

- LEGENDA:**
- CURVAS DE NIVEL - BASE TOPOGRÁFICA
  - PILHA
  - ACESSO OPERACIONAL imax = 12%
  - CANAL PROJETADO
  - LIMITE ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)
  - PONTOS NOTÁVEIS
  - ESTRADA EXISTENTE
  - CANALETA DE BERMA (CB)
  - CANALETA DE TOPO (CBP)

**QUADRO DE SEGMENTOS**

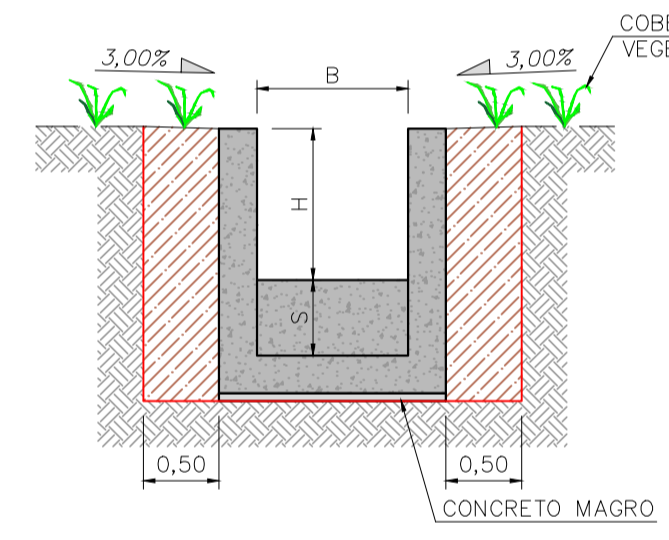
| ESTACAS E COORDENADAS   | COMPRIMENTO-L DESENVOLVIMENTO-D COMP. CURVA-CQ DIREÇÃO-DI | RAIO-R ÂNG. CENTRAL-AC TANGENTE-T FLECHA-F |
|---|---|--|
| L1 INICIO=0+0,00 (306.523,59/7.804.170,61) FIM=1+2,66 (306.543,95/7.804.160,66)   | L=22,66m DI=563'56"35,03"E                                |  |
| L2 INICIO=1+2,65 (306.543,95/7.804.160,66) FIM=5+7,80 (306.612,53/7.804.110,22)   | L=85,14m DI=553'39"54,71"E                                |  |
| C1 PC=5+7,79 (306.612,53/7.804.110,22) PI (306.620,08/7.804.105,09) CENTRO (306.583,79/7.804.067,88) PT=6+5,85 (306.625,39/7.804.097,68)    | D=18,05m CC=17,96m DI=545'42"42,41"E                      | R=51,17m AC=201'2"29" T=58,50m F=0,81m     |
| L3 INICIO=6+5,84 (306.625,39/7.804.097,68) FIM=15+5,09 (306.731,93/7.803.953,54)  | L=179,24m DI=536'28"11,14"E                               |  |
| C2 PC=15+5,08 (306.731,93/7.803.953,54) PI (306.766,20/7.803.906,12) CENTRO (306.847,96/7.804.037,39) PT=20+16,17 (306.823,87/7.803.896,27) | D=111,08m CC=108,31m DI=558'05"01,44"E                    | R=143,16m AC=442'27"21" T=58,50m F=11,49m  |
| L4 INICIO=20+16,16 (306.823,87/7.803.896,27) FIM=25+7,25 (306.914,86/7.803.892,03)  | L=91,09m DI=587'19"39,81"E                                |  |
| L5 INICIO=25+7,25 (306.914,86/7.803.892,03) FIM=34+2,08 (307.081,33/7.803.945,41)   | L=174,82m DI=572'13"12,65"E                               |  |
| L6 INICIO=0+0,00 (306.846,66/7.803.963,00) FIM=3+7,73 (306.844,60/7.803.895,31)   | L=67,73m DI=514'45"1,86"W                                 |  |

**DIMENSIONAMENTOS**

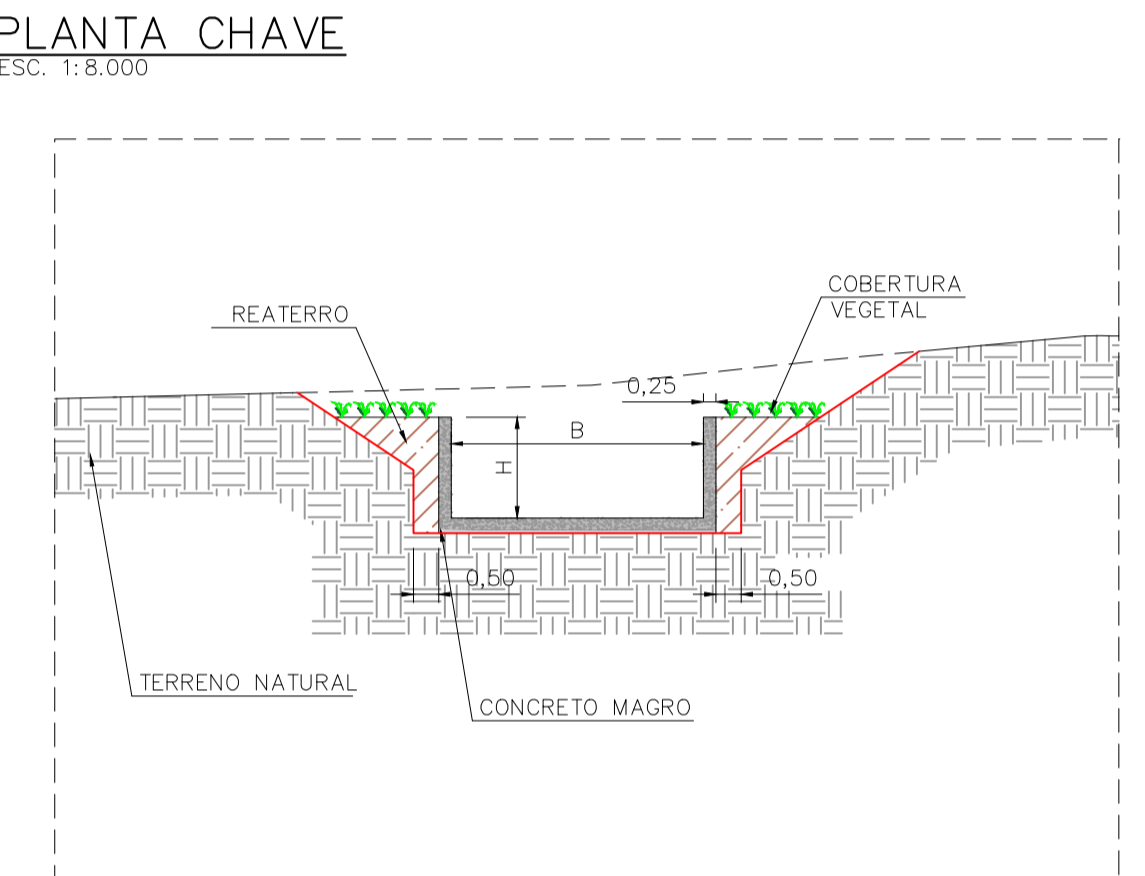
| DISPOSITIVO | B    | H    |
|-------------|------|------|
| CPP-01      | 2,00 | 2,00 |
| DAP-01      | 1,00 | 1,00 |

**QUANTIDADES (CPP-01 E DAP-01)**

| MATERIAL / SERVIÇO              | QUANTIDADE | UNID. |
|---------------------------------|------------|-------|
| VOLUME DE ESCAVAÇÃO             | 10.402,00  | m³    |
| VOLUME DE CONCRETO              | 1.167,00   | m³    |
| DISTANCIA LINEAR DO DISPOSITIVO | 682,50     | m     |



SEÇÃO TÍPICA EM DEGRAU EM CONCRETO - DAP



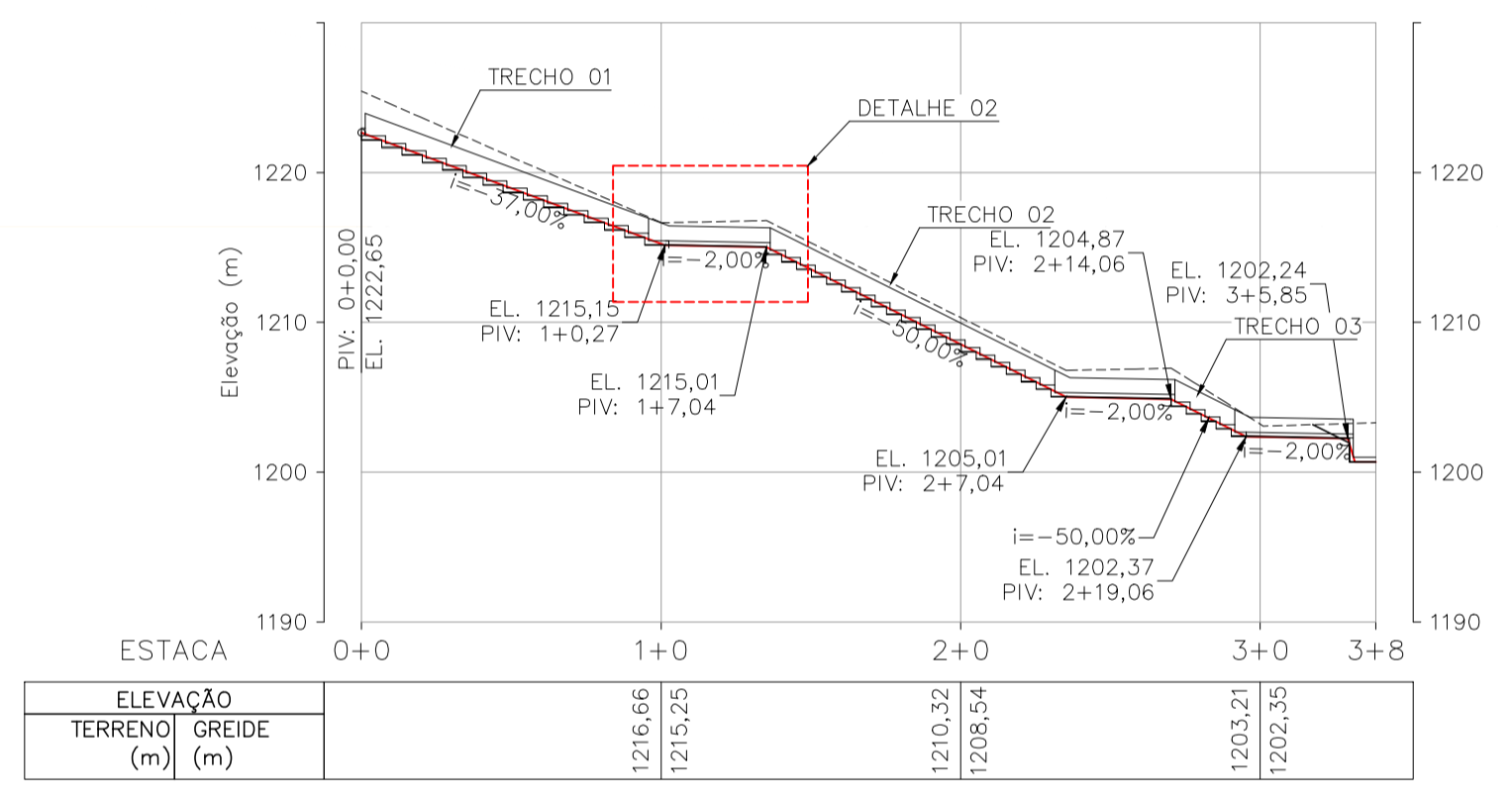
SEÇÃO TÍPICA RETANGULAR CPP-01 SEM ESCALA

