

RELATÓRIO DE PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA  
PLANTA METALÚRGICA DO QUEIROZ E BARRAGEM DO  
CAMBIMBE  
NOVA LIMA E RAPOSOS/MG



Novembro de 2024



**Relatório de Prospeção Espeleológica**  
**Planta Metalúrgica do Queiroz e Barragem do Cambimbe –**  
**Nova Lima e Raposos/MG**  
**Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.**

**Novembro de 2024**

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	7
2. INFORMAÇÕES GERAIS .....	8
2.1. INFORMAÇÕES DO EMPREENDEDOR.....	8
2.2. RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO .....	8
2.3. CONSULTORIA, RESPONSÁVEL TÉCNICO E EQUIPE TÉCNICA .....	8
3. LEGISLAÇÃO E ATOS NORMATIVOS APLICÁVEIS .....	10
4. METODOLOGIA.....	11
4.1. POTENCIAL ESPELEOLÓGICO.....	11
4.2. CAMINHAMENTO ESTRATÉGICO.....	16
4.3. PONTOS DE CONTROLE .....	16
5. HISTÓRICO DOS ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS DA PLANTA METALÚRGICA DO QUEIROZ.....	16
6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....	18
6.1. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....	18
6.2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA REGIONAL.....	20
6.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA LOCAL.....	22
7. ANÁLISE DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO.....	26
8. PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA .....	28
8.1. CAMINHAMENTO.....	28
8.2. PONTOS DE CONTROLE .....	30
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	48
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO ESTUDO ESPELEOLÓGICO.....	9
TABELA 2 - CRITÉRIOS E PESOS UTILIZADOS NO MAPA DE POTENCIAL ESPELEOLÓGICO DA PLANTA DO QUEIROZ	12
TABELA 3 - CRITÉRIOS E PESOS UTILIZADOS NO MAPA DE POTENCIAL ESPELEOLÓGICO DA BARRAGEM DO CAMBIMBE.	12
TABELA 4 - NOTAS DA VARIÁVEL DECLIVIDADE NA ADM DA PLANTA DO QUEIROZ .....	13
TABELA 5 - NOTAS DA VARIÁVEL DECLIVIDADE NA ADM DA BARRAGEM DO CAMBIMBE .....	13
TABELA 6 - NOTAS DA VARIÁVEL ESTRUTURAS GEOLÓGICAS NA ADM .....	14
TABELA 7 - NOTAS DA VARIÁVEL LITOLOGIA NA ADM DA PLANTA DO QUEIROZ.....	15
TABELA 8 - NOTAS DA VARIÁVEL LITOLOGIA NA ADM DA BARRAGEM DO CAMBIMBE .....	15
TABELA 9 - NOTAS DA VARIÁVEL HIPSOMETRIA NA ADM DA PLANTA DO QUEIROZ.....	16
TABELA 10 - DISTRIBUIÇÃO DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO NA ÁREA PROSPECTADA.....	26
TABELA 11 - CAMINHAMENTO PROSPECTIVO EXECUTADO NA ADA+250 M.....	28

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÁREA DA PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA NA PLANTA METALÚRGICA DO QUEIROZ .....	7
FIGURA 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	19
FIGURA 3 - ALTIMETRIA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO .....	21
FIGURA 4 - ALTIMETRIA E HIDROGRAFIA DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO E SEU ENTORNO.....	23
FIGURA 5 - MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA PROSPECTADA E SEU ENTORNO.....	25
FIGURA 6 - MAPA DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO .....	27
FIGURA 7 - MAPA DE PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA .....	29
FIGURA 8 - MAPA DOS PONTOS DE CONTROLE DA PROSPECÇÃO.....	30
FIGURA 9 - EXPOSIÇÃO DE SOLO EM CORTE ANTRÓPICO .....	31
FIGURA 10 - CORTES E TALUDES.....	32

FIGURA 11 - REGIÃO SEM AFLORAMENTOS ROCHOSOS .....	32
FIGURA 12 - CURSO D'ÁGUA .....	33
FIGURA 13 - ARRIMO DE PEDRAS .....	34
FIGURA 14 - VERTENTE SEM AFLORAMENTOS ROCHOSOS .....	35
FIGURA 15 - EXPOSIÇÃO DE PERFIL DE SOLO PROFUNDO .....	35
FIGURA 16 - REGIÃO SEM AFLORAMENTOS .....	36
FIGURA 17 - PERFIL DE SOLO EM CORTE.....	36
FIGURA 18 - RAVINA COM DRENAGEM ATIVA NA VISITA .....	37
FIGURA 19 - AFLORAMENTO DE XISTO .....	38
FIGURA 20 - SEGMENTO EM CÂNION DO RIBEIRÃO CÂMBIMBE VISTO DE JUSANTE.....	38
FIGURA 21 - MARGEM DO RIO DAS VELHAS E VISTA PARA A VERTENTE .....	39
FIGURA 22 - TUBULAÇÃO DE TRAVESSIA DO RIO DAS VELHAS .....	40
FIGURA 23 - CORTE EXPONDO MANTO DE ALTERAÇÃO À ESQUERDA.....	40
FIGURA 24 - DETALHE DE MURO ATIRANTADO E VERTENTE INACESSÍVEL .....	41
FIGURA 25 - VERTENTE COM COBERTURA SEDIMENTAR .....	41
FIGURA 26 - AFLORAMENTO ROCHOSO E VISTA PARA A VERTENTE OPOSTA.....	42
FIGURA 27 - VISTA PARA PORÇÃO OESTE DA ÁREA PROSPECTADA.....	43
FIGURA 28 - VISTA PARA PORÇÃO LESTE DA ÁREA PROSPECTADA .....	43
FIGURA 29 - VISTA GERAL DO RELEVO DO ENTORNO DA BARRAGEM DO CÂMBIMBE .....	44
FIGURA 30 - VALE DO RIO DAS VELHAS E DA VERTENTE DA MARGEM DIREITA .....	44
FIGURA 31 - RAVINA E RESERVATÓRIO DA BARRAGEM DO CÂMBIMBE.....	45
FIGURA 32 - MARGEM ESQUERDA DO RIO DAS VELHAS .....	46
FIGURA 33 - CORTE EXPONDO XISTO .....	46
FIGURA 34 - RIO DAS VELHAS E VALE DO RIBEIRÃO CÂMBIMBE .....	47

FIGURA 35 – PERFIL DE REGOLITO NA ALTA VERTENTE ..... 47

FIGURA 36 - MAPA DOS PONTOS DE CONTROLE DA PROSPECÇÃO ..... 48

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART) E CERTIFICADOS DE REGULARIDADE DO CTF IBAMA

ANEXO 2: MAPA DE PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA A2

ANEXO 3: ARQUIVOS VETORIAIS DOS CAMINHAMENTOS EM .SHP, .GTM E .KML.

## GLOSSÁRIO

**Abismo:** Cavidade natural subterrânea caracterizada por depressão natural no relevo com desenvolvimento predominantemente vertical.

**Abrigo:** Feição cárstica ou pseudocárstica com altura da entrada maior que seu desenvolvimento linear.

**Caverna:** Cavidade natural subterrânea com altura da entrada menor que seu desenvolvimento linear.

**Cavidade natural subterrânea:** Todo e qualquer espaço natural subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, fuma e buraco, incluindo seu ambiente, seu conteúdo mineral e hídrico, as comunidades bióticas ali encontradas e o corpo rochoso onde as mesmas se inserem, desde que a sua formação tenha sido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante.

**CONAMA:** Conselho Nacional do Meio Ambiente.

**MMA:** Ministério do Meio Ambiente.

**Regolito:** Camada de material alterado, heterogêneo e desagregado sobreposto ao substrato rochoso.

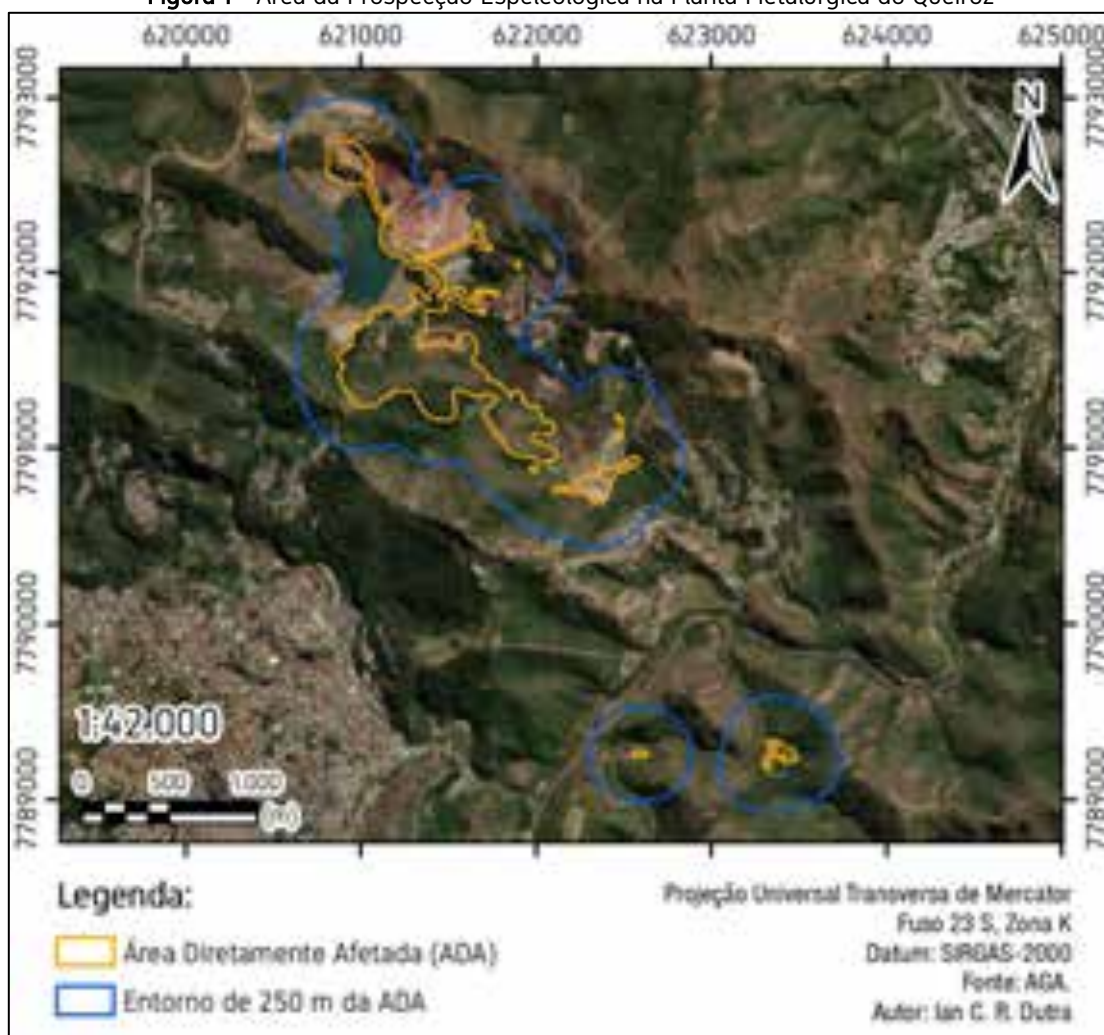
**Saprolito:** Rocha decomposta por intemperismo químico para um material argiloso, variavelmente friável, de cores amarelas a avermelhadas ou em tons de cinza, na dependência da rocha original e do clima, podendo conter quartzo e outros minerais resistentes à alteração e preservando, frequentemente, muitas das estruturas da rocha sã que ocorre abaixo.



