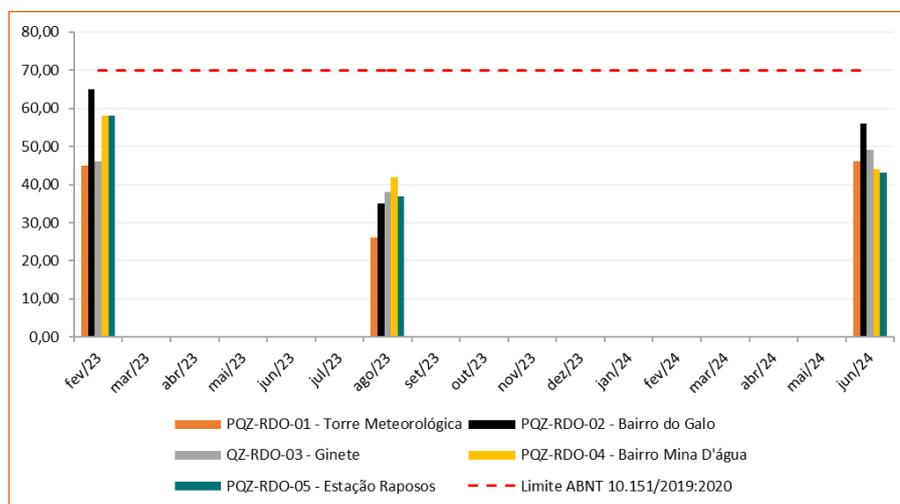


Figura 10-13 - Resultados de ruído diurno nos pontos de monitoramento

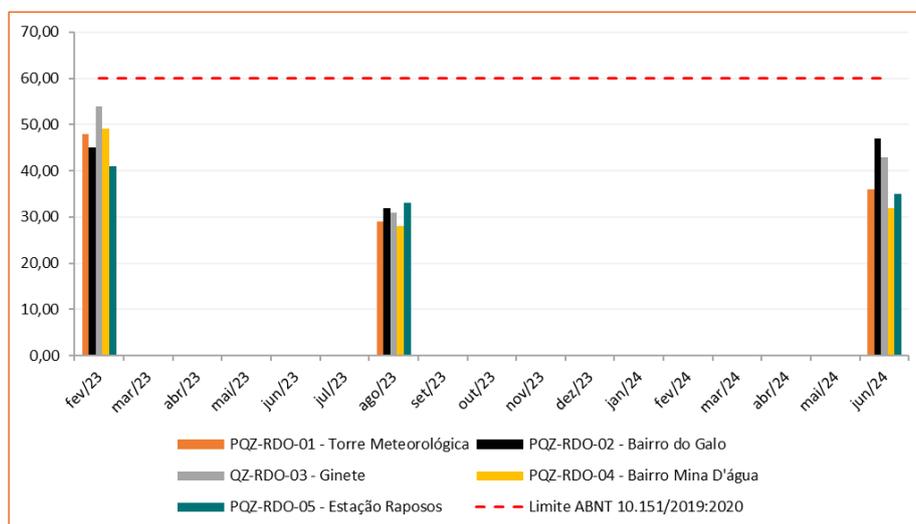
Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

De acordo com os gráficos acima apresentados, os valores de ruído mensurados para o período diurno, tanto para a área de estudos regional, quanto para a local, estão de acordo com os limites estabelecidos pela ABNT 10.151/2020 e pela Lei Estadual nº 10.100/1990.

Destaca-se que conforme relatórios de monitoramento realizado pela empresa Aqua Ambiental, foi possível observar a influência de ruídos intrusivos resultantes de sirenes de ré, buzina, cachorros latindo, sons mecânicos, serra elétrica em uso, bem como o tráfego de veículos.

### B. Pressão Sonora - Período Noturno

O gráfico a seguir apresenta os resultados do monitoramento de ruído noturno nos anos de 2023 e 2024 para os pontos PQZ-RDO-01 - Torre Meteorológica (AEL), PQZ-RDO-02 - Bairro do Galo (AEL), PQZ-RDO-03 - Ginete (AER), PQZ-RDO-04 - Bairro Mina D'água (AEL) e PQZ-RDO-05 - Estação Raposos (AER).



**Figura 10-14 - Resultados de ruído noturno nos pontos de monitoramento**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024*

De acordo com os gráficos acima apresentados, os valores de ruído noturno tanto para a área de estudos regional, quanto para a local, estão de acordo com os limites estabelecidos pela ABNT 10.151/2020 e pela Lei Estadual nº10.100/1990. Segundo relatórios de monitoramento, assim como observado no período diurno, no período noturno há sons intrusivos próximos aos locais de medição, provenientes da manifestação da fauna local (cachorros latindo).

#### 10.1.3.2 Síntese conclusiva

De acordo com os dados de monitoramento de ruído já estabelecidos pela AngloGold Ashanti, os níveis de pressão sonora existentes nas áreas – AER e AEL, encontram-se em conformidade aos limites estabelecidos pela ABNT 10.151/2020 e pela Lei Estadual nº 10.100/1990.

Ressalta-se que a região a qual compreende as áreas de estudos do meio físico já possui níveis de pressão sonora, principalmente devido ao contexto de uso e ocupação próximo às áreas de monitoramento, uma vez que algumas das regiões representadas estão sob influência de atividades diversas. Cita-se como exemplo o intenso tráfego de

veículos/máquinas, movimentação de pessoas, as próprias dinâmicas dos bairros residenciais/perímetros urbanos, manifestação da fauna local (cachorros), bem como o funcionamento da Planta do Queiroz.

#### 10.1.4 Geologia

A geologia tem como objetivo estudar a crosta terrestre no que se refere a sua estrutura, composição e processos de formação.

No contexto dos Estudos de Impacto Ambiental a identificação das propriedades das rochas e da organização estrutural destes componentes são fundamentais para a identificação e exploração de recursos minerais, além de desempenhar um papel crucial na compreensão e mitigação de riscos geológicos, como intensificação de processos erosivos e ocorrência de deslizamentos de terra, permitindo assim avaliar as características do terreno em que se pretende intervir.

##### 10.1.4.1 Metodologia

Para elaboração do diagnóstico dos aspectos geológicos foram consultados dados secundários oriundos de fontes diversas. Dentre estas, destacam-se as Cartas Geológicas referentes às folhas Belo Horizonte (SE.23-Z-C-VI-3), em escala 1:50.000, e Ouro Preto (SF.23-X-A-III), em escala 1:100.000, desenvolvidas pela Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMIG) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (2005 e 2017). A partir dos referentes mapeamentos foi elaborado o Mapa Geológico das Áreas de Estudo Regional e Local do Meio Físico.

Além destas, também foram consultadas publicações científicas de referência, com destaque para o trabalho de Alckmim e Marshak (1998), em que é apresentado o contexto geotectônico do Cráton São Francisco e sua inserção no Quadrilátero Ferrífero, bem como os relatórios dos mapeamentos geológicos previamente citados. Com base na pesquisa bibliográfica relatada, foram descritas as principais unidades litoestratigráficas e o contexto litoestrutural e geotectônico das áreas de estudo regional e local.

A caracterização geológico-geotécnica das rochas e solos abrangidos na AER e AEL do Meio Físico adotou os critérios de classificação do Mapa de Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010) e o Mapa Síntese da Geodiversidade do Quadrilátero Ferrífero e entorno como Subsídio ao Planejamento Territorial (CPRM, 2016). Os aspectos geotécnicos foram descritos em relação à capacidade de suporte, escavabilidade, suscetibilidade aos processos erosivos, rupturas de taludes e inundações dos terrenos. Feições erosivas e aquelas relacionadas com movimentos de massa foram descritas segundo aspectos morfológicos, litológicos, estruturais, geotécnicos e fatores condicionantes.

##### 10.1.4.2 Contextualização Geotectônica

A área de estudo situa-se na borda leste do Quadrilátero Ferrífero (QF), considerada a mais importante província mineral do sudeste do Brasil. O Quadrilátero Ferrífero localiza-se na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais e ocupa uma área de aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup>. A denominação “Quadrilátero” se deu em função do arranjo geométrico de sua morfoestrutura e o adjetivo “Ferrífero” em função de suas formações geológicas que contêm tais recursos em quantidade relevante (MACHADO e AZEVEDO, 2012).

A região possui seus vértices delimitados pelos municípios de Congonhas, Mariana, Itabira e Itaúna e é internacionalmente reconhecida como um importante terreno pré-cambriano com significativos recursos minerais, em especial ouro e ferro, com ocorrências subordinadas de depósitos manganésíferos, calcário, bauxita, argila, caulim, dentre outros.

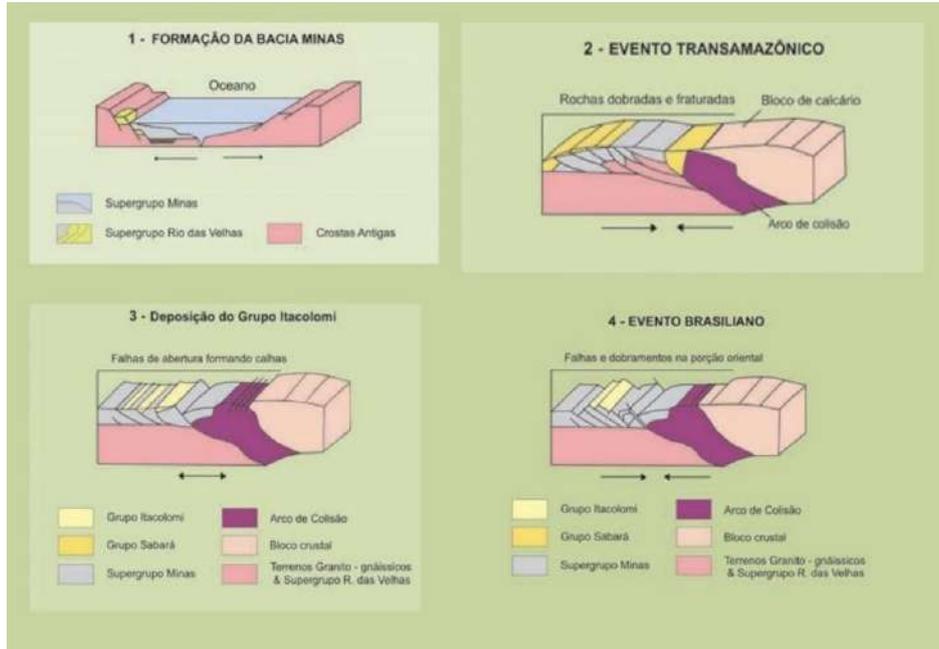
O Quadrilátero Ferrífero tem geometria definida por estruturas de megadobras sinformes e antiformes, truncadas por cinturões de falhas de empurrão, de direção norte-sul em sua porção oriental. As primeiras estruturas estabelecem seus limites norte, sul, oeste e leste, representados pela homoclinal da Serra do Curral e sinclinais Dom Bosco, Moeda e Santa Rita. A leste, além da Sinclinal Santa Rita, os sinclinais Gandarela, Ouro Fino e Conta História apresentam suas feições como amplo arco de direção norte-sul, segmentados pelos cinturões de falhas de empurrão atribuídas ao Ciclo Tectônico Brasileiro (considerado como sucessivos episódios colisionais relacionados à aglutinação de Gondwana ocidental ocorridos no final do Pré-Cambriano) (BALTAZAR et al., 2005).

A parte ocidental do Quadrilátero Ferrífero apresenta feições que evidenciam uma deformação transamazônica, representadas por cinturão de dobras e falhas de direção NE/SW e vergência para NW. Ainda na parte ocidental do Quadrilátero Ferrífero, dobras e falhas de empurrão, de direção NW/SE e vergência para SW são atribuídas a uma tectônica Arqueana (BALTAZAR et al., 2005).

Vários modelos tectônicos foram propostos para explicar o complexo padrão do QF, dentre os quais destaca-se o trabalho de Alkmim & Marshak (1998), que sugere que o QF passou por quatro fases de deformação, baseados em resultados de estudos estruturais e em avaliações de dados compilados. Os autores apresentam uma síntese da evolução tectônica da região, indicada a seguir:

- Formação dos terrenos granito-*greenstone* arqueanos: o embasamento de rochas cristalinas mais antigas da região do Quadrilátero Ferrífero tem idade de 3200 Ma. Todos os fragmentos de crosta continental desta idade serviram como embasamento, e entre 2800-2700 Ma depositaram-se sucessões sedimentares e de rochas verdes (Supergrupo Rio das Velhas), provavelmente em uma margem convergente. O plutonismo granitóide criou um clássico cinturão arqueano granito-*greenstone*, com domos de granitos cercados por porções de *greenstone*;
- Formação da Bacia Minas: entre 2600-2400 Ma, a região do Quadrilátero Ferrífero passou de uma porção plataformal continental para uma bacia de margem passiva. O início desta bacia representa um evento extensional, como indicado pelas fácies e ambientes de deposição do Grupo Caraça (RENGER et al., 1993);
- Evento Transamazônico (D1): aproximadamente em 2100 Ma, a região do Quadrilátero Ferrífero é envolvida por um cinturão de dobramentos e cavalgamentos com vergência para noroeste, resultando no desenvolvimento de zonas de cisalhamento e dobras em escala regional, bem como, subordinadamente, em dobras parasíticas. O desenvolvimento de um cinturão de dobramentos e cavalgamentos transamazônico ocorreu logo após a deposição do Grupo Sabará, em 2125 Ma;
- Colapso Orogênico Transamazônico (DC): entre 2095 e 2051 Ma, estabeleceu-se, regionalmente, um regime extensional com o desenvolvimento de terrenos em domos e quilhas;
- Rifte Espinhaço (DE): a formação da Bacia Espinhaço se reflete no Quadrilátero Ferrífero com a intrusão de diques de diabásio em torno de 1750 Ma. Entre 1000-900 Ma ocorre desenvolvimento extensional propiciando a formação de uma bacia oceânica (PEDROSA SOARES et al., 1992);
- Brasileiro (D2): o segundo evento contraccional ocorreu entre 700-430 Ma e criou um cinturão de dobramentos e cavalgamentos com vergência para oeste que reativou antigas estruturas do Quadrilátero Ferrífero. Este evento representa um dos últimos orógenos colisionais que formaram o supercontinente Gondwana resultando, também, na reativação de zonas de cisalhamento e falhas que bordejam os domos com *trends* para oeste.

A figura a seguir sintetiza de forma esquemática a evolução geológica da região do Quadrilátero Ferrífero.

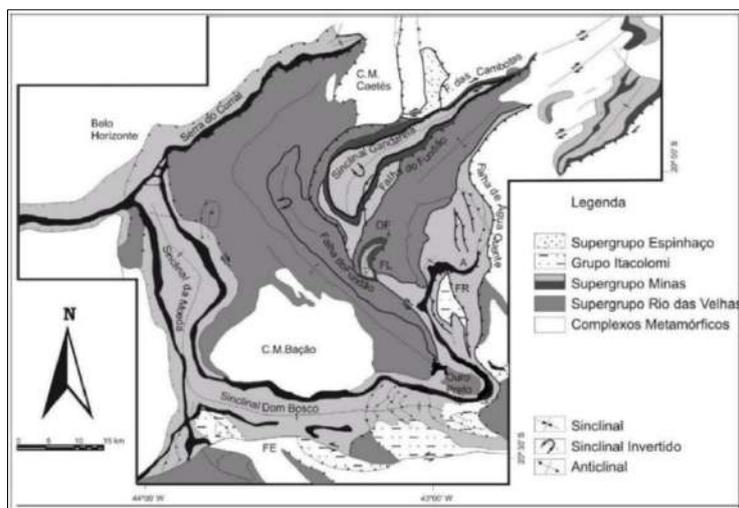


**Figura 10-15 - Síntese esquemática para a Evolução Geológica do Quadrilátero Ferrífero.**

Fonte: Adaptado de Azevedo et al., (2012).

Segundo Azevedo et al., (2012) a geologia do Quadrilátero Ferrífero é caracterizada por um complexo metamórfico basal, uma seqüência do tipo *greenstone belt*, representada pelo Supergrupo Rio das Velhas, e seqüências metassedimentares paleo e mesoproterozoicas representadas pelo Supergrupo Minas, Grupo Sabará, Grupo Itacolomi e Supergrupo Espinhaço, representados na Figura 10-16.

De acordo com o Mapa Síntese da Geodiversidade do Quadrilátero Ferrífero e entorno como Subsídio ao Planejamento Territorial (CPRM, 2016), a área de estudo se insere, sob contexto geoquímico e mineralógico, em terrenos ricos em mineralizações de ouro devido a associação geológica das rochas máficas-ultramáficas de ambiente *greenstone belt* associados à Sequências vulcanossedimentares arqueanas do Supergrupo Rio das Velhas.



**Figura 10-16 - Geologia do Quadrilátero Ferrífero**

Fonte: Lobato et al, 2001.

### 10.1.4.3 Sucessão Litoestratigráfica

Diversos autores estudaram a sucessão estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero, sendo dividida em escala regional em quatro conjuntos maiores, conforme ilustrado na figura a seguir.

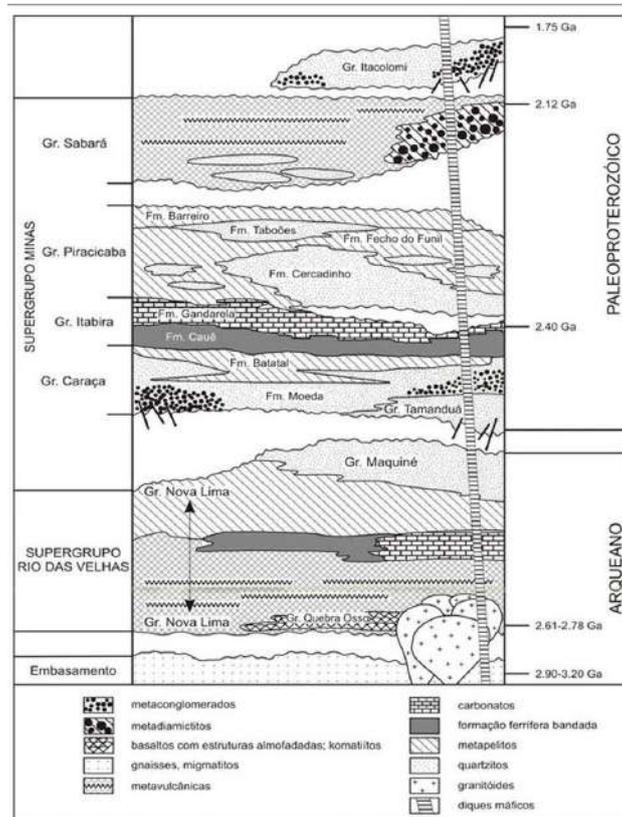


Figura 10-17 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero.

Fonte: Alkmim e Marshak 1998

- Sequências vulcanossedimentares arqueanas:

O Supergrupo Rio das Velhas é composto por uma sucessão *greenstone belt*, que inclui metavulcânicas (komatiitos, basaltos, vulcanoclásticas) e metassedimentos, incluindo formações ferríferas, carbonatos e terrígenos. Segundo Dorr (1969), as rochas dessas unidades são compostas pelos grupos Nova Lima, Maquiné e Quebra Osso.

O Grupo Nova Lima é a unidade basal do Supergrupo Rio das Velhas sendo constituído por filitos, filitos grafitosos, clorita-xistos, sericita-xistos, metagrauvacas, rochas máficas e ultramáficas, formações ferríferas do tipo Álgoma, metacherts e metadolomitos. formado pelas associações de litofácies, da base para o topo: (1) associação metavulcânica-plutônica máfica-ultramáfica; (2) metavulcano-sedimentar química; (3) metassedimentar química-pelítica; (4) metavulcanossedimentar clástica; (5) metassedimentar clástica marinha (ressedimentada).

O Grupo Quebra Osso foi definido por Schorscher (1978) como uma associação de rochas sotopostas ao Grupo Nova Lima. O Grupo Quebra Osso, unidade basal do *greenstone belt* Rio das Velhas, é considerado um dos principais segmentos do magmatismo ultrabásico no Quadrilátero Ferrífero. Esse grupo indiviso compreende metakomatiitos e, subordinadamente, metatufos ultramáficos e rochas metassedimentares (formações ferríferas bandadas, metachert, filitos carbonosos e fuchcita-quartzo xistos).

O Grupo Maquiné é a unidade de topo do Supergrupo Rio das Velhas e tem ocorrência restrita à porção centro-leste do Quadrilátero Ferrífero. Segundo Dorr (1969), este grupo é composto pelas formações, da base para o topo: Palmital, constituída por quartzitos sericíticos, filitos quartzosos e filitos; e Casa Forte, originalmente definida por Gair (1962), constituída por quartzitos sericíticos, cloríticos a xistosos e filitos (DORR, 1969).

- Sequências de coberturas sedimentares e vulcanossedimentares proterozóicas:

O Supergrupo Minas é composto por quatro Grupos: Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará (DORR, 1969). Esta unidade sobrepõe-se geralmente às rochas dos complexos metamórficos e Supergrupo Rio das Velhas em contato tectônico. Esse supergrupo, com idade máxima de 2650 Ma, tem como camada-guia formações ferríferas do tipo Lago Superior.

A base da unidade é o Grupo Caraça, que apresenta as Formações Moeda, inferior, e Batatal, superior. A Formação Moeda é constituída por quartzitos com intercalações de filito e níveis conglomeráticos. Na Formação Batatal, predominam filitos sericíticos, por vezes carbonosos ou ferruginosos. A unidade intermediária é o Grupo Itabira constituído por uma sequência de metassedimentos químicos iniciada pela Formação Cauê seguida da Formação Gandarela. A Formação Cauê é composta por itabirito, itabirito dolomítico, dolomito ferruginoso e filito. A Formação Gandarela é formada por dolomitos, filito dolomítico e dolomito silicoso. A unidade de topo é o Grupo Piracicaba, com as seguintes formações da base para o topo: Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro.

A Formação Cercadinho caracteriza-se pela alternância de quartzitos e filitos, frequentemente ferruginosos. A Formação Fecho do Funil é constituída por filitos, filitos dolomíticos e lentes de dolomito. Os ortoquartzitos de granulometria fina da Formação Taboões e os filitos e filitos grafitosos da Formação Barreiro são de ocorrência restrita.

O Grupo Sabará, porção mais jovem do Supergrupo Minas, é separado das unidades basais por discordância. Este contém zircões detríticos de 2125 Ma (Rolim & Alkmim, 2004), e é constituído por clorita xistos e filitos, metagrauvas, metaconglomerados, quartzitos e raras formações ferríferas. Suas rochas afloram praticamente em todo o Quadrilátero Ferrífero. O Grupo Itacolomi é restrito às porções sudeste e sul do Quadrilátero Ferrífero e assenta discordantemente sobre todas as demais unidades. É constituído por quartzitos, quartzitos conglomeráticos e lentes de conglomerados com seixos de itabirito, filito, quartzito e quartzo de veio. Os grupos Sabará e Itacolomi são interpretados, respectivamente, como depósitos sin e pós tectônicos em relação ao Evento Transamazônico (Alkmim & Marshak, 1998). O Supergrupo Espinhaço ocorre na porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero, representado pelo pacote quartzítico da serra de Cambotas.

No contexto geológico regional do Quadrilátero Ferrífero, além da sequência estratigráfica descrita anteriormente, destaca-se também a presença de rochas básicas e metabásicas intrusivas que cortam as sequências supracrustais e os terrenos granito-gnáissicos especialmente a oeste de Belo Horizonte e na serra do Caraça.

- Coberturas sedimentares recentes.

O Fanerozoico encontra-se restrito a pequenas bacias intramontanas cenozoicas, como as bacias do Gandarela e do Fonseca, representado essencialmente por rochas pelíticas, linhitos da Formação Fonseca e conglomerados compostos por clastos de itabiritos da Formação Chapada de Canga (Azevedo *et al.*, 2012).

Segundo Baltazar *et al.* (2005), as coberturas sedimentares recentes são principalmente representadas por depósitos de argilas laterizadas (*mudstone*), depósitos elúvio-colúviais com capeamento limonítico (chapadas de canga), sedimentos lacustres e fluviolacustres e coberturas detrítico-lateríticas.

#### 10.1.4.4 Contextualização da Área de Estudo Regional

A partir de consulta aos Mapas Geológicos referentes às folhas Belo Horizonte (SE.23-Z-C-VI-3), em escala 1:50.000, e Ouro Preto (SF.23-X-A-III), em escala 1:100.000, observa-se que na Área de Estudos Regional afloram rochas arqueanas do Supergrupo Rio das Velhas. O mapa geológico produzido para o Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, que apresenta a delimitação espacial da Área de Estudo Regional, bem como a Área de Estudo Local, é apresentado na Figura 10-18 e no **Anexo IX** deste EIA.

Originalmente definido como Série Rio das Velhas e subdividido nos grupos Nova Lima e Maquiné (DORR et al. 1957), e este em formações Palmital (O'ROURKE, 1957) e Casa Forte (GAIR, 1962), foi posteriormente renomeado como Supergrupo Rio das Velhas (LOCKZY & LADEIRA 1976) com inclusão do Grupo Quebra Osso na base da sequência por Schorscher (1979). Assim, atualmente o Supergrupo Rio das Velhas subdivide-se, da base ao topo, nos grupos Quebra Osso (RVQO), Nova Lima (RVNL) e Maquiné (RVM) segundo os autores Dorr (1969), Ladeira (1980) e Inda et al (1984). O Grupo Quebra Osso (SCHORSCHER, 1978; INDA et al., 1984) é constituído por rochas metavulcânicas ultramáficas e máficas, de filiação komatiítica, com raras e delgadas intercalações de formações ferríferas e de metacherte. O Grupo Nova Lima (DORR, 1969) engloba metassedimentos pelíticos e psamíticos, metavulcanitos básicos a ácidos, formações ferríferas, formações manganésíferas (gonditos, queluzitos), metacherte e raros dolomitos e conglomerados, (LADEIRA, 1980). O Grupo Maquiné (DORR, 1969), por fim, situa-se no topo do Supergrupo Rio das Velhas e é constituído por metassedimentos detríticos (quartzitos, filitos, conglomerados).

A subdivisão estratigráfica informal, proposta pela equipe do Projeto Rio das Velhas (ZUCCHETTI et al., 1996, 1998; Baltazar & Silva 1996) e modificada por Baltazar & Zucchetti (2005), é mantida com modificações para o Grupo Nova Lima e para as duas formações que compõem o Grupo Maquiné. As unidades litoestratigráficas informais foram propostas a partir do agrupamento dos litotipos constituintes dos grupos Nova Lima e Maquiné em associações de litofácies, caracterizadas em trabalhos de campo, com apoio de estudos petrográficos e litoquímicos. Isto possibilitou a elaboração de uma coluna simplificada, apresentada a seguir, a qual não constitui um empilhamento estratigráfico formal, mas apenas uma coluna composta, considerando-se o caráter polideformado da área, com repetição e omissão de camadas, sendo necessários estudos mais detalhados de natureza estrutural, estratigráfica e geocronológicos.

As associações de litofácies e suas respectivas unidades litoestratigráficas correspondentes são, da base para o topo, as seguintes:

- Associação vulcânico-plutônica máfica-ultramáfica: Grupo Quebra Osso e Unidade Ouro Fino do Grupo Nova Lima (GNL);
- Associação vulcanossedimentar química: Unidade Morro Vermelho;
- Associação metassedimentar química-pelítica: Unidade Santa Quitéria;
- Associação metavulcanoclástica: Unidades Ribeirão Vermelho e Mestre Caetano;
- Associação ressedimentada: Unidades Mindá e Córrego do Sítio, nos setores norte e leste; unidades Catarina Mendes, Fazenda Velha e Córrego da Paina, no setor sul; unidade Rio de Pedras da Formação Palmital do Grupo Maquiné;
- Associação costeira (ou litorânea): Unidades Pau D'Óleo e Andaimés;
- Associação não-marinha: Unidades Chica Dona, Jaguará, Córrego do Engenho e Capanema, da Formação Casa Forte do Grupo Maquiné.

As associações de litofácies que afloram na AER são: associação vulcânica máfica-ultramáfica, associação metavulcanoclástica e associação resedimentada. A associação vulcânica máfica-ultramáfica é composta pelas rochas da Unidade Ouro Fino (A3rnof) do Grupo Nova Lima; a associação metavulcanoclástica por rochas da Unidade Mestre Caetano (A3rnmc), enquanto a associação resedimentada é marcada apenas pela unidade Mindá (A4rnm). Além destas, na AER também são identificadas Rochas Intrusivas de idade incerta (diques de diabásio e metadiabásio) e Coberturas aluvionares (N34al) originadas no Holoceno. As principais características das referidas unidades são descritas a seguir, da base para o topo.

#### 10.1.4.4.1 Unidade Ouro Fino (A3rnof)

A Unidade Ouro Fino ocorre predominantemente nas porções sudoeste e nordeste da AER. Esta constitui a unidade de base do grupo Nova Lima, e é composta por metabasaltos toleííticos e komatiíticos, metaperidotitos e metatufos básicos; metavulcânicas ácidas, metacherts, formações ferríferas e xistos carbonosos subordinados. Em menor proporção, também são identificadas litologias referentes a conglomerados (cg), formações ferríferas (ff), serpentinitos (sp), talcos xistos (tx) e xistos grafitosos (xg) (CPRM, 2005).

#### 10.1.4.4.2 Unidade Mestre Caetano (A3rnmc)

A Unidade Mestre Caetano ocorre na porção centro-oeste e sul da AER. Esta caracteriza-se pelo domínio de metagrauvacas vulcanogênicas com intercalações subordinadas de metapiroclásticas, metapelitos e metassedimentos químicos (formação ferrífera quartzosa e xisto carbonático). Apresenta níveis localizados de metaconglomerados com estratificações dos tipos gradacional e cruzada acanalada de pequeno porte (CPRM, 2000).

Na área de estudos, é constituída por Sericita-clorita-quartzo xisto, sericita-clorita xisto, sericita xisto e xisto carbonoso; com formação ferrífera e quartzo-ankerita xisto subordinados. Em menor proporção, também são identificados conglomerados (cg), Formações ferríferas (ff), Quartzo-ankerita xistos (ls-lapa seca), Talcos xistos (tx). Xistos grafitosos (xg) e Quartzitos sericíticos (qts) (CPRM, 2005).

#### 10.1.4.4.3 Unidade Mindá (A4rnm)

A Unidade Mindá ocorre na porção leste da AER, e é caracterizada por apresentar rochas predominantemente metamórficas, como xistos e metapelitos. Na área de estudos, esta apresenta como principais litotipos o plagioclásio-clorita-mica xisto, sericita-moscovita-quartzo xisto, quartzo-clorita-mica xisto. Conta, ainda, com xistos carbonosos e formações ferríferas subordinados (CPRM, 2005).

#### 10.1.4.4.4 Rochas intrusivas de idade incerta: diques de diabásio (d) e diques de metadiabásio (md)

Na área de estudos, as rochas intrusivas de idade incerta correspondem a diabásios (d) e metadiabásios (md), que se organizam como corpos ígneos tabulares denominados diques. Estas se originaram de processos magmáticos, sendo caracterizadas pela sua origem a partir de magma solidificado no interior da crosta terrestre. O diabásio é uma rocha ígnea de composição máfica, composta principalmente por plagioclásio e piroxênio, enquanto o metadiabásio é uma versão metamorfizada do diabásio, resultante de intensas pressões e temperaturas ao longo do tempo geológico (USP, 2024).

#### 10.1.4.4.5 Coberturas aluvionares (areia e cascalho - N34al)

Na AER as ocorrências de coberturas superficiais são representadas por depósitos aluvionares formados a partir do intemperismo das unidades geológicas presentes. Neste contexto, estas correspondem a areias e cascalhos. Conforme mapeamento analisado, as coberturas se localizam predominantemente na porção sudoeste da AER (CPRM, 2005).

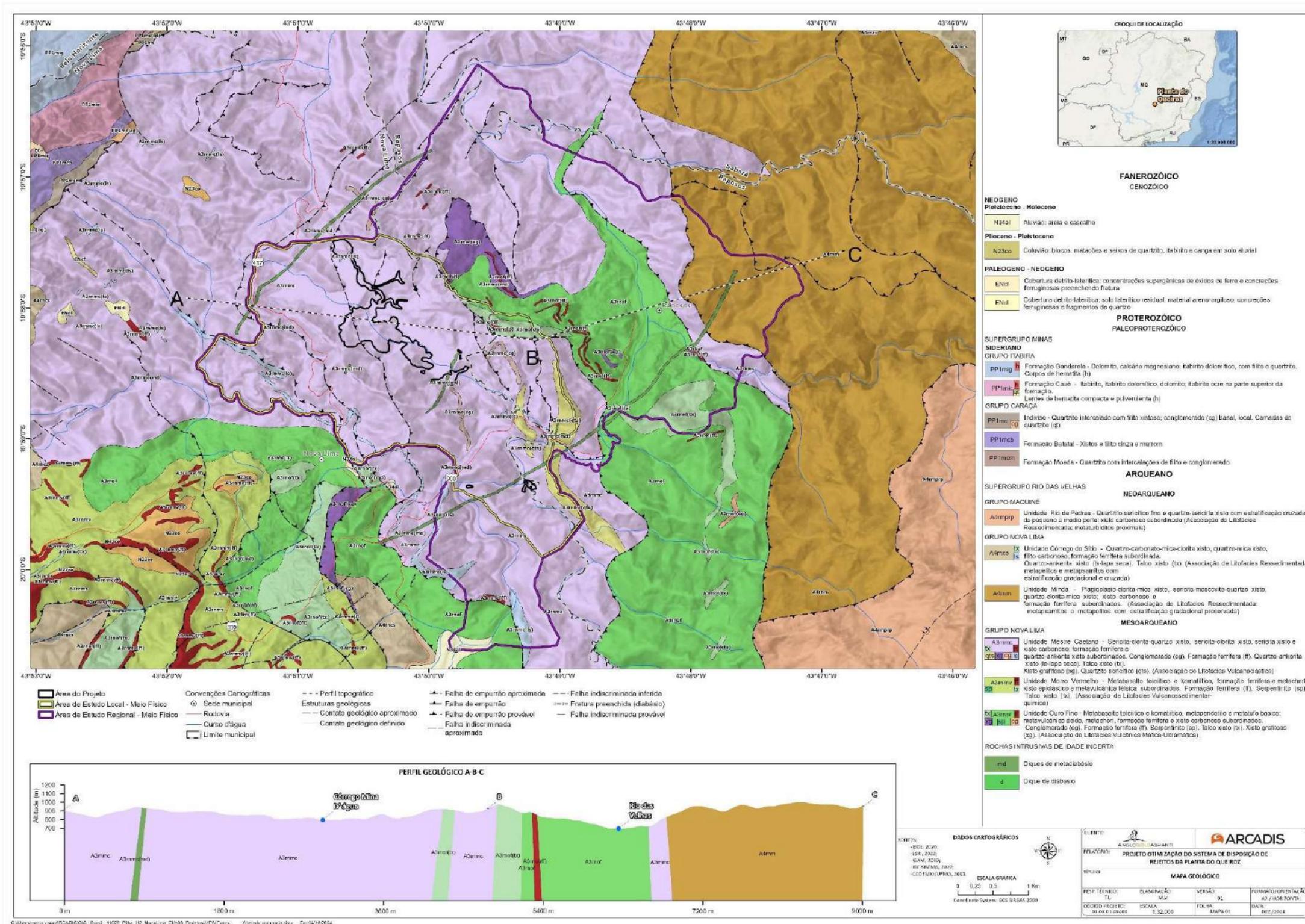


Figura 10-18 - Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero com as associações de litofácies do Supergrupo Rio das Velhas e destaque para localização aproximada da Área de Estudo Regional

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: CPRM, 2005; CPRM, 2017, IBGE, 2020; ESRI, 2022; IGAM, 2010; IDE-Sisema, 2024.

#### 10.1.4.5 Contextualização da Área de Estudo Local

Como a Área de Estudo Local se refere a um refinamento poligonal a partir da delimitação da Área de Estudo Regional, observa-se que, a partir da análise do mapa geológico apresentado no **Anexo IX** deste EIA, a unidade geológica de maior predominância espacial corresponde a Unidade Mestre Caetano do Grupo Nova Lima (Supergrupo Rio das Velhas). Secundariamente, limitada à porção nordeste da Área de Estudo Local, aflora uma delgada porção de rochas da Unidade Ouro Fino.

Assim, considerando a abrangência da AEL assume-se a mesma contextualização litoestratigráfica e geotectônica previamente abordada na caracterização geológica regional. Conforme já mencionado, da Unidade Mestre Caetano afloram na AEL majoritariamente sericita-clorita-quartzo xisto, sericita-clorita xisto, sericita xisto e xisto carbonoso; com formação ferrífera e quartzo-ankerita xisto subordinados. Em menor proporção, também são identificados conglomerados (cg), formações ferríferas (ff), quartzos-ankeritas xistos (ls-lapa seca), talcos xistos (tx), xistos grafitosos (xg) e quartzitos sericíticos (qts). Da Unidade Ouro Fino afloram especialmente metabasaltos toleíticos e komatiíticos, metaperidotitos e metatufos básicos; metavulcânicas ácidas, metacherts, formações ferríferas e xistos carbonosos subordinados. Em menor proporção, também são identificadas litologias referentes a conglomerados (cg), formações ferríferas (ff), serpentinitos (sp), talcos xistos (tx) e xistos grafitosos (xg).

Cabe ainda ressaltar que, segundo o mapeamento da CPRM (2010), a associação máfica-ultramáfica (na qual está incluída a unidade Ouro Fino) é de ambiência geológica e mineralógica favorável à ocorrência de ouro, cobre, chumbo, zinco, cromo, ferro, manganês, barita, magnesita, talco, quartzitos e pedras preciosas; contribuindo para classificar - dentro da sucessão litoestratigráfica do Quadrilátero Ferrífero - esta associação como de maior concentração de mineralização em ferro e ouro.

#### 10.1.4.6 Classificação Geológico-Geotécnico

Visando caracterizar os domínios geológico-geotécnicos da área de estudo fez-se consulta ao Projeto APA Sul RMBH (MEDINA et al., 2005), o qual apresenta caracterização das unidades geológico-geotécnicas da APA Sul inseridas no contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero. Além deste estudo, foi feita consulta aos dados de mapeamentos mais recentes realizados pela CPRM, a exemplo: Mapa de Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010) e Mapa Síntese da Geodiversidade do Quadrilátero Ferrífero e entorno como Subsídio ao Planejamento Territorial (CPRM, 2016).

O mapeamento do Projeto APA Sul classifica a porção leste do Quadrilátero Ferrífero, onde se insere o Área de Estudo do Projeto como Unidade Geotécnica Xistos, sub-dividindo a unidade conforme nomenclatura (Ug\_X-ep) para as rochas das unidades Córrego do Sítio, Mestre Caetano e Ouro Fino do Supergrupo Rio das Velhas/Grupo Nova Lima. Segundo tal bibliografia, a capacidade de suporte desta unidade é moderada a alta, cuja variabilidade é dependente das relações espaciais entre o carregamento e os planos da foliação, sendo maior quando aplicada perpendicularmente aos planos e menor quando aplicada paralelamente à foliação.

A escavabilidade é variável de fácil a moderada, sendo influenciada pelas relações espaciais entre os planos da foliação e o plano de corte, sendo fácil quando paralela e mais difícil quando perpendicular à foliação. Localmente, a escavabilidade pode ser difícil a muito difícil, devido à possível presença de horizontes ou níveis de formação ferrífera,

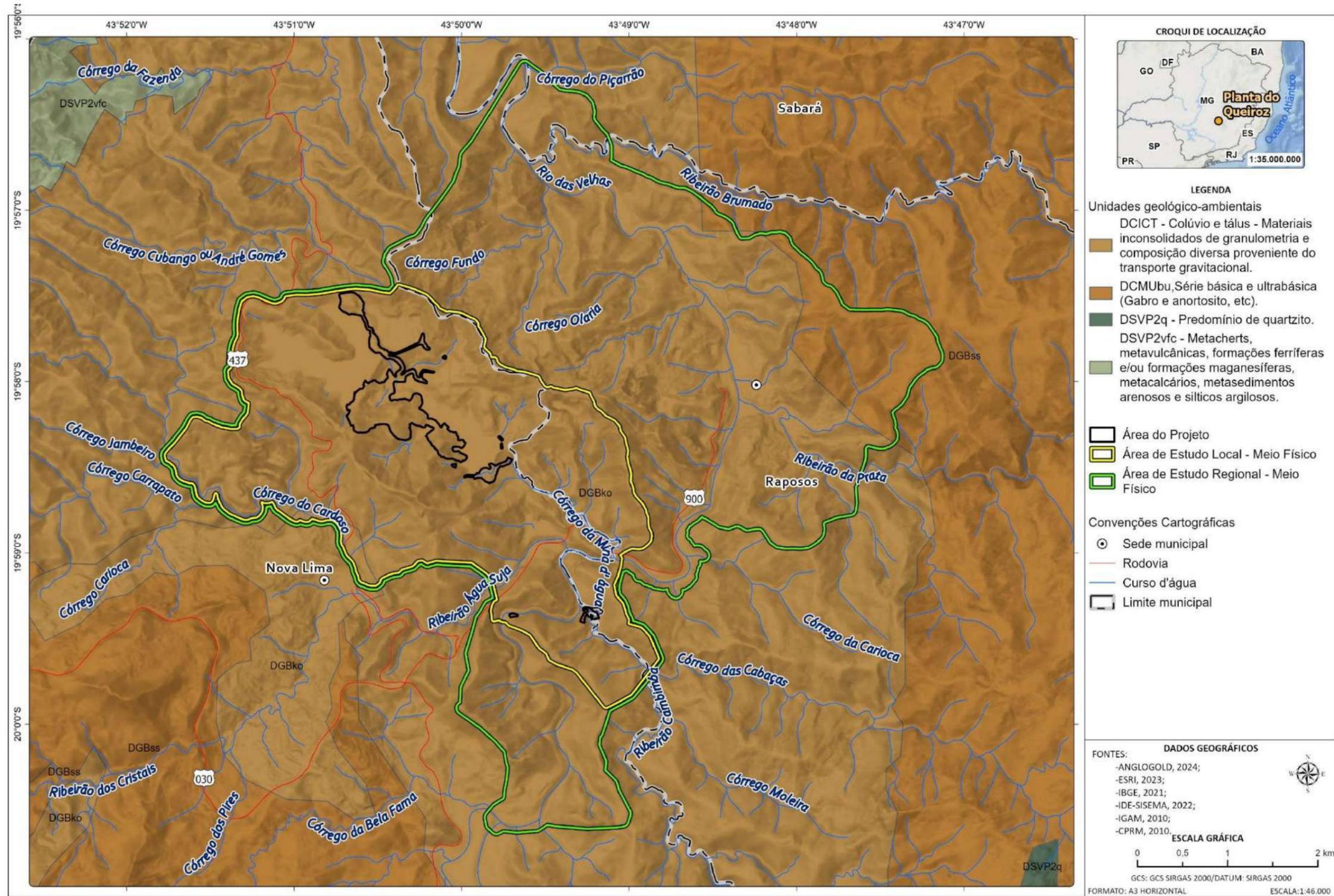
quartzitos e cangas. A suscetibilidade a movimentos de massa é variável de alta a muito alta, sendo fortemente condicionada pelas relações espaciais entre a face do talude, a foliação e demais estruturas geológicas como falhas e fraturas. A estabilidade dos taludes é condicionada também pela morfologia, declividade dos terrenos e, fundamentalmente, pelas formas de ocupação, onde a implantação de condomínios com arruamentos, cortes e aterros, resultaram no aumento da fragilidade da unidade à ruptura de taludes.

O Mapa Síntese da Geodiversidade do Quadrilátero Ferrífero e entorno como Subsídio ao Planejamento Territorial (CPRM, 2016), por sua vez, apresenta revisão bibliográfica mais recente das divisões em domínios geológico-geotécnicos apresentadas no Mapa de Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010), correlacionando a análise litoestratigráfica de rochas de diferentes formações e/ou grupos a comportamentos geotécnicos semelhantes. Assim, as unidades geológicas são reagrupadas em domínios geológico-ambientais de acordo com o compilado de dados de ambos os mapeamentos da CPRM (2010 e 2016).

Pela avaliação dos dados apresentados, na AER e AEL - conforme apresentado no mapa da Figura 10-19 predomina o Domínio 5 - Sequências metassedimentares e metavulcanossedimentares neo-arqueozoicas, relacionadas ao Greenstone Belt Rio das Velhas representada pela Unidade Geológico-Geotécnica Grupo Nova Lima, marcada por xistos e filitos vulcanogênicos básicos e intermediários e metassedimentos clasto-químicos, incluindo formações ferríferas. Esta unidade geológico-geotécnica é caracterizada por irregularidades verticais de litologias, que são dotadas de diferentes aspectos mineralógicos, hidráulicos e geomecânicos.

A variação das características geotécnicas se deve ao fato de se intercalarem irregularmente entre si litotipos de origem vulcânica com litotipos de origem clasto-química, ambos quase sempre diferentemente alterados na faixa do moderado ao elevado grau, o que confere ao conjunto muito alta erodibilidade e instabilidade por exposição em taludes de corte (CPRM, 2016). Quando sãs e/ou sob baixo grau de intemperismo químico, as litologias apresentam resistência ao corte que varia entre moderada a alta. Não são facilmente removíveis, necessitando de uso de explosivo para desmonte de material.

Devido a intenso fraturamento e dobramento presentes nos maciços e à variabilidade no padrão de mergulhos dos estratos, as unidades geológico-ambientais do Domínio 5 apresentam alto potencial para ocorrência de deslocamento e queda de blocos em taludes de corte (CPRM, 2010). As litologias presentes nesse domínio sofrem processo de alteração heterogênea, o que condiciona a existência de blocos e/ou matacões em meio ao manto de alteração, dificultando a execução de obras subterrâneas e pode gerar instabilização de edificações.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.eprx Alterado por:maria.vista Em:04/12/2024

Figura 10-19 - Mapa das Unidades Geológico-Geotécnicas nas Áreas de Estudo Regional e Local.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; CPRM, 2010; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

### 10.1.4.7 Recursos Minerais

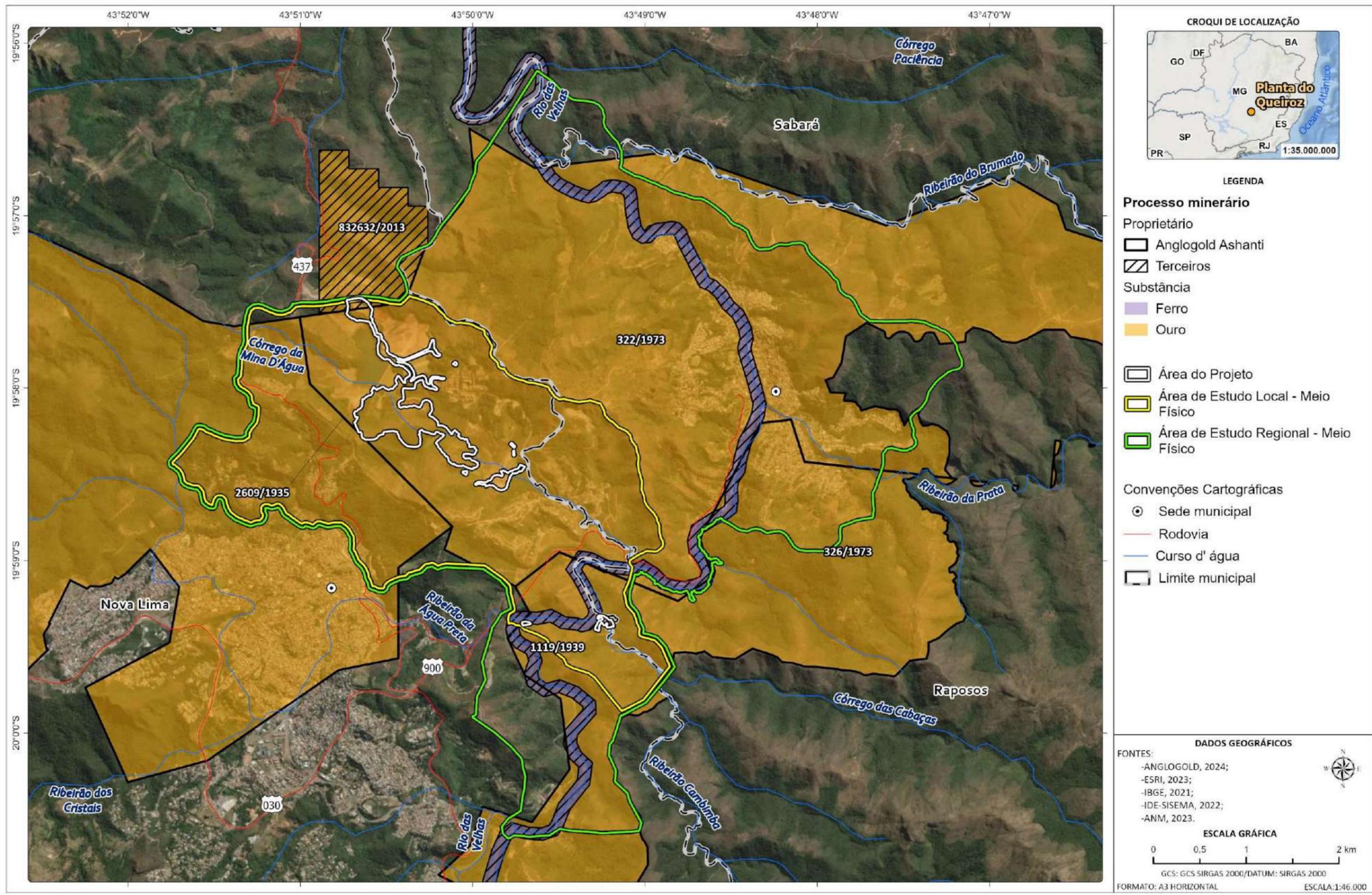
Segundo o mapeamento da CPRM (2010), a área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz é de ambiência geológica e mineralógica favorável à ocorrência de ouro, cobre, chumbo, zinco, cromo, ferro, manganês, barita, magnesita, talco, quartzitos e pedras preciosas. Neste contexto, conforme dados disponibilizados no portal Sigmine da Agência Nacional de Mineração (ANM), são identificados dez (10) processos de requerimento mineralário que interceptam a Área do Projeto. As informações e localização dos referidos processos são apresentadas na Tabela 10-13 e Figura 10-20.

**Tabela 10-13 - Requerimentos mineralários que interceptam a Área do Projeto**

Processo	Ano	Fase	Requerente	Substância
2609/1935	1935	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Corrego do Sitio Mineracao S.A.	Ouro
832632/2013	2013	Autorização de pesquisa	Mineração Santa Elina Indústria e Comercio S.A.	Ouro
1119/1939	1939	Concessão de lavra	GBM Empreendimentos e Negocios Ltda.	Ferro
326/1973	1973	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Córrego do Sitio Mineração S.A.	Ouro
326/1973	1973	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Córrego do Sitio Mineração S.A.	Ouro
326/1973	1973	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Córrego do Sitio Mineração S.A.	Ouro
326/1973	1973	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Córrego do Sitio Mineração S.A.	Ouro
326/1973	1973	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Córrego do Sitio Mineração S.A.	Ouro
326/1973	1973	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Córrego do Sitio Mineração S.A.	Ouro
322/1973	1973	Concessão de lavra	Anglogold Ashanti Córrego do Sitio Mineração S.A.	Ouro

Fonte: ANM, 2024. Elaboração: Arcadis, 2024.

A partir dos dados apresentados, observa-se que dos dez (10) processos identificados, nove referem-se a concessões de lavra pra exploração de ouro, sendo oito requeridos pela Anglogold Ashanti e um pela Mineração Santa Elina Indústria e Comércio S.A. Um (1) processo pertence à GBM Empreendimentos e Negócios Ltda., sendo uma autorização de pesquisa para prospecção de ferro.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:06/12/2024

Figura 10-20 – Inserção do Projeto no mapa de Processos Minerários.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; ANM, 2023; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IDE-SISEMA, 2022.

#### 10.1.4.8 Síntese conclusiva

A área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz se insere no Quadrilátero Ferrífero, maior província mineral do Brasil. Conhecida por sua relevância na indústria mineral, sua geologia é marcada por formações rochosas antigas, que datam desde o arqueano até o período Proterozóico, aproximadamente entre 2,7 bilhões e 541 milhões de anos atrás.

Na sequência lito-estratigráfica afloram na AER, em maior proporção, rochas metavulcanossedimentares arqueanas do Supergrupo Rio das Velhas. O Supergrupo Rio das Velhas é composto por uma sucessão *greenstone belt*, que inclui metavulcânicas (komatiitos, basaltos, vulcanoclásticas) e metassedimentos, incluindo formações ferríferas, carbonatos e terrígenos; sendo o supergrupo dividido nos grupos: Nova Lima, Maquiné e Quebra Osso.

Dos referidos grupos, ocorrem em maior abrangência espacial na AER as rochas do Grupo Nova Lima. Esta é a unidade basal do Supergrupo Rio das Velhas, e é representada na área de estudos pelas unidades Ouro Fino (composta majoritariamente por metabasaltos toleíticos e komatiíticos, metaperidotitos e metatufos básicos; metavulcânicas ácidas, metacherts, formações ferríferas e xistos carbonosos subordinados); Mestre Caetano (constituída predominantemente por Sericita-clorita-quartzo xisto, sericita-clorita xisto, sericita xisto e xisto carbonoso; com formação ferrífera e quartzo-ankerita xisto subordinados); e Mindá (composta por plagioclásio-clorita-mica xisto, sericita-moscovita-quartzo xisto, quartzo-clorita-mica xisto).

Com relação à AEL, a unidade geológica de maior predominância espacial corresponde a Unidade Mestre Caetano, seguida da Unidade Ouro Fino. Cabe ainda ressaltar que, segundo o mapeamento da CPRM (2010), as rochas da unidade basal Ouro Fino do Grupo Nova Lima são as de ambiência geológica e mineralógica mais favorável à ocorrência de ouro, cobre, chumbo, zinco, cromo, ferro, manganês, barita, magnesita, talco, quartzitos e pedras preciosas; contribuindo para classificar - dentro da sucessão litoestratigráfica do Quadrilátero Ferrífero - esta associação como de maior concentração de mineralização em ferro e ouro.

Não menos importante, cabe mencionar que as rochas do Grupo Nova Lima, dentro do contexto geológico-geotécnico, se classificam como pertencentes ao Domínio 5 - Sequências metassedimentares e metavulcanossedimentares neo-arqueozoicas, relacionadas ao Greenstone Belt Rio das Velhas, as quais se configuram como rochas que apresentam alto potencial para ocorrência de deslocamento e queda de blocos em taludes de corte. Quando são e/ou sob baixo grau de intemperismo químico, as litologias apresentam resistência ao corte que varia entre moderada a alta.

Por fim, quanto aos requerimentos minerários presentes nas áreas de estudo, conforme dados obtidos no portal Sigmine da ANM, existem dez (10) processos de requerimento que interceptam a Área do Projeto, dos quais nove referem-se a concessões de lavra para exploração de ouro, sendo requeridos pela Anglogold Ashanti, e um pertence à GBM Empreendimentos e Negócios Ltda., sendo uma autorização de pesquisa para prospecção de ferro.

### 10.1.5 Geomorfologia

A geomorfologia tem por objetivo analisar as formas do relevo, considerando aspectos relacionados à sua gênese e evolução. Seu estudo desempenha um papel fundamental na compreensão e interpretação da paisagem, contribuindo para o entendimento dos fatores naturais e antrópicos que modelam a superfície terrestre.

Assim, a análise geomorfológica desempenha papel fundamental em um estudo de impacto ambiental, sendo possível compreender os processos naturais que moldam a paisagem e avaliar como estes podem ser alterados a partir da implantação de um novo empreendimento ou atividade antrópica.

Neste contexto, a presente caracterização busca descrever e analisar os aspectos geomorfológicos relevantes das áreas de estudo, bem como identificar as possíveis interações entre esses elementos e o empreendimento, objeto do licenciamento ambiental.

### 10.1.5.1 Metodologia

A caracterização geomorfológica das áreas de estudo baseou-se em informações secundárias disponíveis na literatura e relacionáveis à área de inserção do Projeto. Dentre as referências utilizadas, destaca-se o mapa de compartimentos do relevo elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em escala 1:250.000.

A análise das informações deste mapeamento se deu a partir da metodologia de hierarquização dos diferentes táxons do relevo proposta no Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), a qual permite a definição hierárquica de quatro unidades taxonômicas, a saber: 1º - Domínios Morfoestruturais, definidos por elementos geotectônicos e arranjos megaestruturais que condicionam o relevo regional; 2º - Regiões Geomorfológicas, resultantes da atuação de processos de ordem tectonoclimática sobre o arcabouço litoestrutural, que incidem diretamente na evolução dos atuais modelados do relevo; 3º - Unidades Geomorfológicas, que configuram conjuntos de relevos com arranjos fisionomicamente semelhantes em seus tipos de modelados, resultantes de determinados processos de geomorfogênese; e 4º - Modelados, que abrangem um padrão de formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes, resultando na recorrência dos materiais correlativos superficiais. Considerando a escala de mapeamento (1:250.000) e o porte da área de intervenção, o foco se deu sobre a descrição do 3º e 4º táxons (unidades geomorfológicas e modelados), tendo em vista sua maior relevância para caracterização da área em análise

Além deste, contribuíram para o desenvolvimento da análise a consulta aos mapas de geodiversidade do estado de Minas Gerais e de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações para os municípios de Nova Lima e Raposos, disponibilizados pela CPRM (2010; 2015), bem como mapas de hipsometria e declividade, elaborados a partir das imagens de satélite Alos com radar aclopadado (Palsar), em resolução de 12,5 m. O primeiro representa classes altimétricas com cotas que variam entre 600 e 1200 m. Já o segundo subsidiou a classificação do relevo em margens percentuais de 0-3% (plano), 3-8% (suave ondulado), 8-20% (ondulado), 20-45% (forte ondulado), 45-75% (montanhoso) e >75% (escarpado).

Para a análise do contexto geomorfológico utilizou-se como referência o documento Projeto APA Sul RMBH - Estudos do Meio Físico: Geomorfologia (MEDINA et al., 2005); bem como estudos ambientais pretéritos disponibilizados pelo empreendedor (GOLDER, 2016; SETE, 2018).

### 10.1.5.2 Contextualização Geomorfológica

Conforme mapeamento geomorfológico disponibilizado pelo IBGE para o estado de Minas Gerais (1:250.000), as áreas de estudo inserem-se na seguinte configuração geomorfológica, considerando as quatro divisões taxonômicas do relevo:

**Tabela 10-14 - Taxonomia Geomorfológica das Áreas de Estudo**

Domínio Morfoestrutural	Região Geomorfológica	Unidade Geomorfológica	Modelados
Crátons Neoproterozóicos	Quadrilátero Ferrífero	Serras do Quadrilátero Ferrífero	Superfície de dissecação homogênea ou diferencial com topo convexo (Dc)

Elaboração: Arcadis, 2023.

O Quadrilátero Ferrífero caracteriza-se como um dos conjuntos orográficos mais importantes do estado de Minas Gerais, concentrando a maior parte das reservas minerais do estado. Conforme Medina et.al., (2005), este está distribuído ao longo de uma área de aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup>, possuindo altitudes médias que variam entre 800 e 900 metros, na qual sobressaem os alinhamentos de cristas com vales encaixados e vertentes ravinadas. O autor indica a ocorrência de cristas em altitudes de 1.200 metros, podendo atingir a cota de 2.000 metros conforme verificado em algumas localidades da serra do Caraça (SETE, 2018).

Segundo Almeida (1977), a região do Quadrilátero Ferrífero foi palco de diversos eventos tectônicos ocorridos ao longo do Arqueano e Proterozóico, que originaram um relevo dobrado em anticlinais e sinclinais. Os anticlinais foram erodidos e agora ocupam as porções inferiores do relevo, enquanto os sinclinais (protegidos em suas abas por litotipos mais resistentes), permaneceram suspensos. O Quadrilátero configura-se, assim, como um "mosaico formado por províncias geomorfológicas ligadas diretamente às condições estruturais, nas quais variações na declividade das vertentes e, sobretudo, variações altimétricas, se relacionam a variações litológicas" (VARAJÃO, 1991).

De forma geral, a região apresenta um complexo arcabouço geológico em termos litológicos e estruturais, que pode ser resumido nas seguintes unidades: Supergrupo Rio das Velhas, composto por quartzitos, xistos e filitos, que constituem uma sequência tipo *greenstone belt*; Supergrupo Minas, composto por rochas metassedimentares (quartzitos, xistos, filitos e formações ferríferas); e Grupo Itacolomi, constituído basicamente por quartzitos (SALGADO e SILVA, 2009).

As rochas mais resistentes aos processos de intemperismo e erosão, os itabiritos e quartzitos, sustentam as serras que delimitam, em termos geomorfológicos, o Quadrilátero Ferrífero: Serra da Moeda, a oeste, Serra do Caraça, a leste, Serra do Curral/Piedade, a norte, e Serra de Ouro Branco, a sul. Por sua vez, a evolução geomorfológica regional rebaixou a porção central do Quadrilátero a partir da remoção das rochas mais friáveis, resultando na exposição das rochas do Complexo do Baçã, uma unidade arqueana do embasamento cristalino de caráter granítico-gnáissico-migmatítico.

A menor resistência litológica condiciona o modelado de colinas e morros suavizados, que diferencia o interior da região em relação às bordas serranas. Assim, de forma geral, três grandes compartimentos de relevo podem ser individualizados no Quadrilátero Ferrífero (KING, 1956; BARBOSA e RODRIGUES, 1965; DORR, 1969; BARBOSA, 1980 e VARAJÃO, 1991): (i) Terras altas, que constituem as cotas mais elevadas da topografia, com ângulos gerais de

vertentes frequentemente escarpados, associadas aos quartzitos e itabiritos; (ii) Terras Intermediárias, constituídas por cristas frequentemente alongadas e estreitas, com ângulos de vertentes geralmente íngremes, em cotas de altitudes deprimidas em relação às Serranias adjacentes, associadas aos xistos e filitos; e (iii) Terras baixas, formadas por colinas côncavas e convexas típicas, com ângulos de vertentes mais suaves, com expressão estrutural secundárias, associadas aos terrenos metamórficos granito-gnáissicos (SETE, 2018).

As Áreas de Estudo referentes ao Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz localizam-se na porção norte do Quadrilátero Ferrífero, no compartimento de relevo definido como “Terras Intermediárias” (SETE, 2018), em um prolongamento da Serra do Curral, que corresponde a uma relevante feição topográfica de expressão regional, com extensão próxima a 100 km e que representa um importante divisor hidrográfico entre as bacias hidrográficas do Rio Paraopeba e Rio das Velhas (MEDINA et.al., 2005).

### 10.1.5.3 Contextualização das Áreas de Estudos Regional e Local

As Áreas de Estudo Regional e Local estão inseridas integralmente na unidade geomorfológica das Serras do Quadrilátero Ferrífero. Os efeitos do controle tectônico e litológico no modelado do relevo do Quadrilátero Ferrífero serviram de base para classificação e individualização geomorfológica deste em dez Unidades Morfoestruturais, classificação que foi empregada no mapeamento do Projeto APA Sul RMBH (MEDINA et.al., 2005). Dentre as unidades apresentadas, as áreas de estudo regional e local localizam-se no Vale Anticlinal do rio das Velhas - VRV.

O VRV se desenvolveu sobre as rochas Grupo Nova Lima, Supergrupo rio das Velhas, especialmente sobre xistos e filitos, e está limitado na região de estudo à norte-noroeste pela Crista Monoclinal da Serra do Curral e a sul-sudeste pela Depressão Interplanáltica do Alto rio das Velhas (SETE, 2018). Esta unidade mostra-se compartimentada em feições de dissecação do relevo e de acumulação (planícies fluviais e terraços). Apresenta, em geral, uma morfologia composta por colinas suavizadas comparativamente às Serranias do entorno. Sua conformação resulta da ação das águas fluviais sobre as rochas xistosas do Grupo Nova Lima, com intensa dissecação, acarretando um relevo com altitudes que variam entre 700 e 950 m (SETE, 2018).