**DIMENSIONAMENTO DAP-01 (TRECHOS EM DEGRAU)**

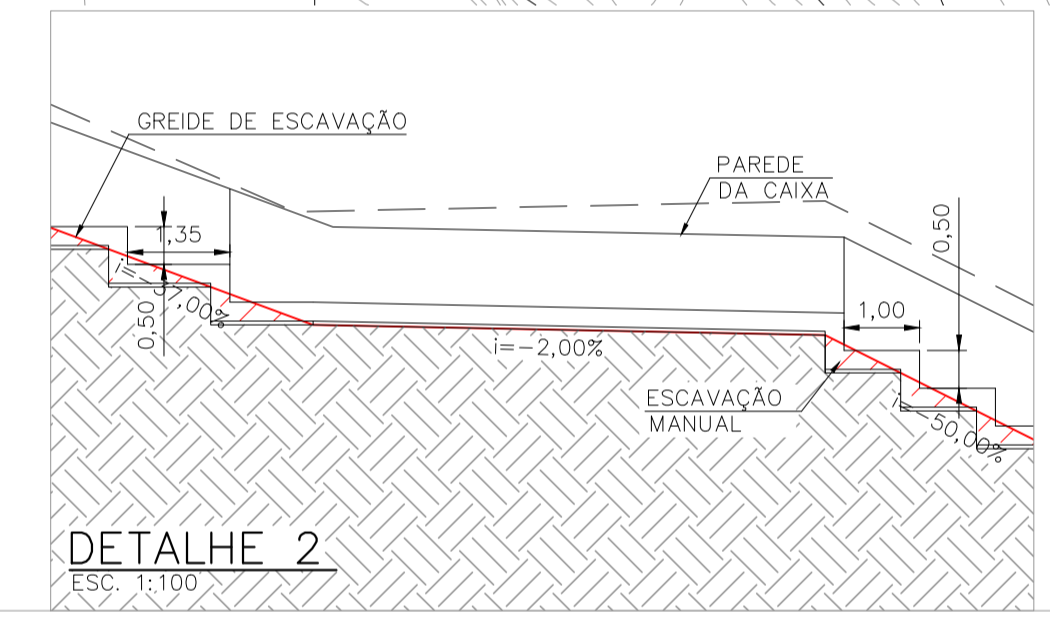
| TRECHOS  | B    | H    | L    | S    |
|----------|------|------|------|------|
| TRECHO 1 | 1,00 | 1,00 | 1,35 | 0,50 |
| TRECHO 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 |
| TRECHO 3 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 |

**DIMENSIONAMENTO CPP-01 (TRECHOS EM DEGRAU)**

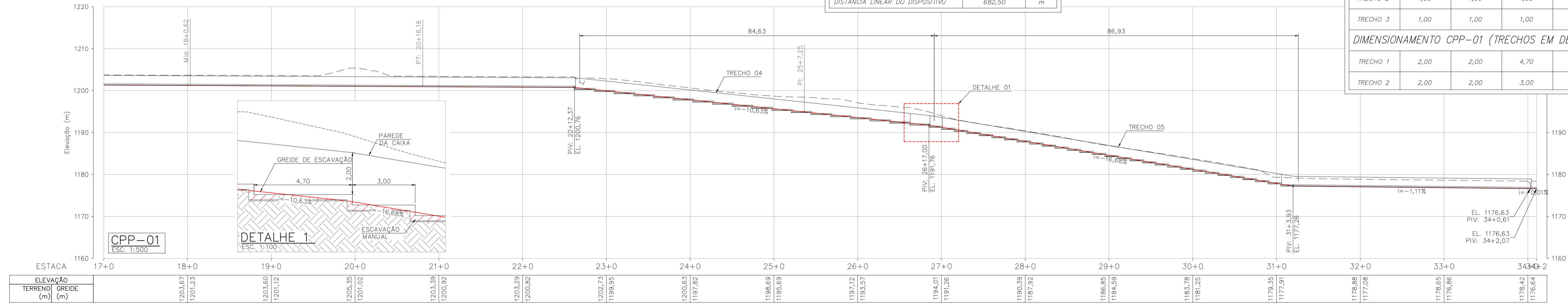
| TRECHO   | B    | H    | L    | S    |
|----------|------|------|------|------|
| TRECHO 1 | 2,00 | 2,00 | 4,70 | 0,50 |
| TRECHO 2 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 0,50 |



| ESTACA | ELEVACÃO TERRENO (m) | ELEVACÃO GREIDE (m) |
|--------|----------------------|---------------------|
| 0+0    | 1215,66              | 1222,65             |
| 1+0    | 1215,25              | 1215,25             |
| 2+0    | 1203,32              | 1208,54             |
| 3+0    | 1203,21              | 1203,35             |
| 3+8    | 1203,21              | 1203,35             |



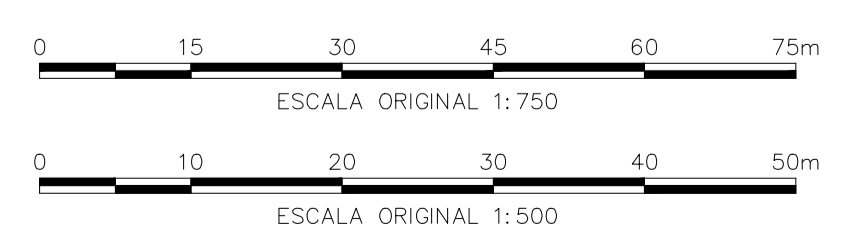
DETALHE 2 ESC. 1:100



| ESTACA | ELEVACÃO TERRENO (m) | ELEVACÃO GREIDE (m) |
|--------|----------------------|---------------------|
| 17+0   | 1203,67              | 1201,23             |
| 18+0   | 1203,60              | 1201,12             |
| 19+0   | 1205,35              | 1201,02             |
| 20+0   | 1203,39              | 1200,92             |
| 21+0   | 1203,29              | 1200,82             |
| 22+0   | 1202,73              | 1198,95             |
| 23+0   | 1200,63              | 1197,82             |
| 24+0   | 1198,69              | 1195,69             |
| 25+0   | 1197,12              | 1193,57             |
| 26+0   | 1194,01              | 1191,26             |
| 27+0   | 1190,39              | 1187,92             |
| 28+0   | 1186,85              | 1184,59             |
| 29+0   | 1183,78              | 1181,25             |
| 30+0   | 1179,35              | 1177,91             |
| 31+0   | 1176,88              | 1175,08             |
| 32+0   | 1176,65              | 1176,86             |
| 33+0   | 1176,42              | 1176,64             |
| 34+0   | 1176,42              | 1176,64             |

**NOTAS**

- TODAS AS DIMENSÕES E ELEVACÕES SÃO DADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO;
- SISTEMA DE COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 23S.



**DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

- "ORTOFOTO PILHA DE DISPOSIÇÃO DE REJITO - 11042022" - DOCUMENTO FORNECIDO PELA MOSAIC;
- "Plano de O&M - Área Pilha 11 DA 22" - DOCUMENTO FORNECIDO PELA MOSAIC; WA02821014-1-GT-RTE-0001 - RELATÓRIO TÉCNICO;
- WA02821014-1-GT-ETC-0001 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUTIVA;
- WA02821014-1-GT-ETC-0002 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA COMPLEMENTAR;
- WA02821014-1-GT-POT-0001 - PLANILHA DE QUANTIDADES;
- WA02821014-1-GT-DES-0001 - BASE TOPOGRÁFICA - PLANTA;
- WA02821014-1-GT-DES-0002 - ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA - PLANTA;
- WA02821014-1-GT-DES-0003 - MAPA DE INTERFERÊNCIAS - PLANTA;
- WA02821014-1-GT-DES-0004 - SONDAÇÕES EXECUTADAS - PLANTA;
- WA02821014-1-GT-DES-0005 - PLANO DE INVESTIGAÇÕES COMPLEMENTARES - PLANTA;
- WA02821014-1-GT-DES-0006 - SUPRESSÃO VEGETAL - PLANTA - FASE INICIAL;
- WA02821014-1-GT-DES-0007 - SUPRESSÃO VEGETAL - PLANTA - FASE FINAL;
- WA02821014-1-GT-DES-0014 - ARRANJO GERAL - PLANTA - FASE INICIAL;

**Mosaic** **Valm**

PROJETO: COMPLEXO DE MINERAÇÃO DE TAPIRA - CMT

PROJETO DETALHADO: COMPLEXO DE MINERAÇÃO DE TAPIRA - CMT

PILHA DE MAGNETITA 2 - PDM 2

DRENAGEM SUPERFICIAL - CPP-01 E DAP-01

PLANTA, PERFIL E DETALHES - FL. 2/2

CLASSIFICAÇÃO: -

Nº DO PROJETO: WBH-028-21

Nº DA SE: -

REVISÃO: 2

| REV. | T.E. | DESCRIÇÃO       | PROJ. | DES. | VER. | APR. | AUT. | DATA     |
|------|------|-----------------|-------|------|------|------|------|----------|
| 2    | E    | ATUALIZAÇÃO     | WALM  | MR   | JJP  | AR   | JF   | 18/11/22 |
| 1    | E    | APROVADO        | WALM  | DMM  | JJP  | AR   | JF   | 11/11/22 |
| 0    | E    | APROVADO        | WALM  | DMM  | JJP  | AR   | JF   | 04/11/22 |
| A    | B    | EMISSÃO INICIAL | WALM  | DMM  | JJP  | AR   | JF   | 03/11/22 |

**REVISÕES**

T.E. TIPO DE EMISSÃO: (A) PRELIMINAR (B) PARA APROVAÇÃO (C) PARA COMEÇAMENTO (D) PARA COTAÇÃO (E) PARA CONSTRUÇÃO (F) CONFORME COMPRADO (G) CONFORME CONSTRUÍDO (H) CANCELADO

**INSTRUÇÕES P/ PLANEJAMENTO**

| COR     | N.º | ESPESURA |
|---------|-----|----------|
| WHITE   | 0,1 |          |
| YELLOW  | 0,1 |          |
| GREEN   | 0,2 |          |
| CYAN    | 0,3 |          |
| BLUE    | 0,4 |          |
| RED     | 0,6 |          |
| MAGENTA | 0,8 |          |



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

**CREA-MG**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
**Nº MG20221182291**

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

INICIAL

**1. Responsável Técnico**

**JOAO EMILIO TOZETTI FRANCO**

Título profissional: **ENGENHEIRO GEÓLOGO**

RNP: **1406671967**

Registro: **MG0000109758D MG**

Empresa contratada: **WALM BH ENGENHARIA LTDA**

Registro Nacional: **0000057997-MG**

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **MOSAIC FERTILIZANTES P&K LTDA**

CPF/CNPJ: **33.931.486/0014-55**

**ESTRADA DA CANA**

Nº: **750**

Complemento:

Bairro: **DISTRITO INDUSTRIAL III**

Cidade: **UBERABA**

UF: **MG**

CEP: **38044795**

Contrato: **5300012167**

Celebrado em: **18/08/2021**

Valor: **R\$ 379.283,80**

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

Ação Institucional: **Outros**

**3. Dados da Obra/Serviço**

**RODOVIA Fazenda Boa Vista MGC 146**

Nº: **S/N**

Complemento: **KM 196,5**

Bairro: **ZONA RURAL**

Cidade: **TAPIRA**

UF: **MG**

CEP: **38185000**

Data de Início: **18/02/2022**

Previsão de término: **31/08/2022**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Finalidade: **OUTROS**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **MOSAIC FERTILIZANTES P&K LTDA**

CPF/CNPJ: **33.931.486/0020-01**

**4. Atividade Técnica**

14 - Elaboração

Quantidade

Unidade

80 - Projeto > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > PRESSÕES SOBRE OS SOLOS E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO > #3.7.1 - DE ESTUDOS GEOTÉCNICOS

1,00

un

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

**5. Observações**

Desenvolvimento do projeto de PROJETO DETALHADO PARA A PILHA DE MAGNETITA 2 DO COMPLEXO DE MINERAÇÃO DE TAPIRA ? CMT, dentro do Contrato nº 5300012167 (ADITIVO VALOR E PRAZO: INCLUSÃO MARVO 4 E MARCO 5 - WBH 028-21-PTC-014 Rev2).

**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) .

**7. Entidade de Classe**

A3EM - Associação dos Antigos Alunos da Escola de Minas de Ouro Preto

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Belo Horizonte, 02 de junho de 2022

Local

data

DocuSigned by:  
**JOAO EMILIO TOZETTI FRANCO - CPF: 956.888.461-00**  
*Thiago Oliveira*

B776007F7CA9418...  
**MOSAIC FERTILIZANTES P&K LTDA - CNPJ: 33.931.486/0014-55**

**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\$ 233,94**

Registrada em: **01/06/2022**

Valor pago: **R\$ 233,94**

Nosso Número: **8598813926**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: 8Ac9B  
 Impresso em: 02/06/2022 às 10:00:43 por: , ip: 187.1.94.138



**ANEXO C**  
**ESPELEOLOGIA**

**LEVANTAMENTO ESPELEOLÓGICO**

**VALE FERTILIZANTES S.A.**

**MINA DE TAPIRA - MG**

**TAPIRA - MG**

***Elaborado para:***

**VALE FERTILIZANTES S.A.**  
*Rodovia MGC-146, km 196,25 - CMT*  
*Tapira - MG*

***Elaborado para:***


**PROMINER PROJÉTOS LTDA.**  
*Rua França Pinto nº 1233 - Vila Mariana*  
*São Paulo-SP*

**Distribuição**

1 cópia – VALE FERTILIZANTES S.A.