## 1. APRESENTAÇÃO

Este estudo visa a Prospeção Espeleológica da Planta Metalúrgica do Queiroz, localizada no município de Nova Lima/MG. Este estudo refere-se a regularização ambiental dos projetos da Nova Pilha de Rejeitos denominada H2, das áreas de empréstimo para a descaracterização das Barragens de Calcinados, Rapaunha e Cocoruto, e o fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1 e do Aterro G, e das obras emergenciais de adequação do sistema extravasor da Barragem de Cocuruto, do reforço para estabilização do Aterro G e ações preparatórias para a descaracterização da barragem Cocuruto e por fim a derivação dos fluxos naturais afluentes da barragem de Cocuruto, e objetiva consolidar os estudos espeleológicos executados previamente, assim como adensar o caminhamento na Área Diretamente Afetada (ADA) acrescida de seu entorno de 250 m (Figura 1).

**Figura 1** - Área da Prospeção Espeleológica na Planta Metalúrgica do Queiroz





## **2. INFORMAÇÕES GERAIS**

### **2.1. INFORMAÇÕES DO EMPREENDEDOR**

Razão Social: Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.

CNPJ: 18.565.382/0006-70

Inscrição Estadual: 572.402910.02-80

Endereço: Fazenda Rapaunha S/N, Galo Novo

Nova Lima/MG – CEP: 34.002-882

### **2.2. RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO**

Representante Legal: Luis Otávio Konflanz de Lima

Pessoa de Contato: Maísa Miranda de Andrade

Endereço: Rua Senador Milton Campos, nº 15 – Vila da Serra

Nova Lima/MG – CEP: 34.006-050

Tel: (31) 3589-1742; (31) 97200-7265

E-mail: meioambiente@anglogoldashanti.com

### **2.3. CONSULTORIA, RESPONSÁVEL TÉCNICO E EQUIPE TÉCNICA**

Empresa: GEO IT Consultoria LTDA

CNPJ: 20.907.491/0001-66

CREA/MG: 66955

CTF IBAMA: 6562528

Endereço: Rua João Camilo de Oliveira Torres, nº 350 – Mangabeiras

Belo Horizonte/MG – CEP: 30.210-260

Responsável Técnico: Ian Chaves Rocha Dutra

Encontra-se, no Anexo 1, a ART nº MG20243526058 do responsável técnico pela prospecção espeleológica, assim como os certificados de regularidade do CTF IBAMA da consultoria e do profissional. O Anexo 2 apresenta o mapa de prospecção espeleológica no formato A2. Os arquivos vetoriais do caminamento em formatos .SHP, .GTM e .KMZ, encontram-se no Anexo 3.

A Tabela 1 apresenta o responsável técnico pelo presente estudo espeleológico:

**Tabela 1** - Responsável técnico pelo estudo espeleológico

EQUIPE TÉCNICA				
Nome	Função	Formação	Registro profissional	CTF IBAMA
Ian Chaves Rocha Dutra	Relatório final e Prospecção Espeleológica – Responsável Técnico	Geógrafo	CREA 181705D	6226307

### 3. LEGISLAÇÃO E ATOS NORMATIVOS APLICÁVEIS

As cavidades naturais subterrâneas integram o Patrimônio Espeleológico e foram declaradas 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 (MALTEZ, 2016).

Devido às características singulares das cavidades, o poder público implementou um forte regramento que tem por objetivo a preservação do bem. O estudo espeleológico foi executado com base no Decreto n. 6.640, de 7 de novembro de 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, furna 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 n. 6.640/08)

O recorte espacial do presente estudo de Prospecção Espeleológica abrangeu as intervenções superficiais do empreendimento minerário (ADA), 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 n. 347/04)

Esta definição de área de influência da caverna também está contida no Anexo V da Instrução Normativa MMA Nº 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 Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento, e também de seu entorno de 250 m.

#### 4. METODOLOGIA

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

Em campo foi executado levantamento de dados primários no dia 21/11/2024, visando o adensamento de uma área já prospectada por estudos anteriores. O caminhamento executado por uma equipe formada por dois profissionais, geógrafo e auxiliar de campo, foi adquirido no datum horizontal WGS-84 e, posteriormente, em gabinete foi convertido para SIRGAS-2000.

Não foi estabelecido recorte amostral por desenvolvimento linear, uma vez que, de acordo com a legislação vigente, o conceito de cavidade natural subterrânea independe de suas dimensões.

##### 4.1. POTENCIAL ESPELEOLÓGICO

Em uma fase pré-campo, foi desenvolvido mapa de Potencialidade Espeleológica de toda área prospectada, conforme definido pela Instrução de Serviço SISEMA 08/2017, a partir de Análise de Decisão Multicritérios.

Considerando que o presente relatório é uma consolidação de estudos anteriores, foram utilizados dois mapas de potencial espeleológico, sendo o da Planta do Queiroz baseado na litologia, estruturas geológicas, declividade, hidrografia e hipsometria; e o das estruturas localizadas na Barragem do Cambimbe, embasado pela litologia, estruturas geológicas, declividade e hidrografia da área prospectada.

Para o parâmetro hipsometria, foram consideradas cotas altimétricas de amostra de nove (09) cavidades em xisto, existentes nas Minas Cuiabá e Córrego do Sítio, de propriedade da AngloGold Ashanti.

Cada variável apresenta categorias que foram avaliadas com notas de 1 a 5, sendo os números maiores a maior potencialidade de ocorrência de cavernas. Esta atribuição de valor foi feita baseada na experiência da equipe multidisciplinar de prospecção espeleológica, assim como nas observações feitas em atividades de campo pretéritas em regiões com litologia e relevo similares.

Foi dado um peso distinto para cada variável, de acordo com a correlação de suas características com potencial espeleogenético específico da área prospectada. A soma dos pesos de cada

variável corresponde a 1 ou 100%. A Tabela 2 apresenta os pesos atribuídos ao mapa da Planta do Queiroz, já a Tabela 3, esta mesma relação para a Barragem do Cambimbe.

**Tabela 2** - 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

**Tabela 3** - Critérios e pesos utilizados no mapa de Potencial Espeleológico da Barragem do Cambimbe

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

A maior declividade pode corresponder a feições geomorfológicas como escarpas e paredões, onde usualmente ocorrem afloramentos rochosos, e, em alguns casos, cavidades e abrigos.

Sendo assim, para a Planta do Queiroz foi atribuído peso 0,1 ou 10% para esta variável. Foram atribuídas notas maiores atribuídas às maiores inclinações. Foi executada filtragem “passa-alta”, visto que as transições entre classes hipsométricas podem corresponder a bordas de platôs e bases de paredão, feições geomorfológicas que apresentam maior potencial do que apenas a inclinação.

Para a Barragem do Cambimbe foi atribuído peso 0,2 ou 20% para a variável declividade. Foram atribuídas notas maiores atribuídas às maiores inclinações.

O mapa de declividade foi elaborado a partir de modelo digital de elevação, com resolução espacial de 12,5 m, do sensor PALSAR, pertencente ao satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*).

Para classificação das classes de declividade foi utilizado o método de quebras naturais. A Tabela 3 apresenta as notas das classes de declividade da Planta do Queiroz, e a Tabela 4 refere-se às notas das classes de declividade da Barragem do Cambimbe.

**Tabela 4** - Notas da variável declividade na ADM da Planta do Queiroz

Declividade (°)	Nota
0-5	1
6-10	1
11-15	2
16-20	2
21-25	3
26-29	3
30-34	4
35-39	4
40-45	5

**Tabela 5** - Notas da variável declividade na ADM da Barragem do Cambimbe

Declividade (°)	Nota
0 - 7	1
8 - 11	1
12 - 15	2
16 - 19	2
20 - 23	3
24 - 27	3
28 - 31	4
32 - 36	4
37 - 47	5

Na ADM da Planta do Queiroz, para hidrografia foi estabelecido peso 0,3 ou 30%, partindo da premissa que em litologias não carbonáticas, a erosão fluvial e os processos de vertentes desencadeados, assumem papel de destaque na espeleogênese. Geralmente as cavidades estão localizadas em drenagens. E para a Barragem do Cambimbe foi estabelecido peso 0,2 ou 20% para variável hidrografia.

A hidrografia da Planta do Queiroz foi extraída das bases cartográficas do EIA do Projeto Calcinados (GOLDER, 2016), já para Barragem do Cambimbe foram utilizadas a base otocodificada do Estado de Minas Gerais, na escala 1:100.000 (IGAM, 2010), e a proveniente do mapa geológico de CPRM (2000). A rede de drenagem foi atribuída nota 5. Em áreas que não ocorrem cursos d'água foi atribuída nota 0, permitindo a álgebra de mapas com um dado linear, ao transformar esta informação em um dado contínuo. Este procedimento foi executado em todas as variáveis discretas da análise.

As estruturas geológicas existentes neste recorte espacial do mapa geológico utilizado como base (CPRM 2000), constituem elementos favoráveis à atuação de processos erosivos diferenciais, associados à formação de cavidades nas litologias existentes.

Além de processos físicos, as estruturas condicionam a infiltração e percolação de água no maciço rochoso, que desencadeia processos intempéricos espeleogenéticos, como a hidrólise e a dissolução. Para a Planta do Queiroz foi atribuído peso 0,2 ou 20% e para a Barragem do Cambimbe peso 0,3 ou 30%.

A Tabela 6 apresenta as notas das estruturas geológicas que foram diferenciadas a partir do fato de serem aproximadas ou prováveis. No mapa da Barragem do Cambimbe só existia a estruturas “contato geológico aproximado” que também obteve nota 4.

**Tabela 6** - Notas da variável estruturas geológicas na ADM

Estruturas geológicas	Nota
Contato geológico aproximado	4
Falha de empurrão aproximada	3
Falha de empurrão provável	2

Para litologia foi determinado peso 0,3 ou 30%, nos dois mapas utilizados, no mesmo sentido dos parâmetros adotados por JANSEN; CAVALCANTI; LAMBLÉM (2012), devido à natureza dos processos espeleogenéticos estarem intimamente associados às características da rocha encaixante.

A graduação para as diferentes formações e coberturas do arcabouço geológico foi efetuada levando-se em consideração as características mineralógicas e texturais, e sua consequente suscetibilidade ao intemperismo e à erosão, sobretudo à dissolução, assim como sobre o conhecimento da existência de cavidades naturais subterrâneas em determinadas litologias.

A Tabela 7 apresenta as notas atribuídas às distintas litologias existentes no mapa da Planta do Queiroz. Já na Tabela 8, estão contidas as notas atribuídas às litologias do mapa da Barragem do Cambimbe. Como existem diferentes litotipos em cada uma das unidades do Grupo Nova Lima mapeada na região da Barragem do Cambimbe, foi feita uma média destes litotipos, baseado no grau de potencialidade de acordo com a litologia estabelecido por JANSEN; CAVALCANTI; LAMBLÉM (2012). Na Unidade máfica-ultramáfica, existe as seguintes diferenças litológicas: ao metabasalto, metaperidotido e metachert foi dado nota 2, para a formação ferrífera foi dado nota 5 e para o xisto carbonoso nota 3, o resultado da média foi 2,8, que foi arredondado para 3.

Na escala do mapa geológico o rio das Velhas é um polígono, não existindo litotipos neste recorte. Para viabilizar a ADM da Barragem do Cambimbe, sem ficar um vazio nesta região, foi



atribuída nota 3 para estas áreas, visto que o rio está encaixado nos litotipos do Grupo Nova Lima.

**Tabela 7** - Notas da variável litologia na ADM da Planta do Queiroz

Litologia	Nota
Formação ferrífera	5
Quartzito sericítico	4
Conglomerado	3
Sericita-clorita-quartzo xisto, sericita-clorita xisto, sericita xisto e xisto carbonoso; formação ferrífera e quartzo-ankerita xisto subordinados	3
Quartzo-ankerita xisto (lapa seca)	3
Xisto grafitoso	3
Talco xisto	3
Metabasalto toleítico e komatiítico, metaperidotito e metatufo básico; metavulcânica ácida, metachert subordinado	2
Diabásio	1
Diques de metadiabásio	1

**Tabela 8** - Notas da variável litologia na ADM da Barragem do Cambimbe

Litologia	Nota
Grupo Nova Lima - Unidade vulcanoclástica: metapiroclástica, metagrauvaca vulcanogênica	3
Grupo Nova Lima - Unidade máfica-ultramáfica: metabasalto toleítico e komatiítico, metaperidotito, metachert, formação ferrífera e xisto carbonoso	3

À hipsometria também foi atribuído peso 0,1 ou 10%, visto a similaridade do relevo com as regiões da amostra de cavidades utilizada, o que pode estar associado com a localização de cavernas ou abrigos em determinados compartimentos geomorfológicos. Destaca-se que este critério foi adotado apenas no mapa de potencialidade elaborado para Planta do Queiroz (GEO IT, 2018).