Com relação aos modelados, conforme classificação proposta no mapeamento do IBGE, observa-se na área de estudo a predominância do modelado de dissecação com topo convexo, podendo este ser de caráter homogêneo ou diferencial (não especificado no mapeamento). O modelado de dissecação homogênea (Dc) caracteriza-se por ser encontrado em litologias diversas, não demonstrando um controle estrutural marcante e sendo definido pelas variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. Tem como feições de relevo associadas a presença de colinas, morros e interflúvios tabulares. Também são observados padrões de drenagem diversos, com predominância dos padrões dendrítico, subparalelo, sub-retangular e outros compostos, cujos canais não obedecem a uma direção preferencial. O modelado de dissecação diferencial, por sua vez, é marcado por controle estrutural evidente, sendo definida somente pela variável aprofundamento das incisões, já que o padrão de drenagem e a sua densidade são controlados pela tectônica e pela litologia. Neste tipo observam-se padrões de drenagem cujos canais indicam possíveis estruturas geológicas ou acamamento estratigráfico, tais como os padrões treliça, paralelo e retangular (IBGE, 2024).

No que se refere aos padrões de relevo, conforme mapeamento realizado por CPRM (2010), nas Áreas de Estudo Regional e Local ocorre o Domínio Montanhoso, que corresponde a um padrão de relevo constituído por alinhamentos serranos, maciços montanhosos, front de *cuestas* e *hogbacks*. Suas formas são acidentadas, com vertentes

predominantemente retilíneas a côncavas, e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Seu sistema de drenagem principal exhibe a predominância de processos de entalhamento, originando amplitudes de relevo acima de 300m, podendo ser inferiores localmente. A Figura 10-22 demonstra as áreas de estudo com relação aos padrões de relevo mapeados pela CPRM.

Quanto às características hipsométricas, representadas Figura 10-23, as altitudes variam entre 700 m e 1.100 m, com as áreas mais baixas sendo representadas pelos vales fluviais do córrego Mina d'Água e rio das Velhas. As maiores altimetrias, por sua vez, são observadas nos interflúvios que definem as sub-bacias locais, estando estes no intervalo entre as cotas de 1001 e 1.100 m. De forma geral, predominam as altimetrias nas faixas de 701 – 800 m e 801 – 900m. Os quantitativos relativos às classes hipsométricas presentes estão apresentados na Tabela 10-15.

**Tabela 10-15 - Hipsometria das Áreas de Estudo**

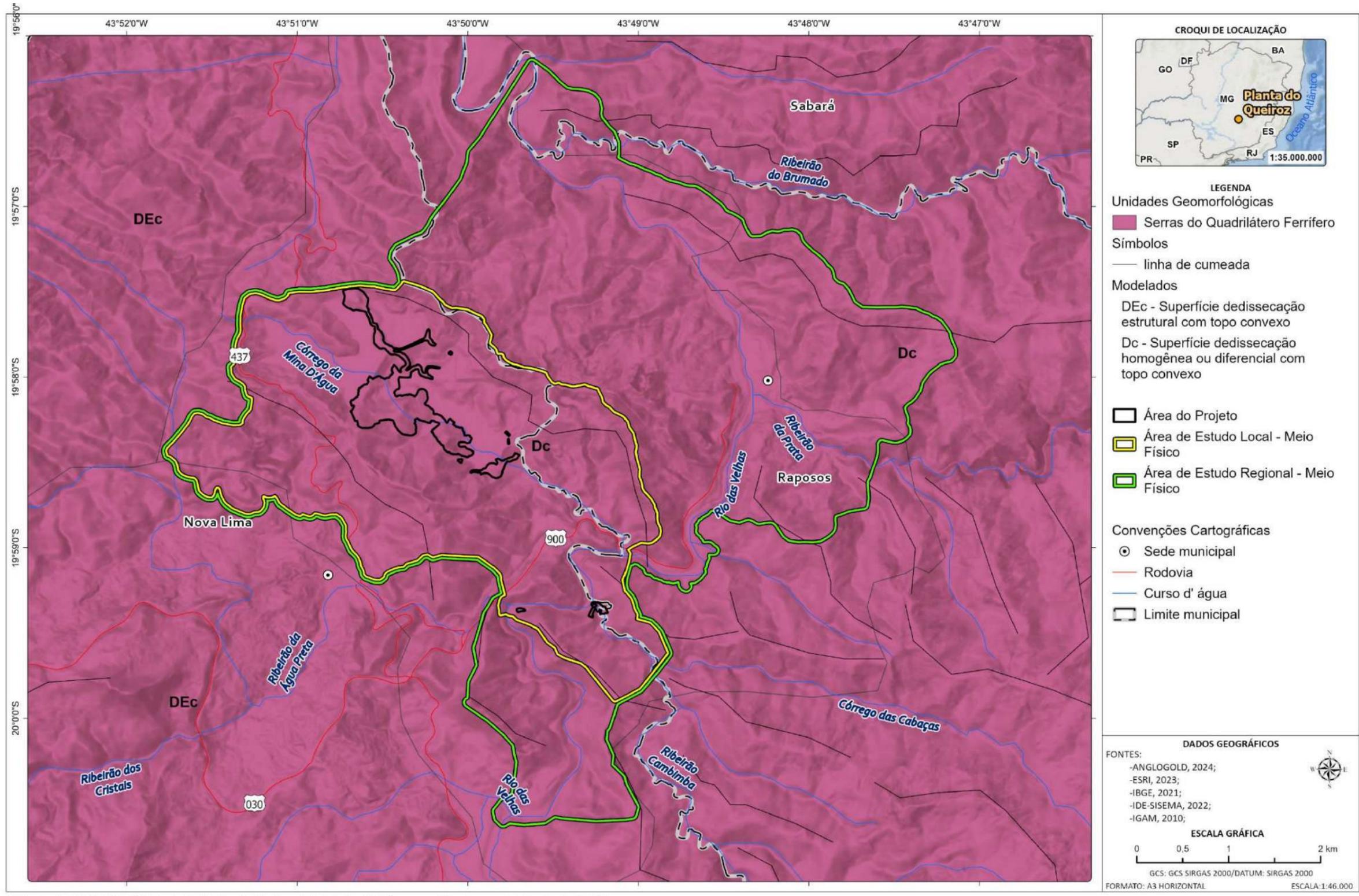
Hipsometria (m)	AER		AEL	
	Área em ha	%	Área em ha	%
600 - 700	1,20	0,04%	-	-
701 - 800	1.248,38	44,86%	377,05	32,62%
801 - 900	1.141,52	41,02%	618,22	53,48%
901 - 1000	381,34	13,70%	160,64	13,90%
1001 - 1100	10,70	0,38%	-	-
Total	2.783,14	100	1.155,90	100%

Elaboração: Arcadis, 2024.

No que se refere à declividade, predomina o relevo caracterizado como forte ondulado, com declividades entre 20% e 45%, que ocupa 57,35% da AER e 55,27% da AEL. Na sequência, observa-se a presença de relevo ondulado (8 a 20% de declividade), que abrange 22,60% da AER e 23,01% da AEL. O relevo montanhoso (entre 45 e 75% de declividade) ocupa 12,43% da AER e 12,38% da AEL. Por fim, em menores proporções, são observados relevos suave ondulado (3 a 8% de declividade), que ocupa 5,76% da AER e 6,26% da AEL; plano (entre 0 e 3% de declividade), que ocupa 1,69% da AER e 2,64% da AEL; e escarpado (>75%), que ocupa 0,47% da AER e 0,43% da AEL. Cabe ressaltar que as porções classificadas como relevo suave ondulado e plano ocorrem geralmente em áreas antropizadas, cuja morfologia foi fortemente modificada, a exemplo das áreas de reservatório das barragens que integram o Complexo Queiroz. A Tabela 10-16 apresenta os quantitativos referentes às classes de declividade observadas nas áreas de estudo.

**Tabela 10-16 - Declividade das Áreas de Estudo**

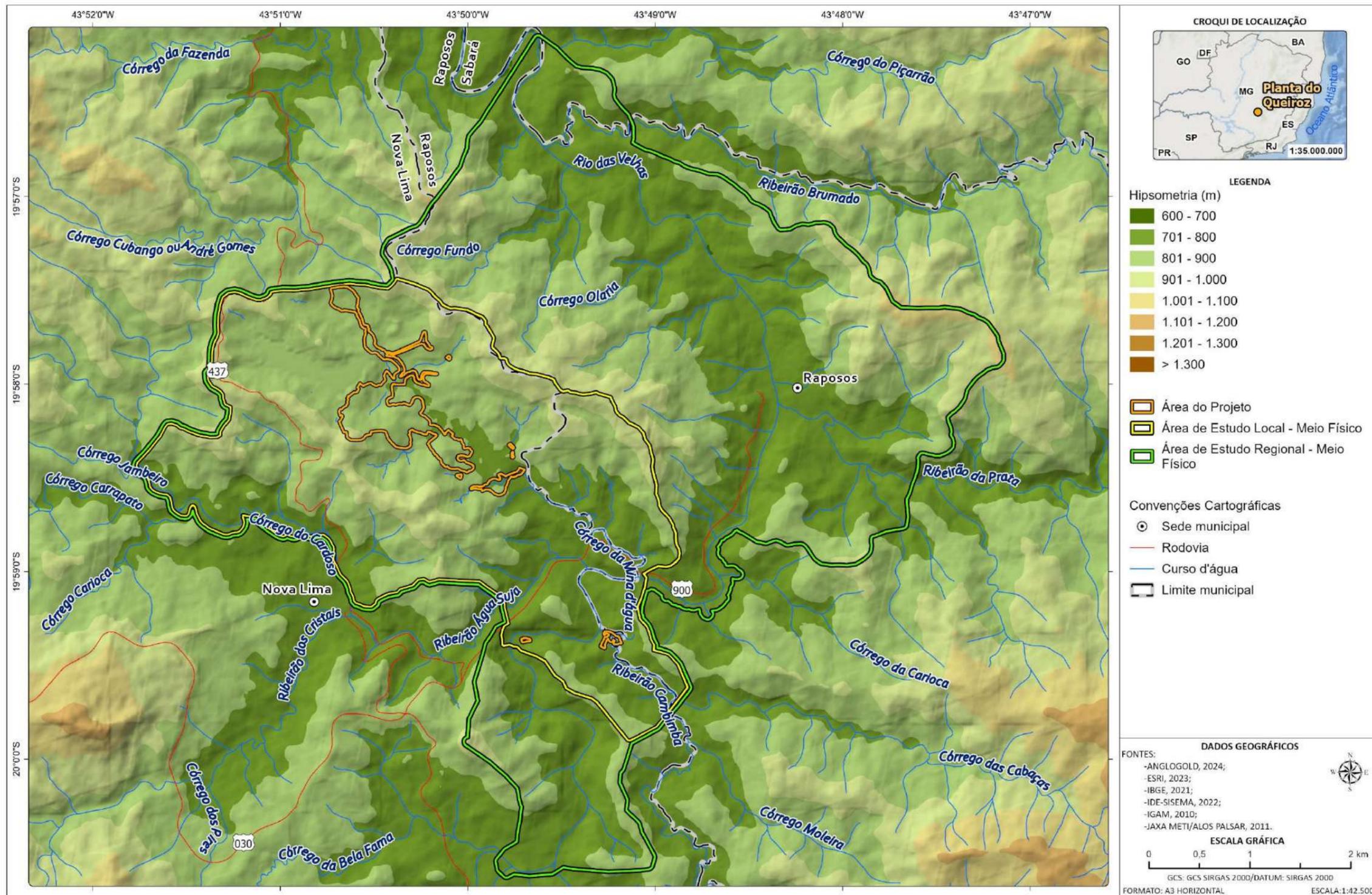
Declividade	AER		AEL	
	Área em ha	%	Área em ha	%
Plano (0% a 3%)	47,11	1,69%	30,53	2,64%
Suave Ondulado (3% a 8%)	152,00	5,46%	72,41	6,26%
Ondulado (8% a 20%)	628,99	22,60%	265,98	23,01%
Forte Ondulado (20% a 45%)	1.596,17	57,35%	638,87	55,27%
Montanhoso (45% a 75%)	345,81	12,43%	143,11	12,38%
Escarpado (>75%)	13,07	0,47%	5,01	0,43%
Total	2.783,14	100%	1.155,90	100%



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

Figura 10-21 - Mapa Geomorfológico das Áreas de Estudo Regional e Local.

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

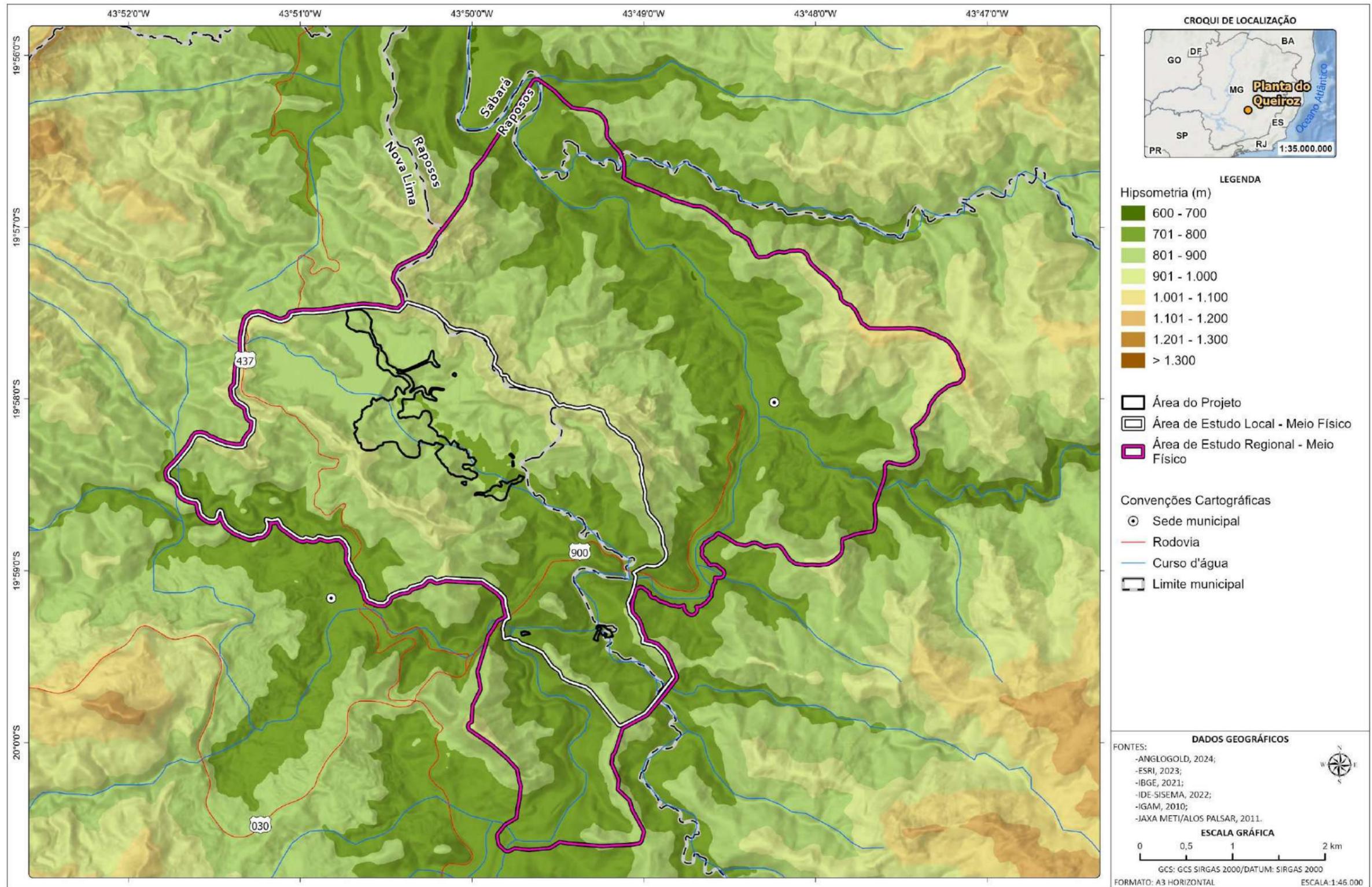


C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx Alterado por:leonardo.fernandes Em:11/04/2025

**10-22 - Padrões de Relevo das Áreas de Estudo Regional e Local.**

ANGLOGOLD, 2025; CPRM, 2010; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

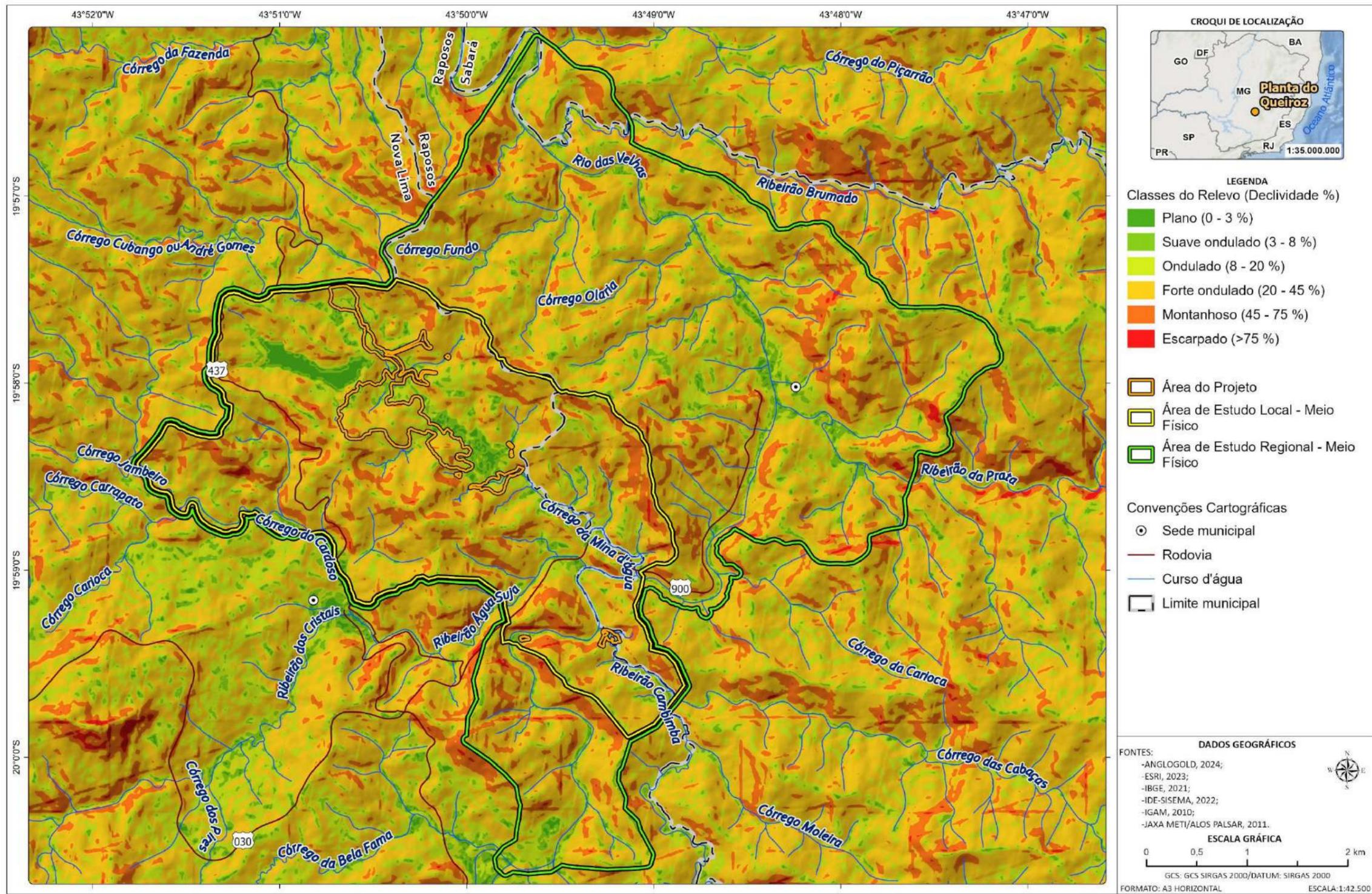
Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: Figura



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria vista Em:04/12/2024

**Figura 10-23 - Mapa Hipsométrico das Áreas de Estudo Regional e Local.**

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; ALOS PALSAR,2011, CPRM, 2010; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx A3\_Horizontal\_Declividade Alterado por:leonardo.fernandes Em:11/04/2025

**Figura 10-24 - Mapa de Declividade das Áreas de Estudo Regional e Local.**

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; ALOS PALSAR, 2011, CPRM, 2010; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

Quanto à sub-bacia do córrego Mina d'Água, que ocupa a maior parte da AEL e abrange as estruturas da Planta do Queiroz, observa-se a predominância do relevo forte ondulado, com altitudes entre 981 m nas cotas mais elevadas dos interflúvios e 728 m em sua foz do rio das Velhas (GOLDER, 2016). O leito do rio das Velhas, a sudeste, apresenta trechos alternados de baixo e alto grau de sinuosidade com vales estreitos e encaixados. De forma geral apresenta um forte controle estrutural, marcado por mudanças bruscas em sua direção (SETE, 2018).

Considerando classificações do relevo propostas por CPRM (2015) nas Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações para os municípios de Nova Lima e Raposos, além de registros oriundos de levantamentos de campo apresentados em estudo elaborado pela Golder (2016), é possível identificar a ocorrência de três classes de relevo principais na sub-bacia do córrego Mina d'Água, sendo estas as classes dos Morros Altos, Morros Baixos e Planícies Aluviais.

Os denominados Morros Altos encontram-se nas faixas altimétricas entre 900 e 1.000 metros. Com relação às encostas, são observadas formas retilíneas e côncavas, com presença de anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos. Os Morros Baixos ocorrem entre as faixas altimétricas de aproximadamente 800 e 900 metros, com forma das encostas variando entre convexas a retilíneas e côncavas, com ocorrência de anfiteatros de cabeceira de drenagem. A classe de relevo de "Planícies Fluviais", por sua vez, distribui-se nos vales do córrego da Mina D'água e seus tributários, ao longo da faixa altimétrica entre 700 e 800m, com relevo apresentando uma topografia moderadamente dissecada sustentada por rochas metamórficas (dobradas e fraturadas), que proporcionam controle estrutural ao curso da drenagem do córrego da Mina D'água. Segundo a descrição apresentada pela CPRM (2015), essa unidade apresenta encostas com formas convexas suavizada. As classes citadas estão representadas na Figura 10-25 por linhas tracejadas na cor laranja, azul e verde, respectivamente. Ressalta-se que a Serra do Curral ocupa a porção topográfica mais expressiva, que se estende à norte dos limites das Áreas de Estudo Regional e Local.



**Figura 10-25 - Vale do córrego da Mina D'água, visto para montante (Visada Norte), com indicação das Classes de relevo, conforme CPRM (2015)**

*Fonte: Modificado de GOLDER, 2016.*

Cabe destacar que as características geomorfológicas do vale do córrego da Mina D'água passaram por alterações significativas em decorrência das diversas intervenções antrópicas relacionadas à Planta Industrial do Queiroz, com destaque para a implantação e operação dos barramentos Cocuruto, Rapaunha e Calcinados (Figura 10-26, Figura 10-27 e Figura 10-28). Segundo Golder (2016), tais estruturas alteraram as formas dos fundos de vale, que se tornaram chatos pela disposição do rejeito; proporcionaram o encurtamento no comprimento de rampa das vertentes, pelo aumento da cota de inundação; e ocasionaram alterações na dinâmica fluvial e no escoamento das vertentes, pelo controle de vazão e alteração do nível de base local. Além disso, cabe destacar também as alterações relacionadas ao próprio padrão de expansão urbana na região relacionado às movimentações de solo no entorno da planta, com evolução e ampliação das áreas de bairros residenciais e comunidades nos municípios de Nova Lima e Raposos.

Ainda conforme levantamento realizado por Golder (2016), na área são verificados processos de escoamento difuso e concentrado originando sulcos e ravinas e, eventualmente, movimentos de massa em áreas que sofreram intervenção antrópica, associados especialmente às áreas constituídas por filitos e xistos.



**Figura 10-26 - Barragem de Cocuruto vista a partir da ombreira direita do maciço**

*Fonte: GOLDER (2016).*



**Figura 10-27 - Barragem de Calcinados e Barragem do Rapaunha**

*Fonte: GOLDER (2016).*



**Figura 10-28 - Vista a partir da cabeceira do córrego da Mina d'Água (Barragem do Rapaunha) - fundo de vale com perfil chato e preenchido pelo rejeito - Modelado antrópico**

*Fonte: GOLDER, 2016.*

#### 10.1.5.4 Síntese Conclusiva

Conforme mapeamento geomorfológico disponibilizado pelo IBGE para o estado de Minas Gerais (1:250.000), as Áreas de Estudo Regional e Local inserem-se na unidade geomorfológica denominada “Serras do Quadrilátero Ferrífero”.

O Quadrilátero Ferrífero caracteriza-se como um dos conjuntos orográficos mais importantes do estado de Minas Gerais, concentrando a maior parte das reservas minerais do estado. Conforme Medina et.al., (2005), este está distribuído ao longo de uma área de aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup>, possuindo altitudes médias que variam entre 800 e 900 metros, e cristas que podem atingir a cota de 2000 m. As variações altimétricas, por sua vez, são atribuídas a processos de erosão diferencial, em que rochas mais resistentes a agentes intempéricos e erosivos constituem as porções mais elevadas do relevo, enquanto rochas mais suscetíveis constituem as porções intermediárias e baixas.

De acordo com o levantamento de padrões de relevo realizado por CPRM (2010), nas Áreas de Estudo Regional e Local ocorre o Domínio Montanhoso, que corresponde a um padrão de modelado que apresenta formas acidentadas e sistemas de drenagem em processo de entalhamento.

Quanto às características hipsométricas, as altitudes variam entre 700 m e 1.200 m, com as áreas mais baixas sendo representadas pelos vales fluviais do córrego Mina d'Água e rio das Velhas. As maiores altimetrias, por sua vez, são observadas nos interflúvios que definem as sub-bacias locais, estando estes no intervalo entre as cotas de 1.100 e 1.200 m. De forma geral, predominam as altimetrias nas faixas de 701 a 800 m e 801 a 900 m. No que se refere à declividade, predomina o relevo caracterizado como forte ondulado, com declividades entre 20% e 45%, que ocupa 57,35% da AER e 55,27% da AEL. Na sequência, observa-se a presença de relevo ondulado (8 a 20% de declividade), que abrange 22,60% da AER e 23,01% da AEL.

Ressalta-se que o vale do córrego da Mina d'Água, onde se localiza a área de intervenção do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, passou por alterações geomorfológicas significativas em decorrência das diversas intervenções antrópicas relacionadas às diversas atividades, como atividades industriais da Planta do Queiroz e também relacionado ao próprio padrão de expansão urbana na região, com evolução e ampliação das áreas de bairros residenciais e comunidades nos municípios de Nova Lima e Raposos.

#### 10.1.6 Pedologia e Aptidão Agrícola

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 (CETESB, 2023; EMBRAPA, 2018). Quando examinados a partir da superfície, consistem em seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes que se distinguem do material original (EMBRAPA, 2018).

No que se refere às funções ambientais, 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. Neste contexto, é também um recurso fundamental à vida humana, sendo base para práticas agrícolas e demais tipos de uso e ocupação da superfície (CETESB, 2023).

Sendo assim, preservar a qualidade do solo é essencial para garantir a sustentabilidade e conservação ambiental. Neste âmbito, o diagnóstico de pedologia desempenha um papel fundamental em estudos de impacto ambiental, pois fornece informações sobre as características e propriedades dos solos em determinada área de estudo, tornando possível compreender os impactos potenciais de atividades antrópicas e dando subsídio à elaboração de medidas preventivas, mitigadoras e de recuperação, quando pertinentes.

Diante deste contexto, o presente diagnóstico tem como objetivo apresentar e caracterizar as tipologias pedológicas predominantes nas áreas de estudo regional e local do projeto de implantação da Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, assim como discorrer sobre suas potencialidades e fragilidades incluindo as respectivas aptidões para atividades agrícolas.

#### **10.1.6.1 Metodologia**

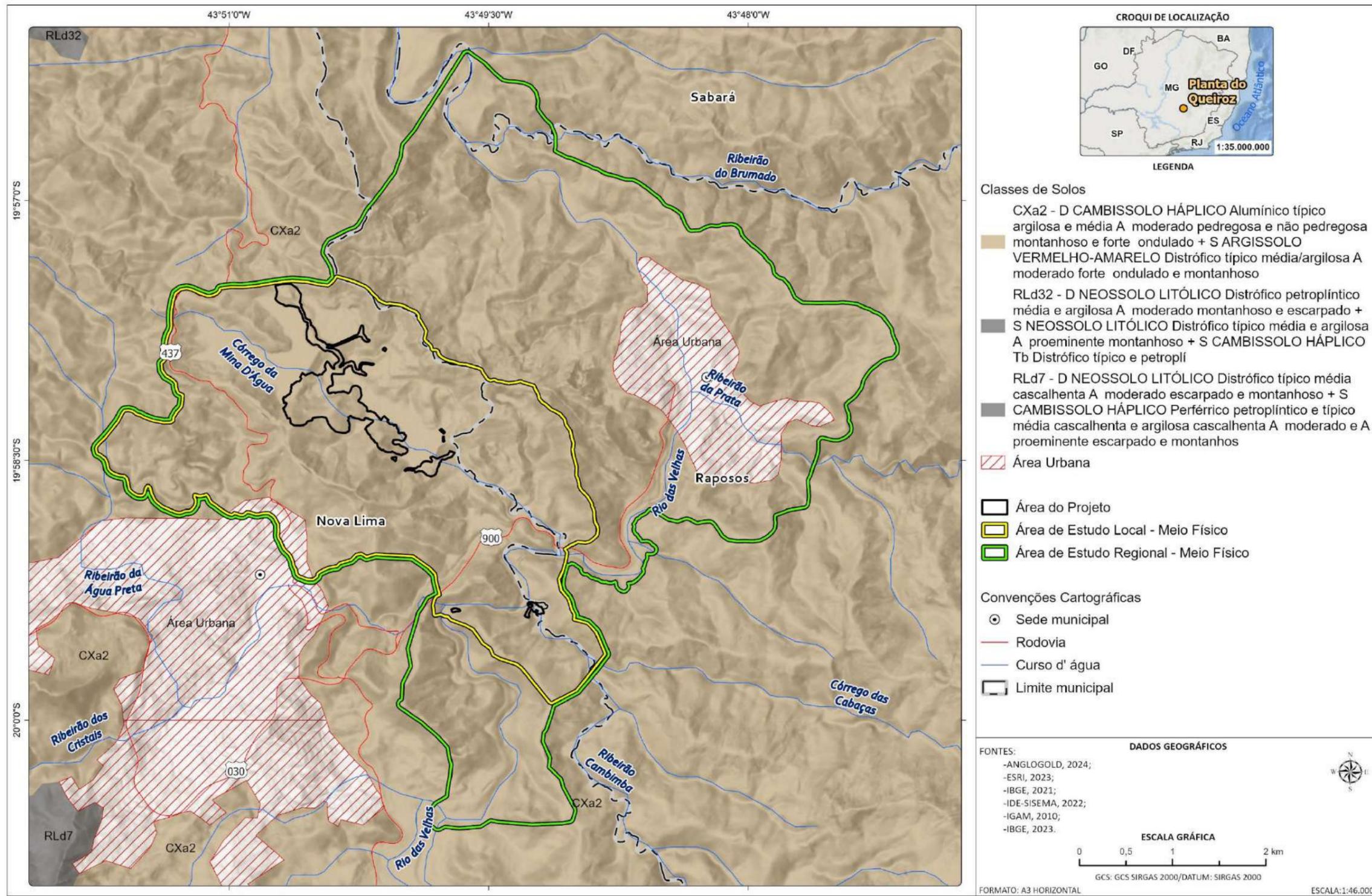
A caracterização pedológica foi elaborada a partir de dados e informações secundários, destacando-se as seguintes fontes: (i) Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em escala 1:250.000 (versão 2023); (ii) Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais elaborado por Embrapa (2004), em escala 1: 1.000.000; e (iii) classificações propostas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Além das referências citadas, foram utilizados dados primários oriundos de levantamentos de campo realizados por Golder (2016) na bacia do córrego Mina d'Água, a partir dos quais foram realizadas descrições de perfis de solos expostos em vias de acesso, taludes e áreas com eventos de erosão.

#### **10.1.6.2 Contextualização das Áreas de Estudo Regional e Local**

Conforme Mapa de Solos consultado (IBGE, 2023) nas Áreas de Estudo Regional e Local ocorre a classe de solos denominada Cambissolo Háplico Alumínico típico. Associados e em menor proporção, ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos típicos. A localização da área de estudos em relação às classes pedológicas presentes encontra-se apresentada na Figura 10-29.

Cabe ressaltar que em decorrência do baixo nível de detalhe da escala do mapeamento analisado (1:250.000), manchas de solo de menor extensão podem não ser compreendidas na representação, devendo ser identificadas a partir de trabalhos de campo.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

Figura 10-29 - Mapa de Pedologia e Classe de Solos nas Áreas de Estudo Regional e Local.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; IBGE, 2023; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

Em estudo elaborado pela Golder (2016) foi realizada a descrição de 25 perfis de solo localizados na bacia do córrego Mina d'Água, inserida na área de estudo local. Dos pontos avaliados, 12 perfis correspondem a Cambissolos Háplicos, 10 perfis a Neossolos Litólicos, e 1 a Latossolo Vermelho-Amarelo. Além das unidades citadas, Golder (2016) também identificou a ocorrência de solos coluvionares, afloramentos rochosos e locais marcados pela presença de capeamentos de canga.

Todos os pontos mencionados estão espacializados na tabela a seguir e são apresentados na figura a seguir, onde estão detalhadas as coordenadas, tipos de solo, localização em relação à área de estudos e responsável pelo levantamento.

**Tabela 10-17 - Localização dos pontos de descrição de solos e tipologia pedológica associada**

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Tipo de Solo	Localização	Levantamento
	N (m)	E (m)			
P1	621860	7792257	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P2	621889	7792264	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P3	621913	7792367	Neossolo Litólico e Cambissolo	AEL	Golder (2016)
P5	621072	7792688	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P8	621333	7792086	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P11	620458	7792684	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P13	620962	7791518	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P14	620632	7791798	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P15	620411	7791737	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P16	620639	7791428	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P17	620807	7791259	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P19	621464	7791554	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P20	621205	7791543	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P21	619816	7791952	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P22	619995	7792095	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P23	620432	7792315	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P24	620711	7792048	Latossolo Vermelho-Amarelo	AEL	Golder (2016)
P25	620287	7791868	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P26	622008	7791170	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P27	621777	7791269	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P28	621698	7791058	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P29	621469	7790944	Cambissolo Háplico	AEL	Golder (2016)
P30	622146	7790496	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)
P31	622288	7790655	Neossolo Litólico	AEL	Golder (2016)

Fonte: Modificado de GOLDER, 2016.

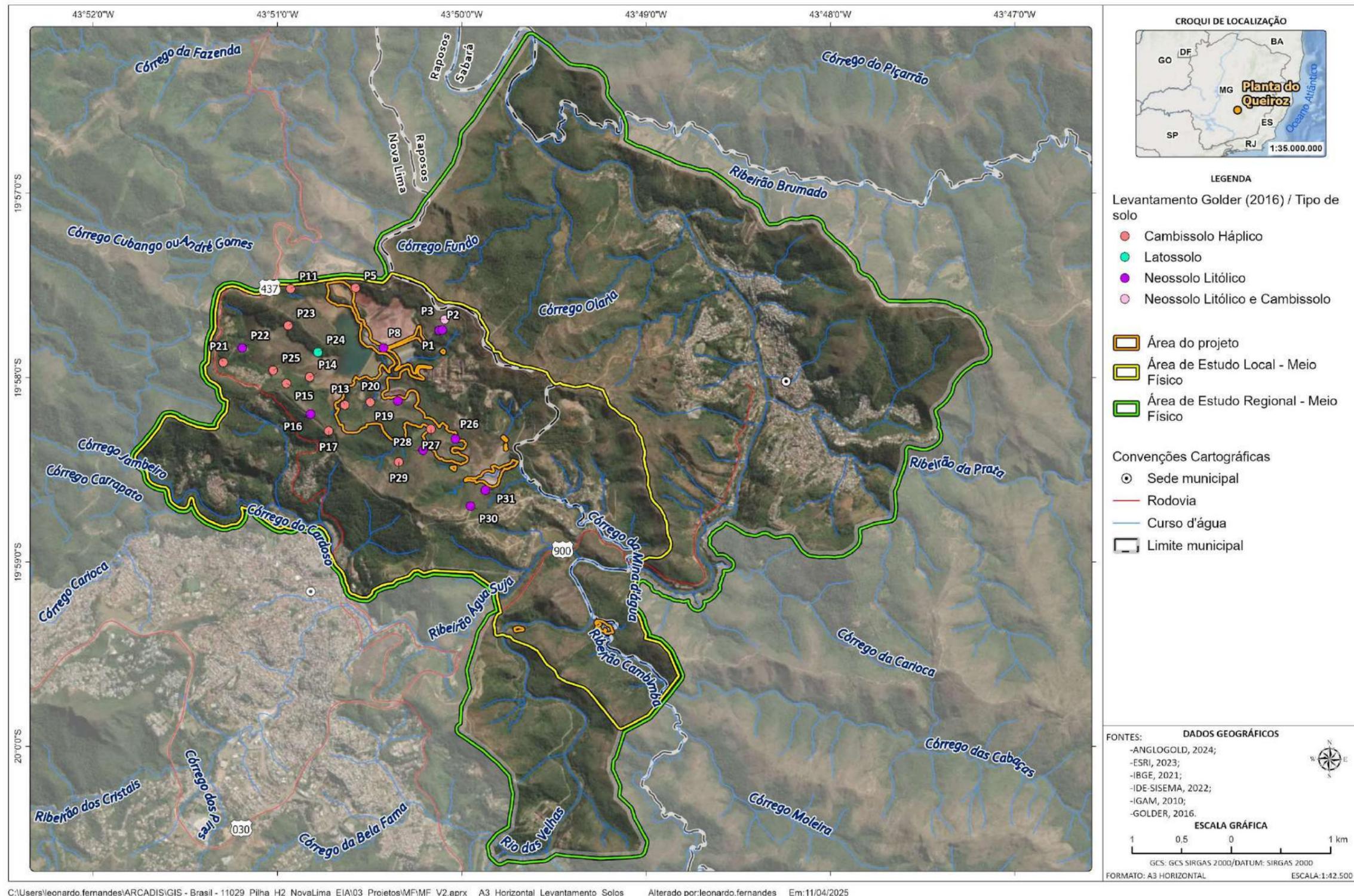


Figura 10-30 - Mapa dos perfis de solo descritos por GOLDER (2016) no contexto das Áreas de Estudo Regional e Local

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; GOLDER, 2016; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

A seguir são apresentadas as descrições de cada tipologia de solo identificada nas áreas de estudos. Ressalta-se que, além das classes demonstradas no mapeamento disponibilizado pelo IBGE, também será descrita as classes dos Neossolos Litólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos, identificadas através do levantamento de campo realizado por Golder (2016).

#### 10.1.6.2.1 Cambissolo Háplico Alumínico típico

Conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), os Cambissolos correspondem a um grupamento de solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente. Um horizonte B incipiente se configura como um horizonte subsuperficial que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura e no qual mais da metade do volume não consiste em estruturas da rocha de origem (IBGE, 2015).

Estes solos podem se originar a partir de diversos tipos de materiais litológicos, formas de relevo e condições climáticas. Por este motivo, suas características variam significativamente segundo sua localização (EMBRAPA, 2018). Podem ser de fortemente até imperfeitamente drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escura, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila. O horizonte B incipiente (Bi) pode apresentar textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o *solum* (horizontes A + B) geralmente possui teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento do horizonte A para o Bi. A estrutura do horizonte B pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços (EMBRAPA, 2018).

Os Cambissolos Háplicos correspondem àqueles que não se enquadraram nas demais categorias referentes ao segundo nível categórico de classificação de solos. A especificação “alumínico”, por sua vez, indica um solo com teor de alumínio extraível no horizonte B ou C igual ou maior do que 4 cmolc/kg de solo associado a atividade de argila menor do que 20 cmolc/kg, além de apresentar saturação por alumínio  $\geq 50\%$  e/ou saturação por bases  $< 50\%$  (distrófico) (EMBRAPA, 2018).

Na área de estudos local, os perfis correspondentes aos Cambissolos Háplicos indicaram a presença do horizonte C em níveis mais rasos até muito profundos. Por serem pouco estruturados, associados a relevos com maiores declividades, correspondem a solos com alto grau de erodibilidade, podendo desencadear erosões tanto lineares quanto laminares (GOLDER, 2016). As figuras abaixo demonstram perfis de Cambissolos Háplicos registrados por Golder (2016).



**Figura 10-31 - Cambissolo háplico identificado no entorno da Barragem de Cocuruto**

Fonte: GOLDER, 2016.



**Figura 10-32 - Cambissolo háplico identificado no entorno das barragens de Calcinados e Rapaunha**

Fonte: GOLDER, 2016.

#### 10.1.6.2.2 Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico

Conforme Embrapa (2018), os Argissolos são solos constituídos por material mineral, diferenciando-se pela presença de horizonte B textural com argila de baixa atividade, ou alta atividade quando conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter aluminico.

O horizonte B textural é um horizonte mineral subsuperficial com textura francoarenosa ou mais fina, em que houve incremento de argila (fração < 0,002 mm), orientada ou não, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação, formação *in situ*, herança do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte. Este acúmulo ou aumento da concentração pode ocorrer associado ou não a matéria orgânica e com ou sem destruição e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O horizonte B textural ocorre imediatamente abaixo de horizonte A ou E, e seu conteúdo de argila é maior que o do horizonte A ou E, podendo ou não ser maior que o do horizonte C (EMBRAPA, 2018).

Os argissolos apresentam ainda os seguintes requisitos: (i) Horizonte plântico, se presente, não está acima nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural; (ii) Horizonte glei, se presente, não está acima nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

Grande parte dos solos desta classe apresenta uma transição entre os horizontes A e Bt usualmente clara, abrupta ou gradual. Os Argissolos são de profundidade variável, podem ser desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas (devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita) e mais raramente brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este. São de forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa, predominantemente cauliníticos (EMBRAPA, 2018).

### 10.1.6.2.3 Latossolo Vermelho Amarelo

Os Latossolos são definidos como o grupamento de solos constituído por horizonte B latossólico em sequência a qualquer tipo de horizonte A (exceto hístico). O horizonte B latossólico é um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, sendo virtualmente destituído de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo. Este é formado a partir do processo de latolização que consiste, de forma geral, na ocorrência de intensa lixiviação de bases ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , etc.) e sílica do perfil, o que leva à concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (EMBRAPA, 2018).

Neste contexto, os latossolos configuram solos evoluídos, que devido ao avançado estágio de pedogênese apresentam profundidade do *solum* (horizonte A + B) usualmente maior que 1 metro. São bem estruturados e variam de fortemente a bem drenados, apresentando alta resistência à ocorrência de processos erosivos. Têm granulometria predominante de silte e argila, formando agregados com alta porosidade, e sequência de horizontes A, B, C com pouca diferenciação de sub-horizontes e transições usualmente difusas ou graduais. Como consequência da alta intemperização, são normalmente ácidos, com reduzida saturação por bases (distróficos), apresentando baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2018).

O horizonte B apresenta cores que variam desde amarelas ou bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, dependendo da natureza e quantidade dos constituintes minerais (principalmente óxidos e hidróxidos de ferro), além de regime hídrico, características de drenagem do solo e teores de ferro no material de origem (EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos Vermelho-amarelos, unidade presente na área de estudos, diferencia-se dos demais tipos de latossolos por sua cor, que é amarelada devido à maior presença do óxido de ferro denominado de goethita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ).

Em levantamento de campo, Golder (2016) identificou uma exposição de Latossolo, apresentada na figura a seguir. No geral, este tipo de solo apresenta resistência à erosão, porém em locais de maior declividade podem estar suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa.



**Figura 10-33 - Exposição de perfil de latossolo nas proximidades da barragem de Rapaunha (P24)**

Fonte: GOLDER, 2016.

#### 10.1.6.2.4 Neossolo Litólico Distrófico típico

Conforme Embrapa (2018), os Neossolos podem ser definidos como um grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido. Estes compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

Quando classificados como litólicos, se configuram como solos com contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50cm a partir da superfície, apresentando horizonte A ou hístico diretamente sobre a rocha, sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos grosseiros, com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões). Admitem um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a nenhum tipo de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2018).

Os Neossolos Litólicos são suscetíveis à erosão acelerada devido à pequena profundidade e saturação rápida de água, favorecendo o escoamento superficial. De forma geral, estes estão associados a áreas com altos níveis de declividade e litologias mais resistentes ao intemperismo e erosão. O caráter distrófico observado na unidade presente nas áreas de estudo indica que se trata de um solo com saturação por bases menor que 50%, possuindo baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2018).

Segundo o mapeamento realizado pela Golder (2016), na Área de Estudos Local esses solos estão associados a relevos com declividades elevadas, incluindo terrenos montanhosos à escarpados, com associação a afloramentos rochosos.



**Figura 10-34 - Perfil de Neossolo Litólico na margem direita do reservatório Cocuruto (P26)**

*Fonte: GOLDER, 2016.*



**Figura 10-35 - Perfil Neossolo Litólico (A+C rocha), com horizonte A no fundo de Cocuruto (P19)**

*Fonte: GOLDER, 2016.*

### 10.1.6.3 Aptidão Agrícola nas Áreas Regional e Local

Para avaliação da aptidão agrícola foi consultado o mapeamento realizado por Embrapa (2004) em escala 1: 1.000.000 para o estado de Minas Gerais. Neste estudo, a avaliação da aptidão consistiu no enquadramento das terras dentro de seis grupos, objetivando apresentar as alternativas de uso em função da viabilidade de melhoramento dos cinco fatores limitantes básicos e da intensidade de limitação que persistir após a utilização de práticas agrícolas inerentes aos sistemas de manejo A (baixo nível tecnológico), B (médio nível tecnológico) e C (alto nível tecnológico) (EMBRAPA, 2004).

Neste contexto, conforme apresentado na Figura 10-36, a região onde se inserem as Áreas de Estudo Regional e Local é integralmente classificada no grupo 5. Este grupo é constituído pelas classes consideradas inaptas para lavouras independentemente do tipo de sistema de manejo (A, B ou C), mas que apresentam alguma aptidão para usos menos intensivos. Nas áreas de estudo é observada a classe de aptidão denominada 5(s), compreendida como a classe inapta para lavouras, mas que apresenta aptidão para silvicultura e para pastagens naturais.

No âmbito da avaliação da aptidão agrícola cabe retomar as classes de solo identificadas nas áreas de estudo. Neste sentido, os Cambissolos apresentam alto grau de suscetibilidade à erosão quando associados a relevos com declividades acentuadas. Além disso, cambissolos definidos como háplicos e distróficos apresentam baixa fertilidade natural. Podem ser considerados, portanto, como solos com significativas limitações ao uso agrícola.

Os argissolos também podem apresentar alta vulnerabilidade à erosão especialmente se associados a declividades elevadas, tendo em vista que a presença de horizonte subsuperficial de menor permeabilidade favorece o escoamento superficial da água e, conseqüentemente, a ocorrência de processos erosivos (EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos, por sua vez, se configuram como solos bem estruturados e resistentes à erosão, porém apresentam baixa fertilidade natural devido à alta lixiviação sofrida ao longo do processo de pedogênese. Assim, apresentam aptidão para uso agrícola desde que sejam utilizadas corretas técnicas de manejo. Apesar deste fato, são encontrados em menor expressão nas áreas de estudo, e estão associados a áreas com declividades elevadas, que favorecem a ocorrência de movimentos de massa.

Por fim, os Neossolos Litólicos constituem solos pouco desenvolvidos e com elevado grau de erodibilidade natural. Por serem distróficos, também apresentam baixa fertilidade. Ressalta-se ainda o fato de estarem associados a relevos com alta declividade, resultando em grandes restrições para uso agrícola.

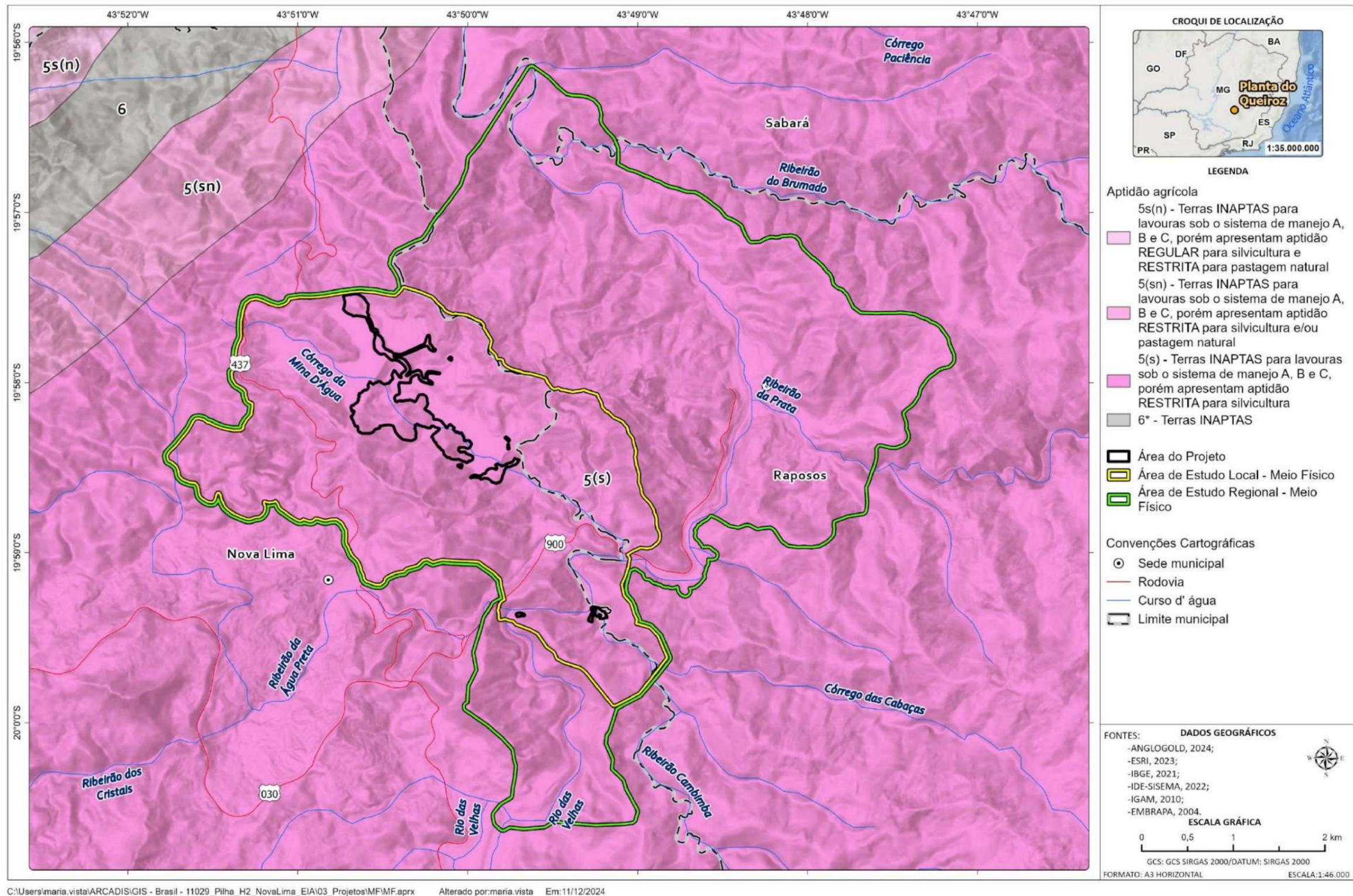


Figura 10-36 - Aptidão Agrícola nas Áreas de Estudo Regional e Local.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; EMBRAPA, 2004; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

#### 10.1.6.4 Síntese Conclusiva

Conforme Mapa de Solos disponibilizado pelo IBGE (IBGE, 2023), nas Áreas de Estudo Regional e Local ocorre a classe de solos denominada “Cambissolo Háplico Alumínico típico”. Associados e em menor proporção, ocorrem Argissolos Vermelho-amarelo Distróficos típicos, Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos típicos e Neossolos Litólicos Distróficos típicos, os últimos identificados em estudos *in loco* realizados pela Golder (2016).

Os Cambissolos correspondem a um grupamento de solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente, que podem se originar a partir de diversos tipos de materiais litológicos, formas de relevo e condições climáticas. Na AEL estão associados a relevos com maiores declividade e, por serem pouco estruturados, apresentam alto grau de erodibilidade. Apresentam caráter distrófico, que indica baixa saturação por bases e, conseqüentemente, baixa fertilidade natural.

Os Argissolos diferenciam-se pela presença de horizonte B textural, formado a partir de processos de incremento de argila. O horizonte B textural ocorre imediatamente abaixo de horizonte A ou E, e seu conteúdo de argila é maior que o do horizonte A ou E, podendo ou não ser maior que o do horizonte C. Os Argissolos podem apresentar alta vulnerabilidade à erosão especialmente se associados a declividades elevadas, tendo em vista que a presença de horizonte subsuperficial de menor permeabilidade favorece o escoamento superficial da água e, conseqüentemente, a ocorrência de processos erosivos.

Os Neossolos podem ser definidos como um grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido. Quando classificados como litólicos, se configuram como solos com contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, apresentando horizonte A diretamente sobre a rocha, sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% ou mais de sua massa constituída por fragmentos grosseiros. Estes são solos suscetíveis à erosão acelerada devido à pequena profundidade e saturação rápida de água, favorecendo o escoamento superficial. Estes estão geralmente associados a áreas com altos níveis de declividade e litologias mais resistentes ao intemperismo e erosão. Conforme destacado anteriormente, o caráter distrófico indica baixa fertilidade natural.

Os Latossolos são definidos como o grupamento de solos constituído por horizonte B latossólico em sequência a qualquer tipo de horizonte A (exceto hístico). Configuram solos evoluídos, que devido ao avançado estágio de pedogênese apresentam profundidade do *solum* (horizonte A + B) usualmente maior que 1m. São bem estruturados e variam de fortemente a bem drenados, apresentando alta resistência à ocorrência de processos erosivos. Como consequência da alta intemperização, são normalmente ácidos, com reduzida saturação por bases (distróficos), apresentando baixa fertilidade natural.

Por fim, quanto à aptidão agrícola, conforme mapeamento realizado por Embrapa (2004) as áreas de estudo se localizam na classe de aptidão do grupo 5 (5s), definida como inapta para lavouras e com possibilidade de uso restrita para a Silvicultura.

#### 10.1.7 Suscetibilidade a Processos Erosivos

Erosão hídrica, desprendimento de partículas de solo, escoamento superficial de volume pluvial e movimentação gravitacional de massa compreendem processos da dinâmica superficial do ambiente terrestre que podem ser desencadeados naturalmente por agentes físicos ambientais, a exemplo da ação do vento, chuvas, volume fluvial,

gelo/neve etc. Apesar de naturais, tais processos também podem ser intensificados/agravados por intervenções humanas no relevo, que geram estados de desequilíbrio no ambiente.

Assim, avaliar a suscetibilidade à erosão dos solos nas Áreas de Estudo é essencial para compreender o padrão da dinâmica superficial preteritamente a uma intervenção humana, permitindo a prevenção de possíveis interferências que possam intensificar a ocorrência de processos de erosivos e, conseqüentemente, gerar condições de degradação ambiental. Esta análise requer a elaboração de estudos específicos à temática, considerando as características da área avaliada.

### 10.1.7.1 Metodologia

Inicialmente a análise pautou-se em informações secundárias relativas à suscetibilidade a processos erosivos na região das áreas de estudo. Assim, fez-se consulta aos dados disponibilizados no estudo geotécnico do Projeto APA Sul RMBH (MEDINA et al., 2005), ao Mapa de suscetibilidade à erosão hídrica do Brasil publicado pela Embrapa (2020), em escala 1:250.000, e à Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Nova Lima - MG (CPRM, 2015), em escala 1:50.000, a qual representa literatura de referência mais recente publicada para caracterizar as áreas de maior suscetibilidade a inundações e a movimentos de massa (erosões laminares, lineares, escorregamentos, deslizamentos).

De forma subsidiária e com a finalidade de produzir uma análise específica, também foi elaborado mapeamento de fragilidade a processos erosivos para as áreas de estudos local e regional, baseando-se na proposta metodológica de Ross (1994) apresentada no artigo “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados”.

Conforme referida metodologia, a análise se dá a partir do levantamento das características naturais de aspectos fisiográficos diversos, como configuração do relevo, aspectos geológicos, tipos de solo, tipos de uso e cobertura da terra e características climáticas, que são avaliados e classificados quanto à sua fragilidade potencial. Na sequência, procura-se integrar as informações concebidas através da elaboração do mapeamento.

Assim, no que tange aos procedimentos técnicos operacionais, para elaboração do mapeamento atributos relacionados à configuração física dos terrenos são hierarquizados em cinco classes: variáveis com características que indicam menor fragilidade potencial apresentam valores mais próximos de ‘1’, enquanto aquelas potencialmente mais frágeis estão próximas de ‘5’. Esses elementos são tratados de forma integrada por meio de uma análise multi-criterial e parametrizada em ambiente SIG, permitindo a obtenção de um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas de fragilidade do território de interesse.

Para construção da carta de fragilidade apresentada no presente item, foram consideradas as temáticas de declividade, litologia, tipos de solo e tipos de uso do solo. As referidas informações foram obtidas por meio dados secundários e bases cartográficas pré-existentes disponibilizadas por instituições de referência. A seguir, são apresentados os detalhamentos sobre as temáticas e os níveis hierárquicos considerados.

#### 10.1.7.1.1 Base de dados para o mapeamento de fragilidade ambiental

Os parâmetros utilizados para este estudo referem-se a fatores que se refletem diretamente na fragilidade ambiental dos terrenos. Desta forma, foram consideradas as seguintes variáveis: (1) litologia; (2) pedologia; (3) declividade; e (4) uso do solo.

A litologia se faz importante na análise uma vez que há variações no grau de resistência de cada litotipo ao intemperismo e a erosão. Neste mesmo sentido, é importante dizer que existem solos mais desenvolvidos e bem estruturados em relação a outros, e por isso alguns são mais suscetíveis à ocorrência de processos erosivos, tornando essa variável de suma importância. Assim, ressalta-se que a análise dos aspectos litológicos se baseou nas cartas geológicas de Belo Horizonte (SE.23-Z-C-VI-3), em escala 1:50.000, e Ouro Preto (SF.23-X-A-III), em escala 1:100.000, desenvolvidas pela Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMIG) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (2005 e 2017). Para análise pedológica, foi considerado o Mapa de Solos desenvolvido pelo IBGE em escala 1:250.000 (2023).

As características do relevo são capazes de influenciar a velocidade de escoamento e o estabelecimento de caminhos preferenciais das águas incidentes em superfície, aumentando seu poder erosivo, já que há a transformação de energia potencial em energia cinética (CREPANI, *et. al*, 2001). Para contemplar este aspecto, foi selecionada a variável de declividade, gerada a partir de imagens de satélite Alos Palsar, em resolução de 12,5 metros.

Os tipos de uso e ocupação da terra, por sua vez, também representam uma importante variável no que tange a análise de fragilidade ambiental, já que a forma que a terra é utilizada impacta diretamente em sua capacidade de suportar a atuação de agentes intempéricos e erosivos. Neste contexto, o mapeamento de uso do solo utilizado na análise multicritérios refere-se àquele disponibilizado na plataforma MapBiomias (2024), em escala 1:100.000.

#### 10.1.7.1.2 Modelagem de fragilidade ambiental

Conforme apontado anteriormente, a vulnerabilidade ambiental frente aos processos erosivos nas AER e AEL foi determinada tendo como base aspectos da metodologia de elaboração de Carta de Fragilidade preconizada por Ross (1994). O referido mapeamento foi obtido a partir do cruzamento entre dados litológicos, pedológicos, de declividade e uso do solo presentes nas áreas de estudo, hierarquizados a partir da atribuição de notas de 1 a 5, em que valores mais próximos de '1' indicam características menos vulneráveis, e valores próximos de '5' maior vulnerabilidade.

*As notas das variáveis sobre pedologia, litologia, uso do solo e declividade foram adaptadas e aplicadas, conforme estudo de Crepani et. al. (2001).*

No que se refere à variável pedologia, segundo Crepani *et.al.* (2001), a maturidade dos solos está diretamente relacionada ao balanço entre a morfogênese e pedogênese. Em solos mais antigos prevalecem processos de pedogênese, gerando-se perfis lixiviados e bem desenvolvidos, enquanto em solos mais jovens e pouco desenvolvidos, os processos erosivos de morfogênese se fazem mais presentes (CREPANI et al, 2001).

Conforme mapeamento consultado (IBGE, 2023), só existe uma classe de solos presente nas áreas de estudos regional e local: o Cambissolo Háptico Alumínico. Os cambissolos correspondem a um grupamento de solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente. Um horizonte B incipiente se configura como um horizonte subsuperficial

que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura e no qual mais da metade do volume não consiste em estruturas da rocha de origem (IBGE, 2015).

Considerando tais aspectos, a esta classe pedológica foi atribuída nota 4. Cabe ressaltar que no mapeamento esta classe aparece em associação com Argissolos vermelho-amarelos distróficos. Os argissolos também podem apresentar alta vulnerabilidade à erosão especialmente se associados a declividades elevadas, tendo em vista que a presença de horizonte subsuperficial de menor permeabilidade favorece o escoamento superficial da água e, conseqüentemente, a ocorrência de processos erosivos (EMBRAPA, 2018). Importante destacar que não foram atribuídas notas às áreas antropizadas, uma vez que esta será contemplada na análise de fragilidade quanto ao uso do solo.

A Tabela 10-18 apresenta as informações de fragilidade pedológica.

**Tabela 10-18. Valores de fragilidade das classes de solo presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local**

Tipos de solos	Nomenclatura da unidade	Notas
Cambissolo Háplico Alumínico + Argissolo vermelho-amarelo distrófico	CXa2	4

Fonte: Adaptado de Crepani et. al. (2001). Elaboração Arcadis, 2024.

No que tange os tipos litológicos presentes nas áreas de estudo, é importante mencionar que toda rocha é um agregado de minerais e, desta forma, sua capacidade de resistência ao intemperismo depende da resistência dos minerais que as compõem frente às intempéries (CREPANI et al. 2001), além da presença de estruturas como foliações, fraturas e falhas.

Sendo assim, as coberturas superficiais em que predominam sedimentos inconsolidados, bem como os talco-xistos da Unidade Ouro Fino receberam as notas mais altas na escala de suscetibilidade (5) já que possuem menor resistência à desintegração mecânica e química. A sub-unidade da Unidade Ouro Fino constituída por xisto grafitoso também recebeu nota de suscetibilidade elevada (04). Em contrapartida, cabe citar os conglomerados, formações ferríferas, quartzitos e diques de diabásio e metadiabásio, que configuram litologias mais resistentes e receberam menores notas quanto à suscetibilidade (02). Ademais, foram classificadas com notas intermediárias tipologias as quais apresentam um certo grau de suscetibilidade, mas ainda são mais resistentes que determinados tipos de rochas, a exemplo da sub-unidade “Quartzo-ankerita xisto” associada à Unidade Mestre Caetano, bem como a Unidade Mindá, constituída por Plagioclásio-clorita-mica xisto, sericita-moscovita-quartzo xisto e quartzo-clorita-mica xisto.

A Tabela 10-19 sintetiza os valores de fragilidade atribuídos a cada unidade litológica identificada nas áreas de estudos.