1 cópia – PROMINER PROJÉTOS LTDA.

Tapira, 11 de maio de 2015.

  
\_\_\_\_\_  
João Claudio Estaiano  
Geógrafo – CREA/SP 506190787  
Visto CREA/MG 27866

## **LEVANTAMENTO ESPELEOLÓGICO**

**VALE FERTILIZANTES S.A.**

**MINA DE TAPIRA - MG**

**TAPIRA - MG**

### **ÍNDICE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>1</b>  |
| <b>2. OBJETIVO.....</b>                                       | <b>1</b>  |
| <b>3. ÁREA DE ESTUDO .....</b>                                | <b>1</b>  |
| <b>4. METODOLOGIA.....</b>                                    | <b>4</b>  |
| 4.1. LEGISLAÇÃO.....  | 4         |
| 4.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....                                 | 6         |
| 4.3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....                           | 10        |
| <b>5. ESPELEOLOGIA REGIONAL.....</b>                          | <b>13</b> |
| <b>6. POTENCIAL ESPELEOLÓGICO .....</b>                       | <b>14</b> |
| <b>7. PROSPECÇÃO EXOCÁRSTICA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....</b> | <b>22</b> |
| 7.1. CAMINHAMENTO .....                                       | 22        |
| 7.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA .....                                  | 53        |
| 7.3. RESULTADOS .....   | 53        |
| <b>CONCLUSÕES.....</b>  | <b>55</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                        | <b>56</b> |

### **ANEXO**

**ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART**

**ANEXO II – DOCUMENTAÇÃO CARTOGRÁFICA**

- ✓ *DESENHO 279.0.407.0.1-LPE-01 – Imagem de Satélite*

## **INTRODUÇÃO**

A VALE FERTILIZANTES S.A., contratou a Prominer Projetos Ltda para efetuar a caracterização do patrimônio espeleológico da área da Mina de Tapira em Minas Gerais, em atendimento a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução CONAMA nº 347/2004.

Entre os dias 13 e 17 de abril de 2015, foi realizado trabalho de campo para constatar a existência de cavernas e feições cársticas significativas na área de sua propriedade, que abrange todo Complexo de Mineração de Tapira- CMT, incluindo suas estruturas (barragens de rejeitos e água, pilha de magnetita, cava e complexo industrial).

### **1. OBJETIVO**

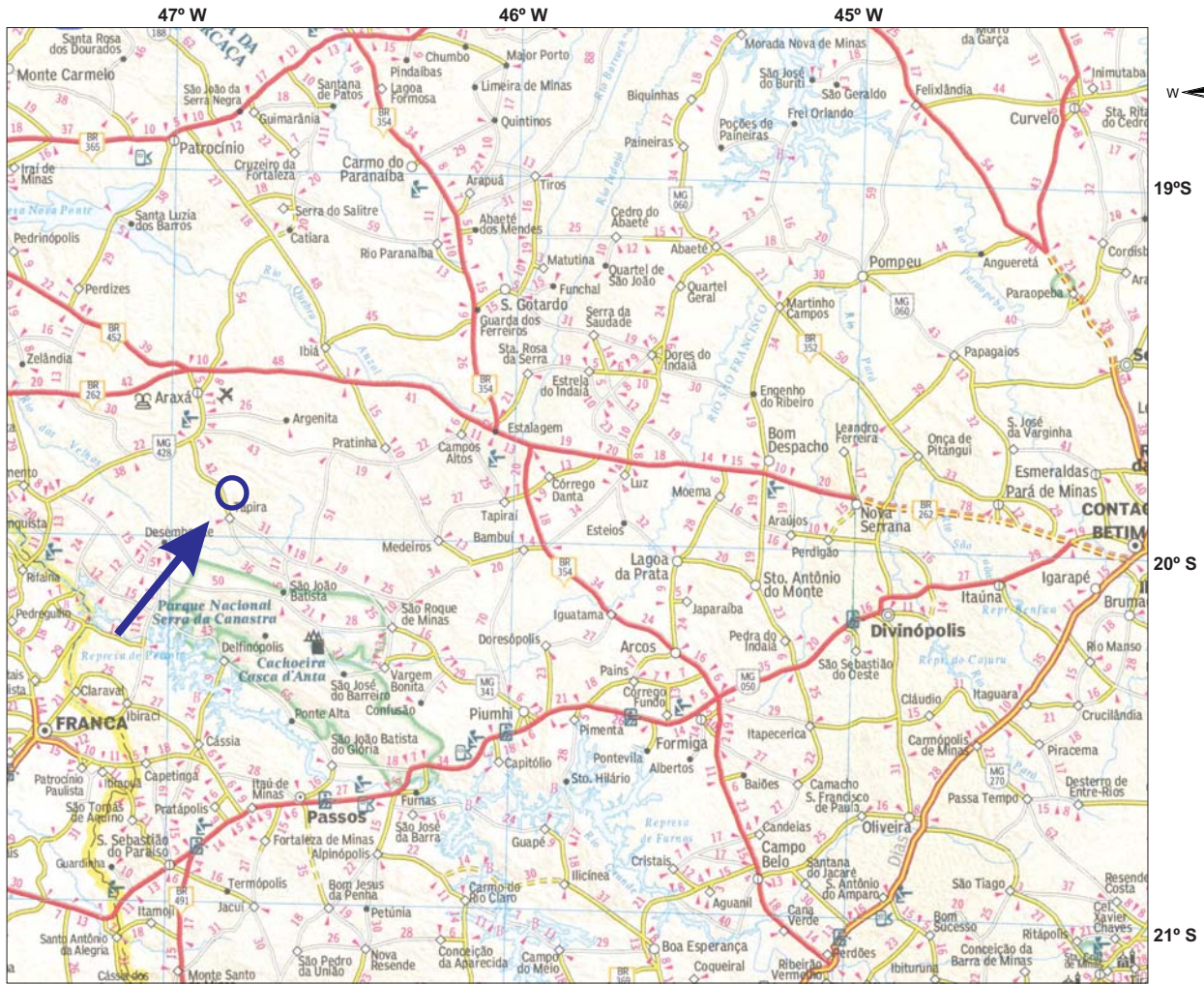
O estudo das áreas com potencial espeleológico, de acordo com o disposto no Artigo 20 da Constituição Federal, Inciso X, do Decreto nº 99.556 de 01 de outubro de 1990, Resolução CONAMA nº 237/97 de 19 de dezembro de 1997, Resolução CONAMA nº 347 de 13 de setembro de 2004, Portaria IBAMA nº 887 de 15 de junho de 1990, IN/IBAMA nº 100 de 05 de junho de 2006, Decreto Presidencial nº 6640 de 07 de novembro de 2008 e IN/MMA nº 2 de 20 de agosto de 2009, visam principalmente preservar e conservar o Patrimônio Espeleológico nacional, fomentando levantamentos, estudos e pesquisas que possibilitem ampliar o conhecimento sobre as cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

O objetivo central deste estudo se refere aos levantamentos e caracterização do patrimônio espeleológico para VALE FERTILIZANTES S.A., no Complexo de Mineração de Tapira-CMT, considerando o limite de propriedade e além disso um raio de proteção de 250m ao redor deste limite.

### **2. ÁREA DE ESTUDO**

Para a realização do levantamento de feições cársticas, definiu-se como área de estudo as áreas de propriedade da Vale Fertilizantes no município de Tapira – MG que compreende a área do Complexo de Mineração de Tapira- CMT, abrangendo duas propriedades, a do complexo propriamente dito, onde encontra-se a maior parte das estruturas e uma área a norte do complexo, cerca de 7km em linha reta, onde encontra-se a barragem de água limpa no Ribeirão do Inferno.

Na FIGURA 2.1 está apresentado mapa rodoviário que mostra as principais estradas que dão acesso à área do Complexo de Mineração de Tapira e na FIGURA 2.2 está apresentado o mapa de localização, extraído da folha topográfica Araxá, na escala 1:100.000, editado pelo IBGE em 1970, onde aparecem os principais elementos da área, com destaque para topografia e rede hidrográfica, antes da implantação do complexo CMT.



Fonte: Guia Quadro Rodas, Mapa Rodoviário 2010/2011, Escala Aproximada (1cm = 22 km).

### LEGENDA

#### CIDADES

- SEDE DA COMARCA
- SEDE DE MUNICÍPIO
- SEDE DE DISTRITO
- ▲ VIAS, BAIRROS E LACALIDADES

#### RODOVIAS

- PRINCIPAIS TRONCOS RODOVIÁRIOS
- EM DUPLICAÇÃO
- EM PAVIMENTAÇÃO
- ESTRADAS PRECÁRIAS\*\*
- MG PREFIXO DE RODOVIAS ESTADUAIS
- BR PREFIXO DE RODOVIAS FEDERAIS
- DUTRA NOME DA RODOVIA
- 32 DISTÂNCIA APROXIMADA EM km
- PAVIMENTAÇÃO DUPLA
- PAVIMENTADA
- TERRA\*
- B BALSA
- POLÍCIA RODOVIÁRIA
- PEDÁGIO
- POSTO DE ABASTECIMENTO

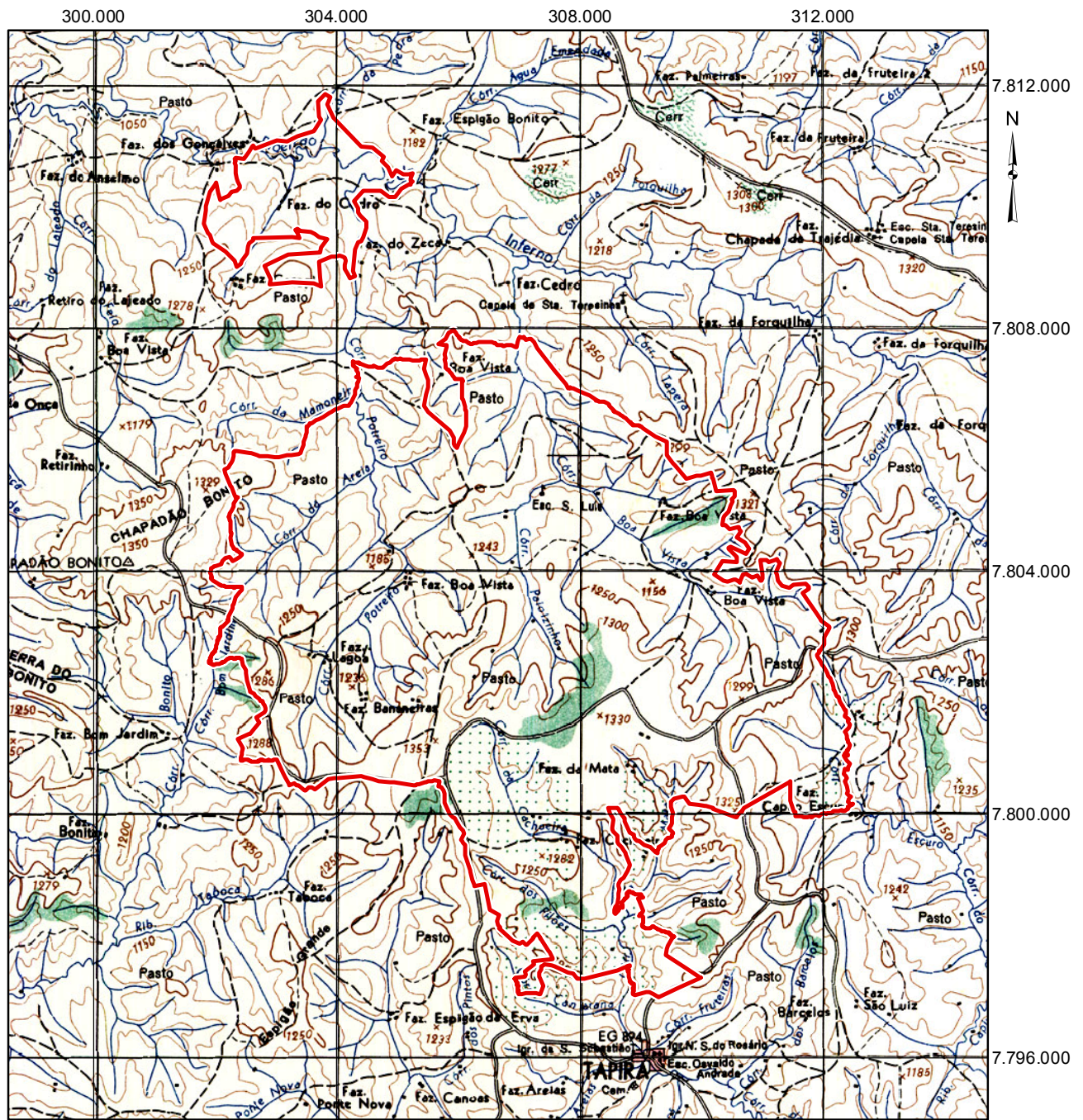
#### PONTOS DE INTERESSE

- HISTÓRICA
- ESTÂNCIA
- SERRA
- PRAIA
- RODOVIARIA (NA PLANTA)
- PORTO

#### DIVERSOS

- ✈ VÔOS REGULARES INTERNACIONAIS
- ✈ VÔOS REGULARES NACIONAIS
- ✈ VÔOS NÃO REGULARES
- ÁREAS ALAGADIÇAS
- LAGOS, REPRESAS E AÇUDES
- RIOS
- RIO INTERMITENTE
- ATRAÇÃO OU REFERÊNCIA
- ▲ ALTITUDE EM METROS
- B BARCO PARA PASSAGEIROS
- UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
- FRONTEIRA INTERNACIONAL
- DIVISA INTERESTADUAL
- LOCAL DO EMPREENDIMENTO