Notas maiores foram atribuídas a classes hipsométricas (intervalos constantes de altitude) que existem mais cavidades naturais subterrâneas (Tabela 9).

Para todas áreas antropizadas como barragens, pilhas, planta industrial, taludes e demais estruturas foram vetorizadas e classificadas como de potencial espeleológico muito baixo ou improvável.

**Tabela 9** - Notas da variável hipsometria na ADM da Planta do Queiroz

Hipsometria (m)	Frequência de cavidades	Nota
953-981	2	4
926-953	0	2
898-925	0	1
869-897	0	1
841-868	0	2
813-840	2	4
785-812	4	5
757-784	1	4
729-756	0	2
700-728	0	1

#### 4.2. CAMINHAMENTO ESTRATÉGICO

A prospecção em campo do adensamento foi executada em por uma equipe formada por dois profissionais, no dia 21 de novembro de 2024.

Foi realizado caminhamento estratégico, com alvos específicos em áreas classificadas como de maior potencial espeleológico pela Análise de Decisão Multicritérios.

As linhas prospectivas já existentes, assim como a executada em 2024, contemplaram toda a área de estudo, adensando em regiões classificadas com maior potencial de ocorrência de cavidades pelo mapa de potencial espeleológico, assim como pelas observações na execução das atividades de campo, por exemplo, a ocorrência de afloramentos rochosos e drenagens.

#### 4.3. PONTOS DE CONTROLE

Foram registrados em campo pontos de controle do caminhamento com aparelho GPS Garmin Map 64 csx. Os pontos de controle têm como objetivo a conferência do potencial de ocorrência de cavidades, a partir da descrição de elementos do meio físico relacionados à presença ou à ausência destas feições.

### 5. HISTÓRICO DOS ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS DA PLANTA METALÚRGICA DO QUEIROZ

A Planta Metalúrgica do Queiroz é uma unidade mineiro-industrial pertencente a Anglogold Ashanti, que se encontra em operação desde meados dos anos 1980 (GOLDER, 2016).

A Planta Metalúrgica do Queiroz é composta pelas seguintes estruturas: planta industrial de tratamento metalúrgico de concentrado de ouro (Complexo Metalúrgico), barragens de rejeito

(Cocuruto, Rapaunha, Calcinados), valas de lama arsenical (aterros de resíduos industriais), teleférico, subestação de energia, ETA, ETE, laboratórios, escritórios, refeitório, oficinas, posto de combustível, vias de acesso, assim como a mina exaurida Espírito Santo.

O primeiro estudo de prospecção espeleológica efetuado na Planta Metalúrgica do Queiroz foi executado no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do aterro de disposição de resíduos industriais denominado Aterro H (Vala H), Processo COPAM n. 089/1985/049/2014, executado pela empresa BIOS CONSULTORIA AMBIENTAL (2014). Nesse estudo não foram identificadas cavidades ou abrigos na Área Diretamente Afetada (ADA) acrescida do entorno de 250 m. Toda área foi classificada como de baixo potencial para ocorrência de cavidades naturais subterrâneas.

O segundo estudo de prospecção espeleológica executado ocorreu no âmbito do EIA do Projeto de Ampliação do Sistema de Disposição de Rejeitos Calcinados (Processo COPAM n. 089/1985/051/2016), feito pela empresa GOLDER (2016). A ADA do empreendimento compreendeu a área do Projeto Calcinados – Ampliação do Sistema de Disposição da Barragem Calcinados B5, incluindo a área de empréstimo e a área de disposição de material excedente. Dados primários foram levantados em dois (02) dias de campo, em novembro de 2015, e nenhuma cavidade foi identificada. A área de estudo foi classificada como de potencial muito baixo para ocorrência de cavidades.

Em 2017 foi executada a terceira prospecção espeleológica na Planta Metalúrgica do Queiroz, pela GOLDER (2017), no âmbito do EIA do Projeto Calcinados. Este estudo foi uma complementação da primeira prospecção (GOLDER, 2016), adensando a malha de prospecção na ADA (Plano Diretor do Projeto Calcinados) acrescida de seu entorno de 250 m. O campo foi executado em sete (07) dias, em abril e junho de 2017, por uma equipe formada por geólogo, técnico de mineração e auxiliar de campo. O caminhamento totalizou aproximadamente 36 km de trilhas e estradas percorridas. Não foram identificadas cavidades naturais subterrâneas.

A quarta prospecção espeleológica foi executada pela GEO IT (2018), visando a complementação do caminhamento existente na Planta Metalúrgica do Queiroz, no âmbito do Processo COPAM n. 089/1985/050/2014 (REVLO – Revalidação das Licenças de Operação vigentes). Foi prospectado todo o entorno de 250 m das estruturas industriais já implantadas, denominada “ADA consolidada”, bem como aquelas em processo de licenciamento ambiental. O caminhamento foi executado em dez (10) dias por duas equipes formadas por geógrafo, arqueólogo, e dois geólogos. Foi identificada uma cavidade (AQZ-0001) e um abrigo (AQZ-0002).

A cavidade AQZ-0001 foi objeto de Análise de Relevância Espeleológica (GEO IT, 2019). O abrigo é uma feição pseudocárstica, portanto não é uma cavidade natural subterrânea. A classificação da feição AQZ-0002 como abrigo foi feita a partir do seu mapeamento de detalhe com grau de precisão BCRA 5D. A única cavidade existente foi classificada como de baixo grau de relevância, a

partir da constatação da ausência de zona afótica; destacada relevância histórico-cultural ou religiosa; depósitos químicos, clásticos e biogênicos de significativo valor científico, cênico ou ecológico; assim como de função hidrológica expressiva. Foi solicitada sua supressão, com objetivo de regularizar as intervenções existentes na sua área de influência preliminar (250 m), ainda que não seja necessária nenhuma intervenção direta na cavidade para implantação e operação do empreendimento.

Em 2023 foi executada a quinta prospecção espeleológica da Planta Metalúrgica do Queiroz (GEO IT, 2023a), referente a regularização ambiental dos projetos da Nova Pilha de Rejeitos H2, das áreas de empréstimo para a descaracterização das barragens da planta do Queiroz e o fechamento do Aterro de Resíduos Industriais H1 e do Aterro G, e das obras emergenciais de adequação do sistema extravasor da Barragem de Cocuruto, do reforço para estabilização do Aterro G e ações preparatórias para a descaracterização da barragem Cocuruto e por fim a derivação dos fluxos naturais afluentes da barragem de Cocuruto. Neste mesmo ano também foi prospectada a Barragem do Cambimbe (GEO IT, 2023b) e não foram registradas cavidades naturais subterrâneas ou abrigos.

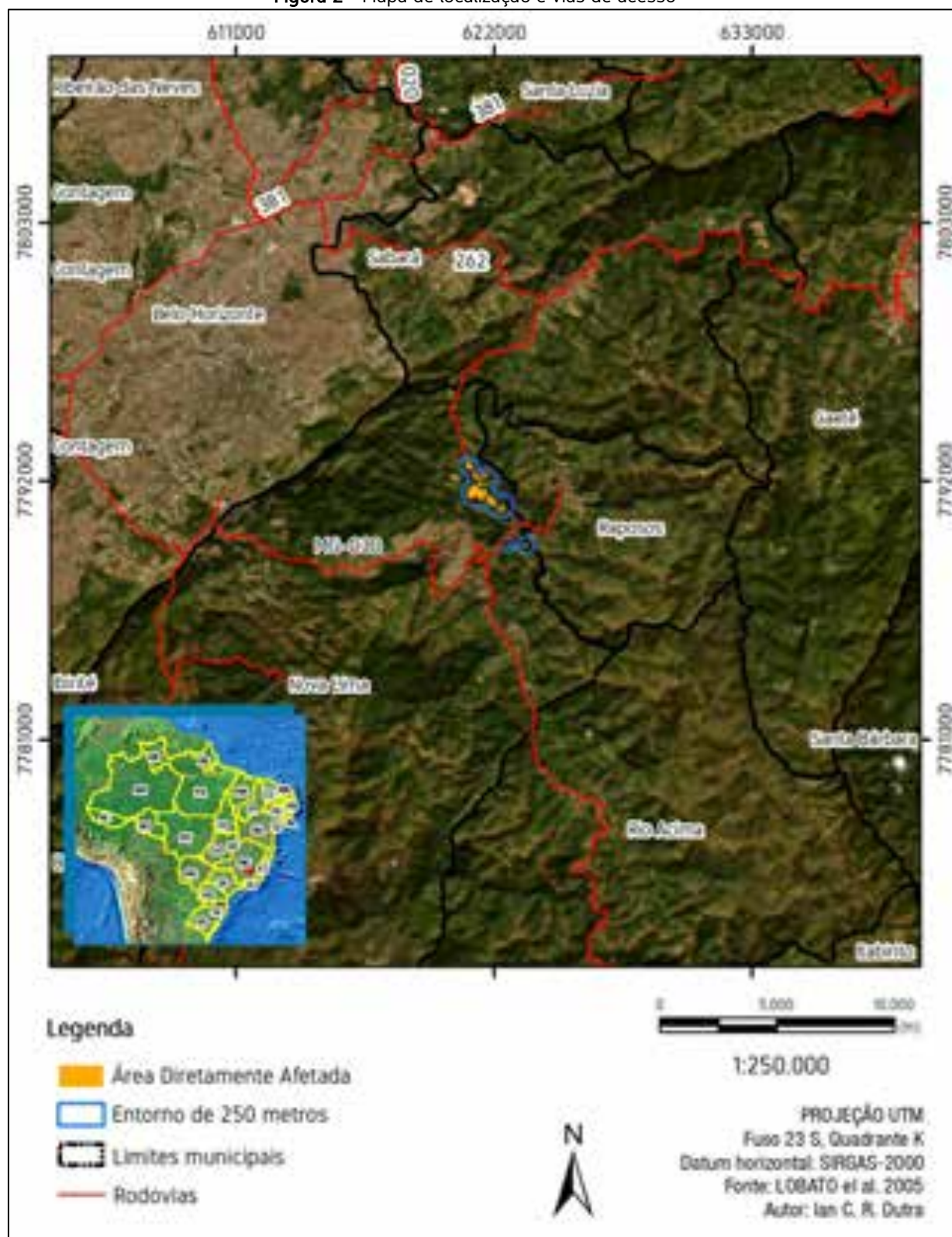
## **6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

### **6.1. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO**

A área objeto da prospecção espeleológica situa-se nos municípios de Nova Lima e Raposos, Estado de Minas Gerais. O acesso se dá, a partir de Belo Horizonte, pela MG-030, sentido Raposos/MG. A Figura 2 apresenta a localização da ADA e seu entorno de 250 m.



Figura 2 - Mapa de localização e vias de acesso



## 6.2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA REGIONAL

A área do projeto mineralógico está localizada no Quadrilátero Ferrífero, província geomorfológica com formas de relevo similares a quilhas e domos, que possui arranjo das linhas de cumeadas grosseiramente quadrangular. O Quadrilátero Ferrífero apresenta significativas amplitudes altimétricas relacionadas a estruturas geológicas e processos erosivos diferenciais, onde litotipos com maior resistência mecânica e estabilidade geoquímica constituem maciços relativamente elevados.

O Quadrilátero Ferrífero está localizado no extremo sudeste do Cráton do São Francisco. Sua geologia compreende quatro unidades litoestratigráficas: (i) rochas cristalinas dos complexos ortognáissicos arqueanos, (ii) sequência supracrustal arqueana do tipo *greenstone belt* do Supergrupo Rio das Velhas, (iii) rochas metassedimentares paleoproterozóicas do Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi, e (iv) coberturas fanerozóicas detrítico-lateríticas, coluvionares e aluvionares.