**Tabela 10-19 - Valores de fragilidade das litologias presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local**

Unidade	Nomenclatura da unidade	Notas
Unidade Mestre Caetano	A3rmmc	3
Unidade Mestre Caetano - Conglomerado	A3rmmc(cg)	2
Unidade Mestre Caetano - Formação ferrífera	A3rmmc (ff)	2
Unidade Mestre Caetano - Quartzo-ankerita xisto	A3rmmc (ls)	3
Unidade Mestre Caetano - Quartzito sericítico	A3rmmc (qts)	2
Unidade Ouro Fino	A3rnof	4
Unidade Ouro Fino - Formação ferrífera	A3rnof (ff)	2
Unidade Ouro Fino - Talco xisto	A3rnof (tx)	5
Unidade Ouro Fino - Xisto grafitoso	A3rnof (xg)	4
Unidade Mindá	A4rnm	3
Diques de metadiabásio	Md	2
Diques de diabásio	D	2
Aluvião: areia e cascalho	N34al	5

Fonte: Adaptado de Crepani et. al. (2001). Fonte: Arcadis, 2024.

Informações acerca da declividade auxiliam na quantificação empírica da energia potencial disponível para o escoamento superficial (CREPANI et. al. 2001). A partir disso, conforme destacado anteriormente, compreende-se que áreas onde há maior declividade há maior ocorrência de processos morfogenéticos quando comparadas com áreas de baixos declives. Sendo assim, as maiores notas foram atribuídas às maiores declividades e as menores a classes de relevo mais planas.

**Tabela 10-20. Valores de fragilidade das classes de declividade presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local**

Declividade (%)	Notas
0% a 3	1
3% a 8%	2
8% a 20%	3
20% a 45%	4
45% a 75%	5
>75%	5

Fonte: Adaptado de Crepani et. al. (2001). Elaborado por Arcadis, 2024.

A depender do tipo de uso da terra, há diferenças quanto ao nível de fragilidade ambiental a processos erosivos. Neste contexto, áreas que apresentam formações vegetais tendem a ser menos suscetíveis à erosão, uma vez que a vegetação oferece cobertura e proteção ao solo contra a atuação direta de agentes externos (águas pluviais, ventos etc.). A cobertura vegetal também reduz a velocidade do escoamento superficial e favorece o desenvolvimento de solos mais profundos e bem estruturados. Em contrapartida, áreas que apresentam solos impermeabilizados, compactados ou não vegetados apresentam maior vulnerabilidade.

Assim, para as áreas urbanizadas, áreas de mineração, áreas de afloramento rochosos e áreas não vegetadas, foram atribuídos os maiores valores de fragilidade (5); mosaicos de usos (definidos como “áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura” (SOUZA et al., 2020), por sua vez, receberam nota 4; as áreas de pastagens e silvicultura receberam nota 3; formações campestres obtiveram nota 2; e as formações florestais receberam nota 1. Ressalta-se que devido as suas características físicas, os corpos d’água não foram considerados.

A relação das tipologias e as respectivas notas podem ser visualizadas na Tabela 10-21.

**Tabela 10-21. Valores das tipologias de uso e ocupação da terra presentes nas Áreas de Estudo Regional e Local**

Tipo de uso e ocupação da terra	Notas
Formação Florestal	1
Silvicultura	3
Formação campestre	2
Pastagem	3
Mosaico de Usos	4
Área urbanizada	5
Outras Áreas não vegetadas	5
Afloramento rochoso	5
Mineração	5
Rio, Lago e Oceano	Sem nota

Fonte: Adaptado de Ross (1994). Elaborado por Arcadis, 2024.

Após a atribuição das notas, os elementos foram pareados (comparados entre eles) de forma a atribuir pesos e determinar a importância de cada atributo de forma hierárquica no que tange a fragilidade ambiental da área.

Considerando que a declividade apresenta importância direta no desencadeamento de processos morfogenéticos, uma vez que quanto maior o declive, maior a ocorrência de deslocamentos de materiais em comparação com declividades mais suaves, a ela foi atribuído o maior peso, 30%. Junto à declividade, atribuiu-se o peso de 30% ao uso do solo, já que esta variável tem papel fundamental no que se refere à interação entre as paisagens e agentes erosivos, controlando o nível de exposição dos terrenos. Para a variável litologia foi atribuído um peso de 25%, enquanto para os tipos de solo atribuiu-se 15%. A litologia se faz importante na análise uma vez que há variações no grau de resistência de cada litotipo ao intemperismo e a erosão. Os tipos de solo (mais ou menos desenvolvidos e bem estruturados), apesar de também serem fundamentais para a análise, foram mapeados em uma escala de 1:250.000 (IBGE, 2023) o que, em comparação ao mapeamento geológico utilizado (1:50.000), representa menor detalhamento. Por este motivo, optou-se por atribuir pesos diferentes entre as duas categorias. A Tabela 10-27 representa os valores de importância atribuído às variáveis analisadas.

**Tabela 10-22 - Importância das variáveis analisadas**

Importância	Categoria	Peso (%)
	Litologia	25
	Tipo de solo	15
	Uso do solo	30
	Declividade	30
	Total	100

Fonte: Elaborado por Arcadis, 2024.

### 10.1.7.2 Contextualização das Áreas de Estudo Regional e Local

Considerando dados do Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil disponibilizado pela Embrapa (2020) em escala 1:250.000, nas áreas de estudo regional e local os solos apresentam suscetibilidade que varia entre muito alta, alta e moderada. Estas variações são altamente influenciadas pelos níveis de declividade presentes, e podem ser observadas na figura a seguir.

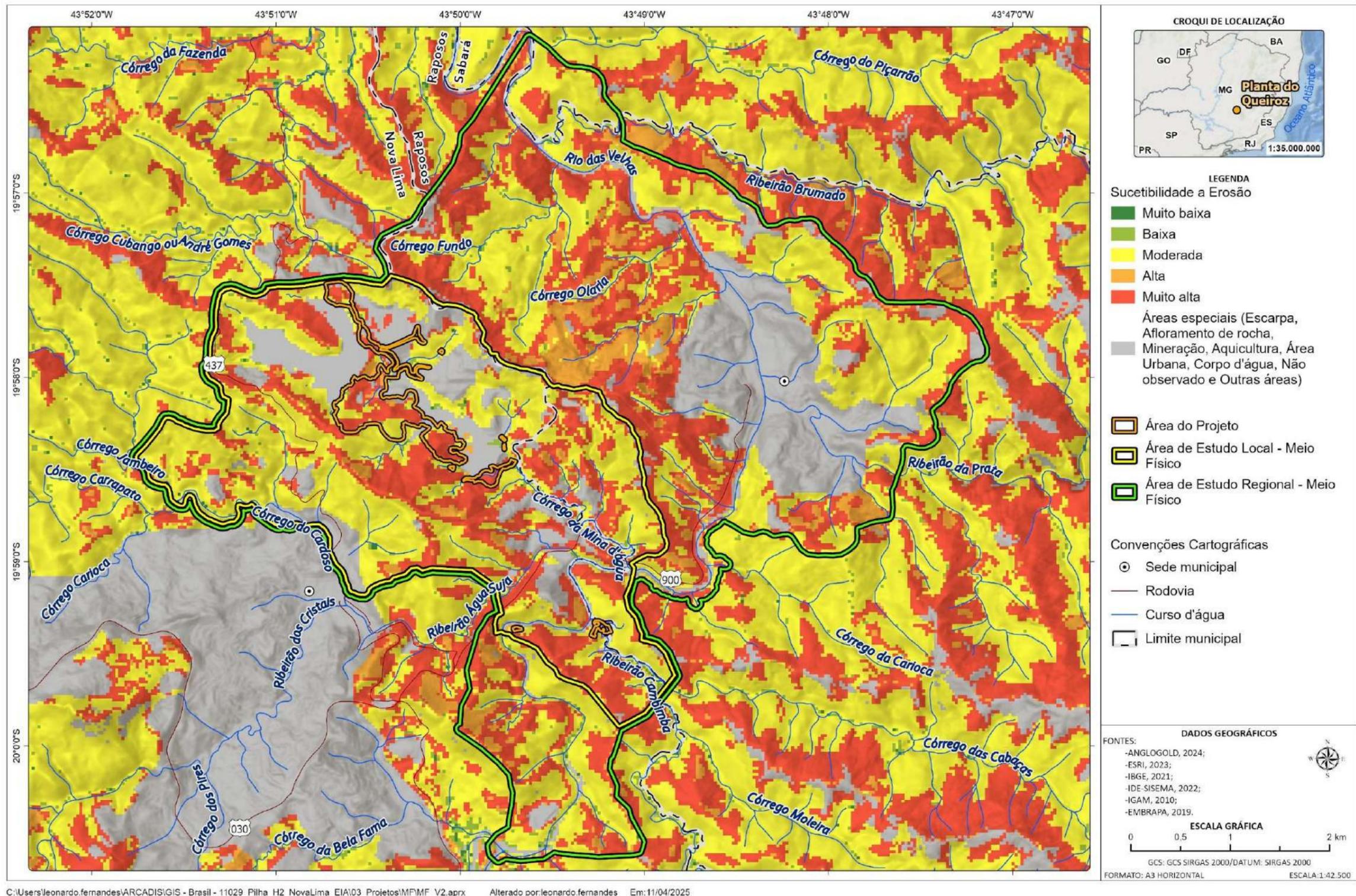


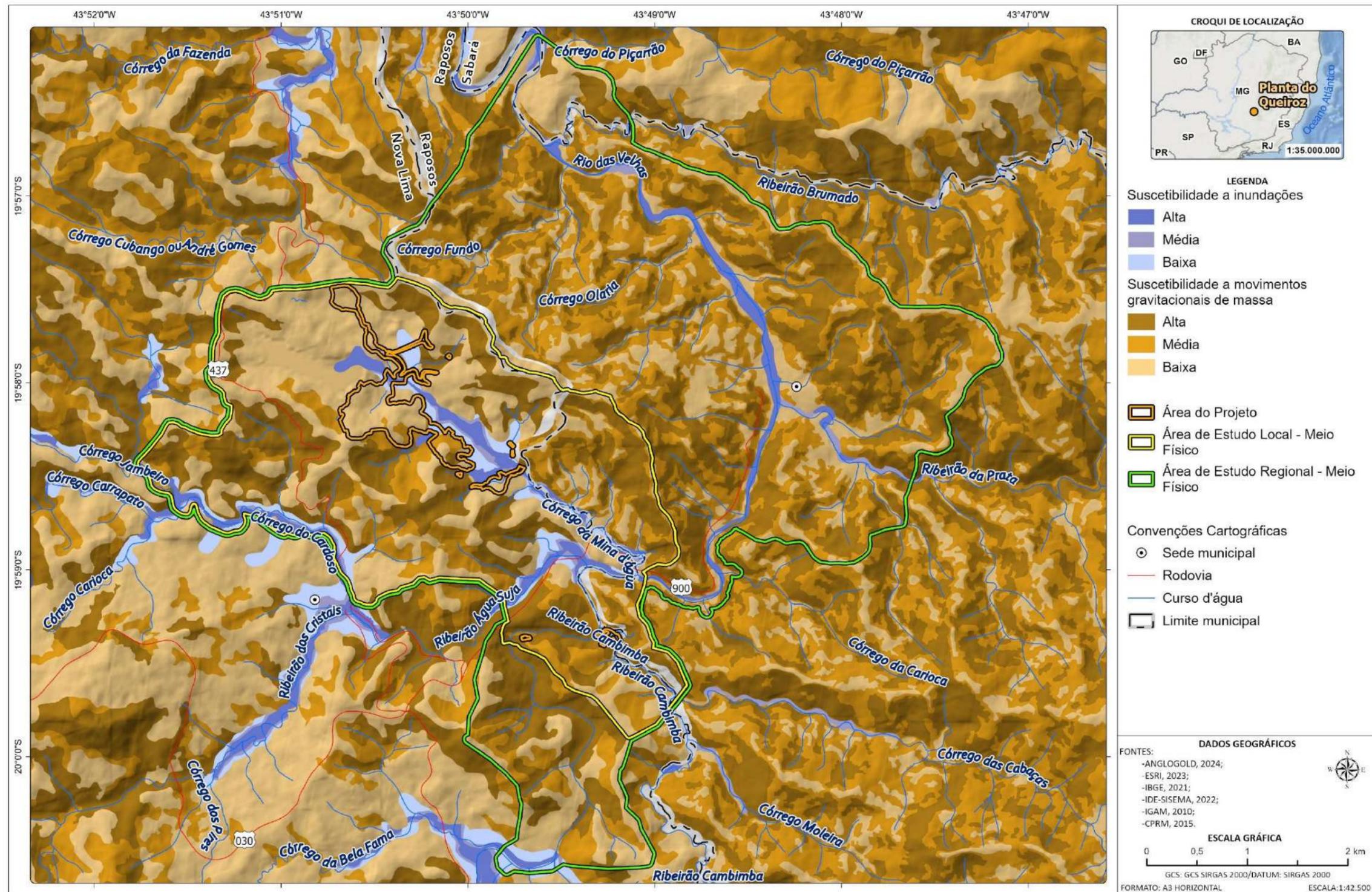
Figura 10-37 - Suscetibilidade dos solos à erosão hídrica nas Áreas de Estudo Regional e Local.

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; EMBRAPA, 2004; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

O Mapa das Unidades Geológico-Geotécnicas em escala 1:50.000 do Projeto APA Sul RMBH publicado em 2005 apresenta delimitação das diferentes unidades de classificação das rochas do Quadrilátero Ferrífero, agrupando-as de acordo com as características geotécnicas, geomecânicas, de capacidade de suporte/sustentação litológica, grau de intemperismo, grau de escavabilidade e suscetibilidade à erosão. Este foi apresentado frente à localização das áreas de estudo na Figura 10-19 no capítulo 10.1.4.6, referente à Classificação Geológico-Geotécnica.

Conforme o referido mapa, as áreas de estudo do projeto da Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz se inserem na Unidade Geotécnica de Xistos (sub-divisão xistos-ep), sendo composta por xisto, xisto grafitoso, talco xisto e formação ferrífera das unidades: Córrego do Sítio, Mestre Caetano e Ouro Fino. Assim, de acordo com Medina et al (2005), quanto à suscetibilidade a erosão tal unidade é classificada de alta a muito alta, condicionada pela declividade mais elevada dos terrenos, pela textura dos materiais de intemperismo, predominantemente siltosa, pela pequena espessura dos solos presentes e pelas formas de ocupação da unidade. A suscetibilidade a movimentos de massa é variável de alta a muito alta, sendo fortemente condicionada pelas relações espaciais entre a face do talude, a foliação e demais estruturas geológicas como falhas e fraturas. A estabilidade dos taludes é condicionada também pela morfologia, declividade dos terrenos e, fundamentalmente, pelas formas de ocupação, onde a implantação de condomínios com arruamentos, cortes e aterros, resultaram no aumento da fragilidade da unidade a ruptura de taludes.

Já a Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Nova Lima/MG (CPRM, 2015), em escala 1:50.000, demonstra uma classificação entre grau alto, médio e baixo de suscetibilidade a movimentos de massa, conforme é possível observar na Figura 10-38.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx A3\_Horizontal\_Suceptibilidade\_Inundacao Alterado por:leonardo.fernandes Em:11/04/2025

Figura 10-38 - Mapa de Suscetibilidade a movimentos de massa e inundação do município de Nova Lima, com delimitação para Áreas de Estudo Regional e Local

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

Segundo o relatório técnico da carta (CPRM, 2015), as situações de risco alto de movimento de massa se referem às áreas de morros altos e baixos, cujas formas de encostas são retilíneas e côncavas, as quais tendem a convergência do escoamento superficial de água, e com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos. As amplitudes das encostas nessas áreas de alta suscetibilidade variam de 80 a 300 metros, com vertentes íngremes que contam com declividades de até 25°. Nessas condições, entre alta e média vertente há alta concentração de nascentes e drenagens de primeira ordem que se desenvolvem sobre perfis de solo pouco evoluídos e rasos, gerando tendência a ocorrência de processos de deslizamentos e rastejos.

Já as áreas mapeadas como de média suscetibilidade a movimentação de massa, também com predomínio de morros altos e baixos, são marcadas por encostas convexas a retilíneas, com amplitudes topográficas de 60 a 200 metros e declividade variando de 10 a 30°. Apresentam alta a média densidade de drenagens de segunda ordem. Os solos nestas áreas tendem a ser mais evoluídos e com capacidade maior de suporte e sustentação do que nas áreas de alta suscetibilidade, indicando menores taxas de erosão e desprendimento de solo.

As áreas de baixa suscetibilidade, por sua vez, se referem a planícies e terraços fluviais e morros baixos, com encostas convexas suavizadas e topos amplos, com amplitudes baixas menores que 120 m e declividades inferiores a 15°, onde predominam processos de alagamentos dos cursos d'água em épocas de cheia e rastejamentos de solo aluviais nas baixas vertentes. Nas Áreas de Estudo Regional e Local, observa-se que áreas antropizadas com declividade plana são classificadas como de menor vulnerabilidade.

Por fim, quanto a processos de inundação, as áreas de alta suscetibilidade se referem a planícies aluviais com baixas declividades e amplitudes, marcada por solos hidromórficos das planícies aluviais. Os processos mais recorrentes são solapamento de margens e inundações que podem chegar a até 2 m de altura em relação à borda da calha do leito regular (CPRM, 2015). Comparando o mapa de suscetibilidade com os canais de drenagem da bacia hidrográfica, observa-se que a alta classe para inundação se sobrepõe à planície de inundação ao longo do córrego da Mina d'Água, córrego da Represa e o ribeirão da Prata.

### **10.1.7.3 Mapeamento da fragilidade ambiental**

O mapeamento de vulnerabilidade a processos erosivos para as Áreas de Estudos Regional e Local foi elaborado a partir da compilação de atributos relacionados às configurações físico-espaciais dos terrenos, como contexto geológico, geomorfológico, pedológico e de uso e cobertura do solo de forma hierarquizada, de acordo com suas características intrínsecas de vulnerabilidade. A partir da análise dessas variáveis foi possível estabelecer classes de vulnerabilidade à processos erosivos - que variaram entre baixa, moderada, alta e muito alta - na área de intervenção do projeto, bem como nas Áreas de Estudo Regional e Local. A tabela a seguir (Tabela 10-23) apresenta a extensão de cada classe de suscetibilidade a depender da área estudada.

**Tabela 10-23 - Quantitativo das classes de suscetibilidade a processos erosivos nas áreas de estudos**

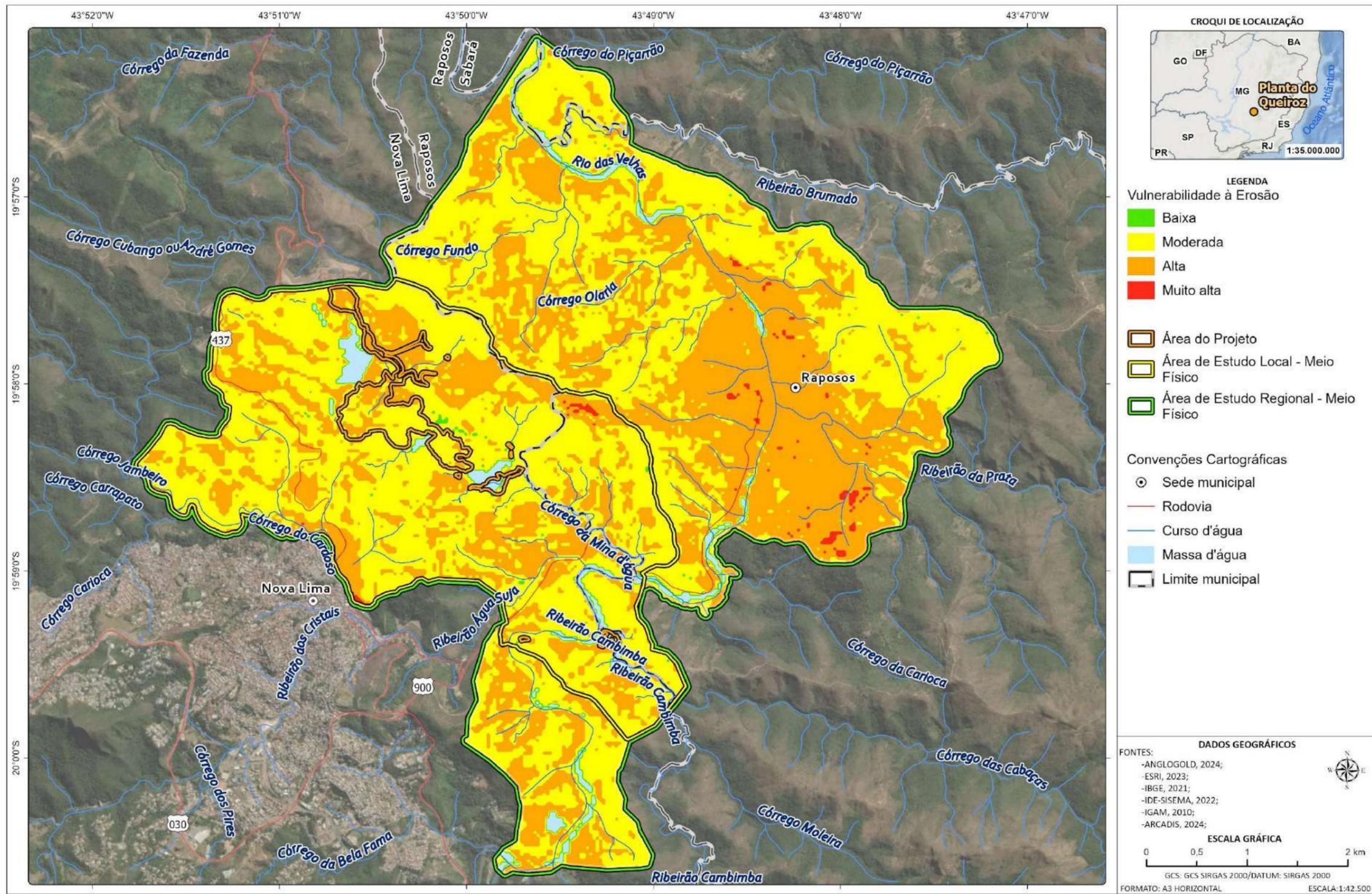
Classe	Área de Estudo Regional		Área de Estudo Local		Área do Projeto	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
<b>Baixa</b>	5,16	0,19	4,1992	0,36	0,19	0,30
<b>Moderada</b>	1.573,08	56,52	746,3988	64,57	39,27	61,69
<b>Alta</b>	1.134,15	40,75	375,2975	32,47	22,15	34,79
<b>Muito Alta</b>	12,84	0,46	2,5395	0,22	-	-
<b>Massa d'água</b>	57,91	2,08	27,4681	2,38	2,05	3,22
<b>Total</b>	2783,14	100	1155,90	100	63,66	100

Elaborado por Arcadis, 2025.

Conforme dados apresentados na tabela acima, nota-se que a classe de moderada suscetibilidade a processos erosivos apresenta a maior proporção nas Áreas de Estudo Regional e Local e na Área do Projeto, com porcentagens de 56,52%, 64,57% e 61,69%, respectivamente. Posteriormente, a classe mais presente é a alta com 40,75% na AER; 32,47% na AEL e 34,79% na área do Projeto. As classes “baixa” e “muito alta” são as menos representativas nas áreas avaliadas.

A figura a seguir apresenta a representação cartográfica das classes de suscetibilidade a processos erosivos nas áreas de estudos.

De forma geral, nota-se que a declividade, de maioria forte ondulada, teve contribuição fundamental para que as regiões analisadas apresentem parte significativa dos seus resultados entre as classes moderada e de alta suscetibilidade a processos erosivos. A espacialização dos resultados permite-nos observar também que as áreas de altas vulnerabilidades estão associadas, em sua maioria, às áreas que apresentam algum tipo de intervenção antrópica, como os ambientes urbanos e aqueles destinados à mineração, usos aos quais foram atribuídas as maiores notas de vulnerabilidade. Observa-se também que, quando associado o fator declividade e uso antrópico das áreas (mineração e urbanização), alguns pontos apresentaram vulnerabilidade muito alta à erosão, a exemplo do perímetro onde localiza-se a cava exaurida Espírito Santo, na porção nordeste da área de estudos.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx Alterado por:leonardo.fernandes Em:11/04/2025

**Figura 10-39 - Suscetibilidade a processos erosivos nas Áreas de Estudo Regional e Local.**

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

#### 10.1.7.4 Síntese conclusiva

Para entendimento da classificação do grau de risco a processos erosivos e demais processos de movimentação de massa na área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, foi feita consulta ao Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil disponibilizado pela Embrapa (2020), em escala 1:250.000; , ao Mapa das Unidades Geológico-Geotécnicas em escala 1:50.000 do Projeto APA Sul RMBH; e à Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Nova Lima/MG (CPRM, 2015), em escala 1:50.000.

De acordo com o mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil disponibilizado pela Embrapa em escala 1:250.000, nas Áreas de Estudo Regional e Local os solos apresentam suscetibilidade que varia entre muito alta, alta e moderada, altamente influenciada pelos níveis de declividade presentes.

De acordo com o Mapa de Geodiversidade do Estado de Minas Gerais, toda a porção sudeste do estado mineiro que se insere no contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero onde afloram terrenos gnáissico-migmatíticos, em sua maioria alterados, caracterizados por espessos perfis de solo sujeitos ao escorregamento e voçorocamento, sobretudo nas áreas de declividade mais elevada (amplitude de relevo superiores a 20 m e declividade acima dos 20°).

Já conforme classificação do Mapa das Unidades Geológico-Geotécnicas do estudo do Projeto APA Sul RMBH, a Área de Estudo do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz se insere na Unidade Geotécnica de Xistos cuja suscetibilidade a erosão é classificada de alta a muito alta, condicionada pela declividade mais elevada dos terrenos, pela textura dos materiais de intemperismo, predominantemente siltosa, pela pequena espessura dos solos presentes e pelas formas de ocupação da unidade. A suscetibilidade a movimentos de massa é variável de alta a muito alta, sendo fortemente condicionada pelas relações espaciais entre a face do talude, a foliação e demais estruturas geológicas como falhas e fraturas.

A Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Nova Lima/MG (CPRM, 2015), em escala 1:50.000, apresenta em maior nível de detalhamento o mapeamento realizado no município, permitindo uma caracterização mais aprofundada das áreas de risco geológico para a área de estudo (regional e local). Tal literatura classifica as áreas de risco a movimentos de massa (erosões, rastejamentos, deslizamentos de terra, tombamentos de bloco) e à inundação como classe alta, média e baixa.

Por fim, conforme análise multicritério elaborada a partir do pareamento das variáveis geologia, pedologia, uso do solo, hipsometria e declividade nas áreas de estudos houve a predominância das classes “moderada” e “alta”. Infere-se que a declividade e o uso do solo são fatores de extrema importância no que tange a análise da suscetibilidade, já que as áreas de maior vulnerabilidade estão inseridas no contexto de intervenções antrópicas (mineração e urbanização) e declives acentuados.

Predomina na AER a classe de média suscetibilidade a movimentos de massa com predomínio de morros altos e baixos, são marcadas por encostas convexas a retilíneas, com amplitudes topográficas de 60 a 200 m e declividade variando de 10 a 30°. Secundariamente, há também grande abrangência espacial de áreas de baixa suscetibilidade na AEL que, por sua vez, se referem a planícies e terraços fluviais e morros baixos, com encostas convexas suavizadas e

topos amplos, com amplitudes baixas menores que 120 m e declividades inferiores a 15°, onde predominam processos de alagamentos dos cursos d'água em épocas de cheia e rastejamentos de solo aluviais nas baixas vertentes.

Junto às áreas de baixa suscetibilidade a movimentos de massa, também se delimitam as áreas de baixa/média/alta suscetibilidade à inundação, condicionadas pelas principais drenagens que conformam o corpo d'água do córrego Mina d'Água.

### 10.1.8 Espeleologia

As cavidades naturais subterrâneas integram o Patrimônio Espeleológico e foram declaradas como bens da União pela Constituição Federal, art. 20, inciso X. Este patrimônio ambiental não dispõe de legislação regulamentadora de regência, apenas normas emanadas do Poder Executivo regulando a matéria.

Devido às características singulares das cavidades, o poder público implementou um intenso regramento que tem por objetivo a preservação do patrimônio. O estudo espeleológico foi executado com base no Decreto nº 6.640/2008, que define cavidade natural subterrânea como:

*qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, fuma ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante. (BRASIL, Decreto nº. 6.640/2008).*

O recorte espacial do presente estudo de Prospecção Espeleológica abrangeu as intervenções superficiais do empreendimento minerário, acrescidas de seu entorno de 250 metros. A Resolução CONAMA nº 347/2004, art.2, IV, define o conceito de área de influência sobre o patrimônio espeleológico como:

*área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários a manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola. (BRASIL, Resolução CONAMA nº 347/04).*

Esta definição de área de influência da caverna também está contida no Anexo V da Instrução Normativa MMA N° 02, de 30 de agosto de 2017. De acordo com a Resolução CONAMA nº 347/2004 (art. 4º, §. 2º), a área de influência será definida pelo órgão ambiental competente, a partir de estudos específicos.

O art. 4º, §. 3º, da Resolução CONAMA nº 347/2004 estabelece a área de influência como a projeção horizontal das cavidades, acrescida de um entorno de 250 m, em forma de poligonal convexa, até não se efetivar a definição baseada nos estudos específicos. Este ato normativo dá embasamento para executar a prospecção da área do Projeto, e também de seu entorno de 250 m.

O presente documento refere-se ao trabalho de campo executado em 2024, com vista para a Prospecção Espeleológica da Planta do Queiroz, empreendimento da AngloGold Ashanti localizado no município de Nova Lima/MG, tendo como premissa a regularização ambiental dos projetos da Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2), Nova Pilha de Disposição de Rejeitos (PDR) Nova Lima, Áreas de Empréstimo e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz. Ademais, objetivou-se a consolidação dos estudos espeleológicos executados previamente, assim como adensar o caminhamento na área do projeto acrescida de seu entorno de 250 m, conforme determinam as leis que vigoram sobre o tema Patrimônio Espeleológico.

### 10.1.8.1 Histórico dos estudos espeleológicos da Planta do Queiroz

O primeiro estudo de prospecção espeleológica efetuado na Planta do Queiroz foi executado no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do aterro de disposição de resíduos perigosos denominado Aterro H por meio do Processo COPAM nº 089/1985/049/2014, executado pela empresa BIOS CONSULTORIA AMBIENTAL (2014).

O segundo estudo de prospecção espeleológica executado nesta unidade ocorreu no âmbito do EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinaados (Processo COPAM nº 089/1985/051/2016), feito pela empresa GOLDER (2016). A área do empreendimento compreendeu a área do Projeto Calcinaados - Ampliação do Sistema de Disposição da Barragem Calcinaados B5, incluindo a área de empréstimo e a área de disposição de material excedente.

Em 2017 foi executada a terceira prospecção espeleológica na Planta do Queiroz, pela GOLDER (2017), no âmbito do EIA do Projeto Calcinaados. Este estudo foi uma complementação da primeira prospecção (GOLDER, 2016), adensando a malha de prospecção na área do Plano Diretor do Projeto Calcinaados acrescida de seu entorno de 250 metros.

A quarta prospecção espeleológica foi executada pela GEO IT (2018), visando a complementação do caminhamento existente na Planta do Queiroz, no âmbito do Processo COPAM nº 089/1985/050/2014 (REVLO - Revalidação das Licenças de Operação vigentes). Na sequência, foi realizado o estudo de Análise de Relevância Espeleológica da referida cavidade (AQZ-0001), que foi conduzido pela mesma empresa, GEO IT (2019).

A quinta prospecção espeleológica da Planta do Queiroz, referente a regularização ambiental dos projetos de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, composto pela Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2), Áreas de Empréstimo e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz foi realizada pela GEO IT em 2023.

Finalmente, a sexta prospecção espeleológica realizada também pela GEO IT (2024), teve como base a regularização ambiental das estruturas que compõem o Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, aqui citados: Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2), Nova Pilha de Disposição de Rejeitos (PDR) Nova Lima, Áreas de Empréstimo e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz em Nova Lima/MG.

### 10.1.8.2 Metodologia

#### 10.1.8.2.1 Levantamento bibliográfico e cartográfico

Essa atividade se dá em gabinete com o levantamento bibliográfico sobre cavernas no Brasil, com destaque para região de estudo, além de consulta a artigos científicos, livros, mapas geológicos, imagens de satélite e cartas topográficas em escala compatível com os objetivos do empreendimento.

De modo complementar, também foi realizada a consulta as bases de dados espeleológicos oficiais no Brasil para averiguar se há cavidades previamente cadastradas nos locais de estudo. As fontes consultadas foram:

- Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE (CECAV/ICMBio);
- Cadastro Nacional de Cavernas - CNC (Sociedade Brasileira de Espeleologia).

### 10.1.8.2.2 Avaliação do potencial espeleológico

O estudo de Prospecção Espeleológica desenvolvido pela GEO IT (2024) fundamentou-se na revisão bibliográfica e cartográfica do potencial de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas a partir de elementos geológicos e geomorfológicos, bem como na consulta do Cadastro Nacional de Informação Espeleológica (CANIE) do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV/ICMBio (GEO IT, 2024). Conforme a referida empresa, a consulta ao CANIE ocorreu no dia 08/11/2024, a partir das bases cartográficas de 19/12/2022.

Foram elaborados dois mapas de potencial espeleológico: um da Planta do Queiroz baseado em litologia, estruturas geológicas, declividade, hidrografia e hipsometria; e o das estruturas localizadas na Barragem Cambimbe, embasado pela litologia, estruturas geológicas, declividade e hidrografia da área prospectada. O atual estudo é uma consolidação de todos os relatórios anteriores.

A Tabela 10-24 apresenta os pesos atribuídos às variáveis utilizadas no mapa de potencial espeleológico da Planta do Queiroz e a Tabela 10-25 apresenta a mesma relação para a Barragem do Cambimbe.

**Tabela 10-24 - Critérios e pesos utilizados no mapa de Potencial Espeleológico da Planta do Queiroz**

Variável	Peso
Declividade	0,1
Hidrografia	0,3
Estruturas geológicas	0,2
Litologia	0,3
Hipsometria	0,1

Fonte: GEO IT (2024).

**Tabela 10-25 - Critérios e pesos utilizados no mapa de Potencial Espeleológico da Barragem do Cambimbe**

Variável	Peso
Declividade	0,1
Hidrografia	0,3
Estruturas geológicas	0,2
Litologia	0,3

Fonte: GEO IT (2024).

Sob essa perspectiva, para avaliar os impactos das atividades previstas para implantação do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, sobre o patrimônio espeleológico, agora em escala de detalhe maior (por meio de representações cartográficas e escala compatível com a área de estudo), utilizou-se como base informações mais detalhadas sobre o potencial espeleológico da Planta do Queiroz oriundas de estudos pretéritos decorrentes de processos de licenciamento ambiental. O detalhamento dos critérios utilizados para a análise de cada variável encontra-se no **Anexo X** deste EIA.

### 10.1.8.2.3 Análise cartográfica e documental

A análise cartográfica e documental permitiu conhecer de forma mais detalhada a região de estudo, possibilitando identificar os locais com maior possibilidade a formação/ocorrência de cavidades naturais subterrâneas no local, contribuindo na melhora da acurácia do estudo de viabilidade do projeto, reduzindo riscos, prazos e custos.

## 10.1.8.3 Resultados

### 10.1.8.3.1 Potencial espeleológico

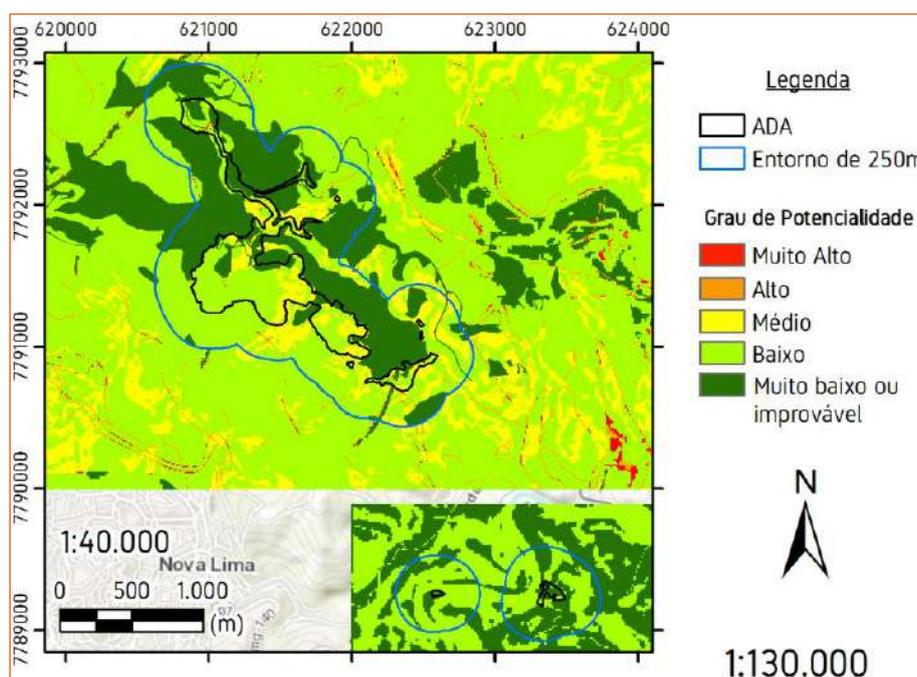
O potencial espeleológico apresentado no estudo de prospecção da Planta do Queiroz e Barragem do Cambimbe, realizados pela empresa GEO IT (2024), avaliou a litologia e outros fatores importantes que contribuem para a formação de cavidades naturais através da Análise de Decisão Multicritérios (ADM), resultando no estabelecimento de cinco categorias de potencial para ocorrência de cavidades na área: muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo ou improvável.

A Tabela 10-26 e a Figura 10-40 retirado do estudo citado, trazem a distribuição espacial destas categorias.

**Tabela 10-26 - Distribuição do potencial espeleológico na área prospectada**

Potencial espeleológico	Área (km <sup>2</sup> )	% da área total
Muito Alto	0,003386	0,09
Alto	0,015316	0,41
Médio	0,428668	11,52
Baixo	1,703537	45,77
Muito baixo ou improvável	1,570989	42,21

Fonte: GEO IT, 2024.



**Figura 10-40 - Mapa de potencial espeleológico**

Fonte: GEO IT, 2024.

Conforme resultados de potencial espeleológico na área prospectada realizado pela empresa GEO IT (2024), nota-se que há um predomínio das classes de potencial espeleológico baixo (45,77%) e muito baixo ou improvável (42,21%), representadas pelas cores verdes do mapa. Somadas tais classes totalizam 87,98% da área prospectada.

As áreas de médio potencial de ocorrência de cavidades apresentam 11,52% da área, enquanto as áreas classificadas como alto potencial espeleológico totalizam 0,41% da área do projeto acrescida em 250 metros. Já as áreas de potencial muito alto, cujos valores totalizaram 0,09% da área prospectada, são restritas aos fundos de vale com cursos d'água, especialmente quando ocorrem em conjunto com estruturas geológicas e maiores inclinações, sobretudo em hipsometrias mais altas (GEO IT, 2024).

Importante mencionar que as regiões antropizadas foram vetorizadas e estão contidas nos recortes espaciais classificados como de potencial espeleológico muito baixo ou improvável (GEO IT, 2024).

### 10.1.8.3.2 Levantamento e análise de dados

#### A. Prospecção Espeleológica

Como relatado anteriormente, a área da Planta do Queiroz passou por seis momentos que envolveram estudos de prospecção espeleológica (todos eles protocolados no órgão competente):

- I. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do aterro de disposição de resíduos perigosos denominado Aterro H, Processo COPAM nº 089/1985/049/2014 (BIOS, 2014);
- II. Estudo de Prospecção Espeleológica - EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinaos (Processo COPAM nº 089/1985/051/2016) (GOLDER, 2016);
- III. Prospecção Espeleológica na Planta Metalúrgica do Queiroz (GOLDER, 2017);
- IV. Complementação do caminhamento espeleológico existente na Planta Metalúrgica do Queiroz, no âmbito do Processo COPAM nº 089/1985/050/2014 (REVLO - Revalidação das Licenças de Operação vigentes) (GEO IT, 2018);
- V. Regularização ambiental do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, composto pela Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2) e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz" (GEO IT, 2023);
- VI. "Relatório de prospecção espeleológica Planta Metalúrgica do Queiroz e barragem do Cambimbe Nova Lima e Raposos/MG" (GEO IT, 2024).

Nesses trabalhos, o inventário espeleológico teve caráter sistemático cobrindo toda a área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz e seu entorno de 250 metros. O caminhamento consolidado no interior da área do projeto acrescida em 250 m, correspondendo à soma de todos já executados na área, totalizou 79,83 km, percorridos em estradas de acesso e trilhas abertas na vegetação (GEO IT, 2024).

No que diz respeito as feições espeleológicas, foram identificadas somente duas em toda extensão da Planta do Queiroz (Figura 10-41). A primeira delas se refere a uma cavidade natural (AQZ-0001) e a outra um pequeno abrigo (AQZ-0002). Ambas possuem desenvolvimento linear inferior a cinco metros e seu volume desenvolvido em xisto.

A classificação da feição AQZ-0002 como abrigo, foi realizada a partir de um mapeamento em detalhe, sendo considerada uma feição pseudocárstica e, portanto, não foi considerada uma cavidade natural subterrânea (GEO IT

2024). Nesse contexto, foi solicitada a autorização para supressão da AQZ-0001 ao órgão responsável, com objetivo de regularizar a situação das intervenções existentes na sua área de entorno inicial (GEO IT, 2019).

Destaca-se que não foi registrada nova cavidade natural subterrâneo ou abrigo na área de estudos.

Em relação a área de implantação do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, foram estabelecidos 20 pontos de controle, conforme exposto no Mapa 1.6-1, enquanto a descrição e localização georreferenciada de cada um deles é reproduzida na tabela a seguir.

**Tabela 10-27 - Descrição dos pontos controle de caracterização na área correspondente do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.**

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Altitude (m)	Descrição	Fonte
	E (m)	N (m)			
<b>P01</b>	620868	7791423	905	Ponto situado em terço inferior de encosta, com declividade moderada, próximo ao reservatório da barragem Rapaunha, onde existe um relevo antropizado. Foi efetuado no interior de uma antiga cava, registrada como mina, um achado arqueológico, por Traços e Offícios Consultoria Ambiental e Cultural (2018). Nesta escavação antrópica existe exposição de solo com 1,2 m de espessura, sobreposto a saprolito de xisto com 2 m de espessura mínima. Portanto, o potencial espeleológico é baixo.	GEO IT, 2024
<b>P02</b>	621.101	7.791.468	885	Ponto localizado na baixa vertente, onde existe relevo antropizado. O mapa de potencial espeleológico classificou esta região como de alto potencial espeleológico, entretanto, após a conferência em campo, foi verificado que este resultado se deve a alta declividade de taludes e cortes de estrada. Desta maneira, foi constatado muito baixo potencial espeleológico.	GEO IT, 2024
<b>P03</b>	621.350	7.791.098	870	Ponto na meia encosta, com baixa declividade, com vegetação de mata e solo com cobertura de serrapilheira. Não foram identificados afloramentos rochosos, sendo o potencial espeleológico muito baixo.	GEO IT, 2024

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Altitude (m)	Descrição	Fonte
	E (m)	N (m)			
P04	621411	7791051	823	Ponto em fundo de vale, onde existe curso d'água ativo na visita, com direção NE, 1 m de largura e aproximadamente 0,4 m de profundidade. Sua calha é sedimentar e em suas margens existem afloramentos de xisto, sotopostos a regolito com até 1,5 m de espessura. Foram observados muros de pedra mapeados como arrimo, um achado arqueológico, por Traços e Ofícios Consultoria Ambiental e Cultural (2018). O potencial de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas é médio, ainda assim, toda drenagem no recorte espacial da prospecção espeleológica foi percorrida, não tendo sido registradas cavidades ou abrigos.	GEO IT, 2024
P05	621.900	7.792.395	932	Ponto localizado na alta vertente com média declividade, em área classificada como de potencial espeleológico muito alto pelo mapa de potencial executado. Em campo, foi verificado que a região se caracteriza pela existência de rampa de colúvio, sem a existência de afloramentos rochosos, sendo, portanto, de muito baixo potencial espeleológico. Devido a vegetação rasteira, é possível ter amplo campo de visão deste segmento da área prospectada. Próximo a este ponto foi observada ravina que evidencia que o solo é profundo	GEO IT, 2024
P06	621.821	7.792.331	941	Ponto em terço superior de encosta, próximo ao topo, com baixa declividade. Esta região caracteriza-se por rampa de colúvio sem afloramentos rochosos. O potencial espeleológico é baixo. A jusante deste ponto, existem áreas classificadas como de alto e muito alto potencial pelo mapa executado, contudo, foi verificado em campo que são taludes próximos a planta industrial, inacessíveis e de potencial espeleológico muito baixo.	GEO IT, 2024

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Altitude (m)	Descrição	Fonte
	E (m)	N (m)			
P07	620.819	7.791.156	918	Ponto situado à meia encosta, em estrada com corte antrópico expondo solo muito profundo, com profundidade mínima de 3 m. Desta maneira, visto que esta região é caracterizada pela presença de cobertura sedimentar, o potencial espeleológico é baixo.	GEO IT, 2024
P08	623.252	7.788.978	743	Ponto em terço inferior de encosta, com média declividade, na margem de ravina com direção nordeste e drenagem ativa na visita no dia 12/07/2023, próximo a nascente. Suas ombreiras expõem solo com 4 m de espessura mínima, a calha é sedimentar com a presença de matacões métricos de xisto. O potencial espeleológico é baixo. A menos de 30 m a sul deste ponto foi observado afloramento de xisto, com cerca de 5 m de altura e 10 m de continuidade lateral e ocorrência de lentes de quartzo concordantes, achatadas e lenticularizadas. Este afloramento foi a feição mais próxima de uma cavidade ou abrigo na área prospectada, entretanto, não possui paredes para fechar a poligonal de entrada. Também existe a possibilidade de ser um matacão basculado.	GEO IT, 2024
P09	623.410	7.789.318	716	Ponto em fundo de vale, na margem esquerda do ribeirão Cambimbe. Neste segmento existe um cânion esculpido em xisto, com afloramentos de até 5 m de altura e estimados 30 m de continuidade lateral, caracterizando, pontualmente, médio potencial espeleológico. Ainda assim, todo afloramento foi checado e não foram identificadas cavidades ou abrigos.	GEO IT, 2024
P10	623.304	7.789.342	721	Ponto situado na margem direita do rio das Velhas, a poucos metros a montante de onde deságua o ribeirão Cambimbe. Toda a margem do rio das Velhas caracteriza-se pelo baixo potencial espeleológico, devido à ausência de afloramentos rochosos, assim como a vertente na margem esquerda, onde foi possível ter amplo campo de visão da presença de solo, visto a ausência de vegetação.	GEO IT, 2024

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Altitude (m)	Descrição	Fonte
	E (m)	N (m)			
P11	622.484	7.789.246	727	<p>Ponto na planície fluvial do rio das Velhas, em sua margem direita, onde existe tubulação que atravessa o rio, em região com relevo antropizado. Existe um corte de estrada, onde é possível constatar a existência de solo profundo, situação que se repete nos cortes da ferrovia desativada Centro Atlântica em seu segmento que intercepta a área prospectada. A partir deste ponto, também é possível verificar um relevo antropizado na margem oposta do rio das Velhas neste segmento, com diversas estruturas de contenção de encosta, sendo inacessível para caminhamento. Visto a antropização do relevo e o significativo manto de alteração exposto em cortes, o potencial espeleológico é muito baixo.</p>	GEO IT, 2024
P12	622.616	7.789.188	762	<p>Ponto em terço médio de encosta, com declividade moderada. Caracteriza-se pela presença de rampa de colúvio formada por matriz argilosa, seixos, blocos e matacões subangulosos de xisto. A partir deste ponto também foi possível ter amplo campo de visão para vertente da margem esquerda do rio das Velhas, constatando sua inacessibilidade e ausência de maciços rochosos. O potencial espeleológico é muito baixo.</p>	GEO IT, 2024
P13	622.664	7.789.120	788	<p>Ponto na alta vertente com baixa declividade, com amplo campo de visão para esta região da área prospectada. Foi observado afloramento de xisto com venulação de quartzo de ocorrência restrita, que se manteve na paisagem possivelmente devido a presença do veio. O potencial de ocorrência de cavidades ou abrigos é muito baixo.</p>	GEO IT, 2024
P14	622.830	7.789.107	831	<p>Ponto em região de topo, com relevo suave ondulado, onde foi possível ter amplo campo de visão para as duas áreas prospectadas, constatando o predomínio do potencial espeleológico muito baixo, com exposição de solo em estradas, cortes e vertentes com vegetação de gramíneas, ausência de maciços rochosos ou qualquer afloramento expressivo.</p>	GEO IT, 2024

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Altitude (m)	Descrição	Fonte
	E (m)	N (m)			
P15	623.096	7.789.041	814	Ponto situado na alta vertente, próximo a interflúvio, com média declividade. Existe rampa de colúvio formada por solo argilo-arenoso e matacões subarredondados de quartzo. É possível ter amplo campo de visão para área. Constatou-se baixo potencial espeleológico.	GEO IT, 2024
P16	623.529	7.789.527	796	Ponto em terço superior de vertente, com média declividade, com a presença de solo argiloso com seixos de quartzo. Se teve amplo campo de visão, sobretudo para vertente da margem esquerda do rio das Velhas, verificando a presença de cobertura sedimentar, caracterizando potencial espeleológico muito baixo.	GEO IT, 2024
P17	623.546	7.789.377	758	Ponto localizado na meia encosta com declividade média. Foi observada ravina com direção sudoeste, escavada em cobertura sedimentar. Além desta ravina, também foi percorrida outra drenagem nesta região da área, verificando que mesmo nestas feições o potencial espeleológico é baixo.	GEO IT, 2024
P18	623.219	7.789.519	722	Ponto situado em fundo de vale, na ombreira da margem esquerda do rio das Velhas. Foi observada cobertura sedimentar assim como corte de estrada, onde existe exposição de afloramento de xisto alterado, sotoposto a solo raso. Constatou-se baixo potencial espeleológico, visto que o maciço rochoso só aflora em um corte antrópico.	GEO IT, 2024
P19	623.212	7.789.405	737	Ponto em terço inferior de vertente com baixa declividade. A partir deste ponto foi possível ter amplo campo de visão para esta região da área prospectada, sobretudo onde o ribeirão Cambimbe deságua na margem direita do rio das Velhas. A encosta caracteriza-se pela presença de rampa de colúvio, sem afloramentos rochosos ou depósito de tálus, com muito baixo potencial espeleológico.	GEO IT, 2024
P20	623.139	7.789.449	763	Ponto localizado na alta vertente com declividade moderada. Existe um aqueduto desativado escavado no solo, onde pode ser observado perfil de regolito de 1,5 m de espessura mínima, formado por solo argiloso, blocos e matacões placóides de xisto.	GEO IT, 2024

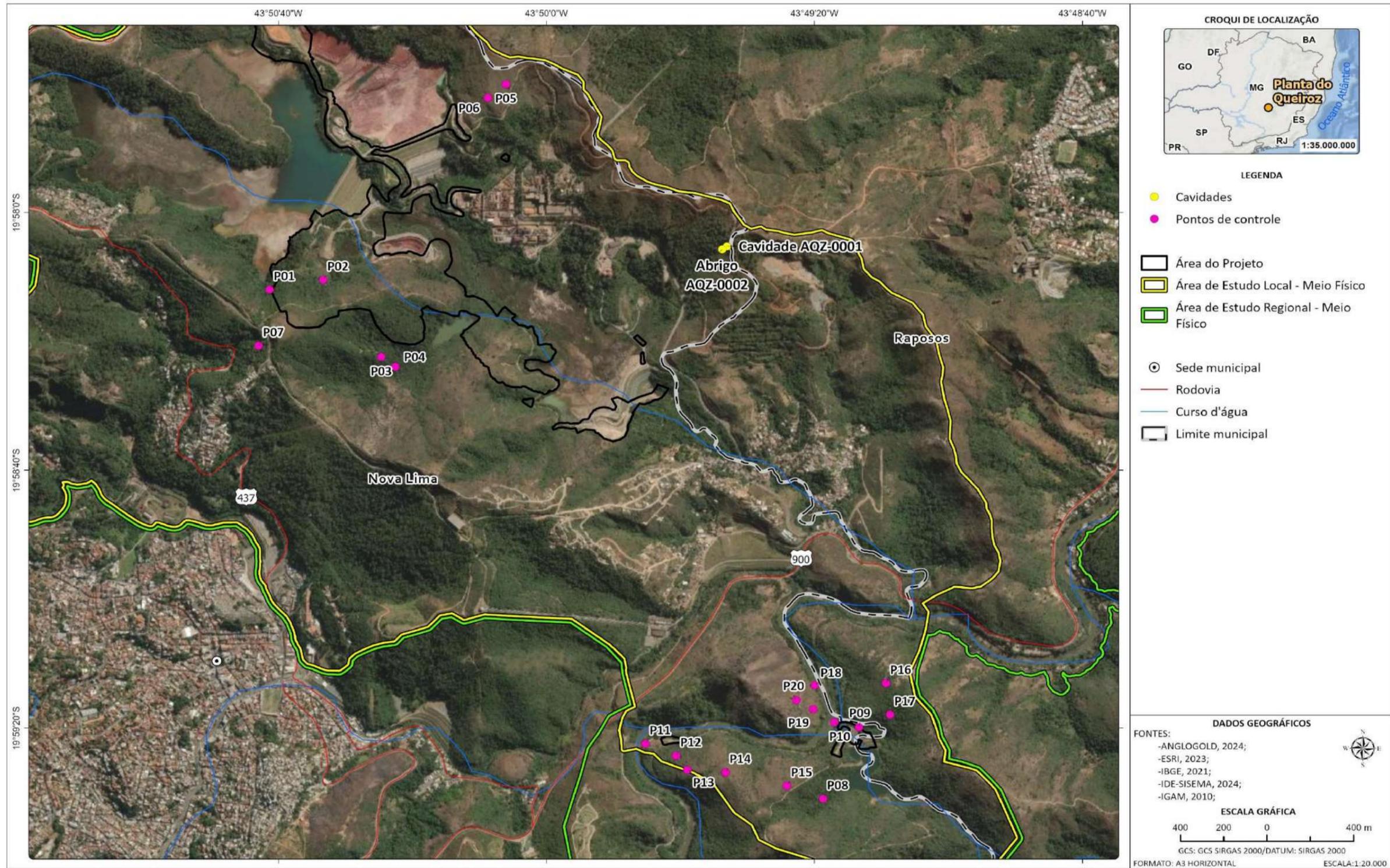
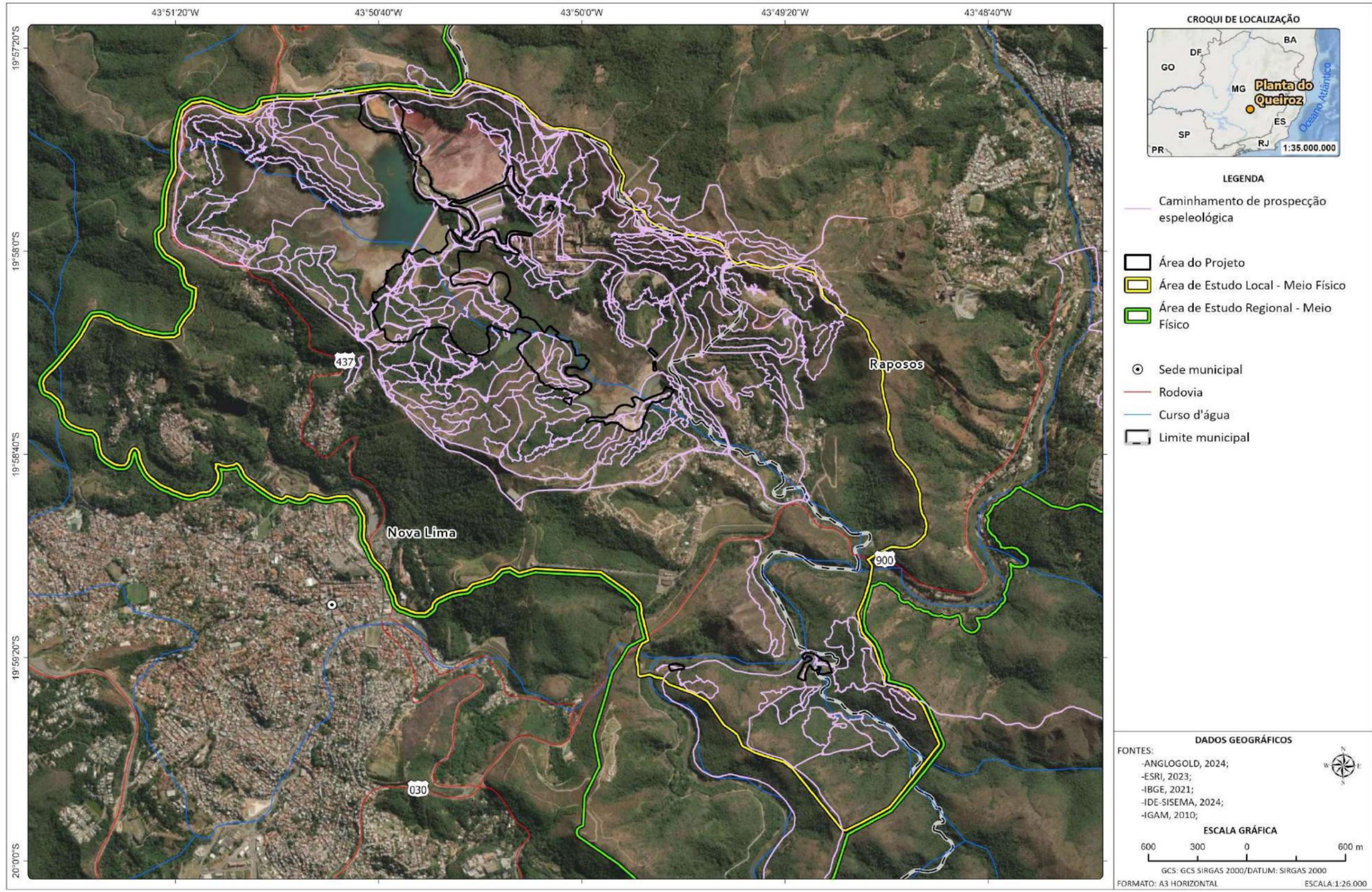


Figura 10-41 - Espacialização de todos os pontos controle de caracterização na área correspondente do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; GEO IT, 2024; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2024.

O caminhamento realizado nesse espaço foi dado da mesma maneira comentada anteriormente, sendo investigado os locais com maior probabilidade para ocorrência de cavernas - afloramento rochoso, drenagens, ruptura no relevo etc (Figura 10-42).

De acordo com as informações apresentadas, não foram identificadas novas cavidades naturais subterrâneas. Desta maneira, associando todas as informações apresentadas e avaliando um cenário futuro, considerando as atividades previstas para instalação do empreendimento, pode-se concluir que não haverá dano ou impacto sobre o patrimônio espeleológico, uma vez que não foram identificadas cavidades naturais subterrâneas ou feições espeleológicas (dolinas, sumidouros, ressurgências entre outras) na área prevista para implantação Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.



**Figura 10-42 - Caminhamento espeleológico no Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz**

Adaptado por Arcadis, 2024. Fonte: BIOS, 2014; GOLDBERGER, 2016; 2017; GEO IT, 2018; GEO IT, 2023; GEO IT, 2024.

#### 10.1.8.4 Síntese conclusiva

O caminhamento consolidado no interior da área do projeto acrescida em 250 m do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, somada todas as campanhas de campo já efetuadas na área, totalizou 79,83 km percorridos em estradas de acesso e trilhas abertas na vegetação.

Não foi registrada nenhuma nova cavidade natural subterrânea ou abrigo. Já havia registro de uma cavidade, denominada AQZ-0001, e de um abrigo, denominado AQZ-0002, no entorno de 250 m da Área do Projeto.

A cavidade AQZ-0001 foi classificada como de baixa relevância, e já foi solicitada a autorização para supressão com o objetivo de regularizar a situação das intervenções existentes na sua área de entorno inicial (GEO IT, 2019). Esta cavidade se encontra a 175,91 metros da área do projeto onde está prevista a deposição de material (*topsoil*) para a obra emergencial do reforço para estabilização do Aterro de Resíduos Industriais G. Registra-se que a área de deposição de *topsoil* se dará, tão somente na área delimitada, contemplando a cava exaurida Espírito Santo, a qual se encontra paralisada, sendo esta área escolhida pelo fato de estar totalmente antropizada, visando reduzir a intervenção ambiental para esta obra emergencial.

A classificação da feição AQZ-0002 como abrigo, foi realizada a partir de um mapeamento em detalhe, sendo considerada uma feição pseudocárstica e, portanto, não foi considerada uma cavidade natural subterrânea (GEO IT, 2024).

### 10.1.9 Recursos Hídricos Superficiais

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997) define como parte de seus objetivos centrais a utilização racional e integrada destes recursos visando o desenvolvimento sustentável e a manutenção da disponibilidade da água em padrões de qualidade adequados para as gerações atual e futura. Neste contexto, algumas das diretrizes gerais de ação para implementação da PNRH são a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários; e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.

Alinhada com as determinações da PNRH, a caracterização dos recursos hídricos superficiais torna-se parte fundamental de um estudo de impacto ambiental, uma vez que possibilita determinar os atributos atuais deste componente e analisar possíveis alterações que possam ser ocasionadas por intervenções antrópicas previstas no âmbito do empreendimento. Desta forma, serão apresentados a seguir os principais aspectos relativos à dinâmica hídrica superficial nas áreas de estudo Regional e Local do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.

#### 10.1.9.1 Metodologia

A caracterização dos recursos hídricos superficiais apresentada pautou-se na análise de dados e informações secundárias oriundos de órgãos oficiais, como mapeamentos da rede hidrográfica e informações sobre usos da água disponibilizados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), além de produções bibliográficas sobre o tema.

Destaca-se que a caracterização foi baseada nas escalas de análise regional e local, conforme definição apresentada para as Áreas de Estudo deste EIA.

Dentre as principais fontes consultadas, para análise das vazões características da Área de Estudo Regional foram utilizados dados da estação fluviométrica Raposos (41200430), operada pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), cuja localização encontra-se apresentada na Tabela 10-28 e na Figura 10-43. Os dados disponíveis se referem às médias mensais monitoradas durante o período de julho de 2017 a maio de 2024.

