

# Prospecção Espeleológica

## EIA Remanescentes

Mina do Pico

Itabirito – MG



Maio de 2022

Belo Horizonte / MG



EMPREENDEDOR	
Razão Social	Vale S.A.
Gerência	Espeleologia e Tecnologia
Contato	Carlos Calle
Endereço	Mina de Águas Claras. Avenida Dr. Marco Paulo Simon Jardim, 3580. Prédio 1. 1º Andar. Bairro Piemonte. Nova Lima/ MG. CEP: 34006-000
Telefone	55 (31) 3916-3265
E-mail	carlos.calle@vale.com

EMPRESA EXECUTORA	
Razão Social	SPELAYON CONSULTORIA - EPP
Contato	Mariana Barbosa Timo
Endereço	Rua Francisco de Miranda, 284 A - Dom Joaquim Belo Horizonte / MG CEP: 31920-200
Telefone	(31) 3582-1197
E-mail	mariana.timo@spelayonconsultoria.com.br

EMPRESA EXECUTORA		
Profissional	Categoria Profissional	Função
Frederico Augusto Ribeiro	Eng. Ambiental CREA MG 107.395/D	Coordenador Geral



# APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta os resultados da prospecção espeleológica realizada em polígonos do EIA Remanescente da Mina do Pico, localizado em área da Vale S.A, no município de Itabirito, Minas Gerais, doravante designado área de estudo.

Este documento foi elaborado seguindo os procedimentos dispostos nas orientações sobre a prospecção espeleológica, definição de área de influência de cavidades naturais subterrâneas, potencialidade de ocorrência de cavernas e coleta de dados de localização de cavidades, disponíveis no endereço eletrônico do CECAV:

- Ω <http://www.icmbio.gov.br/cecav/orientacoes-e-procedimentos/termo-de-referencia.html>
- Ω <https://www.icmbio.gov.br/cecav/projetos-e-atividades/potencialidade-de-ocorrencia-de-cavernas.html>
- Ω <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie/17-projetos-e-atividades/58-coleta-de-dados-relativos-a-localizacao-de-cavidades.html>

Além das orientações do CECAV, o trabalho de prospecção foi conduzido segundo as metodologias estabelecidas na Instrução Normativa MMA nº 02/2017 e Instrução de Serviços SEMAD nº 08/2017.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Localização e Acessos .....	13
2	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	15
2.1	Geologia .....	15
2.2	Geomorfologia.....	16
2.3	Hidrografia .....	17
3	OBJETIVOS.....	19
4	METODOLOGIA .....	20
4.1	Levantamento Bibliográfico .....	20
4.2	Análise do Potencial .....	20
4.3	Definições para Classificação das Feições.....	21
4.4	Cadastramento das Feições Espeleológicas .....	22
4.5	Prospecção Espeleológica Convencional.....	22
4.6	Prospecção remota por RPA.....	25
4.7	Elaboração do Relatório Final .....	30
4.8	Tempo e Equipe Empregados no Caminhamento .....	30
5	RESULTADOS.....	32
5.1	Levantamento de Dados Existentes na Área .....	32
5.2	Potencial Espeleológico .....	33
5.3	Área de Estudo e Percurso Caminhado (Prospecção Convencional) .....	36
5.4	Densidade da Malha de Caminhamento e Percentual Prospectado (prospecção convencional).....	38
5.5	Coordenadas e Descrição dos Pontos de Controle do Caminhamento .....	41
5.6	Levantamento com RPA (Drone) .....	44
5.7	Caminhamento Espeleológico .....	64
5.8	Feições Espeleológicas Detectadas.....	66
5.9	Mapa com todos os Pontos de Controle e todas as Feições Espeleológicas Detectadas .....	70
5.10	Arquivos digitais.....	71
5.11	Arquivos Vetoriais.....	71
6	POTENCIAL ESPELEOLÓGICO MULTICRITÉRIO .....	72
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
8	REFERÊNCIAS .....	76
9	ANEXOS.....	78





## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de Cadastro de Feição Espeleológica. ....	I
Anexo 2: Arquivo Fotográfico – Pontos de Controle Caminhamento. ....	II
Anexo 3: Documentação Voo do Drone. ....	III
Anexo 4: Fotos e Vídeos do Voo do Drone. ....	IV
Anexo 5: Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e Cadastro Técnico Federal (CTF). ....	V

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área alvo de prospecção e estudos espeleológicos existentes (Mina do Pico - Vale). ....	12
Figura 2: Acesso por vias internas da Mina do Pico. Fonte: Google Earth. ....	13
Figura 3: Trajeto até a área de estudo através da BR-356. Fonte: Google Earth. ....	14
Figura 4: Mapa geológico da área de estudo. ....	15
Figura 5: Mapa hipsométrico da área de estudo. ....	17
Figura 6: Hidrografia local. ....	18
Figura 7: Diferença entre caverna, abrigo e abismo (fonte: CECAV, 2012). ....	21
Figura 8: Área alvo de prospecção convencional. ....	23
Figura 9: Mapa de declividade da área de estudo. ....	26
Figura 10: Planejamento das linhas de voo e pontos de tomadas fotográficas sobre imagem de satélite do Google Earth. ....	27
Figura 11: Planejamento dos 3 voos para cobertura da área de interesse com a utilização do software <i>Litchi</i> . As linhas em amarelo correspondem às filmagens e os pontos em azul correspondem às tomadas fotográficas. ....	29
Figura 12: Equipe responsável pelos registros com RPA na Mina do Pico. ....	30
Figura 13: Mapa de espeleologia regional. ....	33
Figura 14: Mapa de potencial espeleológico baseado nos dados do CECAV. ....	34
Figura 15: Mapa de potencial espeleológico baseado na litologia. ....	35
Figura 16: Área de Estudo e percurso caminhado. ....	37
Figura 17: Densidade da Malha de Caminhamento. ....	39
Figura 18: Percentual atingido na área de estudo. ....	40
Figura 19: Pontos de controle marcados na área de estudo. ....	42
Figura 20: Voo 1 da Missão 1 na vertente oeste. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em	



amarelo se refere a visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo. .... 45

Figura 21: Segundo Voo para Missão 1 na vertente oeste. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em amarelo se refere a visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo. .... 45

Figura 22: Mapa de localização das linhas de voo na vertente oeste da área de estudo. .... 46

Figura 23: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 47

Figura 24: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 47

Figura 25: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo. A visada é ampla e não apresenta em detalhe feições de interesse que demonstre potencial..... 47

Figura 26: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 48

Figura 27: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 48

Figura 28: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 48

Figura 29: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo. A visada é ampla e não apresenta em detalhe feições de interesse que demonstre potencial..... 49

Figura 30: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 49

Figura 31: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 49

Figura 32: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 50

Figura 33: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 50

Figura 34: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 50

Figura 35: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 50

Figura 36: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 51

Figura 37: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial..... 51



Figura 38: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.....	51
Figura 39: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.....	51
Figura 40: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.....	52
Figura 41: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.....	52
Figura 42: Visada parecida com a anterior, por outro ângulo, apresenta estruturas de quebra de relevo favoráveis a ocorrência de feições espeleológicas.....	52
Figura 43: Detalhamento das feições observadas em superfície para vertente oeste da área de estudo.....	53
Figura 44: Primeiro voo na vertente leste, referente à Missão 3. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em amarelo se refere a visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo. Os pontos em verde correspondem às tomadas fotográficas.....	54
Figura 45: Segundo voo na vertente leste, referente às Missões 2 e 3. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em amarelo se refere a visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo. Os pontos em verde correspondem às tomadas fotográficas. ....	54
Figura 46: Mapa das linhas de voo da vertente leste da área de estudo.....	55
Figura 47: Foto extraída de filmagem na vertente leste e indicada sua posição em amarelo. Apresenta estruturas viáveis a ocorrências de feições espeleológicas, no entanto, mesmo tendo, ou não possibilidades de albergar feições, o fato de estar em zonas de alta declividade inviabilizam sua prospecção.....	56
Figura 48: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não apresenta estruturas visíveis favoráveis a ocorrência de feições espeleológicas. Ocorre mata densa encobrindo a superfície na maior parte do enquadramento.....	56
Figura 49: Foto extraída de filmagem na vertente leste e indicada sua posição em amarelo. Não apresenta estruturas visíveis para ocorrência de feições espeleológicas. ....	56
Figura 50: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Nota-se irregularidades no terreno na porção mais a jusante com algumas quebras de declividade que podem representar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.....	57
Figura 51: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Nota-se irregularidades no terreno na porção mais a jusante com algumas quebras de declividade que podem representar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.....	57



Figura 52: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Nota-se irregularidades no terreno entre a média e a baixa vertente com algumas quebras de declividade que podem representar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.....	57
Figura 53: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Muito parecida com a visada anterior, um pouco mais próxima das quebras no relevo	58
Figura 54: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial. ....	58
Figura 55: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial. ....	58
Figura 56: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Observam-se quebras no relevo que podem apresentar potencial para ocorrência de feições espeleológicas. ....	59
Figura 57: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Observam-se quebras no relevo que podem apresentar potencial para ocorrência de feições espeleológicas. ....	59
Figura 58: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Observam-se quebras no relevo que podem apresentar potencial para ocorrência de feições espeleológicas. ....	59
Figura 59: Foto extraída da filmagem na vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não são observadas feições que podem apresentar potencial.....	60
Figura 60: Foto extraída da filmagem na vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não são observadas feições que podem apresentar potencial.....	60
Figura 61: Foto extraída da filmagem na vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não são observadas feições que podem apresentar potencial.....	60
Figura 62: Cruzamento de dados do potencial levantado pelo imageamento aéreo, com a geologia local. ....	62
Figura 63: Cruzamento de dados do potencial levantado pelo imageamento aéreo, com a declividade do terreno. ....	63
Figura 64: Caminhamento convencional e levantamento por drone. ....	65
Figura 65: Aspectos gerais da cavidade MPC-10. As fotos superiores apresentam visadas do exterior para o interior e as fotos inferiores apresentam visadas internas. ....	66
Figura 66: Caracterização geral da cavidade MPC-11. A primeira foto apresenta visada do exterior para o interior e a segunda apresenta visada interna. ....	67
Figura 67: Caracterização geral da cavidade MPC-12. As fotos apresentam visadas internas e externas e interna. ....	67
Figura 68: Caracterização geral da cavidade MPC-13. As fotos apresentam visadas a partir do exterior para o interior exibindo todo o desenvolvimento espeleométrico. ....	68
Figura 69: Localização das feições espeleológicas identificadas nesta prospecção. ....	69
Figura 70: Mapa com todos os pontos de controle e feições espeleológicas detectadas. ....	70



Figura 71: Potencial Espeleológico Multicritério da área de estudo..... 73

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Classificação litológica: grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil. ....	20
Quadro 2: Tempo empregado no trabalho. ....	31
Quadro 3: Dados da Área de Estudo e percurso caminhado (prospecção convencional). ....	36
Quadro 4: Densidade da malha de caminhamento (prospecção convencional).....	38
Quadro 5: Dados dos pontos de controle marcados durante o caminhamento. Dados em SIRGAS2000 UTM 23K.....	43
Quadro 6: Dados das feições espeleológicas detectadas na área (coordenadas, classificação e espeleometria).....	69

# INTRODUÇÃO

A prospecção espeleológica consiste na identificação, classificação e registro (fotográfico, ficha e geográfico) de feições espeleológicas, além da avaliação do potencial espeleológico do polígono-alvo (EIA Remanescentes Mina do Pico). Para este relatório a área de estudo possui 146,35 hectares (Figura 1). Foi realizada prospecção espeleológica convencional com caminhamento a pé em parte da área. Em regiões de alta declividade foi realizado levantamento prospectivo através de sobrevoo com RPA (Aeronave Remotamente Pilotada – Drone). Existe ainda uma parte da área que já havia sido alvo de prospecção espeleológica anterior ao presente estudo.

Os trabalhos de prospecção espeleológica foram conduzidos segundo metodologias conhecidas, amplamente divulgadas e consagradas no meio espeleológico.

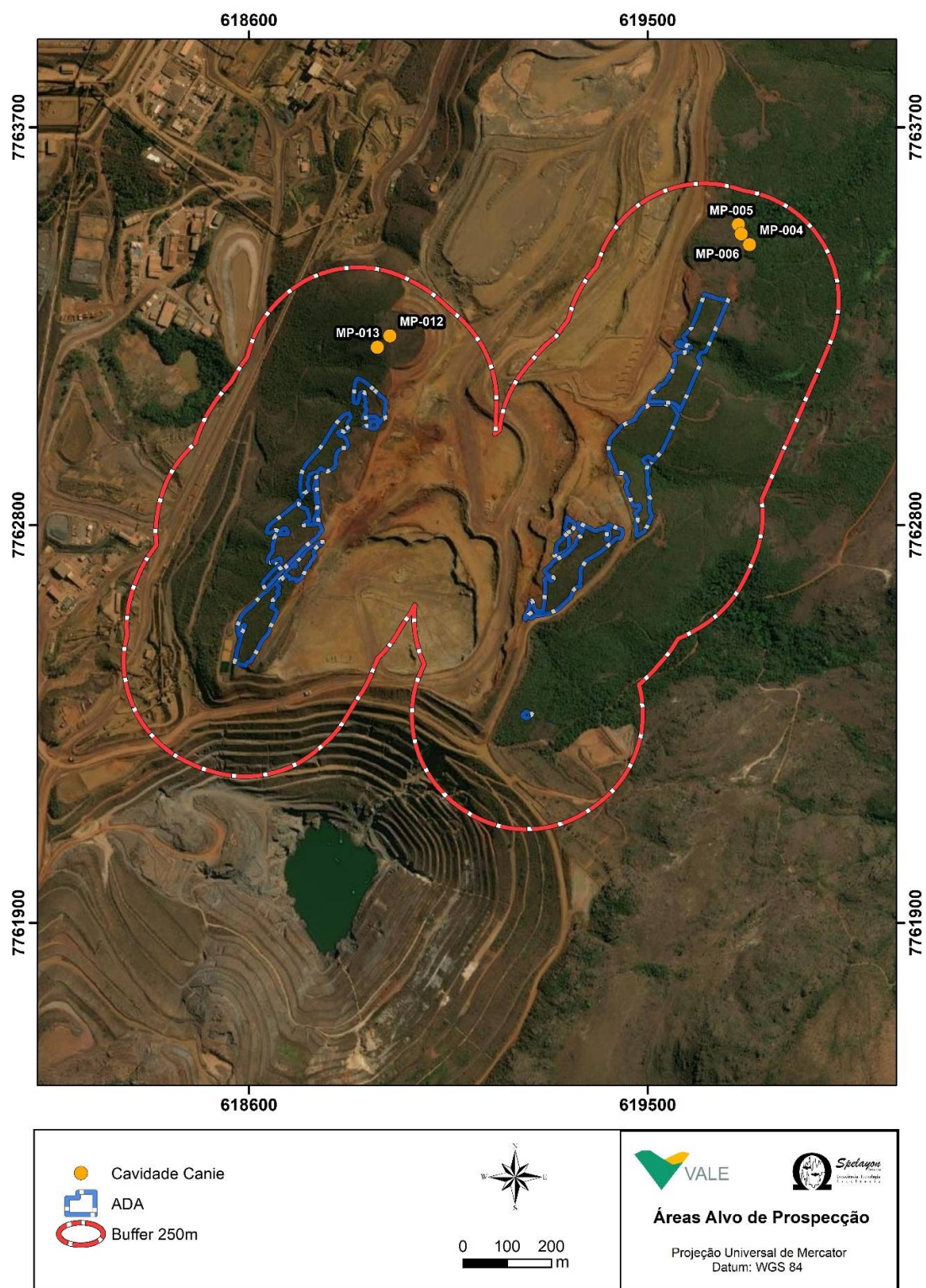


Figura 1: Área alvo de prospecção e estudos espeleológicos existentes (Mina do Pico - Vale).



## 1.1 Localização e Acessos

A área de estudo está inserida na Mina do Pico (Figura 2), que se encontra no município de Itabirito e integra mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. A Mina do Pico dista, aproximadamente, 50 quilômetros da capital mineira, sendo o trajeto feito através da rodovia BR-356 (Figura 3). O trecho final do deslocamento até a área de estudo é feito por vias internas da Mina do Pico.



Figura 2: Acesso por vias internas da Mina do Pico. Fonte: Google Earth.



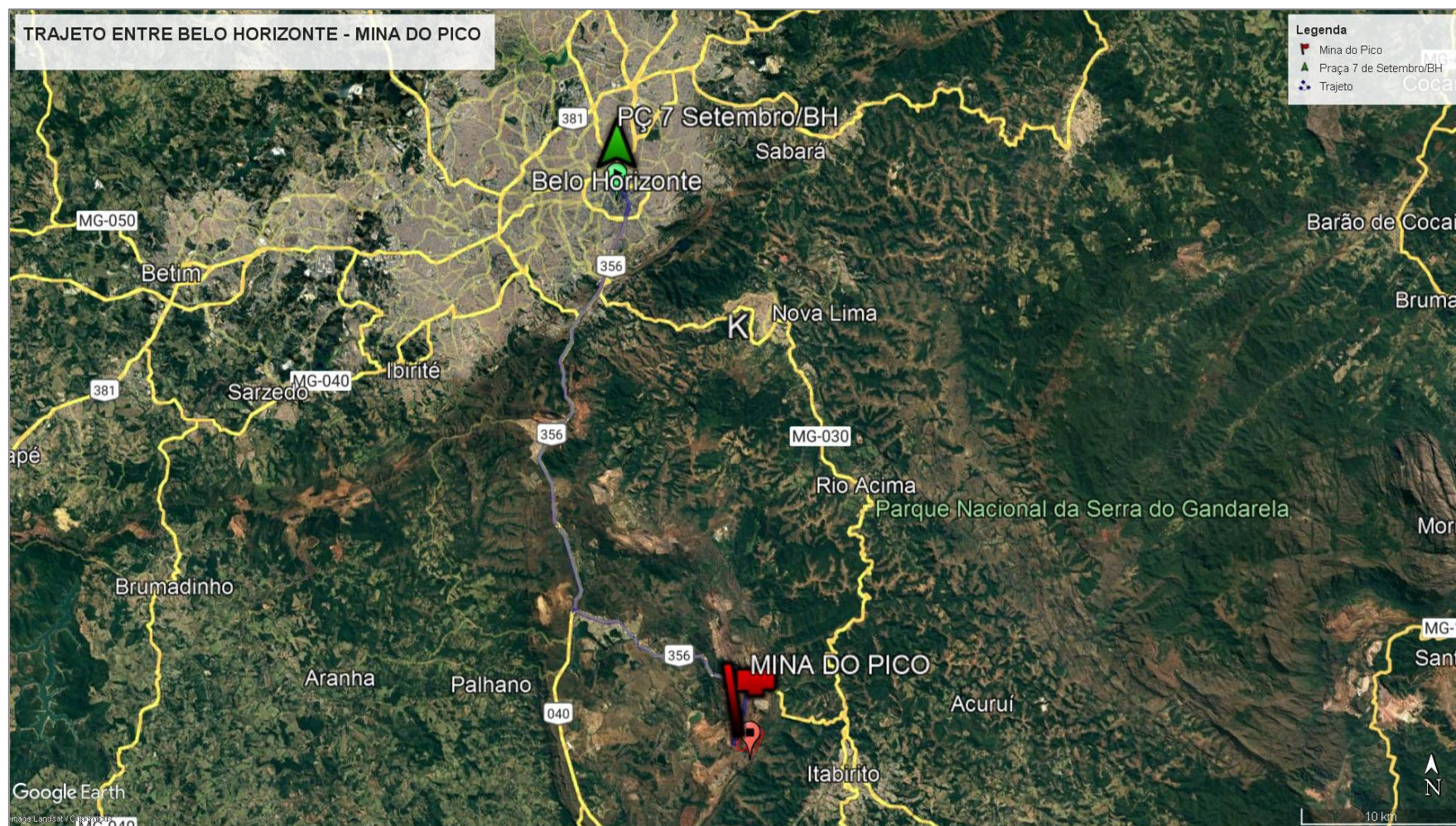


Figura 3: Trajeto até a área de estudo através da BR-356. Fonte: Google Earth.



## ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

### 2.1 Geologia

Conforme Amorim *et. al* (2020), no plano local, predomina na área de estudo o itabirito da Formação Cauê. Soma-se o mármore da Formação Gandarela (porção oeste), filito da Formação Batatal e quartzito e metaconglomerados da Formação Moeda, esses últimos na parte leste da área de estudo.

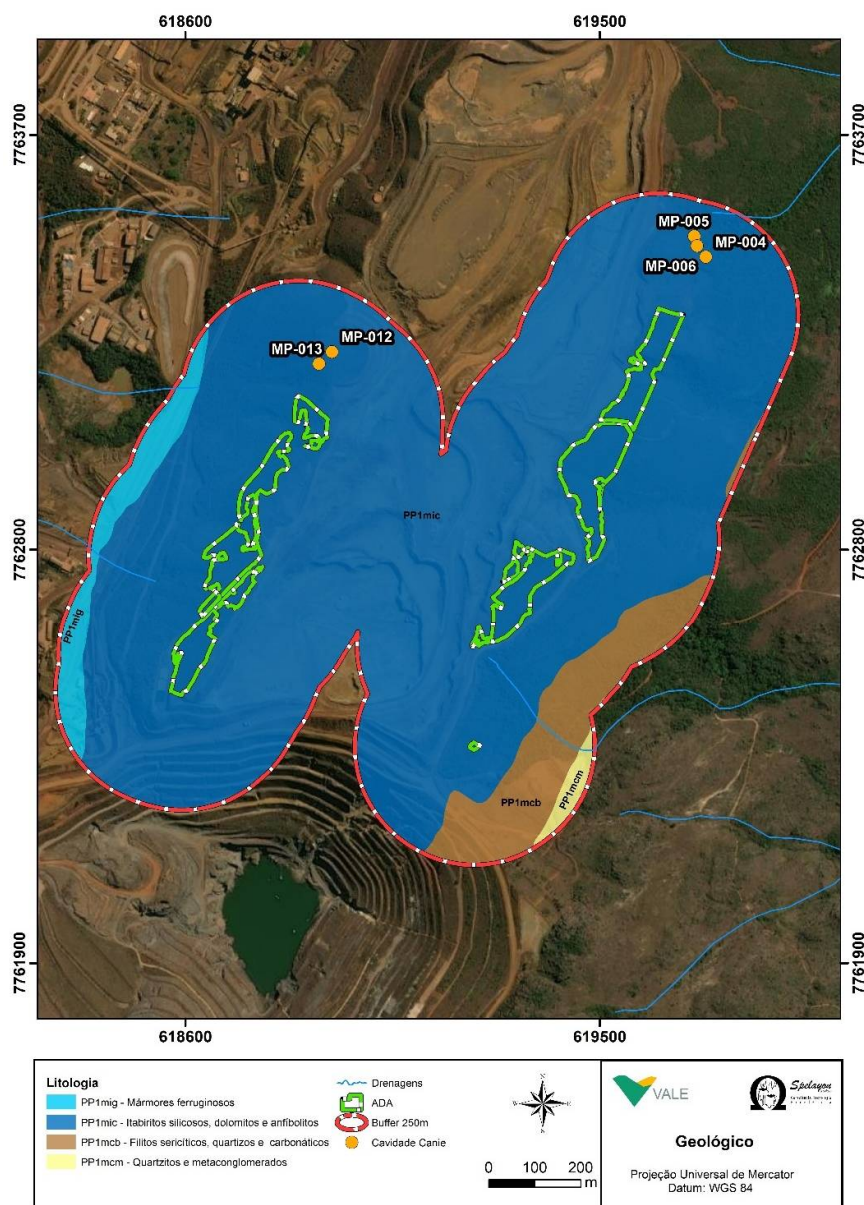


Figura 4: Mapa geológico da área de estudo.