**FIGURA 2.1 – Mapa Rodoviário**



FONTE: IBGE, 1970. FOLHA ARAXÁ (SE-23-Y-C-VI); PROJEÇÃO UTM, DATUM SIRGAS 2000, FUSO 23 S. 1 0,5 0 1 2 (km)

**LEGENDA**

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| Curvas de nível                               | Cultura temporária      |
| Cota não comprovada                           | Cultura permanente      |
| Rio, Ribeirão, Córrego                        | Mata, floresta          |
| Limite intermunicipal                         |                         |
| Estrada sem pavimentação - tráfego permanente | <b>LIMITES</b>          |
| Estrada sem pavimentação - tráfego periódico  | Limite das propriedades |
| Caminho                                       |                         |
| Trilha  |                         |

**FIGURA 2.2 – Mapa de Localização**



### **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada consiste no levantamento bibliográfico na biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IGC-USP, na Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, CPRM e em outras instituições de pesquisa além de publicações disponibilizadas em pesquisa pela internet referente a geologia, geomorfologia e espeleologia das áreas estudadas, e nos sites da Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE (<http://www.sbe.com.br>) e do CECAV- Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas (<http://www.icmbio.gov.br/cecav/>) que possuem o cadastro de cavernas do Brasil.

Foi analisada a imagem de satélite de recobrimento da área de estudo localizando feições importantes, características de relevo cárstico, direcionando os trabalhos de campo para esses pontos, traçando um caminhamento. Foram também analisadas na imagem as vias de acesso ao empreendimento e a rede drenagem. Também foi analisada a carta topográfica da folha Araxá de 1970, na qual aparece toda área ocupada atualmente pelo Complexo de Mineração de Tapira- CMT sem intervenção possibilitando observar a morfologia original e toda rede de drenagem antes das instalações das bacias de rejeitos e de água limpa.

Em campo foram verificados os pontos demarcados com ajuda da imagem de satélite e mapas topográfico, geológico e de potencial espeleológico. Em todos os pontos do caminhamento foram coletadas as coordenadas geográficas em formato UTM utilizando-se GPS Garmin GPSmap 60CSx.

Também foram efetuadas entrevistas com moradores locais com conhecimento regional para identificação de possíveis locais com ocorrência de cavidades.

Com base nos dados levantados foram recolhidos dados primários em campo que somados aos dados secundários (bibliográficos) foi elaborado este relatório.

#### **3.1. LEGISLAÇÃO**

No Brasil, o marco inicial da legislação ambiental se dá na década de 80 do século XX, sobre cavernas em 1986, com a criação de uma comissão especial para tratar de assuntos relativos à preservação do patrimônio espeleológico pela Resolução CONAMA 09/1986.

Como resultado dos trabalhos desenvolvidos por essa comissão, foi elaborado o Programa de Proteção ao Patrimônio Espeleológico, aprovado pela Resolução CONAMA 05/1987 (revogada pela Resolução CONAMA 347/04).

Em 1988 foi promulgada a Constituição Federal concebendo as cavernas como bens da União (Artigo 20, X).

Na década de 90 do século XX foram editados o Decreto 99.556/90 e a Portaria IBAMA 887/90 limitando a utilização de cavernas apenas para atividades de cunho técnico-científico, espeleológico, turístico, recreativo, étnico-cultural e educativo, possibilitando a suspensão, restrição e proibição de atividades não autorizadas ou que pudessem de alguma forma colocar as cavernas em risco de degradação.

Essas normas definiram a necessidade de EIA-RIMA que incluía o patrimônio espeleológico para empreendimentos que possam gerar impacto ambiental e também o termo “cavidade natural subterrânea” como “todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo homem, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, incluindo seu

ambiente, seu conteúdo mineral e hídrico, a fauna e flora ali encontradas e o corpo rochoso onde as mesmas se inserem, desde que a sua formação tenha sido por processos naturais, independente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante. Nesta designação estão incluídos os termos regionais como gruta, lapa, toca, abismo, furna, buraco, etc.”

Em 1997 foi criado pela Portaria IBAMA 57/97 o CECAV – Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas com a função de fiscalizar, controlar o uso e fomentar estudos e pesquisas que possibilitem ampliar o conhecimento sobre as cavidades naturais subterrâneas existentes no país.

No ano de 2001 o IBAMA editou três Portarias tratando do patrimônio espeleológico. A Portaria 14/01 determinou a interdição da Gruta dos Ecos em Goiás devido à degradação ambiental. A Portaria 15/01 regulamentou a visitação turística às cavernas da Chapada Diamantina e a Portaria 89/01 regulamentou o espeleomergulho.

A Resolução CONAMA 335/03 regulamentou o licenciamento ambiental de cemitérios e proibindo que estes fossem implantados em terrenos cársticos.

E por fim, em 2004, entrou em vigor a Resolução CONAMA 347/04 que instituiu o termo “cavidade natural subterrânea relevante para fins de anuência pelo IBAMA no processo de licenciamento”, ou seja, “aquela que apresente significativos atributos ecológicos, ambientais, cênicos, científicos, culturais ou socioeconômicos, no contexto local ou regional em razão, entre outras, das seguintes características”:

- a) dimensão, morfologia ou valores paisagísticos;
- b) peculiaridades geológicas, geomorfológicas ou mineralógicas;
- c) vestígios arqueológicos ou paleontológicos;
- d) recursos hídricos significativos;
- e) ecossistemas frágeis; espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção;
- f) diversidade biológica; ou
- g) relevância histórico-cultural ou socioeconômica na região.

Com a Resolução CONAMA 347/04 também foi criado o CANIE – Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas que é parte integrante do SINIMA - Sistema Nacional de Informação do Meio Ambiente e será constituído por informações correlatas ao patrimônio espeleológico nacional.

Foi definida também a "área de influência sobre o patrimônio espeleológico" como "área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola" definido no Artigo 4º, § 3º "Até que se efetive o previsto no parágrafo anterior, a área de influência das cavidades naturais subterrâneas será a projeção horizontal da caverna acrescida de um entorno de duzentos e cinquenta metros, em forma de poligonal convexa".

O Artigo 8º "Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades considerados efetiva ou potencialmente causadoras de significativa alteração e degradação do patrimônio espeleológico, para os quais se exija Estudo Prévio de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental ao Meio Ambiente-RIMA, o empreendedor

é obrigado a apoiar a implantação e a manutenção de unidade de conservação, de acordo com o previsto no Artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000."

Em 07 de novembro de 2008 foi publicado o Decreto nº 6.440 que deu nova redação a alguns parágrafos do Decreto nº 99.556/90 definindo que as cavernas devem ser classificadas em grau de relevância e levando-se em conta esse grau, poderá haver supressão de cavernas desde que haja compensação ambiental.

A Instrução Normativa nº 2 do Ministério do Meio Ambiente, publicada no DOU em 20 de agosto de 2009 descreve a metodologia para avaliação do grau de relevância de cavidades naturais.

### **3.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS**

A região de estudo faz parte da Província Ígnea do Alto Paranaíba, comportando os complexos carbonatíticos, de dimensões relativamente grandes (até 65 Km<sup>2</sup>), de Catalão I e II no sul de Goiás, e Serra Negra, Salitre I, II e III, Araxá e Tapira, no oeste de Minas Gerais. Esses complexos intrudem rochas metamórficas neoproterozóicas da Faixa Brasília, as quais são tipicamente deformadas em estruturas dômicas (BEZERRA e BROD, 2011).

O intemperismo químico predominante na região favoreceu a concentração econômica de fosfato e nióbio, além de titânio, terras raras, vermiculita e barita, que ainda não são aproveitados comercialmente (BEZERRA e BROD, 2011).

No Complexo Carbonatítico de Tapira a intrusão deformou as rochas encaixantes do grupo Canastra em uma estrutura dômica que tem cerca de 5,2 km de diâmetro. O minério lavrado é proveniente do manto de intemperismo, onde ocorre a concentração supérgena de titânio, fosfato, nióbio, terras raras e vermiculita, por concentração residual (BEZERRA e BROD, 2011).

Na região de Tapira, a Faixa Brasília é constituída por três falhas de cavalgamento e com características litológicas distintas, que foram empurradas por sobre o Grupo Bambuí, que ocorre a sudeste da área (SILVA et al., 2006). As unidades litológicas ocorrentes são:

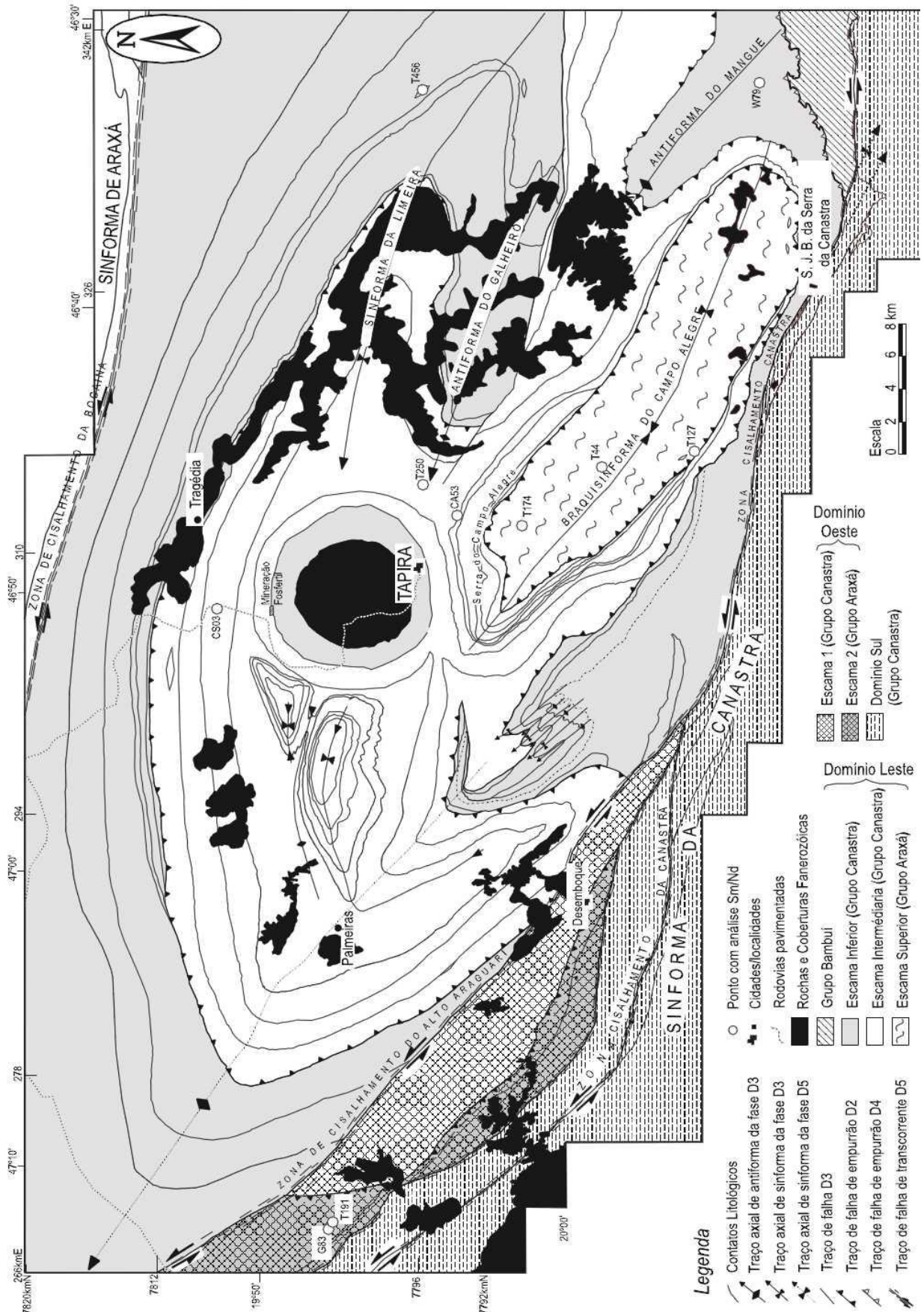
*Grupo Bambuí:* constituído localmente por filitos com lentes métricas de mármores cálcicos, atingindo grau metamórfico de fácies xisto verde inferior (zona da clorita), Ocorre a distância de cerca de 24km a sudeste do empreendimento.