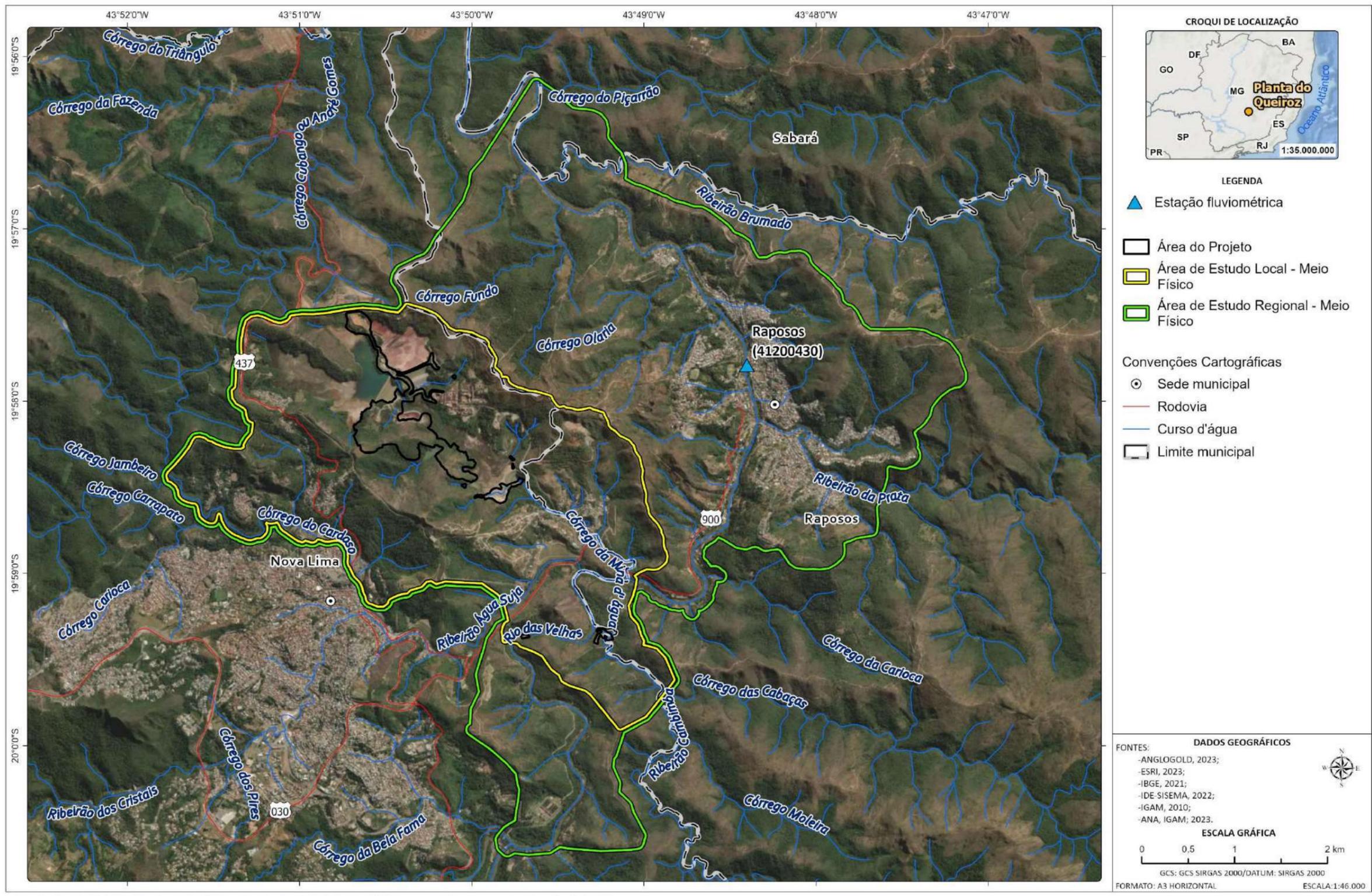
**Tabela 10-28 - Localização de estação fluviométrica na Área de Estudo Regional**

Estação Fluviométrica	Operador	Coordenadas UTM (Datum Sirgas 2000, 23S)	
		E (m)	N (m)
Raposos (41200430)	CPRM	624861	7792158

Fonte: IDE-Sisema, 2024.

Os dados referentes à estação Raposos (41200430) encontram-se disponíveis para *download* no portal Hidroweb, da ANA. Para interpretação dos mesmos, foram realizadas análises estatísticas de modo a obter a estimativa da vazão mínima para um período de retorno de 10 anos, com duração de 07 dias consecutivos ( $Q_{7,10}$ ), considerada a vazão de referência a ser utilizada para o cálculo das disponibilidades hídricas superficiais no Estado de Minas Gerais (IGAM, 2019). Também foi elaborada a curva de permanência, que indica a porcentagem de tempo em que um certo valor de vazão foi igualado ou ultrapassado.

As análises foram realizadas através do software SisCAH 1.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). O Software considera os modelos estatísticos Weibull, Pearson 3, Logpearson 3, Lognormal 2 e Lognormal 3, e aponta qual modelo e respectivo resultado melhor se ajustou aos dados da estação avaliada. O pré-processamento considerou o nível de consistência dos dados e a intolerância para falhas, ou seja, anos com falhas de medições maiores que 5% foram desconsiderados.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\IMF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

Figura 10-43 - Localização da estação fluviométrica Raposos (41200430).

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANA, 2023; ANGLOGOLD, 2023; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

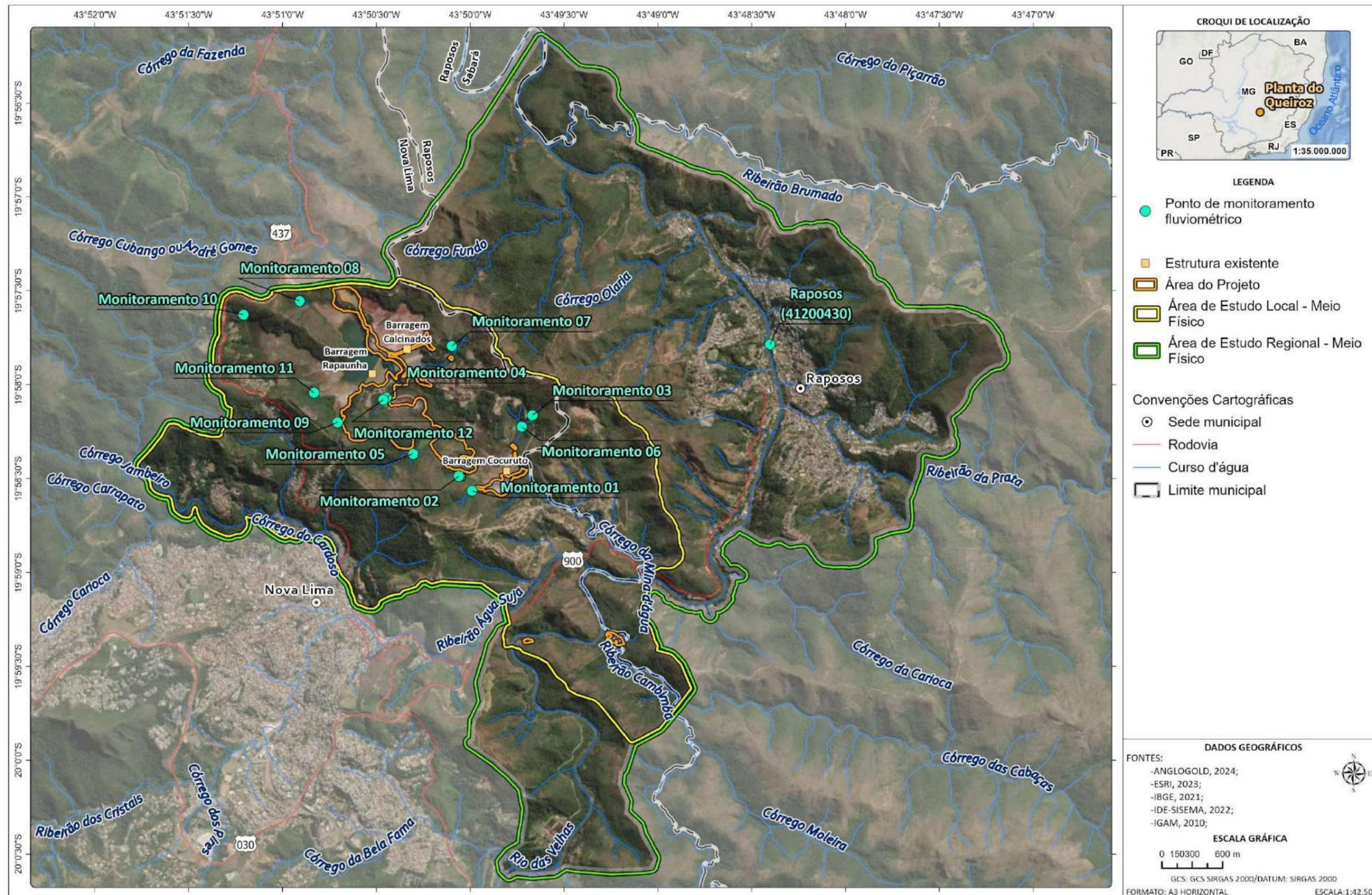
Para avaliação das características fluviométricas na Área de Estudo Local, foram utilizados dados de monitoramento de vazão disponibilizados pelo empreendedor em 12 pontos localizados na área operacional da Planta de Queiroz. Este monitoramento é realizado pela empresa Clam Engenharia, e tem como objetivo avaliar as descargas líquidas de drenagens localizadas na área de entorno dos barramentos Rapaunha, Calcinados e Cocuruto. Os dados avaliados são referentes ao monitoramento realizado entre os meses de julho de 2022 a julho de 2023.

A localização dos pontos de monitoramento é apresentada na Tabela 10-29 10-43 e na Figura 10-44.

**Tabela 10-29 - Localização dos pontos de monitoramento fluviométrico na Área de Estudo Local**

Ponto	Barragem Monitorada	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)	
		E (m)	N (m)
Monitoramento 1	Cocuruto	622082	7790739
Monitoramento 2	Cocuruto	621960	7790884
Monitoramento 3	Cocuruto	622648	7791479
Monitoramento 4	Cocuruto	621295	7791664
Monitoramento 5	Cocuruto	621536	7791107
Monitoramento 6	Cocuruto	622547	7791366
Monitoramento 7	Calcinados	621903	7792163
Monitoramento 8	Rapaunha	620502	7792600
Monitoramento 9	Rapaunha	620493	7792615
Monitoramento 10	Rapaunha	620836	7791420
Monitoramento 11	Rapaunha	619970	7792484
Monitoramento 12	Cocuruto	620619	7791713

Fonte: CLAM Meio Ambiente, 2024.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx Alterado por:leonardo.fernandes Em:11/04/2025

Figura 10-44 - Pontos de monitoramento fluviométrico na Área de Estudo Local.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

### 10.1.9.2 Contextualização da Área de Estudo Regional

O Projeto em análise localiza-se na bacia hidrográfica do córrego Mina d'Água, afluente da margem esquerda do rio das Velhas, sendo este um contribuinte direto do rio São Francisco (CBH Rio das Velhas, 2023).

O rio São Francisco nasce na serra da Canastra, no estado de Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte até Pernambuco, quando altera seu curso para leste, chegando ao oceano Atlântico através da divisa entre os estados de Alagoas e Sergipe (CBHSF, 2016).

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (BHRSF) é uma bacia de domínio federal, que possui grande importância em termos de volume de água transportado e potencial hídrico, com relevante contribuição histórica e econômica na região em que se insere. Apresenta extensão aproximada de 2.863 km, vazão média de 2.769 m<sup>3</sup>/s e uma área de drenagem de 639.219 km<sup>2</sup>. Devido a essas características, representa cerca 8% do território nacional, abrangendo 505 municípios localizados nos territórios de sete unidades da federação, a saber: Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Distrito Federal. A bacia é dividida em quatro regiões fisiográficas (Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco e Baixo São Francisco) e 34 sub-bacias hidrográficas (CBHSF, 2016).

A BHRSF possui como um de seus principais afluentes o rio das Velhas, localizado na região do Alto São Francisco e considerado seu maior contribuinte em extensão. Sua nascente principal situa-se na Cachoeira das Andorinhas, no município de Ouro Preto - Minas Gerais, a partir de onde percorre uma distância de aproximadamente 800 km até sua foz no rio São Francisco, em Barra do Guaicuí, município de Várzea da Palma (Minas Gerais) (IGAM; CBH Rio das Velhas, 2015).

A bacia hidrográfica do rio das Velhas possui uma área de drenagem de aproximadamente 29.173 km<sup>2</sup>. Conforme DN CERH-MG n° 71/2021, esta integra a Unidade Estratégica de Gestão (UEG) 1 - Afluentes do Alto São Francisco, correspondendo à Circunscrição Hidrográfica SF5 (IGAM; CBH Rio das Velhas, 2015). Em sua extensão abrange um total de 51 municípios, possuindo uma população de cerca de 4,8 milhões de habitantes. Esta é dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto Rio das Velhas, Médio Alto Rio das Velhas, Médio Baixo Rio das Velhas e Baixo Rio das Velhas.

O empreendimento em análise está localizado no trecho Alto, que apresenta maior concentração populacional, uma vez que contempla, dentre outros municípios, aqueles incluídos na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Possui como um de seus principais eixos econômicos a atividade minerária, uma vez que engloba parte significativa do conjunto orográfico do Quadrilátero Ferrífero (CBH Rio das Velhas, 2023).

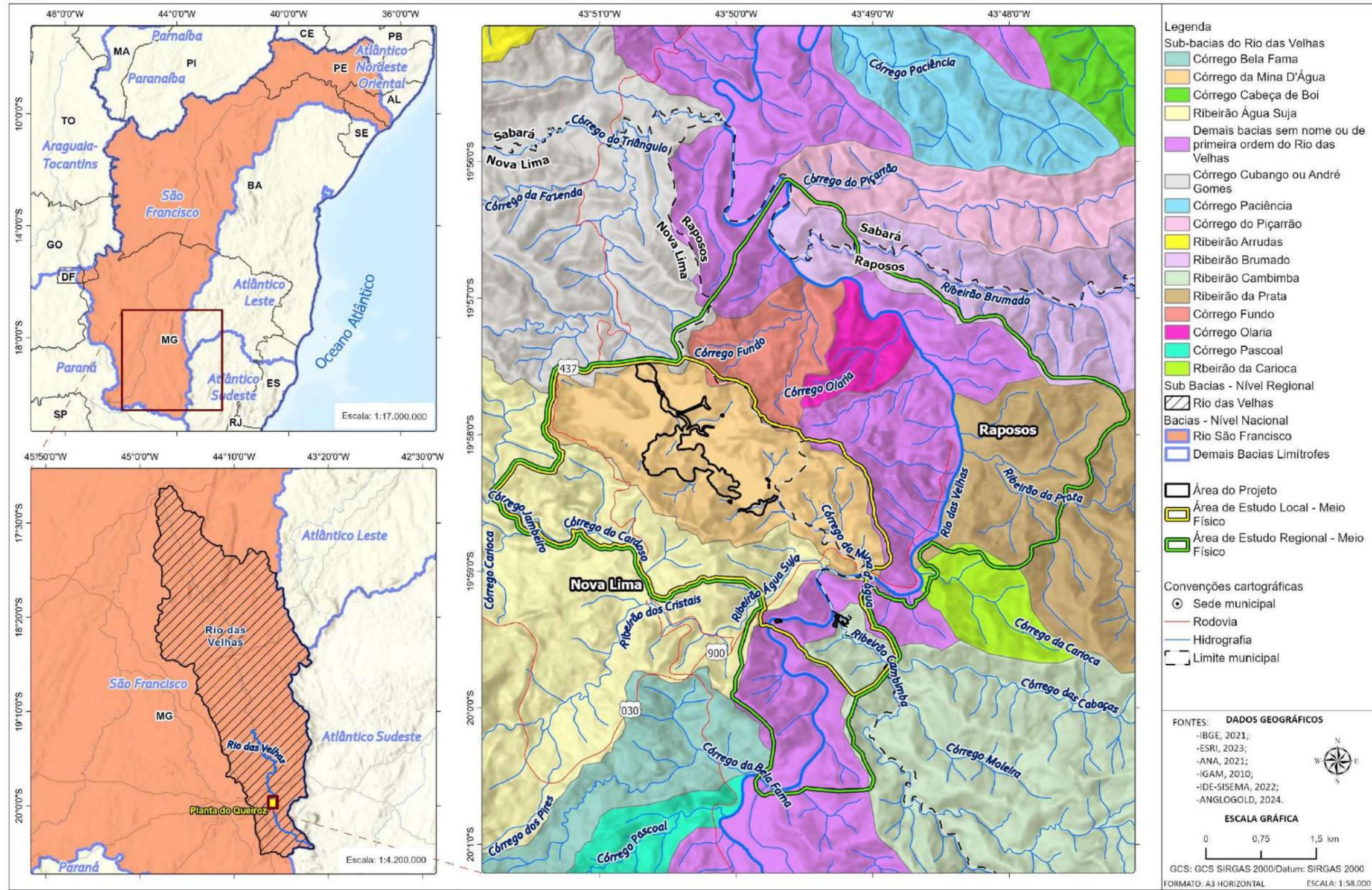
O território da bacia do Rio das Velhas também se subdivide em 23 regiões de planejamento e gestão de recursos hídricos, denominadas de Unidades Territoriais Estratégicas (UTE). O empreendimento em análise se localiza na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Águas da Moeda, que possui uma área de 544,32 km<sup>2</sup> e é composta pelos municípios de Itabirito, Nova Lima, Raposos, Rio Acima e Sabará (CBH Rio das Velhas, 2023).

Dentro deste contexto, a (AER) selecionada para o presente estudo localiza-se integralmente no interior da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas, compreendendo parte dos limites territoriais dos municípios de Nova Lima e Raposos/MG em um total de aproximadamente 2783 ha. A AER abrange a sub-bacia do Córrego da Mina d'Água, onde estão instaladas as principais estruturas da Planta do Queiroz.

A Oeste, a Área de Estudo Regional estende-se do divisor de águas adjacente à Área do Projeto até o sopé da vertente, tendo sua delimitação no córrego do Cardoso e contemplando núcleos populacionais próximos. A Sudoeste, a AER é delimitada conforme interflúvio contíguo a um curso d'água de primeira ordem, seguindo até sua confluência com o ribeirão Água Suja. A sul, a AER atravessa o vale do ribeirão Água Suja e prossegue pelas áreas de interflúvio que definem o vale do rio das velhas. Nesta região, a AER abrange porção da bacia do rio das Velhas situada à montante do empreendimento, sendo delimitada no ponto onde está localizada a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema Rio das Velhas/Bela Fama.

A Sudeste, a AER é delimitada nos interflúvios adjacentes à barragem de Cambimbe, situada no ribeirão Cambimbe, compreendendo a área de remanso deste barramento até a confluência com o córrego das Cabaças. A Leste, a AER compreende trecho do rio das Velhas e alguns de seus afluentes diretos, contemplando a área urbana de Raposos, sendo limitada a norte, a montante da confluência do rio das Velhas com o córrego Piçarrão.

Sua espacialização e localização quanto às bacias hidrográficas em escala regional pode ser observada na Figura 10-45 a seguir.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

Figura 10-45 - Mapa das bacias hidrográficas no contexto do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANA, 2021; ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

Para caracterização do regime fluviométrico no âmbito da Área de Estudo Regional, foram avaliados os dados médios mensais de monitoramento de vazão referentes ao período de julho de 2017 a maio de 2024 na Estação Fluviométrica Raposos (41200430), operada pela CPRM. Esta se localiza no rio das Velhas, a jusante da confluência com ribeirão da Prata, na altura da área urbana do município homônimo. As médias mensais de vazão observadas encontram-se sistematizadas na Figura 10-46 seguir.

Os valores médios para cada mês indicam que o comportamento das vazões é condizente com os índices pluviométricos, observando-se valores elevados no período chuvoso (meses de outubro a março) com decréscimo no período seco (meses de abril a setembro). Observa-se, ainda, um aumento significativo das vazões em janeiro de 2022, refletindo os altos registros pluviométricos observados neste período chuvoso, especialmente no mês de janeiro (569 mm, conforme registros da Estação Pluviométrica Água Limpa - 315390501).



**Figura 10-46 - Evolução dos dados de monitoramento de vazão na estação fluviométrica Raposos (41200430)**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: HIDROWEB, 2024.*

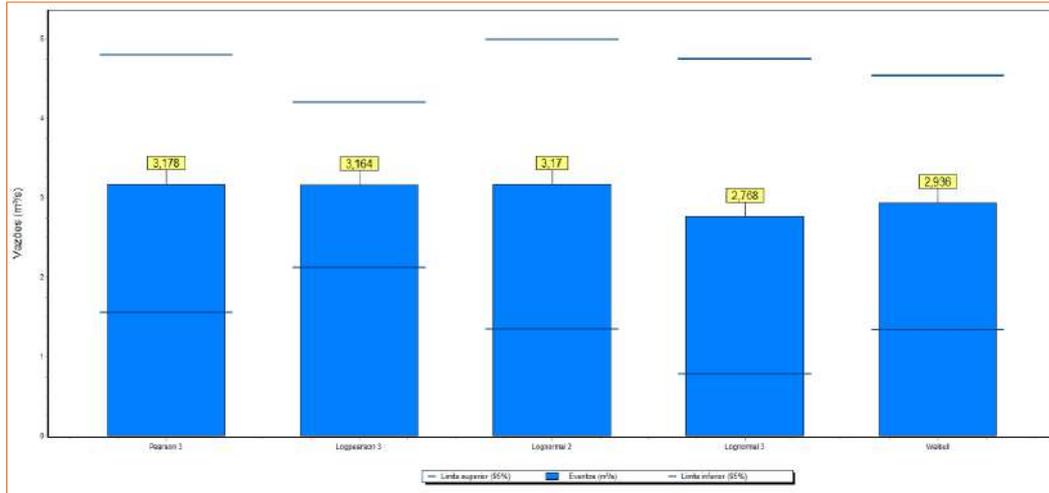
A partir dos dados disponibilizados, foram obtidas a vazão  $Q_{7,10}$ , considerada a vazão de referência a ser utilizada para o cálculo das disponibilidades hídricas superficiais no Estado de Minas Gerais (IGAM, 2019). Conforme descrito no item referente aos procedimentos metodológicos, as análises foram realizadas através do software SisCAH 1.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

A partir dos dados analisados, a vazão  $Q_{7,10}$  obtida para a estação Raposos foi de 3,16  $m^3/s$ , considerando o modelo estatístico Logpearson 3, cujo resultado melhor se ajustou aos dados da estação avaliada, segundo o Software utilizado. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 10-30 e na Figura 10-47.

**Tabela 10-30 - Vazões mínimas correspondentes aos modelos estatísticos**

Método de distribuição	Vazão ( $m^3/s$ ) de jun/2017 a jul/2024
Weibull	2,94
Pearson 3	2,18
<b>LogPearson 3</b>	<b>3,16</b>
Lognormal 2	3,17
Lognormal 3	2,77

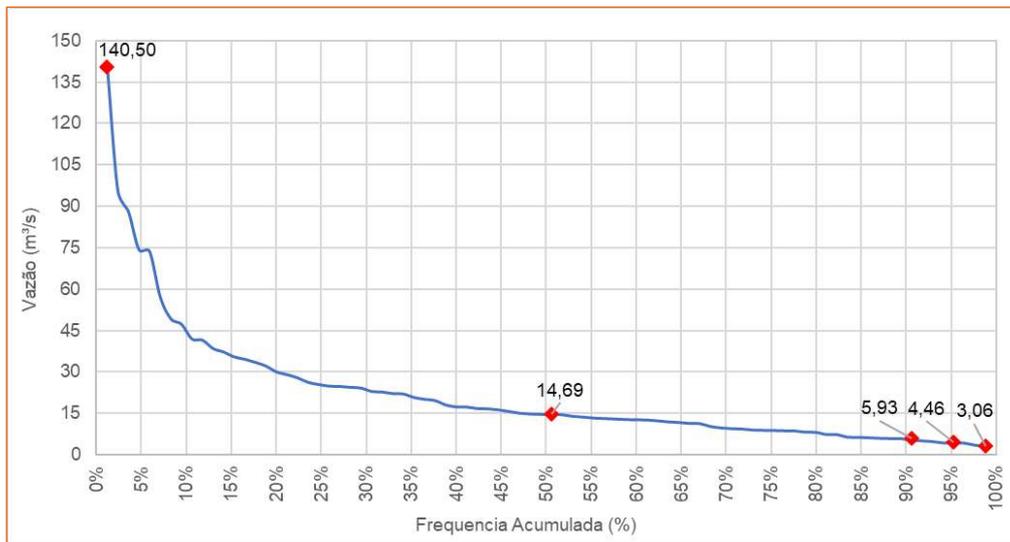
*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: HIDROWEB; SisCAH 1, 2024.*



**Figura 10-47 - Distribuição estatística de vazões para a estação fluviométrica Raposos (41200430)**

Fonte: HIDROWEB; SisCAH 1, 2024.

No que se refere à curva de permanência, esta encontra-se apresentada na Figura 10-48 a seguir. A partir dos resultados, observa-se que em 95% do tempo ( $Q_{95}$ ) as vazões se igualaram ou ultrapassam 4,46 m³/s. Considerando 90% do tempo ( $Q_{90}$ ), as vazões obtidas foram iguais ou superiores a 5,93 m³/s. Em 50% do período analisado ( $Q_{50}$ ), as vazões obtidas se igualam ou ultrapassaram 4,69 m³/s.



**Figura 10-48 - Curva de permanência para a estação fluviométrica Raposos (41200430)**

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: HIDROWEB,2024.

### 10.1.9.3 Contextualização da Área de Estudo Local

A Área de Estudos Local (AEL) abrange um total de aproximadamente 1.156 ha, abrangendo a sub-bacia do córrego da Mina d'Água onde estão instaladas as principais estruturas da Planta Queiroz e a Área do Projeto em análise. A Oeste, a AEL estende-se do divisor de águas adjacente até o sopé da vertente, tendo sua delimitação no córrego do Cardoso.

A Sul, a AEL atravessa o vale do ribeirão Água Suja e prossegue pelas áreas de interflúvio que definem o vale do rio das Velhas, englobando porções da área do Projeto. A Sudeste, a AEL é delimitada nos interflúvios adjacentes à barragem de Cambimbe, situada no ribeirão Cambimbe, compreendendo a área de remanso deste barramento até a confluência com o córrego das Cabaças. Esta prossegue pelos interflúvios, sendo delimitada na confluência do córrego Mina d'Água com o Rio das Velhas. Os limites a Leste e nordeste, por fim, correspondem aos interflúvios que definem a bacia do córrego da Mina d'Água.

Conforme Clam (2022), a bacia hidrográfica do córrego Mina d'Água abrange uma área de drenagem de aproximadamente 7 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 4,5 km<sup>2</sup> estão dentro do contexto das atividades da Planta do Queiroz. Seus principais afluentes são córregos de primeira a terceira ordem, sem denominação, que conformam uma rede de drenagem de padrão dendrítico. O curso principal percorre uma extensão de aproximadamente 5 km em sentido Noroeste - Sudeste até desaguar, conforme citado anteriormente, na margem esquerda do rio das Velhas.

Ressalta-se que toda a bacia do córrego Mina d'Água encontra-se altamente antropizada em decorrência da implantação de estruturas associadas à Planta do Queiroz, com destaque para os barramentos Rapaunha, Calcinados e Cocuruto, que modificaram os níveis de base locais e, conseqüentemente, os padrões hidrossedimentológicos naturais. Na região também estão presentes áreas urbanas como os bairros Galo, Mina d'Água e Mingú (Nova Lima/MG) que, por sua vez, também contribuem para a antropização da bacia do referido córrego, seja pela expansão das áreas residenciais, seja pelo lançamento de drenagens e de efluentes sanitários sem tratamento nos corpos receptores.

Conforme descrito, a AEL também abrange uma pequena porção da bacia hidrográfica do córrego do Cardoso, referente a sua vertente oeste, onde estão presentes córregos de primeira, segunda e terceira ordem, sem denominação. O córrego do Cardoso é um afluente direto da margem esquerda do ribeirão Água Suja que, posteriormente, deságua no rio das Velhas.

Para caracterização do regime fluviométrico no âmbito da Área de Estudo Local, foram avaliados dados relativos ao monitoramento das descargas líquidas de drenagens localizadas na área de entorno das barragens de Rapaunha, Calcinados e Cocuruto, inseridas na Planta do Queiroz. O monitoramento é desenvolvido pela empresa Clam Meio Ambiente e teve início em julho de 2022, ocorrendo em 12 pontos. Foram realizadas campanhas mensais (durante um ano hidrológico) de medições de descargas líquidas em drenagens, definidas a partir dos pontos cadastrados no inventário de nascentes realizado pela mesma consultoria, em maio de 2022. Para elaboração do presente estudo, foram utilizados dados disponíveis até o mês de julho de 2023.

De forma geral, o maior valor de vazão aferido, em todo o período monitorado, foi no ponto “Monitoramento 05” , com valor de 14,10 L/s, na 9<sup>a</sup> campanha, em março de 2022 (período chuvoso). Por outro lado, o valor mínimo de vazão foi aferido no ponto “Monitoramento 11” , com valor de 0,03 L/s, nas 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> campanhas, que ocorreram em agosto de 2022, setembro de 2022 e junho de 2023, respectivamente.

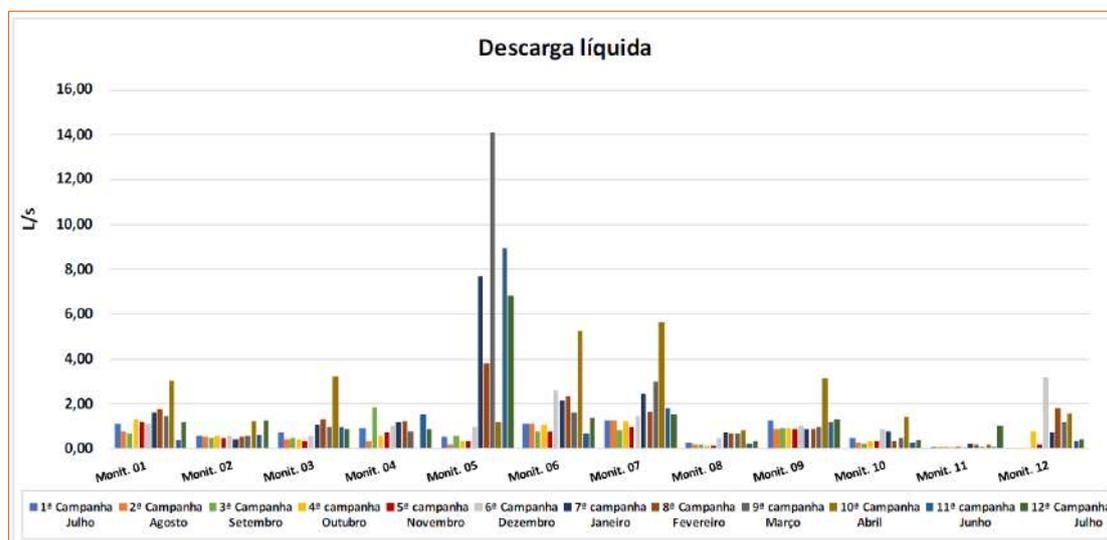
Na Tabela 10-31, estão apresentados os valores máximos, mínimos e as médias das vazões registradas em todo o monitoramento.

**Tabela 10-31 - Dados gerais do monitoramento das vazões nos pontos monitorados**

Ponto	Nascentes correspondentes	Valor mínimo (L/s)	Valor máximo (L/s)	Valor médio (L/s)
Monitoramento 1	NQZ - 21, NQZ - 23, NQZ - 24, NQZ - 25	0,36 (11ª campanha)	3,01 (10ª campanha)	1,27
Monitoramento 2	NQZ - 13	0,43 (7ª campanha)	1,23 (12ª campanha)	0,63
Monitoramento 3	NQZ - 42	0,30 (5ª campanha)	3,20 (10ª campanha)	0,93
Monitoramento 4	NQZ - 46, NQZ - 49	0,29 (2ª campanha)	1,83 (3ª campanha)	0,98
Monitoramento 5	NQZ - 51	0,31 (4ª campanha)	14,10 (9ª campanha)	4,89
Monitoramento 6	NQZ - 07, NQZ - 09	0,63 (12ª campanha)	5,24 (10ª campanha)	1,71
Monitoramento 7	NQZ - 26, NQZ - 28	0,82 (3ª campanha)	5,62 (10ª campanha)	1,90
Monitoramento 8	NQZ - 19	0,10 (5ª campanha)	0,82 (10ª campanha)	0,38
Monitoramento 9	NQZ - 39	0,84 (8ª campanha)	3,11 (10ª campanha)	1,15
Monitoramento 10	NQZ - 16	0,20 (3ª campanha)	1,37 (10ª campanha)	0,49
Monitoramento 11	NQZ - 35	0,03 (2ª, 3ª e 11ª campanha)	1,00 (12ª campanha)	0,16
Monitoramento 12	NQZ - 37, NQZ - 38	0,18 (5ª campanha)	3,16 (6ª campanha)	1,11

FONTE: CLAM Meio Ambiente, 2023.

Na Figura 10-49 é apresentado o gráfico com os valores das medições de descarga líquida realizadas em cada um dos pontos e em cada uma das campanhas de monitoramento.



**Figura 10-49 - Resultados das descargas líquidas monitoradas nas drenagens no entorno das barragens de Rapaunha e Cocuruto**

Fonte: Clam Meio Ambiente, 2023.

#### 10.1.9.4 Caracterização do Uso das Águas Superficiais

A demanda hídrica de uma bacia hidrográfica refere-se às vazões necessárias para o atendimento aos usos múltiplos da água, envolvendo usos consuntivos e não consuntivos. Nesse sentido, cabe ressaltar que os usos consuntivos são aqueles que retiram do corpo hídrico uma vazão levando ao consumo de parte ou do montante total dessas águas, a exemplo dos usos para irrigação, indústria, abastecimento humano, dessedentação animal, dentre outros. Os usos não consuntivos, por sua vez, independem do consumo do recurso captado, podendo ser citados os usos para lazer, turismo, navegação e pesca.

Os usos das águas superficiais nas áreas de estudo Regional e Local foram verificados com base em dados de outorgas e usos insignificantes disponibilizados pelo IGAM através do portal IDE-Sisema. Conforme levantamento, os usos presentes nas áreas de estudo Regional e Local referem-se a usos insignificantes. Adjacente à delimitação sul da Área de Estudo Regional há uma outorga para abastecimento público referente à captação da Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema Rio das Velhas/Bela Fama, responsável por cerca de 40% do abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. As informações citadas encontram-se apresentadas na Tabela 10-32, na Tabela 10-33 e na Figura 10-50 a seguir.

Tabela 10-32 - Cadastros de usos insignificantes na área de estudo

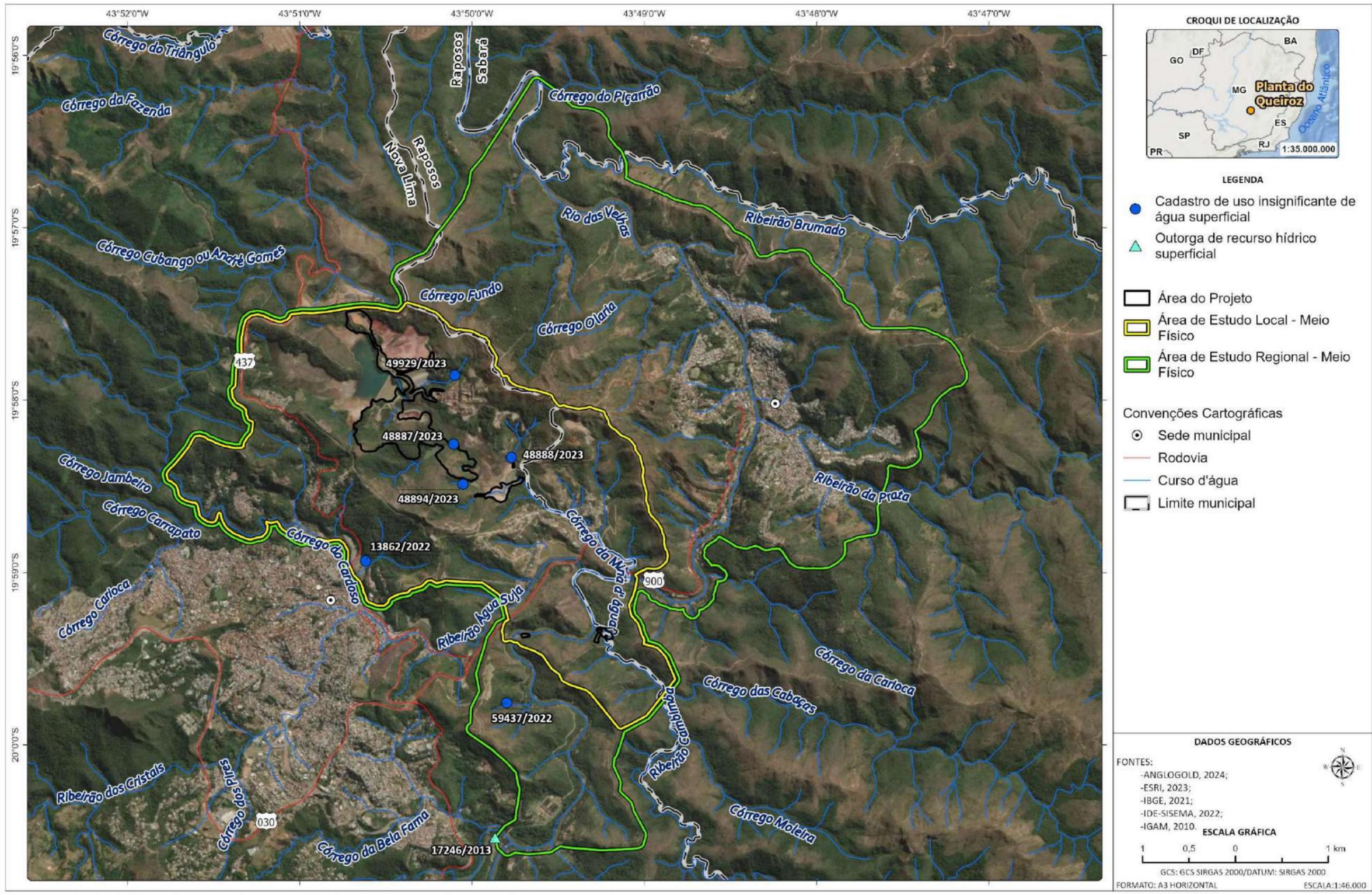
Processo	Data da publicação	Tipo de uso	Nome fantasia	Modo de uso	Vazão (L/s)	Tempo de captação (h/dia)	Curso d'água	Latitude	Longitude	Localização
59437/2022	28/11/2022	Superficial	Matheus Alves Nascimento	Captação ou derivação em um corpo de água	0,5	1	Rio Araguari Represa Capim Branco 2	-19,9959	-43,83	AER
13862/2022	30/03/2022	Superficial	Turilesssa Ltda / Autotrans	Captação ou derivação em um corpo de água	0,5	5	sem nome	-19,9822	-43,8436	AEL
48894/2023	24/08/2023	Superficial	AngloGold Ashanti	Construção de barramento ou açude	-	-	Afluente sem nome localizado na margem direita do Córrego Mina d'Água	-19,9748	-43,8342	ADA
48888/2023	24/08/2023	Superficial	AngloGold Ashanti	Construção de barramento ou açude	-	-	Afluente sem nome localizado na margem direita do Córrego Mina d'Água	-19,9722	-43,8295	ADA
48887/2023	24/08/2023	Superficial	AngloGold Ashanti	Construção de barramento ou açude	-	-	Afluente sem nome localizado na margem direita do Córrego Mina d'Água	-19,9709	-43,8351	ADA
49929/2023	29/08/2023	Superficial	AngloGold Ashanti	Construção de barramento ou açude	-	-	Afluente sem nome localizado na margem direita do Córrego Mina d'Água	-19,9643	-43,835	ADA

ELABORADO POR ARCADIS, 2023. FONTE: IDE-SISEMA, 2024.

Tabela 10-33 - Outorga adjacente a área de estudo

Processo	Data da publicação	Tipo de uso	Nome fantasia	Modo de uso	Vazão (L/s)	Tempo de captação (h/dia)	Curso d'água	Latitude	Longitude	Localização
17246/2013	17/10/2013	Superficial	COPASA	Captação ou derivação em um corpo de água	8.771	24	Rio das Velhas	-20,0089	-43,8311	Adjacente a AER

ELABORADO POR ARCADIS, 2023. FONTE: IDE-SISEMA, 2024.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\IMF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:17/12/2024

Figura 10-50 - Mapa de localização de outorgas existentes nas Áreas de Estudo Regional e Local

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

### 10.1.9.5 Síntese conclusiva

A Área do Projeto localiza-se na bacia hidrográfica do córrego Mina d'Água, afluente do rio das Velhas. Este, por sua vez, integra a bacia hidrográfica do rio São Francisco e está incluído na Unidade de Gestão Estratégia (UEG) 1 - Afluentes do Alto São Francisco.

A Área de Estudo Local (AEL) abrange um total de aproximadamente 1.156 ha, abrangendo a sub-bacia do córrego da Mina d'Água onde estão instaladas as principais estruturas da Planta do Queiroz e as áreas do Projeto em análise. A Oeste, a AEL estende-se do divisor de águas adjacente até o sopé da vertente, tendo sua delimitação no córrego do Cardoso. A Sul, a AEL atravessa o vale do ribeirão Água Suja e prossegue pelas áreas de interflúvio que definem o vale do rio das velhas, englobando porções da Área do Projeto. A Sudeste, a AEL é delimitada nos interflúvios adjacentes à barragem de Cambimbe, situada no ribeirão Cambimbe, compreendendo a área de remanso deste barramento até a confluência com o córrego das Cabaças. Esta prossegue pelos interflúvios sendo delimitada na confluência do córrego Mina d'Água com o rio das Velhas. Os limites a Leste e nordeste, por fim, correspondem aos interflúvios que definem a bacia do córrego da Mina d'Água.

De forma geral, toda a rede de drenagem das Áreas de Estudo Regional e Local possui padrão dendrítico. No que se refere aos dados de fluviometria, estes demonstram que o comportamento das vazões em parte dos pontos de monitoramento analisados segue os regimes pluviométricos sazonais, com valores mais baixos no período de estiagem (abril a setembro), crescimento a partir de outubro e maiores valores nos primeiros meses do ano, especialmente janeiro e fevereiro. Em outros pontos as vazões variam em desacordo aos índices pluviométricos, podendo refletir o fato de que o monitoramento mensal realizado não contempla o histórico de vazões escoadas a cada dia. Outro fator de fundamental influência nas vazões de nascentes e drenagens de primeira ordem associadas é o tipo de uso do solo do entorno, que pode modificar diretamente os padrões de infiltração e exploração de água.

Por fim, conforme levantamento realizado na base de dados disponibilizada pelo IGAM através do portal IDE-Sisema, os usos presentes na AER e AEL referem-se a usos insignificantes. Adjacente à delimitação sul da Área de Estudos Regional há uma outorga para abastecimento público referente à captação da Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sistema Rio das Velhas/Bela Fama, responsável por cerca de 40% do abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

### 10.1.10 Qualidade das Águas Superficiais

Neste item será apresentada uma avaliação da qualidade das águas superficiais e efluentes sob as Áreas de Estudo Regional e Local do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, composto pela Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2), Nova Pilha de Disposição de Rejeitos (PDR) Nova Lima, Áreas de Empréstimo e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz.

Estudos ambientais com foco nas características físico-químico em águas superficiais tornam-se ferramentas fundamentais para identificação das novas condições impostas no ambiente e, se necessário, para o controle dos problemas delas decorrentes. A qualidade das águas pode ser representada por meio de diversos parâmetros, que traduzem suas características físicas, químicas e biológicas. Os requisitos de qualidade de água devem ser avaliados

à luz de seus usos previstos, ou seja, de modo a atender as condições mínimas para estes usos e identificar os impactos que as atividades antrópicas provocam no meio ambiente por meio da avaliação de mudanças nas variáveis ambientais.

Segundo Von Sperling (2007), a qualidade de uma água está determinada por fenômenos naturais e antrópicos exercidos na bacia hidrográfica. As características da água natural estão determinadas pelas substâncias químicas dissolvidas, diretamente relacionadas com a geoquímica do solo e das rochas nas bacias hidrográficas que drenam os rios e lagos.

A legislação ambiental determina padrões e condições para que efluentes sejam lançados nas redes coletoras e corpos d'água. O padrão de lançamento de efluentes em corpos hídricos é uma ferramenta que, juntamente com o padrão de qualidade dos corpos receptores, visa à preservação e conservação de fontes potáveis de água, isso porque, cada efluente possui características químicas, físicas e biológicas próprias, que variam de acordo com o ramo de atividade da indústria e/ou empresa geradora e as matérias-primas utilizadas. O conhecimento da composição do efluente possibilita a determinação das cargas de poluição / contaminação, o que é fundamental para definir o tipo de tratamento, avaliar o enquadramento na legislação ambiental e estimar a capacidade de autodepuração do corpo receptor.

#### 10.1.10.1 Metodologia

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais e efluentes, foram utilizados dados do Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental executado pela AngloGold Ashanti. A série histórica contemplou, de maneira geral, o período 2023 a 2024, com certa variabilidade da frequência de monitoramento em função dos parâmetros analisados, condição que será mais bem detalhada nos tópicos subsequentes. Ambos os estudos utilizados nesse diagnóstico contam com uma gama de variáveis físicas e químicas, referentes à uma malha de pontos de amostragem distribuídos na sub-bacia do rio das Velhas, integrando a bacia do rio São Francisco, no município de Nova Lima.

Através do Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental, a AngloGold Ashanti realiza o monitoramento da qualidade das águas superficiais no rio das Velhas, a montante (denominado ponto PQZ 1007) e jusante (denominado ponto PQZ 1009) do lançamento dos efluentes gerados na Planta do Queiroz (barragem Cocuruto), os quais também foram contemplados nas análises de qualidade da água superficial deste diagnóstico.

Com intuito de complementar a análise e discussão da qualidade das águas superficiais, considerou-se também os pontos PQZ-7001B e PQZ-7001C, os quais se configuram como pontos de lançamento de efluente externo ao Complexo e fazem parte dos monitoramentos de qualidade ambiental realizados pela AngloGold Ashanti. O efluente é descartado no córrego Mina d'Água, cuja vazão é composta, basicamente, pelo referido lançamento.

A figura a seguir indica o diagrama unifilar dos referidos pontos de monitoramento e, em seguida, serão detalhadas separadamente as metodologias conforme as matrizes estudadas.

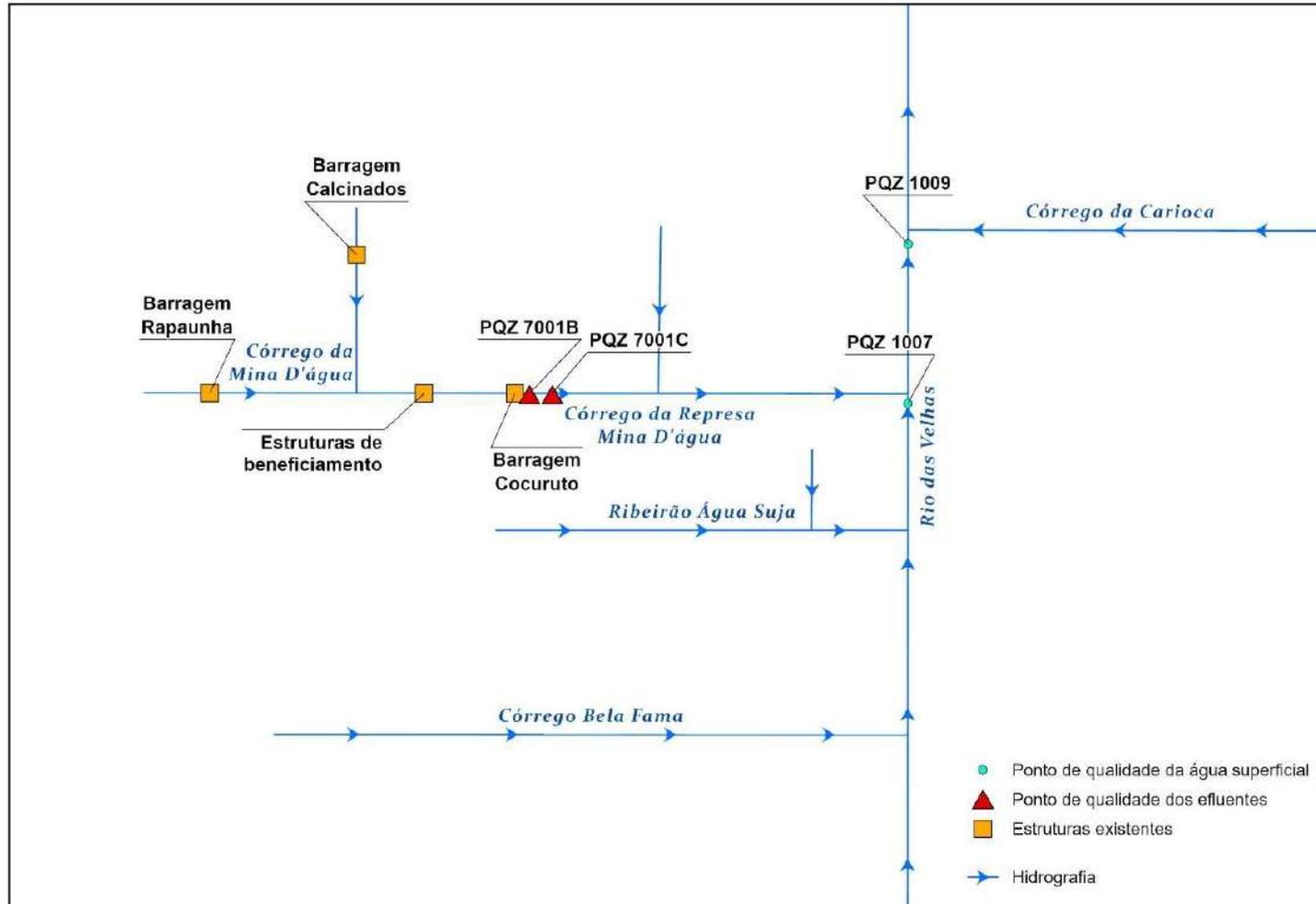


Figura 10-51 - Hidrografia Unifilar com localização das estruturas dos pontos de monitoramento de qualidade de água e efluentes do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2024.

### 10.1.10.1.1 Água superficial

Para caracterizar a qualidade das águas superficiais presentes nos cursos hídricos da área de estudo do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, foram avaliados os pontos de monitoramento distribuídos no entorno do empreendimento, utilizando os resultados da série histórica do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas executado pela AngloGold Ashanti. Os dados do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas contemplam análises mensais que ocorreram entre janeiro de 2023 e outubro de 2024.

A bacia hidrográfica do rio das Velhas, a partir da Deliberação Normativa COPAM nº 20/1997, foi devidamente enquadrada segundo sua qualidade e seus usos preponderantes. Os trechos nos quais os pontos PQZ-1007 e PQZ-1009 estão inseridos são classificados como Classe 2.

A tabela a seguir apresenta a compilação de todos os pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais, bem como períodos de amostragem.

**Tabela 10-34 - Pontos de monitoramento de água superficial no entorno do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz**

Ponto	Tipo	Curso d'água	Enquadramento	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Cobertura temporal	Área de Estudo
				N (m)	E (m)		
PQZ-1007	Água Superficial	Rio das Velhas	Classe 2	623653	7789913	Jan/2023 a Out/2024	AEL
PQZ 1009	Água Superficial	Rio das Velhas	Classe 2	624470	7789893	Jan/2023 a Out/2024	AER

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2023.

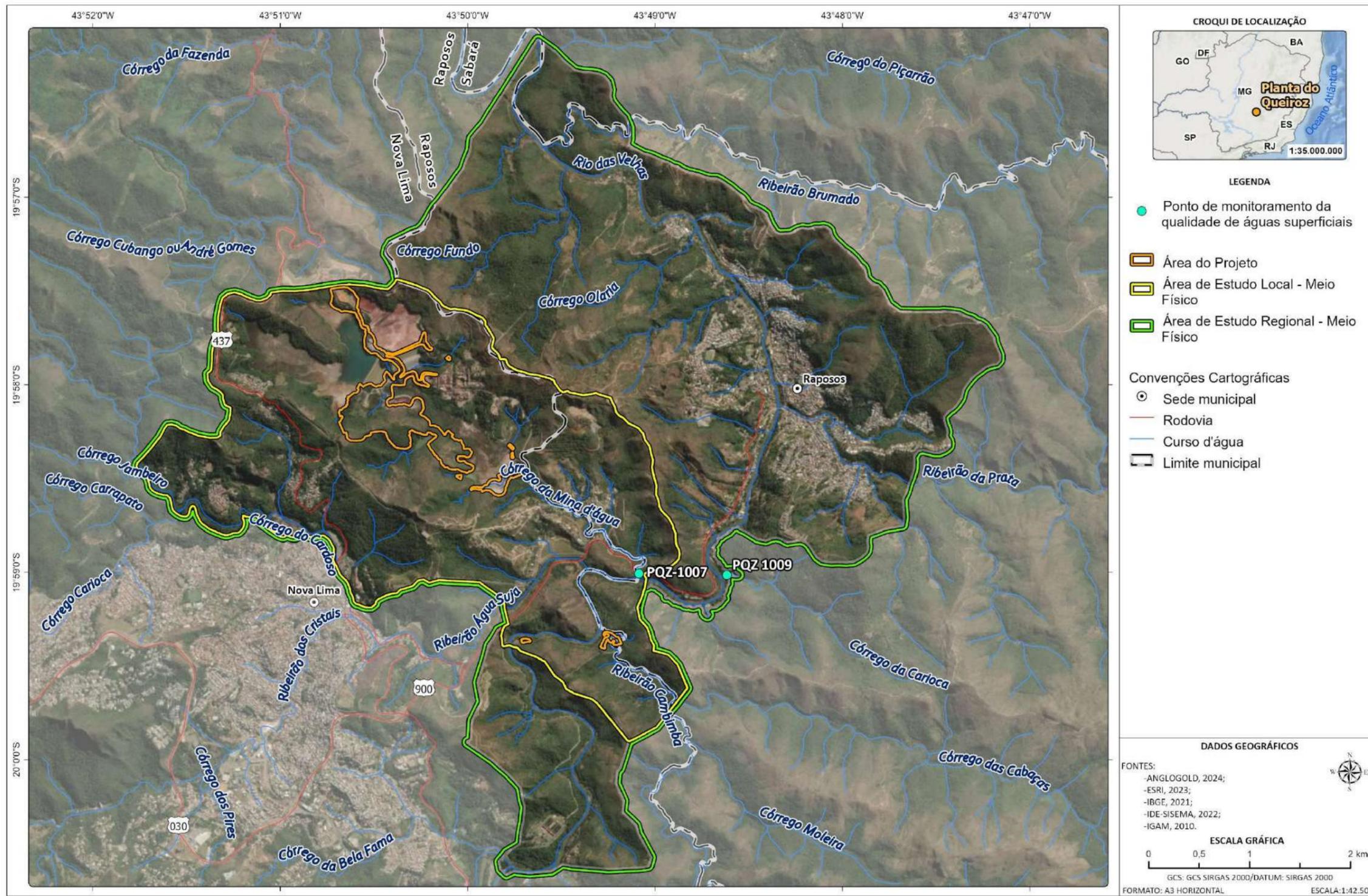
Os padrões de qualidade para corpos hídricos superficiais são definidos com base na qualidade da água requerida para seus usos prioritários. Em Minas Gerais a norma atual que estabelece os padrões para a água superficial é a Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022, a qual “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.

A Tabela 10-35 apresenta os limites supracitados e a Figura 10-52 apresenta o mapa de localização desta malha amostral em relação ao projeto.

Tabela 10-35 - Valores máximos permitidos (VMP) pela DN COPAM-CERH nº 08/2022 para águas superficiais Classe 2

Parâmetros	Unidade	DN COPAM-CERH nº 08/2022 - Classe 2 (água superficial)
Arsênio Total	mg/L	0,01
Chumbo Total	mg/L	0,01
Cianeto Livre	mg/L	0,005
Coliformes termotolerantes	mg/L	1000
Cobre Dissolvido	mg/L	0,01
Condutividade Elétrica	uS/cm	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	5
Demanda Química de Oxigênio (DBO)	mg/L	-
Fenóis	mg/L	0,003
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3
Manganês Total	mg/L	0,1
Nitrato	mg/L	10
Óleos e Graxas	-	virtualmente ausentes
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	-
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto	mg/L	0,002
Surfactantes	mg/L LAS	0,5
Turbidez	UNT	100
Zinco Total	mg/L	0,18

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: Deliberação Normativa COPAM-CERH 08/2022.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx A3\_Horizontal\_Qualidade\_Agua\_Sup Alterado por:leonardo.fernandes Em:11/04/2025

**Figura 10-52 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da água superficial.**

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

### 10.1.10.1.2 Efluentes

Para a caracterização da qualidade do efluente na área de estudo do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, composto pela Nova Pilha de Rejeitos Desaguados H2 (PDR H2), Nova Pilha de Disposição de Rejeitos (PDR) Nova Lima, Áreas de Empréstimo e Intervenções Emergenciais da Planta do Queiroz, foram avaliados os pontos de monitoramento PQZ-7001B e o ponto PQZ-7001C, o quais se configuram como pontos de lançamento de efluente externo ao Complexo, cujo receptor é o rio das Velhas.

Foram utilizados os resultados das campanhas mensais realizadas pela AngloGold Ashanti no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, contemplando o período de janeiro 2023 a outubro de 2024.

A Tabela 10-36 a seguir apresenta as informações dos pontos de monitoramento do efluente e a Figura 10-53, o mapa de localização.

**Tabela 10-36 - Pontos de monitoramento de efluentes no entorno do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz**

Ponto	Tipo	Descrição	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Cobertura temporal	Área de Estudo
			UTM N (m)	UTM E (m)		
PQZ 7001B	Efluente industrial	Efluente final (vertedouro Cocuruto)	622420	7790869	Jan/2023 a Out/2024	AEL
PQZ 7001C	Efluente industrial	Nova tubulação de lançamento de efluente (vertedouro Cocuruto)	622676	7790925	Jan/2023 a Out/2024	AEL

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.

Todos os parâmetros monitorados tiveram seus resultados avaliados e comparados com os limites estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG nº 08/2022, para lançamento de efluentes industriais, conforme apresentado na Tabela 10-37 a seguir.

**Tabela 10-37 - Valores máximos permitidos (VMP) pela DN COPAM-CERH nº 08/2022**

Parâmetros	Unidade	DN COPAM-CERH nº 08/2022 (lançamento de efluentes)
Arsênio Total	mg/L	0,2
Cianeto WAD	mg/L	0,2
Chumbo Total		
Cobre Dissolvido	mg/L	1,0
Coliformes termotolerantes	(UFC/100mL)	-
Condutividade Elétrica	uS/cm	
Cor verdadeira	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	60
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	180
Fenóis	mg/L	0,5
Ferro Dissolvido	mg/L	15
Manganês Dissolvido	mg/L	1
Mercúrio Total	mg/L	0,01
Nitrato	mg/L	-
Óleos e Graxas	mg/L	20
pH	-	5,0 a 9,0
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	1
Sulfato	mg/L	-
Sulfeto	mg/L	1
Surfactantes	mg/L	2,0
Turbidez	NTU	-
Zinco Total	mg/L	5,0

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: Deliberação Normativa COPAM-CERH 08/2022.

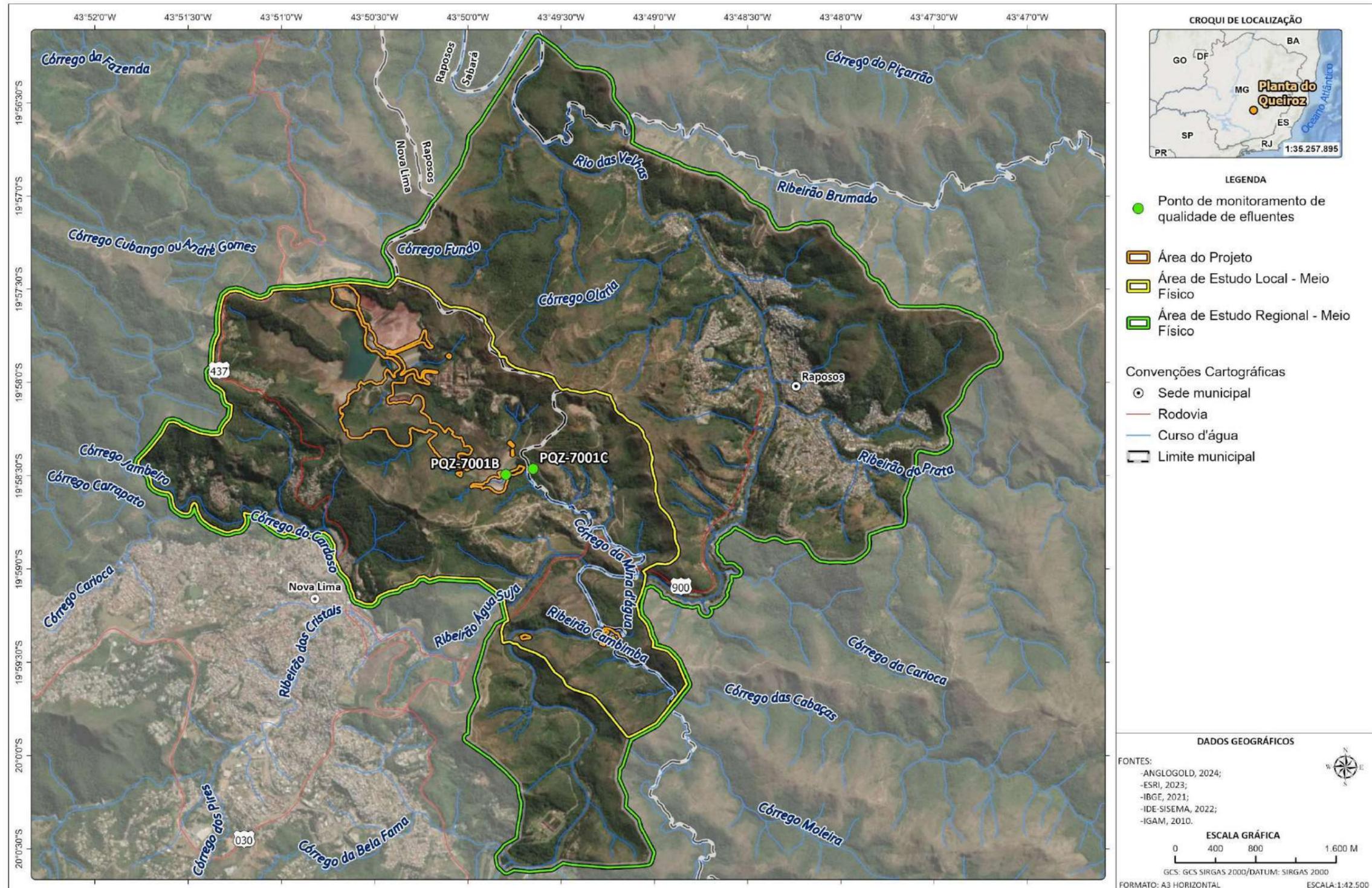


Figura 10-53 - Mapa de localização do ponto de monitoramento efluente analisado.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: ANGGOLD, 2024; IBGE, 2021; ESRI, 2023; IGAM, 2010; IDE-SISEMA, 2022.

### 10.1.10.2 Resultados

#### 10.1.10.3 Água superficial

A avaliação da série histórica dos resultados de água superficial contemplou, de modo geral, o período de 2023 a 2024, com monitoramentos mensais. Seguindo a metodologia adotada, os dados de monitoramento foram avaliados comparativamente com as condições e os padrões de qualidade ditados pela resolução estadual para corpos hídricos classe 2. A partir da representação gráfica dos parâmetros por ponto de coleta, foram verificadas as variáveis que apresentaram desvios quanto aos padrões de qualidade. Ressalta-se que, para fins de representação gráfica, para os resultados informados como “menor que” (<) o Limite de Quantificação (LQ), foi considerado o valor do LQ.

Com base nos dados analisados, verificou-se que os pontos de monitoramento de água superficial se apresentaram em conformidade com os padrões estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM-CERH nº 8/2022 para a maioria dos parâmetros que possuem limites estabelecidos. As exceções serão discutidas nos tópicos a seguir.

#### A. Condutividade Elétrica

A condutividade mede a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, dependendo das concentrações de íons e da temperatura, e indica, de forma indireta, a quantidade de poluentes. Ela reflete alterações na composição da água, especialmente na concentração de minerais, mas não revela a proporção dos componentes. A condutividade aumenta com a presença de sólidos dissolvidos, sendo que altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2022).

A DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 não estabelece limites para a condutividade elétrica para água superficial. Conforme Figura 10-54, observa-se valores um pouco mais elevados em meses representativos de períodos chuvosos devido ao aumento do carreamento de sólidos para a água e diluição de íons.