## 2.2 Geomorfologia

De acordo com IDE-SISEMA (2021), a área de estudo se insere no domínio dos cinturões móveis Neoproterozóicos, apresenta modelado de dissecação estrutural que exhibe o Pico de Itabirito. A área de estudo se encontra encravada no meio de serras, citando-se, entre outras, Pracatu e Moeda (à oeste) e Capanema (à leste). A elevação local oscila entre 1300 e 1500 metros como mostra a

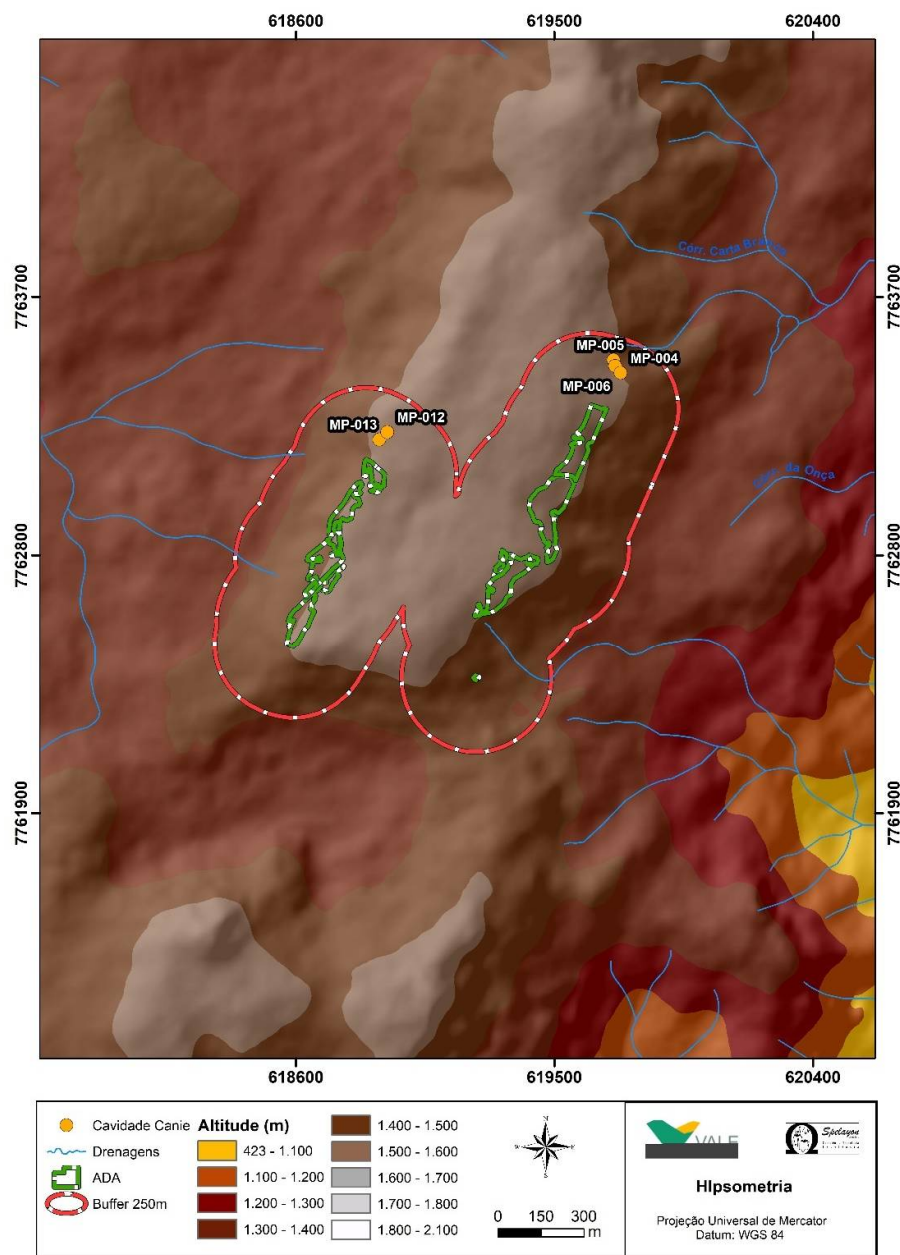


Figura 5.

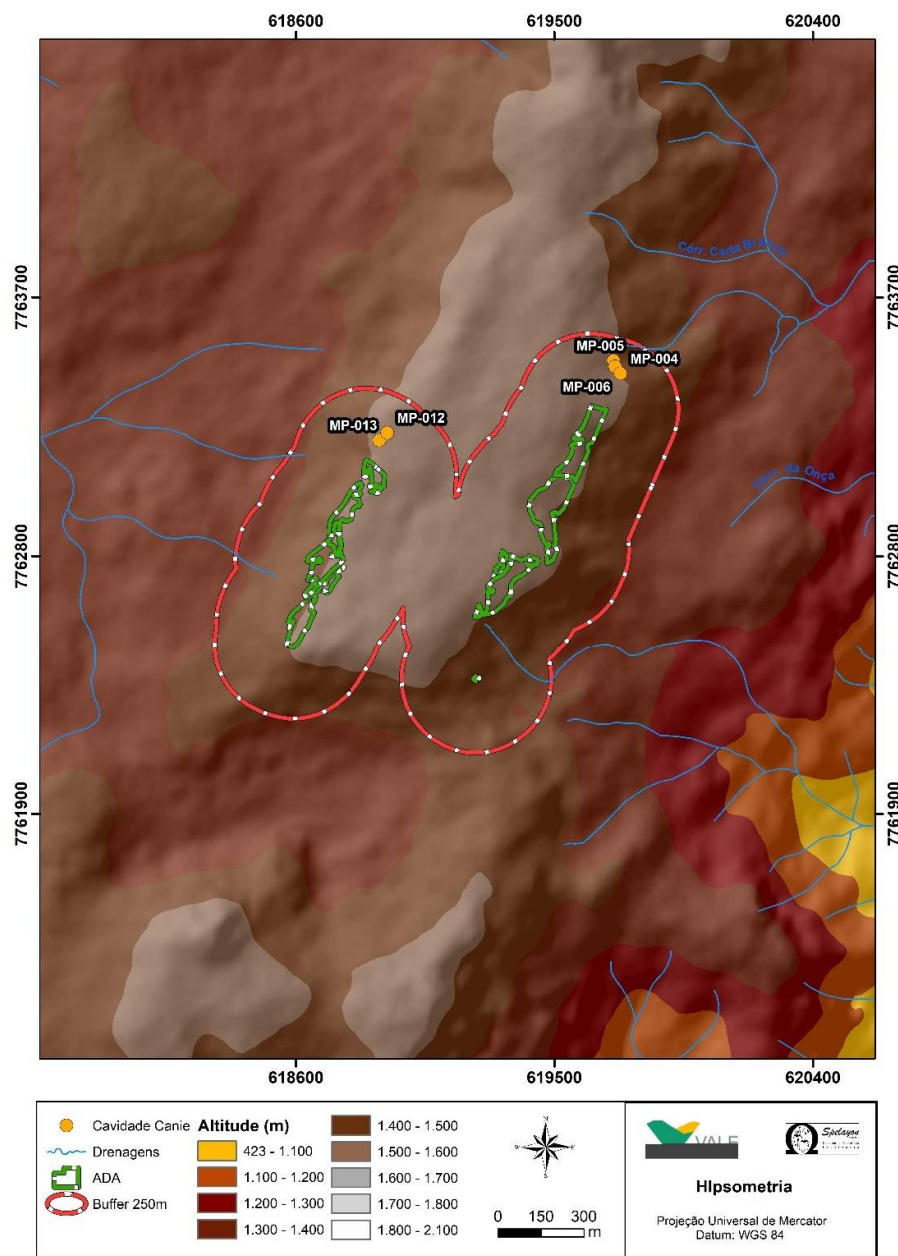


Figura 5: Mapa hipsométrico da área de estudo.

## 2.3 Hidrografia

A área de estudo se insere na bacia hidrográfica do Rio das Velhas e comporta afluentes dos da Onça, Cata Branca e Lagoinha. A Figura 6, a seguir mostra a rede de drenagens existente na área de estudo e entorno configurando a hidrografia local.



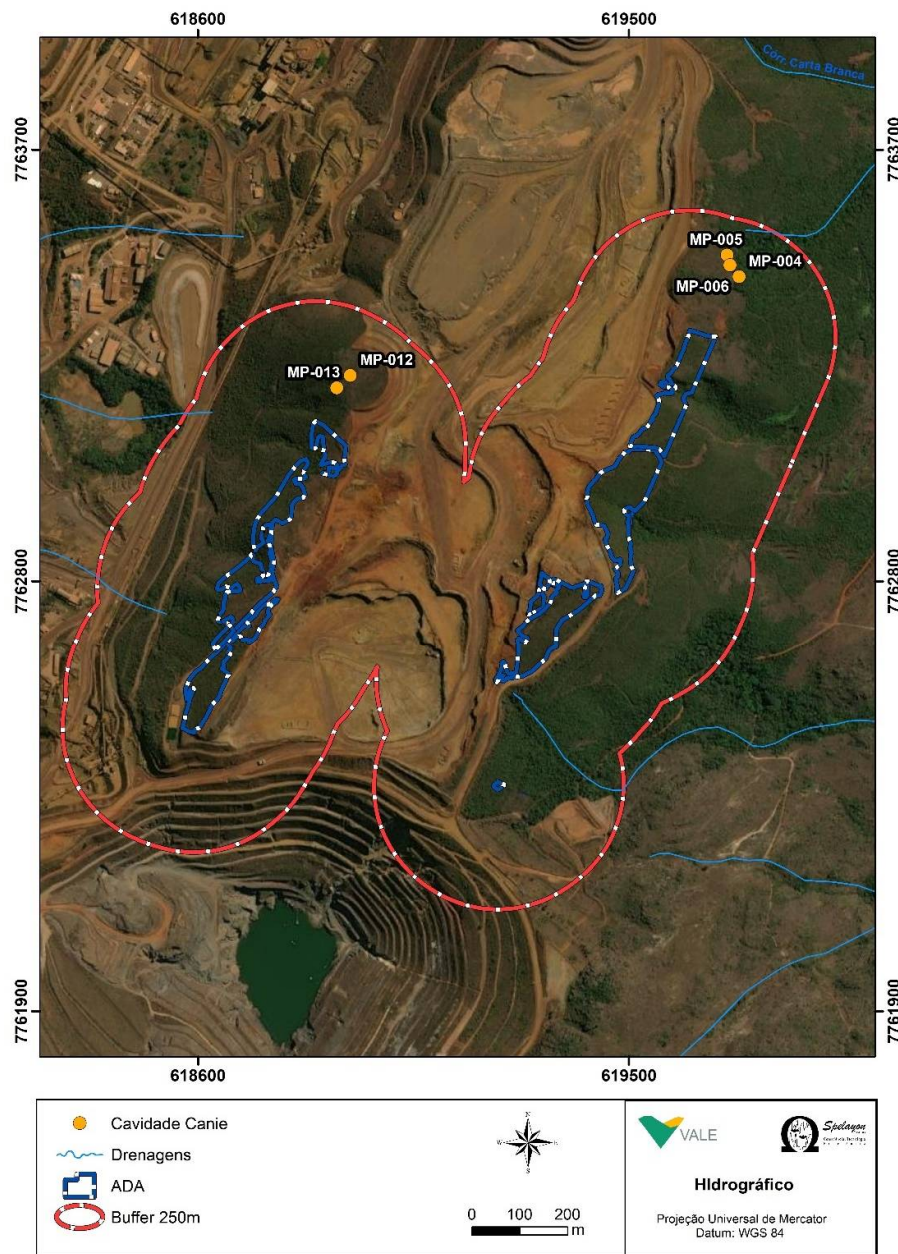


Figura 6: Hidrografia local.

## OBJETIVOS

A atividade alvo do presente trabalho tem como objetivo principal adensar a malha de caminhamento espeleológico pré-existente na área de estudo, visando identificar feições espeleológicas. Além disso, se buscará:

- Ω Avaliar o potencial espeleológico da área de estudo;
- Ω Identificar o patrimônio espeleológico existente na área de estudo;
- Ω Registrar e caracterizar preliminarmente feições espeleológicas;
- Ω Apresentação do mapa de potencial multicritério da área prospectada.

# METODOLOGIA

## 4.1 Levantamento Bibliográfico

O levantamento bibliográfico dos trabalhos já realizados na área de estudo contemplou estudos ambientais, pesquisas acadêmicas, publicações científicas e oficiais, englobando: CECAV (CANIE), SBE (CNC), etc.

## 4.2 Análise do Potencial

Visando identificar as classes de potencial espeleológico da área de estudo, foi seguido Jansen *et al.* (2012) e CECAV (2013). Com base na litologia, conforme Jansen *et al.* (2012), pode-se chegar a cinco graus de potencialidade de ocorrência de cavernas: *Muito Alto*, *Alto*, *Médio*, *Baixo* e *Ocorrência Improvável* (Quadro 1).

Quadro 1: Classificação litológica: grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil.

LITOTIPO	GRAU DE POTENCIALIDADE
Calcário, Dolomito, Evaporito, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	<b>Muito Alto</b>
Calcrete, Carbonatito, Mármore, Metacalcário e Marga.	<b>Alto</b>
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calci-silicática, Siltito e Xisto.	<b>Médio</b>
Demais litotipos (Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbitito, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfibolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros).	<b>Baixo</b>
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Demais sedimentos, Turfa e Tufo.	<b>Ocorrência Improvável</b>

Fonte: Jansen *et al.* (2012).

Para definir classes de potencial espeleológico coerentes com a área de estudo, utilizou-se bases de dados cujas as informações possuem bons níveis de detalhe. Assim sendo, a avaliação do potencial espeleológico teve como base o mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, na escala 1:150.000 do Projeto Quadrilátero Ferrífero 2050 (Castro *et al.*, 2020). Analisou-se, também, outros elementos fisiográficos tais como: geomorfologia, hidrografia, hipsometria, vegetação, imagem aérea e solo. Esta classificação de potencial (preliminar), precedeu a etapa de campo e teve o objetivo de orientar a estratégia de ataque na área a ser prospectada.

Após a etapa de campo, em que as características fisiográficas e o potencial espeleológico da área alvo da prospecção foram analisadas *in loco*, foi elaborado o mapa de potencial espeleológico multicritério. O mapa de potencial espeleológico multicritério se diferencia do preliminar por somar a esse último as evidências colhidas em campo, justificando, assim, malhas de caminhamentos mais abertas.

### 4.3 Definições para Classificação das Feições

Segundo a legislação, “Cavidade natural subterrânea é todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, fuma ou 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 sua formação tenha sido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante” (Resolução CONAMA nº 347/04, Decreto Federal nº 99.556/90 e Decreto Federal nº 6.640/08).

Cabe ressaltar a diferença existente entre caverna, abrigo e abismo (Figura 7).

- Ω **Abrigo:** a altura da entrada da cavidade é maior que o seu desenvolvimento linear.
- Ω **Caverna:** a altura da entrada é menor que o desenvolvimento linear da cavidade.
- Ω **Abismo:** o desenvolvimento da cavidade é predominantemente vertical.

Ainda, conforme a legislação, partindo desse entendimento, todos os outros termos são sinônimos, representando regionalismos (gruta, lapa, toca, fuma, gruna, etc.).

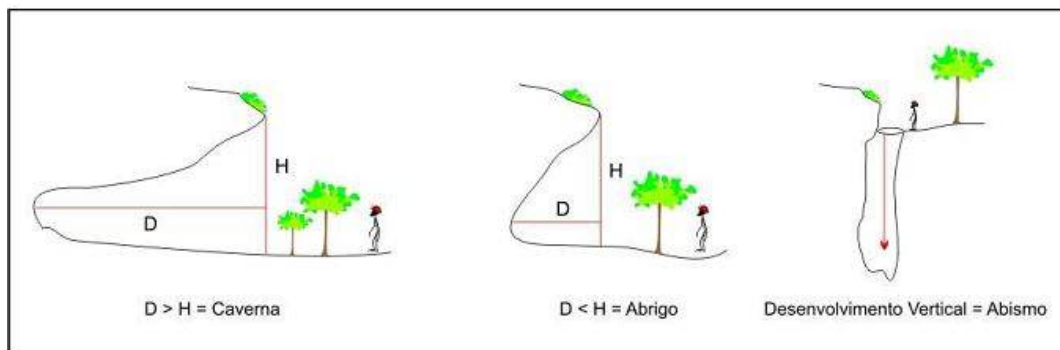


Figura 7: Diferença entre caverna, abrigo e abismo (fonte: CECV, 2012).





As feições cársticas são feições típicas de relevo, tais como cavidades naturais subterrâneas, abrigo, caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna, buraco, fenda, dolinas, uvalas, lapíás, reentrâncias, entre outras.

O critério inicial para reconhecimento de uma feição cárstica ou pseudocárstica como cavidade natural subterrânea consiste na verificação do fechamento de poligonal entre as paredes, piso e teto da feição (atributo espeleométrico).

Conforme art. 12 da Instrução Normativa nº 2, de 30 de agosto de 2017, (IN nº 2/2017) as cavidades naturais subterrâneas com menos de cinco metros de desenvolvimento linear serão classificadas com baixo grau de relevância, desde que demonstrada a inexistência de:

- Ω Zona afótica;
- Ω Destacada relevância histórico-cultural ou religiosa;
- Ω Presença de depósitos químicos, clásticos ou biogênicos de significativo valor científico, cênico ou ecológico; ou
- Ω Função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.

#### 4.4 Cadastramento das Feições Espeleológicas

As reentrâncias identificadas foram registradas e, preliminarmente, caracterizadas. Procedeu-se com a coleta da coordenada da entrada, descrição da feição, medição das dimensões do desenvolvimento, registro fotográfico, preenchimento da Ficha de Cadastro de Feição Espeleológica.

#### 4.5 Prospeção Espeleológica Convencional

O trabalho de campo foi realizado pela Spelayon Consultoria com uma equipe formada por três pessoas, sendo um Analista Ambiental e dois Auxiliares de Campo. A área onde foi realizada prospeção convencional é apresentada na Figura 8.

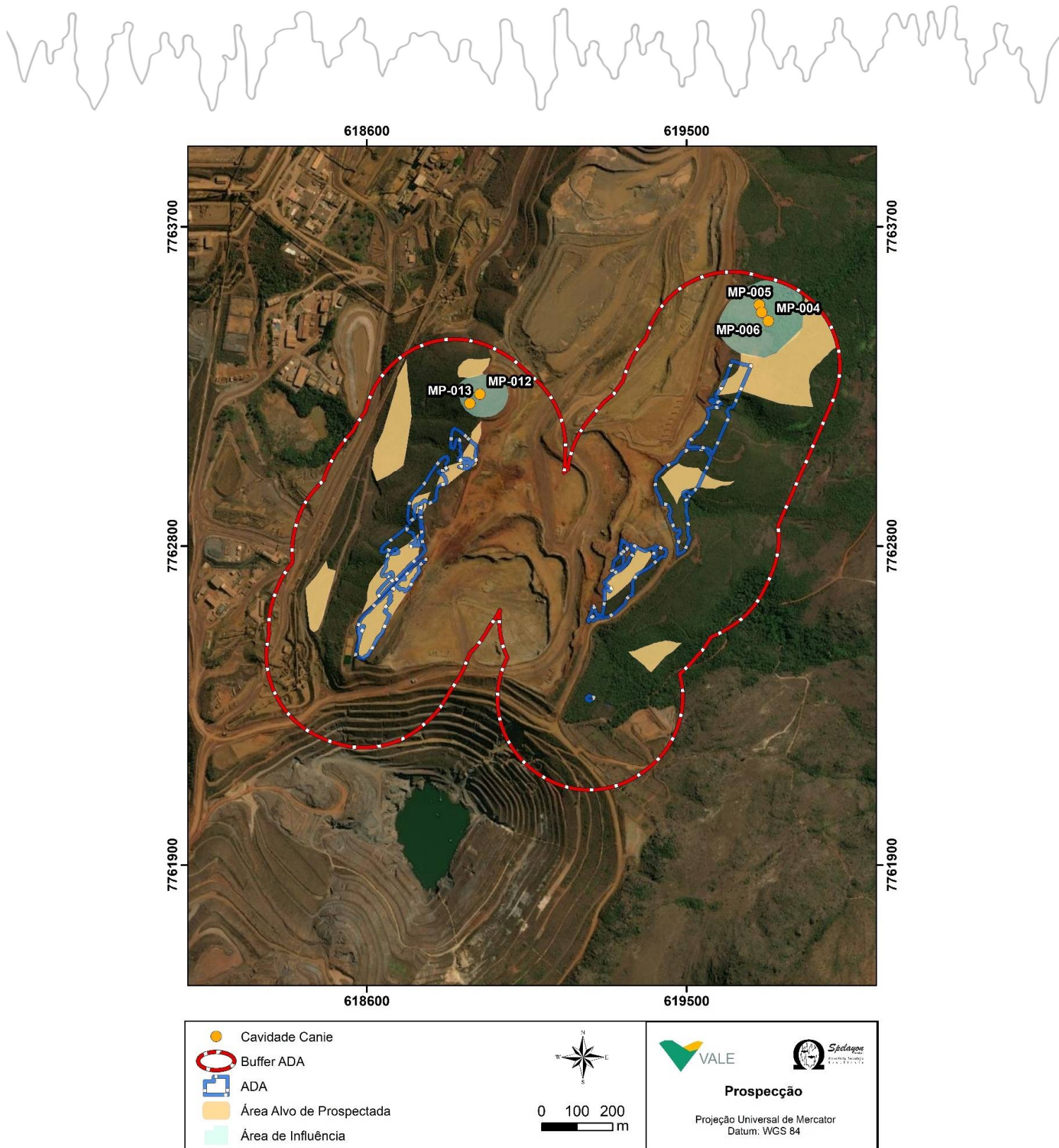



Figura 8: Área alvo de prospecção convencional.