*Escama Inferior (Grupo Canastra):* constituída na base por quartzo-muscovita, xistos intercalados por muscovita xistos, que em direção ao topo passam gradativamente a grafita-muscovita xistos. Essas rochas são sobrepostas por quartzo-muscovita xistos, com intercalações de quartzitos. No topo dessa escama ocorrem quartzitos puros a micáceos com intercalações de quartzos xistos. As condições metamórficas são de fácies xisto verde inferior médio (zona da clorita e da biotita), ocorre nas bordas do complexo carbonatítico.

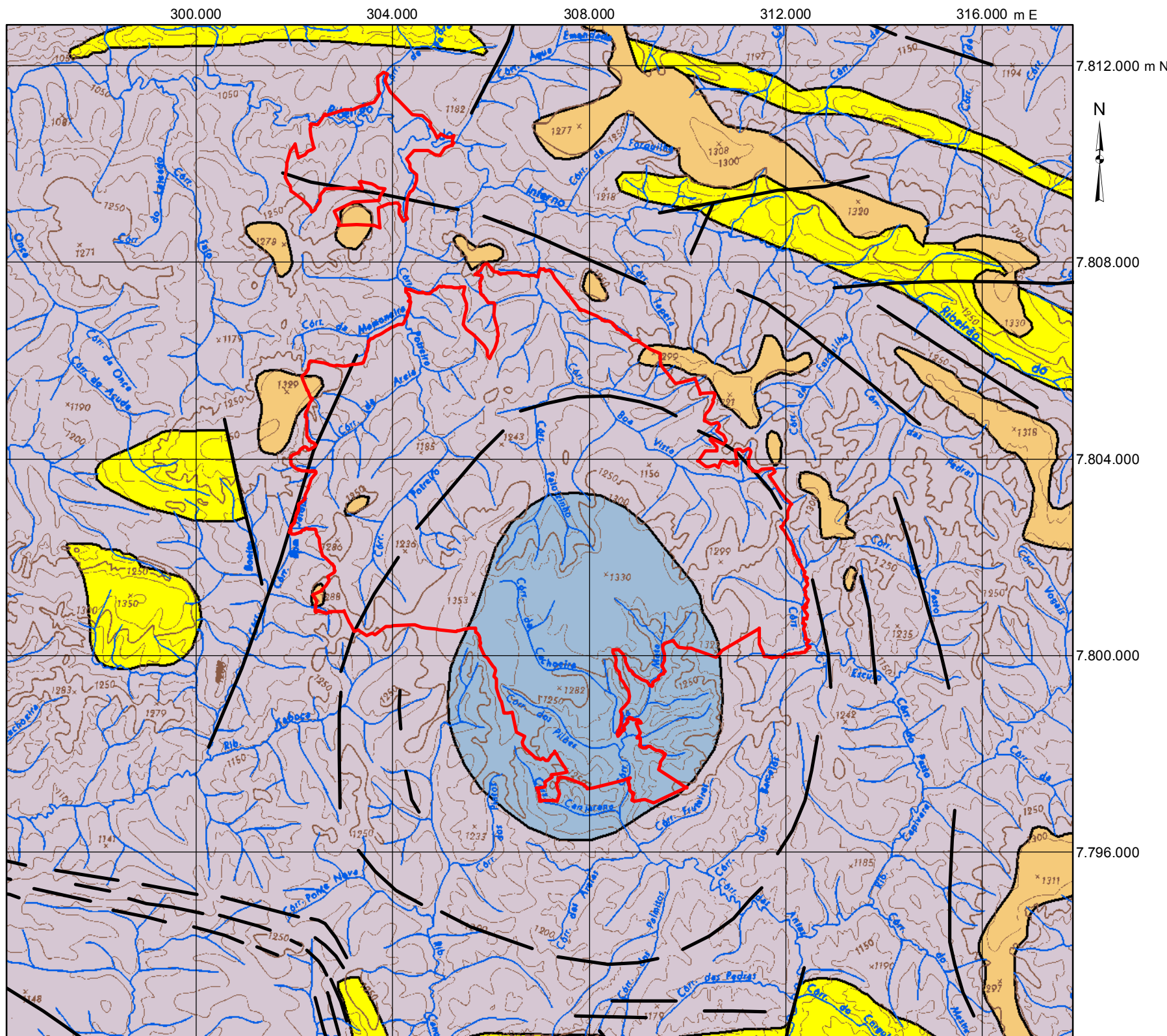
*Escama intermediária (Grupo Canastra):* a base da escama é constituída por granada-grafita-muscovita xistos de granulação fina intercalados a xistos grafitosos e granada-biotita-muscovita xistos. Estes são sobrepostos por granada-grafita xistos, que passam gradativamente a granada-mica xistos pouco grafitosos. No topo dessa escama ocorrem quartzitos com intercalações métricas de quartzo-xistos, muscovita xistos e quartzitos micáceos. As condições metamórficas são de fácies xisto verde superior (zona da granada).

*Escama Superior (Grupo Araxá):* o litotipo mais frequente é granada-mica xistos, com camadas métricas de granada-quartzo xistos e rochas meta-ultramáficas. As condições metamórficas são de fácies anfibolito inferior.

Na FIGURA 3.2.1 é apresentado o mapa geológico regional onde está indicado as principais estruturas e litologia ocorrentes e na FIGURA 3.2.2 está apresentado o mapa geológico local com destaque para área do domo alcalino e as estruturas circundantes.



**FIGURA 3.2.1 – Mapa Geológico regional (Fonte: Silva, et al., 2006)**



**LEGENDA**

- Curva de nível
- Curso d'água
- Limite da propriedade

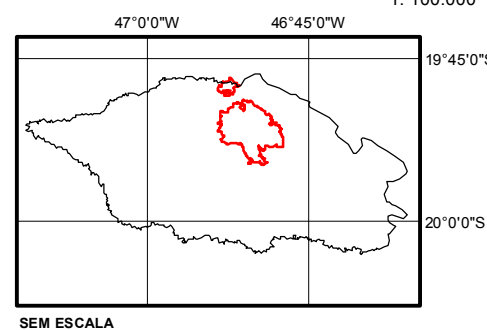
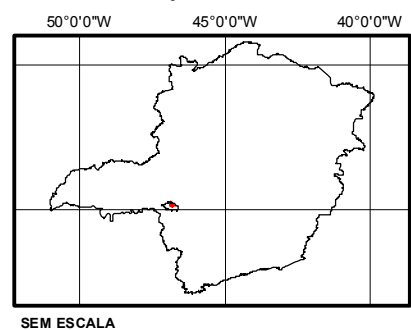
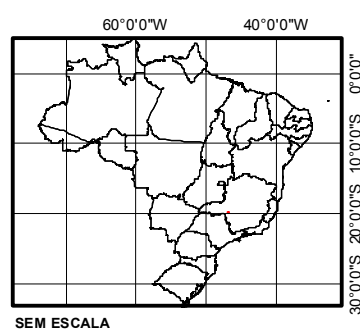
**GEOLOGIA**


- SL - Solo vermelho, parcialmente laterítico
- Sequência Quartzito-Filito**
  - Qt - Quartzito
  - f - Filito
- Sequência Filito-Micaxisto**
  - mc - Micaxisto
- alc - Rocha alcalina em geral
- am - Anfibolito (metagabro), metadiabásio intercalado em micaxisto
- Contato geológico aproximado
- - - Falha inferida

FONTE: CPRM, 1974. RELATÓRIO E MAPA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOQUÍMICO DE PRATINHA, ARGENTINA, TAPIRA E SERRA DA CANASTRA. ESCALA ORIGINAL 1: 100.000. PROJEÇÃO UTM, DATUM SIRGAS 2000, FUSO 23 S.



**LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**



|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
|  |                               | <small>Rua França Pinto, 1233 - Vila Mariana CEP: 04016-035 - São Paulo - SP<br/>Rua Haddock Lobo, 365, sala 309 - CEP: 20260-142 - Tijuca - Rio de Janeiro - RJ<br/>Fone/fax: (11)5571-6525 (21) 2137-2979<br/>prominer@prominer.com.br</small> |  |
| Cliente:<br>VALE FERTILIZANTES S.A.   |                               |  |  |
| Projeto:<br>LEVANTAMENTO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO                                  |                               |  |  |
| Título:<br>IMAGEM DE SATÉLITE COM O POTENCIAL ESPELEOLÓGICO                           |                               |  |  |
| Responsável Técnico:<br>JOÃO CLAUDIO ESTAIANO   |                               | CREA Nº:<br>5061907887   |  |
| Escala:<br>1: 100.000   | Documento Nº:<br>FIGURA 3.2.2 | Revisão:<br>ABRIL DE 2015  |  |

### 3.3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A área onde se localiza o empreendimento mineiro, o Complexo Mineroquímico de Tapira-CMT, insere-se na bacia hidrográfica do rio Araguari. Diversos estudos foram realizados na área desta bacia hidrográfica, principalmente aqueles de cunho geomorfológico buscando o entendimento da dinâmica das formas de relevo e seu mapeamento (CETEC, 1983; MAGALHÃES e RODRIGUES, 2010).

O domo alcalino de Tapira e as serras que compõe a parte terminal da Serra da Canastra são os elementos que mais se destacam na paisagem. O domo alcalino está circundado por uma estrutura circular semi-preservada em anéis sustentados por quartzito e couraça ferruginosa bem desgastados.

Em geral, a morfologia da área é condicionada pelas litologias ocorrentes: quartzitos, xistos, carbonatitos e também em alguns topos residuais de carapaças ferruginosas. Próximo as barragens de rejeitos os morros apresentam topos planos (tabulares) com vertentes com alta declividades, porém sem formas escarpadas abruptas. As drenagens entalham em pequeno anfiteatro com aumento da declividade em direção ao terço superior da vertente, principalmente naquelas sustentadas por quartzito e couraças ferruginosas. Nos filitos, xistos e em parte do domo alcalino os morros possuem morfologia alongada com perfis tendendo a convexidade.

A classificação empregada por Magalhães e Rodrigues (2010) para área da bacia do rio Araguari consideraram que a área de estudo encontra-se em duas unidades morfoesculturais distintas: O Domo Alcalino de Tapira e o Planalto Residual circundante, estas duas unidades fazem parte da Morfoestrutura reconhecida como Faixa de Dobramento.

Na unidade morfoestrutural da Faixa de Dobramento, as morfologias são fortemente condicionadas por estruturas geológicas que estão associadas a eventos de reativação da crosta como os dobramentos e falhamentos regionais. A última reativação da crosta foi um dos eventos mais importantes para se entender a morfologia atual da área.

Em boa parte desta região afetada por ciclos de erosão, que deram feição ao relevo atual da área de Tapira, ocorreu um grande evento de caráter tectônico germanótipo, que coincidiu com a abertura do Atlântico, no qual foram reativados sistemas antigos de falhas e surgimento de blocos falhados e arcos. A reativação da crosta denominada de Reativação *Wealdeniana* (ALMEIDA, 1967 e 1983) se configurou no evento tectono-estrutural mais importante para a configuração atual do relevo.

Neste contexto geológico, de grande movimentação da crosta, ocorreu intenso e variado magmatismo e a escala deste fenômeno foi poucas vezes igualado na história de evolução da Terra. Lavas e soleiras de basalto preencheram as antigas falhas reativadas. No Brasil Meridional formaram-se complexos alcalinos variados, além de dunitos, carbonatitos e kimberlitos que constituem fonte importante de mineralizações (ALMEIDA, 1962, 1983 e 1985; SCHOBENHAUS, *et al.* 1984).