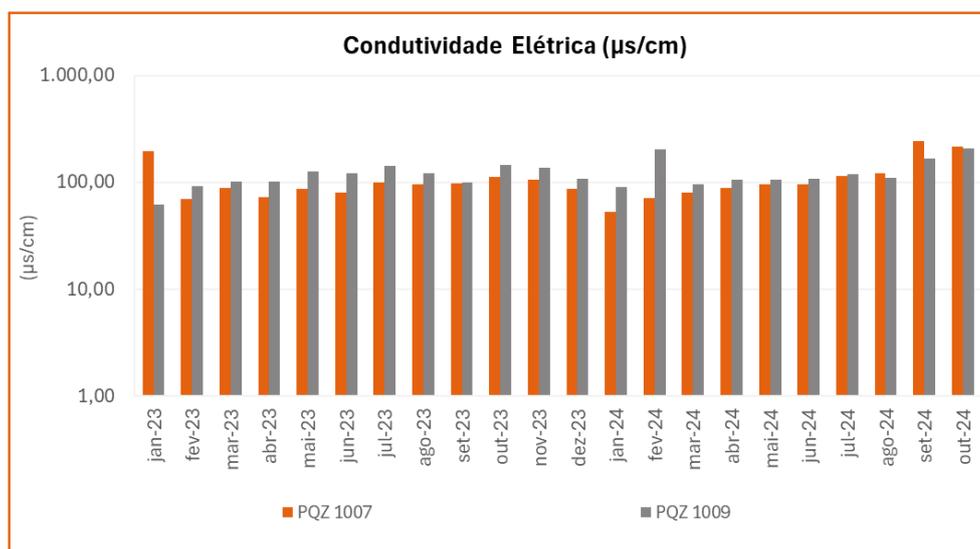


Figura 10-54 - Gráfico de resultados de Condutividade Elétrica nos pontos de monitoramento de água superficial

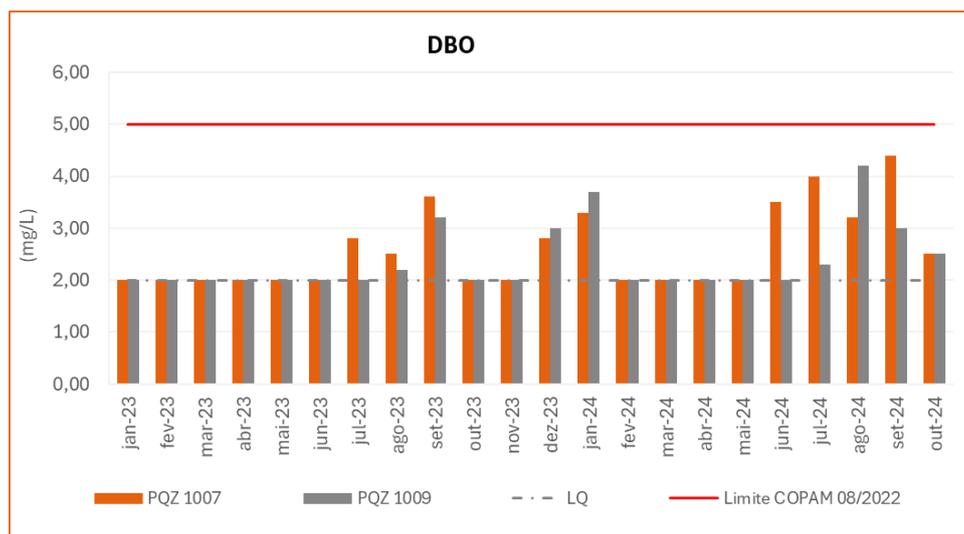
Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

### B. Carga orgânica

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) está relacionada à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por meio de decomposição biológica aeróbia, formando subprodutos na forma inorgânica estável. Nesse contexto, a DBO representa a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período, numa temperatura de incubação específica. Os maiores incrementos nos níveis de DBO nos cursos d'água são provocados por lançamentos de origem orgânica (CETESB, 2022).

Para águas doces Classe 2, é recomendado pela DN COPAM-CERH/MG nº 08/2022 que o limite máximo para DBO é de 5,0 mg/L.

A Figura 10-55 a seguir apresenta os gráficos de distribuição dos resultados de DBO nos pontos de monitoramento de água superficial. Observa-se que todos os resultados estiveram em conformidade com a legislação aplicável, sendo a maioria dos resultados abaixo do limite de quantificação do método laboratorial (<2,0 mg/L).

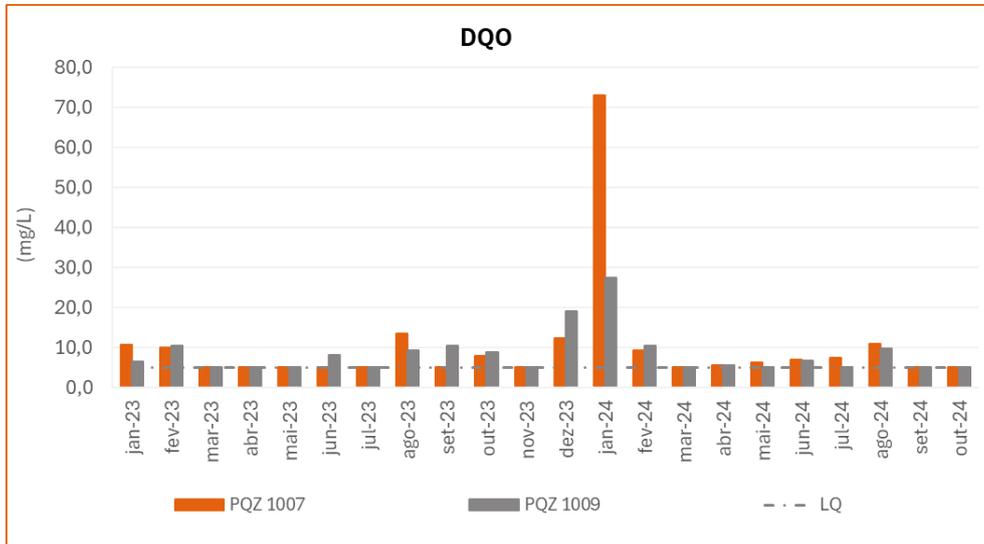


**Figura 10-55 - Gráfico de resultados de DBO nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO<sub>5,20</sub>, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. A DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 não estabelece limite máximo para DQO em águas doces Classe 2.

Observa-se, a partir da Figura 10-56 a seguir, que a maioria dos resultados foram inferiores a 10,0 mg/L com muitos valores abaixo do LQ (<5,0 mg/L). Em janeiro de 2024, verifica-se um pico no valor de DQO, principalmente no ponto PQZ 1007, a montante do empreendimento, o que não se mantém nos meses seguintes, sugerindo ter sido algo pontual.



**Figura 10-56 - Gráfico de resultados de DQO nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, sendo encontradas geralmente na forma de hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. Estas substâncias são raramente encontradas naturalmente nas águas, sendo normalmente provenientes de fontes de contaminação exógena como: despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2009).

Segundo a referência normativa DN COPAM-CERH/MG n° 08/2022, para águas doces Classe 2 estabelece-se que o parâmetro óleos e graxas esteja virtualmente ausente, resultado este que foi obtido em todas as análises.

Com relação aos detergentes ou surfactantes, estes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas. Estes compostos são designados “substâncias ativas ao azul de metileno” (MBAS – *Metilene Blue Active Substances*) e suas concentrações são relativas ao sulfonato de alquil benzeno de cadeia linear (LAS) que é utilizado como padrão na análise. As descargas indiscriminadas de detergentes nas águas naturais levam a prejuízos de ordem estética provocados pela formação de espumas. Ademais, os detergentes têm sido responsabilizados também pela aceleração da eutrofização. Além da maioria dos detergentes comerciais empregados possuir fósforo em suas formulações, sabe-se que exercem efeito tóxico sobre o zooplâncton, predador natural das algas (CETESB, 2022).

A referência normativa DN COPAM-CERH/MG n° 08/2022 estabelece o valor máximo de 0,5 mg/L para parâmetro Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno (ou surfactantes aniônicos), considerando águas doces Classe 2. Todos os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de quantificação do método laboratorial (<0,3 mg/L) e, portanto, em acordo com o VMP.

Os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. São responsáveis pela presença de fenóis nas águas as indústrias de processamento da borracha, colas e adesivos, resinas

impregnantes, componentes elétricos (plásticos), siderúrgicas, dentre outras. Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e aos microrganismos (CETESB, 2022).

De acordo com a DN COPAM-CERH/MG nº 08/2022, o limite máximo de Fenóis Totais deve ser 0,003 mg/L em águas doces Classe 2. Todos os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de quantificação do método laboratorial (<0,002 mg/L) e, portanto, em acordo com o VMP.

### C. Sólidos sedimentáveis

Sólidos sedimentáveis são materiais que podem permanecer suspensos em uma amostra por um determinado período de tempo e, depois, sedimentar. Embora este parâmetro seja contemplado no Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas executado pela AngloGold Ashanti, a DN COPAM-CERH nº08/2022 não estabelece limite máximo de Sólidos Sedimentáveis para águas doces Classe 2.

Vale ressaltar que no estado de Minas Gerais é comum o aumento na concentração de sólidos suspensos nas águas superficiais durante os meses de outubro a março, decorrente do período de chuvas intensas. Quando a velocidade da água da chuva diminui, os sólidos se sedimentam, o que pode ser observado na Figura 10-57 a seguir, onde a maioria dos valores obtidos esteve abaixo do limite de quantificação laboratorial (<0,5 mL/L) ao longo do período avaliado, com valores mais elevados ocorrerem em meses representativos de períodos chuvosos.

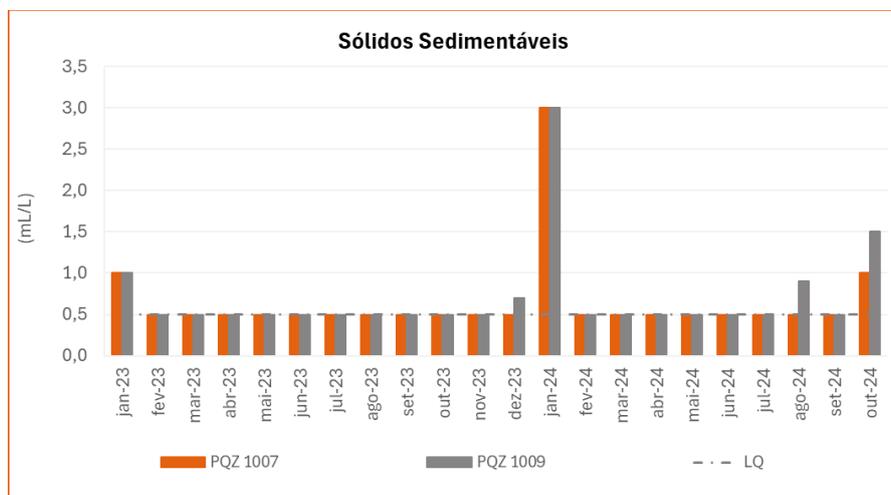


Figura 10-57 - Gráfico de resultados de Sólidos Sedimentáveis nos pontos de monitoramento de água superficial

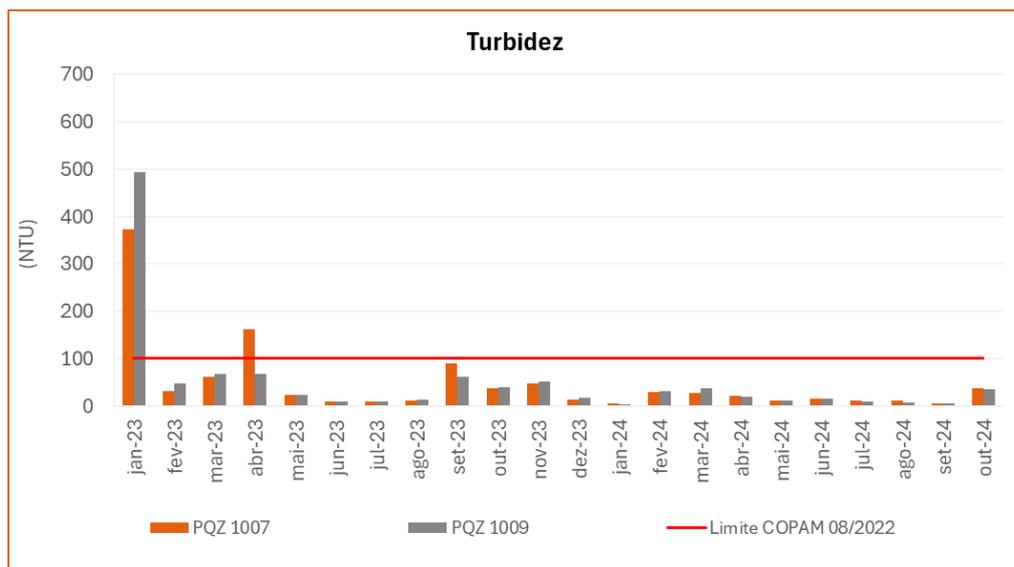
Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

### D. Turbidez

A turbidez possui direta relação com as séries de sólidos, uma vez que representa o grau de interferência à passagem de luz que ocorre ao atravessar a água, devido à presença de sólidos em suspensão. A origem da turbidez e a presença de sólidos totais em suspensão estão relacionados, em sua maioria, a processos naturais, tais como a erosão, atividade microbiana e a liberação de detritos orgânicos, embora a origem relacionada a processos antropogênicos, como lançamento de efluentes, não possa ser descartada (CETESB, 2022).

Para águas doces classe 2, a DN COPAM/CERH nº08/2022 estabelece o limite máximo de 100 NTU. A maioria dos resultados de turbidez, para os pontos de água superficial, esteve inferior ao VMP (Figura 10-58), entretanto alguns resultados foram quantificados acima desse limite.

Os valores superiores ocorreram nos meses de janeiro e abril de 2023. A partir disso, é possível concluir que o aumento da turbidez durante o período de chuvas nos cursos d'água monitorados ocorreu provavelmente devido ao escoamento superficial nas proximidades, que carregou material sólido e matéria orgânica para o curso d'água.



**Figura 10-58 - Gráfico de resultados de Turbidez nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

### **E. Metais e semimetais e íons metálicos**

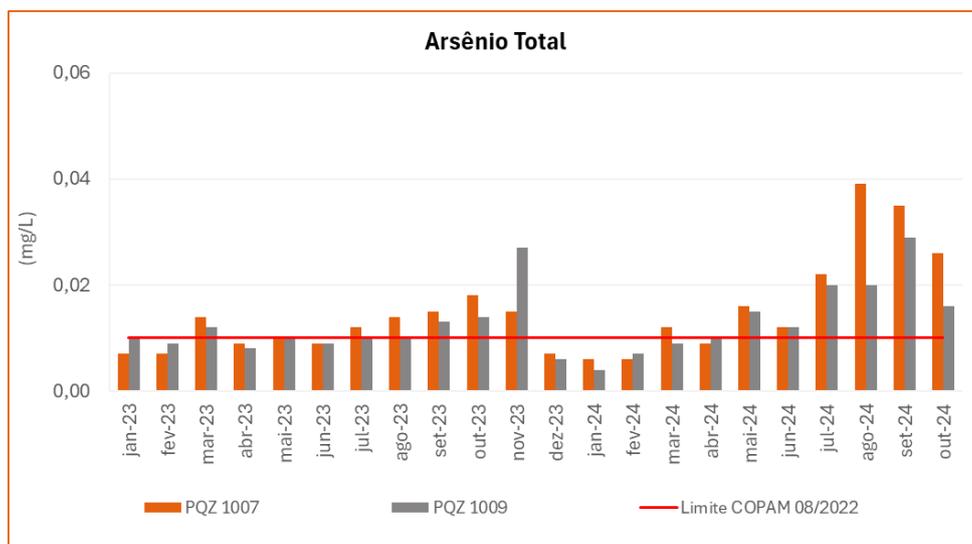
O entendimento acerca dos metais presentes na água superficial é importante para a avaliação da qualidade da água e controle da poluição hídrica, uma vez que estes são compostos químicos que podem ser tóxicos para organismos vivos e seres humanos quando presentes em concentrações muito elevadas. Novotnh (1995) menciona que treze metais e metalóides têm sido reconhecidos como potencialmente perigosos para a saúde humana e para a biota aquática. Estes elementos têm sido incluídos na lista de poluentes prioritários "Priority Pollutantes List (Black List)", das agências de controle ambiental do mundo. São eles: Arsênio (As), Antimônio (Sb), Berílio (Be), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni), Selênio (Se), Prata (Ag), Tório (Th) e Zinco (Zn).

Presentes nas diferentes esferas terrestres e em parte dos ciclos biogeoquímicos, esses elementos denominados metais pesados ou metais-traço têm sido objeto de pesquisa, tendo em vista a sua crescente presença em ambientes aquáticos, nos sedimentos e solos e em razão do conhecimento de seus efeitos adversos sobre a saúde animal e vegetal. Esses elementos ocorrem naturalmente e em proporções variáveis e decrescentes na composição das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, que se constituem numa fonte primária dos metais pesados para o ambiente, mas também podem ser liberados a partir de contribuições antrópicas.

Neste diagnóstico, foi avaliada a concentração dos metais e semimetais em relação aos limites estabelecidos pela DN COPAM-CERH/MG nº 08/2022. De forma geral, os parâmetros aqui analisados são de interesse para os estudos das

Áreas de Estudo Regional e Local, já que podem ser associados às minerações de ouro, bem como às características geológicas presentes na região de análise.

De acordo com a DN COPAM-CERH/MG nº 08/2022, o limite para águas de Classe 2 é de 0,01 mg/L. Conforme indicado na Figura 10-59, os pontos monitorados apresentaram teores acima desse limite durante quase todo o período avaliado, no entanto, cabe ressaltar que os resultados obtidos a montante do empreendimento (PQZ 1007) foram mais elevados quando comparados aos resultados do ponto a jusante (PQZ 1009), indicando que esses desvios não estão relacionados estritamente ao empreendimento.



**Figura 10-59 - Gráfico de resultados de Arsênio Total nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

A DN COPAM nº 08/2022 estabelece o limite de 0,01 mg/L para chumbo total em águas doces Classe 2. A Figura 10-60 mostra que, durante a maior parte do período avaliado, grande parte dos resultados ficou inferior ao limite de quantificação do laboratório (<0,02 mg/L) e, portanto, dentro do limite estabelecido em legislação, com apenas detecções pontuais acima do valor nos pontos PQZ-1007, PQZ-1009, em dezembro de 2023, janeiro e fevereiro de 2024, meses representativos de períodos chuvosos, quando espera-se maior carreamento de material para os cursos d'água.

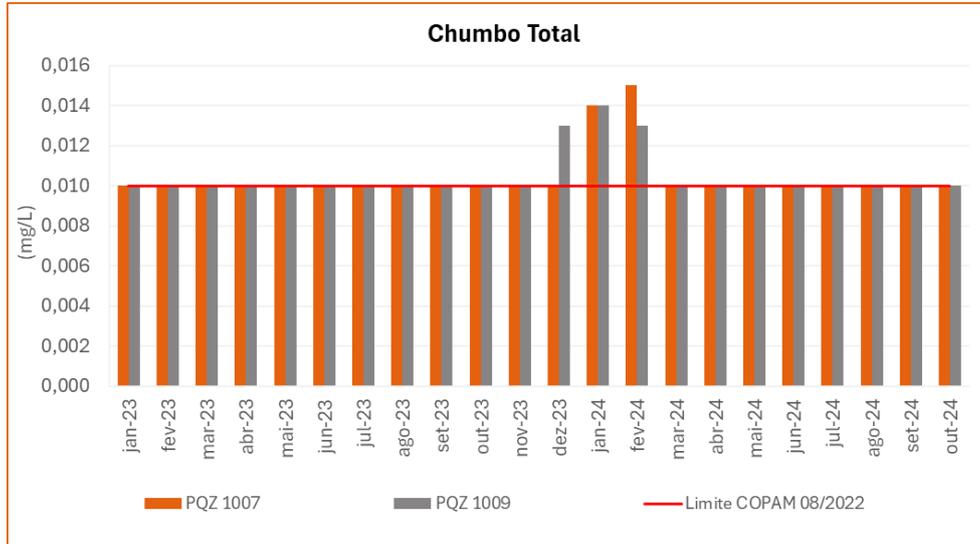


Figura 10-60 - Gráfico de resultados de Chumbo Total nos pontos de monitoramento de água superficial

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

Quanto ao Cobre Dissolvido, a DN COPAM-CERH nº 08/2022 estabelece o limite de 0,009 mg/L. O cobre geralmente ocorre em águas naturais em baixas concentrações, uma vez que possui baixa solubilidade e elevada persistência na água. Maiores concentrações desse elemento ocorrem em águas que percolam jazidas de cobre (Feitosa, et al. 2008). As fontes de cobre para o meio ambiente incluem minas de cobre ou de outros metais, corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir do uso agrícola do cobre e precipitação atmosférica de fontes industriais (CETESB, 2017).

A partir do gráfico apresentado na Figura 10-61, observa-se que todos os resultados se encontram abaixo do limite de quantificação do laboratório (<0,007 mg/L) e, portanto, em conformidade com a legislação.

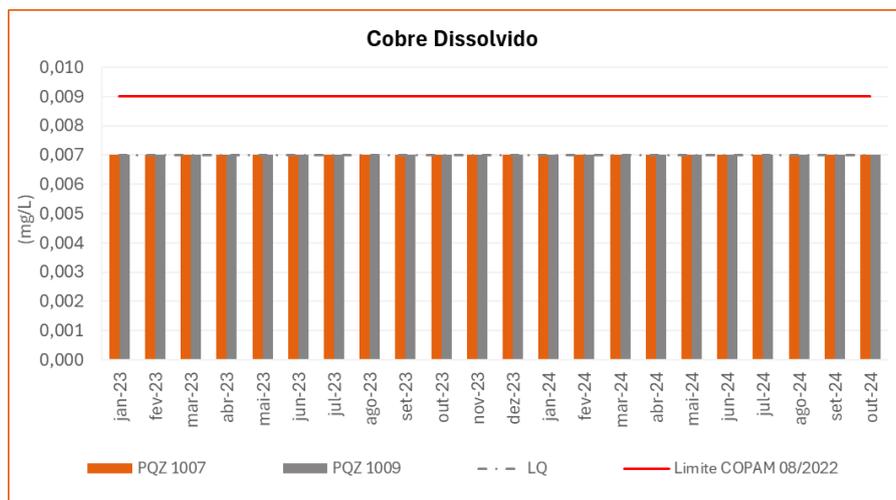
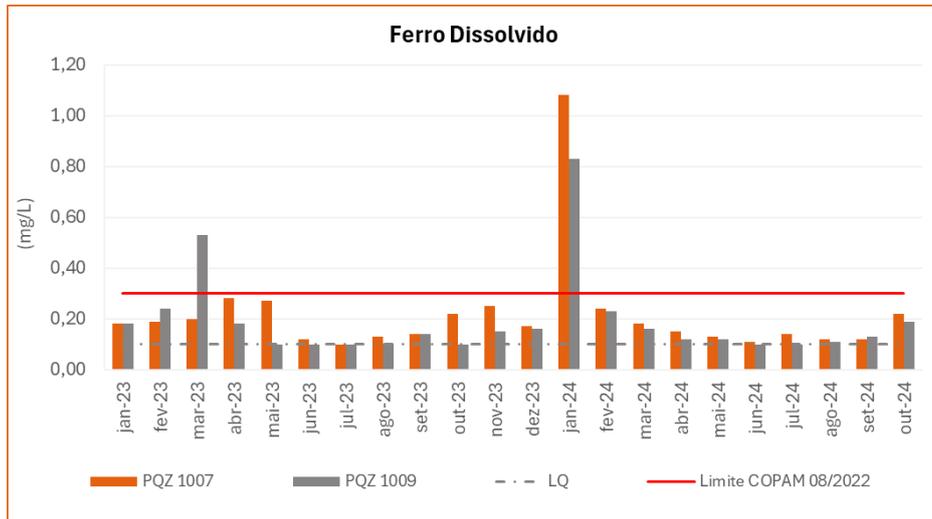


Figura 10-61 - Gráfico de resultados de Cobre Dissolvido nos pontos de monitoramento de água superficial

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

A DN COPAM-CERH nº 08/2022 estabelece o limite de 0,3 mg/L para concentração de Ferro Dissolvido em águas doces Classe 2. Conforme apresentado na Figura 10-62, os resultados obtidos oscilaram ao longo do período avaliado,

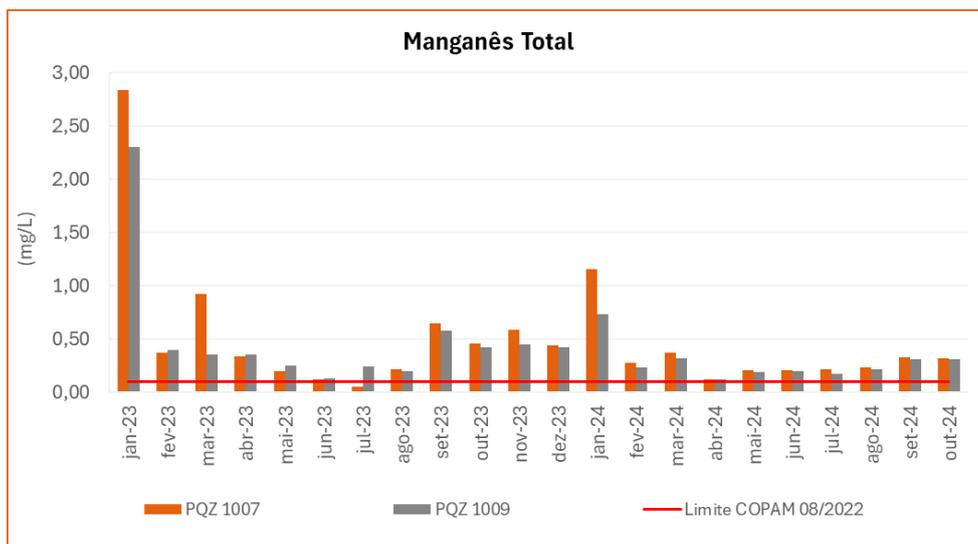
mas se mantiveram dentro do limite estabelecido, com registros de desvios pontuais nos pontos PQZ-1007 e PQZ-1009 em março de 2023 e janeiro de 2024, neste último o ponto à montante apresentou um valor maior quando comparado ao ponto à jusante. Tais resultados podem estar relacionados com o revolvimento do material depositado no leito dos rios durante as chuvas que ocorrem nesses períodos.



**Figura 10-62 - Gráfico de resultados de Ferro Dissolvido nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.*

A DN COPAM-CERH nº 08/2022 estabelece o limite de 0,10 mg/L para concentração de Manganês Total nas águas doces Classe 2. Conforme indicado na Figura 10-63, os pontos PQZ-1007 e PQZ-1009 apresentaram teores acima desse limite durante quase todo o período avaliado, tanto a montante do empreendimento quanto a jusante, indicando que esses desvios não estão relacionados estritamente ao empreendimento. A ocorrência de parâmetros tais como ferro e manganês provavelmente está relacionada às características geoquímicas das litologias locais.

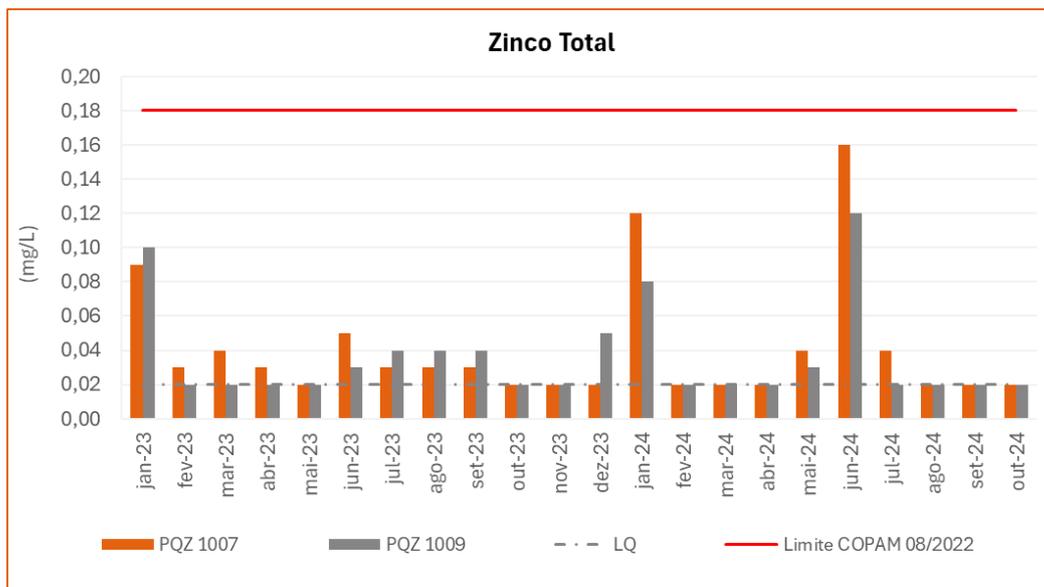


**Figura 10-63 - Gráfico de resultados de Manganês Total nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.*

Outro metal avaliado no monitoramento das águas superficiais da AngloGold Ashanti é o zinco. Segundo CETESB (2017), sua principal emissão natural é por erosão e as fontes antropogênicas podem ser mineração, produção aço, corrosão de estruturas galvanizadas, combustão de carvão e outros combustíveis, eliminação e incineração de resíduos e uso de fertilizantes e agrotóxicos contendo zinco.

A DN COPAM-CERH nº 08/2022 estabelece o limite de 0,18 mg/L para o parâmetro Zinco Total em águas doces Classe 2. Como pode ser observado na Figura 10-64, todos os resultados obtidos estiveram em acordo com o

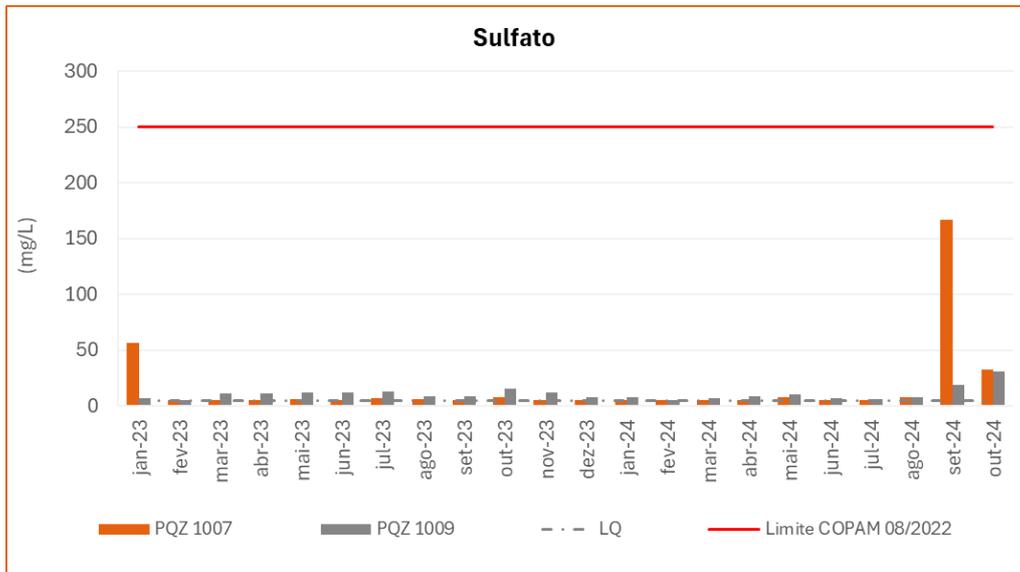


**Figura 10-64 - Gráfico de resultados de Zinco Total nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023*

Conforme Cassella *et. al* (1995), o sulfeto é encontrado em águas naturais com baixas concentrações, com comportamento geralmente sazonal a depender das variações climáticas. O sulfato, por sua vez, é um dos íons mais encontrados na natureza, ocorre em águas naturais a partir da dissolução de rochas e solos e pela oxidação de sulfeto (CETESB, 2022).

A DN COPAM-CERH nº08/2022 estabelece o limite máximo de 0,002 mg/L para Sulfeto e de 250,0 mg/L para Sulfato. A partir do gráfico apresentado na Figura 10-65, é possível observar que todos resultados de Sulfato estão inferiores ao valor máximo (VMP), inclusive, muitos valores ficaram abaixo do limite de quantificação do método laboratorial (<5,0 mg/L). Quanto ao Sulfeto, os dados obtidos não estão representados graficamente, uma vez que todos os resultados foram inferiores ao limite de quantificação do laboratório (<0,002 mg/L) e, portanto, dentro dos limites estabelecidos pela legislação.



**Figura 10-65 - Gráfico de resultados de Sulfato nos pontos de monitoramento de água superficial**

*Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.*

O cianeto pode ser encontrado naturalmente em baixas concentrações no solo e água. As principais fontes de emissão antropogênica são a mineração e as indústrias químicas (CETESB, 2022). É considerado um parâmetro de interesse para o empreendimento uma vez que o beneficiamento do ouro utiliza cianeto como agente lixiviante, além de ser considerado tóxico para os organismos.

A DN COPAM-CERH nº08/2022 estabelece o limite máximo de Cianeto Livre de 0,005 mg/L para corpos d'água - classe 2. O monitoramento do parâmetro Cianeto Livre é realizado através do Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental da AngloGold Ashanti nos pontos PQZ - 1007 e PQZ - 1009 e todos os resultados estiveram em acordo com o VMP. Os valores obtidos não estão representados graficamente, pois todos foram inferiores ao limite de quantificação do laboratório (<0,004 mg/L).

### F. Nitrato

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte de nitrogênio nas águas, promovendo o lançamento de nitrogênio orgânico, o qual encontra-se presente na composição dos aminoácidos que formam as proteínas, além da presença de nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da ureia na água.

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas (CETESB, 2022). Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental da AngloGold Ashanti avalia as concentrações de nitrato na água superficial. O limite máximo estabelecido pela DN COPAM-CERH/MG nº 08/2022 em águas doces Classe 2 para o referido parâmetro é de 10,0 mg/L. Todos os resultados obtidos estiveram em acordo com o VMP e inferiores ao limite de quantificação do laboratório (<2,5 mg/L), por esse motivo, não estão representados graficamente.

### G. Coliformes termotolerantes

A identificação e contagem de microrganismos presentes em corpos d'água são de interesse dos aspectos de proteção da saúde pública. De todos os microrganismos presente nos corpos d'água, aqueles capazes de causar doenças ao ser humano (microrganismos patogênicos) recebem maior atenção no tangente ao tratamento de esgotos. Os organismos mais comumente utilizados para a identificação de contaminação fecal são as bactérias do grupo coliforme, que se divide ainda em três outros grupos mais utilizados:

- i) Coliformes totais: Foram os primeiros a serem adotados como indicadores da poluição humana, porém a presença desse grupo numa água residuária não significa que seja contribuição humana ou animal pois estes organismos podem se desenvolver na vegetação e no solo.
- ii) Coliformes fecais ou termotolerantes: são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e outros animais.
- iii) Escherichia coli: é a principal bactéria do grupo coliformes fecais. Diferente dos coliforme totais e fecais, a E coli é a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal (VON SPERLING, 2005).

Os monitoramentos os quais estão sendo alvo de estudo desse diagnóstico, contemplam os grupos de coliformes termotolerantes. Segundo a DN COPAM-CERH 08/2022, o limite máximo para esse parâmetro é de 1.000 mg/L em corpos d'água - classe 2.

De acordo a Figura 10-66, é possível observar que os resultados de coliformes termotolerantes excedem os limites permitidos diversas vezes, tanto em pontos a montante quanto a jusante do empreendimento. Infere-se, portanto, que os resultados destes parâmetros podem estar relacionados com os lançamentos de esgoto não tratados de fontes externas ao empreendimento.

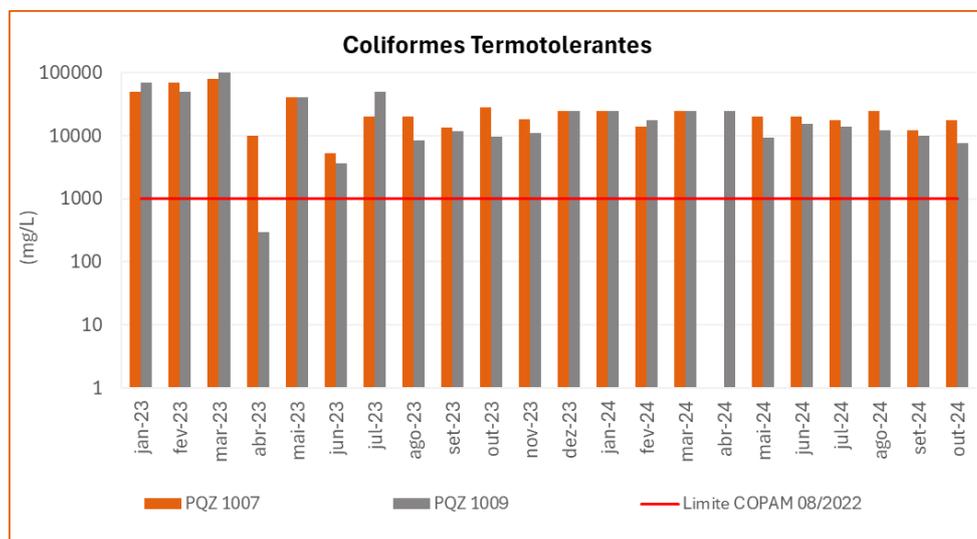


Figura 10-66 - Gráfico de resultados de Coliformes Termotolerantes nos pontos de monitoramento de água superficial

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.

### 10.1.10.3.2 Efluentes

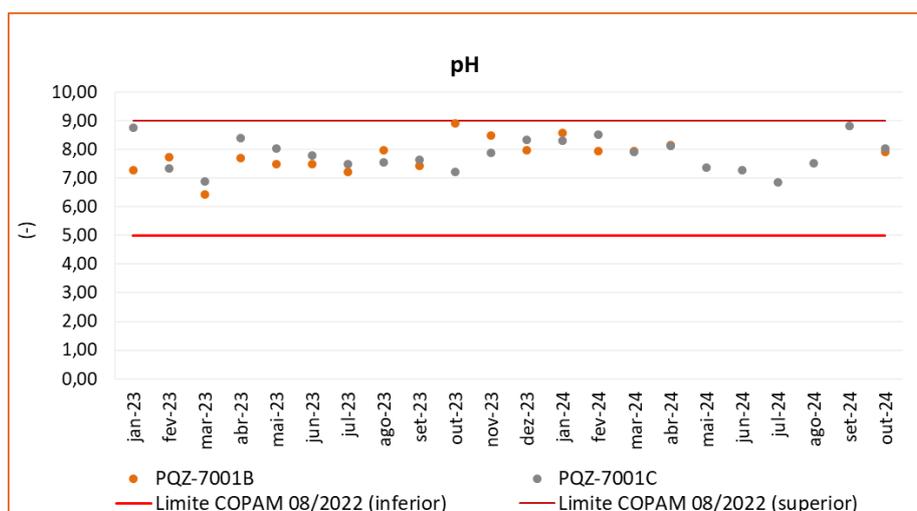
Neste tópico serão apresentados e discutidos os dados da qualidade do efluente avaliado nos pontos de lançamento de efluente externos ao Complexo (PQZ-7001B e PQZ-7001C) e que se encontram na área de estudo delimitada para o presente diagnóstico. Na representação gráfica estão indicados os resultados obtidos durante as campanhas de monitoramento realizadas pela AngloGold Ashanti no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, no período de janeiro de 2023 e outubro de 2024. Cabe ressaltar que, nos meses de junho a setembro de 2023, não houve monitoramento de efluentes no ponto PQZ-7001B, pois, segundo informações da AngloGold Ashanti, não ocorreu bombeamento durante esse período.

Com base nos dados analisados, verificou-se que os pontos de monitoramento se apresentaram em conformidade com a maioria dos parâmetros que possuem padrões estabelecidos pela DN COPAM-CERH nº8/2022 para lançamento de efluentes industriais. As exceções observadas serão discutidas nos itens a seguir.

#### A. Parâmetros físico-químicos

No tratamento físico-químico de efluentes industriais muitos são os exemplos de reações dependentes do pH: a precipitação química de metais tóxicos ocorre em pH elevado, a oxidação química de cianeto ocorre em pH elevado, a redução do cromo hexavalente à forma trivalente ocorre em pH baixo; a oxidação química de fenóis em pH baixo; a quebra de emulsões oleosas mediante acidificação; o arraste de amônia convertida à forma gasosa dá-se mediante elevação de pH etc. Desta forma, o pH é um parâmetro importante no controle dos processos físico-químicos de tratamento de efluentes industriais.

A DN COPAM-CERH-MG nº08/2022 estabelece que a faixa de valores de pH em efluentes industriais deve permanecer entre 6,0 e 9,0. Conforme apresentado na Figura 10-67, todos os resultados obtidos para esse parâmetro estiveram em acordo com a referida DN.



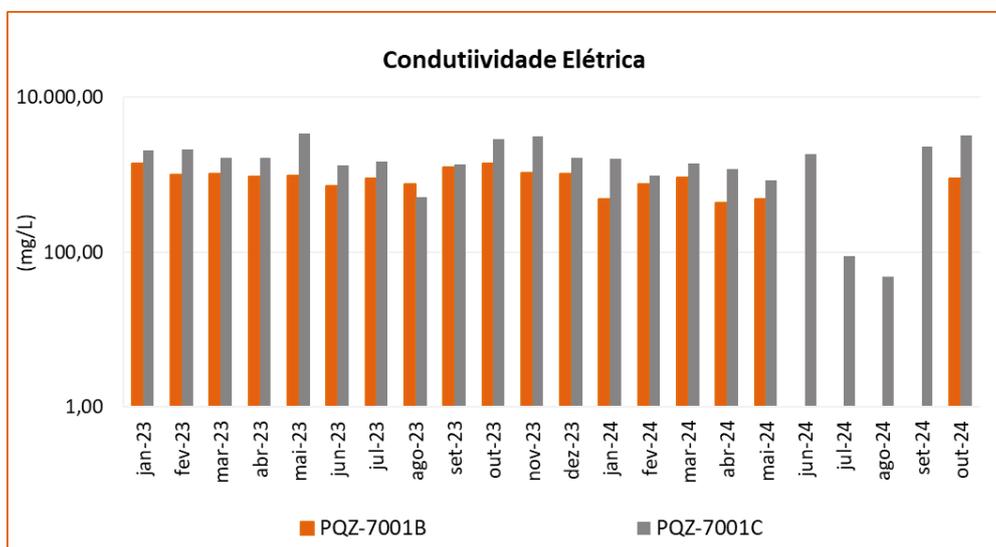
**Figura 10-67 - Gráfico de resultados de pH no ponto de monitoramento de efluentes**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

A Condutividade Elétrica também fornece uma indicação das modificações nas concentrações minerais do efluente, pois refere-se à capacidade da água em conduzir corrente elétrica, estando diretamente ligada as concentrações iônicas

e metais dissolvidos presentes no meio (CETESB, 2018). Ressalta-se que a DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 não estabelece limite máximo para Condutividade Elétrica em efluentes industriais.

A Figura 10-68 a seguir apresenta a análise das campanhas mensais realizadas nos pontos de efluente analisados (PQZ-7001B e PQZ-7001C). De modo geral, esse parâmetro apresenta comportamento oscilatório ao longo dos meses. Conforme explicitado no gráfico, no ponto PQZ-7001B, os resultados variaram de 438  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (abril/2024) a 1399  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (janeiro/2023) e no ponto PQZ-7001C, os resultados variaram de 48  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (agosto/2024) a 3434  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (maio/2023). Valores de condutividade superiores para o efluente, quando comparado com o curso hídrico, é esperado, uma vez que esse descarte industrial geralmente possui maior aporte de sólidos e metais.



**Figura 10-68 - Gráfico de resultados de Condutividade Elétrica no ponto de monitoramento de efluentes**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

### **B. Metais, semimetais e íons metálicos**

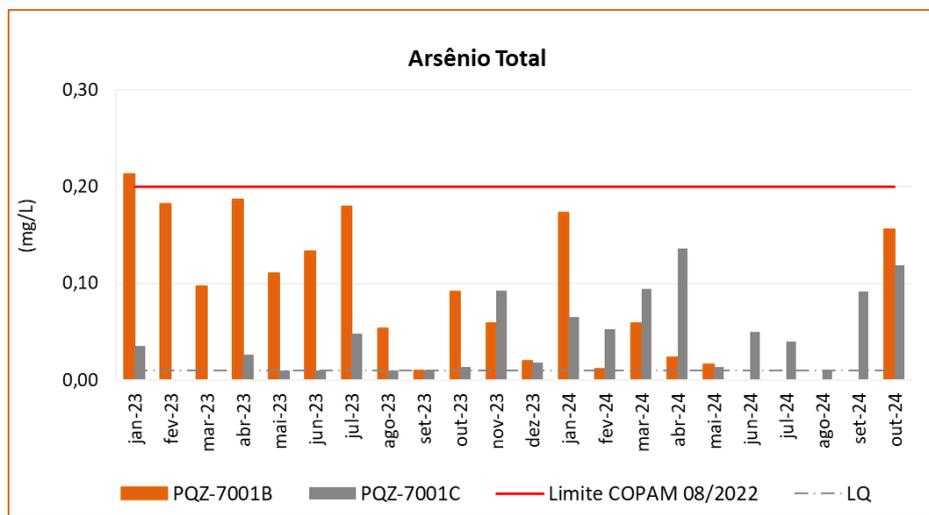
Os metais podem se apresentar na água em diferentes formas, sendo influenciados por parâmetros como pH, temperatura e presença de compostos como os fluoretos, sulfatos e matéria orgânica. A presença de alguns desses elementos em água pode ocorrer por deposição atmosférica ou lixiviação do solo. Alguns metais se destacam pelo seu potencial de contaminação, enquanto outros são essenciais à vida, em pequenas concentrações (CETESB, 2017).

Dentre os metais e semimetais analisados durante as campanhas de monitoramento avaliadas neste diagnóstico, o parâmetro Mercúrio Total apresentou quase todos os resultados abaixo do limite de quantificação do método analítico (<0,001 mg/L), por esse motivo, não foi representado graficamente. O mercúrio é um metal tóxicos e possui limite estabelecidos pela legislação (0,01 mg/L), porém, os resultados obtidos durante o período analisado indicam que não há presença desses parâmetros no efluente final lançado no curso d'água.

Outros metais considerados tóxicos, que também são monitorados periodicamente no efluente industrial da AngloGold Ashanti, são o Arsênio e o Chumbo.

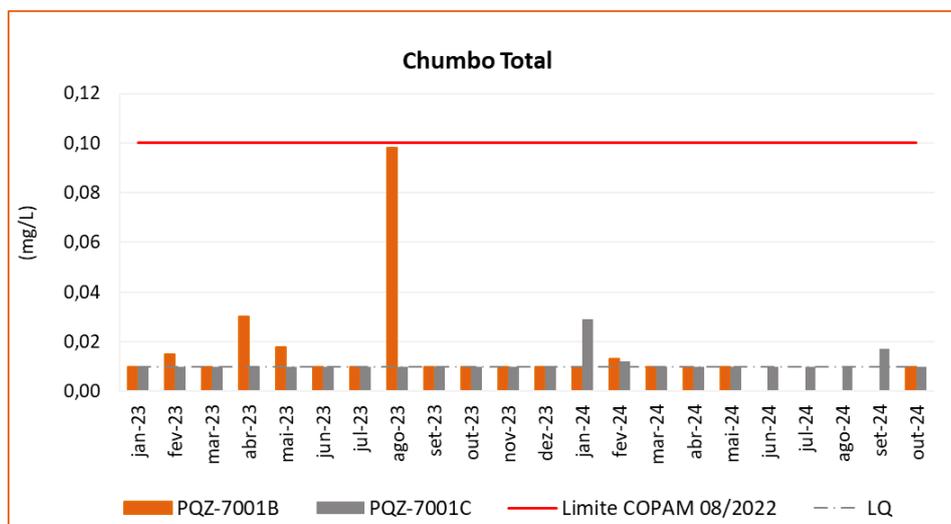
Conforme apresentado a seguir, o parâmetro Arsênio Total (Figura 10-69) foi detectado em grande parte das amostras de efluente analisadas. Houve uma variabilidade nos resultados durante as campanhas, com valores que estiveram abaixo do LQ (<0,01 mg/L) e outros próximos de 0,20 mg/L, mas a maioria dos valores se manteve em conformidade com o valor máximo estabelecido pela DN COPAM-CERH/MG nº08/2022. A exceção ocorreu apenas em janeiro de 2023 no ponto PQZ-7001B, cujo resultado esteve ligeiramente acima do limite (0,21 mg/L).

Com relação ao Chumbo Total, todos os resultados estiveram em acordo com a DN COPAM-CERH/MG nº08/2022. Como pode ser visto na Figura 10-70 a seguir, apenas um resultado se aproximou do valor máximo permitido pela legislação, mas a maioria se manteve abaixo do limite de quantificação laboratorial (0,01 mg/L).



**Figura 10-69 - Gráfico de resultados de Arsênio Total no ponto de monitoramento de efluentes**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

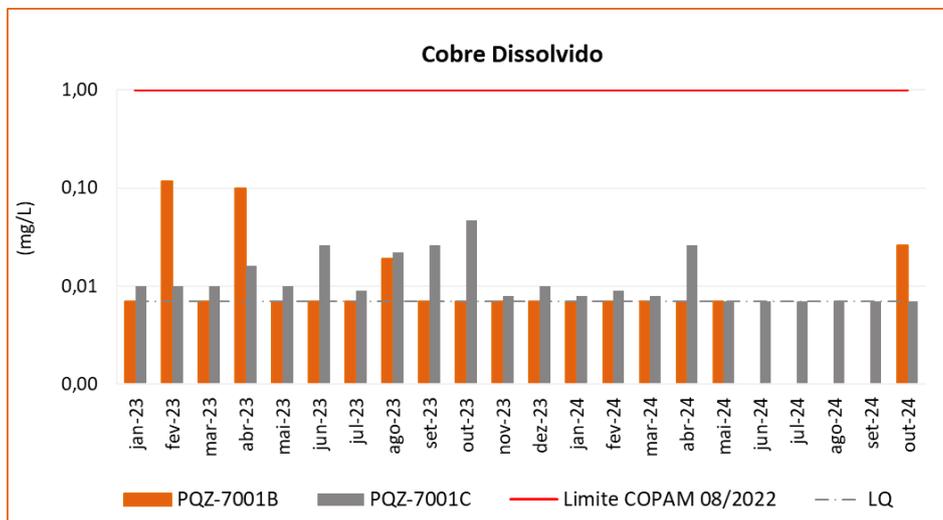


**Figura 10-70 - Gráfico de resultados de Chumbo Total no ponto de monitoramento de efluentes**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

A Figura 10-71 a seguir apresenta a análise das campanhas mensais realizadas, para o parâmetro Cobre Dissolvido nos pontos PQZ-7001B e PQZ-7001C. As fontes de cobre para o meio ambiente incluem minas de cobre ou de outros metais, corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir do uso agrícola do cobre e precipitação atmosférica de fontes industriais. O cobre ocorre naturalmente em todas as plantas e animais, sendo um nutriente essencial em baixas doses (CETESB, 2018).

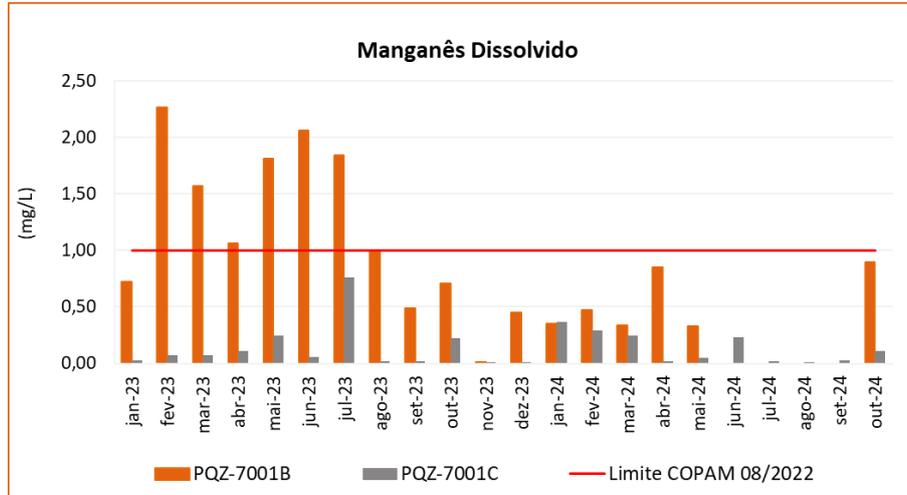
Como pode ser observado, houve uma variabilidade nos resultados durante as campanhas de 2023 e 2024, mas todos os valores se mantiveram em conformidade com o valor máximo estabelecido pela legislação vigente, sendo grande parte abaixo do LQ (<0,007 mg/L).



**Figura 10-71 - Gráfico de resultados de Cobre Dissolvido no ponto de monitoramento de efluentes**

*Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.*

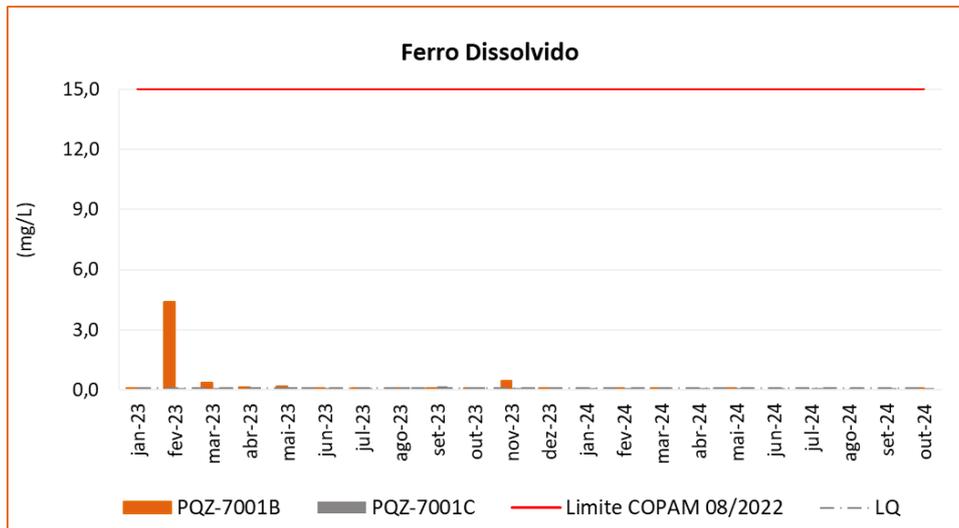
O manganês e seus compostos são usados na indústria do aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários, entre outros usos. Ocorre naturalmente na água superficial e subterrânea, no entanto, as atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação da água (CETESB, 2018). Ao analisar o gráfico para o parâmetro Manganês Dissolvido (Figura 10-72), verifica-se que houve a ocorrência de resultados superiores ao limite máximo estabelecido pela DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 no ponto PQZ-7001B.



**Figura 10-72 - Gráfico de resultados de Manganês Dissolvido no ponto de monitoramento de efluentes**

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.

Outros parâmetros que também foram analisados nos pontos de monitoramento de efluentes foram o Ferro Dissolvido e o Zinco Total, cujas concentrações máximas estabelecidas pela DN COPAM-CERH/MG nº08/2022, para lançamento de efluentes industriais são 15 mg/L e 5,0 mg/L, respectivamente. Observa-se, a partir da Figura 10-73 e da Figura 10-74, que nenhum resultado obtido para ambos os parâmetros ultrapassou os limites durante o período de monitoramento, além disso, muitas concentrações estiveram abaixo dos limites de quantificação laboratoriais (< 0,1 mg/L para o Ferro Dissolvido e 0,02 mg/L para o Zinco Total).



**Figura 10-73 - Gráfico de resultados de Ferro Dissolvido no ponto de monitoramento de efluentes**

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.

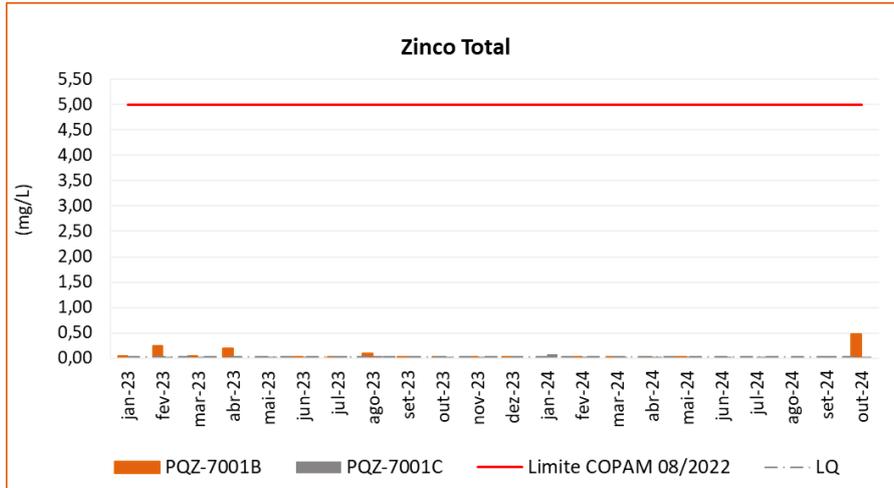


Figura 10-74 - Gráfico de resultados de Zinco Total no ponto de monitoramento de efluentes

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.

O sulfato é um dos íons mais abundantes na natureza. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. As principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Nas águas tratadas, é proveniente do uso de coagulantes.

Para o Sulfeto, DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 estabelece a concentração máxima de 1 mg/L para lançamento de efluentes. Em nenhuma amostra foi detectada concentração de Sulfeto, estando todos os resultados em acordo com o VMP e abaixo do limite de quantificação do método laboratorial, por isso, não foi apresentado o gráfico para esse parâmetro.

Na DN COPAM-CERH nº08/2022 não há valor regulamentado para o limite máximo de Sulfato no lançamento de efluentes. Para campanhas realizadas entre 2023 e 2024, verifica-se um comportamento oscilatório das concentrações ao longo dos dois anos monitorados. Para o ponto PZQ-7001B, o valor mínimo observado foi 126,2 mg/L e o máximo foi 701,1 mg/L, para o ponto PZQ-7001C, o menor valor observado foi 6,9 mg/L e o maior foi 2540,0 mg/L.

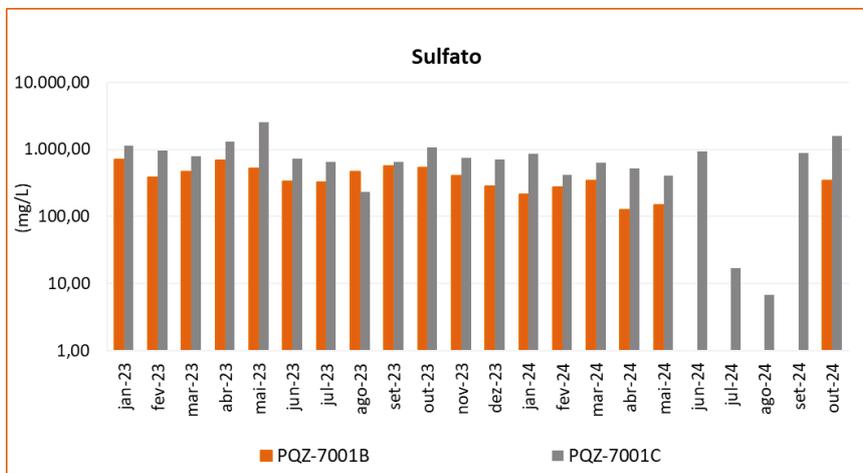


Figura 10-75 - Gráfico de resultados de Sulfato no ponto de monitoramento de efluentes

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.

O cianeto WAD (weak acid dissociable metal-cyanide complexes) é um composto monitorado para indicar os metais WAD que estão sendo processados. O cianeto pode ser encontrado naturalmente em baixas concentrações no solo e água. As principais fontes de emissão antropogênica são a mineração e as indústrias químicas (CETESB, 2022). É considerado um parâmetro de interesse para o empreendimento uma vez que o beneficiamento do ouro utiliza cianeto como agente lixiviante, além de ser considerado tóxico para os organismos. A DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 estabelece o limite máximo de cianeto livre (destilável por ácidos fracos) de 0,2 mg/L para lançamento de efluentes. Quase todos os resultados estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico (<0,005 mg/L), portanto, em acordo com o VMP.

A DN COPAM-CERH nº08/2022 não estabelece limite máximo de nitrato para lançamento de efluentes. Para campanhas realizadas entre 2023 e 2024, a maioria dos resultados também foi inferior ao LQ (<2,5 mg/L), por esse motivo, não foram representados graficamente.

### C. Carga orgânica

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de uma amostra de água está relacionada à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por meio de decomposição biológica aeróbia, formando subprodutos na forma inorgânica estável. Nesse contexto, a DBO representa a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período, numa temperatura de incubação específica. Os maiores aumentos em termos de DBO nos cursos d'água são provocados por lançamentos de origem orgânica (CETESB, 2018). A Demanda Química de Oxigênio (DQO) também é um indicador de matéria orgânica, mas baseia-se na concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido, por ação de um agente químico oxidante forte (CETESB, 2018).

A DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 estabelece o limite de 60 mg/L para DBO e 180 mg/L para DQO em efluentes industriais. Nas amostras consideradas neste diagnóstico, a maioria dos resultados obtidos para o parâmetro DBO, esteve abaixo do limite de quantificação do método analítico e em conformidade com a legislação, por esse motivo, não estão representados graficamente. Quanto ao parâmetro DQO, no ponto PQZ-7001C os resultados foram mais elevados, com um desvio pontual em fevereiro de 2023, como pode ser observado na Figura 10-76.

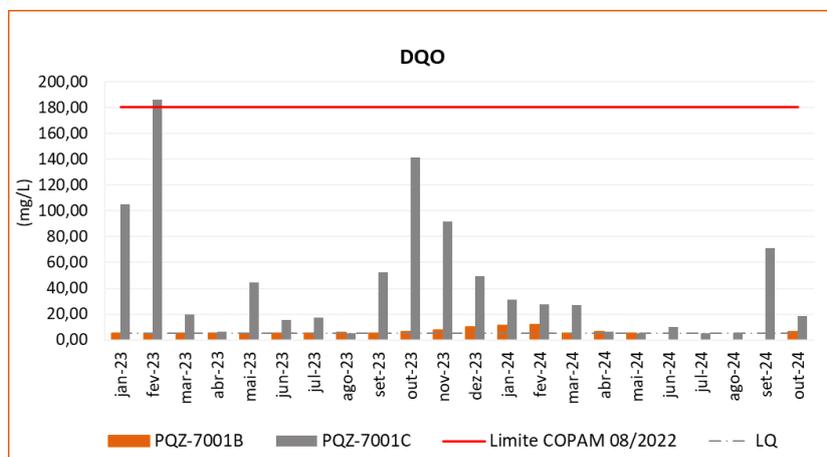


Figura 10-76 - Gráfico de resultados de DQO no ponto de monitoramento de efluentes

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023

Os óleos e graxas correspondem às substâncias oleosas (hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros) de origem mineral, vegetal ou animal. São normalmente oriundos de resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolinas, estradas e vias. Na decomposição desses parâmetros há redução do oxigênio dissolvido, devido à elevação da DBO e DQO, causando prejuízos à vida aquática (CETESB, 2018).

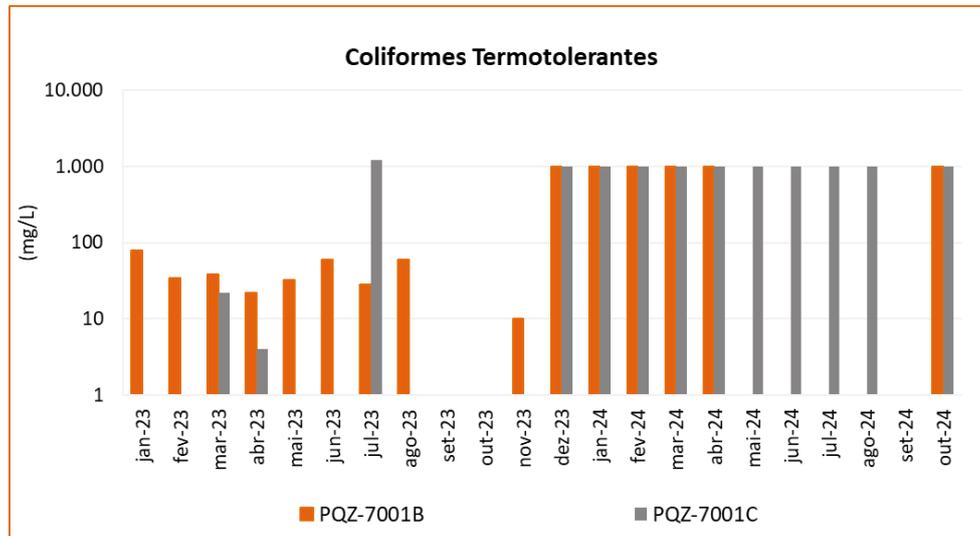
A DN COPAM-CERH/MG nº08/2022 estabelece o limite máximo de 20 mg/L para óleos e graxas minerais em efluentes industriais e, nas campanhas analisadas, quase todas as concentrações desse parâmetro estiveram abaixo do limite de quantificação laboratorial (<10 mg/L) em ambos os pontos de monitoramento, portanto, em conformidade com a legislação vigente.