Para a execução do levantamento utilizou-se mapas base, GPS (Garmin GPSMAP 62 S), câmera fotográfica digital, fichas (registro de pontos de controle e cadastro de feições espeleológicas), escala, trena a laser e bússola tipo Brunton.



Para o planejamento utilizou-se os seguintes *softwares*: GPS TrackMaker 13.8, *Google Earth* 6.1 e Arcgis 10.1. Diariamente planejou-se os caminhamentos a serem executados pela equipe no dia seguinte. O caminhamento foi traçado no software *Google Earth*, exportado para o GPS TrackMaker e, por fim, transferido para o GPS utilizado em campo.

Para a coleta dos dados em campo utilizou-se o Datum WGS 84, sendo as coordenadas em UTM 23K.


Aliado a este procedimento, a utilizou-se imagem de satélite da área para:

- Ω Verificar possíveis acessos por trilhas ou estradas;
- Ω Selecionar áreas de interesse (ex. drenagem, escarpa, quebra de relevo, regiões encobertas pela vegetação, etc);
- Ω Prever distâncias e desníveis dos caminhamentos planejados, a fim de minimizar os riscos inerentes a esse trabalho;
- Ω Permitir a discussão prévia sobre as possíveis dificuldades a serem encontradas e sobre o potencial espeleológico de cada área.

Diariamente, os dados do GPS foram descarregados pelo software GPS TrackMaker e analisados com o auxílio do *Google Earth* para verificar, conforme o grau de potencial espeleológico, as áreas cobertas pelos caminhamentos. Com isso, buscou-se planejar assertivamente os caminhamentos para os dias posteriores e gerar uma malha de caminhada coerente com o grau de potencial espeleológico de cada polígono.

O caminhamento foi mais detalhado (intensivo) em áreas onde a litologia ou os padrões morfológicos do relevo (afloramentos, quebras de relevo, drenagens, discontinuidades, abatimentos, entradas das cavidades, etc.) apresentaram maior potencial espeleológico. Em áreas onde a litologia, os padrões morfológicos do relevo e as características apresentaram baixo potencial de ocorrência de cavidades e amplo alcance de visão (clareiras na mata, altamente antropizadas, etc.) o caminhamento da prospecção foi, relativamente, realizado de forma mais extensiva (malhas mais espaçadas).

Realizou-se o registro fotográfico com descrição de cada ponto marcado com suas devidas coordenadas.



#### 4.6 Prospecção remota por RPA

Em complemento às atividades de prospecção tradicional realizadas na Mina do Pico, foram determinadas três áreas cujas declividades apresentam-se muito acentuadas (maiores que  $65^\circ$ ) para caminhamentos em solo. Nas áreas de declividade acentuada optou-se pela prospecção espeleológica através de sobrevoo com RPA (Aeronave Remotamente Pilotada – Drone). O intuito é a minimização à exposição ao risco, medida cada vez mais presente nas atividades de campo da Vale.

A elevação local oscila entre 1300 e 1500 metros, e a declividade varia de 0% a 78,5% como pode ser observado na Figura 9.



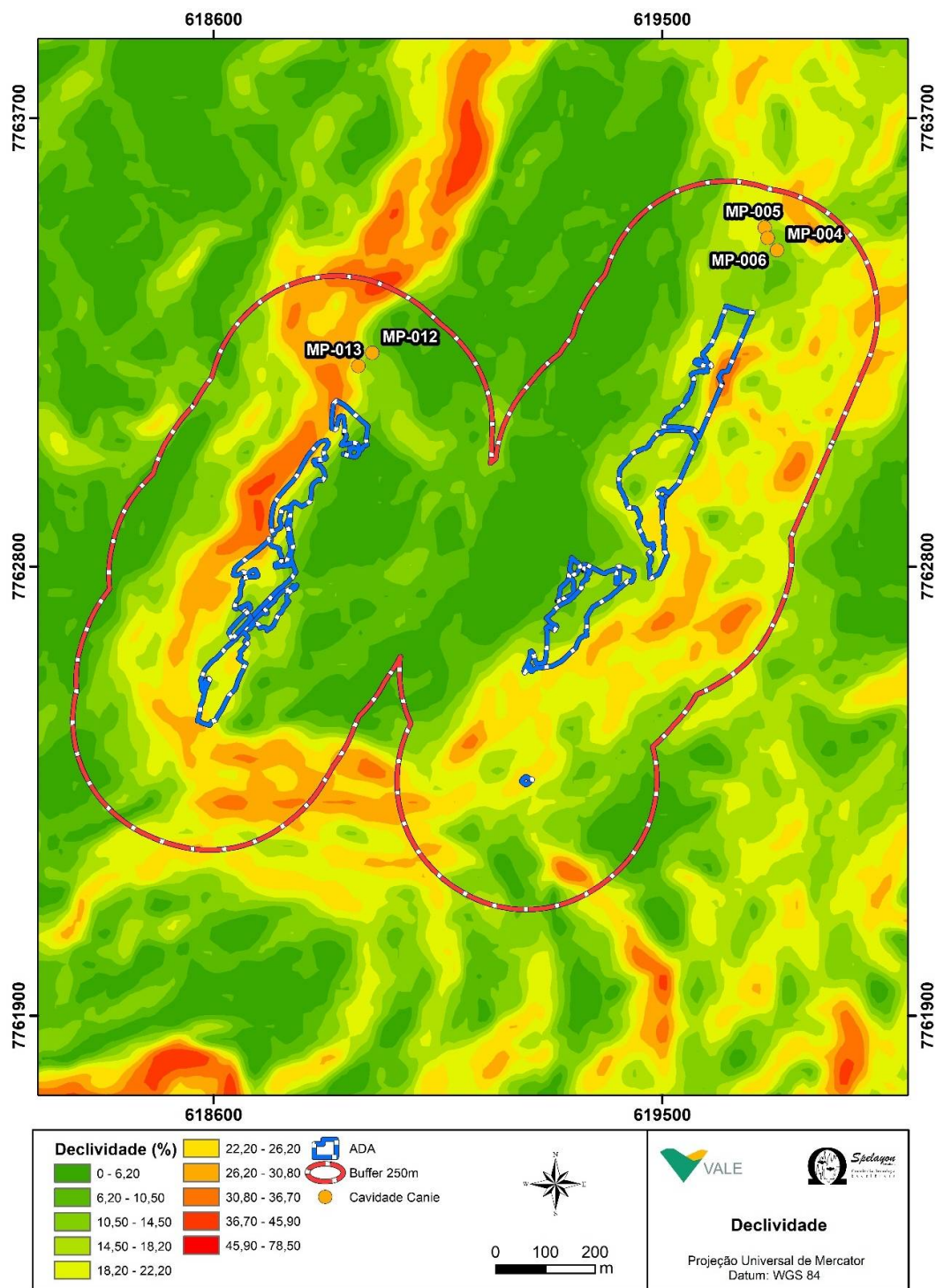


Figura 9: Mapa de declividade da área de estudo.

Para as áreas com declividade superior a 65% foi programada a delimitação dos polígonos de voo, os pontos de aerofotografias e rotas de filmagens, afim de evidenciar as áreas de maior potencial, tais como quebras abruptas no relevo. A Figura 10 apresenta as áreas onde foi utilizado sobrevoo com RPA.

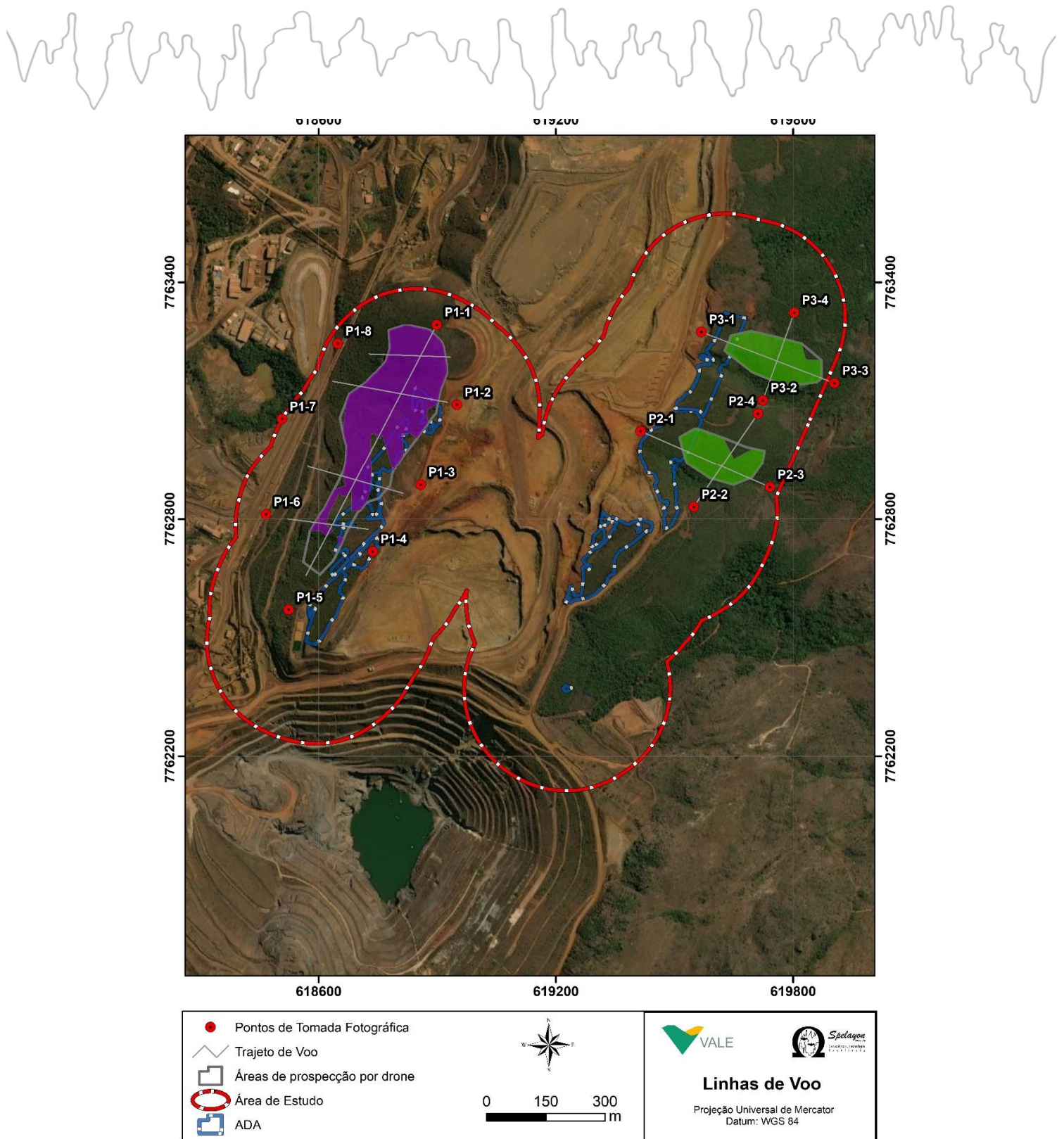



Figura 10: Planejamento das linhas de voo e pontos de tomadas fotográficas sobre imagem de satélite do Google Earth.

Para o imageamento aéreo, foi utilizado um RPAS (sigla de *remotely piloted aircraft systems*), popularmente conhecido por drone.

O uso de RPAS tem sido bastante utilizado em estudos ambientais e vem se consolidando como ferramenta essencial em diversos setores e cada vez mais



aplicado para a mineração, devido a sua pluralidade de levantamentos de dados e pela qualidade das imagens.

Foram feitas imagens oblíquas com o uso do RPAS em pontos específicos da área da Mina do Pico, da Vale S. A. durante revisitação no dia 24/03/2022, com base no planejamento conforme apresentado na Figura 10.

Primeiramente, em fase de planejamento no escritório, foram obtidas as licenças e documentações necessárias junto a ANAC, DECEA e SARPAS para sobrevoo na área de estudo. A documentação completa para autorização de voo encontra-se no Anexo 03 e refere-se à:

- Certidão de Cadastro do drone no SISANT (ANAC)
- Código de cadastro do Operador de RPA no SARPAS.
- Protocolo de cadastro do voo no SARPAS.
- Selo de homologação ANATEL.
- Apólice de seguro ou o certificado de seguro (com comprovante de pagamento).
- Risco operacional.

O manual de voo do equipamento, foi portado em via digital no I-Pad e no *smartfone* devido ao volume de páginas e a facilitação da sua consulta pelos aparelhos.

Além da documentação necessária aos procedimentos legais, foram elaborados 3 planos de voo para cobertura da área de interesse, abrangendo linhas de voo referentes a filmagens e pontos de tomadas fotográficas utilizando o programa *Litche* como pode ser observado na Figura 11.



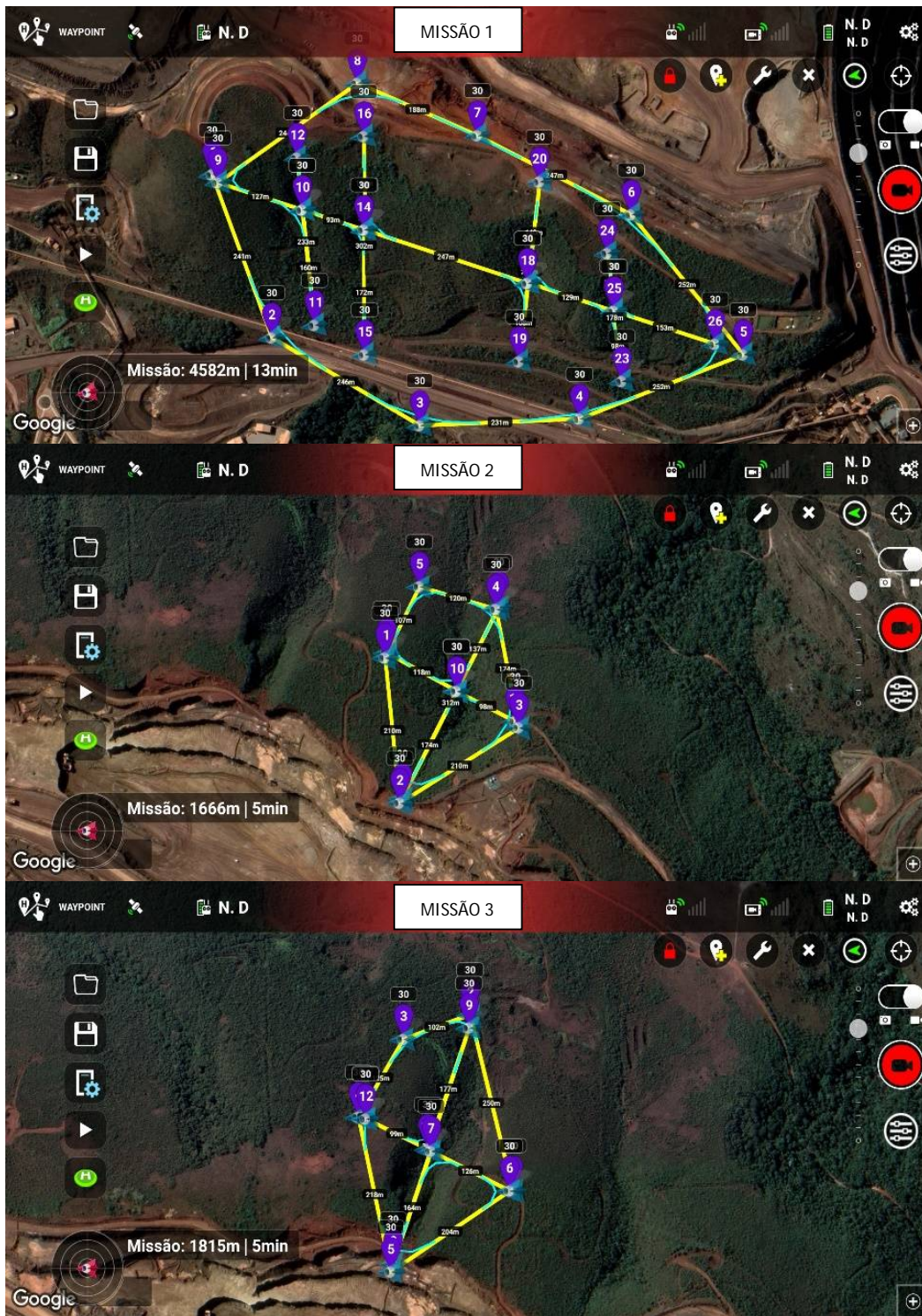



Figura 11: Planejamento dos 3 voos para cobertura da área de interesse com a utilização do software *Litchi*. As linhas em amarelo correspondem às filmagens e os pontos em azul correspondem às tomadas fotográficas.





Posteriormente às atividades de campo, em gabinete, foram tratados os dados obtidos através das imagens captadas por vídeos e fotos e selecionados pontos de maior potencial para ocorrência de novas cavidades na área da Mina do Pico.



Figura 12: Equipe responsável pelos registros com RPA na Mina do Pico.


## 4.7 Elaboração do Relatório Final

Após as atividades de campo, os dados coletados foram tratados de modo a permitir a elaboração de um mapa de caminhamento, definição do potencial espeleológico final (multicritério) da área em escala apropriada, bem como a identificação dos pontos com afloramentos de rocha, drenagens, vegetação, vista panorâmica da área, condições inseguras, entre outros.

Por fim, foi elaborado o relatório contendo a descrição dos pontos de controle e a caracterização do potencial local da área de pesquisa bem como os métodos utilizados na etapa de campo.

## 4.8 Tempo e Equipe Empregados no Caminhamento

O desenvolvimento do trabalho de caminhamento na prospecção contou com 03 (três) pessoas, de modo a compor uma equipe de campo especializada em prospecção espeleológica, e foram realizados 04 dias efetivos de caminhamentos em



campo. As atividades de prospecção remota com auxílio de RPA (Drone), foram realizadas por equipe de 03 (três) pessoas com acompanhamento de 02 fiscais da Vale, compondo equipe de campo especializada e foi realizado 01 dia efetivo de caminhamento em campo (Quadro 2).

Quadro 2: Tempo empregado no trabalho.

Dias de Campo	Dias Efetivos em Campo	Atividade Realizada
22 à 25/03/2022	04	Prospecção convencional
24/03/2022	01	Prospecção remota



## RESULTADOS

Como resultado foram identificadas quatro reentrâncias na faixa de entorno de 250 metros da ADA.

### 5.1 Levantamento de Dados Existentes na Área

Embora os polígonos objeto deste adensamento de prospecção espeleológica não tivessem cavidades pré-cadastradas, no banco de dados do CECAV (CANIE) há o registro de cinco cavernas já conhecidas, todas relacionadas a estudos espeleológicos pretéritos e todas localizadas no *Buffer* de 250 m da ADA

Nesta região do Quadrilátero Ferrífero várias cavidades já são conhecidas e, espacialmente, se distribuem ao longo dos lineamentos estruturais, conforme mostrado a Figura 13.

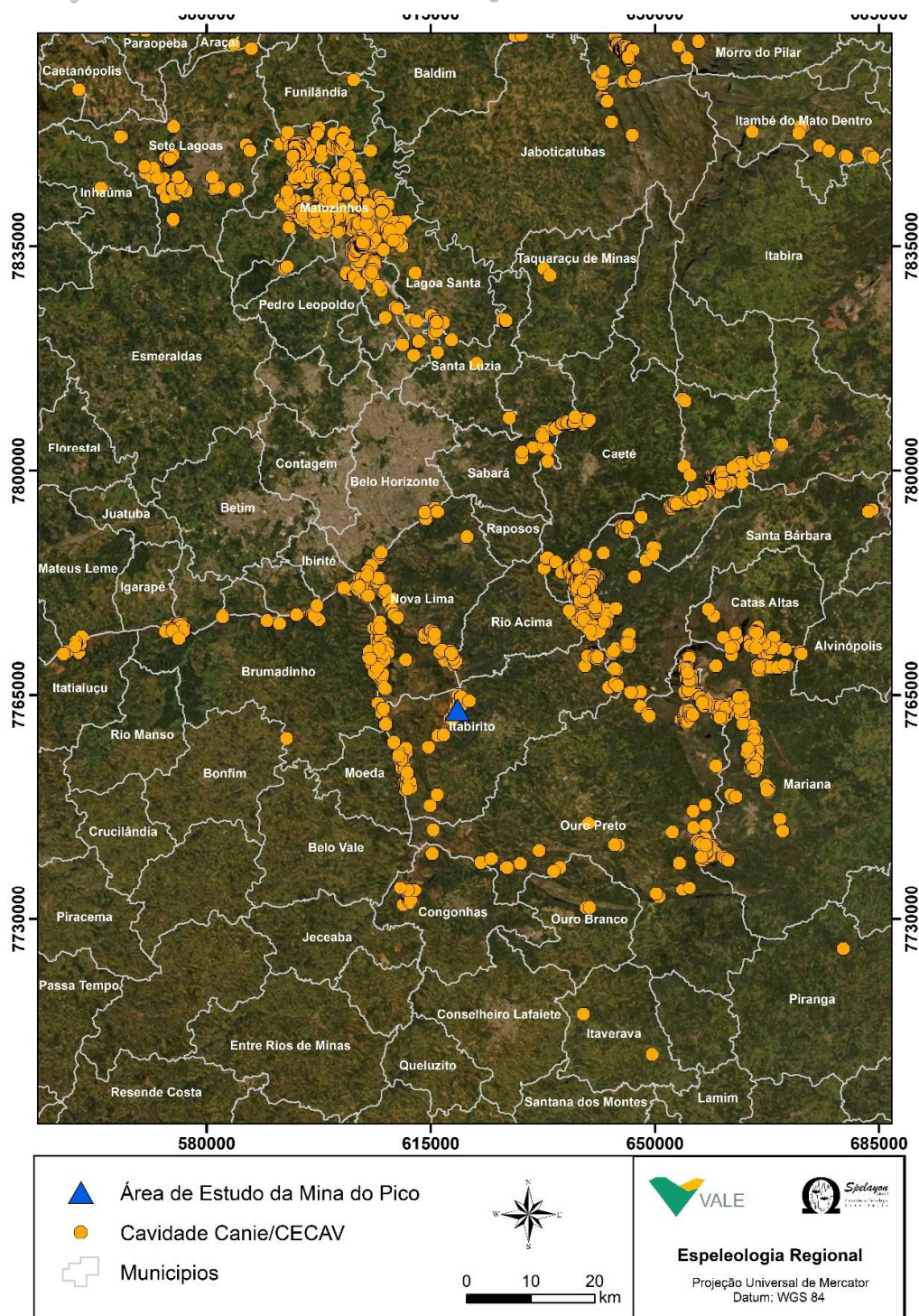


Figura 13: Mapa de espeleologia regional.

## 5.2 Potencial Espeleológico

A área alvo da presente prospecção espeleológica é de 11,6 hectares, sendo 8,07 hectares no entorno e 3,5 hectares na ADA, pois parte da área já foi prospectada, conforme os dados repassados pela Vale.