Os maciços alcalinos formados por ascensão de lavas deram feição a um tipo de relevo muito característico. Devido a sua conformidade circular e bordas elevadas de antigas chaminés alcalinas ou os conjuntos destas, formaram-se escarpas que foram dissecadas pela erosão diferencial e instalação e superimposição de rede de drenagem. Em alguns

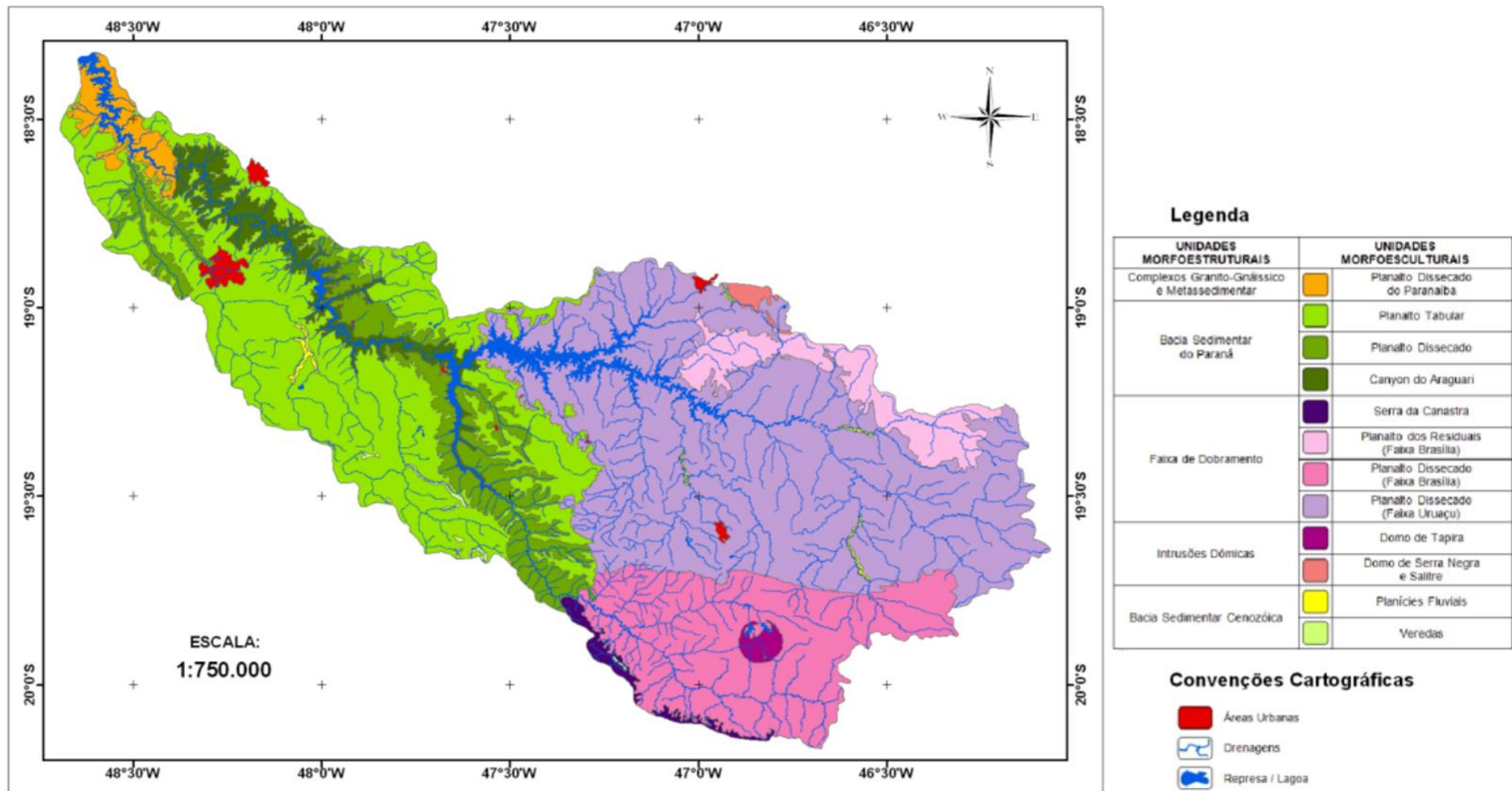
casos, ocorreram rebaixamentos que mascararam parte da antiga estrutura dos antigos domos alcalinos, em parte também algumas áreas onde ascendeu o magma alcalino, que deram origem a estruturas diferenciadas, como as escarpas circulares que compõe os famosos domos alcalinos, como o de Tapira.

Magalhães e Rodrigues (2010) assinalaram que área onde se insere a unidade Faixa de Dobramento “foi afetada durante e após o Cretáceo soerguimentos regionais e níveis de erosão rebaixaram o relevo regional indiscriminadamente ao tipo de rocha. Após o Cretáceo ocorreram extensos processos de aplanamento com a formação de pediplanos. Após o Plio-Pleistoceno, esta região vem sendo afetada por um clima tropical, com intercalações entre momentos úmidos e semi-áridos. Estes últimos eventos propiciaram a erosão das rochas mais intemperizáveis, como filitos e xistos e a preservação dos quartzitos, que ocupam hoje as posições mais elevadas, conformando geralmente relevos residuais ou divisores de bacias hidrográficas”.

As principais formas são morros alinhados e também pequenas serras isoladas, com complexas vertentes convexo-retilíneas, cobertas por mantos colúviais e matacões, altamente dissecados pela rede de drenagem. Antigas superfícies erosivas são preservadas nos topos de algumas serras, geralmente em altitude superior a 1250 metros, sustentadas por quartzito e carapaças ferruginosas, enquanto os vales possuem um aprofundamento superior a 100 metros. Os solos são pouco profundos e ricos em minerais primários, geralmente cascalhentos, sendo classificados como Cambissolos ou Neossolos Litólicos (MAGALHÃES e RODRIGUES, 2010).

Na FIGURA 3.3.1 está apresentado o Mapa Geomorfológico abrangendo a área de estudada.





**FIGURA 3.3.1** – Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaí.

Fonte: Magalhães e Rodrigues (2010)

#### 4. ESPELEOLOGIA REGIONAL

O município de Tapira teve sua origem num pequeno distrito que pertencia ao município de Araxá em 1923. Em 1938, isto é, 12 (doze) anos após a fundação do distrito, este passo a ser distrito de Sacramento e em 1962 foi emancipado tornando-se município com uma área de 1.779,248km<sup>2</sup>. Atualmente Tapira possui cerca 4.500 habitantes (IBGE, 2015).

Foi realizado o levantamento de dados sobre cavernas existentes nos municípios de Tapira, Araxá e Sacramento no site Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) e do banco de dados do CECAV em 00 de abril de 2015.

Segundo o Cadastro Nacional de Cavidades (CNC) da SBE o único município que apresenta caverna é Sacramento, que possui uma caverna cadastrada podendo ser observada no QUADRO 4.1.

**QUADRO 4.1**  
**CAVERNAS EXISTENTES NO BANCO DE DADOS DA SBE EM 30/04/2015**

| Município / Localidade | Nº SBE | Nome               | Coordenadas UTM (m)              | Litologia      | Desenvolvimento (m) | Desnível (m) |
|------------------------|--------|--------------------|----------------------------------|----------------|---------------------|--------------|
| Sacramento             | MG-299 | Gruta dos Palhares | Zona 23 E 243.466<br>N 7.801.419 | Sem informação | 450m                | --           |

Segundo a base de dados do CECAV de 30/04/2015, as cavernas mais próximas a área estudada são apresentadas no QUADRO 4.2

**QUADRO 4.2**  
**CAVIDADES CADASTRADAS NO CECAV MAIS PRÓXIMAS DA MINA DA VALE FERTILIZANTES EM TAPIRA - MG**

| Cavidade                 | Localidade              | Distância das Cavidades em relação ao perímetro da propriedade da Vale Fertilizantes - Tapira |
|--------------------------|-------------------------|---|
| Gruta dos Palhares       | Sacramento - MG         | 57 km   |
| Gruta Limoeiro           | São Roque de minas - MG | 46 km   |
| Gruta Dolina do Zeferino | São Roque de minas - MG | 46 km   |
| Gruta do Zeferino 1      | São Roque de minas - MG | 46 km   |
| Gruta do Zeferino 2      | São Roque de minas - MG | 46 km   |
| Gruta do Zeferino 3      | São Roque de minas - MG | 46 km   |
| Gruta do Zeferino 4      | São Roque de minas - MG | 46 km   |

Segundo o Departamento Geral de Estatística (1939) são conhecidas duas cavernas em Araxá, as Grutas das Andorinhas e do Monge, ambas localizadas na Serra da Bocaina em Araxá, distando cerca de 8km das propriedades da Vale Fertilizantes em Tapira - MG.

## 5. POTENCIAL ESPELEOLÓGICO

Os estudos geoespeleológicos desenvolvidos na área de propriedade da VALE FERTILIZANTES S.A., em sua unidade de Tapira, foi realizado visando reconhecer possíveis cavidades por meio de metodologia tradicional do mapeamento geológico e geomorfológico para terrenos com propensão a ocorrência de cavidades naturais.

A identificação de zonas favoráveis para o desenvolvimento de cavernas tem como base a análise prévia de bases cartográficas e cartas temáticas geológicas e geomorfológicas, onde são demarcadas previamente as zonas mais favoráveis para a ocorrência de cavidades, considerando primariamente a identificação de rochas solúveis. Também foi utilizado como critério a interpretação e reconhecimento da rede drenagem e da morfologia do terreno, buscando identificar feições geomorfológicas típicas que possam abrigar cavidades.

Os Mapas de Potencial Espeleológico são instrumentos que auxiliam na identificação da morfologia típica de cavernas, além de auxiliar previamente os trabalhos de campo. Primeiramente, foi utilizado o mapa disponibilizado pelo CECAV com a identificação de cavidades registradas em seu banco de dados, como também os trabalhos de Karmann e Sánchez (1979); Berbert-Born (1994); Hardt e Ferreira Pinto (2009); Jansen et al. (2012); Jansen e Pereira (2014).

De posse das informações básicas, foi realizado o trabalho de campo nos dias 13 a 17 de abril percorrendo todas as áreas mais propensas a ocorrência de cavidades. Todo o percurso foi gravado em GPS por meio do armazenamento de trilhas, como também foram coletados pontos de controle de campo nos locais percorridos visando auxiliar na caracterização morfológica.

Os mapas de potencialidade de ocorrência de cavernas do CECAV, utilizados previamente, são baseados na litologia ocorrente, ou seja, o potencial espeleológico está relacionado à ocorrência de rochas muito solúveis a pouco solúveis. Por exemplo, o potencial espeleológico é considerado alto nos locais de ocorrência de rochas carbonáticas e baixo onde ocorrem as rochas ígneas. No entanto, estes mapas disponíveis pelo CECAV são feitos em escala regional, portanto, são baseados em estatística do cadastro nacional de cavidades naturais e servem previamente para situar-se em relação as cavidades próximas da área e seu potencial regional. Segundo o CECAV (2008) 68% das cavernas do Brasil ocorrem em rochas carbonáticas e formações ferríferas, cerca de 20% são em rochas sedimentares e metasedimentares e cerca de 3% em rochas ígneas, as áreas com potencialidade muito alta e alta para rochas carbonáticas, média para rochas sedimentares e metasedimentares, baixa para rochas ígneas e ocorrência improvável para sedimentos inconsolidados (FIGURA 5.1)

| Muito Alta                          | Alta                              | Média                                    | Baixa                                  |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Calcário, dolomito, evaporito, etc. | Mármore, carbonatito, margá, etc. | Arenito, quartzito, siltito, xisto, etc. | Granito, gnaisse, basalto, gabro, etc. |

**FIGURA 5.1** – Escala da potencialidade de ocorrência de cavidades em relação à litologia para estudos regionais<sup>1</sup>.