Outro parâmetro relacionado à carga orgânica do efluente são os fenóis, substâncias de origem industrial, conhecidos devido a sua elevada toxicidade ao homem, organismos aquáticos e microrganismos, estando presentes em medicamentos, fungicidas, bactericidas e desinfetantes. A DN COPAM-CERH nº08/2022 estabelece limite máximo de 0,5 mg/L. Todos os valores obtidos nas campanhas mensais realizadas no monitoramento da AngloGold Ashanti, também estiveram abaixo do limite de quantificação laboratorial (<0,02 mg/L), portanto dentro do limite exigido pela legislação.

Por fim, os surfactantes, também denominados substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno, são compostos orgânicos associadas aos detergentes, capazes de modificar a tensão superficial da água. As elevadas descargas desses compostos podem provocar a formação de espumas e acelerar a eutrofização do meio. A DN COPAM-CERH nº08/2022 estabelece o limite máximo de 2,0 mg/L para o lançamento de efluentes. A maioria dos valores obtidos nos monitoramentos realizados em 2023 e 2024 esteve abaixo do limite de quantificação laboratorial (<0,3 mg/L), portanto em acordo com a legislação vigente.

#### *D. Coliformes termotolerantes*

Conforme já mencionando, de todos os microrganismos presente nos corpos d'água, aqueles capazes de causar doenças ao ser humano (microrganismos patogênicos) recebem maior atenção no tangente ao tratamento de esgotos. Nos pontos PQZ-7001B e PQZ-7001C, foram realizadas análises mensais de Coliformes termotolerantes, que são indicadores de organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e outros animais. A DN COPAM-CERH nº08/2022 não estabelece limite máximo de concentrações de Coliformes termotolerantes para o lançamento de efluentes. Conforme apresentado na Figura 10-77 a seguir, os resultados oscilaram bastante durante as campanhas de monitoramento, entre 1 e 1000 UFC/100mL.



**Figura 10-77 - Gráfico de resultados de Coliformes Termotolerantes no ponto de monitoramento de efluentes**

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023

### E. Sólidos sedimentáveis

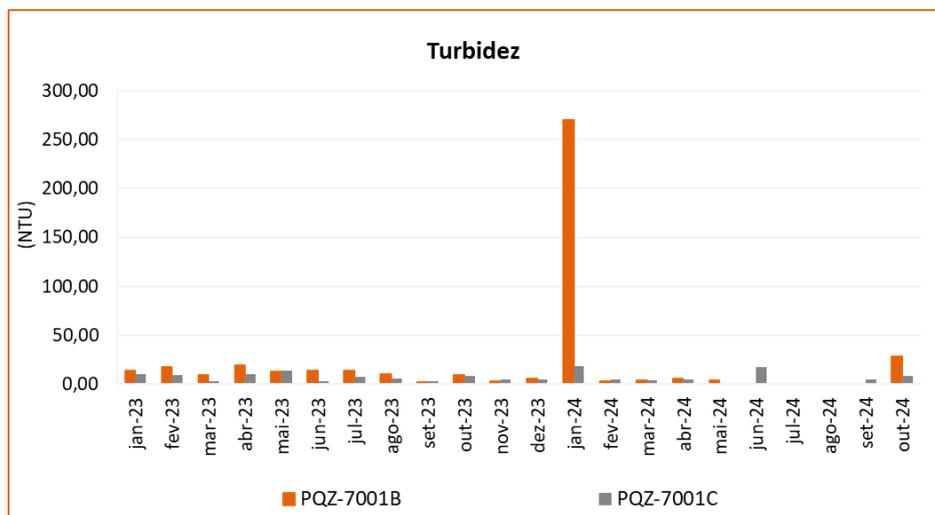
Sólidos sedimentáveis são materiais que podem permanecer suspensos em uma amostra por um determinado período de tempo e, depois, sedimentar. São componentes grossos dos sólidos suspensos e uma parte essencial dos lodos encontrados em estações de tratamento de água. A análise de sólidos sedimentáveis é importante para garantir que os efluentes estejam livres de contaminação. É um elemento de controle legal do tratamento de efluentes e deve ser realizada de forma recorrente.

A DN COPAM-CERH nº08/2022 estabelece o limite máximo de Sólidos Sedimentáveis de 1,0 mL/L para o lançamento de efluentes. Todos os valores obtidos nos monitoramentos realizados mensalmente em 2023 e 2024 estiveram abaixo do limite de quantificação laboratorial (< 0,5 mL/L), portanto em acordo com a legislação vigente.

### F. Cor verdadeira e Turbidez

A cor da água pode ser causada por uma alta concentração de substâncias dissolvidas, como minerais como o ferro e manganês, e compostos orgânicos como algas e vegetais. A cor verdadeira está associada a problemas de estética, às dificuldades na penetração da luz e à presença de compostos recalcitrantes (não biodegradáveis, isto é, de taxas de decomposição muito baixas) nas águas naturais, os quais, em geral, são tóxicos aos organismos aquáticos. Já a turbidez é a medida da atenuação da luz ao atravessar uma amostra de água, causada pela presença de partículas sólidas em suspensão, como argila, areia, algas, bactérias, minerais, proteínas e óleos.

A DN COPAM-CERH nº08/2022 não estabelece padrões de lançamento de efluentes para os parâmetros Cor verdadeira e Turbidez. Todos os resultados obtidos para o parâmetro Cor Verdadeira, estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico (<10 mgPt/L), por isso, não há representação gráfica. Quanto ao parâmetro Turbidez, os resultados oscilaram bastante durante o período de monitoramento, como pode ser visto na Figura 10-78 a seguir. Para o ponto PQZ-7001B, o valor mínimo observado foi 2,0 mg/L e o máximo foi 270,1 mg/L (outlier apresentado durante período chuvoso de janeiro/24), para o ponto PQZ-7001C, o menor valor observado foi 0,6 mg/L e o maior foi 18,0 mg/L.



**Figura 10-78 - Gráfico de resultados de Turbidez no ponto de monitoramento de efluentes**

*Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: AngloGold, 2023.*

#### 10.1.10.4 Síntese conclusiva

A avaliação dos recursos hídricos sob as Áreas de Estudo Regional e Local do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, foi realizada utilizando dois pontos de monitoramento do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas (PQZ - 1007 e PQZ - 1009). Para complementação da discussão considerou-se, também, os pontos de lançamento de efluente do empreendimento (PQZ-7001B e PQZ-7001C).

Com base nos dados analisados, verificou-se que os pontos de monitoramento de água superficial se apresentaram em conformidade com a maioria dos parâmetros que possuem padrões estabelecidos pela DN COPAM-CERH nº8/2022. Exceções foram observadas, majoritariamente, nas análises dos parâmetros Arsênio Total, Manganês Total e Coliformes termotolerantes, para os quais foram observados resultados acima de seus respectivos limites durante quase todo o período avaliado. Cabe ressaltar, porém, que os resultados desconformes foram observados tanto a montante quanto a jusante do empreendimento, indicando que esses desvios não estão relacionados estritamente às atividades desenvolvidas na Planta do Queiroz.

Já os parâmetros Turbidez, Chumbo Total e Ferro Dissolvido apresentaram desvios pontuais ao longo do monitoramento, podendo ser associados ao maior carregamento de material para os cursos d'água e revolvimento do material depositado no leito dos rios durante os períodos chuvosos, uma vez que a sazonalidade refletiu diretamente nos resultados obtidos. Os resultados dos demais parâmetros monitorados na matriz água superficial estiveram dentro dos limites previstos pela legislação vigente.

De modo geral, os desvios observados, podem estar diretamente relacionados ao próprio *background* da região (geologia e litologia local), uma vez que a Planta está localizada na região do Quadrilátero Ferrífero, a qual é notoriamente reconhecida pela presença natural marcante desses elementos, que podem ser intensificados pelos eventos pluviométricos que ocorrem com intensidade na região.

Para os Coliformes termotolerantes, infere-se que os resultados desconformes estão relacionados com os lançamentos de esgoto não tratados externos ao empreendimento. Cabe reforçar a presença das comunidades dos bairros do Galo,

Mingu e Mina d'Água que, por sua vez, determinam um padrão de ocupação com exposição de áreas para a sua expansão e possuem lançamentos de efluentes sem tratamento nas drenagens na bacia de contribuição do córrego Mina d'Água.

Diante deste contexto, conclui-se que a contribuição destes parâmetros na área de estudo não é proveniente exclusivamente do empreendimento, o que é corroborado pelo fato de que pontos a montante da confluência do rio das Velhas com a Planta do Queiroz também apresentam desvios do VMP.

Com relação ao monitoramento de efluentes, verificou-se que a maioria dos parâmetros analisados também esteve em acordo com os padrões estabelecidos pela DN COPAM-CERH nº8/2022 para lançamento de efluentes industriais. Exceções foram observadas principalmente nos resultados de Manganês Dissolvido, no ponto PQZ 7001B. Os parâmetros Arsênio Total e DQO, apresentaram um único desvio durante todo o período avaliado.

### 10.1.11 Recursos Hídricos Subterrâneos

Segundo a Resolução CNRH nº 15/2001 e a Resolução CONAMA nº 396/2008, águas subterrâneas são aquelas que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo, circulando e preenchendo poros de naturezas diversas (vazios entre grãos, fraturas, falhas, fissuras, cavidades cársticas, juntas entre camadas ou entre colunas de rochas etc.) (ALBUQUERQUE e RÊGO, 1998). Um aquífero, por sua vez, é um corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos (Resolução CONAMA nº 396/2008). Sendo assim, um aquífero não deve ser avaliado somente pelo critério de acumulação de água, mas principalmente pela capacidade de permitir sua transmissão.

Ao aflorar, a água subterrânea constitui o escoamento de base da rede hidrográfica superficial, dando origem a sistemas hídricos diversos. Além disso, configura uma fonte fundamental para o abastecimento de água: conforme Fundaj (2020), 52% dos municípios brasileiros utilizam águas subterrâneas para o abastecimento, sendo que 36% são abastecidos exclusivamente e 16% parcialmente por essa fonte.

Diante deste contexto, a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos configura parte fundamental de um estudo de impacto ambiental, uma vez que possibilita determinar as características deste componente e analisar possíveis alterações que possam ser ocasionadas por intervenções antrópicas.

#### 10.1.11.1 Metodologia

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos pautou-se no Modelo Hidrogeológico Conceitual desenvolvido em 2022 pela empresa WST por solicitação da AngloGold Ashanti (WST, 2022). Este estudo, apresentado na íntegra no **Anexo XI** deste EIA, teve como objetivo analisar a dinâmica hídrica subterrânea da bacia hidrográfica do Córrego Mina D'água, que abrange a Planta do Queiroz e está incluída na Área de Estudo Local (AEL). Assim, na presente seção é apresentada a síntese geral das unidades hidrogeológicas mapeadas na área de análise, bem como as principais características da dinâmica hídrica subterrânea observada. Além disso, são apresentados os dados do inventário de nascentes atualizado realizado em 2023, além de informações dos usos da água subterrânea observados na AEL e AER, estes registrados junto ao IGAM e disponibilizados na plataforma IDE-Sisema.

### 10.1.11.2 Unidades hidrogeológicas

Conforme estudo desenvolvido pela WST (2022), apresentado no **Anexo XI**, na bacia do Córrego Mina D'água foram caracterizados três domínios hidrogeológicos principais, que apresentam comportamentos hidráulicos distintos. São estes:

- **Aquífero em cobertura sedimentar:** Corresponde a um sistema aquífero poroso de circulação rasa, composto por solo residual, aluvionar e coluvionar, e está presente nos talwegues e encostas recobrando quase toda a bacia do Córrego Mina d'Água. Esta unidade apresenta elevada heterogeneidade, podendo apresentar, tanto valores de condutividade altos (condicionados pela pequena espessura e conseqüente baixo grau de compacidade), quanto valores de permeabilidade baixos (devido ao alto teor de argilo-minerais). Dados de sondagem realizados na área indicam que esta unidade pode apresentar espessuras estimadas entre 0 e 6 m, apresentando composição silto-argilosa na área das barragens Calcinado e Cocuruto, e silto-areonosa na região da barragem Rapaunha (WST, 2022).
- **Xisto intemperizado:** Sotoposta à camada de cobertura sedimentar, a unidade hidrogeológica nomeada como xisto intemperizado corresponde a um sistema aquífero poroso/fissural. Esta é composta, basicamente, por dois litotipos de xistos intemperizados: o quartzo-sericita xisto e o quartzo-sericita-clorita xistos. Os saprólitos também foram incluídos nessa unidade hidrogeológica. Ao realizar o mapeamento geológico-geotécnico da área, WALM (2021a, 2021b) adotou o termo com uma denotação geral, agrupando porções com graus intempéricos mais ou menos elevados em meio a matriz, por vezes apresentando núcleos de rocha intemperizada ou solo residual. No geral, podem apresentar espessuras próximas de 60 m junto aos divisores topográficos da bacia hidrográfica na Mina d'Água, e espessuras na ordem de 30 m nas porções mais baixas dos talwegues. Esta unidade hidrogeológica apresenta baixa condutividade hidráulica, devido ao alto teor de argilo-minerais. Além disso, outro fator importante é a diferenciação que deve existir entre o nível intemperizado dos xistos e o xisto propriamente dito (rocha sã). Neste caso, a condutividade hidráulica deve reduzir gradativamente com o aumento da profundidade, uma vez que as fraturas tendem a ser mais fechadas e seu grau de conectividade menos frequente (WST, 2022).
- **Rocha sã:** Sotoposta à camada de xistos intemperizados, a unidade hidrogeológica nomeada como rocha sã corresponde a um sistema aquífero devido sua baixíssima condutividade hidráulica e porosidade. Esta unidade é composta por xistos que sustentam a base do pacote estratigráfico. Em relação às unidades hidrogeológicas mais permeáveis, o xisto situado nas profundidades maiores pode ser considerado como o limite inferior de fluxo das águas subterrâneas. Na região das barragens, o topo rochoso ocorre em profundidades próximas de 20 m na barragem Cocuruto, 30 m na barragem Calcinados e em cerca de 65 metros de profundidade na barragem Rapaunha (WST, 2022).

Além das unidades hidroestratigráficas citadas, conforme estudo os materiais depositados para a construção e o rejeito armazenado nas barragens apresentam propriedades hidrodinâmicas diversas, condicionando a dinâmica hídrica subterrânea em nível local. As principais características observadas nestas estruturas são apresentadas a seguir:

- **Aterros:** Os maciços da barragem são estruturas antrópicas condicionadas para sustentar a deposição de rejeitos e, em geral, são construídos de material da própria região. Os materiais tendem a ter baixa porosidade

e permeabilidade tendo em vista que são materiais inconsolidados com certo grau de compactação. Assume-se que a recarga nos aterros é desprezível, uma vez que os aterros foram construídos com material argilo-siltoso ou silto-argiloso compactado. Além disso, assume-se que os aterros possuem sistema de drenagem superficial eficiente (WST, 2022).

- **Sistema de drenagem interna:** Trata-se do conjunto de elementos que condicionam o fluxo interior dos maciços das barragens. Podem ser sistemas do tipo filtros verticais, tapetes drenantes e enrocamentos. Além disso, devem ser altamente condutivos hidráulicamente (WST, 2022).
- **Rejeito:** O rejeito se mostra como uma unidade de difícil interpretação, pois pode ter variação de composição ao longo do tempo de deposição, além de ser continuamente compactado pelas frequentes adições de materiais. Sua variação de teor de umidade também contribui para o seu potencial de armazenamento hídrico. Tem-se que o rejeito da barragem Rapaunha pode ser classificado tátil-visualmente como “areia fina pouco siltosa”. Em relação ao rejeito da barragem de Cocuruto, ele pode ser dividido em duas camadas distintas: (i) a camada mais profunda relativa ao rejeito junto à estrutura Queiroz que sofreu ressecamento e acabou gerando uma resistência ao material, mesmo saturado; e (ii) a camada mais superficial relativa aos rejeitos dispostos após a construção do barramento denominado Cocuruto. Por fim, os ensaios granulométricos executados indicam que o rejeito da barragem Calcinado apresenta composição granulométrica variando entre silto-arenosa e silto-argilosa (WST, 2022).

### 10.1.11.3 Dinâmica hídrica subterrânea

Conforme estudo desenvolvido (WST, 2022), além das características específicas de cada unidade hidrogeológica, o fluxo subterrâneo na bacia do córrego Mina d'Água também é influenciado e condicionado por aspectos morfológicos, estruturais e antrópicos. Neste contexto, a análise da dinâmica hídrica subterrânea foi realizada com base na distribuição e comportamento dos dados de monitoramento dos níveis d'água locais, bem como na distribuição espacial das barragens e outras estruturas.

No geral, os níveis de água observados nos poços de monitoramento considerados revelam uma superfície freática relativamente rasa, com flutuações sazonais, demonstrando uma circulação de água subsuperficial preponderante no manto de intemperismo dos xistos subjacentes, tendo uma rápida resposta às recargas (WST, 2022).

O fluxo descendente da recarga é condicionado à existência de zonas fraturadas. Entretanto, a baixa condutividade hidráulica dos maciços rochosos em profundidade condiciona uma dinâmica hídrica subsuperficial com direções de fluxo coincidentes com a topografia. No geral, verifica-se níveis freáticos mais profundos próximos aos divisores topográficos e a ocorrência de níveis próximos à superfície nos fundos de vale dos cursos de água (WST, 2022).

A implementação das barragens Calcinado, Rapaunha e Cocuruto resultou em algumas alterações locais do fluxo subterrâneo. A principal alteração na dinâmica hídrica está associada ao desempenho dos maciços atuando como barreiras hidráulicas, limitando o fluxo da descarga natural que havia nas drenagens originais da bacia hidrográfica, resultando em um armazenamento e elevação nos níveis dos reservatórios (WST, 2022).

Na região das barragens, a água pode acumular nos reservatórios através de precipitação direta, escoamento superficial de pontos a montante, descarga natural das unidades hidrogeológicas, lançamento de polpa de rejeito e

através de lançamento direto de água. As saídas de água do reservatório podem ocorrer por evaporação, infiltração na fundação, percolação no talude de montante do maciço até o sistema de drenagem interno e através do extravasor (WST, 2022). Vale citar que essas alterações locais nas condições de fluxo não ultrapassam os divisores topográficos da bacia hidrográfica do Córrego Mina d'Água.

Com relação à potenciometria, que se refere às direções de fluxo das águas subterrâneas, foi identificado que o fluxo na bacia do Córrego Mina d'Água se dá preferencialmente dos divisores topográficos para os cursos de água. A principal direção de fluxo, neste contexto, ocorre em NW-SE. Na região das barragens são observados elevados gradientes hidráulicos provocados pelos maciços, que atuam como barreiras hidráulicas. No documento incluído no **Anexo XI** deste EIA são apresentadas análises mais detalhadas da dinâmica hídrica local, subdivididas entre as regiões da bacia.

#### 10.1.11.4 Inventário de nascentes

As nascentes são manifestações superficiais das águas subterrâneas e correspondem ao ponto em que o lençol freático alcança a superfície do solo. Foi realizado pela CLAM em maio de 2022, período de estiagem, o cadastramento e/ou recadastramento de nascentes nas adjacências das Barragens de Rapaunha, Calcinados e Cocuruto na Planta do Queiroz, no município de Nova Lima, Minas Gerais, compreendendo a área de instalação do projeto e porção da AEL. Registra-se ainda que, no período seco de 2023, a equipe da AngloGold Ashanti realizou um refinamento do estudo realizado pela CLAM Meio Ambiente e gerou uma Nota Técnica em complementação ao inventário da CLAM.

Considerando a atualização do inventário, através da Nota Técnica, foram registrados 55 pontos, sendo 26 identificados como nascentes perenes, 14 drenagens secas e 15 pontos de controle. Foram executadas medições dos parâmetros físico-químicos (pH, eH/potencial redox, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura da água, temperatura do ar, turbidez e as descargas líquidas) *in situ*, nesses cursos d'água.

Visando levantar possíveis novas contribuições nas áreas não contempladas pelos estudos anteriores, a Arcadis Logos S.A. foi contratada pela AngloGold Ashanti para efetuar a atualização do cadastramento de nascentes, drenagens secas e pontos de controle d'água na área da Planta do Queiroz, incluindo o monitoramento de parâmetros físico-químicos e vazão. Cabe ressaltar que o Modelo Hidrogeológico Conceitual elaborado pela WST e referenciado na seção anterior foi concluído em 2022, baseando-se, portanto, nos dados de nascentes coletados no inventário anterior à última atualização.

Os levantamentos de campo para atualização do inventário pela Arcadis Logos S.A. foram realizados no período de 22 de agosto até 05 de setembro de 2023. Nesse levantamento, foram identificados mais pontos, que englobam, principalmente, a região ao sul da área de referência da Planta do Queiroz, próxima à barragem de Cambimbe. No total foram 83 pontos, dentre os quais 34 consistiram em nascentes perene, 34 em drenagens secas e 15 em pontos de controle (surgências, olho d'água, curso d'água e uma estrutura de captação).

A Tabela 10-38 apresenta um resumo o quantitativo de pontos obtidos nos cadastros realizados ao longo dos anos.

**Tabela 10-38 - Resumo dos dados obtidos em campo em comparação com os cadastros efetuados em trabalhos anteriores**

Referência	Trabalhos anteriores (2003, 2018 e 2019)	CLAM (2022)	Complemento AngloGold (2023)	Arcadis (2023)
Total de pontos cadastrados	41	53	55	83
Nascentes	29	26	25	34
Drenagens secas	12	14	14	34
Pontos de Controle	0	13	16	15

Fonte: Arcadis, 2024.

A Tabela 10-39 apresenta a correspondência dos pontos cadastrados atualmente e em trabalhos anteriores, além dos novos pontos identificados. A distribuição espacial dos pontos inventariados (drenagens secas, nascentes perenes e pontos de controle) e a hidrografia atualizada da área podem ser observadas no mapa da Figura 10-79.



Tabela 10-39 – Tabela com a correspondência dos pontos cadastrados de nascentes nos estudos realizados pela Clam (2022), AngloGold (2023) e Arcadis (2023)

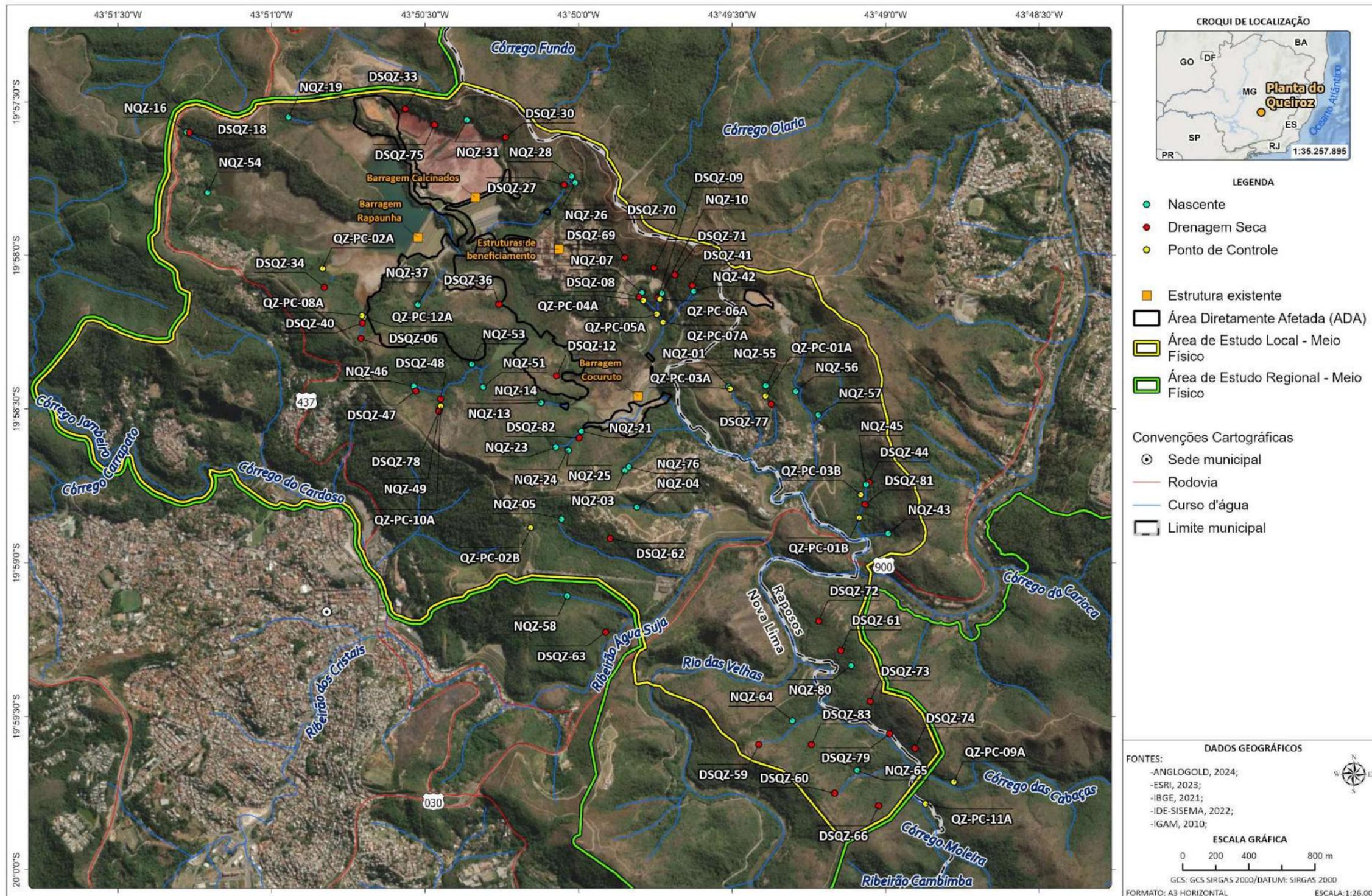
CLAM Meio Ambiente (2022)				Complemento AngloGold (2023)				ARCADIS (2023)			
Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)		Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)		Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)	
		E (m)	N(m)			E (m)	N(m)			E (m)	N(m)
NQZ-Clam 01	Nascente	622919	7790990	NQZ-01	Nascente	622919	7790990	NQZ-01	Nascente	622919	7790989
NQZ-Clam 03	Nascente	622319	7790502	NQZ-03	Nascente	622319	7790502	NQZ-03	Nascente	622327	7790490
DSQZ-Clam 04	Drenagem seca	622290	7790275	DSQZ-04	Drenagem seca	622290	7790275	NQZ-04	Nascente	622393	7790268
NQZ-Clam 05	Nascente	621951	7790166	NQZ-05	Nascente	621951	7790166	NQZ-05	Nascente	621965	7790201
DSQZ-Clam 06	Drenagem seca	620822	7791311	DSQZ-06	Drenagem seca	620822	7791311	DSQZ-06	Drenagem seca	620833	7791293
NQZ-Clam 07	Nascente	622416	7791563	NQZ-07	Nascente	622416	7791563	NQZ-07	Nascente	622429	7791558
DSQZ-Clam 08	Drenagem seca	622419	7791535	DSQZ-08	Drenagem seca	622419	7791535	DSQZ-08	Drenagem seca	622414	7791531
NQZ-Clam 09	Nascente	622521	7791527	NQZ-09	Nascente	622521	7791527	DSQZ-09	Drenagem seca	622521	7791527
DSQZ-Clam 10	Drenagem seca	622535	7791534	DSQZ-10	Drenagem seca	622535	7791534	NQZ-10	Nascente	622543	7791552
DSQZ-Clam 12	Drenagem seca	621943	7791060	DSQZ-12	Drenagem seca	621943	7791060	DSQZ-12	Drenagem seca	621942	7791061
NQZ-Clam 13	Nascente	621856	7790894	NQZ-13	Nascente	621856	7790894	NQZ-13	Nascente	621855	7790902
NQZ-Clam 14	Nascente	621859	7790893	NQZ-14	Nascente	621859	7790893	NQZ-14	Nascente	621852	7790901
NQZ-Clam 16	Nascente	619852	7792531	NQZ-16	Nascente	619852	7792531	NQZ-16	Nascente	619850	7792539
DSQZ-Clam 18	Drenagem seca	619867	7792534	DSQZ-18	Drenagem seca	619867	7792534	DSQZ-18	Drenagem seca	619868	7792535
NQZ-Clam 19	Nascente	620412	7792637	NQZ-19	Nascente	620412	7792637	NQZ-19	Nascente	620431	7792624
NQZ-Clam 21	Nascente	622074	7790726	NQZ-21	Nascente	622074	7790726	NQZ-21	Nascente	622080	7790727
NQZ-Clam 23	Nascente	621923	7790657	NQZ-23	Nascente	621923	7790657	NQZ-23	Nascente	621934	7790632
NQZ-Clam 24	Nascente	622001	7790621	NQZ-24	Nascente	622001	7790621	NQZ-24	Nascente	622002	7790617
NQZ-Clam 25	Nascente	622002	7790622	NQZ-25	Nascente	622002	7790622	NQZ-25	Nascente	622006	7790612
NQZ-Clam 26	Nascente	622029	7792211	NQZ-26	Nascente	622029	7792211	NQZ-26	Nascente	622057	7792219
DSQZ-Clam 27	Drenagem seca	622009	7792219	DSQZ-27	Drenagem seca	622009	7792219	DSQZ-27	Drenagem seca	621993	7792208
NQZ-Clam 28	Nascente	622023	7792238	NQZ-28	Nascente	622023	7792238	NQZ-28	Nascente	622035	7792258
DSQZ-Clam 30	Drenagem seca	621624	7792499	-	-	-	-	DSQZ-30	Drenagem seca	621662	7792494
PCQZ-Clam 31	Ponto Controle	621476	7792589	NQZ-31	Nascente	621476	7792589	NQZ-31	Nascente	621444	7792600
DSQZ-Clam 33	Drenagem seca	621069	7792634	DSQZ-33	Drenagem seca	621069	7792634	DSQZ-33	Drenagem seca	621094	7792670
DSQZ-Clam 34	Drenagem seca	620666	7791638	DSQZ-34	Drenagem seca	620666	7791638	DSQZ-34	Drenagem seca	620626	7791602
NQZ-Clam 35	Nascente	620613	7791710	NQZ-35	Nascente	620613	7791710	QZ-PC-02A	Ponto de controle (Olho d'água)	620617	7791714
DSQZ-Clam 36	Drenagem seca	621632	7791491	DSQZ-36	Drenagem seca	621632	7791491	DSQZ-36	Drenagem seca	621616	7791494
NQZ-Clam 37	Nascente	621193	7791538	DSQZ-40	Drenagem seca	621193	7791538	NQZ-37	Nascente	621158	7791492
PCQZ-Clam 39	Ponto Controle	620835	7791391	NQZ-37	Nascente	620835	7791391	QZ-PC-12A	Ponto de controle (Surgência)	620850	7791422
DSQZ-Clam 40	Drenagem seca	620839	7791394	PCQZ-39*	Nascente	620839	7791394	DSQZ-40	Drenagem seca	620840	7791384
DSQZ-Clam 41	Drenagem seca	622714	7791595	DSQZ-40	Drenagem seca	622714	7791595	DSQZ-41	Drenagem seca	622717	7791598



CLAM Meio Ambiente (2022)				Complemento AngloGold (2023)				ARCADIS (2023)			
Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)		Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)		Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)	
		E (m)	N(m)			E (m)	N(m)			E (m)	N(m)
NQZ-Clam 42	Nascente	622743	7791535	DSQZ-41	Drenagem seca	622743	7791535	NQZ-42	Nascente	622724	7791563
NQZ-Clam 43	Nascente	623805	7790087	NQZ-42	Nascente	623805	7790087	NQZ-43	Nascente	623818	7790100
NQZ-Clam 44	Nascente	623704	7790410	NQZ-43	Nascente	623704	7790410	DSQZ-44	Drenagem seca	623712	7790409
NQZ-Clam 45	Nascente	623700	7790402	NQZ-44	Nascente	623700	7790402	NQZ-45	Nascente	623695	7790397
NQZ-Clam 46	Nascente	621133	7791005	NQZ-45	Nascente	621133	7791005	NQZ-46	Nascente	621130	7791003
DSQZ-Clam 47	Drenagem seca	621148	7790991	NQZ-46	Nascente	621148	7790991	DSQZ-47	Drenagem seca	621141	7790975
DSQZ-Clam 48	Drenagem seca	621285	7790905	DSQZ-47	Drenagem seca	621285	7790905	DSQZ-48	Drenagem seca	621282	7790928
NQZ-Clam 49	Nascente	621278	7790873	DSQZ-48	Drenagem seca	621278	7790873	NQZ-49	Nascente	621276	7790862
NQZ-Clam 51	Nascente	621527	77911010	NQZ-51	Nascente	621527	77911010	NQZ-51	Nascente	621525	7790997
NQZ-Clam 53	Nascente	621450	779133	NQZ-53	Nascente	621450	779133	NQZ-53	Nascente	621460	7791134
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-54	Nascente	619969	7792175
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-55	Nascente	623129	7790994
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-56	Nascente	623299	7790958
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-57	Nascente	623426	7790817
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-58	Nascente	621993	7789739
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-59	Drenagem seca	623073	7788840
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-60	Drenagem seca	623502	7788545
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-61	Drenagem seca	623545	7789401
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-62	Drenagem seca	622240	7790082
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-63	Drenagem seca	622210	7789520
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-64	Nascente	623267	7788981
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-65	Nascente	623631	7788680
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-66	Drenagem seca	623752	7788467
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-69	Drenagem seca	622335	7791768
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-70	Drenagem seca	622499	7791704
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-71	Drenagem seca	622618	7791662
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-72	Drenagem seca	623421	7789579
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-73	Drenagem seca	623708	7789095
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-74	Drenagem seca	623962	7788811
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-75	Drenagem seca	621258	7792572
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-76	Nascente	622349	7790511
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-77	Drenagem seca	623160	7790883
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-78	Drenagem seca	621272	7790852
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-79	Drenagem seca	623818	7788899
-	-	-	-	-	-	-	-	NQZ-80	Nascente	623602	7789309

CLAM Meio Ambiente (2022)				Complemento AngloGold (2023)				ARCADIS (2023)			
Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)		Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)		Código do Ponto	Tipo	Coordenadas UTM (Sirgas, 2000, 23S)	
		E (m)	N(m)			E (m)	N(m)			E (m)	N(m)
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-81	Drenagem seca	623688	7790276
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-82	Drenagem seca	622067	7790688
-	-	-	-	-	-	-	-	DSQZ-83	Drenagem seca	623374	7788837
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-01A	Ponto de controle (Surgência)	623128	7790931
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-01B	Ponto de controle (Surgência)	623655	7790195
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-02B	Ponto de controle (Estrutura de captação)	621789	7790150
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-03A	Ponto de controle (Curso d'água)	622927	7790976
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-03B	Ponto de controle (Surgência)	623665	7790334
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-04A	Ponto de controle (Curso d'água)	622438	7791511
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-05A	Ponto de controle (Curso d'água)	622514	7791428
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-06A	Ponto de controle (Curso d'água)	622533	7791517
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-07A	Ponto de controle (Curso d'água)	622549	7791378
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-08A	Ponto de controle (Curso d'água)	620839	7791430
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-09A	Ponto de controle (Curso d'água)	624180	7788606
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-10A	Ponto de controle (Surgência)	621283	7790884
-	-	-	-	-	-	-	-	QZ-PC-11A	Ponto de controle (Curso d'água)	624019	7788476

Fonte: Arcadis, 2024.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:20/12/2024

Figura 10-79 - Mapa dos pontos de nascentes, drenagens secas e pontos de controle cadastrados.

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ARCADIS, 2024; ANGLOGOLD, 2024; ESRI, 2023; IBGE, 2021; IDE-Sisema, 2024; IGAM, 2010.

Dentre os 83 pontos cadastrados, em 34 nascentes havia presença de água no momento do monitoramento, porém, nas nascentes NQZ-21 e NQZ-76, não foi possível realizar a aferição de parâmetros físico-químicos e vazão devido ao baixo fluxo e devido à bombona utilizada como reservatório logo a jusante da nascente estar fechada, respectivamente.

Nas nascentes NQZ-55 e NQZ-65 também não foi possível efetuar a medição de vazão, pois a primeira possui estrutura de contenção para captação e na outra não foi encontrado local para adaptação para medição, por se tratar de nascente difusa.

A Tabela 10-40 apresenta a listagem das nascentes cadastradas com os dados de localização na Planta do Queiroz e seu entorno, assim como os tipos de nascentes em pontual (que tem um ponto / local) e difusa (que emana de um meio permeável para uma área mais extensa).

Já na Figura 10-80 pode ser visualizada a hidrografia e a localização das 34 nascentes e olhos d'água perenes cadastrados e a delimitação das Áreas de Preservação Permanente - APP's, considerando um raio de 50 m. Para as áreas no entorno das drenagens mapeadas, considerou-se um buffer de 30 m, uma vez que os cursos d'água possuem menos de 10 m de largura, conforme definido na legislação ambiental federal e estadual. Maiores detalhes sobre o tema APP estão descritos neste EIA no tema dos Estudos da Flora e as intervenções ambientais.

**Tabela 10-40 - Características das 34 nascentes cadastradas**

Código do ponto	Data	Coordenadas UTM (Datum Sirgas 2000, 23S)		Cota (m)	Tipo de nascente
		E (m)	N (m)		
NQZ-01	23/08/2023	622919	7790989	811,0	Pontual
NQZ-03	28/08/2023	622327	7790490	803,9	Pontual
NQZ-04	28/08/2023	622393	7790268	800,0	Pontual
NQZ-05	29/08/2023	621965	7790201	845,9	Difusa
NQZ-07	23/08/2023	622429	7791558	848,0	Pontual
NQZ-10	23/08/2023	622543	7791552	824,0	Pontual
NQZ-13	29/08/2023	621855	7790902	884,0	Pontual
NQZ-14	29/08/2023	621852	7790901	884,0	Pontual
NQZ-16	25/08/2023	619850	7792539	883,2	Pontual
NQZ-19	24/08/2023	620431	7792624	883,5	Pontual
NQZ-21	23/08/2023	622080	7790727	807,3	Pontual
NQZ-23	23/08/2023	621934	7790632	821,3	Pontual
NQZ-24	23/08/2023	622002	7790617	835,0	Pontual
NQZ-25	23/08/2023	622006	7790612	835,0	Pontual
NQZ-26	30/08/2023	622057	7792219	859,0	Pontual
NQZ-28	30/08/2023	622035	7792258	874,0	Pontual
NQZ-31	24/08/2023	621444	7792600	862,7	Pontual
NQZ-37	30/08/2023	621158	7791492	838,0	Pontual
NQZ-42	23/08/2023	622724	7791563	853,0	Pontual

Código do ponto	Data	Coordenadas UTM (Datum Sirgas 2000, 23S)		Cota (m)	Tipo de nascente
		E (m)	N (m)		
NQZ-43	30/08/2023	623818	7790100	721,4	Pontual
NQZ-45	30/08/2023	623695	7790397	762,6	Pontual
NQZ-46	28/08/2023	621130	7791003	862,0	Pontual
NQZ-49	28/08/2023	621276	7790862	828,0	Pontual
NQZ-51	28/08/2023	621525	7790997	836,0	Pontual
NQZ-53	28/08/2023	621460	7791134	832,0	Pontual
NQZ-54	25/08/2023	619969	7792175	876,1	Difusa
NQZ-55	22/08/2023	623129	7790994	780,0	Pontual
NQZ-56	30/08/2023	623299	7790958	787,0	Pontual
NQZ-57	30/08/2023	623426	7790817	761,5	Pontual
NQZ-58	28/08/2023	621993	7789739	826,9	Pontual
NQZ-64	01/09/2023	623267	7788981	737,5	Pontual
NQZ-65	01/09/2023	623631	7788680	755,5	Difusa
NQZ-76	28/08/2023	622349	7790511	792,0	Pontual
NQZ-80	01/09/2023	623602	7789309	772,0	Pontual

Fonte: Arcadis, 2024.

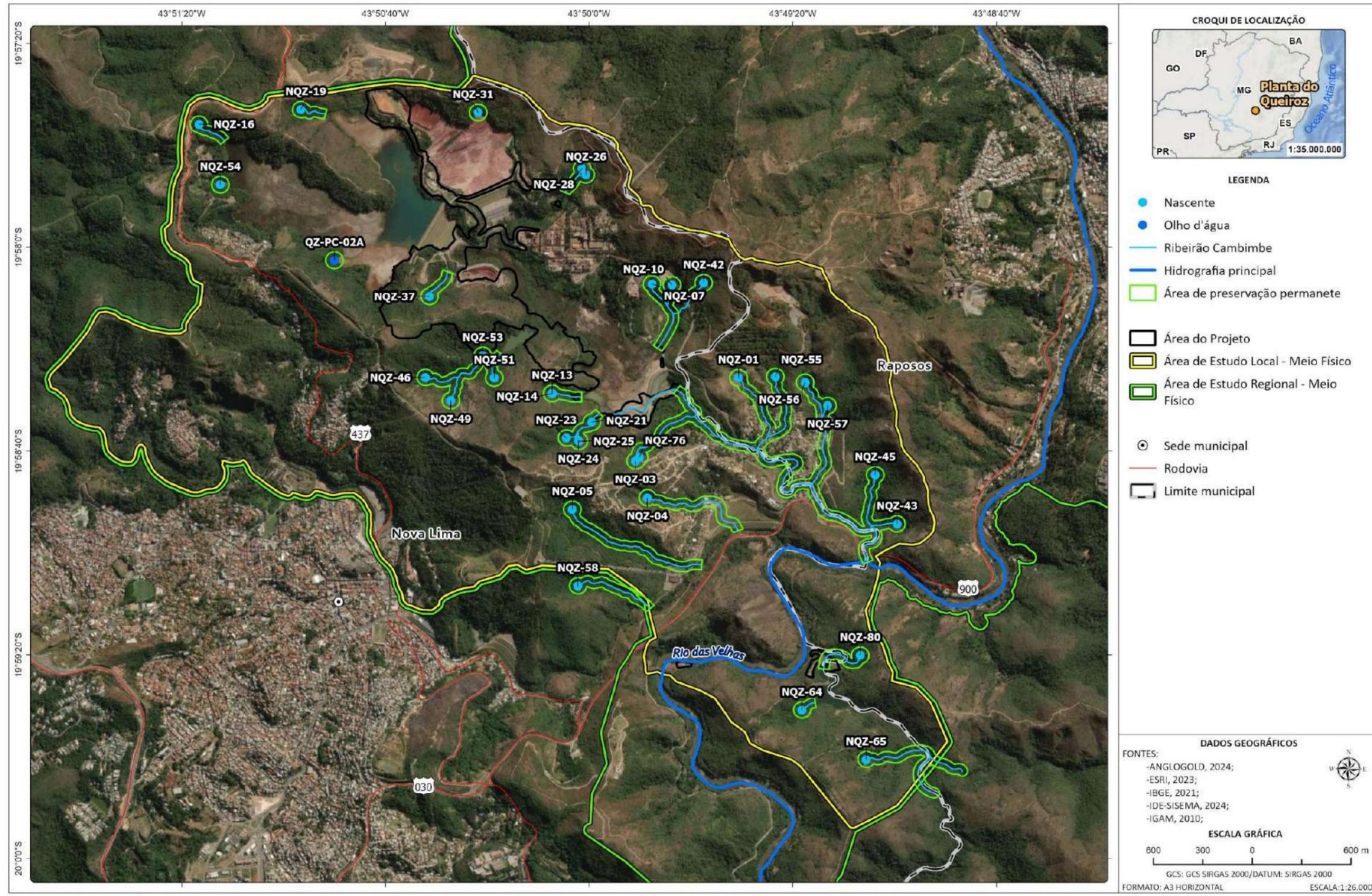
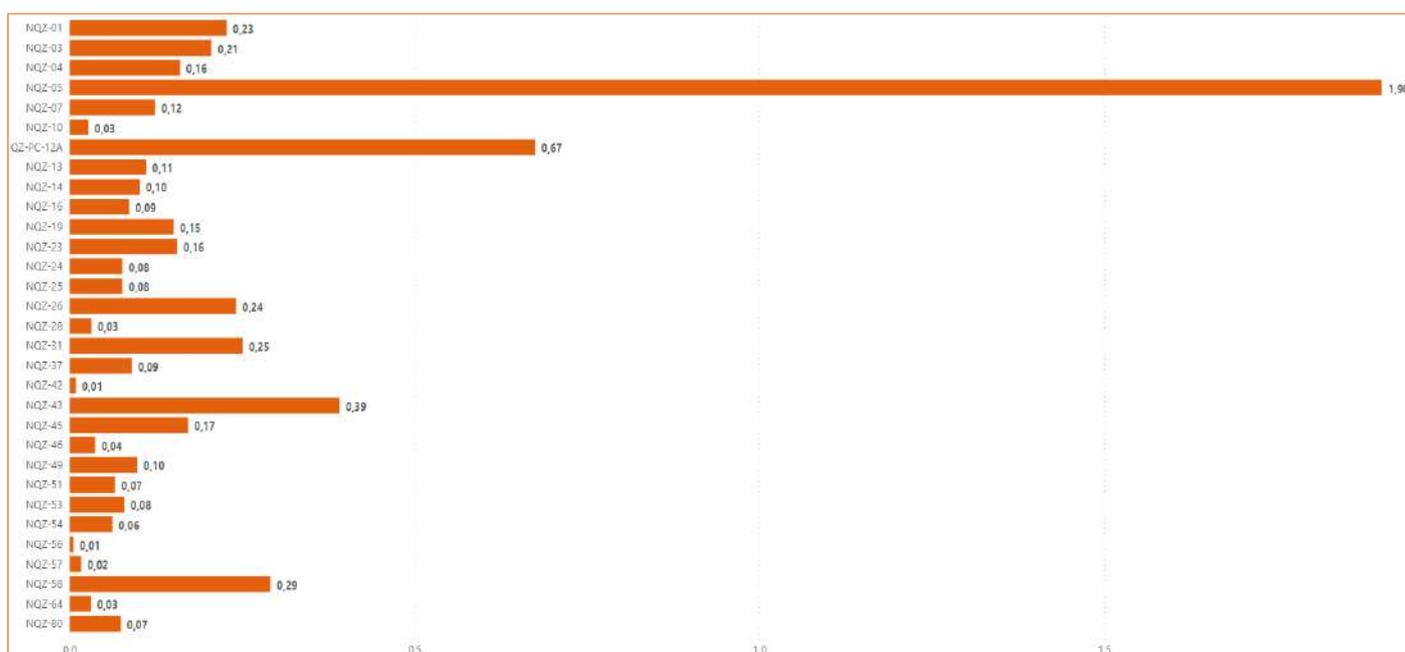


Figura 10-80 - Mapa de localização das 34 Nascentes cadastradas na Área de Estudo Local do Projeto.

Na sequência estão descritas as informações da caracterização física e química das águas das nascentes.

A Figura 10-81 apresenta, graficamente, os resultados da vazão média, em L/s. Observa-se que a maior vazão medida foi no ponto NQZ-05, de 1,90 L/s, já a menor vazão medida foi nos pontos NQZ-56 e NQZ-42, ambas com valor igual a 0,01 L/s.



**Figura 10-81 - Resultados de Vazão para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A**

Fonte: Arcadis, 2024.

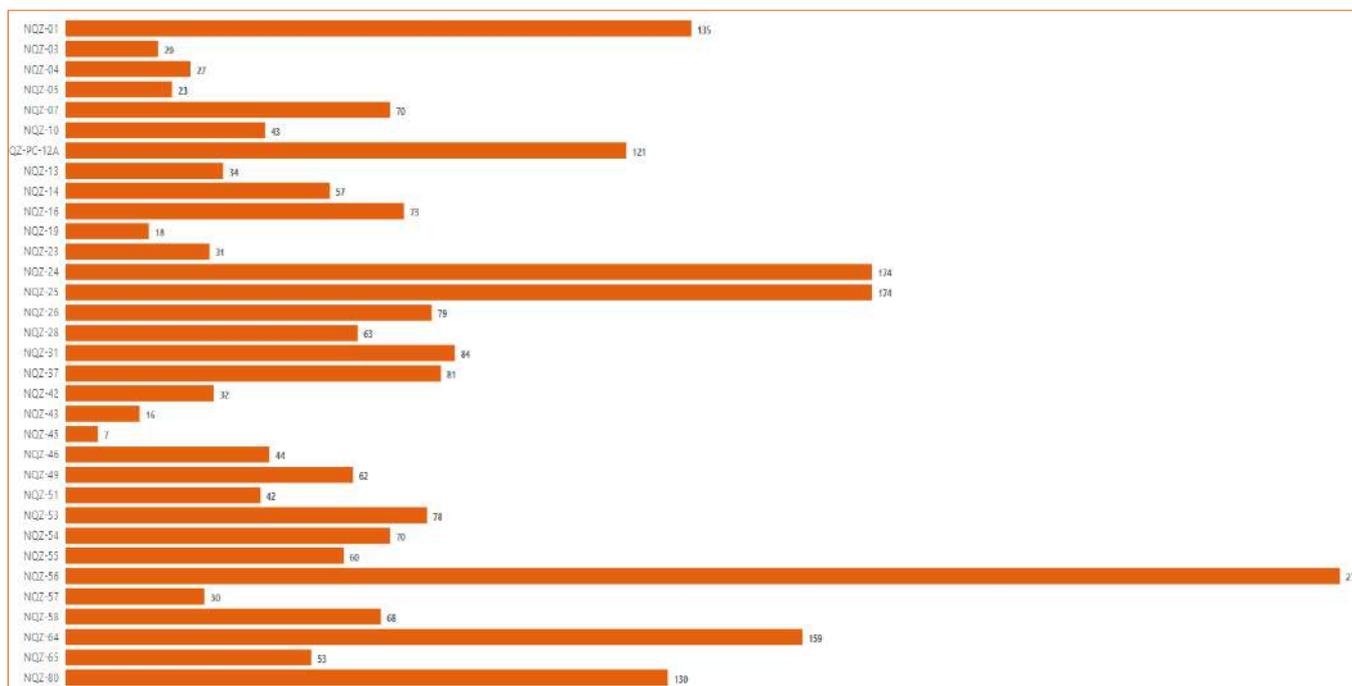
Os parâmetros físico-químicos avaliados em campo foram Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial de Oxirredução (ORP), pH, Temperatura e Turbidez. A seguir, apresentam-se as considerações feitas no inventário de nascentes realizados pela Arcadis em 2023 acerca dos resultados obtidos.

Conforme observado na Figura 10-82, as nascentes apresentaram valores de Condutividade Elétrica que variam de 7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 275  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , na área do Queiroz, sendo que 63,7% dos resultados variaram entre 7 e 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 36,3% entre 71 e 275  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Das nascentes com resultados de Condutividade Elétrica mais elevado, a nascente NQZ-56 apresentou a maior condutividade (275  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e encontra-se situada em área urbana com solo argiloso, matéria orgânica e resíduos, com lâmina d'água de 9 cm. As nascentes NQZ-24 e NQZ-25 (ambas 174  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) situam-se em solo siltoso, com mata nativa regenerada, e em zona rural, mantendo boa qualidade hídrica, com uma lâmina d'água média de 13 cm. A nascente NQZ-01 (131  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), a jusante da barragem Calcinados, possui solo argiloso, vegetação do tipo Cerrado e pastagem, além de sulcos de erosão nas proximidades. Por sua vez, o ponto de surgência PC-QZ-12A (121  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), em área urbana, possui solo arenoso, proteção por mata nativa e uma lâmina d'água de 15 cm. Já as nascentes NQZ-64 (159  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e NQZ-80 (130  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), a jusante das barragens, apresentam lâminas d'água médias de 12,75 cm e características distintas, com solo argiloso e mais preservação na NQZ-64, e solo arenoso e área degradada na NQZ-80. O aumento da condutividade elétrica pode ser relacionado a contribuições provenientes de águas mais

mineralizadas, ou até mesmo ter influência da espessura da lâmina d'água em áreas mais próximas ao contato com solo e sedimentos locais.

As nascentes com valores de Condutividade Elétrica entre 7 uS/cm e 70 uS/cm estão predominantemente dispostas em solos argilosos, possuem matéria orgânica nos arredores, e apresentaram espessura média de lâmina d'água de 20,5 cm. Dentre estas nascentes, a de menor condutividade elétrica foi a NQZ-07, com 7 uS/cm. Esses valores mais baixos de condutividade elétrica foram encontrados em toda área do Queiroz e podem estar associados, entre outros fatores, com a presença de minerais solúveis e com a espessura da lâmina d'água, maior nestas localidades.

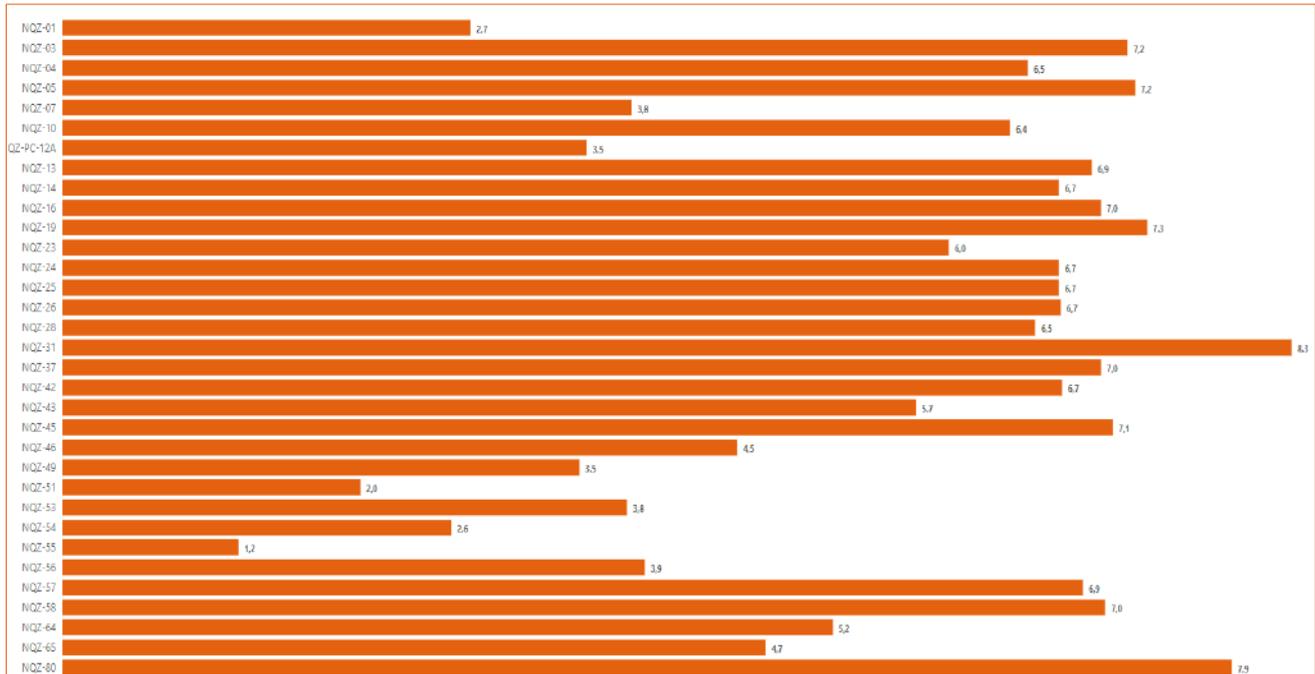


**Figura 10-82 - Resultados de Condutividade Elétrica para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A**

*Fonte: Arcadis, 2024.*

Na Figura 10-83 são representados os valores obtidos para o parâmetro Oxigênio Dissolvido para as nascentes da área da Planta do Queiroz. Do total, 36,3% apresentaram resultados entre 1 mg/L e 5 mg/L e 63,6% tiveram valores maiores que 5 até 8,3 mg/L. As nascentes com valor de OD inferiores a 5 mg/L, possuem uma lâmina d'água média de 13 cm e solo predominante argiloso como na NQZ-01 (2,7mg/L), NQZ-07 (3,8 mg/L), NQZ-46 (4,5 mg/L), NQZ-54 (2,6 mg/L), NQZ-55 (1,2 mg/L), NQZ-56 (3,9 mg/L) e NQZ-65 (4,7 mg/L).

As demais nascentes apresentaram Oxigênio Dissolvido maior que 5 mg/L, sendo elas: NQZ-03 (7,2 mg/L), NQZ-04 (6,5 mg/L), NQZ-05 (7,2 mg/L), NQZ-10 ( 6,4 mg/L), NQZ-13 (6,9 mg/L), NQZ-14 (6,7 mg/L), NQZ-16 (7,0 mg/L), NQZ-19 (7,3 mg/L), NQZ-23 (6,0 mg/L), NQZ-23 (6,0 mg/L), NQZ-24, NQZ-25 e NQZ-26 (6,7 mg/L), NQZ-28 (6,8 mg/L), NQZ-31 (8,3 mg/L), NQZ-37 (7,0 mg/L), NQZ-42 (6,7 mg/L), NQZ-43 (5,7 mg/L), NQZ-45 (7,1 mg/L), NQZ-57 (6,9 mg/L), NQZ-58 (7,0 mg/L) e NQZ-80 (7,9 mg/L). Em geral, estas nascentes apresentaram lâmina d'água com espessura média de 15 cm e afloram em solo argiloso. Nestas áreas, não se observou uma predominância das nascentes, podendo ser difusas, perenes ou pontuais.

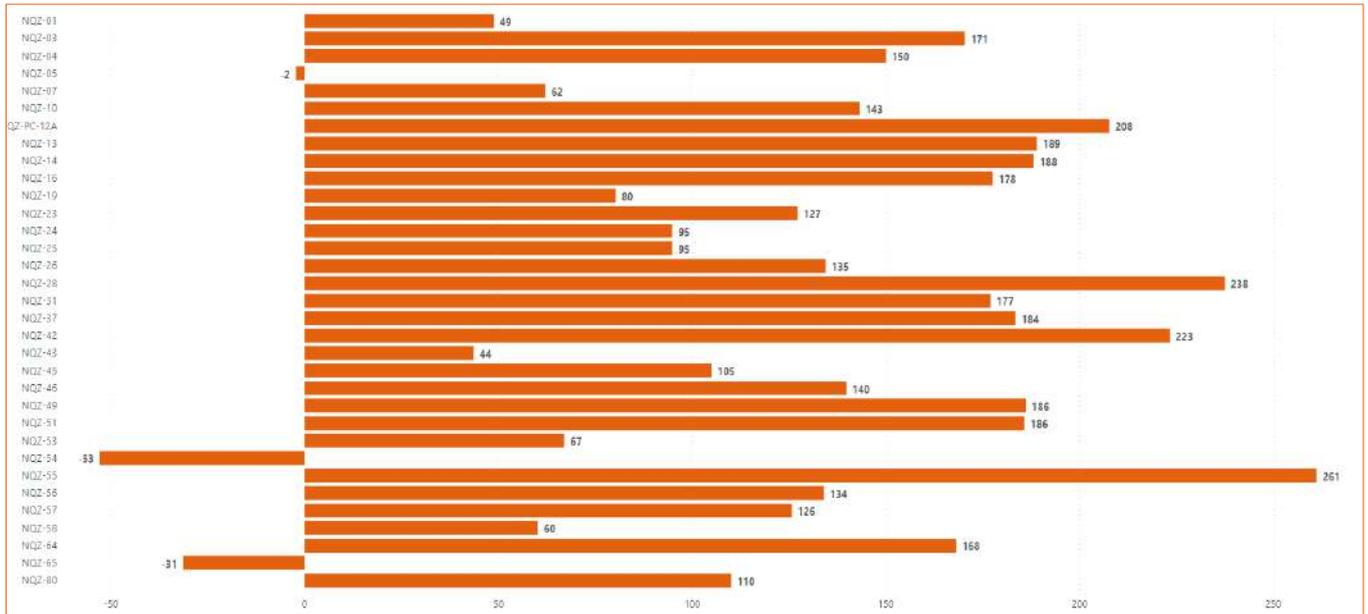


**Figura 10-83 - Resultados de Oxigênio Dissolvido para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A**

Fonte: Arcadis, 2024.

A Figura 10-84 exibe o gráfico com os resultados de Potencial Redox (em mV) para as nascentes cadastradas, que apresentam uma variação de -53 mV (nascente NQZ-54, localizada em área rural com vegetação nativa ou bem regenerada) a 261 mV (nascente NQZ-56, na área urbana, com aspectos de área degradada e indícios de ações antrópicas). O solo nas referidas nascentes é predominante argiloso, há presença de material orgânico, o fluxo da água é contínuo e a lâmina d'água apresenta espessura média de 19 cm.

Das nascentes avaliadas, 96,4%, encontram-se em ambientes oxidantes, apresentando fluxo contínuo e lâmina d'água com espessura média de 14 cm. As demais 3,6% das nascentes (NQZ-05, NQZ-54 e NQZ-65) apresentaram valores negativos de ORP, característicos de ambientes redutores, estando todas localizadas na porção nordeste do site. Nestes locais as nascentes afloram sobre solo argiloso e material orgânico e a água flui de forma difusa, chegando a formar áreas brejadas ou pequenos lagos. Essa condição torna o tempo de contato entre matéria orgânica e água maior e pode favorecer o estabelecimento de ambiente redutor.



**Figura 10-84 - Resultados de Potencial de Oxirredução para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A**

Fonte: Arcadis, 2024.

Conforme apresentado na Figura 10-85, um total de 45,4% das nascentes apresentou pH ácido (inferior a 7, entre 5,9 e 6,8), as quais concentram-se na porção jusante da mineração e montante do rio das Velhas. Dentre elas, apenas as nascentes NQZ-01, NQZ-07, NQZ-10, NQZ-26 e NQZ-42 estão sobre a Formação Ouro Fino 2, as demais nascentes NQZ-13, NQZ-14, NQZ-28, NQZ-37, PC-QZ-12A, NQZ-46, NQZ-49, NQZ-51, NQZ-53 e NQZ-54 estão posicionadas na Formação Mestre Caetano.

Cerca de 48,4% das nascentes exibiram pH básico (superior a 7), com valores variando entre 8 e 8,5 nas nascentes NQZ-03, NQZ-04, NQZ-05, NQZ-16, NQZ-24, NQZ-25, NQZ-31 e NQZ-58. Exceto pela NQZ-05, que possui solo siltoso, as demais referidas nascentes têm solo predominantemente argiloso e uma lâmina d'água média de 15 cm. Todas estão sobre a Formação Mestre Caetano. As coberturas do solo no entorno das nascentes incluem áreas de mata preservada (NQZ-16, NQZ-24, NQZ-25, NQZ-31 e NQZ-58) e áreas degradadas em ambientes urbanos (NQZ-03, NQZ-04 e NQZ-05).

Apenas 6,2% das nascentes, NQZ-55 e NQZ-65, apresentaram pH neutro. A NQZ-55, localizada sobre a Formação Ouro Fino, a montante do rio das Velhas em área urbanizada, com solo argiloso e sinais de ocupação humana. A NQZ-65 encontra-se em área rural, fica a jusante do rio das Velhas, com solo argiloso e presença de gado nas proximidades e sobre a Formação Mestre Caetano.