Para CECAV, a área prospectada é coberta, quase por completo, pelo potencial espeleológico classificado como Muito Alto, exceção de pequeno trecho a sudeste, que é considerado de Alto Potencial (Figura 14).

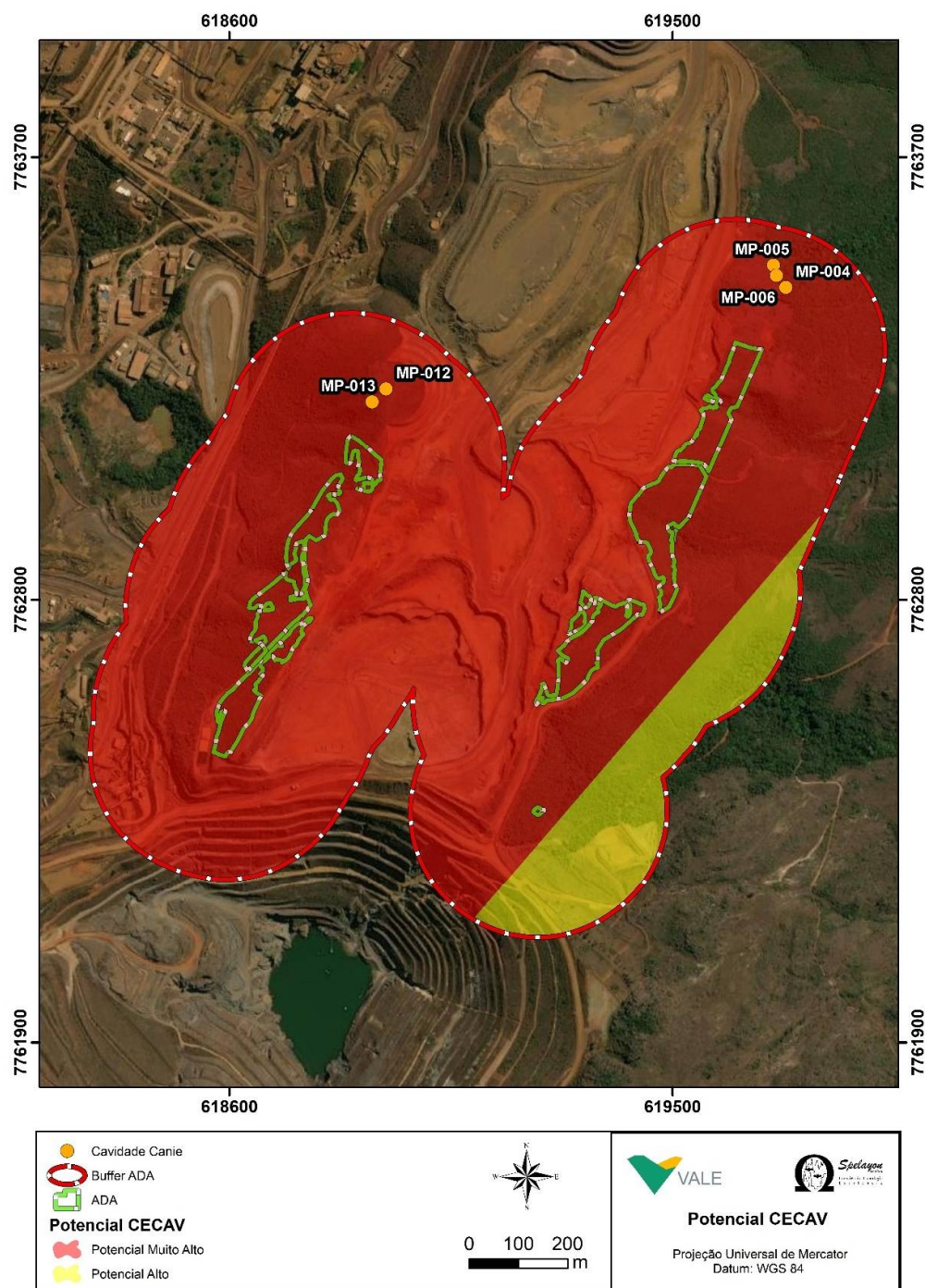


Figura 14: Mapa de potencial espeleológico baseado nos dados do CECAV.

Lançando mão de estudo com melhor escala de análise e mais atualizado (Castro *et al.*, 2020) do que o utilizado por CECAV, mantendo a mesma metodologia utilizada,

verifica-se (Figura 15) que a área objeto do presente levantamento está, quase que inteiramente, inserida em litotipo cujo potencial de ocorrência de cavidades é classificado como Muito Alto (itabirito) e, no Sudeste, pequena porção em Médio (filito).

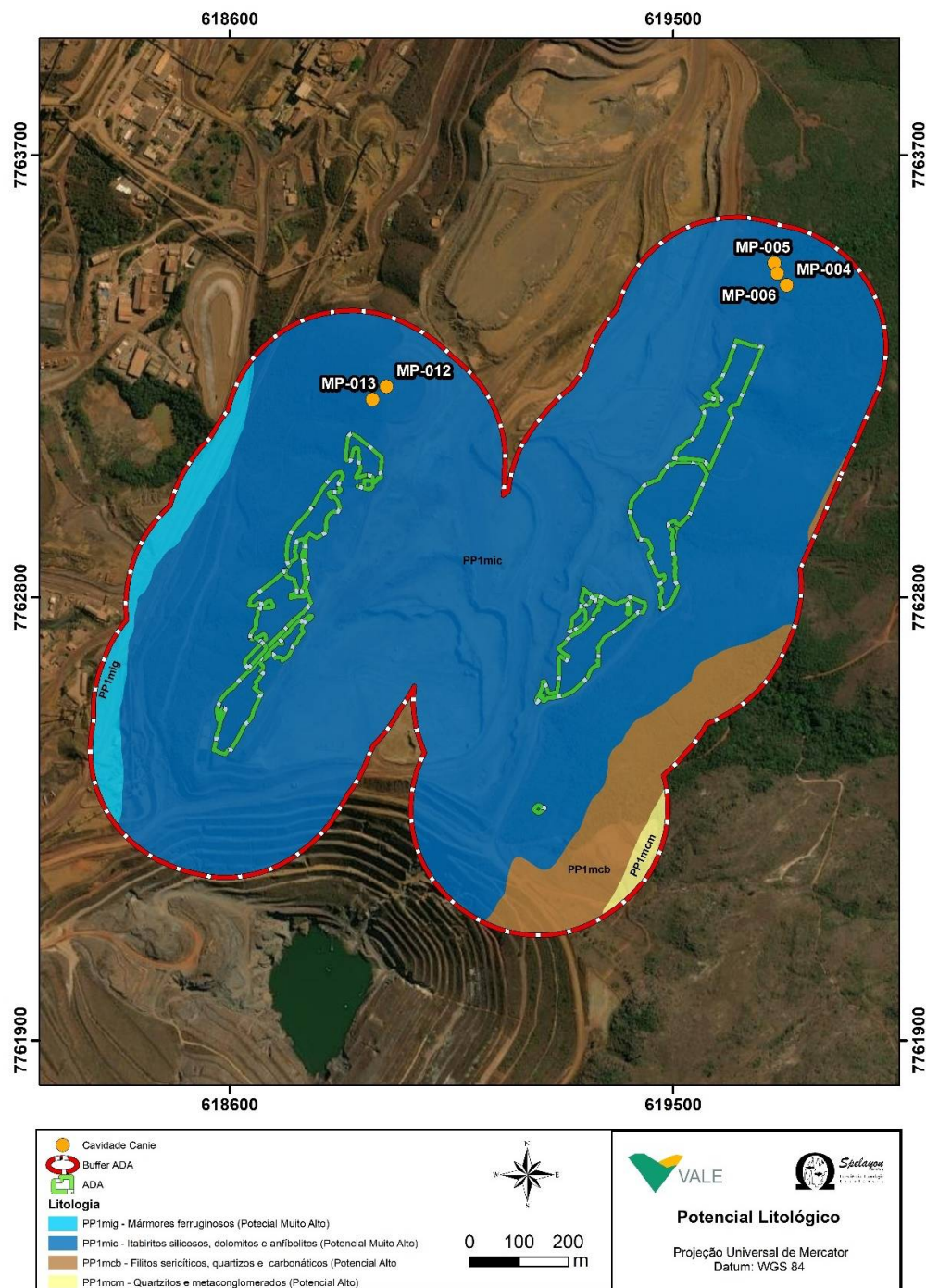


Figura 15: Mapa de potencial espeleológico baseado na litologia.



### 5.3 Área de Estudo e Percurso Caminhado (Prospecção Convencional)

A prospecção espeleológica convencional percorreu 20,48 km de caminhamento (adensamento + caminhamentos anteriores) nesta área de estudo que possui 146,35 hectares. O Quadro 3 e a Figura 16 apresentam os dados da área e percurso caminhado.

Quadro 3: Dados da Área de Estudo e percurso caminhado (prospecção convencional).

Área de Estudo	146,35 hectares
Percurso caminhado na área de estudo	20,48 km



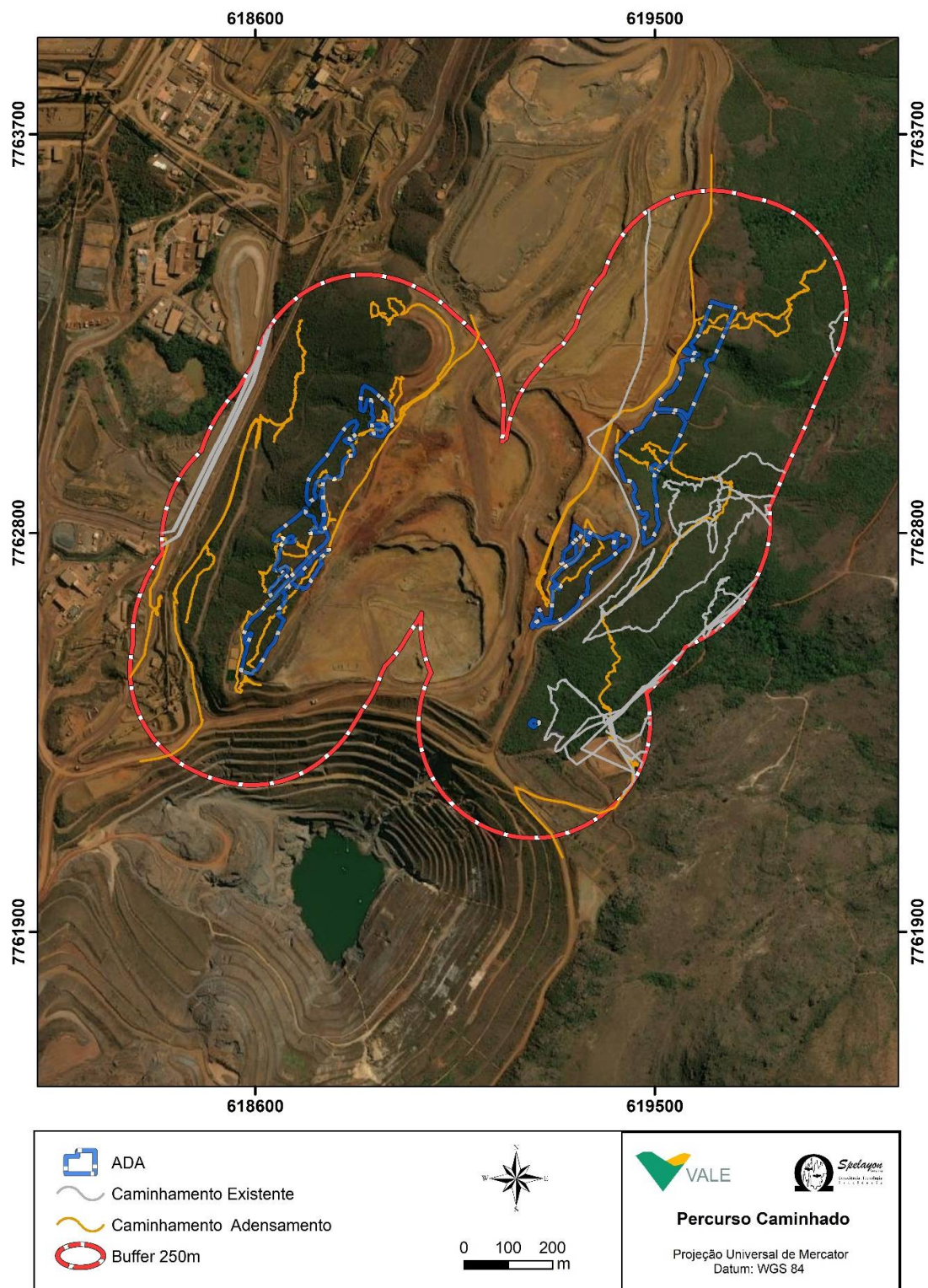



Figura 16: Área de Estudo e percurso caminhado.





## 5.4 Densidade da Malha de Caminhamento e Percentual Prospectado (prospecção convencional)

Na ADA alvo desta prospecção espeleológica convencional foram percorridos 1,3 km de linhas de caminhamento, gerando uma densidade da malha de caminhamento de 15,53 km/km<sup>2</sup>. Já na faixa de entorno de 250 metros objeto desta prospecção espeleológica convencional foram percorridos 19,18 km de linhas de caminhamento, gerando uma densidade da malha de caminhamento de 13,90 km/km<sup>2</sup>.

O Quadro 4 e a Figura 17 apresentam os dados da densidade da malha de caminhamento.

Quadro 4: Densidade da malha de caminhamento (prospecção convencional).

ÁREA	PERCURSO CAMINHADO	DIMENSÃO DA ÁREA	DENSIDADE DA MALHA DE CAMINHAMENTO km/km <sup>2</sup>
ADA	1,3 km	8,37 ha	15,53 Km/km <sup>2</sup>
Faixa de Entorno	19,18 km	137,98 ha	13,90 km/km <sup>2</sup>

Para o cálculo do percentual da área atingida pela prospecção, foi considerado um *buffer* de 50 metros nas linhas de caminhamento, com isso, na ADA atingiu-se 6,75 hectares, resultando em um percentual atingido de 80,65%. E na faixa de entorno atingiu-se 78,78 hectares resultando em um percentual atingido de 53,57%.

A Figura 18 apresenta os dados referentes ao percentual atingido na prospecção.

Os valores para a Faixa de Entorno ficaram mais baixos por ter sido considerada a área como um todo. Se desconsiderar a área antropizada presente na Faixa de Entorno, tem-se uma área de 59,14 ha sem impactos. Nesta área foram percorridos 13,59 km, gerando uma densidade de caminhamento de 22,98 km/km<sup>2</sup>. Considerando um *buffer* de 50 metros nas linhas de caminhamentos, temos uma área coberta de 42,49 ha, atingindo um percentual de 71,85 ha.

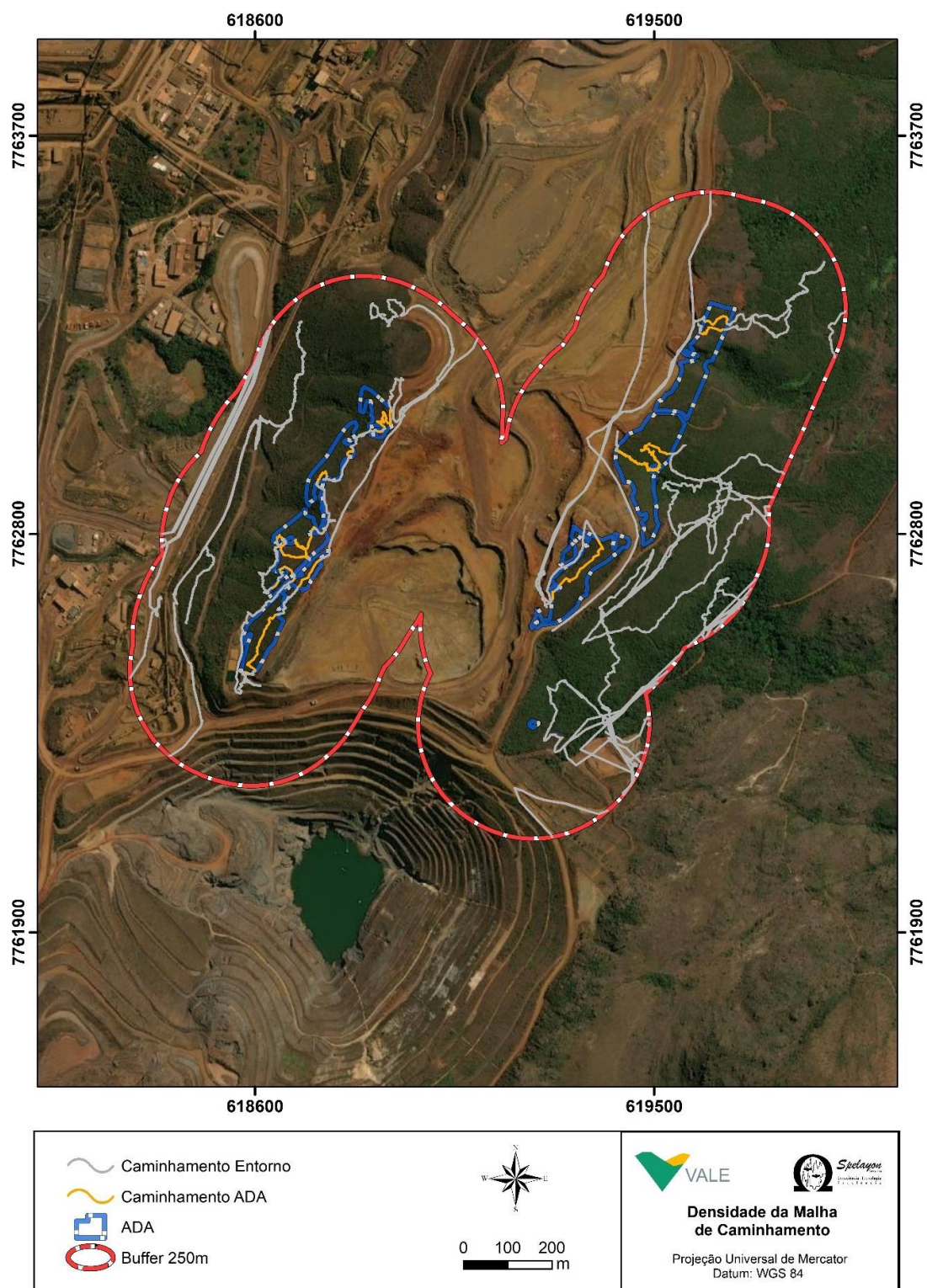


Figura 17: Densidade da Malha de Caminhamento.



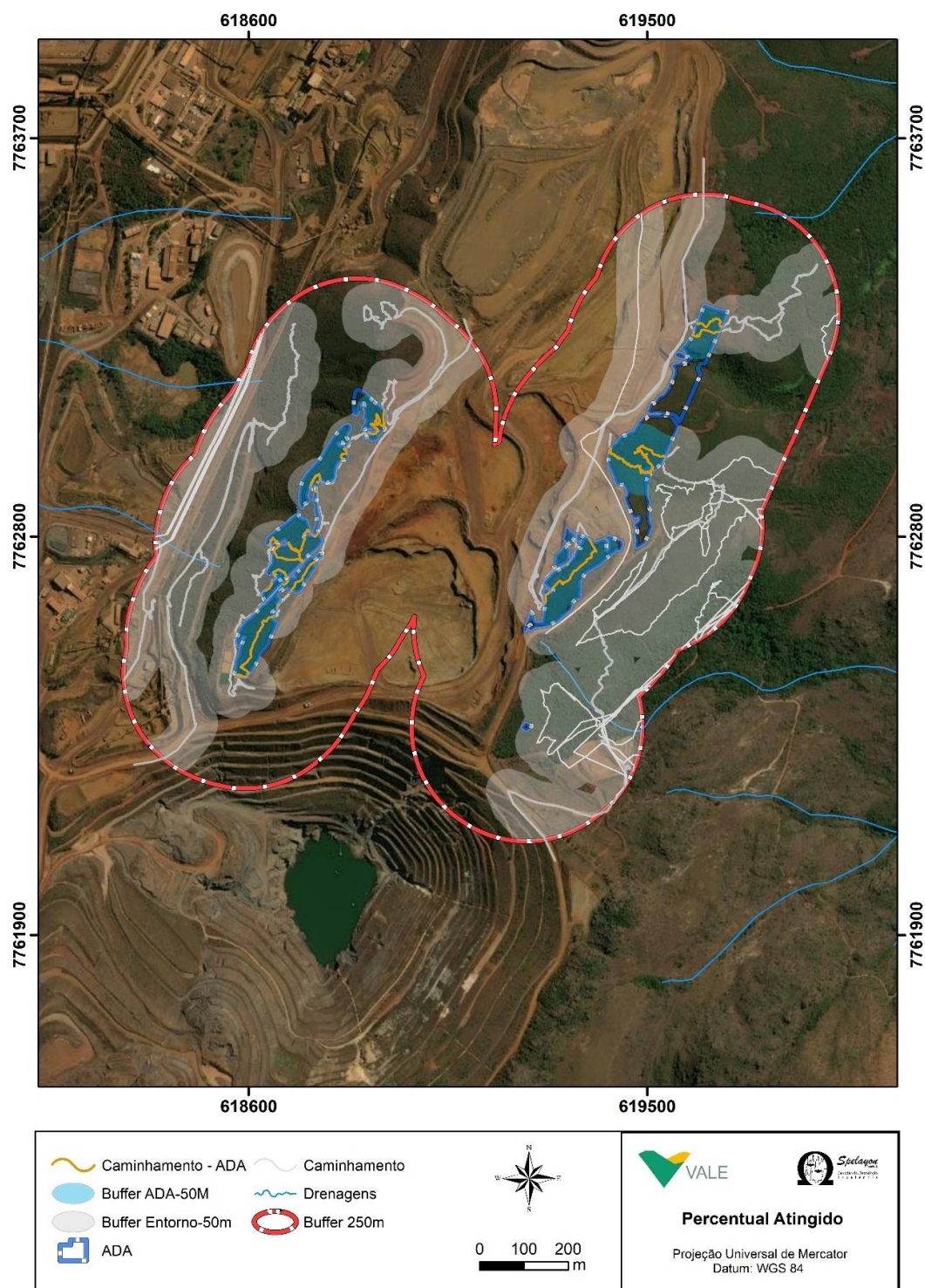


Figura 18: Percentual atingido na área de estudo.



## 5.5 Coordenadas e Descrição dos Pontos de Controle do Caminhamento

Os pontos de controle marcados ao longo da prospecção espeleológica tiveram como finalidade auxiliar a caracterização do potencial espeleológico e das formações rochosas da área, além de auxiliar na demarcação da malha de caminhada.

Ao final do trabalho de prospecção foram marcados 19 (dezenove) pontos de controle, e cadastradas 4 (quatro) feições espeleológicas.

O Quadro 5 apresenta as informações dos pontos de controle registrados durante o caminhada.