Os processos geomorfológicos atuaram principalmente através do entalhamento da rede de drenagem, perseguindo estruturas geológicas e litotipos relativamente friáveis (DORR II, 1969). A Figura 4 apresenta o relevo regional e as cavidades naturais subterrâneas da Província Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero (CALUX, 2013).

A ocorrência de cavidades naturais subterrâneas, predominantemente nas áreas elevadas, se deve à presença de itabiritos, quartzitos e coberturas lateríticas (canga). Nestes litotipos são comuns a existência de cavernas e abrigos, assim como existem alguns expressivos abismos.

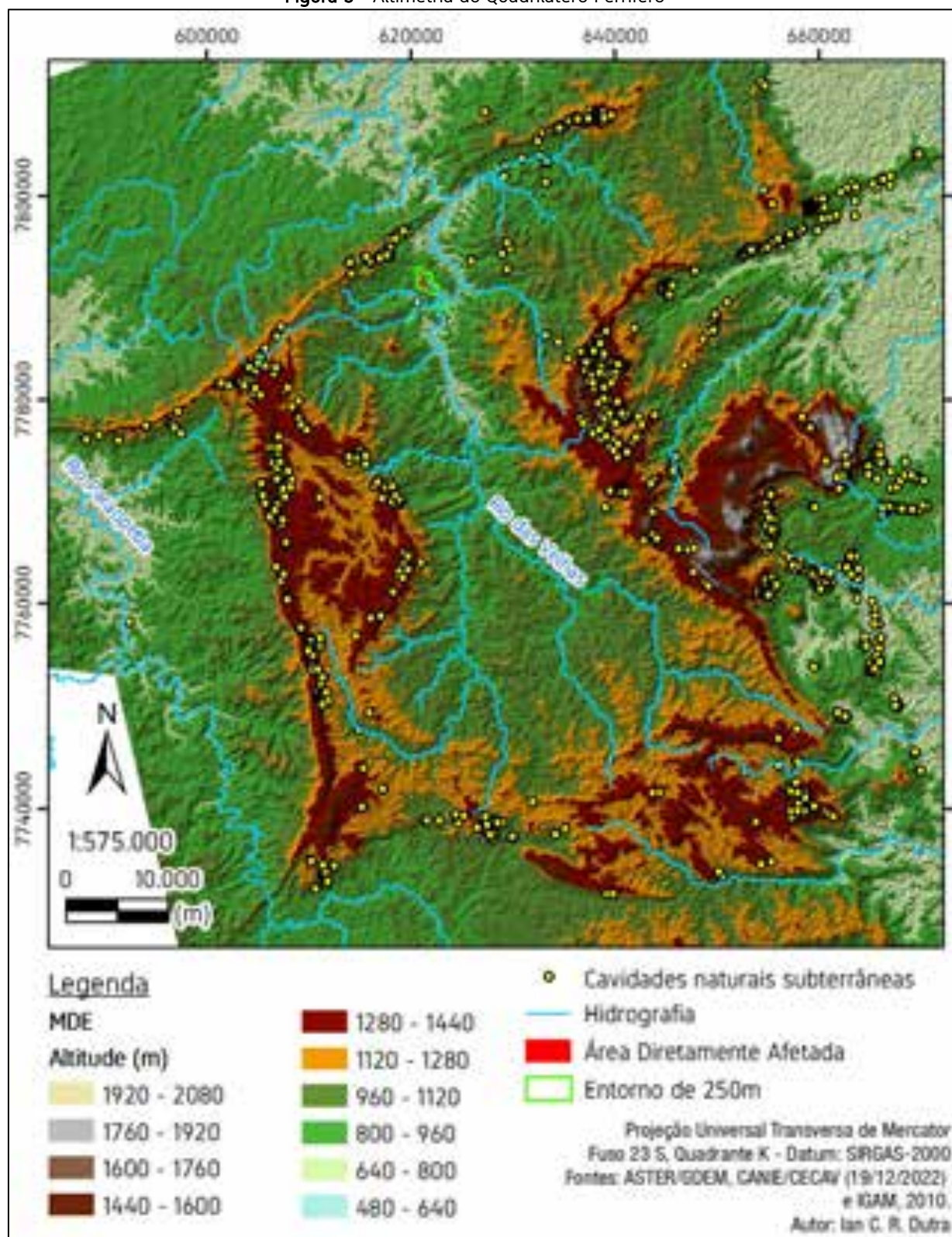
Os processos espeleogenéticos ocorrem sobretudo em litologias com maior susceptibilidade a processos dissolutivos, como itabiritos dolomíticos e dolomitos, assim como em litologias com elevada resistência geoquímica, como a canga, que apresentam coesão para sustentar tetos em áreas com relevos acidentados, com grande amplitude altimétrica. Os contatos geológicos e juntas geralmente condicionam fluxos subsuperficiais de água meteórica de percolação, favorecendo a desagregação mecânica da rocha e formação de cavidades.

No Supergrupo Rio das Velhas predominam litologias - como xistos e filitos - em que raramente há ocorrência de cavernas, e as existentes não são volumosas e têm pequeno desenvolvimento de seus condutos. Cavernas de erosão nestes substratos são mais recorrentes quando ocorre canga sobrejacente, formadora do teto das cavidades (SIMMONS, 1963).

A Figura 3 ilustra a geomorfologia regional da área onde a área prospectada está inserida.



Figura 3 - Altimetria do Quadrilátero Ferrífero





### 6.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA LOCAL

O relevo da Planta do Queiroz é caracterizado pelo vale da bacia hidrográfica do córrego Queiroz, ou Mina d'Água, e também cabeceiras dos córregos do Cardoso e Cubango ou André Gomes; e das estruturas da barragem do Cambimbe pelo vale da bacia hidrográfica do rio das Velhas e de seu afluente da margem direita onde está a barragem, ribeirão Cambimbe ou Cambimba; inseridos no compartimento geomorfológico Vale Anticlinal do Rio as Velhas (CPRM, 2005).

Seus interflúvios são delimitados por morros alongados similares a quilhas, com orientações das cristas aproximadamente NW-SE, com variações ortogonais, de acordo com o condicionamento estrutural e litológico do encaixamento da rede de drenagem. Destaca-se em termos altimétricos a serra do Espírito Santo, limite NE da bacia hidrográfica. Na área prospectada ocorre relevo de dissecação, com elevada amplitude altimétrica.

As menores cotas altimétricas são de aproximadamente 715 m, no vale do rio das Velhas. As maiores cotas da área prospectada estão nos topos ligeiramente alongados da serra do Espírito Santo, embasada por substrato litológico de xistos, atingem até cerca de 967 m (Figura 4). Esta significativa amplitude altimétrica ocorre de maneira suave em interflúvios, e acentuada nas drenagens, principalmente nos seus segmentos médios, assim como próximo das cabeceiras.

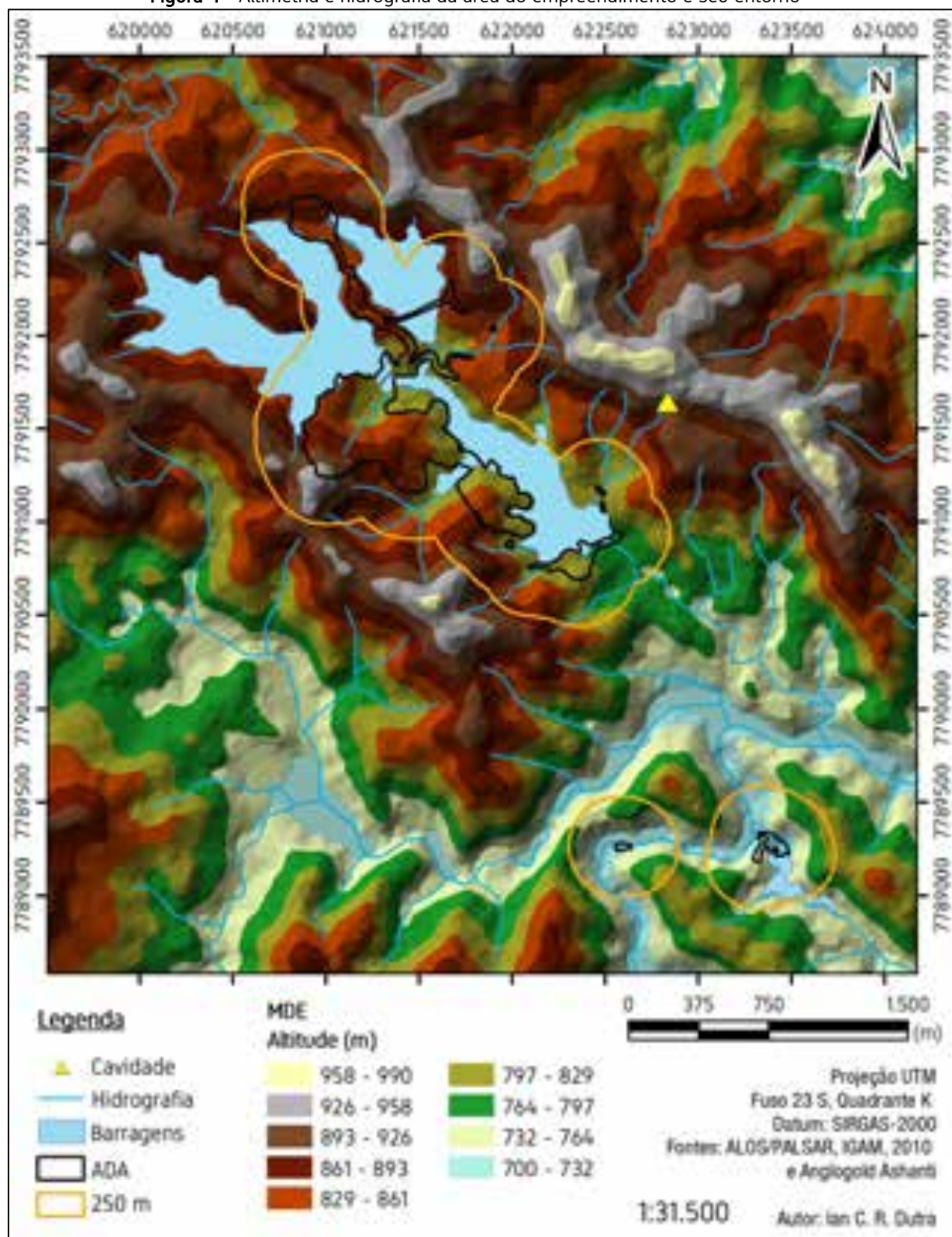
Os modelados predominantes na área são os de dissecação estrutural, com cobertura pedológica desenvolvida recobrimdo o substrato rochoso em quase toda área prospectada. Os afloramentos rochosos estão restritos a regiões com relevo escarpado, principalmente em segmentos em cânion das drenagens.

De maneira geral, predominam rampas de colúvio em vertentes com declividade moderada próxima dos topos e acentuada nos seus terços inferiores, assim como nas proximidades de cursos d'água, onde a drenagem encaixada em estruturas geológicas configura as maiores inclinações no terreno.

A área prospectada está inserida nas bacias hidrográficas do córrego Queiroz, afluente da margem esquerda do rio das Velhas, pertencente à bacia hidrográfica federal do rio São Francisco; do córrego do Cardoso, afluente da margem esquerda do ribeirão Água Suja, que também deságua na margem esquerda do rio das Velhas; e do córrego Cubango ou André Gomes, que também é afluente do rio das Velhas; do ribeirão Cambimbe, afluente da margem direita do rio das Velhas, assim como o próprio vale do rio das Velhas.

A hidrografia apresenta padrão dendrítico, com canais meandantes e segmentos retilíneos, evidenciando o controle estrutural e litológico da drenagem, típicos da região do Quadrilátero Ferrífero.