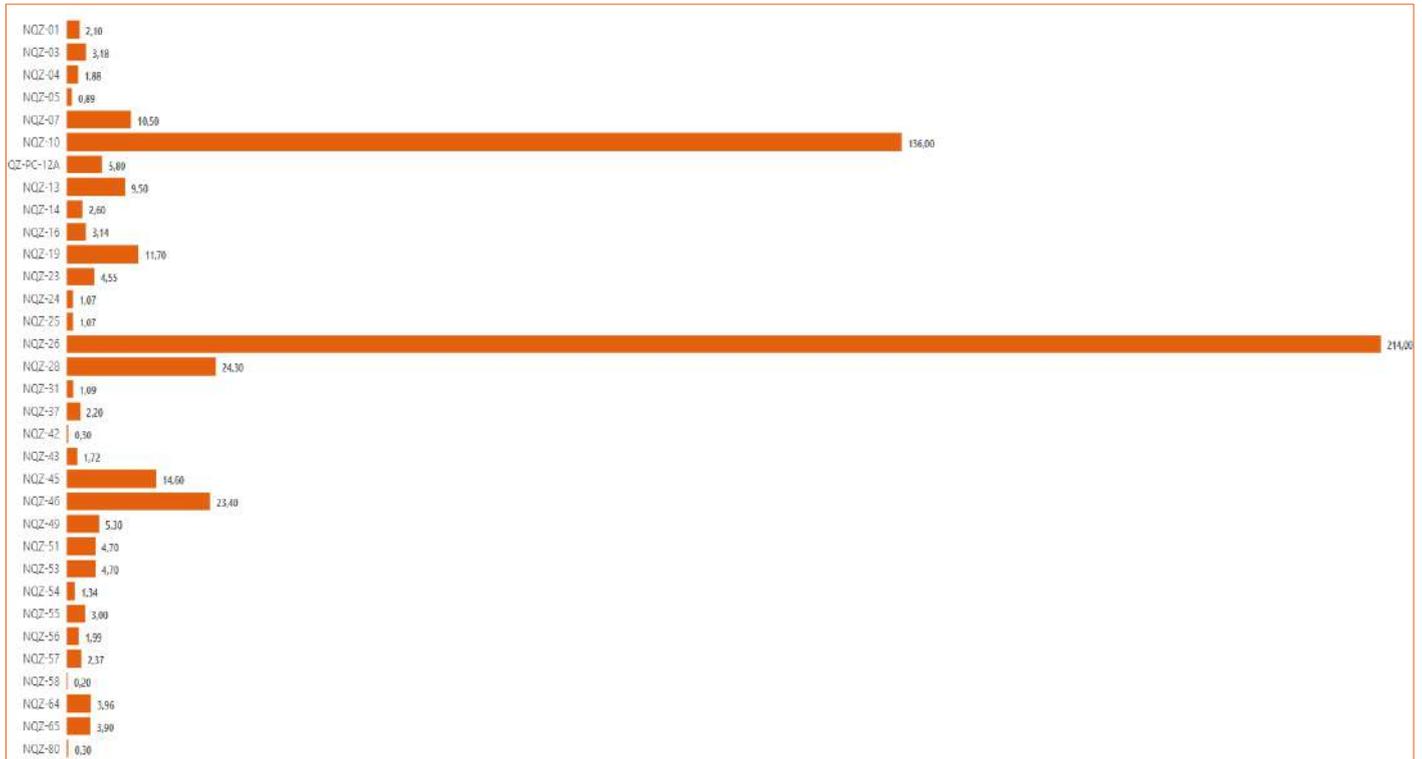
**Figura 10-85 - Resultados de pH para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A**

Fonte: Arcadis, 2024.

Dentre as nascentes cadastradas, em torno de 70% apresentaram resultados de Turbidez inferiores a 5 NTU, 24,2% tiveram valores entre 5 e 25 NTU e 15,8% acima de 100 NTU. Não houve uma tendência espacial relacionada aos resultados obtidos. Observou-se que dois pontos cadastrados (NQZ-10 e NQZ-26) se destacaram em relação à turbidez, apresentando resultados acima de 100 NTU. Os resultados de Turbidez estão apresentados na Figura 10-86.

Em relação ao ponto NQZ-26, localizado a nordeste da Planta do Queiroz e próximo a barragem Calcinados, o levantamento de campo mostrou que o aspecto do entorno imediato é conservado, com vegetação nativa secundária. Entretanto, a nascente encontra-se canalizada e apresenta aspecto da água turva no canal de drenagem.

Já o ponto NQZ-10, está localizado a leste da Planta de Queiroz e a montante da barragem de Cocoruto e, em campo, o acesso ao ponto se deu através de uma drenagem pluvial de uma das vias de acesso da unidade. Dessa forma, essa drenagem gera contribuição de escoamento superficial na nascente em questão, podendo justificar a alta turbidez encontrada.



**Figura 10-86 - Resultados de Turbidez para as nascentes cadastradas e para o ponto de controle QZ-PC-12A**

Fonte: Arcadis, 2024.

### 10.1.11.5 Piezometria

Para elaboração do modelo hidrogeológico conceitual que baseia o presente diagnóstico (WST, 2022) foram utilizados dados de nível d'água obtidos entre 2004 e 2022 através do monitoramento piezométrico executado na Planta do Queiroz. O objetivo dos piezômetros é monitorar o fluxo do sistema de drenagem na área de estudo da Planta do Queiroz.

Com a finalidade de atualizar estas informações, a AngloGold Ashanti disponibilizou a planilha com as séries históricas de cota de nível d'água referentes aos anos de 2023 e 2024 de 30 piezômetros com monitoramento ativo, que compreendem a AEL e a Área do Projeto.

O mapa da Figura 10-87, apresentada a seguir, ilustra a localização dos instrumentos de monitoramento analisados e a Tabela 10-41 apresenta a relação dos valores de nível d'água monitorados, representados no gráfico da Figura 10-88, que demonstra a evolução piezométrica ao longo do recorte temporal de análise (janeiro de 2023 a outubro de 2024).

Em linhas gerais, o fluxo subterrâneo na bacia se dá preferencialmente dos divisores topográficos aos cursos de água. Desta forma, o fluxo de água subterrânea na bacia do córrego Mãe d'Água é influenciado por aspectos morfológicos, estruturais e antrópicos, capazes de condicionar as direções de fluxo. A principal direção de fluxo ocorre em NW-SE. Na região das barragens, destaca-se os elevados gradientes hidráulicos provocados pelos maciços atuando como barreiras hidráulicas (WST, 2024).

No geral, os níveis de água observados nos poços de monitoramento por meio dos piezômetros revelam uma superfície freática relativamente rasa, com flutuações sazonais, revelando uma circulação de água subsuperficial, preponderante no manto de intemperismo dos xistos subjacentes, tendo uma rápida resposta às recargas.

O fluxo descendente da recarga é condicionado a existência de zonas fraturadas. Entretanto, a baixa condutividade hidráulica dos maciços rochosos em profundidade condiciona uma dinâmica hídrica subsuperficial, com direções de fluxo coincidentes com a topografia. No geral, verifica-se níveis freáticos mais profundos próximo aos divisores topográficos e a ocorrência de níveis próximos à superfície nos fundos de vale dos cursos de água.

Na região das barragens, a água pode acumular nos reservatórios através de precipitação direta, escoamento superficial de pontos a montante, descarga natural das unidades hidrogeológicas, lançamento de polpa de rejeito e através de lançamento direto de água. As saídas de água do reservatório podem ocorrer por evaporação, infiltração na fundação, percolação no talude de montante do maciço até o sistema de drenagem interno e através do extravasor.

Vale citar que essas alterações locais nas condições de fluxo não ultrapassam os divisores topográficos da bacia hidrográfica da Mina d'Água.

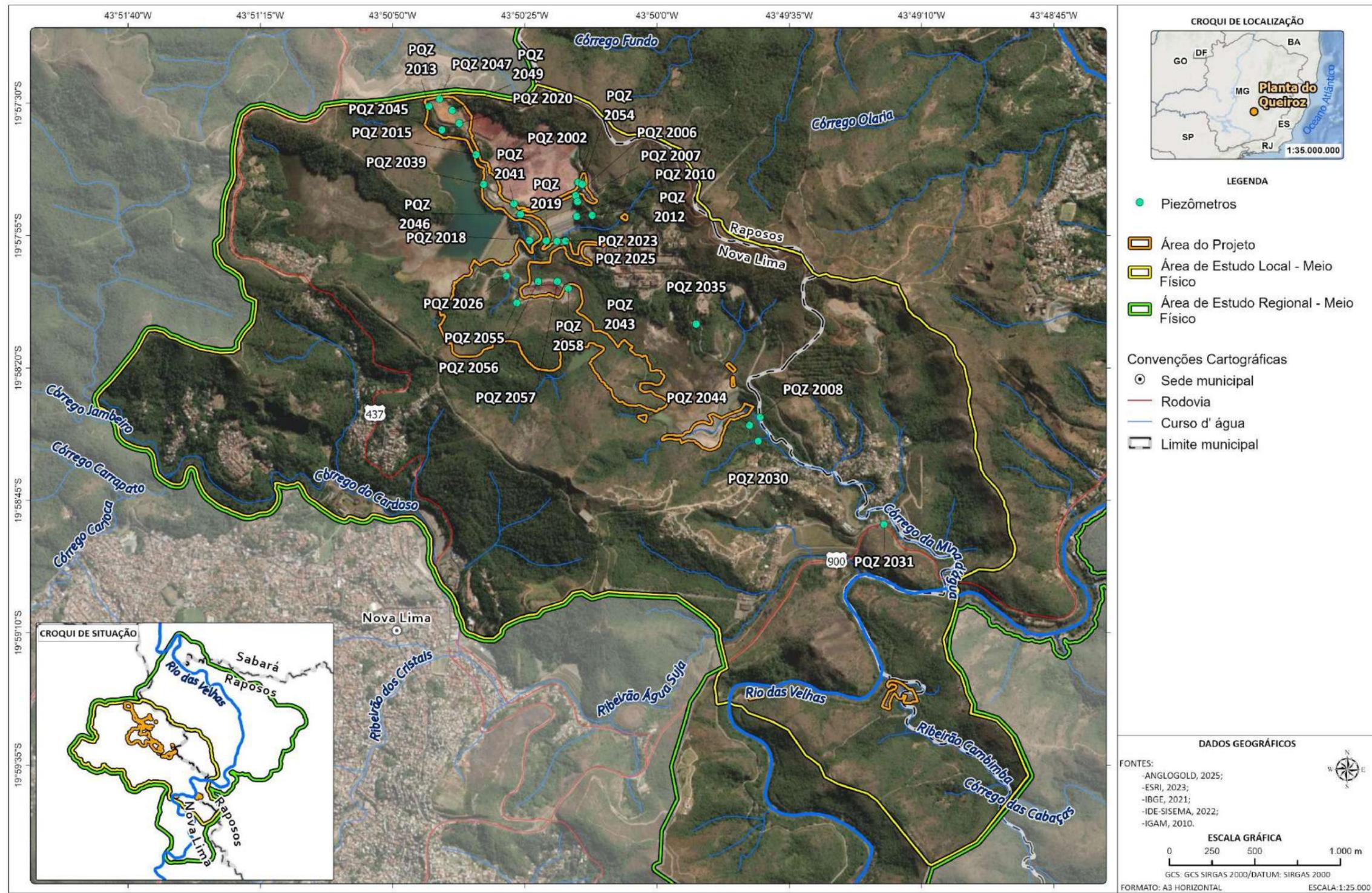


Figura 10-87 - Mapa de localização dos pontos analisados do monitoramento piezométrico.

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; ESRI, 2023; IBGE, 2021; IDE-SISEMA, 2022; IGAM, 2010.



Tabela 10-41 - Dados do monitoramento piezométrico dos piezômetros ativos para os anos de 2023 e 2024

Histórico Cota Nível D'água (metros)																								
Ponto	Cota terreno (m)	Altura tubo de boca (m)	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23	set/23	out/23	nov/23	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	ago/24	set/24	out/24
PQZ 2002	870,351	0,47	849,081	851,301	850,981	850,501	850,201	849,461	848,671	848,401	847,641	847,691	847,451	847,381	848,191	848,271	847,591	844,221	847,001	846,621	846,351	846,261	845,621	845,791
PQZ 2006	863,242	0,57	834,212	835,642	835,842	835,462	835,632	835,112	834,602	834,412	833,842	833,712	833,582	833,462	833,502	833,922	833,742	833,652	833,482	833,232	833,022	832,792	832,272	832,422
PQZ 2007	855,978	0,80	824,808	825,518	825,918	825,758	825,468	824,978	824,408	824,278	823,638	823,288	823,048	822,788	823,118	823,058	823,008	822,758	822,478	821,098	821,758	821,618	821,088	820,758
PQZ 2008	767,777	0,70	764,177	763,997	764,177	764,067	763,827	763,897	763,647	763,577	763,657	763,677	763,637	734,487	763,797	763,977	763,997	763,827	763,787	763,747	763,657	763,547	763,497	763,637
PQZ 2010	838,906	0,12	818,896	818,996	819,326	819,056	819,196	819,016	818,686	814,506	818,466	818,456	818,346	818,326	818,406	818,526	818,466	818,366	818,306	818,256	818,156	817,956	818,126	817,826
PQZ 2012	853,657	0,54	810,467	810,577	810,807	810,557	810,297	810,137	810,087	809,967	810,057	809,927	809,947	810,107	810,387	810,267	810,277	810,147	810,177	810,117	809,947	809,897	809,637	809,527
PQZ 2013	892,134	1,04	867,804	869,394	869,604	869,444	869,424	868,934	868,584	868,304	867,884	867,744	867,434	867,144	866,864	867,074	867,194	867,274	867,364	862,134	866,914	866,594	866,324	866,074
PQZ 2015	873,93	0,61	865,340	865,400	864,940	864,790	864,460	863,910	863,520	863,380	863,010	862,820	862,620	862,350	863,370	863,570	863,840	863,840	863,190	863,080	862,890	862,740	862,080	862,240
PQZ 2018	852,068	0,86	815,918	815,738	815,908	815,608	815,808	815,768	815,448	815,408	815,568	815,528	815,508	815,488	815,538	815,648	815,638	815,608	815,568	821,528	815,488	815,438	815,478	815,178
PQZ 2019	832,176	0,60	808,286	808,596	808,686	808,496	808,646	812,766	808,276	808,206	808,226	808,136	808,586	807,996	808,056	807,996	808,066	808,016	807,976	807,896	807,796	807,076	807,666	807,526
PQZ 2020	885,540	0,28	863,550	865,010	864,900	864,100	863,840	863,590	863,070	865,570	861,870	862,100	861,830	861,520	861,140	861,390	862,120	862,020	861,890	861,490	861,260	860,970	860,770	860,520
PQZ 2023	807,429	0,45	806,449	806,829	806,349	806,339	806,409	806,229	806,059	806,199	806,129	806,299	806,319	806,319	806,379	806,439	806,369	806,319	806,179	806,109	806,089	806,059	806,059	806,029
PQZ 2025	807,794	0,45	806,554	806,894	806,464	806,424	806,474	806,384	806,104	806,294	806,204	806,364	806,394	806,394	806,464	806,524	806,474	806,394	806,294	806,174	806,144	806,124	806,114	806,124
PQZ 2026	827,201	0,50	820,031	820,151	819,941	819,641	819,801	819,311	819,191	819,331	819,101	819,221	819,261	819,371	825,921	819,791	819,831	819,651	819,461	819,401	819,221	819,101	818,751	818,481
PQZ 2030	767,351	0,59	764,071	763,351	763,211	762,901	762,771	762,261	762,041	761,911	761,951	761,891	761,881	761,931	762,411	762,911	762,861	762,441	762,121	761,891	761,681	761,521	761,341	761,791
PQZ 2031	745,734	0,13	733,904	733,654	733,894	733,784	733,754	733,644	733,394	733,554	733,484	733,444	733,444	733,434	733,534	733,624	733,644	733,594	733,554	733,474	733,444	733,404	732,944	733,364
PQZ 2035	838,255	0,59	807,005	807,375	807,445	807,245	807,485	807,225	807,165	808,135	807,315	807,215	807,215	807,215	807,165	807,255	807,275	807,275	807,205	807,095	807,625	807,005	806,945	806,835
PQZ 2039	871,216	0,70	854,466	854,256	853,596	852,816	852,216	852,116	851,876	850,796	850,666	850,716	851,046	850,816	851,726	852,666	857,926	852,416	852,206	852,096	852,056	852,016	851,896	851,766
PQZ 2041	874,635	0,96	858,145	859,955	859,195	858,795	858,615	858,065	857,265	857,265	856,275	856,075	855,865	855,695	855,695	856,515	856,575	856,495	856,225	856,095	855,975	855,835	855,695	855,395
PQZ 2043	809,469	0,22	805,989	805,979	806,049	805,539	806,049	805,589	805,649	805,439	805,739	805,889	805,919	805,759	805,989	806,109	806,009	805,589	805,739	805,669	805,639	805,589	805,259	805,589
PQZ 2044	774,433	0,00	764,773	764,463	763,933	763,953	763,783	762,833	763,003	762,483	762,363	762,333	762,653	762,623	762,983	763,693	763,673	762,923	763,103	762,913	762,543	762,583	761,633	762,533
PQZ 2045	862,694	0,15	851,444	851,384	851,344	850,684	851,024	850,574	850,384	850,444	849,964	850,204	850,194	849,644	850,414	850,834	850,824	850,714	850,454	850,344	850,264	850,134	850,444	849,484
PQZ 2046	861,540	0,56	828,380	828,870	829,020	828,840	828,760	828,880	828,440	828,240	828,030	827,790	827,640	827,370	827,240	827,360	827,400	827,450	827,400	827,300	827,220	827,120	827,040	826,620
PQZ 2047	903,075	0,22	867,775	868,155	866,895	868,625	868,865	868,685	866,825	868,455	878,375	868,285	868,015	867,825	867,495	867,395	867,325	867,205	867,285	867,195	871,095	866,925	866,755	866,595
PQZ 2049	888,942	0,31	864,172	865,112	865,352	865,152	865,042	864,942	864,712	864,732	864,282	864,232	863,952	863,702	863,352	863,292	863,602	863,652	863,622	863,752	863,382	863,242	863,072	862,892
PQZ 2054	883,694	0,70	857,884	859,124	861,814	858,264	858,054	857,324	856,354	856,634	855,494	855,304	855,284	855,244	855,934	855,824	855,464	855,144	855,354	854,454	854,204	854,154	853,534	853,554
PQZ 2055	827,300	0,90	815,900	816,030	815,830	815,150	815,630	815,320	815,150	815,300	815,150	815,180	815,150	815,120	815,530	815,560	815,530	815,530	815,360	815,300	815,160	815,060	814,410	814,310
PQZ 2056	818,912	0,90	806,472	806,272	806,162	805,982	806,152	805,852	805,792	805,932	805,942	806,062	806,072	806,142	806,552	806,172	806,332	806,392	806,122	806,042	805,982	805,962	805,822	806,202
PQZ 2057	818,320	0,90	805,780	805,740	805,720	806,140	805,610	805,220	805,250	805,440	805,340	805,480	805,480	805,520	805,820	805,760	805,720	805,700	805,420	805,360	805,300	805,230	805,290	805,620
PQZ 2058	814,060	0,90	806,020	806,270	806,150	805,850	805,980	805,550	805,390	805,460	814,960	805,510	805,450	814,960	801,560	805,920	805,940	814,960	805,410	814,960	805,190	805,110	804,940	805,430
<b>PLUVIOMETRIA</b>			484,10	155,50	96,30	149,20	1,20	1,00	3,04	27,64	14,30	221,15	105,77	285,15	559,70	162,56	233,20	51,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	428,42

Elaborado por: Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD ASHANTI, 2024.

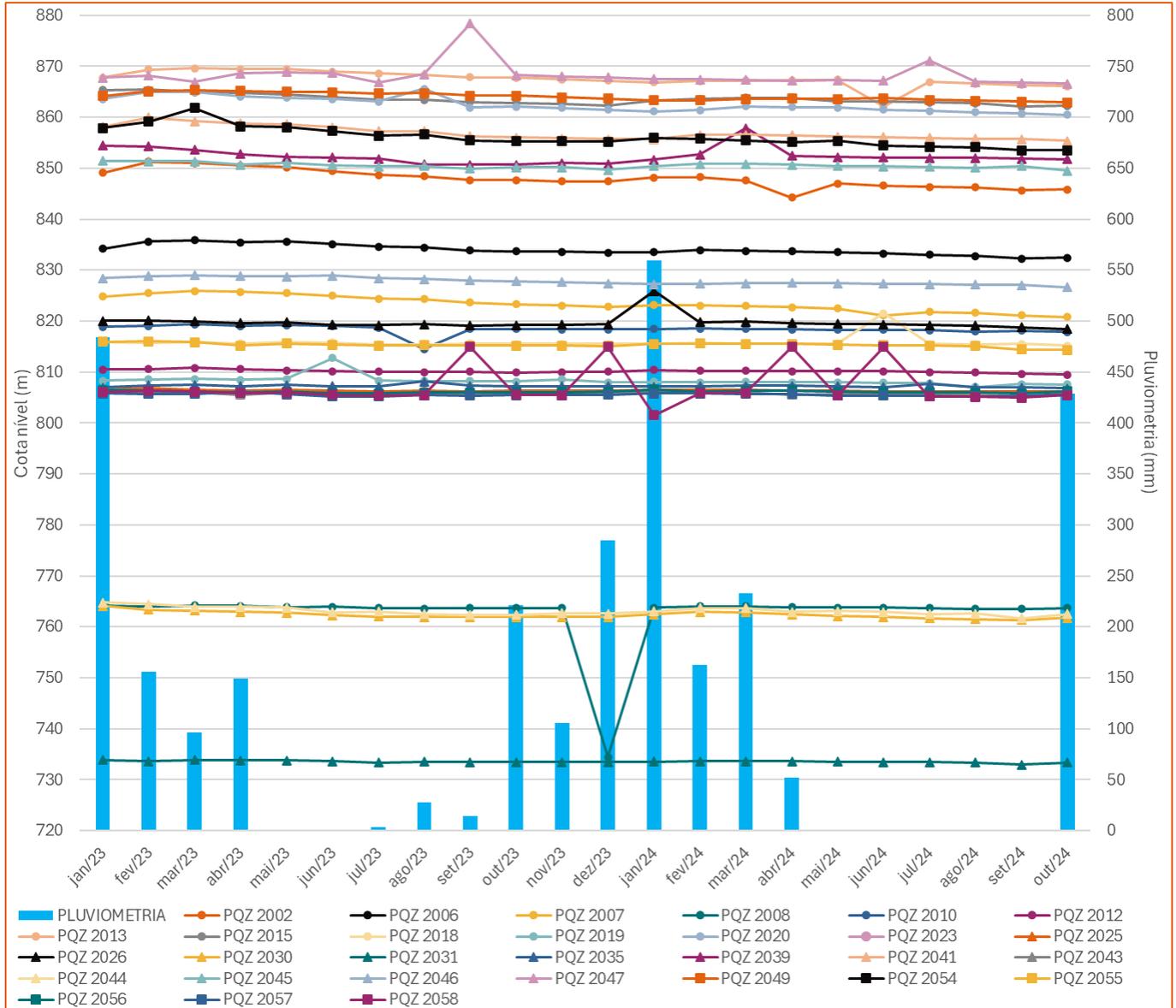


Figura 10-88 - Gráfico de evolução de cota d'água dos pontos analisados de monitoramento piezométrico

Elaboração: Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD ASHANTI, 2024.

### 10.1.11.6 Usos de água subterrânea

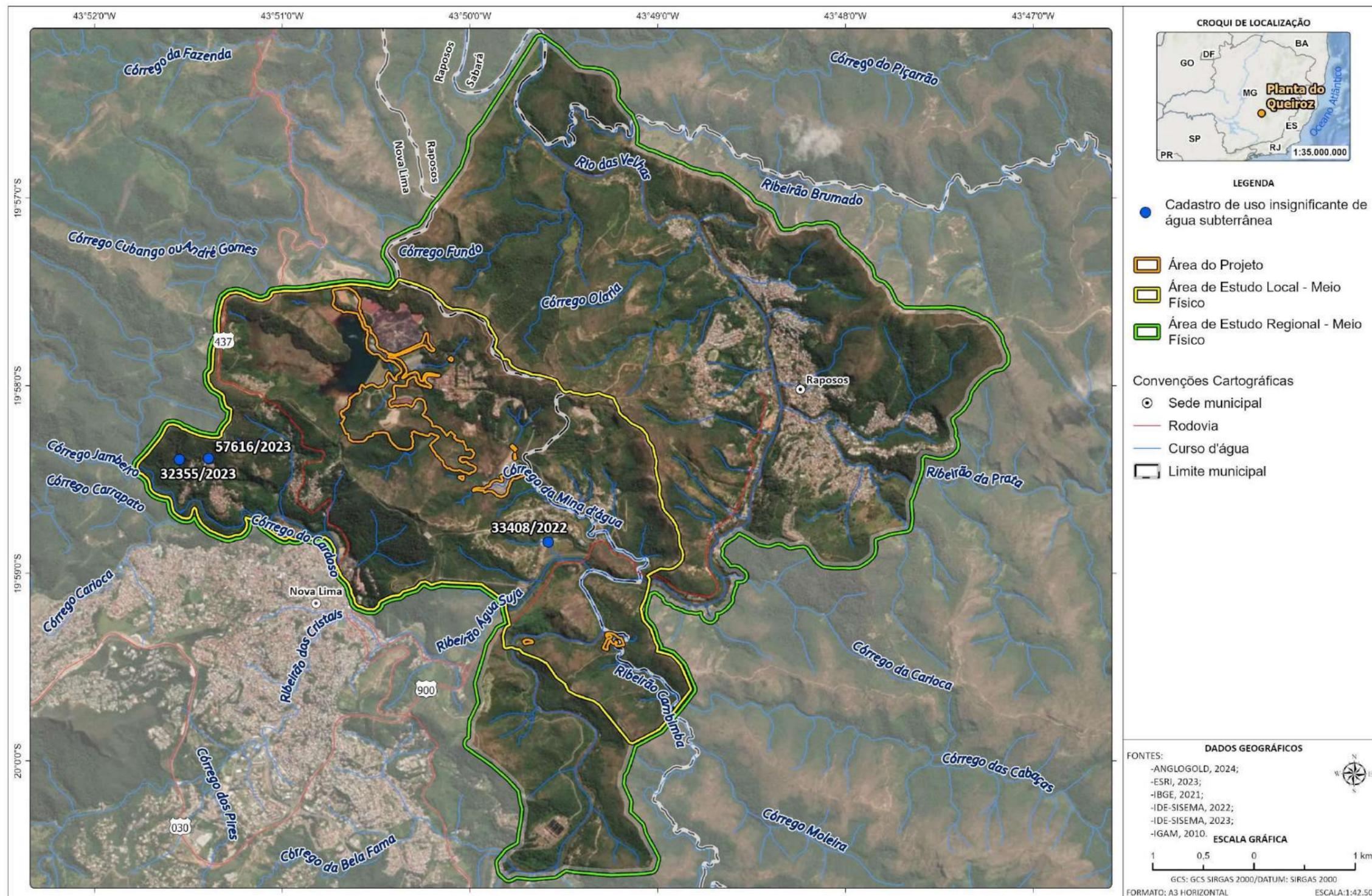
Os usos das águas subterrâneas foram verificados com base em dados de outorgas e usos insignificantes disponibilizados pelo IGAM através do portal IDE-Sisema.

Conforme dados avaliados, existem apenas cadastros de usos insignificantes inseridos na Área do Projeto e na AEL, conforme informações apresentadas na tabela e figura a seguir.

Tabela 10-42 - Cadastros de usos insignificantes dos recursos hídricos subterrâneos na Área de Estudo Local

Processo	Data da publicação	Tipo de uso	Nome fantasia	Modo de uso	Vazão (L/s)	Tempo de captação (h/dia)	Latitude	Longitude	Localização
33408/2022	22/07/2022	Subterrânea	Superauto Oficina Maxwell da Silva Pereira	Exploração de água subterrânea	0,28	5	-19,9806	-43,8264	AEL
32355/2023	21/06/2023	Subterrânea	Chafariz do Bairro Boa Vista - Beco do Bananal	Exploração de água subterrânea	0,02	24	-19,9732	-43,8591	AEL
57616/2023	29/09/2023	Subterrânea	Dagoberto Bernardino de Oliveira	Exploração de água subterrânea	0,06	24	-19,9731	-43,8565	AEL

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: IDE-SISEMA, 2025.



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx Alterado por:leonardo.fernandes Em:23/04/2025

**Figura 10-89 - Mapa de localização dos pontos de usos insignificantes dos recursos hídricos subterrâneos.**

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; ESRI, 2023; IBGE, 2021; IDE-SISEMA, 2022; IGAM, 2010.

### 10.1.11.7 Síntese conclusiva

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos pautou-se no Modelo Hidrogeológico Conceitual desenvolvido em 2022 pela empresa WST por solicitação da AngloGold Ashanti (WST, 2022). Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica hídrica subterrânea da bacia hidrográfica do córrego Mina d'Água, que abrange a Planta do Queiroz e está incluída na Área de Estudo Local (AEL).

Conforme análise da WST (2022), na bacia do córrego Mina d'Água foram caracterizados três domínios hidrogeológicos principais, que apresentam comportamentos hidráulicos distintos. São estes o aquífero em cobertura sedimentar, que constitui sistema aquífero poroso e raso, com alta heterogeneidade e variação na permeabilidade devido à composição silto-argilosa e silto-arenosa; xisto intemperizado, que configura aquífero poroso/fissural com baixa condutividade hidráulica, composto por xistos intemperizados e saprólitos; e rocha sã, que configura aquífero de baixíssima condutividade hidráulica, formado por xistos profundos que atuam como limite inferior do fluxo subterrâneo. Além destas unidades hidroestratigráficas citadas, o estudo identifica que os materiais depositados para a construção e o rejeito armazenado nas barragens apresentam propriedades hidrodinâmicas diversas, condicionando a dinâmica hídrica subterrânea em nível local.

Em 2023 a Arcadis Logos S.A. foi contratada pela AngloGold Ashanti para efetuar a atualização do cadastramento de nascentes, drenagens secas e pontos de controle d'água na área da Planta do Queiroz, incluindo o monitoramento de parâmetros físico-químicos e vazão. Os levantamentos de campo para atualização do inventário foram realizados no período de 22 de agosto até 05 de setembro de 2023. Nesse levantamento, foram identificados mais pontos, que englobam, principalmente, a região ao sul da área de referência da Planta do Queiroz, próxima à barragem de Cambimbe. No total foram 83 pontos, dentre os quais 34 consistiram em nascentes (todas classificadas como perene), 34 em drenagens secas e 15 em pontos de controle (surgências, olho d'água, curso d'água e uma estrutura de captação).

Para avaliação piezométrica da área, a AngloGold Ashanti disponibilizou as séries históricas de cota de nível d'água medido nos piezômetros na área, sendo utilizados os dados dos anos de 2023 e 2024 de 30 pontos com monitoramento ativo, que compreendem a AEL e a Área do Projeto. O fluxo de água subterrânea na bacia do córrego Mãe d'Água é influenciado por aspectos morfológicos, estruturais e antrópicos, capazes de condicionar as direções de fluxo.

Avaliando-se os usos da água subterrânea, existem apenas cadastros de usos insignificantes inseridos na Área de Estudo, cujas vazões demandadas apresentam vazão total captada de 0,59 L/s.

### 10.1.12 Qualidade das Águas Subterrâneas

Neste item será apresentada uma avaliação das variáveis físicas e químicas, referentes à uma malha de pontos de amostragem de águas subterrâneas distribuídos sob nas Áreas de Estudo Local e Área do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz na Planta do Queiroz.

Em geral, a qualidade da água subterrânea pode ser influenciada por vários processos, dentre os quais destacam-se: processos naturais, como velocidade da água no aquífero, qualidade da recarga, interação com solos e rochas, interação com outros tipos de aquíferos e atividades antropogênicas, incluindo agricultura, indústria e desenvolvimento

urbano. O diagnóstico da qualidade da água subterrânea é fundamental para o conhecimento da hidrogeoquímica e da condição de qualidade da água. Considerando que a água subterrânea, em geral, se apresenta em condições adequadas para o uso “in natura”, necessitando apenas de simples desinfecção, e que de acordo com a legislação, o uso prioritário da água é o abastecimento humano, sendo fundamental a proteção e controle da qualidade da água subterrânea.

### 10.1.12.1 Metodologia

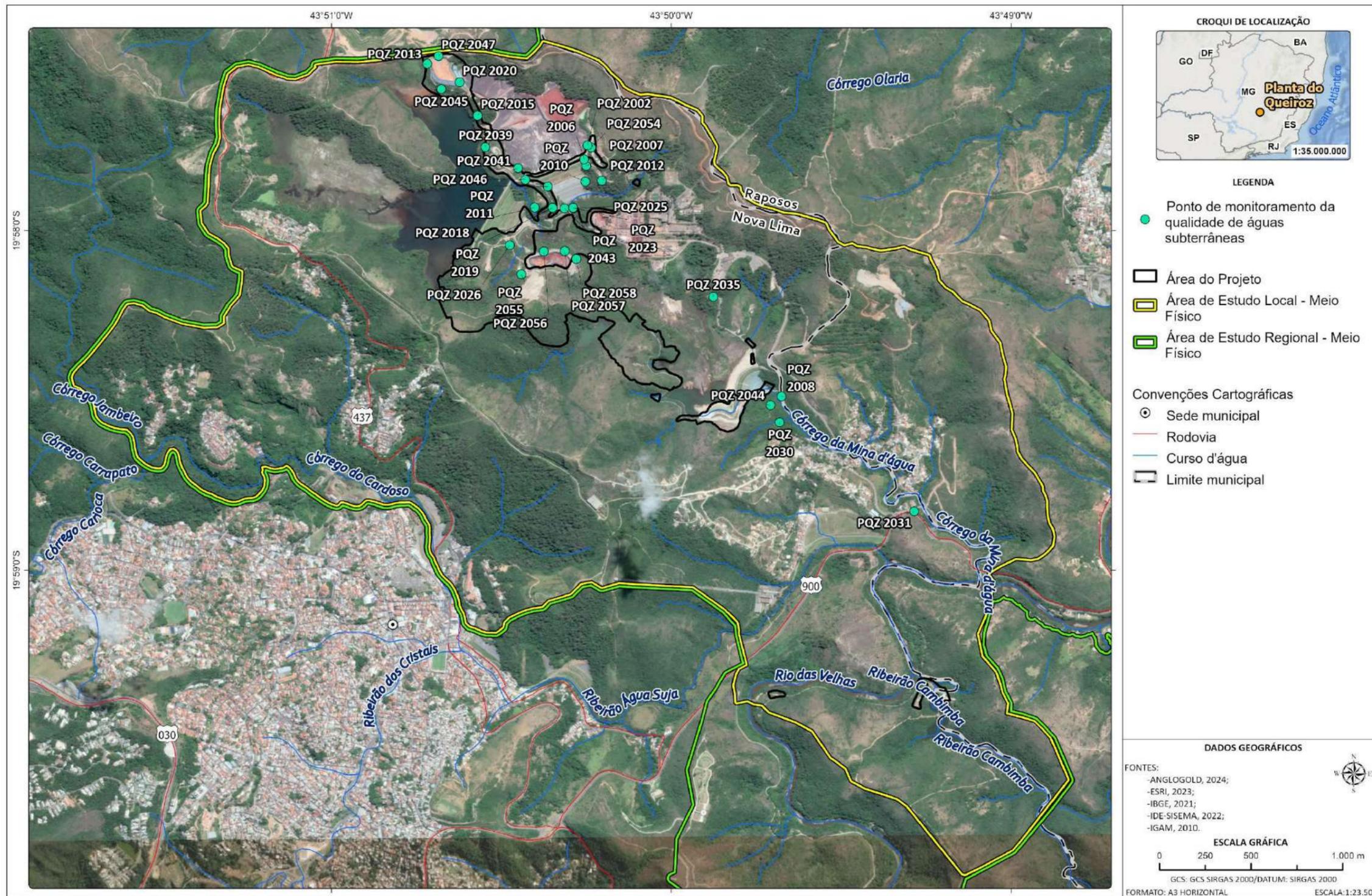
No diagnóstico ambiental para água subterrânea foram avaliados os resultados da série histórica dos últimos dois anos (janeiro/2023 a outubro/2024) do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, executado pela AngloGold Ashanti.

A Tabela 10-43 apresenta a relação dos pontos de monitoramento analisados e o mapa da Figura 10-90 ilustra a distribuição dos pontos de monitoramentos nas áreas de estudo.

**Tabela 10-43 - Pontos de Água Subterrânea analisados no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas**

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Cota (m)	Profundidade (m)	Área de Estudo
	E (m)	N (m)			
PQZ 2002	621644	7792248	870	40	AEL
PQZ 2006	621627	7792173	863	45	AEL
PQZ 2007	621637	7792136	856	57	AEL
PQZ 2008	622631	7790878	768	-	AEL
PQZ 2010	621632	7792052	839	29	AEL
PQZ 2011	621440	7792026		35	AEL
PQZ 2012	621717	7792057	854	24	AEL
PQZ 2013	620825	7792696	892	46	Área do Projeto
PQZ 2015	621082	7792413	874	53	Área do Projeto
PQZ 2018	621372	7791913	852	58	AEL
PQZ 2019	621463	7791910	832	51	Área do Projeto
PQZ 2020	620991	7792595	886	40	Área do Projeto
PQZ 2023	621569	7791910	807	36	Área do Projeto
PQZ 2025	621570	7791907	808	7	Área do Projeto
PQZ 2026	621242	7791709	827	18	Área do Projeto
PQZ 2030	622620	7790738	767	-	AEL
PQZ 2031	623308	7790250	746	-	AEL
PQZ 2035	622285	7791421	838	-	AEL
PQZ 2039	621121	7792241	871	35	Área do Projeto
PQZ 2041	621288	7792127	875	42	AEL
PQZ 2043	621524	7791906	809	19	Área do Projeto
PQZ 2044	622574	7790831	774	-	AEL
PQZ 2045	620896	7792558	863	30	Área do Projeto
PQZ 2046	621324	7792064	862	57	Área do Projeto
PQZ 2047	620883	7792738	903	46	Área do Projeto

Ponto	Coordenadas UTM (Sirgas 2000, 23S)		Cota (m)	Profundidade (m)	Área de Estudo
	E (m)	N (m)			
PQZ 2049	620951	77922674	889	44	Área do Projeto
PQZ 2054	621664	7792237	884	61	Área do Projeto
PQZ 2055	621300	7791550	827	23	Área do Projeto
PQZ 2056	621417	7791674	819	21	AEL
PQZ 2057	621524	7791674	818	22	AEL
PQZ 2058	621583	7791632	814	20	Área do Projeto



C:\Users\leonardo.fernandes\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF\_V2.aprx A3\_Horizontal\_Qualidade\_ASUB Alterado por:leonardo.fernandes Em:04/04/2025

**Figura 10-90 - Localização dos pontos de monitoramento analisados de água subterrânea.**

Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD ASHANTI, 2024; ESRI, 2023; IBGE, 2021; IDE-Sisema, 2022; IGAM, 2010

Os resultados obtidos no monitoramento foram comparados com os limites de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. A referida legislação não faz distinção quanto à fração dissolvida e total, por esta razão, adotou-se no presente relatório o mesmo limite para ambas as frações analisadas.

A qualidade da água subterrânea na área de influência dos aterros de resíduos industriais e barragens é monitorada mensalmente através de uma série de poços subterrâneos que fazem parte do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas. De acordo com a AngloGold Ashanti, não é realizada a exploração das águas subterrâneas, portanto, a água não é utilizada na Planta do Queiroz ou em outras unidades. No que diz respeito à distribuição de água, também foi informado que as comunidades vizinhas são plenamente atendidas pela COPASA. Frente a isso e, com o intuito de manter uma avaliação conservadora da qualidade das águas subterrâneas, a AngloGold Ashanti optou pela comparação dos resultados hidroquímicos aos limites de Recreação presentes na Resolução CONAMA nº396/2008.

A Tabela 10-44 a seguir apresenta a lista de parâmetros com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas e seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) para o uso preponderante em recreação.

**Tabela 10-44 - Valores de referência para os parâmetros analisados**

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº 396/2008 (Recreação)
Arsênio	mg/L	0,05
Cianeto WAD	mg/L	0,1
Cobre	mg/L	1,0
Condutividade Elétrica	uS/cm	-
pH	-	-

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: Resolução CONAMA 396/2008.

### 10.1.12.2 Resultados

A avaliação da série histórica dos resultados de água subterrânea contemplou o período de janeiro/2023 a outubro/2024, com monitoramentos mensais nos pontos que compõem o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, executado pela AngloGold Ashanti.

Ressalta-se que, para fins de representação gráfica, para os resultados informados como “menor que” (<) o Limite de Quantificação (LQ), foi considerado o valor do LQ.

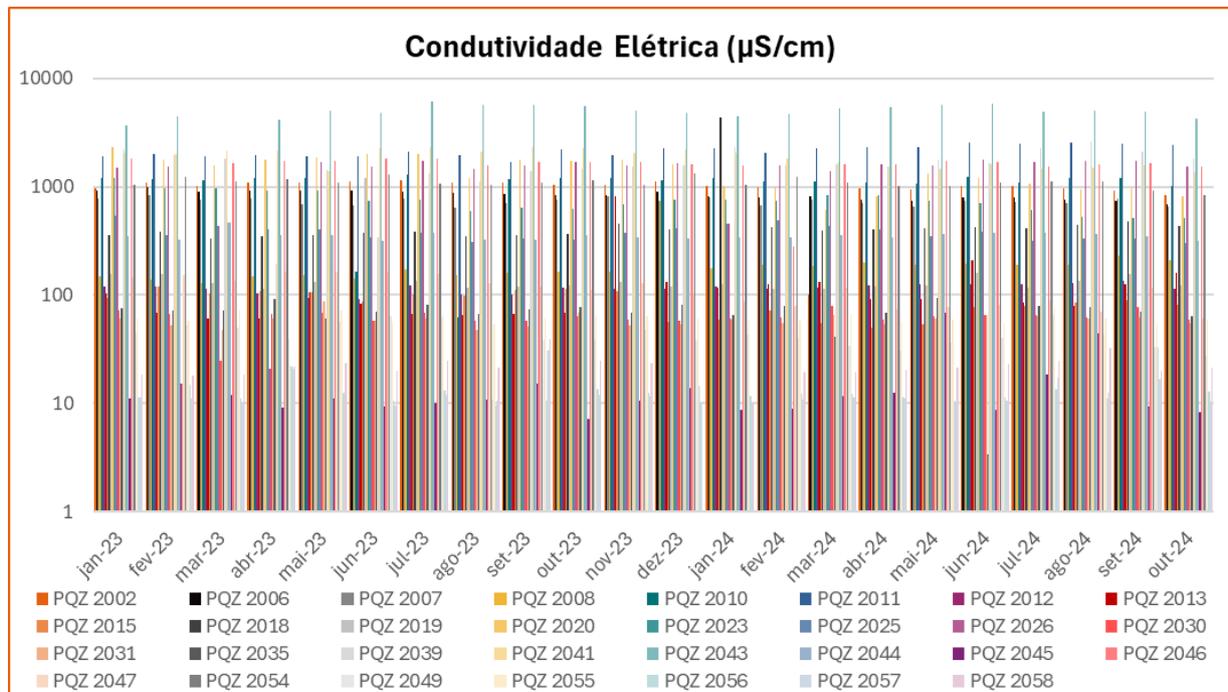
Com base nos dados analisados, verificou-se que os pontos de monitoramento de água subterrânea se apresentaram em conformidade com a maioria dos parâmetros que possuem padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº396/2008 para usos de recreação, conforme descrições a seguir.

### A. Parâmetros físico-químicos

Embora não possuam limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº396/2008, os parâmetros físico-químicos, tais como Condutividade Elétrica e pH são contemplados no Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas. A seguir, são apresentadas as discussões mais detalhadas dos parâmetros analisados.

A Condutividade Elétrica indica a capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions e da temperatura na qual é feita, sendo, por consequência, diretamente proporcional à concentração iônica, variando de acordo com a maior ou menor quantidade de sais dissolvidos (LIBÂNIO, 2005).

O parâmetro Condutividade Elétrica é monitorado em alguns pontos da rede de monitoramento no Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas. Conforme apresentado na Figura 10-91, os resultados obtidos oscilaram ao longo do período analisado.

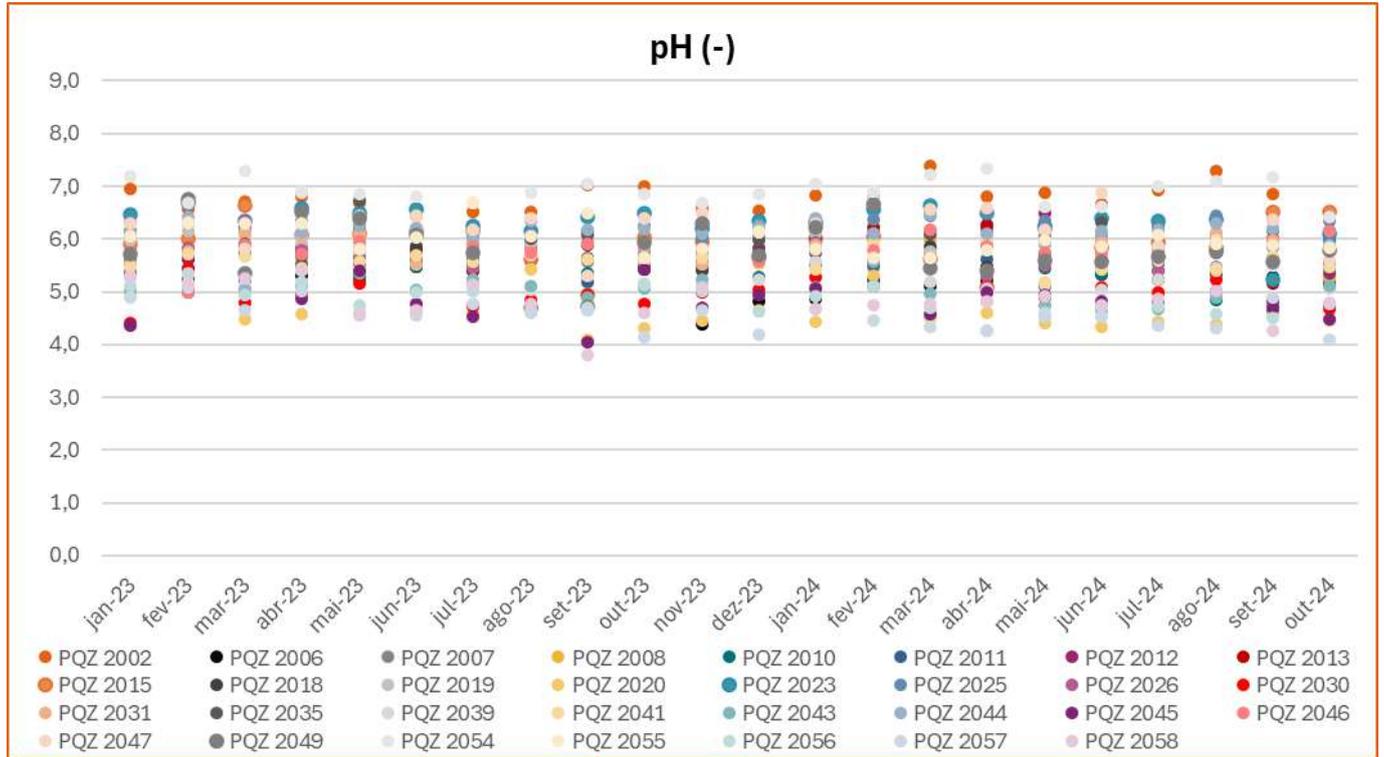


**Figura 10-91 - Gráfico de resultados de Condutividade Elétrica nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

Potenciais de Hidrogênio (pH) é a medida da concentração de íons hidrogênio na água. O balanço dos íons hidrogênio (H+) e hidróxido (OH-) determinam quão ácida ou básica a água é. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5 (PEDROSA e CAETANO, 2002), mas existem águas mais ácidas, como aquelas próximas a mangues, por exemplo, assim como águas mais básicas, como aquelas mais antigas e profundas.

Conforme apresentado na figura a seguir, é possível observar que os resultados obtidos apresentaram pouca oscilação do pH ao longo do período analisado. De modo geral, os valores de pH variaram entre 4,0 e 8,0 (Figura 10-92). Foi verificado um resultado igual a 0,005 no ponto PQZ-2010 (fevereiro de 2024), o qual foi considerado um outlier e, por esse motivo, não está representado graficamente.



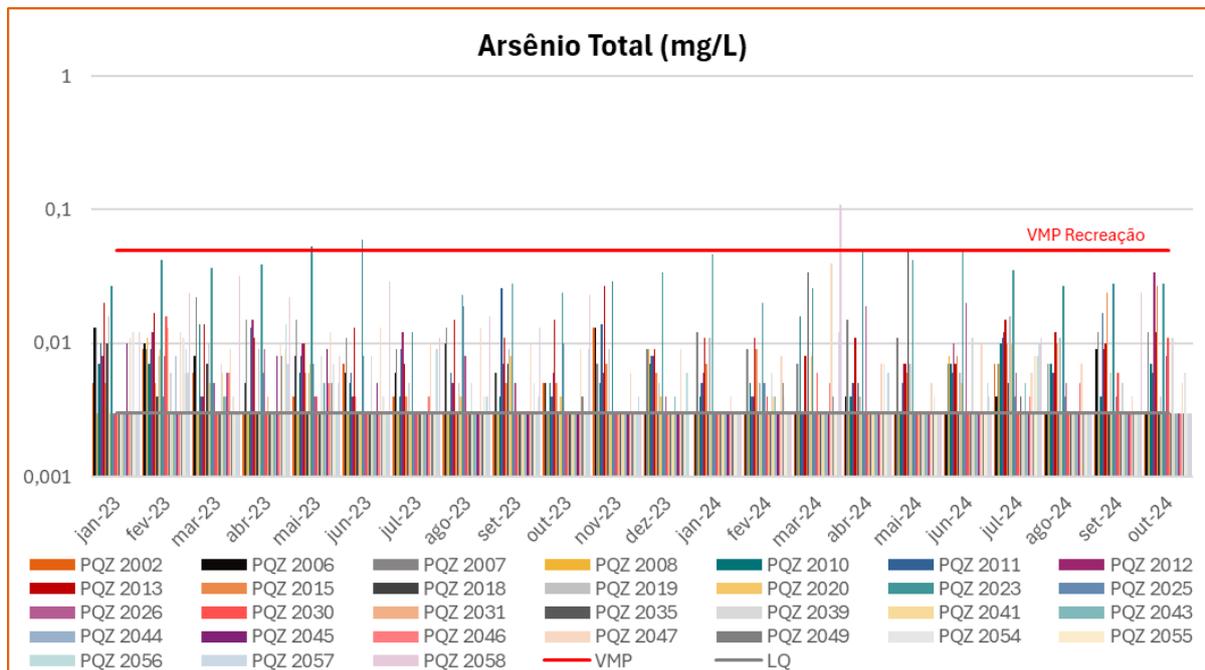
**Figura 10-92 - Gráfico de resultados de pH nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas**  
 Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

### B. Metais e Íons metálicos

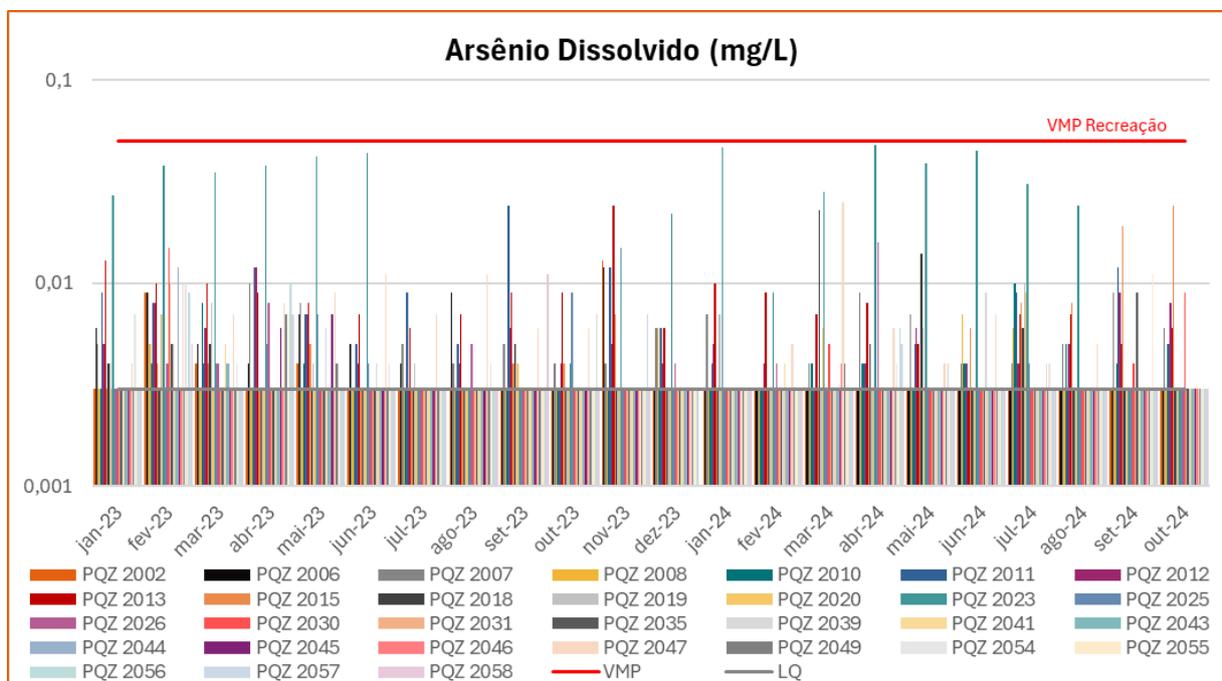
Neste diagnóstico, foi avaliada a concentração dos metais e semimetais que possuem limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº396/2008 para usos preponderantes em recreação. Os parâmetros aqui analisados são de interesse para os estudos das áreas de estudos regional e local, já que podem ser associados às minerações de ouro, bem como às características geológicas presentes na região de análise.

O Arsênio é um elemento raro com ciclo rápido através dos sistemas água, terra e ar. Ocorre na crosta terrestre em uma concentração média de 2 a 5 mg/kg, principalmente como complexos de sulfitos e óxidos. Em corpos d'água o arsênio é predominantemente encontrado no sedimento. Sua desorção é controlada pelo pH, ferro total e carbonato de cálcio. Em ambientes reduzidos, e presença de oxihidróxidos de ferro e manganês dissolvidos o arsênio é liberado para a água subterrânea (CETESB, 2022).

O Arsênio, em sua forma total e dissolvida, é monitorado nos pontos que compõem o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas. De modo geral, grande parte dos resultados se apresentou abaixo dos limites de quantificação dos métodos laboratoriais. Os pontos PQZ-2023 e PQZ-2058 apresentaram pequenos desvios para o Arsênio Total ao longo do período de monitoramento (Figura 10-93). Com relação ao Arsênio Dissolvido, todos os resultados obtidos estiveram em conformidade com o VMP, como pode ser visto na Figura 10-94.



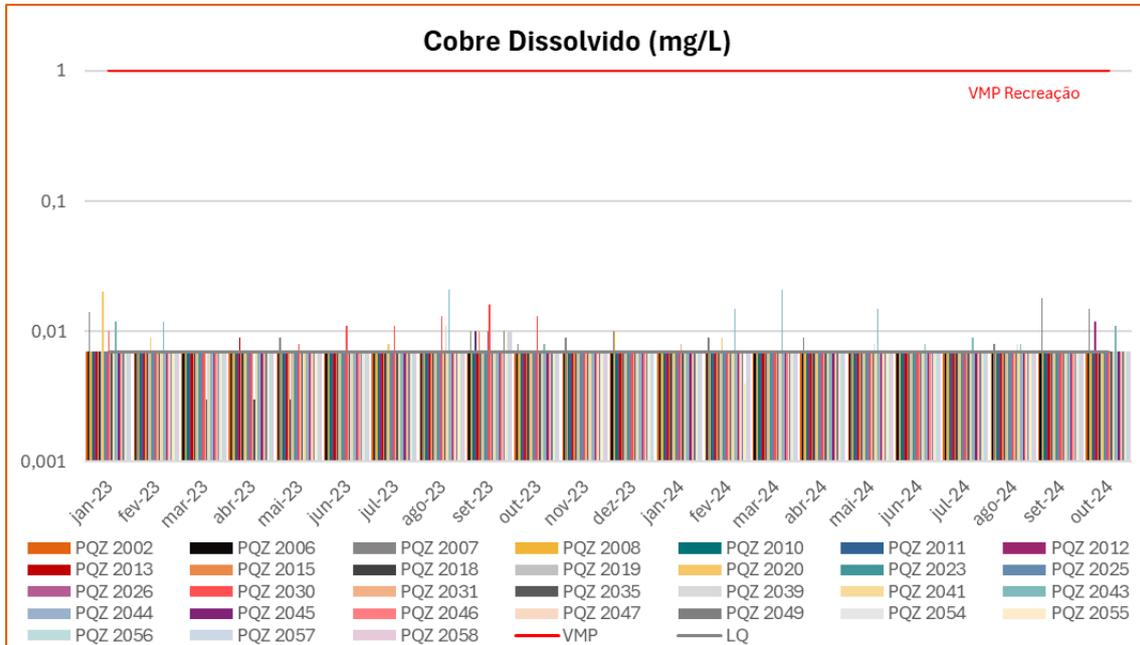
**Figura 10-93 - Gráfico de resultados de Arsênio Total nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas**  
 Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.



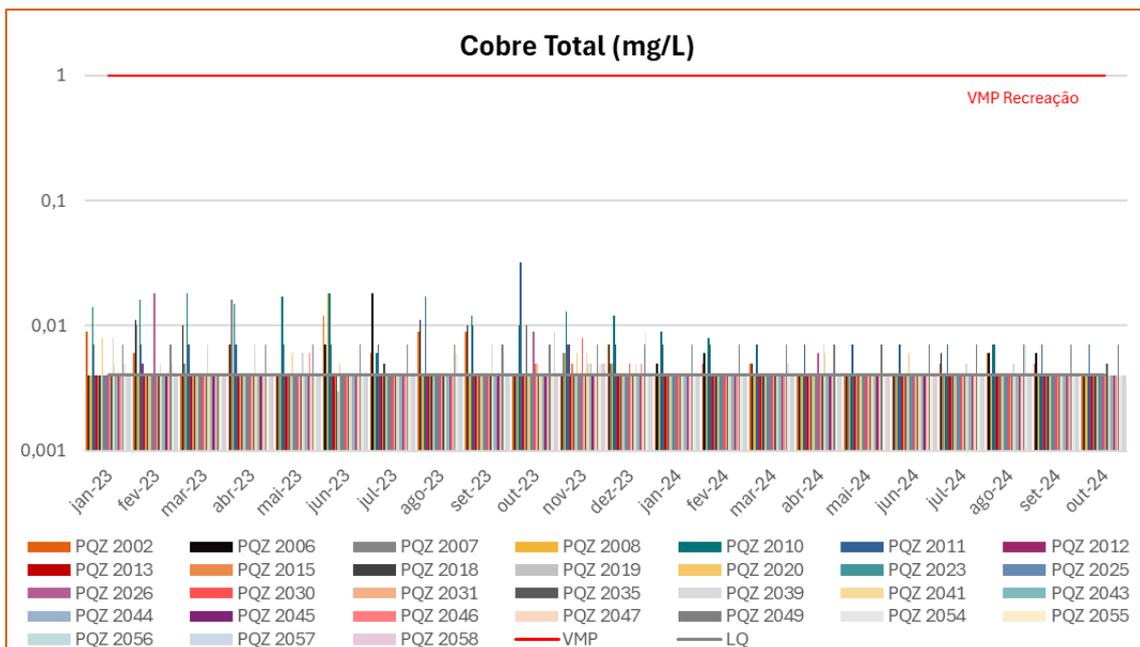
**Figura 10-94 - Gráfico de resultados de Arsênio Dissolvido nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas**  
 Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

O Cobre total e dissolvido é monitorado nos pontos que compõem o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas. Segundo a Resolução CONAMA nº396/2008, o valor máximo permitido para Cobre em águas subterrâneas é 1,0 mg/L para fins de recreação.

Os resultados obtidos ao longo do período de monitoramento estão apresentados na Figura 10-95 e na Figura 10-96 a seguir. Observa-se que todas as concentrações estiveram em acordo com os respectivos limites previstos, sendo a maioria dos valores abaixo dos limites de quantificação dos métodos laboratoriais.



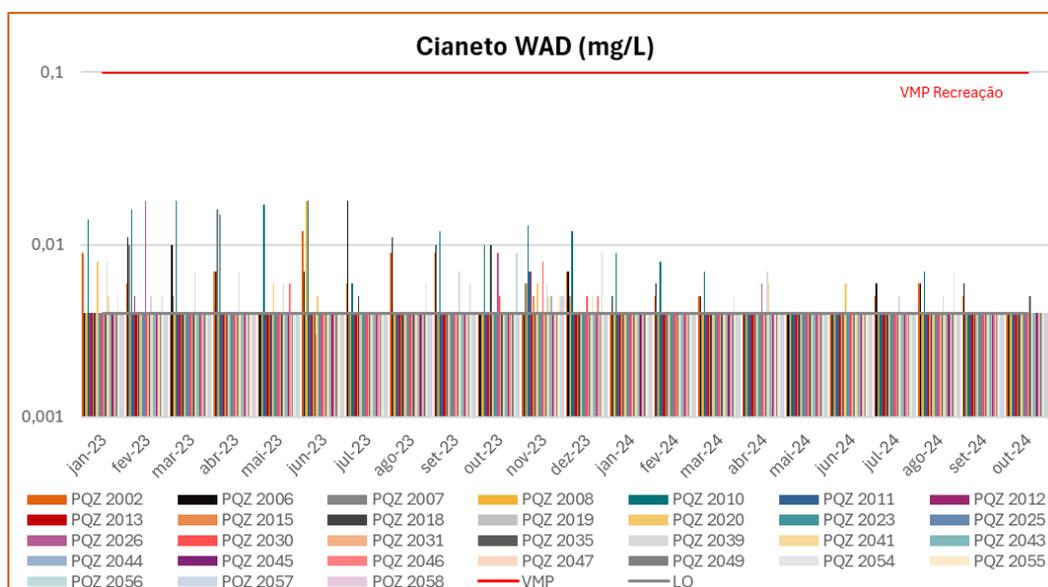
**Figura 10-95 - Gráfico de resultados de Cobre Dissolvido nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas**  
 Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.



**Figura 10-96 - Gráfico de resultados de Cobre Total nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas**  
 Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.

Quanto aos íons, o Cianeto pode ser encontrado naturalmente em baixas concentrações no solo, água e vegetais. As principais fontes de emissão antropogênica são mineração, indústrias químicas, de processamento de metais e exaustão veicular (CETESB, 2017). É considerado um parâmetro de interesse para o empreendimento, uma vez que o beneficiamento do ouro ocorre pelo processo de lixiviação com o cianeto, além de ser considerado tóxico. O cianeto WAD (*weak acid dissociable metal-cyanide complexes*) é um composto monitorado nos pontos que compõem o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e indica os metais WAD que estão sendo processados.

A Resolução CONAMA nº 396/2008 estabelece o valor máximo (VMP) de 0,1 mg/L para o Cianeto WAD em águas subterrâneas para uso preponderante em recreação. Todos os resultados obtidos estiveram em acordo com a Resolução e a maioria não foi quantificável pelos métodos analíticos (<0,004 mg/L), como pode ser visto na Figura 10-97.



**Figura 10-97 - Gráfico de resultados de Cianeto WAD nos pontos de monitoramento de águas subterrâneas**

*Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: AngloGold, 2024.*

### 10.1.12.3 Síntese conclusiva

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas sob as áreas de estudo regional e local do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz foi realizada utilizando os pontos de monitoramento do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas executado pela AngloGold Ashanti.

Com base nos dados analisados, verificou-se que os pontos de monitoramento de água subterrânea se apresentaram em conformidade com a maioria dos parâmetros que possuem padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº396/2008 para uso preponderante em recreação. Apenas desvios pontuais foram observados no parâmetro Arsênio Total ao longo de todo o período de monitoramento avaliado.

### 10.1.13 Áreas Contaminadas

Conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 02 de 08 de setembro de 2010, a contaminação pode ser definida como “a presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger”. Assim, no estado de Minas Gerais, as áreas contaminadas são aquelas em que as concentrações das substâncias ou compostos químicos de interesse estão acima dos Valores de Investigação (VI) estabelecidos pela referida legislação.