A Figura 19 apresenta um mapa geral da área com os pontos de controle do caminhada marcados na área.



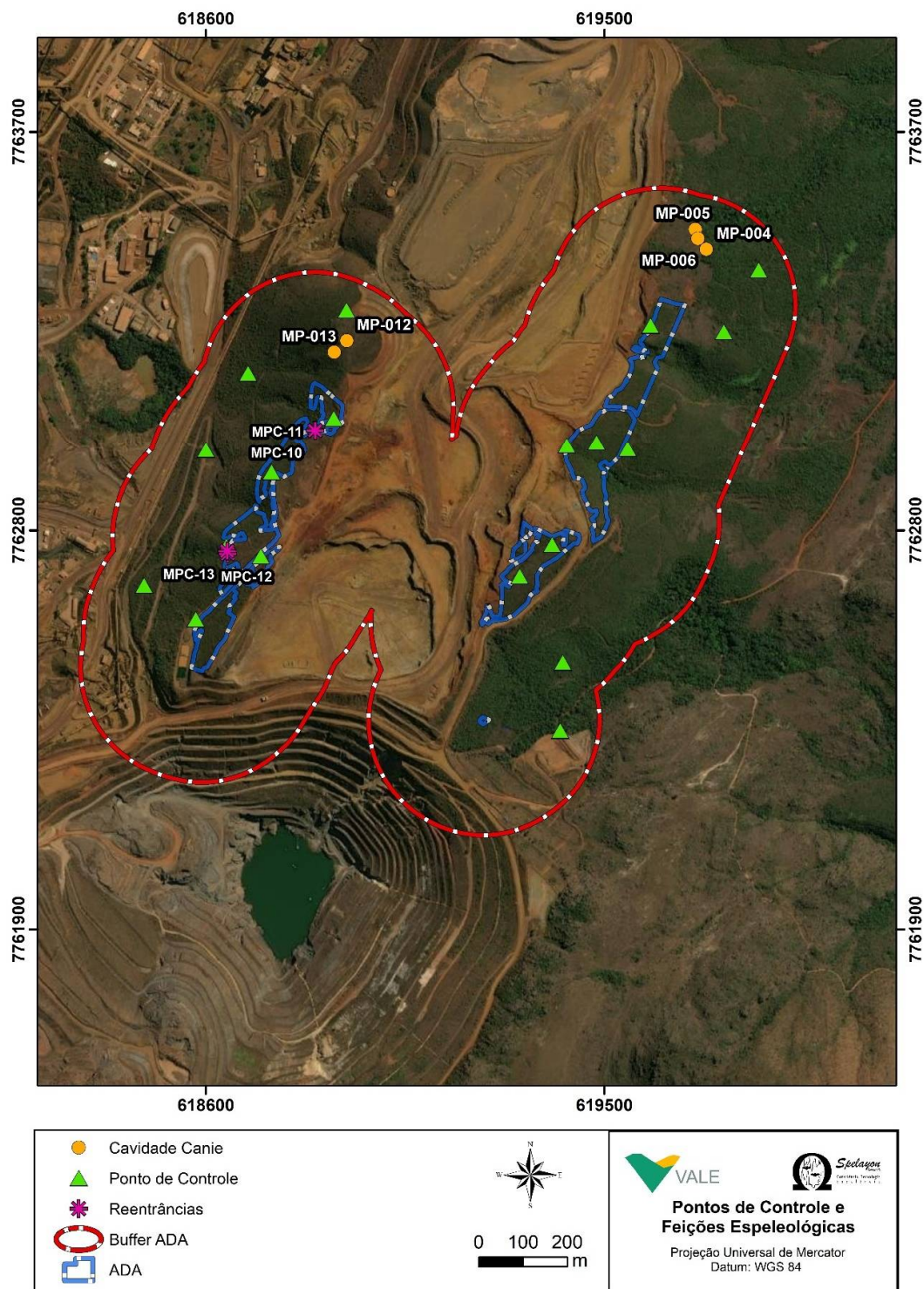


Figura 19: Pontos de controle marcados na área de estudo.

Quadro 5: Dados dos pontos de controle marcados durante o caminhamento. Dados em SIRGAS2000 UTM 23K.

N	Ponto de Controle	UTM E	UTM N	UTM Z	Datum	Zona	Erro	Satélite	Potencial Espeleológico	Litologia	Geomorfologia	Hidrologia	Vegetação	Campo Visual	Data Campo	Descrição do Ponto
1	MPC-01	619604	7763263	1496	SIRGAS2000	23K	3	8	Muito Alto	Itabirito	Topo	Ausente	Cerrado	Bom	22/03/22	Vista da área de estudo a partir do topo da vertente (limite mata/cava) . Relevo de dissecação com vertente fortemente inclinada.
2	MPC-02	619770	7763249	1447	SIRGAS2000	23K	2	10	Muito Alto	Itabirito	Alta	Ausente	Cerrado	Bom	22/03/22	Observação da área de estudo a partir da média-alta vertente . Vgeetação de cerrado com clareiras que permitem boa visão (não se avista cavidades).
3	MPC-03	619848	7763388	1438	SIRGAS2000	23K	3	11	Muito Alto	Itabirito	Média-Alta	Ausente	Cerrado	Bom	22/03/22	Visão de vegetação mais densa no polígono situado no extremo nordeste da área de estudo.
4	MPC-04	619309	7762696	1493	SIRGAS2000	23K	2	9	Muito Alto	Itabirito	Topo	Ausente	Cerrado	Bom	22/03/22	Extremidade do polígono na ADA. Vegetação de cerrado (rasteira e esparça) permite bom campo de visão. Limite da cava com a mata.
5	MPC-05	619382	7762768	1499	SIRGAS2000	23K	3	10	Muito Alto	Ferrífera	Topo	Ausente	Cerrado	Bom	22/03/22	Ídem MPC-04
6	MPC-06	618889	7763053	1469	SIRGAS2000	23K	3	10	Muito Alto	Ferrífera	Topo	Ausente	Cerrado	Bom	23/03/22	Vista da clareira no topo da vertente em área de cerrado. Por serem polígonos muito pequenos, matas fechadas e clareiras alternam muito rapidamente.
7	MPC-07	618749	7762932	1464	SIRGAS2000	23K	3	9	Muito Alto	Ferrífera	Topo	Ausente	Cerrado	Médio	23/03/22	Trecho de mata na ADA do polígono à oeste. Caminhamento realizado na cota da vertente. Assim como o precedente, clareira e mata alternam.
8	MPC-08	618724	7762742	1473	SIRGAS2000	23K	3	9	Muito Alto	Canga	Topo	Ausente	Antropizado	Bom	23/03/22	Solo ferruginoso cascalhento no topo da vertente (platô de canga).
9	MPC-09	618647	7762764	1455	SIRGAS2000	23K	6	10	Muito Alto	Canga	Topo	Ausente	Cerrado	Ruim	23/03/22	Pequena quebra de canga identificada e percorrida durante o caminhamento espeleológico.
14	MPC-14	618578	7762599	1459	SIRGAS2000	23K	4	9	Muito Alto	Itabirito	Topo	Ausente	Antropizado	Bom	23/03/22	Vista parcial de polígono alvo de prospecção espeleológica na ADA.
15	MPC-15	618918	7763298	1497	SIRGAS2000	23K	3	10	Muito Alto	Ferrífera	Topo	Ausente	Cerrado	Bom	23/03/22	Vista da área de estudo. Esta se apresenta como um pequeno polígono no topo do morro em que não se avista afloramento rochoso.
16	MPC-16	619415	7762992	1485	SIRGAS2000	23K	3	11	Muito Alto	Ferrífera	Topo	Ausente	Cerrado	Ruim	24/03/22	Visão geral do polígono localizado na alta vertente fortemente inclinada. Modelado de dissecação com vegetação de cerrado sujo com cota altimétrica média de 1500m.
17	MPC-17	619482	7762998	1477	SIRGAS2000	23K	3	9	Muito Alto	Ferrífera	Alta	Ausente	Cerrado	Ruim	24/03/22	Vista do polígono alvo de prospecção espeleológica a partir da média-alta vertente. Vegetação de cerrado sujo ocupa a vertente fortemente inclinada em modelado de dissecação.
18	MPC-18	619552	7762984	1456	SIRGAS2000	23K	3	10	Muito Alto	Itabirito	Média	Ausente	Cerrado	Bom	24/03/22	Afloramento de itabirito na borda da estrada que passa por essa parte da área de estudo (limite ADA/Entorno).
19	MPC-19	619406	7762502	1411	SIRGAS2000	23K	2	9	Muito Alto	Itabirito	Média	Ausente	Cerrado	Ruim	24/03/22	Vista geral do polígono alvo de prospecção espeleológica (primeiro plano). No segundo plano, dique Cata Branca. Esta área é um polígono na média vertente fortemente inclinada com vegetação de cerrado sujo.
20	MPC-20	619401	7762348	1385	SIRGAS2000	23K	4	10	Médio	Ferrífera	Média	Ausente	Cerrado	Bom	24/03/22	Visão geral do dique na transição itabirito/quartzito.
21	MPC-21	618601	7762982	1381	SIRGAS2000	23K	3	10	Muito Alto	Ferrífera	Média	Ausente	Cerrado	Ruim	25/03/22	No limite desse polígono se observa afloramento de itabirito em talude aberto na margem da estrada que passa por esta parte da área.
22	MPC-22	618696	7763156	1388	SIRGAS2000	23K	3	9	Muito Alto	Itabirito	Topo	Ausente	Cerrado	Ruim	25/03/22	Visão parcial da vegetação na área de estudo (cerrado sujo com clareiras).
23	MPC-23	618461	7762676	1399	SIRGAS2000	23K	3	9	Alto	Itabirito	Média	Ausente	Cerrado	Médio	25/03/22	Ídem MPC-22.



## 5.6 Levantamento com RPA (Drone)

Em campo, as linhas de voo programadas serviram de referência, mas não foram literalmente replicadas devido a obstáculos, vento, iluminação e tempo.

### 5.6.1 Missão 1 – Vertente Oeste.

Foram realizados dois voos para cobertura da área de interesse na vertente oeste.

Foram realizadas tomadas de vídeo para extração de imagens posteriormente.

As Figura 20 e Figura 21 mostram as linhas de voo tridimensionalmente extraídas do *software AirData* exibidas sobre imagem de satélite do *Google Earth* e trazem referência do percurso e altitude de voo com indicação dos pontos de tomadas fotográficas e início das linhas de filmagem ao longo da vertente.

Os mapas gerados a partir dessas imagens são apresentados a seguir, após o registro da equipe responsável pela execução da atividade. A Figura 22 apresenta o mapa gerado pelas linhas de voo.



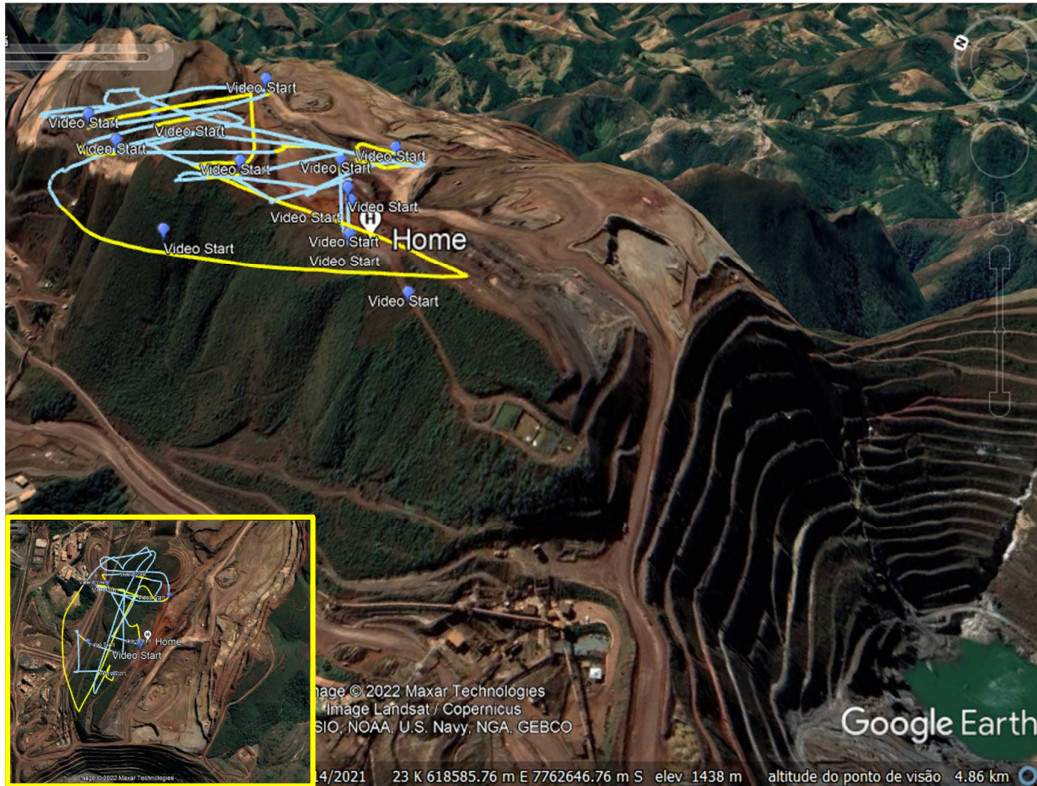


Figura 20: Voo 1 da Missão 1 na vertente oeste. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em amarelo se refere à visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo.



Figura 21: Segundo Voo para Missão 1 na vertente oeste. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em amarelo se refere à visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo.



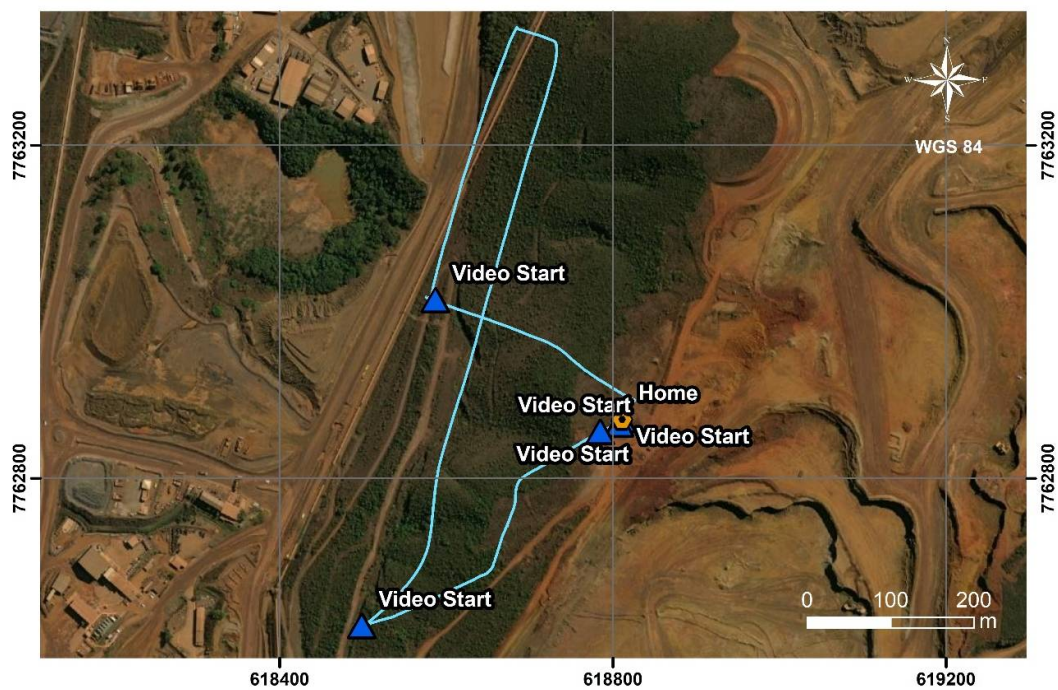
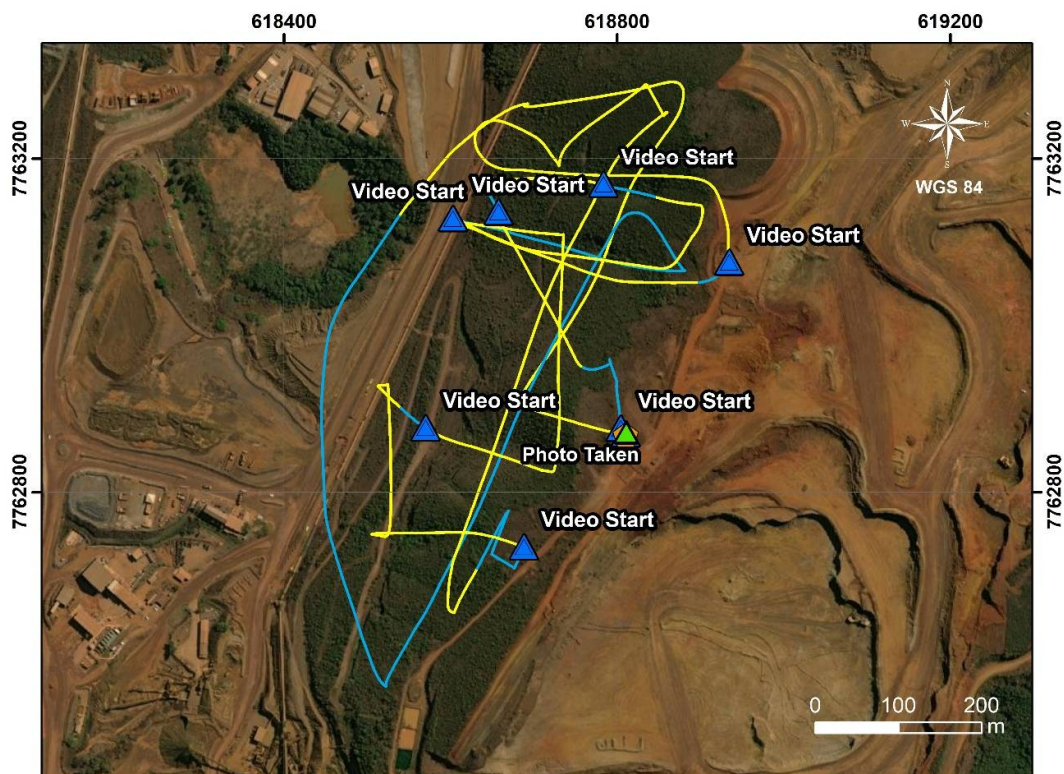


Figura 22: Mapa de localização das linhas de voo na vertente oeste da área de estudo.



A seguir são apresentadas algumas fotos produzidas para vertente oeste.

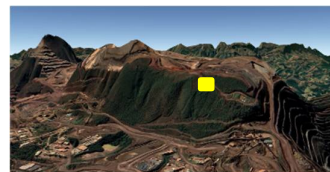
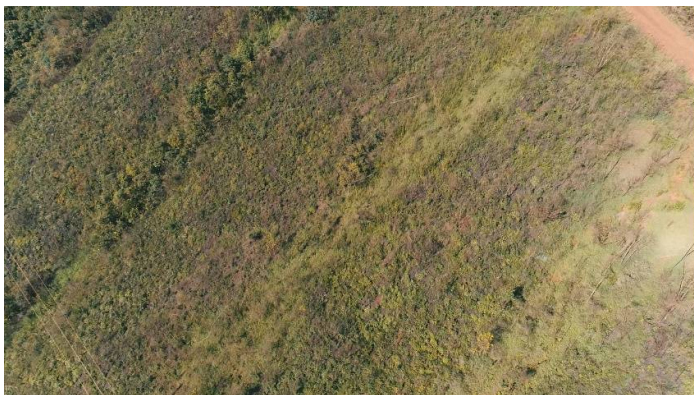


Figura 23: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

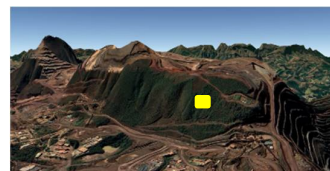
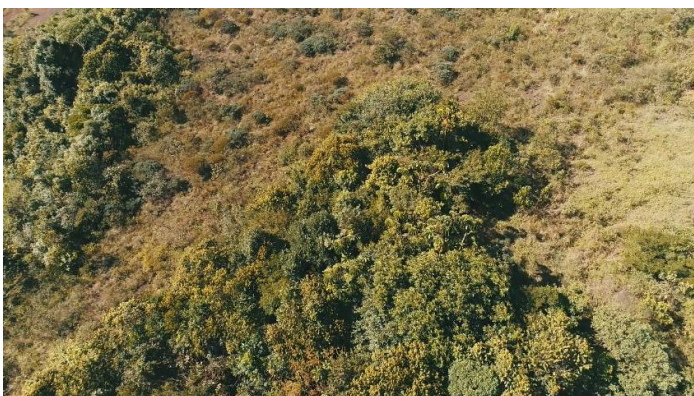


Figura 24: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

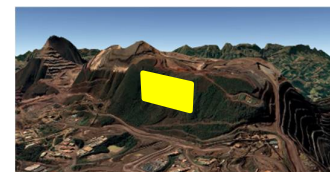


Figura 25: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo. A visada é ampla e não apresenta em detalhe feições de interesse que demonstre potencial.

A Figura 25 e também as Figura 26 a Figura 28, apresentam uma visada ampla da vertente que possui vegetação de variadas densidades. Apesar de servir como boas imagens de visualização geral, não apresentam escala que viabilize a identificação de novas feições espeleológicas. Já as Figura 23 e Figura 24 exibem uma imagem de maior detalhe, com maior proximidade da vertente, onde diferencia-se claramente a mudança no padrão da vegetação, mas ainda não evidencia possíveis novas feições.



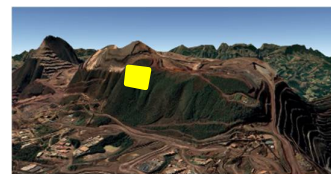


Figura 26: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

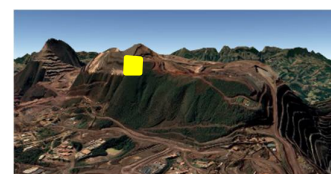


Figura 27: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

Ressalta-se que nas manchas de vegetação mais densas, quaisquer possíveis feições existentes não ficam evidentes no imageamento aéreo uma vez que se apresentam encobertas e mascaradas pela vegetação.

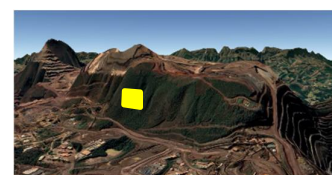
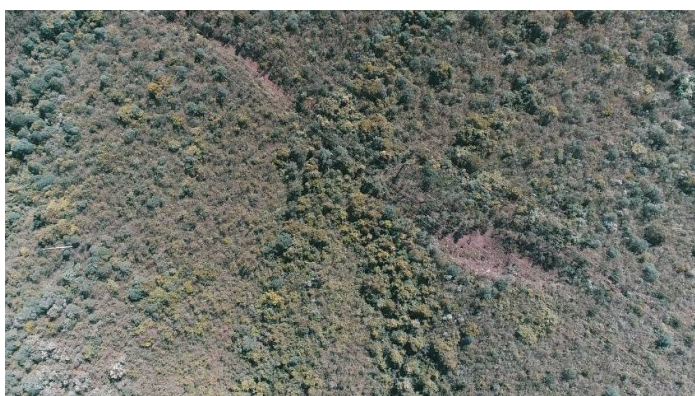


Figura 28: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.