Além dos indicativos geológicos pesquisados no mapa geológico da CPRM da folha Araxá na escala 1:100.000, CPRM (1974) e em Seer et al. (2014), também foram pesquisados os

<sup>1</sup> Para estudos elaborados em escala local com maior detalhe, em escalas grandes, consideram-se além da litologia, os aspectos relacionados à geomorfologia, principalmente aqueles vinculados à morfologia do terreno.

indicativos morfológicos extraídos da geomorfologia do local, por meio de mapas e imagem de satélite de alta resolução. Este estudo é muito importante para a determinação da potencialidade espeleológica e está intrinsecamente ligado aos condicionantes geológicos (litologia e estrutura, principalmente), pois o relevo cárstico é gerado sobre rochas solúveis em sua maioria, porém pode-se ater em escala mais detalhada à morfologia, como por exemplo em áreas com maior potencial espeleológico onde ocorrem as feições típicas de áreas cársticas, como indicativos de cones cársticos, vales cegos, dolinas e escarpas, isso inclui maior potencial dentro de áreas reconhecidas como de muito alto e alto potencial espeleológico previamente tendo a litologia como condicionante. Como o mapa de potencial espeleológico do CECAV abrange a extensão do território nacional, portanto como salientado foi elaborado em uma escala pequena, o principal elemento analisado para balizar o potencial foi a ocorrência litológica e o cadastro das cavidades conhecidas. Na área de estudo, além do indicativo geológico foi utilizada também a morfologia do terreno, isto é, a morfologia típica de áreas cársticas que serviu de indicativo para verificação do potencial da área em escala de maior detalhe.

No domo alcalino de Tapira a rocha solúvel mais abrangente é o carbonatito, porém esta rocha ocorre somente em profundidade. O manto de intemperismo alcança em alguns pontos profundidades superiores a 100m, e não foi encontrado afloramentos de carbonatito na área. No fundo da cava há pontos restritos que já atingiram o topo rochoso a dezenas de metros da superfície do terreno. Nesta área observa-se grande fraturamento com ausência de dissolução na rocha que encontra-se bem intemperizada. (FOTOS 5.2 e 5.3)

Apesar do carbonatito ser uma rocha solúvel e como o corpo rochoso encontra-se coberto por espesso manto de intemperismo, não há ocorrência de cavidades nesta litologia, nem mesmo no fundo da cava que foi inspecionada nos setores onde se atingiu a rocha, que encontra-se fraturada e intemperizada. Somam-se a isso os dados das sondagens realizadas pela Vale Fertilizantes, em diversas pesquisas geológicas na área do domo alcalino, na qual não foi verificado nenhum tipo de oclusão nas perfurações, que atingiram o carbonatito em seu estado são. Portanto, neste setor da cava foi proposto um potencial espeleológico para ocorrência de cavidades naturais baixo.

As áreas ocupadas pelas barragens de rejeito, as pilhas de material estéril e a pilha de rejeito de magnetita apresentam também baixíssimo potencial para ocorrência de cavernas. A litologia subjacente a essas estruturas é pouco propensa a ocorrência de cavidades, em sua maioria são micaxistos e os espessos mantos de intemperismo e encontram-se cobertos por estas estruturas, para estas áreas foi proposto potencial muito **improvável** para ocorrência de cavidades naturais. Nas áreas de cava, apesar da ocorrência de cavernas ser muito pouco propenso, optou-se por deixar estes locais com a classificação de potencial **baixo**.



**FOTO 5.2** – Vista do fundo da cava onde é possível observar o corpo rochoso bem fraturado. Nesta área não foi observado nenhum tipo de dissolução na rocha. Juntamente com carbonatito, ocorrem outras rochas e minerais, com destaque para magnetita. Observar ao fundo talude da cava com mais de 60 metros de manto de intemperismo sobre o pacote de rochas intemperizadas.



**FOTO 5.3** – Detalhe do carbonatito com presença de magnetita em pequenas fraturas da rocha intemperizada.

Ao redor do domo alcalino não ocorrem rochas pouco carstificáveis. O embasamento é formado por micaxistos e quartzitos. As áreas onde ocorrem o quartzito são compostas por uma morfologia circular, de pequenas serras rebaixadas e degradadas que circundam o domo. Nestas áreas reconhecidas como pseudocársticas, ou seja, áreas que possuem relevo semelhante ao cárste, mas ocorrem em rochas não carbonáticas, ou não possuem a dissolução como o principal processo gerador de cavidades e morfologias associadas. Nesta área é possível identificar locais mais propensos a ocorrência de cavernas considerando a morfologia como condicionante. No caso as áreas com escarpamento apresentariam um potencial espeleológico médio para as litologias de rochas siliciclásticas e metasedimentares. Neste caso os indicativos geomorfológicos auxiliam para identificar áreas com maior potencial. Normalmente as cavernas em rochas siliciclásticas e metasedimentares possuem grandes entradas localizadas na base de escarpamento (MARTINS, 1985 e FERREIRA, 1996).

Como o maior condicionante para ocorrência de cavidades em quartzito é a presença de grandes escarpamentos com alta declividade e como este tipo de morfologia não ocorre na área, o potencial é considerado médio e não alto. Evidentemente, os processos que atuam sobre a dissolução das rochas siliciclásticas são muito diferentes das que afetam as rochas carbonáticas. A dissolução da sílica tem papel fundamental no desenvolvimento de cavernas nas litologias em quartzito e correm de forma mais lenta e menos incisiva. Segundo Fabri (2011); Fabri e Augustin (2013) e Willems (2000) para ocorrer cavidades em rochas siliciclásticas devem existir duas condições essenciais uma para etapa erosiva da gênese e evolução deste tipo de relevo: disponibilidade hídrica e alto gradiente hidráulico, sendo que ambas devem ocorrer de forma integrada. O relevo é destacado como condição necessária para que a água circule, favorecendo a remoção das rochas desagregadas por arenização (Martini, 1979). A disponibilidade hídrica e os altos gradientes hidráulicos são essenciais para formação deste ambiente. Portanto, escarpamentos com alta declividade e disponibilidade hídrica são requisitos para ocorrência de cavidades em rochas siliciclásticas, especificamente em quartzitos.

Estas áreas com maior declividade, porém sem escarpamentos significativos e com gradientes hidráulicos não tão elevados, foram as áreas alvo mais percorridas na área estudada. As serras e morros sustentados por quartzitos possuem topos retilíneos e condicionados pelo domo alcalino, suas vertentes são mais escarpadas na face voltada para o domo, onde os processos erosivos foram mais incisivos em função das zonas de fraqueza apresentadas. (FOTOS 5.4 e 5.5).

As formas de relevo sustentadas pelo quartzito são serras alongadas que encontram-se em geral na cota média 1.300m sendo remanescente de uma antiga superfície de aplainamento. Essas serras encontram-se fora da área de propriedade da Vale Fertilizantes em Tapira. O único local com pequeno escarpamento em quartzito foi encontrado na área da bacia do ribeirão do Inferno, que recebeu potencial **médio**. Existem morros sustentados em parte por quartzito, porém com baixo potencial espeleológico.



**FOTO 5.4** – Morro sustentado por quartzito em anfiteatro degradado. Apesar da declividade ser alta, não há escarpamentos que possam formar cavidades. Outro aspecto relevante é a ocorrência de espesso manto de intemperismo que não favorece ao processo de desenvolvimento de cavernas em rochas siliciclásticas.



**FOTO 5.5** – Vista de afloramento em pequena escarpa quartzíticas, marcada por quebra de relevo que bordeja cabeceira de drenagem que compõe a bacia do Ribeirão do Inferno.

Nos trechos onde ocorre o micaxisto o relevo é formado por morros arredondados, com perfis convexos e com presença de grande capeamento de solo, com ocorrência improvável de cavidades. Nestas áreas o potencial para ocorrência de cavidades é **muito baixo** .

Há ainda uma ocorrência de solo residual, parcialmente laterítico que sustentam topos de morros altos com perfis policonvexos no terço superior das vertentes e côncavo a retilíneos nos trechos inferiores do perfil. São camadas delgadas com origem no intemperismo químico da rocha subjacente. Localizam-se entre divisores de águas e em alguns casos devido a erosão remontante é possível encontrar blocos rolados com pequenas quedas d'água em alguns cursos d'água com regime perene (FOTO 5.6 e 5.7).

Esse solo com camadas lateríticas ocorrem próximo ao domo alcalino de Tapira, em pequenos morros bem dissecados. Mais afastado do domo alcalino, seguindo grosso modo o alinhamento das serras quartzíticas localizadas a NW e W do domo, ocorrem em extensão maior que os morros próximos ao domo que foram extremamente dissecados. Estes relevos residuais também possuem camadas delgadas de laterita que o sustentam. As lateritas se concentram no topo de relevos residuais, sustentando estas morfologias e preservando uma superfície de cimeira em torno dos 1300m.

São bem dissecados comportando-se como relevos residuais extremamente desgastados que sustentam superfície de aplainamento juntamente com as serras quartzíticas, que possuem cotas altimétricas muito próximas ao relevo sustentado pelas carapaças ferruginosas. Em geral comportam diversos nichos de nascentes, sendo a maior parte intermitente. Os vales em geral são encaixados e as vertentes expõem um manto de alteração de solo vermelho com carapaça delgada no topo. Essa carapaça laterítica é muitas vezes sofre desagregação e é carregada pelos cursos d'água de regime perene, acumulando-se muitas vezes no fundo de vale, com concentração de pequenos blocos (FOTO 5.8).

Como as lateritas são pouco espessas e comportam uma camada espessa de solo subjacente, estas áreas não possuem características para abrigar cavidades naturais. Na área estudada foram percorridas áreas com incidência de lateritas a fim de comprovar a não ocorrência de cavernas. Previamente esta área havia sido classificada como de baixa relevância, principalmente pela análise morfológica do relevo que indica um perfil convexo nos topos e no terço superior das vertentes e côncavo retilíneo em baixa vertente, típico de áreas que possuem solos espessos. Com a realização do trabalho de campo comprovou-se que a morfologia é um indicativo forte para não ocorrência de cavidades como também a pequena espessura das lateritas que se desenvolvem de forma continua nos morros, porém muito delgada sustentando parte do relevo mais elevado da área. Estas áreas permaneceram classificadas como muito baixo potencial espeleológico.





**FOTO 5.6** – Relevos de morros policonvexos, em divisores de águas com vertentes retilíneas sustentados por solos lateríticos. Nestas áreas o capeamento é espesso e a possibilidade de ocorrência de cavidades é praticamente nula. Apesar da declividade alta nestas áreas não se formam escarpamentos, o que impossibilita a ocorrência de cavernas. Os fundos de vale são encaixados com presença de blocos de laterita.



**FOTO 5.7** – Vista do fundo do curso d'água sem nome com presença de pequeno rápido em soleira. Há presença de blocos de laterita trazidos pela corrente e pela força da gravidade em função da declividade acentuada.



**FOTO 5.8** – Blocos de laterita em fundo de vale. Os blocos são métricos e bem intemperizados. Sua ocorrência é bem localizada sempre vinculada a corrente e os pontos mais rebaixados onde se acumulam os blocos, formando pequenos tálus.

O mapa de potencial espeleológico, como ressaltado, foi utilizado como base para direcionar os trabalhos de campo. Após a compilação de dados de campo foi feito um refinamento nas áreas e determinada a classificação final do potencial de acordo com as informações consolidadas coletadas em campo. O mapa com potencial espeleológico está apresentado No ANEXO 2, no Desenho 329.0.31.1-LPE-01.

## **6. PROSPECÇÃO EXOCÁRSTICA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA**


O caminhamento apresenta os pontos de investigação de campo com suas coordenadas tomadas por GPS Garmin GPSmap 60 CSX e Montana 650t em coordenadas em formato UTM, referenciada pelo Datum WGS-84, juntamente com os dados coletados.



### **6.1. CAMINHAMENTO**

O caminhamento espeleológico foi realizado com gravação da trilha percorrida juntamente com os pontos de investigação de campo com suas respectivas coordenadas tomadas por GPS em UTM e Datum WGS-84. Foram percorridas as áreas que apresentavam maior potencial para ocorrência de cavidades e outras morfologias típicas de podiam comportar cavidades naturais.



Além da procura ativa por cavidades foram executadas entrevistas com alguns moradores antigos, conhecedores dos locais pesquisados, para verificação da existência de cavidades na área de influência da área estudada. No QUADRO 6.1 são apresentados os dados de campo da campanha de espeleologia, podendo ser observados também no mapa de potencial espeleológico apresentado no ANEXO 2.