Figura 4 - Altimetria e hidrografia da área do empreendimento e seu entorno



Na área de estudo predominam rochas do Grupo Nova Lima, definido por DORR et al. (1957) como uma sucessão de micaxistos com leitos, lentes e zonas de formações ferríferas, grauvacas e subgrauvacas, quartzito, conglomerado, rochas metavulcânicas, xistos e filitos grafitosos, quartzo-anquerita xisto e outros metassedimentos.

O Projeto Rio das Velhas (BALTAZAR & SILVA, 1996) divide o Grupo Nova Lima, da base para o topo, nas unidades: Ouro Fino, Morro Vermelho, Santa Quitéria, Ribeirão Vermelho, Mestre Caetano, Córrego do Sítio, Mindá, Catarina Mendes, Fazenda Velha, Córrego da Paina e Pau d'Óleo. O Complexo Córrego dos Boiadeiros foi caracterizado como uma sequência básico-ultrabásica intrusiva nas unidades basais do *greenstone belt*.

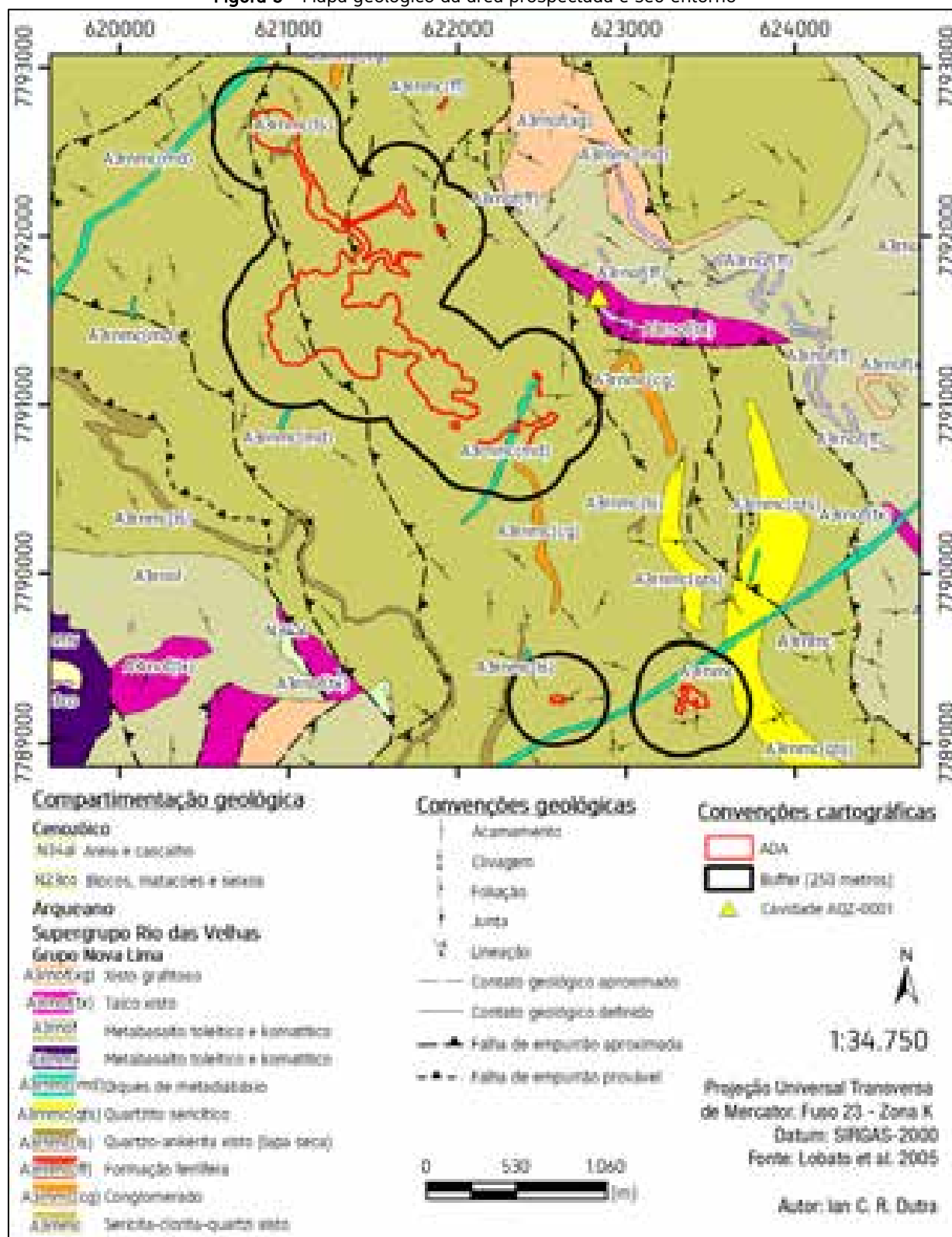
O mapa geológico adotado para análise litológica e estrutural foi a folha Belo Horizonte, na escala 1.50.000 (Lobato et al. 2005) elaborado em parceria com CODEMIG, já a subdivisão estratigráfica foi embasada segundo no mapa 1.50.000 de Baltazar & Zuchetti (2007).

Localmente observa-se a ocorrência das Unidades Ouro Fino e Mestre Caetano, pertencentes ao Grupo Nova Lima, além de diques metabásicos que cortam estas duas unidades. A Unidade Ouro Fino constitui, junto com o Grupo Quebra Osso, o assoalho oceânico sobre o qual se depositaram as demais unidades do Supergrupo Rio das Velhas. É composta por metabasalto toleítico, metaperidotito, metabasalto komatiítico, metatufo básico, metavulcânica ácida, metachert, formação ferrífera e xisto carbonoso, além de talco xisto mapeado pela Lobato et al. (2005) como uma subdivisão dentro desta unidade. O metamorfismo é de fácies xisto verde.

No mapa geológico desenvolvido pela CODEMIG, a Unidade Ouro Fino ocorre na porção leste, apresentando-se no formato indiviso mais a nordeste, e talco xisto imediatamente a sul deste. O contato entre as subunidades é aproximado. Pequenos corpos descontínuos de formação ferrífera foram mapeados em meio ao talco xisto, entretanto, são restritos e delgados, como pode ser observado no mapa geológico (Figura 5).

Devido ao elevado grau de intemperismo, as rochas do Supergrupo Rio das Velhas na área prospectada se encontram profundamente alteradas para regolito (DORR II, 1969). Na área em estudo, os afloramentos estão restritos a drenagens encaixadas e maciços rochosos superficiais pontuais na vertente, associados a anfiteatros. As litologias descritas não apresentam alta solubilidade, nem são favoráveis a processos geradores de feições cársticas, devido às suas propriedades mecânicas e seus componentes mineralógicos.

Figura 5 - Mapa geológico da área prospectada e seu entorno





## 7. ANÁLISE DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO

O resultado da avaliação do potencial de ocorrência de cavidades na área prospectada é apresentado no mapa da Figura 6. É possível observar o predomínio das classes de potencial espeleológico baixo e muito baixo ou improvável, com cores verdes no mapa. Somadas, estas duas classes totalizam 87,98% da área prospectada.

A classe de potencial espeleológico com maior ocorrência é a de baixo potencial, que constitui 45,77%.

As áreas de médio potencial de ocorrência de cavidades ocorrem em 11,52% da área. Já as áreas classificadas como de alto potencial espeleológico, totalizam 0,41% da ADA+250 m.

Regiões de potencial muito alto, que representam 0,09% da área prospectada, são restritas fundos de vale com cursos d'água, principalmente quando suas ocorrências se dão em conjunto com estruturas geológicas, e as maiores inclinações, sobretudo quando há interseção com classes hipsométricas com notas mais altas atribuídas.

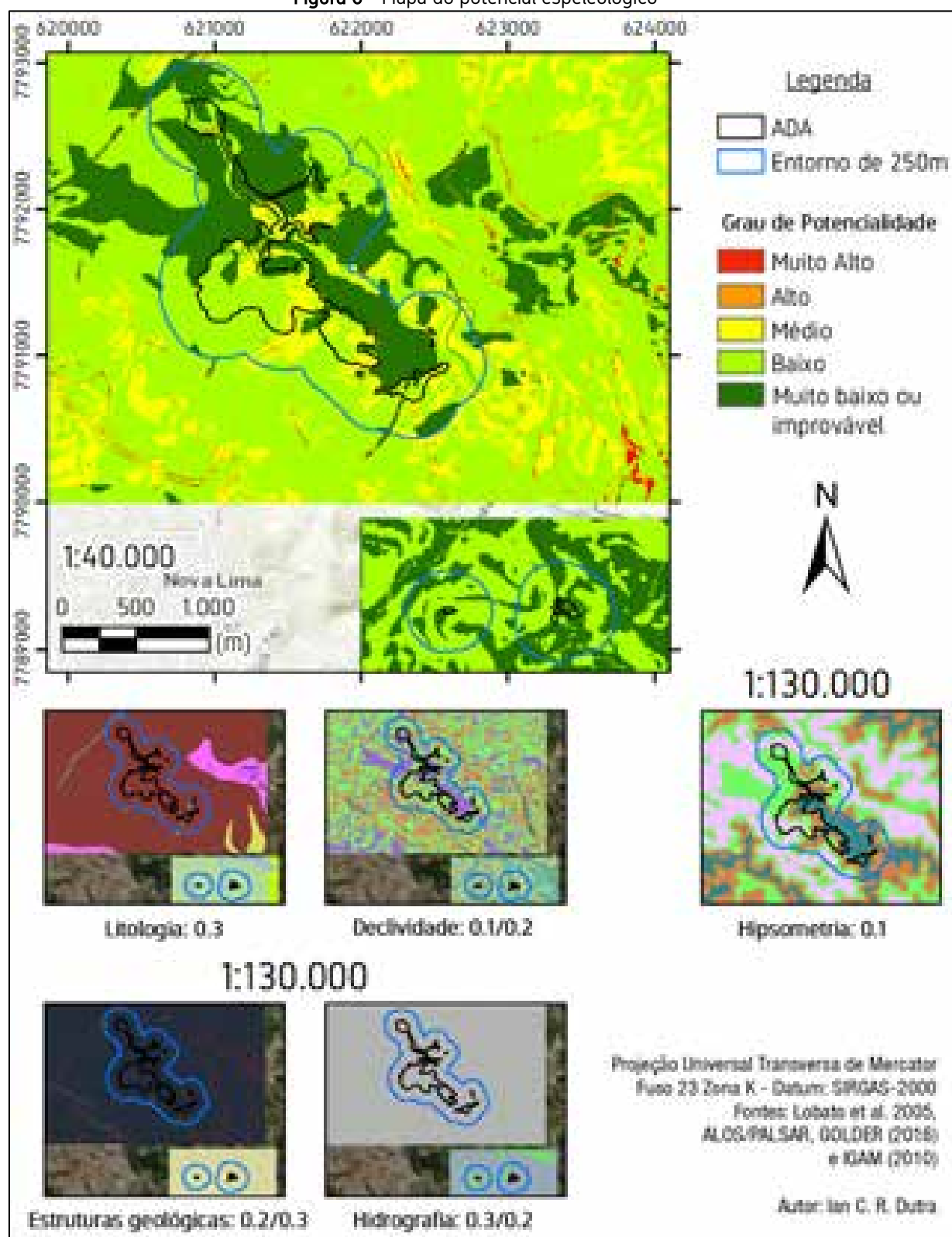
As regiões antropizadas por intervenções superficiais foram vetorizadas e estão contidas, em conjuntos com outras áreas resultados da ADM, no recorte espacial classificado como de potencial espeleológico muito baixo ou improvável.

A compartimentação do potencial espeleológico na ADA+250 m é apresentada na Tabela 10, com seus valores em km<sup>2</sup>, e suas respectivas participações em percentual na área total da prospecção executada.

**Tabela 10** - 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%

Figura 6 - Mapa do potencial espeleológico



## 8. PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA

### 8.1. CAMINHAMENTO

A prospecção complementar em campo foi executada em um dia por uma equipe integrada por um geógrafo e um espeleólogo auxiliar, no dia 21 de novembro de 2024. O caminhamento consolidado no interior da ADA+250 m, que corresponde à soma de todos já executados na área, totalizou 79,83 km, percorridos em estradas de acesso e trilhas abertas na vegetação.