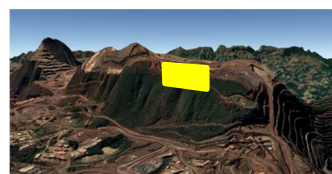
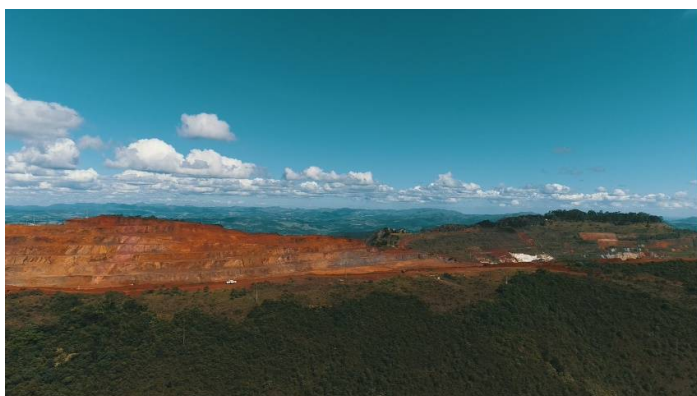


Figura 29: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo. A visada é ampla e não apresenta em detalhe feições de interesse que demonstre potencial.

Sabe-se pela etapa de prospecção tradicional, dada pelo caminhamento em solo pela equipe, que ao longo da vertente ocorrem pequenas quebras de relevo que podem ou não, abrigar feições e estas, quando inseridas em área de vegetação, algumas vezes tem dificultadas sua identificação. Entretanto, vale ressaltar que a prospecção com drone é realizada em áreas não prospectáveis pelo difícil acesso, muitas vezes com altas declividades que podem ocasionar graves acidentes.

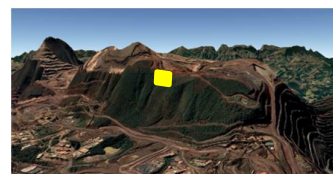


Figura 30: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

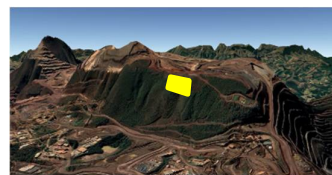


Figura 31: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.



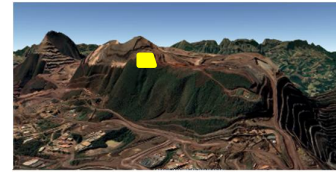


Figura 32: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

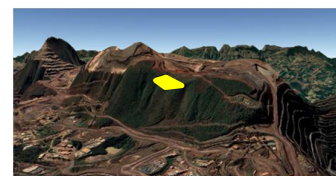


Figura 33: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

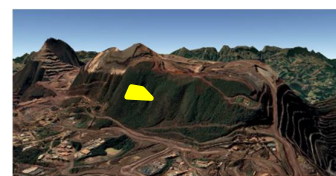
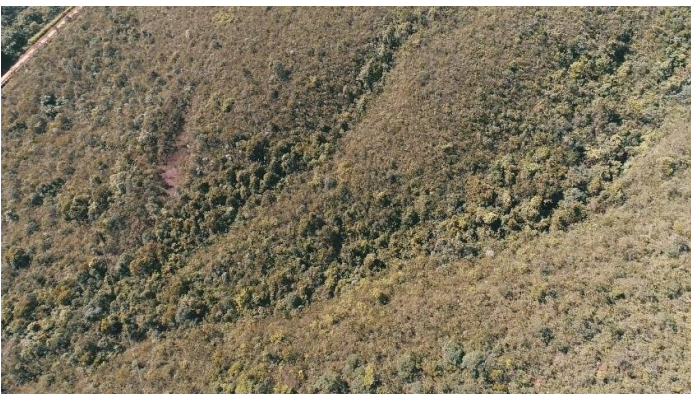


Figura 34: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

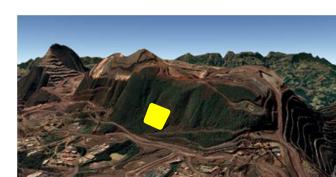


Figura 35: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.



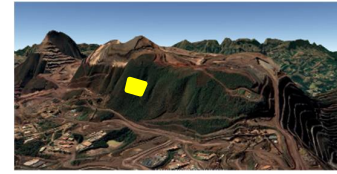


Figura 36: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

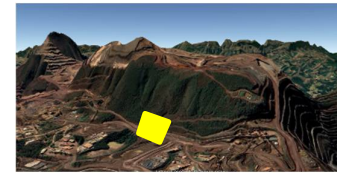


Figura 37: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

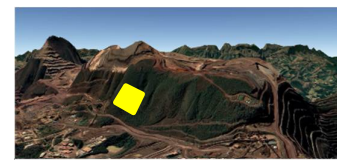
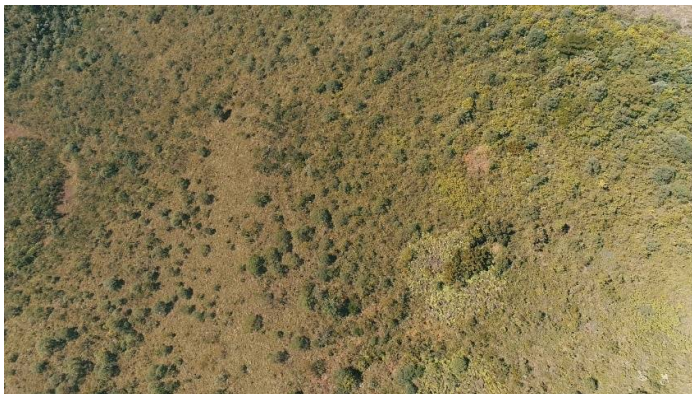


Figura 38: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

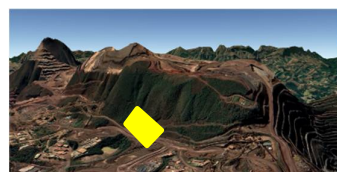


Figura 39: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.



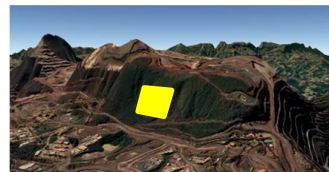


Figura 40: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

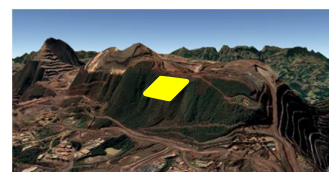
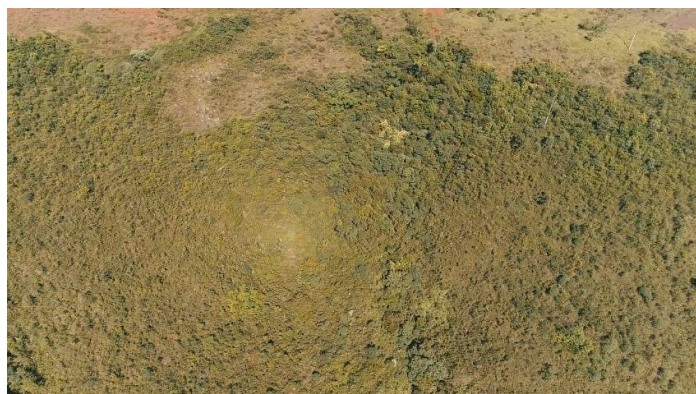


Figura 41: Foto extraída de filmagem na vertente oeste, indicada sua posição em amarelo, não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.

Todas as imagens que não apresentam evidências de potencial podem ser utilizadas para determinação de baixa potencialidade, mas apenas para as áreas descampadas de vegetação rasteira e com pouca densidade, de modo que a superfície real do relevo esteja realmente exposta sem qualquer tipo de barreira visual.

As próximas imagens apresentam certa mudança de cenário com evidências de pequenas quebras no relevo visíveis e também ocorrência de drenagem ativa.

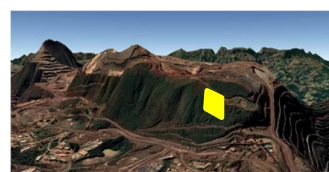
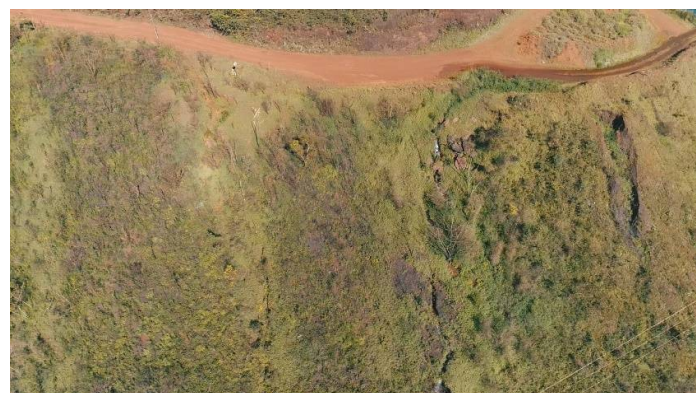


Figura 42: Visada parecida com a anterior, por outro ângulo, apresenta estruturas de quebra de relevo favoráveis a ocorrência de feições espeleológicas.

As imagens realizadas na vertente oeste, mostram ampla cobertura vegetal na maior parte da vertente encobrendo a real superfície do terreno. As manchas de descampado ocorrem nas maiores elevações e espaçadas ao longo da vertente. Na Figura 42 e na Figura 43 são visíveis quebras na superfície do terreno, podendo ser tratada como área de maior potencial. Ocorre drenagem encaixada em vale discreto com feição erosiva a esquerda.



Figura 43: Detalhamento das feições observadas em superfície para vertente oeste da área de estudo.

Entretanto, a foliação do itabirito aflorante em grande parte da vertente é predominantemente concordante com a superfície do terreno. Esse padrão combinado de atitude da foliação e inclinação do terreno dificulta que a ação erosiva possa originar desenvolvimento de vazios que pudessem ocasionar feições espeleológicas ao longo dessa área. A probabilidade da gênese de cavidades nesse local seria mais plausível sob associação de cobertura de canga. A cobertura laterítica possibilitaria ao maciço a resistência necessária à erosão para gerar sustentação de vazios com estabilização de teto possibilitando ocorrência de cavidades, o que não se verificou pelos dados existentes e tão pouco pelos dados gerados nos caminhamentos executados em solo.

Para além dessas feições indicadas, não foram encontradas outras que pudessem servir de indício na determinação de possível favorecimento a ocorrência de feições espeleológicas ao longo da vertente dentro da área de interesse. As demais regiões descampadas, onde a superfície real do relevo encontra-se exposta e visível pelo imageamento aéreo, não apresentam indícios de ocorrência evidente de feições.



### 5.6.2 Missão 2 - Vertente Leste

As Missões referidas para vertente leste foram realizadas conforme as linhas de voo exibidas nas Figura 44 e Figura 45 e nos mapas da Figura 46.

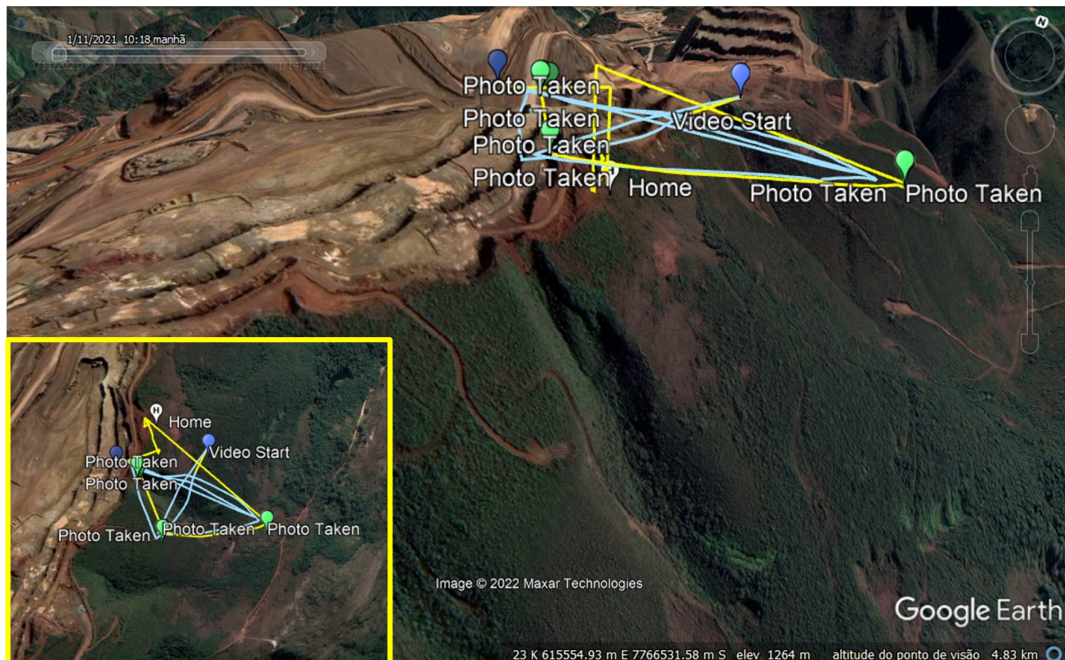


Figura 44: Primeiro voo na vertente leste, referente à Missão 3. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em amarelo se refere a visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo. Os pontos em verde correspondem às tomadas fotográficas.

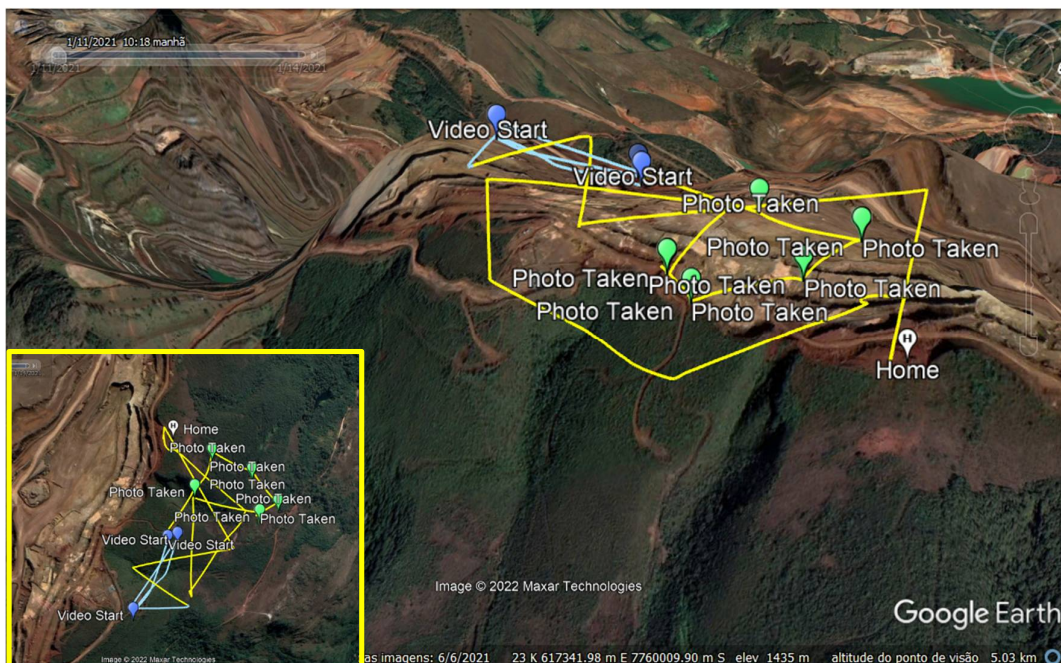


Figura 45: Segundo voo na vertente leste, referente às Missões 2 e 3. A imagem principal corresponde à visualização em perspectiva com exagero de 3 x na elevação do terreno. O quadro em amarelo se refere a visão ortogonal das linhas de voo. As linhas amarelas correspondem à trajetória do Drone com a câmera desligada. As linhas azuis correspondem ao percurso com gravação de vídeo. Os pontos em verde correspondem às tomadas fotográficas.



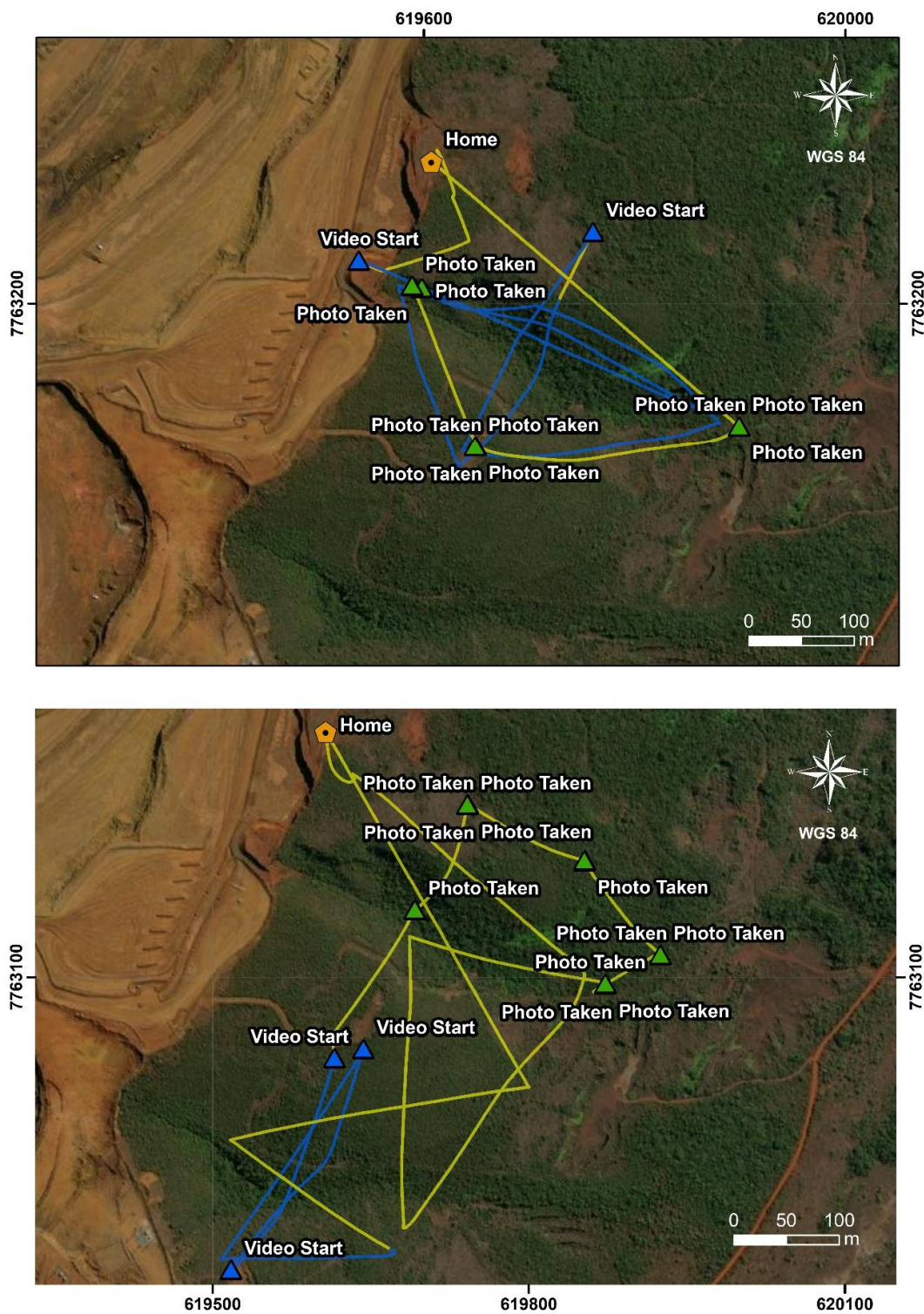


Figura 46: Mapa das linhas de voo da vertente leste da área de estudo.

A seguir são apresentadas algumas imagens produzidas na vertente leste da área, referente às Missões 2 e 3.



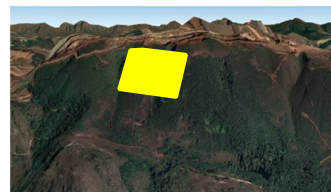


Figura 47: Foto extraída de filmagem na vertente leste e indicada sua posição em amarelo. Apresenta estruturas viáveis a ocorrências de feições espeleológicas, no entanto, mesmo tendo, ou não possibilidades de albergar feições, o fato de estar em zonas de alta declividade inviabilizam sua prospecção.

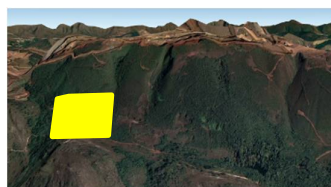
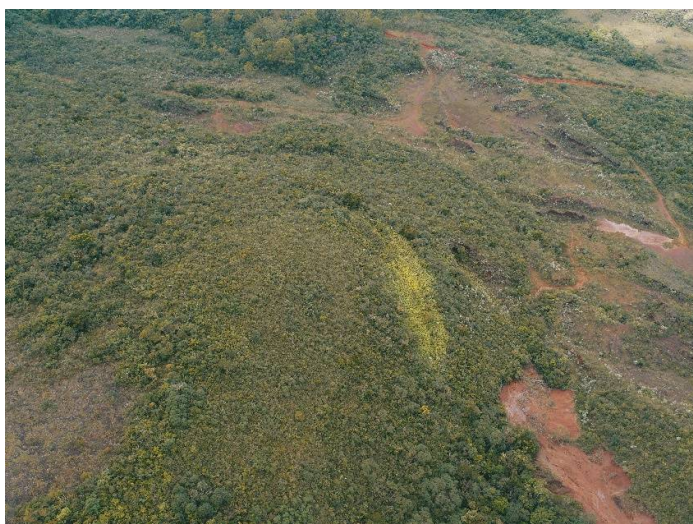


Figura 48: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não apresenta estruturas visíveis favoráveis a ocorrência de feições espeleológicas. Ocorre mata densa encobrindo a superfície na maior parte do enquadramento.

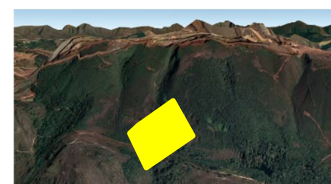


Figura 49: Foto extraída de filmagem na vertente leste e indicada sua posição em amarelo. Não apresenta estruturas visíveis para ocorrência de feições espeleológicas.

Nas Figura 48 e Figura 49 é possível observar mais a jusante na vertente algumas quebras e irregularidades no terreno que podem ser naturais ou por aporte sedimentar seguido de erosão. Pequenas quebras e outros tipos de feições



favoráveis podem estar encobertas pela vegetação, inviabilizando sua identificação pelo imageamento aéreo.