O diagnóstico de áreas contaminadas, neste contexto, é essencial para a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), na medida em que permite identificar e avaliar os riscos ambientais de eventuais cenários de contaminação, subsidiando o desenvolvimento de medidas de prevenção e remediação. Sendo assim, este item tem como objetivo apresentar dados relativos à presença de contaminação prévia nos solos ou águas subterrâneas nas Áreas de Estudo Regional e Local.

#### 10.1.13.1 Metodologia

A elaboração do presente capítulo baseou-se em dados secundários, com destaque para o “Inventário e Lista de Áreas Contaminadas” - Dados de 2023 (mais atual disponível). Este relatório é elaborado anualmente pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM por meio da Diretoria de Gestão da Qualidade e Monitoramento Ambiental - Gerência da Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas, e tem como objetivo sistematizar e tornar público o banco de dados referente às áreas contaminadas e em reabilitação no estado de Minas Gerais. Também foram consultados mapeamentos elaborados no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, referentes à Vulnerabilidade à contaminação ambiental pelo uso do solo e Potencialidade de contaminação de águas subterrâneas (SCOLFORO et. al, 2008).

#### 10.1.13.2 Diagnóstico de áreas contaminadas

Com base no Inventário de Áreas Contaminadas de Minas Gerais (FEAM, 2023), os tipos de enquadramento e classificação de áreas contaminadas no estado são:

- AI: Área Contaminada sob Investigação
- AMR: Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação
- ACI: Área Contaminada sob Investigação
- AR: Área Reabilitada para Uso Declarado.

De acordo com tal documento, verifica-se que existem cadastros de treze (13) áreas contaminadas no município de Nova Lima, sendo deste total sete áreas em monitoramento para reabilitação, cinco áreas reabilitadas para uso declarado e uma cadastrada como área contaminada sob investigação confirmatória, conforme síntese apresentada na

tabela a seguir. Ressalta-se que as atividades causadoras de impacto nas matrizes solo e água subterrânea descritas se referem majoritariamente à atividade minerária e a postos de abastecimento de combustíveis.

**Tabela 10-45 - Relação de atividades contaminantes cadastradas na FEAM para o município de Nova Lima/MG**

Atividade	Empreendimento	Tipo	Etapa do Gerenciamento	Fonte de contaminação	Contaminante	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000, 23S)	
						E (m)	N (m)
Mineração	AngloGold Ashanti Mineração - Depósito Galo	AMR	Monitoramento para reabilitação	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	622871,56	7790180,58
Mineração	AngloGold Ashanti - Depósito do Isolamento	AR	Área reabilitada para Uso Declarado	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	621596,46	7789386,02
Mineração	AngloGold Ashanti - Depósito Fábrica de Balas <sup>1</sup>	AR	Área reabilitada para Uso Declarado	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	620805,20	7790052,16
Mineração	AngloGold Ashanti - Depósito Madeiras	AR	Área reabilitada para Uso Declarado	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	620862,19	7790214,69
Mineração	AngloGold Ashanti - Depósito Matadouro	AMR	Monitoramento para reabilitação	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	621580,91	7789075,33
Mineração	AngloGold Ashanti - Depósito Resende	AR	Área reabilitada para Uso Declarado	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	621117,85	7789520,94
Mineração	AngloGold Ashanti - Mina Bicalho	AMR	Monitoramento para reabilitação	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	623163,55	7785841,40
Mineração	AngloGold Ashanti - Morro do Galo	AMR	Monitoramento para reabilitação	Descarte/ Disposição de Resíduos	Arsênio	622999,81	7789891,80
Posto de Combustíveis	Master Combustíveis - Posto Bicame	AR	Área reabilitada para Uso Declarado	Vazamento ou Infiltração	BTEX e HPA	619687,67	7790145,04
Posto de Combustíveis	Posto Petrolim LTDA -	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Vazamento ou Infiltração	Benzeno, Naftaleno, TPH	620878,84	7789715,62
Posto de Combustíveis	Posto Curva do Retiro LTDA	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Vazamento ou Infiltração	BTEX e HPA	606362,28	7779646,78
Posto de Combustíveis	Posto Retiro LTDA	AMR	Monitoramento para Reabilitação	Vazamento ou Infiltração	BTEX e HPA	619590,35	7790006,91
Depósito de Resíduos Sólidos Urbanos	Prefeitura Municipal de Nova Lima - Lixão do Galo	AI	Investigação Confirmatória	Descarte/ Disposição de Resíduos	Alumínio, Bário, Arsênio, Cadmio, Chumbo, Cromo Mercúrio, Níquel	622647,73	7789432,27

<sup>1</sup> No Inventário de Áreas Contaminadas de Minas Gerais disponibilizado em 2022 pela FEAM, bem como na plataforma IDE-Sisema, consta a informação de que a área denominada "Depósito da Fábrica de Balas" pertence à AngloGold Ashanti. Porém, conforme informações do empreendedor, esta propriedade foi vendida parte no ano 2014 para a empresa Bazar Nova Limense Ltda e parte em 2016 para a empresa DMA Distribuidora S/A.

Elaborado por Arcadis, 2024. Fonte: FEAM, 2024.

Dentre as áreas contaminadas cadastradas para o município observa-se que existem cinco áreas inseridas na espacialização das Áreas de Estudo Regional e Local, sendo elas: Depósito Madeira, Depósito do Galo e Morro do Galo, de propriedade da empresa AngloGold Ashanti; o Lixão do Galo, de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Nova Lima; e o Depósito Fábrica de Balas, que foi propriedade da AngloGold Ashanti até o ano de 2016, mas em 2014 e 2016 foi vendido às empresas Bazar Nova Limense Ltda e DMA Distribuidora S/A, respectivamente.

O mapa apresentado na figura a seguir ilustra a localização espacial das áreas contaminadas cadastradas pela FEAM para o município, com delimitação da Área de Estudo Local e Regional, permitindo avaliação visual das atividades que se inserem no contexto do estudo. O Depósito Madeira, Depósito Fábrica de Balas, Morro do Galo, e Depósito do Galo são consideradas atividades cujo descarte e disposição de resíduos contaminaram as matrizes solo e água subterrânea com o analito arsênio. O Lixão do Galo, por sua vez, contaminou o solo e água subterrânea devido o descarte e disposição dos analitos alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel e está na etapa de investigação confirmatória. Importante mencionar que o Depósito Madeira e Depósito Fábrica de balas já possuem o certificado de reabilitação emitido pela FEAM enquanto o Depósito do Galo e o Morro do Galo está no processo de monitoramento pós ações de reabilitação.

No que se refere à vulnerabilidade à contaminação pelo uso do solo, conforme mapeamento elaborado no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG), tanto na Área de Estudo Local quanto na Área de Estudo Regional predomina uma vulnerabilidade média (55,39% na AER e 69,80% na AEL). Na sequência, têm-se áreas consideradas como de alta vulnerabilidade, que totalizam 44,61% da AER e 30,20% da AEL. Conforme ZEE (SCOLFORO et. al, 2008), para definição da vulnerabilidade à contaminação pelo uso do solo foram consideradas características ambientais locais, como tipo de solo, textura, teor de matéria orgânica e proximidade de cursos d'água. De forma geral, solos menos profundos e mais próximos de áreas de várzea são definidos como de maior vulnerabilidade, por favorecerem a propagação de contaminantes. Assim, considerando que na área de estudo predominam os Cambissolos, que são solos menos desenvolvidos e estruturados, observa-se vulnerabilidade mais elevada. As áreas com alta vulnerabilidade situam-se nas adjacências dos cursos d'água principais que transpassam as áreas de estudo.

Quanto à potencialidade de contaminação das águas subterrâneas, esta corresponde à suscetibilidade de contaminação por substâncias tóxicas que podem atingir os aquíferos através do processo de lixiviação. Sua caracterização se deu a partir da relação entre fatores como características litológicas, presença de falhas geológicas, profundidade modal do aquíferos, condutividade elétrica da água subterrânea, além da presença de metais pesados em concentrações elevadas. Considerando estes aspectos, nas áreas de estudo predomina a potencialidade baixa (64,51% na AER e 95,30% na AEL). Na sequência, observa-se uma potencialidade muito baixa (31,06% na AER e 4,70% na AEL). Potencialidades altas são observadas em 4,43% da AER, em sua porção leste.

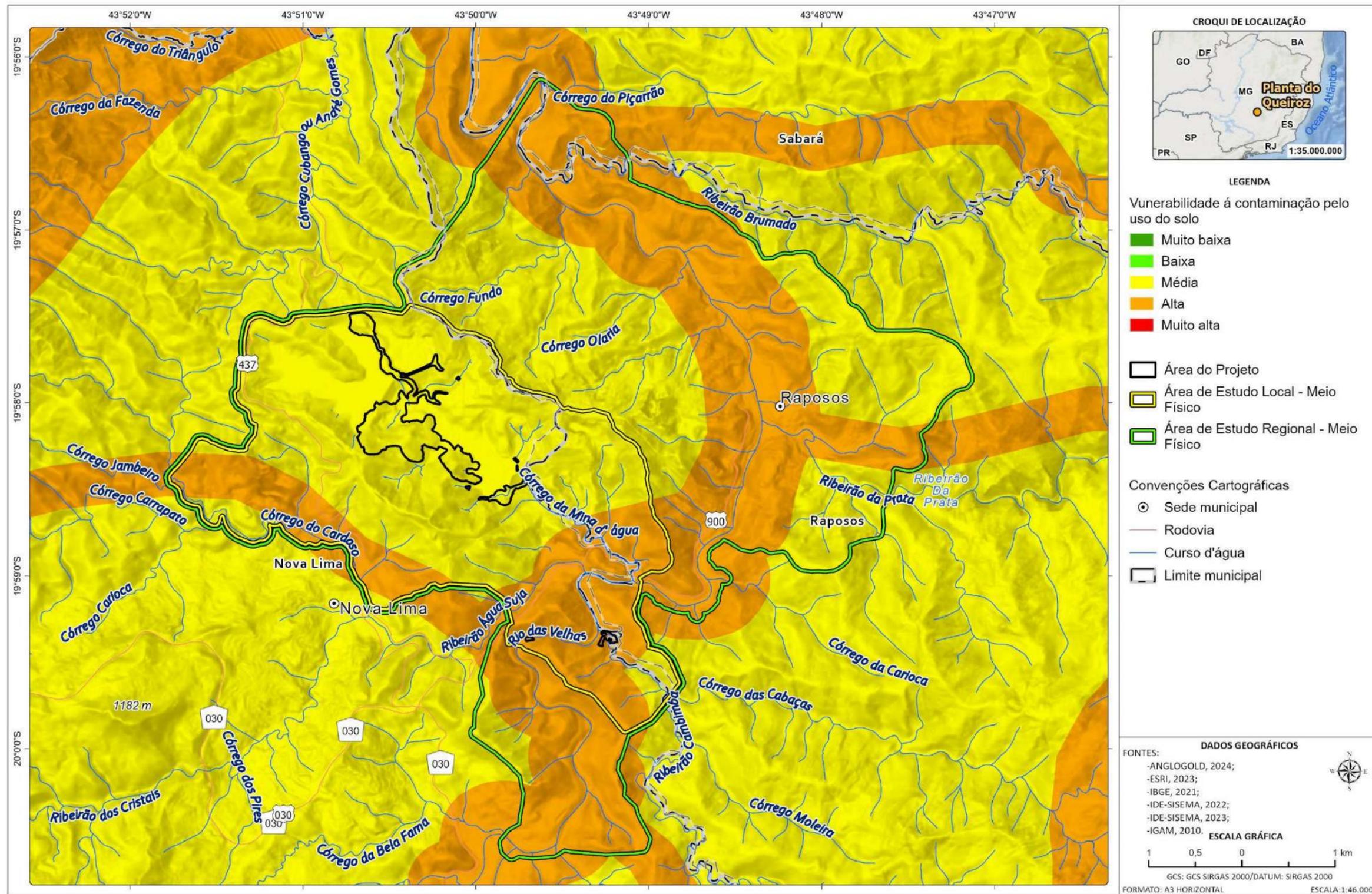
A Figura 10-99 e Figura 10-100 apresentam, respectivamente, os mapas de Vulnerabilidade à Contaminação pelo Uso do Solo e Potencialidade de Contaminação das Águas Subterrâneas.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

Figura 10-98 - Mapa de localização das áreas contaminadas cadastradas pela FEAM para o município de Nova Lima

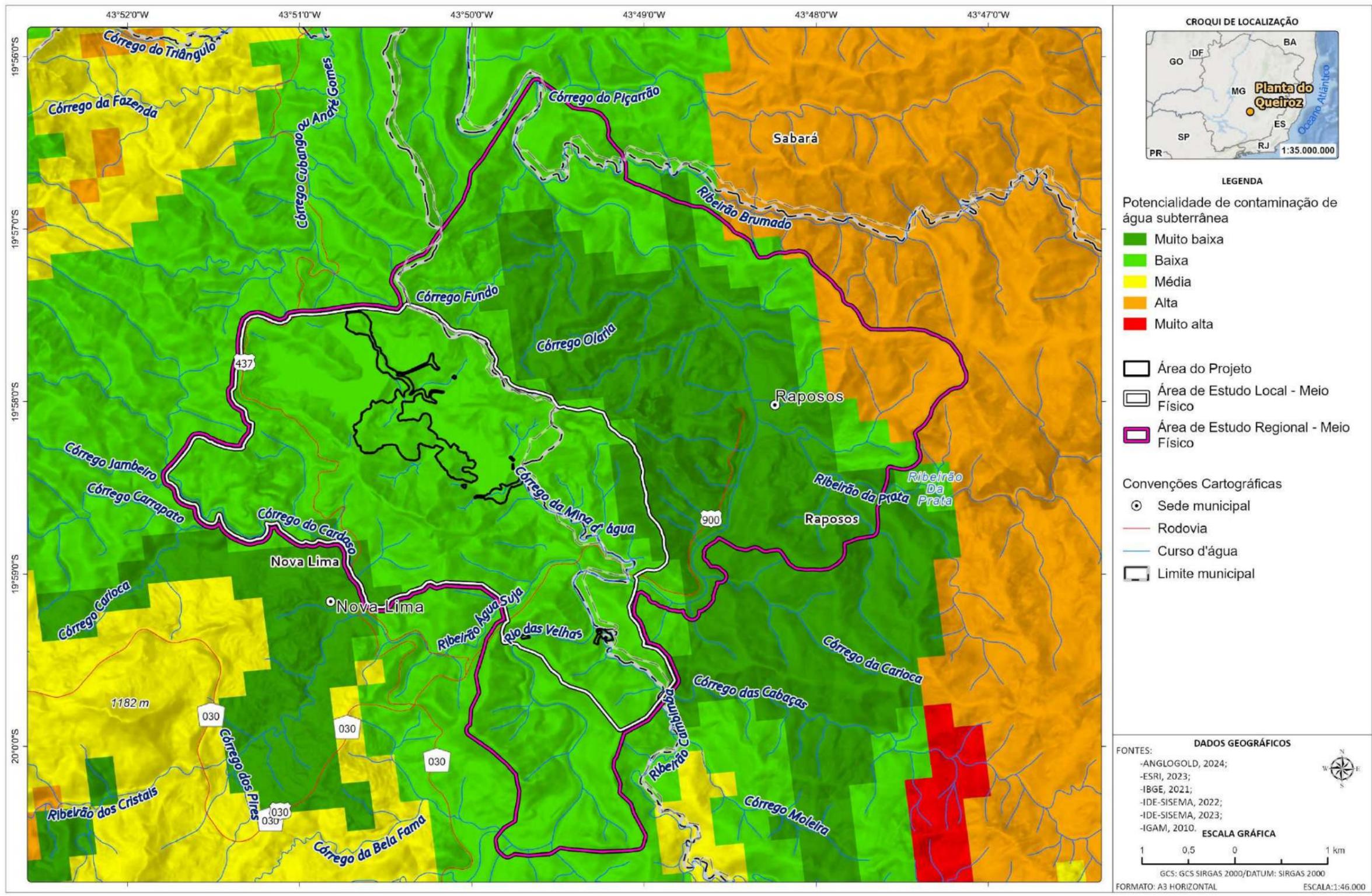
Elaborado por Arcadis, 2025. Fonte: ANGLOGOLD ASHANTI, 2024; ESRI, 2023; IBGE, 2021; IDE-SISEMA, 2022; IGAM, 2010; FEAM, 2021.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:04/12/2024

Figura 10-99 - Mapa de vulnerabilidade à contaminação pelo uso do solo.

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; ERSI, 2023; IBGE, 2021; IDE-SISEMA, 2023; IGAM, 2010.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx Alterado por:maria.vista Em:06/12/2024

Figura 10-100 - Mapa de potencialidade de contaminação das águas subterrâneas.

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: ANGLOGOLD, 2024, ERSI, 2023; IBGE,2021; IDE-SISEMA,2023; IGAM, 2010.

### 10.1.13.3 Síntese conclusiva

Para a caracterização das áreas contaminadas na Área de estudo do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz fez-se consulta aos dados oficiais públicos disponíveis no site da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. A FEAM emite, por meio da Diretoria de Gestão da Qualidade e Monitoramento Ambiental - Gerência da Qualidade do Solo e Áreas Contaminadas; relatório anual contendo inventário das áreas contaminadas e reabilitadas cadastradas no estado de Minas Gerais.

Neste contexto, observa-se que existem cinco (5) áreas cadastradas inseridas na Área de Estudo Regional e Local, sendo elas: Depósito Madeira, Depósito do Galo e Morro do Galo, de propriedade da empresa AngloGold Ashanti; Lixão do Galo, de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Nova Lima; e Depósito Fábrica de Balas.

Dentre estes empreendimentos, refinada a busca para a da Área de Estudo Local, apenas os empreendimentos Depósito Madeira, Depósito Fábrica de Balas, Morro do Galo, Lixão do Galo e Depósito do Galo representam atividades cujo descarte e disposição de resíduos contaminaram as matrizes solo e água subterrânea. As atividades geradas a partir do funcionamento do Lixão do Galo geraram contaminações com os analitos alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel, já as demais áreas contaminaram as matrizes citadas com o semimetal arsênio. Cabe mencionar que o Depósito Madeira e Depósito Fábrica de Balas são classificadas como Áreas Reabilitadas para Uso Declarado, enquanto o Depósito do Galo e o Morro do Galo são classificados como Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação.

Também foram consultados mapeamentos elaborados no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais, referentes à Vulnerabilidade à contaminação ambiental pelo uso do solo e Potencialidade de contaminação de águas subterrâneas (SCOLFORO et. al, 2008). A partir destes, foi identificado que as áreas de estudo regional e local apresentam vulnerabilidade à contaminação pelo uso do solo predominantemente média, e potencialidade à contaminação da água subterrânea majoritariamente baixa. As áreas de maior vulnerabilidade situam-se especialmente nas adjacências dos principais cursos d'água que transpassam as áreas de estudos.

### 10.1.14 Mudanças Climáticas

O clima é um importante agente capaz de transformar o ambiente através de sua interação com os fatores físicos, químicos e biológicos presentes na natureza, o que o coloca em papel fundamental na relação ser humano e meio ambiente.

Nas últimas décadas aprofundaram-se as discussões a respeito do papel do ser humano nas mudanças climáticas e em como estas afetariam o modo de vida cotidiano. A priori, é importante destacar que mudança climática, segundo a definição da Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC é a *"mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis"*. Tais mudanças dizem respeito às alterações significativas dos elementos climáticos (temperatura, umidade relativa, pluviosidade etc.) de um determinado local considerando um grande período (décadas e séculos). O IPCC (2007) por sua vez, associa as mudanças climáticas a quaisquer mudanças no clima ao longo dos anos, relacionadas a variabilidade natural do clima ou como resultado de ações humanas (IPCC, 2017).

Outro conceito importante de ser mencionado é o de efeito estufa, um processo natural no qual a atmosfera absorve radiação terrestre e se aquece, eventualmente irradia esta energia recebida, que por sua vez é difundida na atmosfera e pode ou ser irradiada novamente ou absorvida pela superfície (GRIM, 2008). Esse efeito desempenha um papel crucial na sobrevivência da vida no planeta, uma vez que o equilíbrio energético entre a Terra e a atmosfera é essencial para manter uma temperatura adequada para a existência de diversas formas de vida, incluindo a humana. Entretanto, quando há uma grande concentração de gases do efeito estufa - GEE na atmosfera, estes impedem a energia proveniente do Sol refletida pela superfície terrestre de se dispersar para o espaço, o que acaba por potencializar o efeito estufa.

Segundo a PNMC os gases do efeito estufa são “*constituintes gasosos, naturais ou antrópicos, que, na atmosfera, absorvem e reemitem radiação infravermelha*”. Segundo a CETESB (2023), os principais gases do efeito estufa são: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Clorofluorcarbonos (CFCs), Ozônio (O<sub>3</sub>) e o vapor d’água.

Com base na discussão aqui apresentada, é importante salientar que compreender os impactos das mudanças climáticas relacionados a vida humana, a biodiversidade e aos aspectos socioeconômicos é fundamental para que seja possível traçar medidas e ações a fim de combater e mitigar impactos adversos. Neste âmbito, é imprescindível identificar e avaliar a contribuição das diferentes atividades humanas para o cenário, sendo este o objetivo da presente análise.

#### 10.1.14.1 Metodologia

O diagnóstico ambiental referente ao item “Mudanças Climáticas”, foi realizado com base no “Estudo de Vulnerabilidade Regional às Mudanças Climáticas de Minas Gerais” desenvolvido pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM em parceria com a *EnviroConsult* e *EcoResources*, cujo produto abrange a avaliação da vulnerabilidade do estado de Minas Gerais às mudanças climáticas apoiado na análise integrada dos possíveis impactos gerados por estas alterações. Importante destacar que este estudo foi realizado na escala municipal e, desta forma, foram utilizados os resultados dos indicadores de vulnerabilidade dos municípios que abrangem as áreas de estudo do meio físico, sendo eles: Nova Lima e Raposos. A pequena porção que ocupa o território de Sabará não foi considerada, uma vez que

De forma subsidiária, foi realizada a descrição das possíveis fontes de emissão associadas à implantação e operação do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, de modo a compreender eventuais impactos gerados pelo empreendimento.

Em posse de tais informações, foi possível elaborar análise que auxilia na compreensão das vulnerabilidades às mudanças climáticas das áreas de estudo a fim de determinar as possíveis interferências destas alterações no pleno funcionamento do empreendimento. De forma conjunta, foram levantadas as possíveis alterações no clima que podem ser causadas pelas atividades do projeto.

### 10.1.14.2 Contextualização das Áreas de Estudo Regional e Local

#### 10.1.14.2.1 Identificação das fontes de emissões atmosféricas

Dentre as principais fontes de gases de efeito estufa relacionadas a implantação e operação do Projeto, pode-se citar: (1) combustão móvel geradas a partir da movimentação e operação de máquinas, veículos e equipamentos; (2) mudanças no uso do solo geradas a partir da supressão da vegetação para implantação do empreendimento, as quais podem gerar fluxos de CO<sub>2</sub> (emissões e remoções); (3) efluentes líquidos tratados por processos anaeróbicos; e (4) deslocamento de trabalhadores por meio de veículos e afins.

As emissões gasosas serão compostas em sua maioria por gases do tipo óxidos de carbono (CO e CO<sub>2</sub>), metano CH<sub>4</sub> e os hidrofluorcarbonetos (HFCs).

#### 10.1.14.2.2 Índice de vulnerabilidade às mudanças climáticas

O estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas do Estado de Minas Gerais foi elaborado com base na definição de vulnerabilidade sugerida pelo IPCC em 2007 e nos principais fatores que permitem avaliar o grau de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação de um território às mudanças climáticas (FEAM, 2014).

Os componentes que possibilitam avaliar tais fatores estão associados aos aspectos econômicos, sociais, ambientais e climáticos com destaque aos campos mais vulneráveis às mudanças climáticas. A seguir apresenta-se os componentes associados à avaliação de vulnerabilidade no contexto do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz.

##### *A. Sensibilidade às mudanças climáticas*

Segundo FEAM (2014), a sensibilidade às mudanças climáticas é definida a partir de seus atributos socioeconômicos e ambientais, que no caso da falta de adaptação, tornam o ambiente vulnerável aos impactos negativos das mudanças do clima, sejam eles socioeconômicos ou ecossistêmicos. Desta forma, foram desenvolvidos indicadores que juntos determinam em qual grau cada comunidade pode ser influenciada negativamente pela variabilidade climática FEAM (2014).

Conforme metadados disponíveis na Plataforma mineira para adaptação às mudanças climáticas (2014 e 2015) no que tange a sensibilidade às mudanças do clima, pode-se citar como indicador a **participação média da agropecuária no valor adicionado municipal**, uma vez que este setor é dependente das condições hídricas e climáticas (temperatura, radiação solar, umidade do solo, pluviosidade) o que o torna sensível as alterações no clima.

Cita-se também a **razão de dependência entre a seguridade social e a saúde**, que define a razão entre a população economicamente dependente (<14 e >65 anos) e a população potencialmente produtiva (15 a 64 anos). Segundo o estudo, a população economicamente dependente não gera arrecadação de tributos que poderiam ser destinados à redução da sensibilidade e, de modo geral, apresentam maior sensibilidade aos efeitos negativos das mudanças climáticas e são mais susceptíveis a doenças.

O uso do **indicador de saneamento** - razão entre o número de pessoas com acesso à rede de esgotamento sanitário e a população total do município, multiplicado por 100 - justifica-se pelas condições de saneamento básico de um

município, que associadas a pobreza e outras situações de vulnerabilidade como a subnutrição e problemas com higiene, torna uma população mais sensível às mudanças climáticas.

A **densidade populacional**, por sua vez é a razão entre o número de internações por doenças de veiculação hídrica e o número total de internações da população residente. Neste sentido, faz-se a relação de que uma população com muitos casos deste tipo de doença, possui um saneamento básico deficiente, o que configura maior sensibilidade.

Considerando que uma área que possui sua flora nativa protegida mantém ecossistemas saudáveis garantindo a resiliência natural aos impactos negativos às mudanças climáticas, o indicador do **percentual de cobertura vegetal (área remanescente/área municipal total)** é extremamente importante no cálculo de sensibilidade.

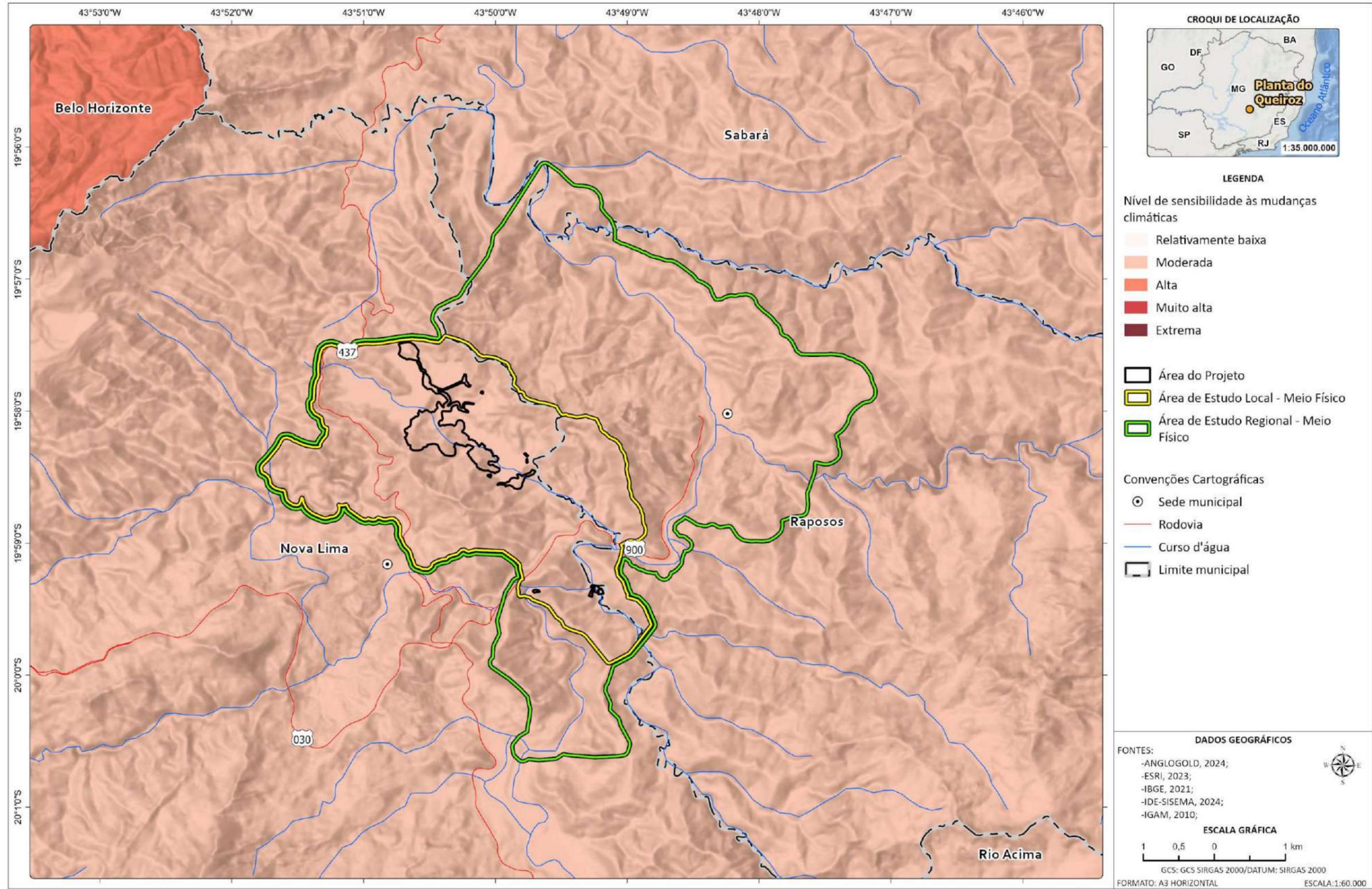
Por fim, vale destacar o **balanço hídrico (demanda x disponibilidade)**, que reflete a real utilização dos recursos hídricos e permite a avaliação da relevância da gestão da bacia hidrográfica. Quanto mais alto este índice, maior a complexidade da gestão requerida.

Importante frisar que o índice de sensibilidade às mudanças climáticas pode variar de 0 (**Muito Baixo**) a 1 (**Muito Alto**). De acordo com a Tabela 10-46 e Figura 10-101, nota-se que o nível de sensibilidade das áreas de estudos Regional e Local é considerado **moderado**.

**Tabela 10-46 - Indicadores de sensibilidades às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas Áreas de Estudos Regional e Local do meio físico**

Município	Sensibilidade Geral	Nível de Sensibilidade
Nova Lima	0,314	Moderado
Raposos	0,297	Moderado

Fonte: FEAM, 2024.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx A3\_Horizontal\_Sensibilidade\_Clima Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

**Figura 10-101 - Nível de sensibilidade às mudanças climáticas das áreas de estudos.**

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: ANGLOGOLD, 2024, ERSI, 2023; IBGE,2021; IDE-SISEMA,2024; IGAM, 2010..

## B. Exposição às mudanças climáticas

Para a análise da exposição às mudanças climáticas de um determinado local foi adotada uma abordagem simplificada deste conceito, onde foi considerado exposto um território onde haja a possibilidade de que seus componentes socioeconômicos ou ambientais sejam impactos pelas mudanças climáticas (FEAM, 2014). Além disso, são considerados a amplitude e ritmo previstos deste impacto, desde que existam dados específicos disponíveis (FEAM, 2014).

Neste sentido, pode-se citar como indicadores de exposição às mudanças climáticas, conforme metadados disponíveis na Plataforma mineira para adaptação às mudanças climáticas (2014 e 2015), o **índice de impactos socioeconômicos em desastres naturais**, o índice de extremo climático CDD (número de dias consecutivos sem chuva médio anual) e o índice de extremo climático RX5DAY (máxima precipitação acumulada média anual em 5 dias consecutivos).

Considerando que as perdas econômicas oriundas de eventos climáticos extremos dão a dimensão dos impactos negativos das mudanças climáticas, o índice de impactos socioeconômicos em desastres naturais é elaborado a partir da razão das pessoas afetadas por eventos extremos (total de pessoas afetadas no período avaliado); declarações de estado de alerta, emergência e/ou calamidade pública homologadas pelo Estado (número total de declarações no período de 2012-2016), bem como pelo índice de impactos socioeconômicos em desastres naturais (perdas econômicas - %PIB / número de pessoas afetadas / número de declarações homologadas).

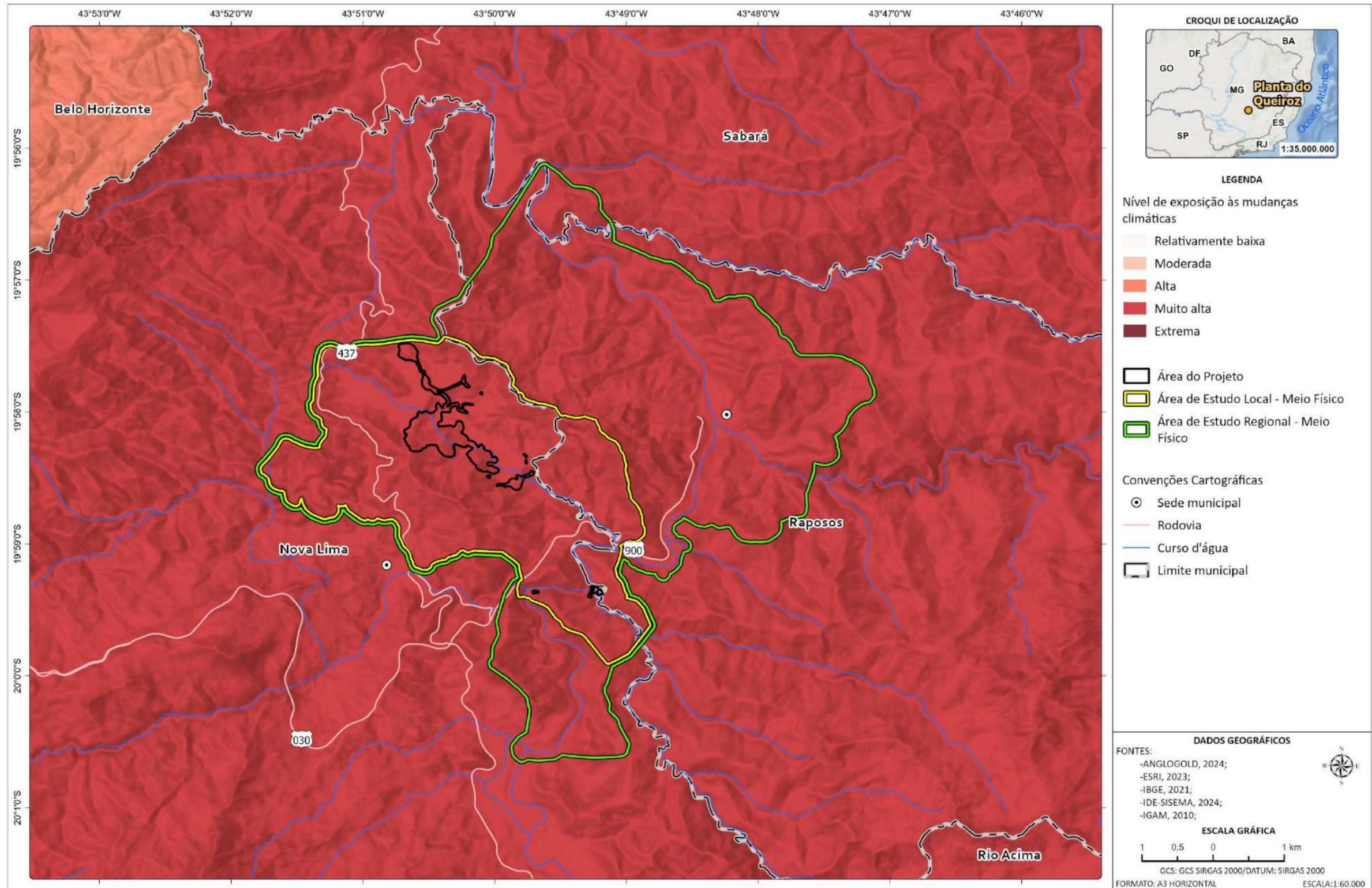
O **índice de extremo climático CDD** (número de dias consecutivos sem precipitação no ano) e o **índice de extremo climático RX5DAY** (Máxima precipitação acumulada em 5 dias consecutivos no ano), se justificam uma vez que a mudanças de padrões de precipitação e o aumento de eventos climáticos extremos são tidos como graves fatores de pressão no que tange a segurança hídrica e exposição humana a desastres. O primeiro indica a extensão de estiagem em um ano civil e o segundo auxilia na análise das possibilidades de ocorrência de desastres, a exemplo de deslizamentos, devido a grandes valores acumulados de chuva, especialmente em áreas urbanas.

Importante frisar que o índice de exposição às mudanças climáticas pode variar de 0 (**Muito Baixo**) a 1 (**Muito Alto**). De acordo com a Tabela 10-47 e Figura 10-102, nota-se que o nível de exposição das áreas de estudos Local e Regional é considerado **muito alto**.

**Tabela 10-47 - Indicadores de exposições às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas Áreas de Estudos Regional e Local do meio físico**

Município	Exposição Geral	Nível de Exposição
Nova Lima	0,688	Muito Alto
Raposos	0,762	Muito Alto

Fonte: FEAM, 2024.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx A3\_Horizontal\_Exposicao\_Clima Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

Figura 10-102 - Nível de exposição às mudanças climáticas das áreas de estudos

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: ANGLOGOLD, 2024, ERSI, 2023; IBGE,2021; IDE-SISEMA,2024; IGAM, 2010.

### C. Adaptação às mudanças climáticas

Segundo FEAM (2014), a adaptação às mudanças climáticas inclui todos os aspectos que permitem o coletivo de se adaptar às mudanças que surgem em determinadas situações. Esta capacidade é dinâmica e evolui com o tempo, podendo ser medida através das ferramentas que existem para auxiliar em situações indesejáveis ou aproveitar os impactos positivos provocados pela variação do clima (FEAM, 2014).

Tendo em vista essa discussão, conforme metadados disponíveis na Plataforma mineira para adaptação às mudanças climáticas (2014 e 2015) no que tange a adaptação às mudanças do clima, pode-se citar como indicadores a renda per capita, o IMRS-Educação, o índice de institucionalização de gestão de desastres e o gasto per capita com meio ambiente e saneamento.

A **renda per capita** é o indicador que representa o desenvolvimento econômico de um município e desta forma infere-se que quanto maior a renda per capita, maior a capacidade de adaptação a efeitos negativos das mudanças climáticas. O **Índice Mineiro de Responsabilidade Social - Educação (IMRS-Educação)**, por sua vez, permite compreender a qualidade da educação dos municípios e, portanto, identificar quais locais possuem maior preparo para lidar com cenários futuros de mudanças do clima, partindo do pressuposto que uma educação deficiente ou inexistente não forma cidadãos preparados para lidar com esses efeitos adversos.

O **índice de institucionalização de gestão de desastres** foi utilizado uma vez que a presença de uma estrutura física, pessoas treinadas, assim como o uso de instrumentos de gestão adequados, apontam o grau de preparo dos municípios para atuar na prevenção e respostas a desastres.

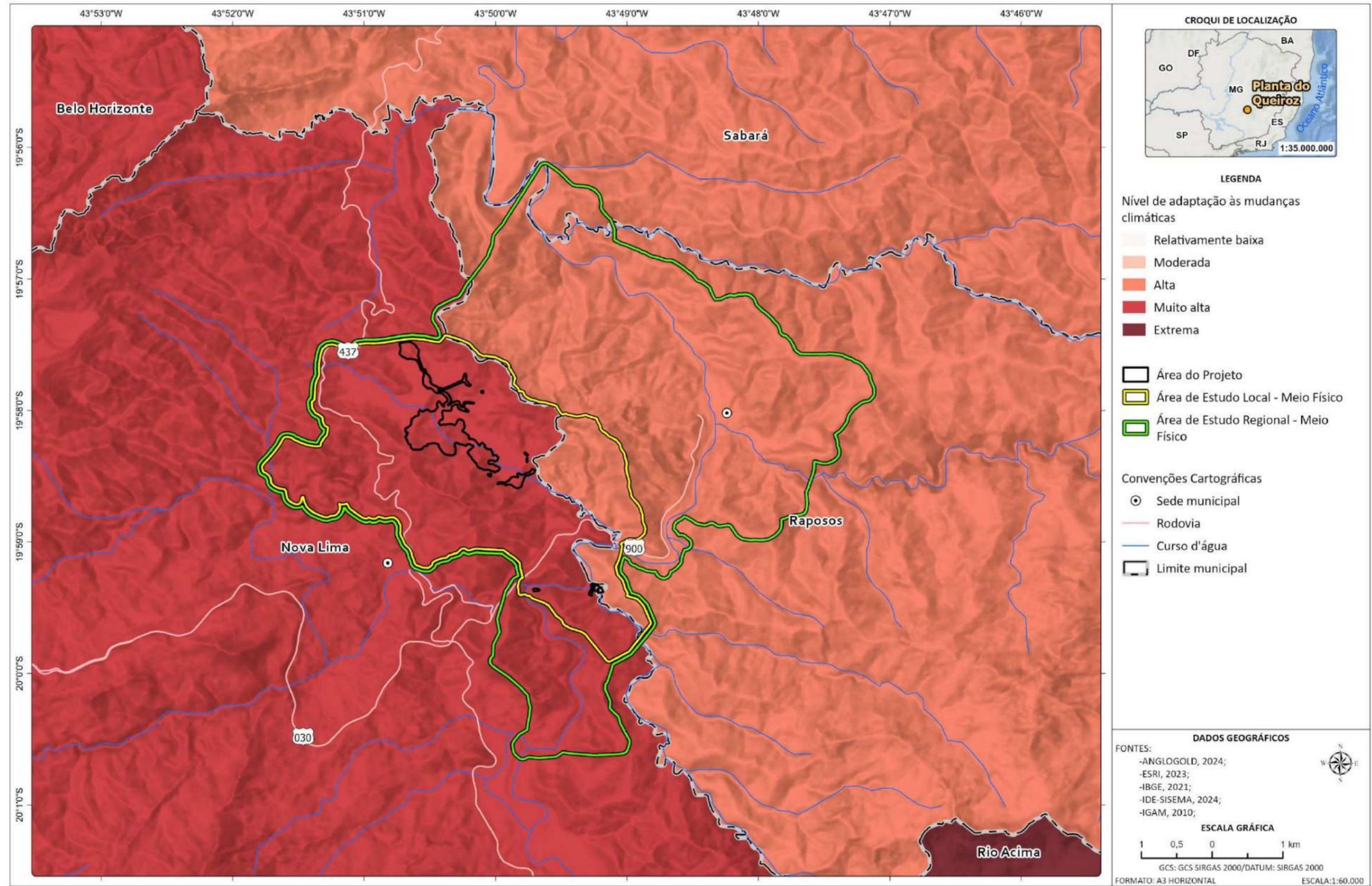
Por fim, cita-se o **gasto per capita com o meio ambiente e saneamento**, no qual considerou-se que quanto mais o município investe em meio ambiente (desde que estes investimentos sejam destinados a ações de adaptação) maior será sua capacidade de lidar com os efeitos negativos das mudanças climáticas.

A capacidade de adaptação às mudanças climáticas varia em uma escala de 0 (**Muito Baixo**) a 1 (**Muito Alto**). Conforme ilustrado na Tabela 10-48 e Figura 10-103, pode-se observar que o nível de adaptação na Área de Estudos Local é predominantemente **muito alto**, com uma pequena porção a sudeste considerada **alta**. Na Área de Estudos Regional é predominantemente classificado como **alto** com uma porção a sul classificada como **muito alta**.

**Tabela 10-48- Indicadores de adaptação às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas áreas de estudos regional e local do meio físico**

Município	Adaptação Geral	Nível de Adaptação
Nova Lima	0,750	Muito Alta
Raposos	0,427	Alta

Fonte: FEAM, 2024.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx A3\_Horizontal\_Adaptacao\_Clima Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

**Figura 10-103 - Nível de adaptação às mudanças climáticas das áreas de estudos.**

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: ANGLOGOLD, 2024; ERSI, 2023; IBGE, 2021; IDE-SISEMA, 2024; IGAM, 2010.

#### D. Vulnerabilidade às mudanças climáticas

Considerando a importância da análise dos impactos socioeconômicos e ambientais das mudanças climáticas, a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC aborda o relevante conceito de vulnerabilidade, o qual consiste:

“...grau de suscetibilidade e incapacidade de um sistema, em função de sua sensibilidade, capacidade de adaptação, e do caráter, magnitude e taxa de mudança e variação do clima a que está exposto, de lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos.”

Desta forma, é seguro dizer que a vulnerabilidade climática é o resultado da confluência da sensibilidade que o ambiente possui às mudanças climáticas, do grau de exposição ao qual o sistema está exposto a estas mudanças e a capacidade que este sistema possui de se adaptar às novas condições climáticas. A equação abaixo aborda de forma ilustrativa a relação destas variáveis.



**Figura 10-104 - Síntese do cálculo de vulnerabilidade às mudanças climáticas**

Fonte: Elaborado por Arcadis, 2024.

Cabe ainda salientar que no âmbito deste estudo, os municípios de Nova Lima e Raposos se encontram na região de planejamento Central e território de desenvolvimento Metropolitano.

Ainda conforme referido estudo, os principais desafios em relação às mudanças do clima para a região Central são: as condições das infraestruturas rodoviárias; pressão migratória crescente para as zonas urbanas; saúde humana; serviços de tratamento de esgoto; pressão das atividades humanas sobre os recursos naturais; capacidade institucional desigual e riscos de desastres naturais (inundações, deslizamentos e terreno). Considerando as características construtivas do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, espera-se que ocorram atividades com potencial gerador de gases do efeito estufa, como citado no item 10.1.14.2.1, assim como a mudança do uso e cobertura da terra o que acarreta mudanças no balanço de energia natural local, uma vez que qualquer alteração no uso pode modificar a capacidade deste de armazenar e dissipar calor.

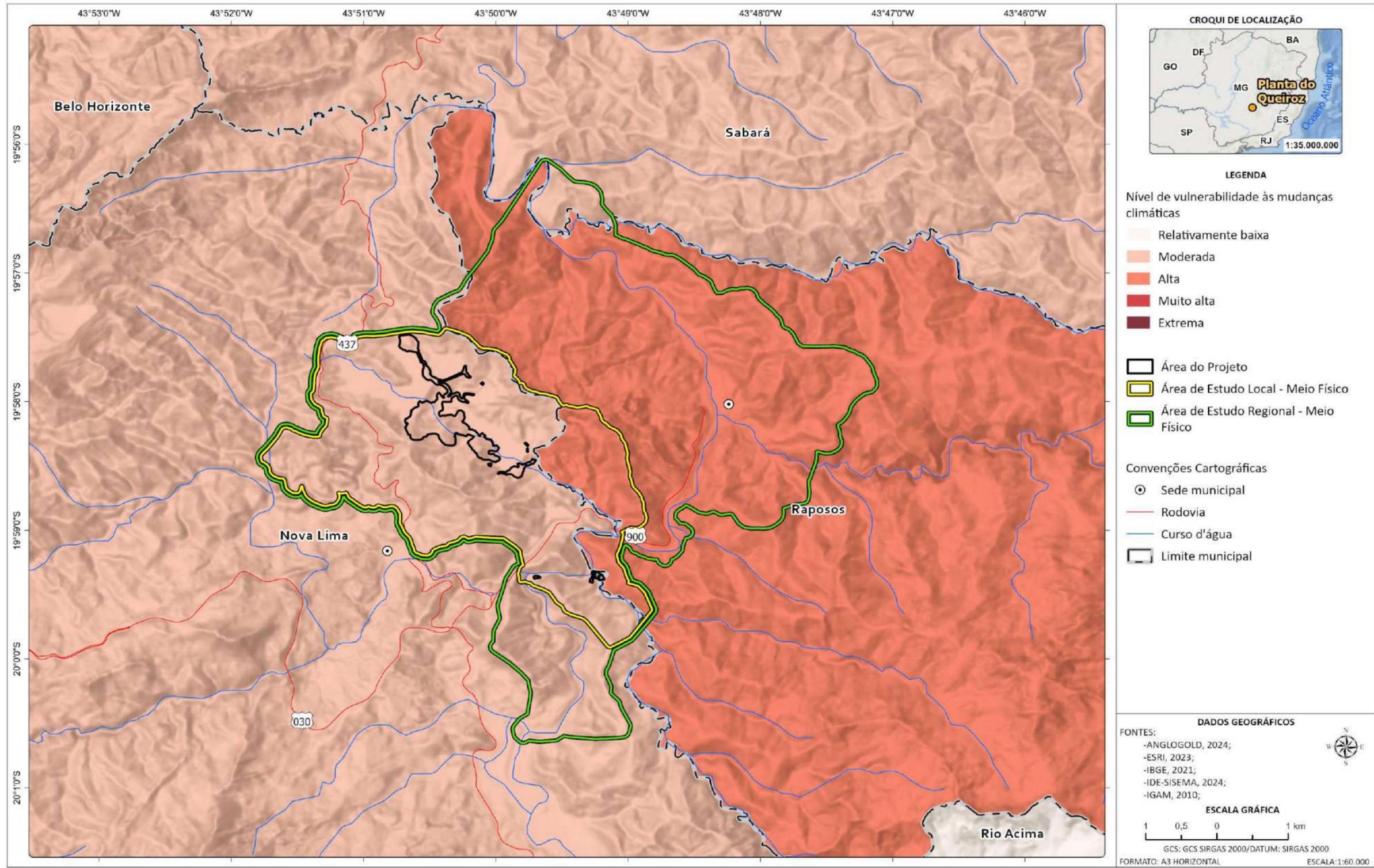
Por outro lado, o efeito das mudanças climáticas pode afetar a operação do empreendimento. Neste sentido, cita-se o aumento de eventos anômalos de chuvas, o que pode acarretar a intensificação de processos erosivos, bem como comprometer as atividades e estruturas do Projeto.

A partir do diagnóstico acerca da sensibilidade, exposição/impacto e capacidade de adaptação, foi identificado o nível de vulnerabilidade às mudanças climáticas acometidos por cada município envolto nas áreas de estudos do meio físico, os quais estão descritos na Tabela 10-49 e Figura 10-105. Destaca-se que o Índice de vulnerabilidade às mudanças climáticas varia em uma escala de 0 (**Muito Baixo**) a 1 (**Muito Alto**).

**Tabela 10-49 - Indicadores de vulnerabilidade às mudanças climáticas nos municípios inseridos nas áreas de estudos regional e local do meio físico**

Município	Vulnerabilidade Geral	Nível de Vulnerabilidade
Nova Lima	0,264	Moderada
Raposos	0,487	Alta

Fonte: FEAM, 2024.



C:\Users\maria.vista\ARCADIS\GIS - Brasil - 11029\_Pilha\_H2\_NovaLima\_EIA\03\_Projetos\MF\MF.aprx A3\_Horizontal\_Vulnerabilidade\_Clima Alterado por:maria.vista Em:11/12/2024

**Figura 10-105 - Nível de vulnerabilidade às mudanças climáticas das áreas de estudos.**

Elaborado por Arcadis, 2023. Fonte: ANGLOGOLD, 2024, ERSI, 2023; IBGE, 2021; IDE-SISEMA, 2024; IGAM, 2010.

### 10.1.14.3 Ações da AngloGold Ashanti Relacionadas às Mudanças Climáticas e Matriz Energética

Diante do contexto apresentado anteriormente, é importante destacar que a AngloGold Ashanti possui uma robusta estratégia em ESG (sigla em inglês que define os princípios fundamentais de sustentabilidade, ou seja, “Meio Ambiente, Social e Governança”), tendo a mesma sido estabelecida com base nos seguintes passos:

- Definição do Modelo Estratégico da Companhia
- Mapeamento dos *Stakeholders* e da Matriz de Materialidade
- Definição das Diretrizes Estratégicas
- Definição dos Projetos do Portifólio de ESG
- Estabelecimento de uma Governança Efetiva.

É realizada ainda a revisão periódica e melhoria contínua de toda a estratégia, considerando os temas materiais que norteiam a mesma, conforme mostra a Figura 10-106.



**Figura 10-106 - Estratégia de ESG da AngloGold Ashanti no Brasil.**

Fonte: ANGLOGOLD, 2023.

Neste contexto, cabe salientar as ações da empresa relacionadas às Mudanças Climáticas e Matriz Energética, tais como: no que se refere a redução de emissão de gases do efeito estufa, a AngloGold Ashanti vem desenvolvendo uma estratégia de descarbonização de suas atividades e operações que visa identificar oportunidades de redução das emissões e uso de energias renováveis. Como uma empresa global de produção de ouro, a empresa reconhece o seu papel em avançar na transição para uma economia de baixo carbono. Neste cenário, o objetivo da Estratégia de

Descarbonização da AngloGold Ashanti é de reduzir as emissões de gases de efeito estufa das unidades da empresa no país e em nível mundial, contribuindo para alcançar as metas do Acordo de Paris.

Para o desenvolvimento da Estratégia de Descarbonização das operações da AngloGold Ashanti, foram previstas as seguintes etapas:

- Criação de grupo de trabalho e contratação de consultoria externa especializada;
- Diagnóstico das operações e definição do *baseline*;
- Estudo oportunidades e riscos;
- Projeção das reduções das emissões;
- Plano de trabalho longo prazo e priorização das ações;
- Acompanhamento periódico e análise crítica para eventuais correções.

Para tanto foram estabelecidas como metas principais a redução de 30% das emissões de carbono até 2030; e zerar as emissões de carbono até 2050. Cabe destacar que já em 2022 a primeira meta foi atingida, considerando que a AngloGold Ashanti Brasil conseguiu zerar emissões de escopo 2, garantindo que toda a energia elétrica consumida nas operações da empresa no país seja proveniente de fontes renováveis.

Em 2024, o volume total de energia elétrica contemplado no Certificado de Energia Renovável de 317.780 MWh, representaria aproximadamente 17.307 toneladas de CO<sub>2</sub> e nas emissões totais AGA Brasil, conforme demonstra a figura a seguir.

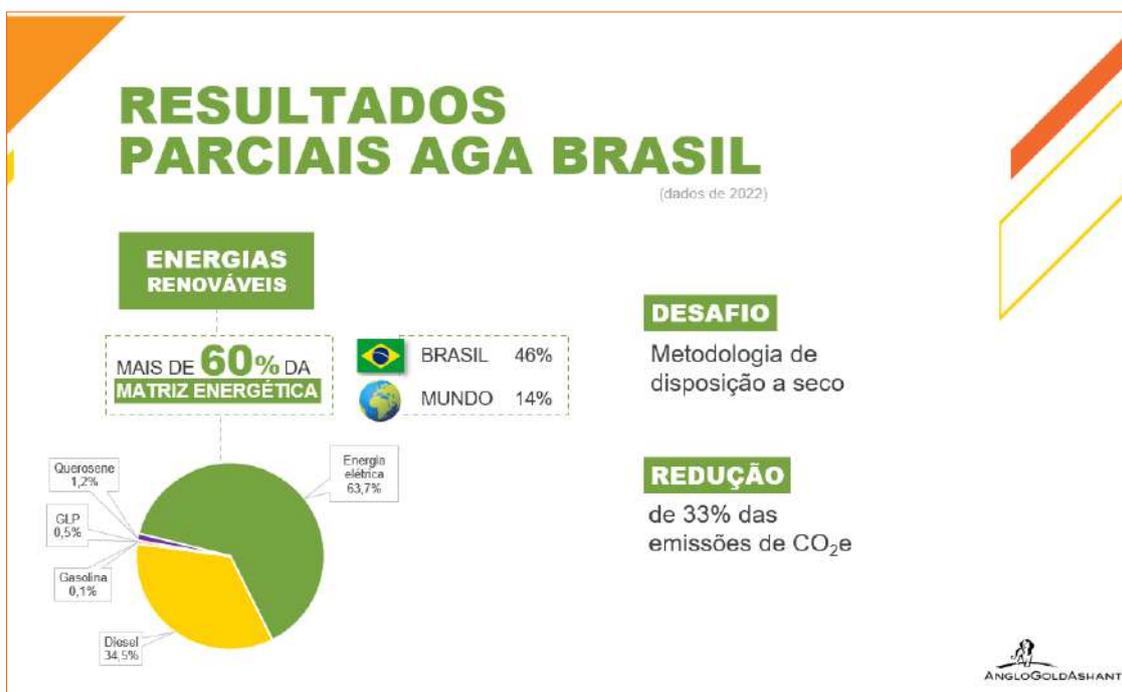


Figura 10-107 - Certificado de Energia Renovável emitido pela CEMIG, referente ao ciclo do ano de 2024.

Fonte: ANGLOGOLD, 2025.

Em relação aos investimentos direcionados para a Estratégia de Descarbonização, salientam-se os 4 milhões de reais investidos em 2021 e 2022 com a aquisição de fontes elétricas renováveis, estudos técnicos de eletrificação das frotas (início dos testes piloto com uma escavadeira elétrica previstos já para o final de 2023), estudos de viabilidade de projetos de usinas fotovoltaicas nas operações e aumento da eficiência energética de projetos e processos minerários. Além disso se encontra em estudo a avaliação da viabilidade da empresa de ingressar no mercado de créditos de carbono, considerando suas áreas de preservação e compensação ambiental. Cabe destacar que tecnologias e soluções de baixo carbono ainda estão em fase de desenvolvimento e testes para que sejam aplicadas nos processos de mineração de forma viável.

Como principais resultados atingidos com a Estratégia de Descarbonização da AGA Brasil, até o momento, tem-se a utilização de mais de 60% da matriz energética proveniente de fontes renováveis, com uma consequente redução de 33% das emissões de CO<sub>2</sub> a partir da utilização destas fontes.



**Figura 10-108 - Estratégia de Descarbonização AGA Brasil - Resultados Parciais.**

Fonte: ANGLOGOLD, 2023.

Diante de todo o exposto, é possível observar que é inegável que o Projeto de Descarbonização da AGA Brasil beneficia não só o meio ambiente, mas também as comunidades que a hospedam, além dos empregados e sociedade como um todo. De qualquer forma, além de continuar com foco na meta de zerar emissões próprias até 2050, ainda é necessário ampliar o escopo do projeto, através do desenvolvimento de diretrizes para ampliar os esforços para todos os fornecedores e parceiros da empresa (GEE escopo 3).

Em paralelo, estudos e projetos de compensação ambiental têm sido desenvolvidos para auxiliar na neutralização das emissões por meio de áreas preservadas. Neste contexto, merece destaque o estudo em desenvolvimento em parceria com a Future Carbon, empresa especializada na geração de créditos de carbono. A partir dos estudos em andamento

nas áreas de conservação da AngloGold Ashanti, será possível gerar, certificar e aplicar os créditos no fomento à preservação das áreas e também na mitigação de emissões de gás carbônico.

Em relação ao longo prazo, salienta-se que a jornada ainda demandará monitoramento constante e análise crítica periódica, avaliando a necessidade de ajustes em virtude de novas tecnologias que forem surgindo ao longo do tempo, sempre com foco na melhoria contínua e aprimoramento de todo o processo.

Em relação à ecoeficiência, destacam-se a matriz energética da empresa (gerando energia elétrica a partir do complexo formado por pequenas usinas hidrelétricas de Rio de Peixe e de sua participação na Hidrelétrica de Igarapava); gestão da água, com baixo consumo específico e recirculação sempre que possível; reaproveitamento dos resíduos e subprodutos industriais para comercialização.

No que se refere a preservação ambiental, salienta-se que a AngloGold Ashanti mantém uma vasta extensão territorial de áreas preservadas com vegetação nativa, contribuindo para a conservação da fauna e da flora (mais de 500 espécies diagnosticadas e preservadas), além dos recursos hídricos nas regiões em que atua. Assim, seja através da manutenção da conservação de áreas florestais e de campos cerrados, seja através da compra de propriedades exclusivamente para as compensações ambientais e florestais, estabelecidas no âmbito dos licenciamentos ambientais (para cada hectare suprimido para a operação, a empresa preserva e/ou cria áreas de preservação, pelo menos, 3 vezes maiores), atualmente, a empresa conta com cerca de 11 mil hectares preservados, com mais de 310.000 mudas doadas e plantadas. Além disso, a empresa possui 873 ha de áreas declaradas como Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), sendo: a RPPN Mata Samuel de Paula, em Nova Lima, com 147 ha; e a RPPN AngloGold - Cuiabá, em Sabará, com 726 ha de áreas de grande importância devido à sua biodiversidade. Somente no entorno da Serra da Piedade, em Sabará, somando a área da RPPN Cuiabá com a área de Reserva Legal, são mais de 1.500 hectares de áreas preservadas, contribuindo para a preservação de recursos hídricos e da biodiversidade.

#### **10.1.14.4 Síntese conclusiva**

O tema das mudanças climáticas tem sido bastante discutido na sociedade, uma vez que os impactos gerados a partir de tais alterações podem afetar tanto a vida humana, quanto a biodiversidade e as relações socioeconômicas. É importante destacar que as mudanças climáticas podem produzir mudanças de temperatura, alteração do regime de chuvas, aumento de doenças e pragas, estiagens prolongadas, inundações, dentre outras.

Com base no estudo de vulnerabilidade é possível verificar de forma preliminar que as áreas de estudos possuem nível moderado de sensibilidade às mudanças climáticas; nível de exposição muito alto; e alta a muito alta capacidade de adaptação a estas mudanças. Desta forma foi possível identificar que as áreas de estudos regional e local possuem moderada a alta vulnerabilidade às mudanças climáticas.

Considerando as características construtivas do Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz, espera-se que ocorram atividades com potencial gerador de gases do efeito estufa, assim como a mudança do uso e cobertura da terra, que pode alterar o balanço de energia natural local, visto que qualquer alteração no uso pode modificar a capacidade deste de armazenar e dissipar calor.

Entretanto, é importante mencionar que já estão previstas medidas para mitigar tais impactos, detalhadas no presente Estudo de Impacto Ambiental e no Plano de Controle Ambiental associado, tais como a manutenção preventiva nos veículos e equipamentos.

Além disso, enfatiza-se, como elementos cruciais de mitigação dos impactos potenciais do projeto e atividades da AGA relacionados às mudanças climáticas, as compensações ambientais aplicáveis no âmbito do licenciamento do projeto, com criação de áreas de conservação e/ou recuperação até três vezes maiores que as áreas de intervenção previstas, além do próprio Projeto de Descarbonização da AGA Brasil que beneficia não só o meio ambiente, mas também as comunidades que a hospedam, além dos empregados e sociedade como um todo. Reforça-se, pois, a meta da AGA de continuar com foco em zerar emissões próprias até 2050, incluindo ainda a necessidade de ampliação do escopo do projeto, através do desenvolvimento de diretrizes para ampliar os esforços para todos os fornecedores e parceiros da empresa (GEE escopo 3).

Lei nº 11.428/2006, definindo o veto ao corte de vegetação primária ou nos estágios médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, não se aplicam à supressão da vegetação proposta para o Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz. Ressalta-se que as espécies ameaçadas/protegidas registradas na Área do Projeto, possuem, no geral, ampla distribuição no Estrado de Minas Gerais, incluindo registros dessa espécie dentro de Unidades de Conservação (UC) nacionais, estaduais e particulares no estado de Minas Gerais. Considerando suas distribuições e ocorrências em UC, é possível indicar a supressão de indivíduos das espécies não irá prejudicar à sua sobrevivência *in situ* e não ameaçará suas populações à nível local ou regional. Adicionalmente, após avaliação dos impactos ambientais oriundos da implantação do empreendimento, deverá ser executado as medidas mitigatórias e compensatórias pertinentes, possibilitando a conservação das espécies de flora ali presentes.

Diante de todo o exposto, conclui-se que para as intervenções previstas para o Projeto de Otimização do Sistema de Disposição de Rejeitos da Planta do Queiroz não se aplicam as restrições previstas em nenhuma das alíneas do Inciso I do Artigo 11 da Lei nº 11.428/2006.