Na Tabela 11 são apresentados os valores do caminhamento por classe de potencial espeleológico, assim como a densidade do caminhamento, na área prospectada.

**Tabela 11** - Caminhamento prospectivo executado na ADA+250 m

Potencial espeleológico	Caminhamento (km)	Densidade (km/km <sup>2</sup> )
Muito alto	0,351683	103,86
Alto	1,075608	70,23
Médio	12,117066	28,27
Baixo	44,816782	26,31
Muito baixo ou improvável	21,469713	13,67

Verifica-se uma maior densidade do caminhamento nas classes de potencial espeleológico alto e muito alto.

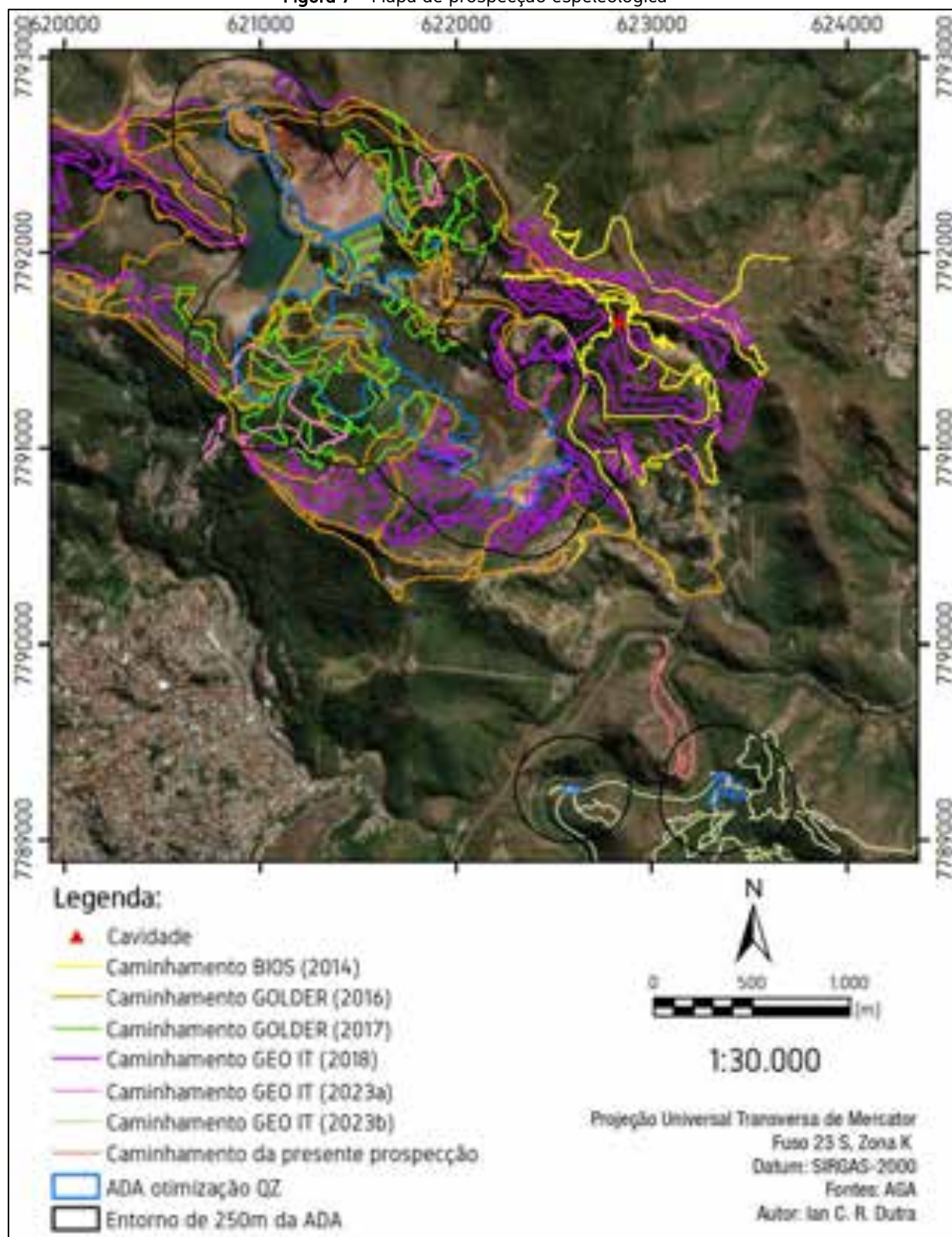
Na classe de potencial espeleológico muito alto a densidade do caminhamento foi de 103,86 km/km<sup>2</sup>, e na alta, de 70,23 km/km<sup>2</sup>. Nas demais classes também foi executada significativa amostragem, ainda que, na classe de potencial muito baixo ou improvável seja compreendida por áreas inacessíveis, como os reservatórios e a planta industrial.

Os caminhamentos executados, sobrepostos a imagens de satélite e também ao potencial espeleológico, são apresentados no mapa de prospecção (Figura 7).

No Anexo 2, para melhor visualização do caminhamento e localização da cavidade sobrepostos a imagens de satélite, está contido mapa de prospecção espeleológica em formato A2.



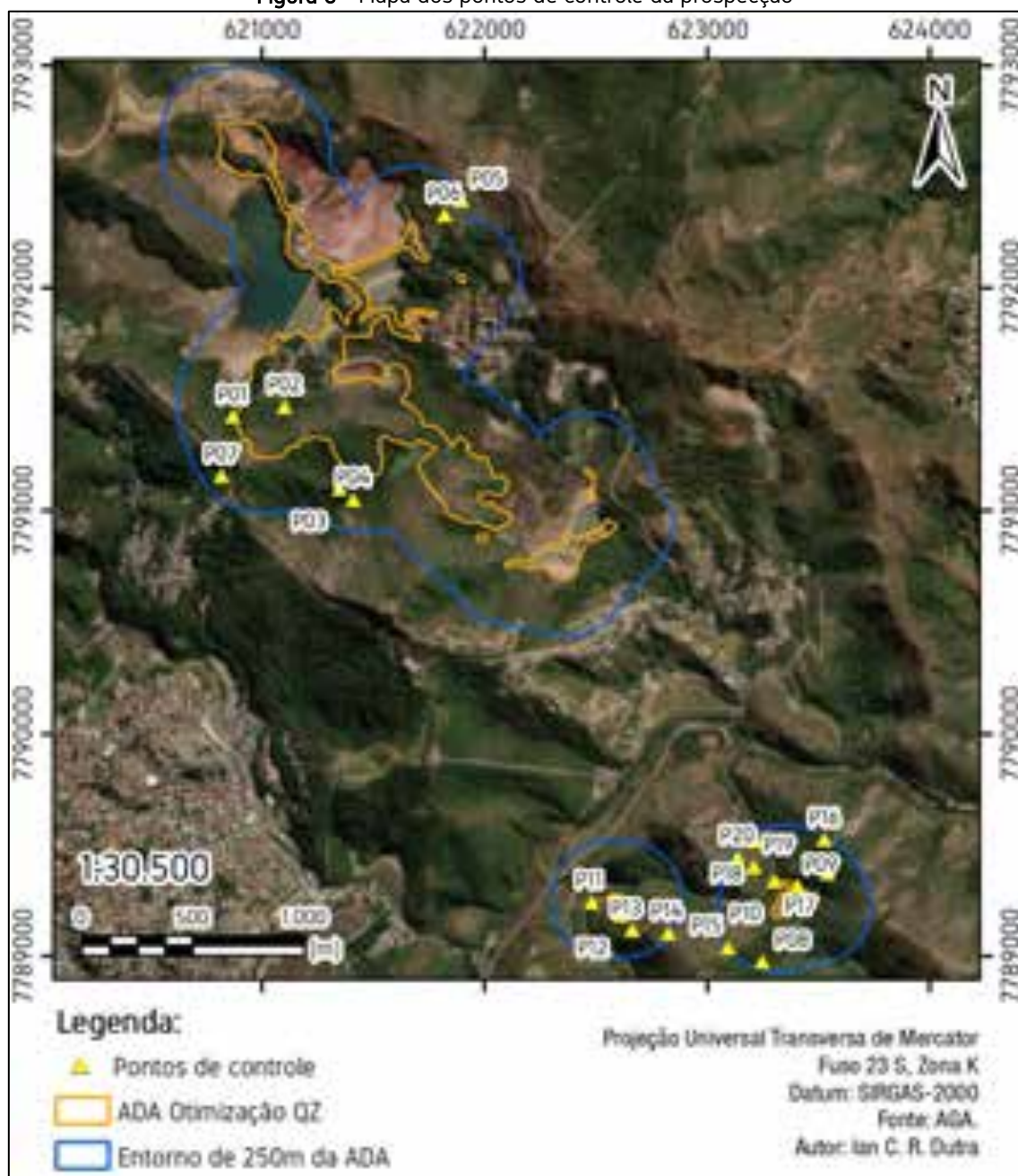
Figura 7 - Mapa de prospecção espeleológica



## 8.2. PONTOS DE CONTROLE

A localização dos pontos de controle do caminhamento prospectivo está no mapa da Figura 8.

Figura 8 - Mapa dos pontos de controle da prospecção



As coordenadas dos pontos de controle estão no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator, Fuso 23 Sul, Quadrante K, datum horizontal SIRGAS-2000, e altitude em metros.



**P01 – UTM E: 620.868 – UTM N: 7.791.423 – Altitude: 905 m.**

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 Ofícios 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 (Figura 9). Portanto, o potencial espeleológico é baixo.

**Figura 9 - Exposição de solo em corte antrópico**



**P02 – UTM E: 621.101 – UTM N: 7.791.468 – Altitude: 885 m.**

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 (Figura 10). Desta maneira, foi constatado muito baixo potencial espeleológico.

**P03 – UTM E: 621.350 – UTM N: 7.791.098 – Altitude: 870 m.**

Ponto na meia encosta, com baixa declividade, com vegetação de mata e solo com cobertura de serrapilheira (Figura 11). Não foram identificados afloramentos rochosos, sendo o potencial espeleológico muito baixo.

**Figura 10 - Cortes e taludes**



**Figura 11 - Região sem afloramentos rochosos**



P04 – UTM E: 621.411 – UTM N: 7.791.051 – Altitude: 823 m.

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 (Figura 12). 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 (Figura 13), 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.

**Figura 12** - Curso d'água





**Figura 13 - Arrimo de pedras**



**P05 – UTM E: 621.900 – UTM N: 7.792.395 – Altitude: 932 m.**

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 caracteriza-se pela existência de rampa de colúvio, sem a existência de afloramentos rochosos, sendo, portanto, de muito baixo potencial espeleológico (Figura 14). 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 (Figura 15).

**P06 – UTM E: 621.821 – UTM N: 7.792.331 – Altitude: 941 m.**

Ponto em terço superior de encosta, próximo ao topo, com baixa declividade. Esta região caracteriza-se por rampa de colúvio sem afloramentos rochosos (Figura 16). 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.

**P07 – UTM E: 620.819 – UTM N: 7.791.156 – Altitude: 918 m.**

Ponto situado à meia encosta, em estrada com corte antrópico expondo solo muito profundo (Figura 17), com profundidade mínima de 3 m. Desta maneira, visto que esta região é caracterizada pela presença de cobertura sedimentar, o potencial espeleológico é baixo.