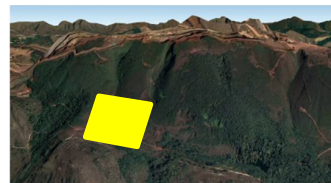


Figura 50: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Nota-se irregularidades no terreno na porção mais a jusante com algumas quebras de declividade que podem representar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.

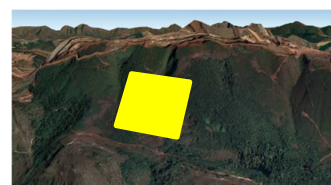


Figura 51: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Nota-se irregularidades no terreno na porção mais a jusante com algumas quebras de declividade que podem representar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.

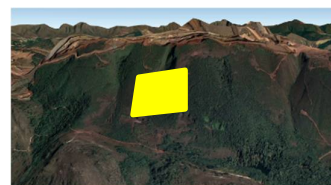


Figura 52: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Nota-se irregularidades no terreno entre a média e a baixa vertente com algumas quebras de declividade que podem representar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.



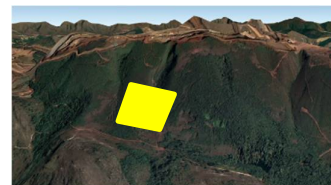


Figura 53: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Muito parecida com a visada anterior, um pouco mais próxima das quebras no relevo



Figura 54: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.



Figura 55: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não apresenta feição visível de interesse que demonstre potencial.





Figura 56: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Observam-se quebras no relevo que podem apresentar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.

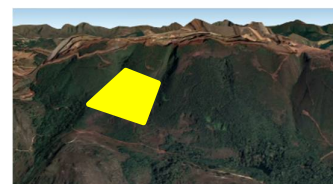


Figura 57: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Observam-se quebras no relevo que podem apresentar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.

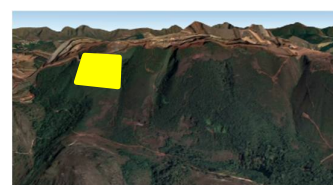


Figura 58: Foto aérea da vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Observam-se quebras no relevo que podem apresentar potencial para ocorrência de feições espeleológicas.



Na vertente leste da área ocorrem também muitas manchas de vegetação densa que podem abrigar feições que não estejam visíveis no levantamento aéreo. Na Figura 566 e na Figura 5757 são observadas quebras de relevo em áreas de mata densa, onde o acamamento apresenta-se horizontalizado podendo ou não abrigar feições, no entanto a elevada declividade impossibilita a prospecção convencional. Adiante, será discutida a relação destas áreas identificadas com quebras de relevo com outros fatores importantes como a geologia local e a declividade do terreno.

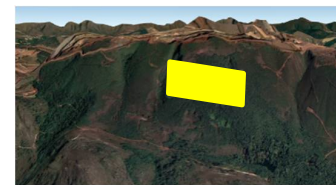


Figura 59: Foto extraída da filmagem na vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não são observadas feições que podem apresentar potencial.

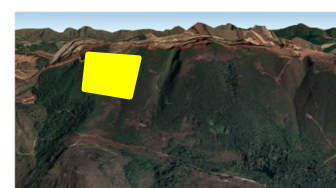


Figura 60: Foto extraída da filmagem na vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não são observadas feições que podem apresentar potencial.

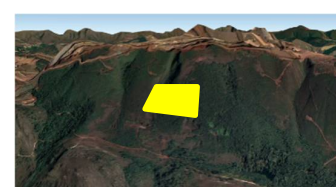
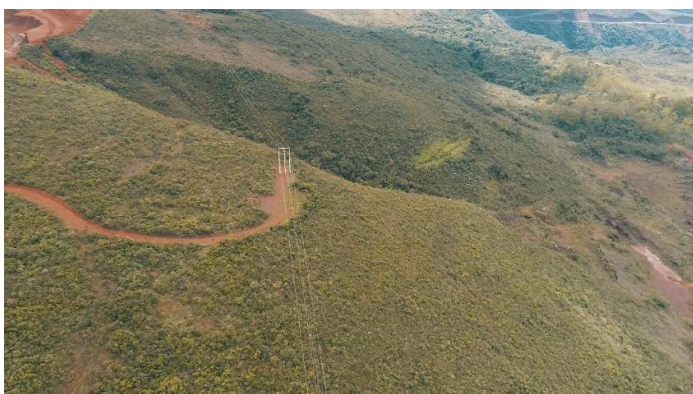



Figura 61: Foto extraída da filmagem na vertente leste com indicação da sua posição em amarelo. Não são observadas feições que podem apresentar potencial.





A vertente leste da área de estudo apresenta relevo com maior número de estruturas como quebras na declividade, quando comparado à vertente oeste. Suas quebras concentram-se na média para baixa vertente como mostram as Figura 51, Figura 52 e Figura 53. Essas quebras de relevo parecem estar associadas a focos erosivos e a maioria tem geometria circular ou arqueada. Além disso essas áreas identificadas encontram-se a jusante da área inserida no planejamento inicial.

O cruzamento de dados do levantamento aéreo com a geologia local (exclui a potencialidade de ocorrência de feições espeleológicas para vertente nos pontos de dissecação identificados, uma vez a concentração de quebras de relevo e focos erosivos ocorrem sob o domínio de filitos e quartzitos. Sabe-se que o potencial espeleológico cai drasticamente quando saímos do domínio litológico das formações ferríferas para o domínio de quartzitos e filitos.

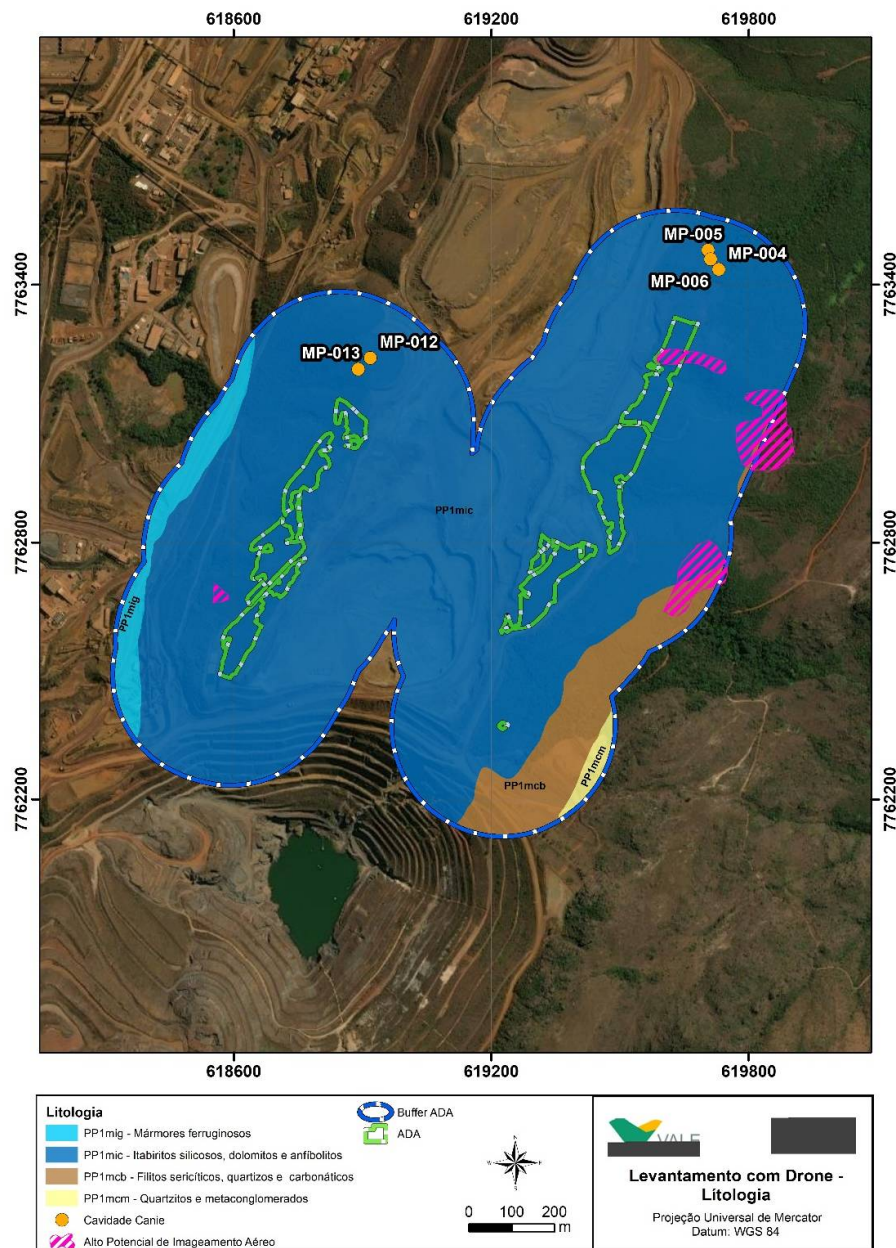


Figura 62: Cruzamento de dados do potencial levantado pelo imageamento aéreo, com a geologia local.

Apenas dois polígonos de alto potencial determinado pelo imageamento aéreo (áreas com identificação de quebras de relevo) na vertente leste inserem-se em domínio das formações ferríferas, e estão situados na porção nordeste da mesma. A seguir é apresentado outro mapa de cruzamento de dados, desta vez entre o potencial gerado pelo aerolevantamento com a declividade do terreno.

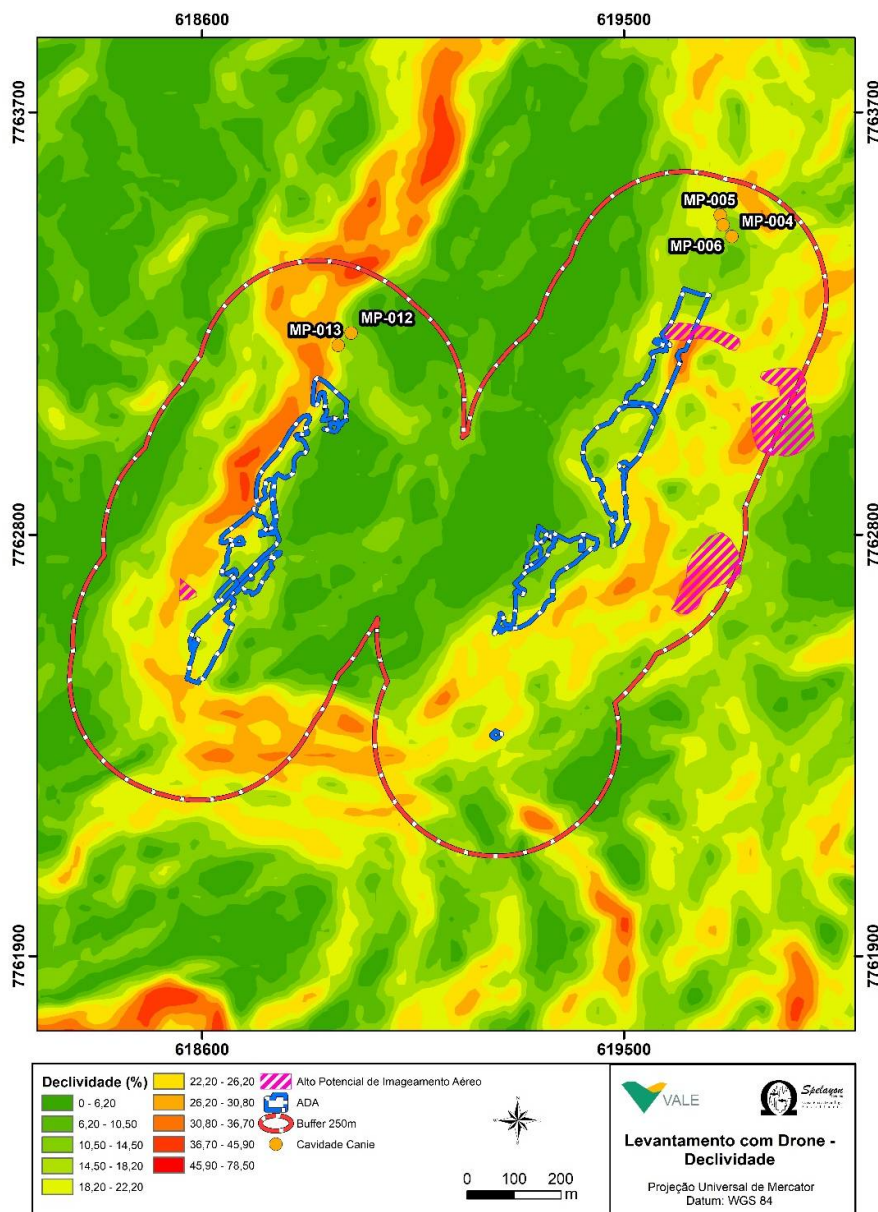



Figura 63: Cruzamento de dados do potencial levantado pelo imageamento aéreo, com a declividade do terreno.

Como pode ser verificado na Figura 62 e na Figura 63 os dois polígonos delimitados pelo imageamento aéreo, situados na porção nordeste do mapa, inserem-se em áreas de domínio do itabirito. Para o maior polígono, que se encontra na baixa vertente, sabe-se que as quebras de relevo identificadas correspondem à ação antrópica anterior à instalação do empreendimento e correspondem ao garimpo de ouro ocorrido no passado ao longo dos vales e demais lineamentos L-W por onde se pesquisavam a ocorrência de veios propícios a ocorrência de ouro. Para o menor polígono delimitado que aparece interceptando a ADA, na alta vertente, as altas declividades e o difícil acesso inviabilizam que sejam realizados caminhamentos convencionais por questões de segurança, exemplo área da Figura 47.





Sendo assim, conclui-se pela prospecção remota a ausência de novas áreas prospectáveis pelo método tradicional, seja pelo conhecimento histórico das atividades no local, seja pelas altas declividades do terreno ou pela geologia local.

## 5.7 Caminhamento Espeleológico

O caminhamento espeleológico planejado seguiu as classes de potencial espeleológico definidas e foi refinado em campo levando-se em conta a análise *in loco* dos elementos da fisiografia tais como solo, geomorfologia, hidrografia, vegetação, afloramento rochoso, etc. A eles foram somados a visibilidade e o uso e ocupação do solo.

Ressalta-se que, por se tratar de adensamento de prospecção espeleológica, já existem caminhamentos na área de estudo. Com isso, o caminhamento planejado se apresenta como linhas descontínuas, por vezes de extensão bem reduzida, fechando espaços abertos não cobertos na prospecção espeleológica precedente. Em complemento às atividades de prospecção tradicional, nas áreas cujas declividades apresentam-se muito acentuadas (maiores que  $65^\circ$ ) para caminhamentos em solo, foi realizada a prospecção espeleológica através de sobrevoo com RPA (Aeronave Remotamente Pilotada – Drone).

A Figura 64 apresenta as linhas de caminhamento convencional e as linhas de voo do drone.

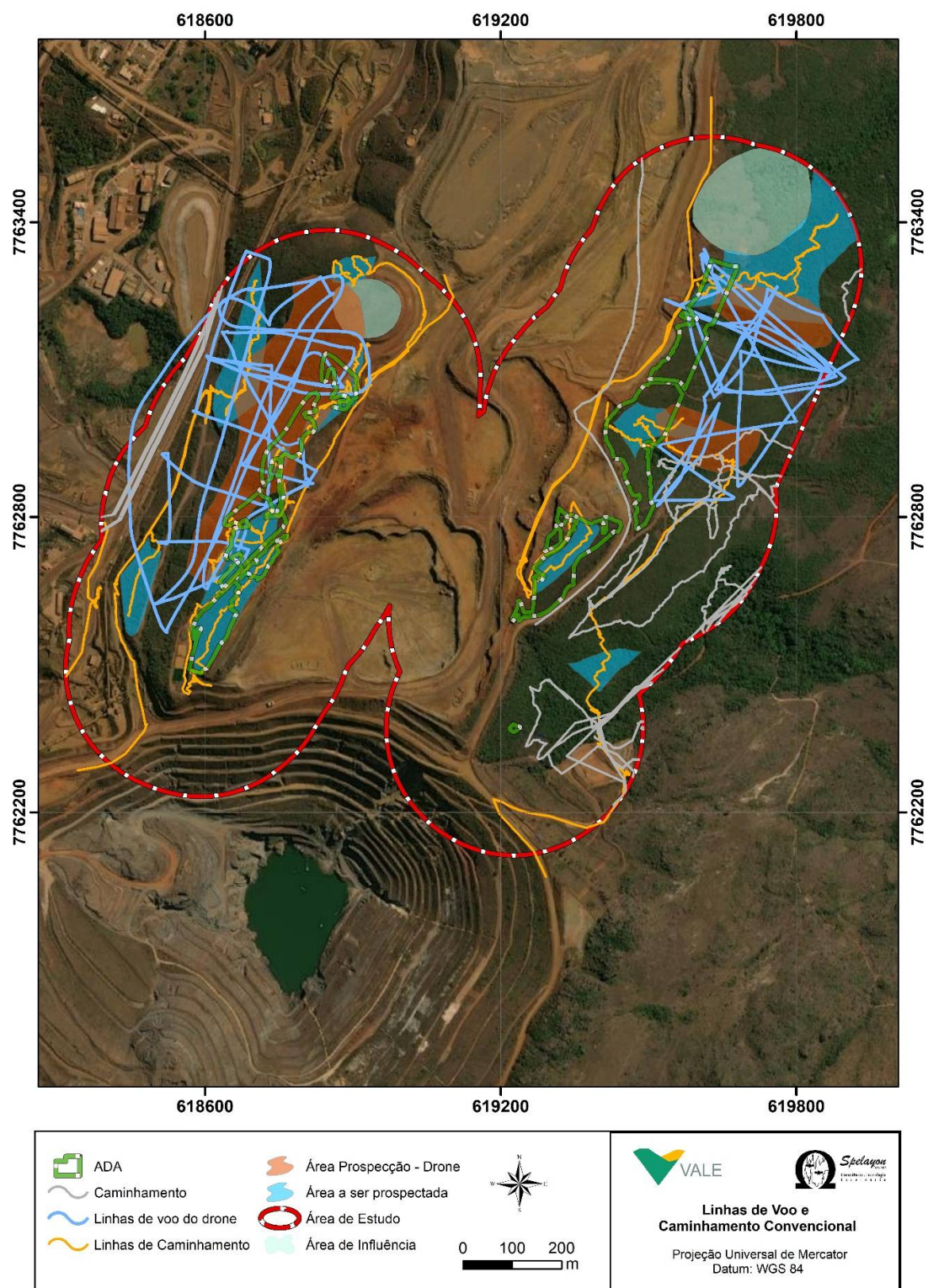


Figura 64: Caminhamento convencional e levantamento por drone.

## 5.8 Feições Espeleológicas Detectadas

Ao final do trabalho de prospecção foram detectadas 4 feições espeleológicas, ambas localizadas no *buffer* da ADA do empreendimento. Elas foram nomeadas como MPC-10, MPC-11, MPC-12 e MPC-13, sendo MPC para relacionar à Mina do Pico e os números referem-se ao sequencial dos pontos tanto de controle quanto das feições identificadas nas atividades da prospecção.

A feição MPC-10 pode ser classificada como reentrância com baixo grau de relevância, conforme IN 02/2017, pois apresenta desenvolvimento linear de 1,68 m ( $DL < 5$  m); ausência de zona afótica; ausência de depósitos químicos, clásticos e biológicos de possível valor científico ou cênico; ausência de função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.

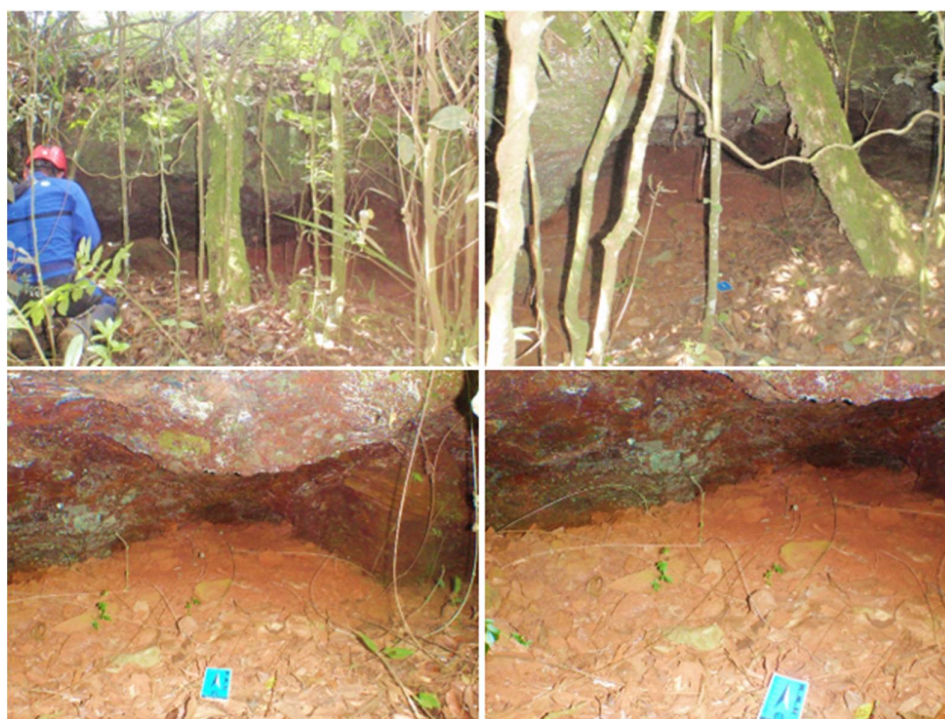


Figura 65: Aspectos gerais da cavidade MPC-10. As fotos superiores apresentam visadas do exterior para o interior e as fotos inferiores apresentam visadas internas.

A feição MPC-11 pode ser classificada como cavidade com baixo grau de relevância, conforme IN 02/2017, pois apresenta desenvolvimento linear de 1,25 m ( $DL < 5$  m); ausência de zona afótica; ausência de depósitos químicos, clásticos e biológicos de possível valor científico ou cênico; ausência de função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.





Figura 66: Caracterização geral da cavidade MPC-11. A primeira foto apresenta visada do exterior para o interior e a segunda apresenta visada interna.

A feição MPC-12 pode ser classificada como reentrância com baixo grau de relevância, conforme IN 02/2017, pois apresenta desenvolvimento linear de 1,8 m ( $DL < 5$  m); ausência de zona afótica; ausência de depósitos químicos, clásticos e biológicos de possível valor científico ou cênico; ausência de função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.



Figura 67: Caracterização geral da cavidade MPC-12. As fotos apresentam visadas internas e externas e interna.

A feição MPC-13 pode ser classificada como reentrância com baixo grau de relevância, conforme IN 02/2017, pois apresenta desenvolvimento linear de 2,5 m ( $DL < 5$  m); ausência de zona afótica; ausência de depósitos químicos, clásticos e biológicos de possível valor científico ou cênico; ausência de função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.