**Figura 14** - Vertente sem afloramentos rochosos



**Figura 15** - Exposição de perfil de solo profundo





Figura 16 - Região sem afloramentos



Figura 17 - Perfil de solo em corte

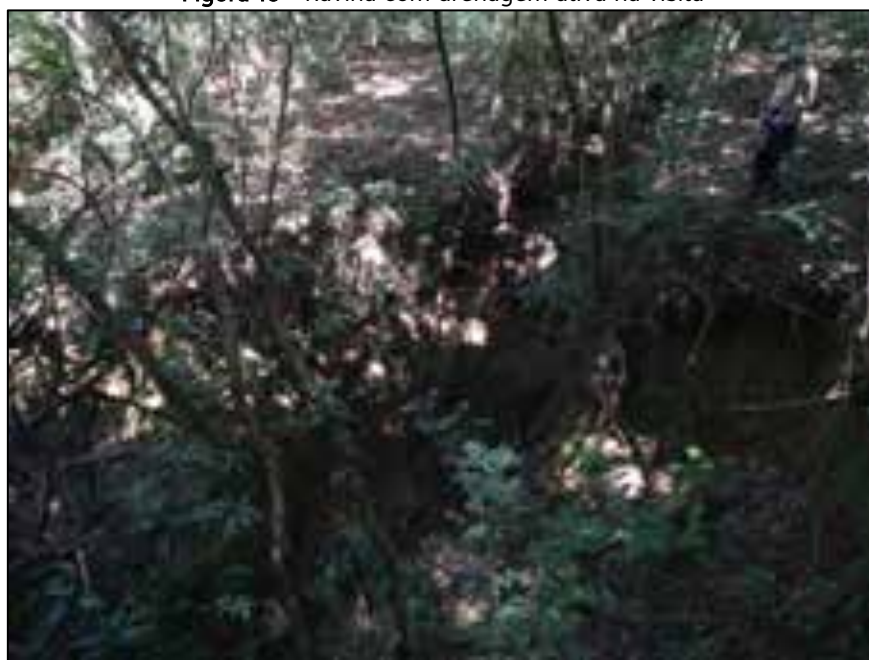


P08 – UTM E: 623.252 – UTM N: 7.788.978 – Altitude: 743 m.

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 (Figura 18). O potencial espeleológico é baixo. A menos de 30 m a sul deste ponto foi observado afloramento de xisto (Figura 19), 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.

**Figura 18** - Ravina com drenagem ativa na visita



**P09 – UTM E: 623.410 – UTM N: 7.789.318 – Altitude: 716 m.**

Ponto em fundo de vale, na margem esquerda do ribeirão Cambimbe. Neste segmento existe um cânion esculpido em xisto (Figura 20), 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.

**P10 – UTM E: 623.304 – UTM N: 7.789.342 – Altitude: 721 m.**

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 a 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 (Figura 21).

Figura 19 - Afloramento de xisto



Figura 20 - Segmento em cânion do ribeirão Cambimbe visto de jusante



**Figura 21 - Margem do rio das Velhas e vista para a vertente**



**P11 – UTM E: 622.484 – UTM N: 7.789.246 – Altitude: 727 m.**

Ponto na planície fluvial do rio das Velhas, em sua margem direita, onde existe tubulação que atravessa o rio, em região com relevo antropizado (Figura 22). Existe um corte de estrada, onde é possível constatar a existência de solo profundo (Figura 23), 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 caminamento (Figura 24). Visto a antropização do relevo e o significativo manto de alteração exposto em cortes, o potencial espeleológico é muito baixo.

**P12 – UTM E: 622.616 – UTM N: 7.789.188 – Altitude: 762 m.**

Ponto em terço médio de encosta, com declividade moderada. Caracteriza-se pela presença de rampa de colúvio (Figura 25) formada por matriz argilosa, seixos, blocos e matações 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.



Figura 22 - Tubulação de travessia do rio das Velhas



Figura 23 - Corte expondo manto de alteração à esquerda



**Figura 24** - Detalhe de muro atirantado e vertente inacessível



**Figura 25** - Vertente com cobertura sedimentar



P13 – UTM E: 622.664 – UTM N: 7.789.120 – Altitude: 788 m.

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 (Figura 26), 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.

**Figura 26** - Afloramento rochoso e vista para a vertente oposta



**P14 – UTM E: 622.830 – UTM N: 7.789.107 – Altitude: 831 m.**

Ponto em região de topo, com relevo suave ondulado, onde foi possível ter amplo campo de visão para as duas áreas prospectadas (Figuras 27 e 28), 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.

**P15 – UTM E: 623.096 – UTM N: 7.789.041 – Altitude: 814 m.**

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 (Figura 29). Constatou-se baixo potencial espeleológico.

**P16 – UTM E: 623.529 – UTM N: 7.789.527 – Altitude: 796 m.**

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 (Figura 30), caracterizando potencial espeleológico muito baixo.

Figura 27 - Vista para porção oeste da área prospectada



Figura 28 - Vista para porção leste da área prospectada



**Figura 29** - Vista geral do relevo do entorno da barragem do Cambimbe



**Figura 30** - Vale do rio das Velhas e da vertente da margem direita



**P17 – UTM E: 623.546 – UTM N: 7.789.377 – Altitude: 758 m.**

Ponto localizado na meia encosta com declividade média. Foi observada ravina (Figura 31) 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.

**Figura 31 - Ravina e reservatório da barragem do Cambimbe**



**P18 – UTM E: 623.219 – UTM N: 7.789.519 – Altitude: 722 m.**

Ponto situado em fundo de vale, na ombreira da margem esquerda do rio das Velhas (Figura 32). Foi observada cobertura sedimentar assim como corte de estrada, onde existe exposição de afloramento de xisto alterado, sotoposto a solo raso (Figura 33). Constatou-se baixo potencial espeleológico, visto que o maciço rochoso só aflora em um corte antrópico.

**P19 – UTM E: 623.212 – UTM N: 7.789.405 – Altitude: 737 m.**

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 (Figura 34). A encosta caracteriza-se pela presença de rampa de colúvio, sem afloramentos rochosos ou depósito de tálus, com muito baixo potencial espeleológico.

**P20 – UTM E: 623.139 – UTM N: 7.789.449 – Altitude: 763 m.**

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 (Figura 35), formado por solo argiloso, blocos e matações placóides de xisto.



Figura 32 – Margem esquerda do rio das Velhas



Figura 33 – Corte expondo xisto



**Figura 34** – Rio das Velhas e vale do ribeirão Cambimbe



**Figura 35** – Perfil de regolito na alta vertente



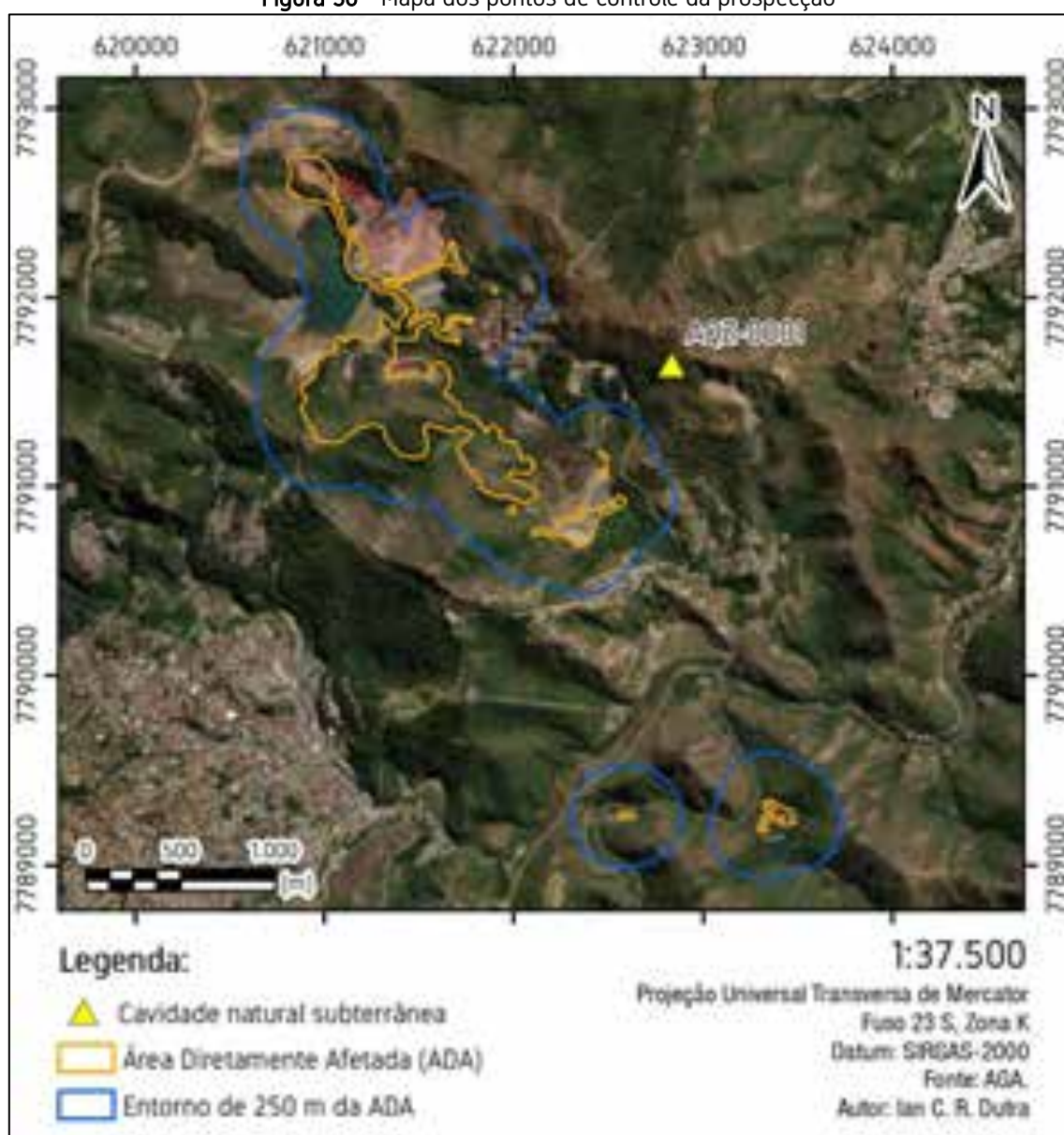


## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prospecção executada na ADA+250 m do projeto de Otimização QZ totalizou 79,83 km percorridos em estradas de acesso e trilhas abertas na vegetação.

Não foi registrada nenhuma nova cavidade natural subterrânea ou abrigo. A cavidade AQZ-0001 localizada na região da Planta do Queiroz, classificada como de baixa relevância (GEO IT, 2019), está situada a 590 m da ADA (Figura 36).

**Figura 36** - Mapa dos pontos de controle da prospecção



## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALTAZAR, O.F.; BAARS, F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SILVEIRA, V.D. 2005. Mapa Geológico Belo Horizonte na Escala 1:50.000 com Nota Explicativa. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero – Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. LOBATO et al. (2005) CODEMIG. Belo Horizonte.

BALTAZAR, O. F. & SILVA, S. L., 1996. Projeto Rio das Velhas. Mapa geológico integrado do Supergrupo Rio das Velhas, em escala 1:100.000. DNPM/CPRM, Brasília.

BALTAZAR, O.F. ZUCCHETTI, M. 2007. Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. Ore Geology Reviews, 32:471-499.

BIOS CONSULTORIA AMBIENTAL, 2014. Estudo de Impacto Ambiental: Projeto vala de disposição de lama – Vala H, Planta Metalúrgica do Queiroz, Anglogold Ashanti. BIOS, 2014.

BRAN DALI SE, L.A.; HEINE CK, C.A. (Org.). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Folha SE.23-Z-C-VI - Belo Horizonte. Brasília: CPRM, 2000. Escala 1:100.000. 136

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal. 292 p.

BRASIL. Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm)>. Acesso em: 19 abr. 2018.

BRASIL. Instrução Normativa MMA nº 02, de 30 de agosto de 2017. Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5º do Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 169, 1º set. 2017. Seção 1, p. 161-163.

BRASIL. Resolução CONAMA nº347, de 10 de setembro de 2004. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, n. 176, 13 set. 2004, págs. 54-55.

CALUX, A.S. 2013. Gênese e desenvolvimento de cavidades naturais subterrâneas em formação ferrífera no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Instituto de Geociências – UFMG. 218 p. (Dissertação de mestrado)

Conjunto de dados: © JAXA / METI ALOS PALSAR [AP\_26956\_FBS\_F6780\_RT1.dem.tif] 2015. Acessado através do ASF DAAC, [<https://www.asf.alaska.edu>] 4 de dezembro de 2017.

DORR II, J.V.N.; Gair, J.E.; POMENERE, J.G.; RYNEARSON, G.A. Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero. Rio de Janeiro, DNPM-DFPM, 31 p. (Avulso 81). 1957.

DORR II, J.V.N. (1969). Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Geological Survey Professional Paper 641-A, 110 p.

GEO IT CONSULTORIA. Relatório de Prospecção Espeleológica: Planta Metalúrgica do Queiroz – Nova Lima/MG. Processo COPAM 089/1985/050/2014. Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. GEO IT, 2018.

GEO IT CONSULTORIA. Relatório de Análise de Relevância Espeleológica: Planta Metalúrgica do Queiroz – Nova Lima/MG. Processo COPAM 089/1985/050/2014. Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. GEO IT, 2019.

GEO IT CONSULTORIA. Relatório de Prospecção Espeleológica: Planta Metalúrgica do Queiroz – Nova Lima e Raposos, MG. Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. GEO IT, 2023a.

GEO IT CONSULTORIA. Relatório de Prospecção Espeleológica: Barragem do Cambimbe – Nova Lima e Raposos, MG. Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. GEO IT, 2023b.

GOLDER ASSOCIATES CONSULTORIA E PROJETOS, 2016. Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Projeto de ampliação do sistema de disposição de rejeitos Calcinados. Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. GOLDER, 2016.

GOLDER ASSOCIATES CONSULTORIA E PROJETOS, 2017. Prospecção Espeleológica. Projeto de ampliação do sistema de disposição de rejeitos Calcinados. Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. GOLDER, 2017.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Bases cartográficas: Bacias Estaduais Ottocodificadas. IGAM, 2010.

JANSEN, D.C.; CAVALCANTI, L.F.; LAMBLÉM, H.S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília, v.2, n.1. 2012.

MALTEZ, R.T. Proteção jurídica e gestão das cavidades naturais subterrâneas: A atividade minerária e o desenvolvimento sustentável. 416 p. Tese (Doutorado em Direito) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, SP, 2016.

SIMMONS, G.C. (1963). Canga caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. The National Speleological Society Bulletin 25: 66-72.

SISTEMA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS (SISEMA). Instrução de Serviço nº 08/2017 – Revisão 1. Dispõe sobre os procedimentos para instrução dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos efetiva ou potencialmente capazes de causar impactos sobre cavidades naturais subterrâneas e suas áreas de influência. Belo Horizonte, 5 de outubro de 2018. 37 p.

TRAÇOS E OFÍCIOS CONSULTORIA AMBIENTAL E CULTURAL (2018). Relatório de Avaliação de Impacto ao Patrimônio Arqueológico na Planta de Queiroz. Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A. Nova Lima e Raposos/MG. Processo IPHAN Nº 01514.001331/2017-96. Portaria IPHAN Nº 36, publicada em 24 de julho de 2017.

## **ANEXO 1**

**ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)  
E CERTIFICADOS DE REGULARIDADE DO CTF IBAMA**





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO  
Nº MG20243526058

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

### 1. Responsável Técnico

IAN CHAVES ROCHA DUTRA

Título profissional: **GEÓGRAFO**

RNP: **1413481698**

Registro: **MG0000181705D MG**

Empresa contratada: **GEO IT CONSULTORIA LTDA - ME**

Registro Nacional: **46452-MG**

### 2. Dados do Contrato

Contratante: **ANGLOGOLD ASHANTI CÔRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A.**

CPF/CNPJ: **18.565.382/0006-70**

**ESTRADA QUEIROZ**

Nº: **S/N**

Complemento: **FAZENDA RAPAUNHA**

Bairro: **GALO NOVO**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: **34002882**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em: **15/06/2022**

Valor: **R\$ 6.321,89**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

### 3. Dados da Obra/Serviço

**ESTRADA QUEIROZ**

Nº: **S/N**

Complemento: **FAZENDA RAPAUNHA**

Bairro: **GALO NOVO**

Cidade: **NOVA LIMA**

UF: **MG**

CEP: **34002882**

Data de Início: **07/11/2024**

Previsão de término: **29/11/2024**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **ANGLOGOLD ASHANTI CÔRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A.**

CPF/CNPJ: **18.565.382/0006-70**

### 4. Atividade Técnica

8 - Consultoria

Quantidade

Unidade

40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE  
DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO  
FÍSICO

1,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

### 5. Observações

Estudo de Prospecção Espeleológica no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do projeto de Otimização da Planta do Queiroz

### 6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/lcpd/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.

- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

### 7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

### 8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte, 29 de novembro de 2024

Local

data

IAN CHAVES ROCHA DUTRA - CPF: 108.577.276-48

ANGLOGOLD ASHANTI CÔRREGO DO SÍTIO MINERAÇÃO S.A. - CNPJ:  
18.565.382/0006-70

### 9. Informações

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: Byy32  
Impresso em: 29/11/2024 às 15:39:44 por: , ip: 187.20.120.193

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br)

Tel: 0800 031 2732

[atendimento@crea-mg.org.br](mailto:atendimento@crea-mg.org.br)

Fax:





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO  
Nº MG20243526058

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

**10. Valor**

Valor da ART: **R\$ 99,64**

Registrada em: **27/11/2024**

Valor pago: **R\$ 99,64**

Nosso Número: **8606147678**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: Byy32  
Impresso em: 29/11/2024 às 15:39:45 por: , ip: 187.20.120.193



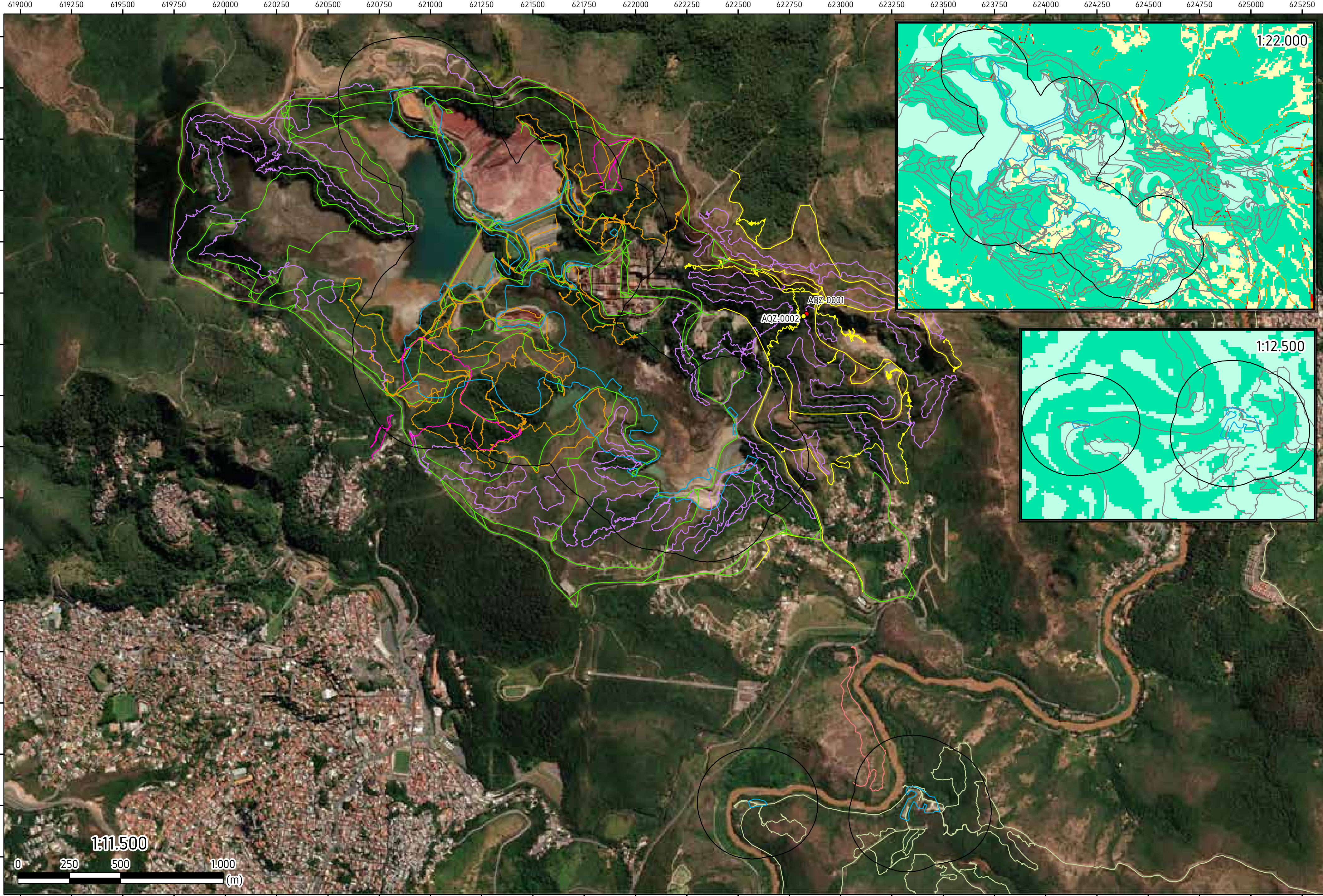
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> Ministério do Meio Ambiente  Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  <b>CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS</b>  <b>CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR</b> </div>  </div>			
<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
6562528	29/10/2024	29/10/2024	29/01/2025
<b>Dados básicos:</b>			
CNPJ : 20.907.491/0001-66 Razão Social : GEO IT CONSULTORIA Nome fantasia : GEO IT CONSULTORIA Data de abertura : 26/08/2014			
<b>Endereço:</b>			
logradouro: RUA JOAO CAMILO DE OLIVEIRA TORRES N.º: 350 Complemento: Bairro: MANGABEIRAS Município: BELO HORIZONTE CEP: 30210-260 UF: MG			
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA</b>			
<b>Código</b>	<b>Atividade</b>		
0003-00	Consultoria técnica		
<p>Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.</p> <p>A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa jurídica, de observância dos padrões técnicos normativos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO e pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.</p> <p>O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.</p> <p>O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa jurídica inscrita.</p>			
<b>Chave de autenticação</b>		D7E6F5Z6IY8PLFZ6	

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> Ministério do Meio Ambiente  Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  <b>CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS</b>  <b>CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR</b> </div>  </div>			
<b>Registro n.º</b>	<b>Data da consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
6226307	29/10/2024	29/10/2024	29/01/2025
<b>Dados básicos:</b>			
CPF: 108.577.276-48			
Nome: IAN CHAVES ROCHA DUTRA			
<b>Endereço:</b>			
logradouro: RUA ZODÍACO			
N.º: 637	Complemento: CASA		
Bairro: SANTA LÚCIA	Município: BELO HORIZONTE		
CEP: 30360-430	UF: MG		
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA</b>			
<b>Código CBO</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Área de Atividade</b>	
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas	
<p>Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.</p> <p>A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.</p> <p>O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.</p> <p>O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.</p>			
<b>Chave de autenticação</b>		CXVKABWTN595GV6L	

## **ANEXO 2**

### **MAPA DE PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA A2**





Legenda:

- Caverna natural subterrânea
- Abrigo

- Área Diretamente Afetada
- Entorno de 250 m
- Caminhamento BIOS (2014)
- Caminhamento GOLDER (2016)
- Caminhamento GOLDER (2017)

- Caminhamento GEO IT (2018)
- Caminhamento GEO IT (2023a)
- Caminhamento GEO IT (2023b)
- Caminhamento da presente prospecção
- Caminhamento consolidado

Grau de Potencial Espeleológico

Muito Alto	Baixo
Alto	Muito baixo ou improvável
Médio	



Projeção Universal Transversa de Mercator  
Fuso 23 S, Quadrante K - Datum: SIRGAS-2000  
Fonte: Anglogold Ashanti.

Autor: Ian C. R. Dutra



## **ANEXO 3**

**ARQUIVOS VETORIAIS DOS CAMINHAMENTOS EM  
.SHP, .GTM E .KMZ.**