Figura 68: Caracterização geral da cavidade MPC-13. As fotos apresentam visadas a partir do exterior para o interior exibindo todo o desenvolvimento espeleométrico.

Como pôde ser observado as quatro cavidades apresentam características muito semelhantes. Ambas apresentam diminutas dimensões, inseridas em pequena quebra de relevo. Possuem piso horizontalizado e entrada ampla se comparada à suas dimensões, não apresentam zona afótica nem espeleotemas. Todas desenvolvem-se em horizonte de transição do itabirito em alteração para canga estruturada. São originadas pela desagregação do maciço através de pequenos abatimentos naturais. Nenhuma delas apresenta feições de fluxo hídrico nem relevância para o sistema cárstico. O Quadro 6 apresenta os principais dados das feições espeleológicas: coordenada geográfica, classificação, litologia e dados de espeleometria de cada feição da área. A Figura 69 apresenta o mapa com as quatro feições espeleológicas detectadas na área.



Quadro 6: Dados das feições espeleológicas detectadas na área (coordenadas, classificação e espeleometria).

Nº	Ponto	UTM E	UTM N	Alt	Tipologia	Litologia	Altura da Entrada	PH	Localização	Distancia da ADA
1	MPC-10	618847	7763026	1466	Cavidade < 5 m	Itabirito	0,60	1,68	Entorno	12
2	MPC-11	618847	7763026	1466	Cavidade < 5 m	Itabirito	0,73	1,25	Entorno	25
3	MPC-12	618649	7762747	1460	Cavidade < 5 m	Itabirito	0,62	1,37	Entorno	4
4	MPC-13	618648	7762753	1460	Cavidade < 5 m	Itabirito	1,05	2,0	Entorno	5

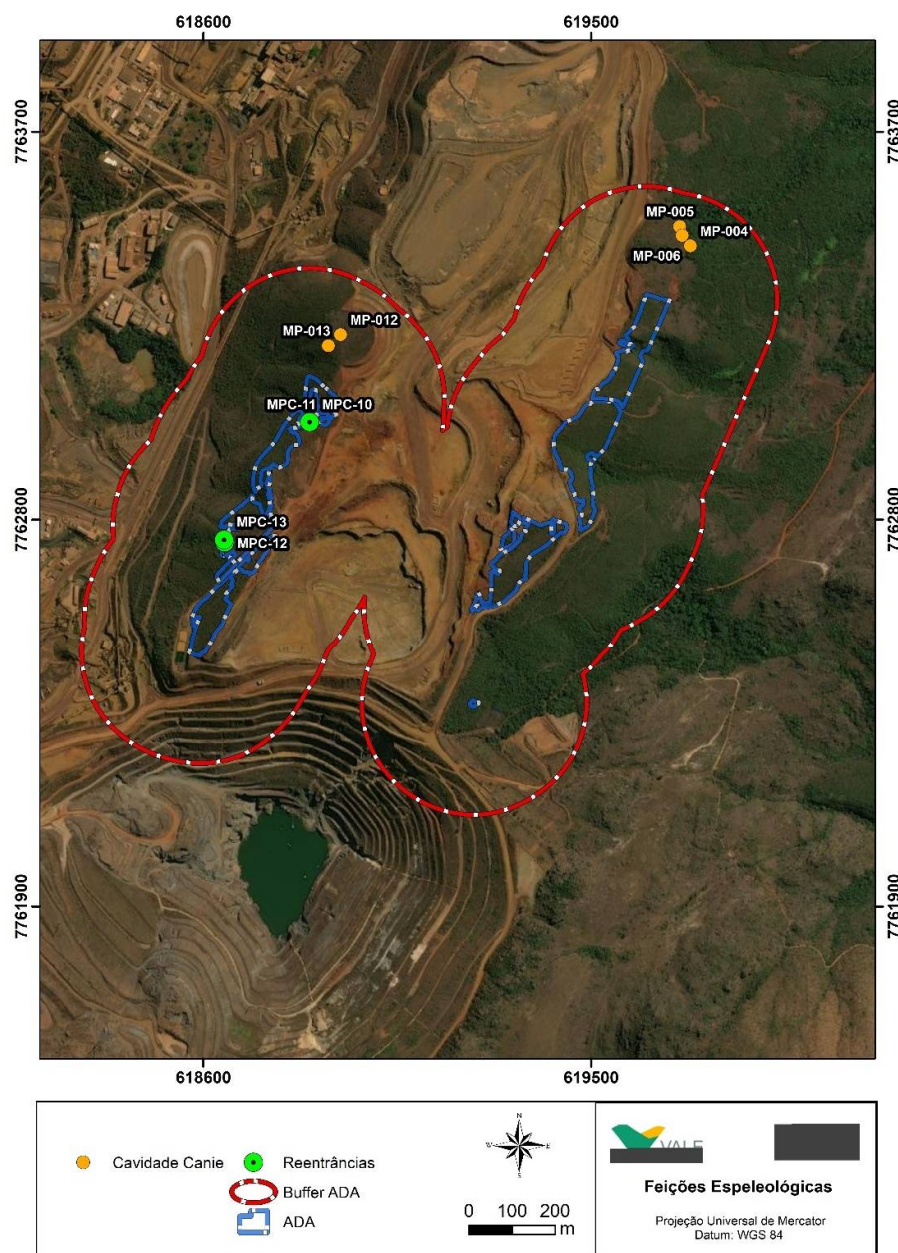


Figura 69: Localização das feições espeleológicas identificadas nesta prospeção.



## 5.9 Mapa com todos os Pontos de Controle e todas as Feições Espeleológicas Detectadas

O mapa com todos os pontos de controle e feições detectadas é apresentado na Figura 70.

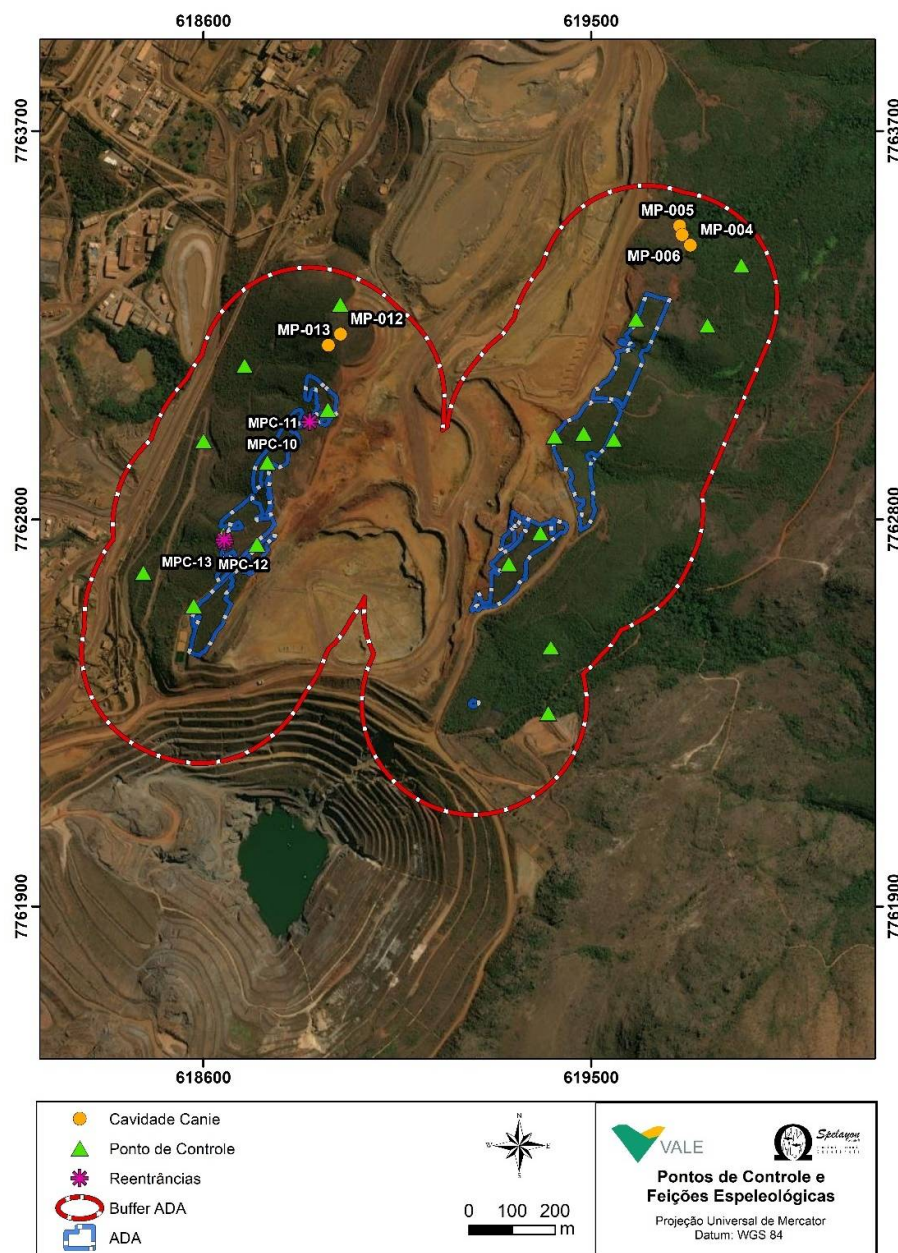


Figura 70: Mapa com todos os pontos de controle e feições espeleológicas detectadas.



## 5.10 Arquivos digitais

Os pontos (controle, feições e condições inseguras) marcados ao longo da prospecção espeleológica estão apresentados, no corpo do relatório, em uma tabela contendo a descrição individualizada, como também disponibilizados, em anexo, os seus respectivos arquivos visuais (fotografia e vídeos).

## 5.11 Arquivos Vetoriais

São disponibilizados arquivos vetoriais (shapefile, gtm e kml) contendo todo o caminhamento percorrido durante os trabalhos de prospecção espeleológica e todos os pontos de controle marcados.

# POTENCIAL ESPELEOLÓGICO

## MULTICRITÉRIO

Após a conclusão dos caminhamentos espeleológicos, lançando-se mão de análise conjugada dos diversos elementos da fisiografia, o potencial espeleológico preliminar foi revisto com o objetivo de se elaborar o mapa com o Potencial Espeleológico Multicritério, justificando, assim, as malhas de caminhada a serem apresentadas no Relatório Técnico de Prospeção Espeleológica.

Conforme dados do CECAV-ICMBio, a área de estudo apresenta predomínio de potencial espeleológico Muito Alto. No entanto, após a etapa de campo foi possível elaborar um mapa de potencial espeleológico multicritério, mais refinado e fiel às características locais, onde foi possível dividir a área em três classes de potencial espeleológico: Muito Alto, Médio e Improvável.

O potencial espeleológico Muito Alto se distribui ao longo da ADA e o entorno relacionados ao itabirito e trechos de mata fechada com vertente inclinada. Médio potencial espeleológico se encontra nas partes de mata nos quartzitos na média vertente do extremo sudeste da área de estudo. Ocorrência Improvável ocupa toda a parte central e sul da área de estudo que coincide com a cava, onde o alto grau de antropização torna remota a probabilidade de se identificar feição espeleológica.



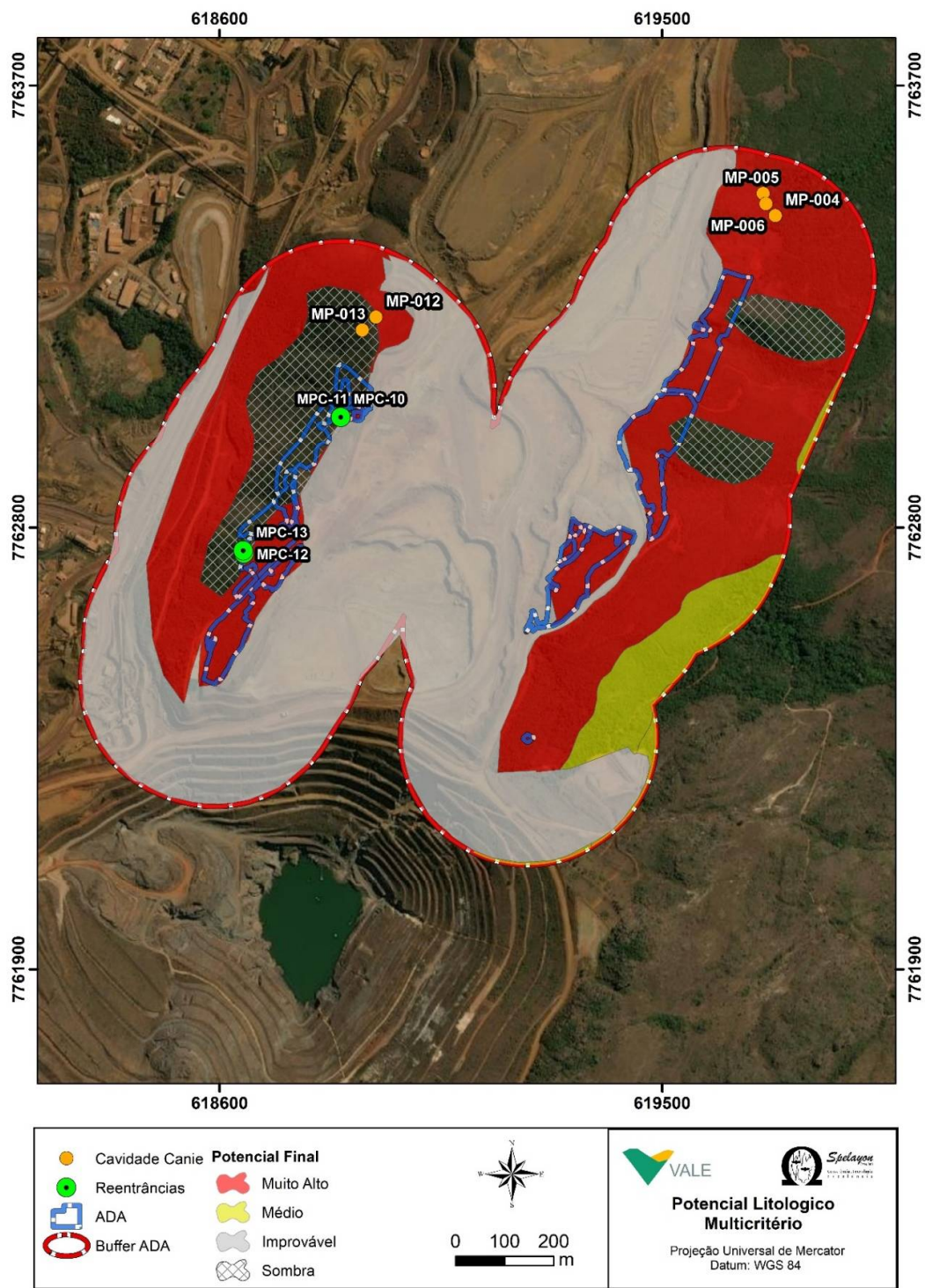


Figura 71: Potencial Espeleológico Multicritério da área de estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente documento apresenta os resultados do adensamento de prospecção espeleológica realizado em áreas do EIA Remanescentes da Mina do Pico, da empresa Vale S.A., no município de Itabirito-MG.

Este trabalho foi executado pela Empresa Spelayon Consultoria e o relatório se refere ao resultado da campanha de prospecção realizada entre os dias 22 a 25 de março de 2022, gerando quatro dias efetivos de caminhamento.


A litologia da área de estudo é composta por itabiritos silicosos, filitos sericíticos e lentes de mármore ferruginosos e quartzitos (Castro *et al.* 2020).

Com o final da prospecção realizada na área, foram detectadas quatro feições espeleológicas na faixa de entorno de 250 metros do empreendimento. Todas as feições identificadas localizam em uma pequena quebra de relevo em canga e possuem características que permite as classificar de baixo grau de relevância, conforme art. 12 da IN 02/2017.

Estas reentrâncias (MPC-10, MPC-11, MPC-12 e MPC-23), conforme o item 5.8 deste relatório, apresentam Desenvolvimento Linear menor que 5 metros e ausência de: zona afótica, função hidrológica expressiva para o sistema cárstico e depósitos (químicos, clásticos e biogênicos) de significativo valor científico, cênico ou ecológico.

No que diz respeito ao caminhamento, na ADA atingiu-se a densidade de 15,53 km/km<sup>2</sup> e no Entorno de 250 metros 13,90 km/km<sup>2</sup>, o que em área atingida corresponde a 80,65% da ADA e 57,09% do entorno. A faixa do entorno é composta, grande parte, por áreas altamente antropizadas (cava), tornando improvável o potencial espeleológico. Se desconsiderar a área antropizada presente na Faixa de Entorno, tem-se uma área de 59,14 ha sem impactos. Nesta área foram percorridos 13,59 km, gerando uma densidade de caminhamento de 22,98 km/km<sup>2</sup>. Considerando um *buffer* de 50 metros nas linhas de caminhamentos, temos uma área coberta de 42,49 ha, atingindo um percentual de 71,85 ha.

A ADA diz respeito a polígonos em áreas de mata com potencial espeleológico Muito Alto (Item 6).



Assim sendo, as malhas de caminhamento adotadas, a densidade e o percentual atingidos são coerentes com as peculiaridades da área de estudo, como demonstrado no potencial espeleológico multicritério, e satisfatórias para os objetivos do presente relatório.



## REFERÊNCIAS

CASTRO, Paulo T. A; ENDO, Issamu; GANDINI, Antonio L. (org.). **Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos**. Disponível em: <https://qfe2050.ufop.br/bases-geologicas> Acesso em: 23/02/2022

CECAV (2022). **Rotina de Procedimentos Associados à Coleta de Dados Relativos à Localização de Cavidades**. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie/17-projetos-e-atividades/58-coleta-de-dados-relativos-a-localizacao-de-cavidades.html> Acesso em: 23/02/2022

CECAV (2013). **Apostila do IV Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**.

CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA 347, de 10 de setembro de 2004** - Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.

**DECRETO FEDERAL 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.


**DECRETO FEDERAL Nº 99.556, de 1º de outubro de 1990** - Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências.

ICMBio / CECav. **Base de Dados Espeleológicos**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html> Acessado em 14/03/2022.

IDE-SISEMA. **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual e Meio Ambiente de Minas Gerais**. Disponível em:

<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> Acesso em 01/11/2021

JANSEN, D.C. **Mapa Brasileiro de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas**. Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, IX, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 8 a 12 de outubro de 2009, 6p.



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, 2012, v. 2, n.1.

LINO, C.F. **Cavernas** – O fascinante Brasil subterrâneo. Editora Rios. 1989

PILÓ, L.B. **Geomorfologia cárstica** - Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 1, n. 1, 2000.

PILÓ, L.B., & Auler, A. (2011). **Introdução à espeleologia.** *Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. Belo Horizonte: Instituto Terra Brasilis*, 7-23.

TEIXEIRA W, FAIRCHILD TR, TOLEDO MCM de, TAIOLI F. **Decifrando a Terra.** Companhia Editora Nacional. 2009

TRAVASSOS, L. E.P. **Princípios de Carstologia e Geomorfologia Cárstica.** ICMBio. 2019

# ANEXOS

# 9





## Anexo 1: Ficha de Cadastro de Feição Espeleológica.





Anexo 2: Arquivo Fotográfico – Pontos de Controle Caminhamento.



Anexo 3: Documentação Voo do Drone.







#### Anexo 4: Fotos e Vídeos do Voo do Drone.



Anexo 5: Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e Cadastro Técnico Federal (CTF).



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

**CREA-MG**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
**Nº MG20221058094**

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

INICIAL

**1. Responsável Técnico**

**CARLOS HUMBERTO TAPIA CALLE**

Título profissional: **GEÓLOGO**

RNP: **1412813999**

Registro: **MG0000173553D MG**

Empresa contratada: **VALE S/A**

Registro Nacional: **0000064699-MG**

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **VALE S. A.**

CPF/CNPJ: **33.592.510/0044-94**

**FAZENDA Fazenda Cata Branca**

Nº: **S/N**

Complemento:

Bairro: **Fazenda Cata Branca**

Cidade: **ITABIRITO**

UF: **MG**

CEP: **35450000**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em:

Valor: **R\$ 0,01**

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

Ação Institucional: **Outros**

**3. Dados da Obra/Serviço**

**FAZENDA Cata Branca**

Nº: **SN**

Complemento:

Bairro: **Zona Rural**

Cidade: **ITABIRITO**

UF: **MG**

CEP: **35450000**

Data de Início: **15/03/2022**

Previsão de término: **15/07/2022**

Coordenadas Geográficas: **20°15'39.39"S, 43°47'39.88"W**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **VALE S. A.**

CPF/CNPJ: **33.592.510/0044-94**

**4. Atividade Técnica**

14 - Elaboração

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

40 - Estudo > GEOCIÊNCIAS > CIÊNCIAS DA TERRA > #26.1.2 - DE ESPELEOLOGIA

1,00

un

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

**5. Observações**

TR 2022 Espeleologia Supressão Vegetal Mina do Pico.

**6. Declarações**

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea).

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

- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-MG, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar

**7. Entidade de Classe**

SINGEO-MG - Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

**CARLOS HUMBERTO TAPIA CALLE - CPF: 689.470.891-68**

Local

data

**VALE S. A. - CNPJ: 33.592.510/0044-94**

**9. Informações**

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

**10. Valor**

Valor da ART: **R\$ 88,78**

Registrada em: **14/04/2022**

Valor pago: **R\$ 88,78**

Nosso Número: **8598236681**





## PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinaturas Vale. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/C3B6-FAD6-9961-D40D> ou vá até o site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido. The above document was proposed for digital signature on the platform Portal de Assinaturas Vale . To check the signatures click on the link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/C3B6-FAD6-9961-D40D> or go to the Website <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code below to verify that this document is valid.

**Código para verificação: C3B6-FAD6-9961-D40D**



### Hash do Documento

4DCD90A52EB2021FB85F4327B521BA472033623DE39757720A39EFDF10E6208A

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 25/04/2022 é(são) :

☒ Iuri Brandi (Parte) - 627.303.476-15 em 25/04/2022 11:37 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: iuri.brandi@vale.com

### Evidências

**Client Timestamp** Mon Apr 25 2022 11:36:56 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -19.9181 Longitude: -43.937 Accuracy: 12792

**IP** 201.80.186.182

### Hash Evidências:

D25B52600857CF9C0CEFD8E8C2E38BBC5FA7C976EFF2AC4E5FEEC65C28365ED0

☒ Carlos Calle (Parte) - 689.470.891-68 em 25/04/2022 11:33 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: carlos.calle@vale.com

### Evidências

**Client Timestamp** Mon Apr 25 2022 11:33:41 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -22.8600975 Longitude: -46.9641207 Accuracy: 20

**IP** 177.172.117.194

### Hash Evidências:

0715BDFF51F50A5BFACED503DC0814C974167E5BAADA855ED0C55733AE982076