**QUADRO 6.1**
**PONTOS DO CAMINHAMENTO DO LEVANTAMENTO ESPELEOLÓGICO DA MINA DE TAPIRA DA VALE FERTILIZANTES. REALIZADO ENTRE OS DIAS 13 E 17 /04/ 2015. FUSO 23K – DATUM WGS-84**

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 001   | 307.266 | 7.802.924 | 1.222    | <p>No estacionamento do escritório da área de mineração, observando o depósito de titânio T5 e a direita as frentes de lavra 4 e 5. Foi entrevistado um funcionário chamado Antônio Martins com 60 anos de idade, nascido e criado em Tapira, que relatou conhecer uma cavidade a cerca de 12km da área do empreendimento em região denominada Capivara. Afirmou desconhecer cavidades na propriedade da Vale Fertilizantes em Tapira. O Sr. Antônio Martins conhece o local desde quando não havia mineração na área.</p>  |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 002   | 306.287 | 7.800.229 | 1.221    | <p>Extremo sudoeste dentro da área de lavra, pode se observar a grande espessura do manto de intemperismo. Neste ponto a lavra atingiu o piso rochoso, porém muito fraturado e intemperizado.</p>  |
| 003   | 307.599 | 7.802.155 | 1.212    | <p>Aspecto da rocha alterada no nível mais baixo da cava atual.</p>   |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 004   | 307.991 | 7.802.258 | 1.241    | <p>Aspecto da área sob a mata das frentes de lavra 4 e 5, aonde se pode observar a grande espessura do manto de intemperismo, na qual se pretende ampliação da lavra.</p>  |
| 005   | 308.265 | 7.802.221 | 1.318    | <p>Interior da mata das frentes de lavra 4 e 5, com solo vermelho argiloso e espesso, área objeto do EIA/RIMA de ampliação da cava com ausência de cavidades naturais.</p>  |
| 006   | 307.313 | 7.801.433 | 1.340    | <p>É possível ter ampla visão de toda a área de lava e depósitos a partir deste ponto. Solo vermelho argiloso espesso predominante.</p>                                   |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 007   | 308.012 | 7.798.092 | 1.122    | <p>Na base de morros com perfil convexo, fragmentos de limonita, ao longo do córrego dos Pilões, vegetação de pastagens e cerrado com áreas alagadas (brejo).</p>  |
| 008   | 308.838 | 7.797.128 | 1.101    | <p>Morros sem escarpamento, próximo a Tapira, vegetação de porte baixo a médio, solo vermelho argiloso com porções limonitizadas</p>                              |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 009   | 309.808 | 7.797.203 | 1.250    | <p>Afloramento de quartzitos finos no chão da estrada em topo de serra a sudeste da área da mina, cerca de 4km em linha reta.</p>  |
| 010   | 311.542 | 7.800.555 | 1.228    | <p>Vegetação baixa em morro com pouca declividade sustentado por xistos, solo argiloso de colocação clara</p>                     |





| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 011   | 312.324 | 7.800.943 | 1.161    | <p>Drenagem, solo argiloso claro, relevo plano ondulado.</p>  |
| 012   | 312.444 | 7.801.171 | 1.164    | <p>Afloramento de xisto bastante alterado</p>                |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 013   | 310.285 | 7.801.523 | 1.302    | <p>Deste ponto, tanto para sul quanto para norte, área com vegetação baixa, pastagens, morros com declive suave, solo espesso.</p>   |
| 014   | 310.371 | 7.803.367 | 1.206    | <p>Às margens de uma das barragens de rejeitos localizada na porção leste da propriedade, a região toda se apresenta com vegetação baixa, grande espessura de solo e morros com baixa declividade.</p>  |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 015   | 310.941 | 7.801.996 | 1.274    | <p>Cabeceira de drenagem degradada, vegetação baixa, declividade do terreno baixa, solo espesso, areno-argiloso de coloração clara. Com litologia predominante xisto.</p>  |
| 016   | 310.523 | 7.801.316 | 1.244    | <p>Vegetação baixa, declividade do terreno baixa, solo espesso, areno argiloso de coloração clara. Morro sustentado por xisto.</p>                                        |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 017   | 304.814 | 7.809.996 | 1.107    | <p>Observando ao norte até a represa de água limpa (Ribeirão do Inferno), terreno arado areno-argiloso de coloração vermelha.</p>   |
| 018   | 302.891 | 7.808.736 | 1.253    | <p>Área plana sobre quartzitos, pastagem. Próximo a este ponto há uma casa aonde foi entrevistado o morador Fábio Rocha, 37 anos, morador na região há 25 anos. Não conhece cavernas na área.</p>  |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 019   | 303.434 | 7.809.184 | 1.232    | <p>Vista em direção a norte até a represa do Ribeirão do Inferno, predomínio de pastagens e baixa declividade do terreno.</p>                     |
| 020   | 302.868 | 7.808.742 | 1.245    | <p>Cabeceira de drenagem com curso d'água intermitente, grande espessura de solo, alguns afloramentos de quartzito extensamente fraturados.</p>  |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 021   | 302.036 | 7.809.588 | 1.220    | <p>Afloramento de xisto na Bacia do Ribeirão do Inferno.</p>    |
| 022   | 302.394 | 7.810.061 | 1.148    | <p>Encosta de baixa declividade coberta por capim, sobre xisto. Ao centro pequena incisão de drenagem pluvial.</p>  |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 023   | 302.610 | 7.809.928 | 1.145    | <p>Encosta de baixa declividade sobre xistos, vegetação de pequeno porte.</p>   |
| 024   | 302.839 | 7.809.903 | 1.098    | <p>Vista na direção do ponto 19 (caixa d'água sobre a elevação). Vale todo em xisto com vegetação baixa e baixa declividade, pode-se observar uma quebra no relevo no centro da foto, dada pela ocorrência de quartzito formando uma pequena escarpa.</p>  |
| 025   | 303.823 | 7.813.405 | 1.159    | <p>Entrevista com o Sr. Elder Sebastião Lemes, morador na região há 64 anos, nascido e criado na região. Conhece duas cavidades, uma em área de eucaliptos a mais de 2km da represa do Ribeirão do Inferno e outra na estrada da Capelinha a mais de 10km de distância de áreas da Vale Fertilizantes.</p>                                     |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 026   | 303.381 | 7.809.414 | 1.176    | <p>Pequenos afloramentos de quartzito em pequena área escarpada. Esta área foi vistoriada e foram encontradas cavidades centimétricas que alcançam no máximo 1m.</p>  |
| 027   | 303.315 | 7.809.479 | 1.162    | <p>Escarpa em quartzito com pequenas cavidades com poucos cm a 1m de extensão</p>    |







| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 028   | 303.942 | 7.811.940 | 1.094    | <p>Curso d'água afluente do ribeirão do Inferno localizado a norte da represa homônima., mata ciliar com ,solo argiloso, afloramento de xisto intemperizado.</p>  |
| 029   | 309.001 | 7.797.907 | 1.175    | <p>Áreas de pastagem, sobre morro, baixa declividade no topo, solo espesso vermelho com presença de camada delgada de laterita.</p>                              |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 030   | 309.170 | 7.797.905 | 1.179    | <p>Bloco de laterita em meio a solo vermelho arenoso no topo de morro com perfil plano convexo.</p>  |
| 031   | 311.133 | 7.800.350 | 1.227    | <p>Cabeceira de drenagem, alta declividade em solo espesso areno argiloso.</p>                      |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 032   | 311.908 | 7.802.682 | 1.252    | <p>Cabeceira de drenagem com afloramento de quartzito com ausência de cobertura vegetal nativa. Apesar da declividade alta a presença de solo espesso é impeditivo par ocorrência de cavidades, além do vale seco que apresenta canal com regime efêmero.</p>  |
| 033   | 312.531 | 7.801.623 | 1.198    | <p>Drenagem, área com morros com perfis convexos com baixa declividade, vegetação de porte baixo, predomínio de xisto. Mais a frente a casa do Sr. Antonio Alberto Barcelos, 60 anos, nascido e criado na região, não conhece cavidades na área.</p>          |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 034   | 312.484 | 7.802.857 | 1.300    | <p>Vista para oeste, em direção à represa, área de morros suaves e solo espesso. Ao fundo depósito de magnetita que sustentam a barragem.</p>  |
| 035   | 310.238 | 7.804.193 | 1.212    | <p>Na margem da bacia de rejeitos localizada na porção leste da propriedade da Vale Fertilizantes.</p>                                        |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 036   | 309.454 | 7.804.878 | 1.212    | <p>Na margem da represa, possível observar os depósitos de titânio e estéril ao fundo. Terreno plano com solo argilo-arenoso espesso próximo área alagada marcada pela vegetação típica de brejo.</p>  |
| 037   | 309.064 | 7.806.425 | 1.277    | <p>Vista para sul, vegetação baixa, declividade suave, solo espesso. Morros com topos planos e drenagem encaixada. Ao fundo pequena barragem BD5 localizada na porção norte da propriedade.</p>       |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 038   | 308.147 | 7.807.307 | 1.278    | <p>Vista para sudeste, possível observar morro com topo plano (tabuleiro) sustentado por carapaça limonítica e solo argilo-arenoso. Vegetação de pequeno porte e baixa declividade.</p>              |
| 039   | 307.506 | 7.807.435 | 1.213    | <p>Vista da bacia de rejeitos BL-05 localizada no extremo norte da propriedade, declividade baixa, vegetação baixa, pequenos afloramentos de xisto com intercalação centimétrica de quartzito.</p>  |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 040   | 305.478 | 7.807.217 | 1.210    | <p>Área de eucalipto com baixa declividade. Morros com perfis ligeiramente convexos com solos espessos.</p>    |
| 041   | 303.676 | 7.806.991 | 1.195    | <p>Vista para sudeste, áreas com baixa declividade, pastagens e solo espesso que não comportam cavernas.</p>  |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 042   | 303.256 | 7.804.568 | 1.160    | <p>Áreas de plantação de eucalipto a sudeste e a noroeste áreas de pastagens, afloramento de xisto, solo espesso argiloso de coloração clara. Curso d'água que compõe a barragem de lamas BL01.</p>  |
| 043   | 308.119 | 7.805.480 | 1.207    | <p>Vista de nordeste, possível observar morro com topo plano sustentando por carapaça limonítica e solo argilo-arenoso. É possível notar parte da represa da Barragem BR.</p>                       |





| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 044   | 307.449 | 7.806.223 | 1.169    | <p>Visada para norte aonde é possível observar as encostas com baixa declividade e grande espessura de solo, próximo a barragem BD 05.</p>  |
| 045   | 307.090 | 7.806.787 | 1.161    | <p>À margem da barragem BD 05 olhando para noroeste, encostas com baixa declividade e plantação de eucalipto.</p>                          |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 046   | 302.149 | 7.803.213 | 1.223    | <p>Visada para sudeste, terreno com baixa declividade e grandes espessuras de solo areno-argiloso.</p>                          |
| 047   | 301.575 | 7.803.159 | 1.260    | <p>Vista ampla para leste, com morros com topos planos (tabulares) ao fundo sustentados por solo e carapaças lateríticas.</p>  |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 048   | 310.183 | 7.800.098 | 1.307    | <p>Vista para oeste, terrenos convexos de baixa declividade, com solo espesso.</p>    |
| 049   | 310.104 | 7.800.817 | 1.252    | <p>Área com grande declividade, porém sem afloramentos de rocha, solo vermelho argiloso espesso com camada delgada de laterita.</p>  |
| 050   | 309.729 | 7.800.891 | 1.328    | <p>Sobre o terreno com alta declividade, solo espesso vermelho, com laterita, não há afloramento de rocha.</p>   |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 051   | 308.918 | 7.801.178 | 1.330    | <p>Morros convexos com média a grande declividade com solos espessos com ausência de afloramentos de rocha.</p>  |
| 052   | 308.957 | 7.800.672 | 1.249    | <p>Morros convexos com média a grande declividade com solos espessos, perfis retilíneos a côncavos.</p>         |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 053   | 309.166 | 7.800.379 | 1.253    | <p>Morros com perfis convexos com média a grande declividade com solos espessos. Porção sudeste da propriedade.</p>  |
| 054   | 309.119 | 7.800.521 | 1.230    | <p>No fundo da drenagem, corredeira em laterita. Blocos rolados.</p>    |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 055   | 308.971 | 7.800.072 | 1.304    | <p>Escarpa em solo sustentado por limonitização, sem afloramentos de rocha.</p>                                      |
| 056   | 308.960 | 7.799.364 | 1.233    | <p>Antigo sítio, Morros convexos com média a grande declividade com solos espessos.</p>   |
| 057   | 308.143 | 7.799.440 | 1.231    | <p>Local em que foi realizada sondagem, baixa declividade, solos espessos avermelhados em topo plano de morro.</p>  |
| 058   | 308.225 | 7.799.053 | 1.228    | <p>Local em que foi realizada sondagem, baixa declividade, solos espessos avermelhados em topo plano de morro.</p>  |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 059   | 308.022 | 7.798.768 | 1.220    | Local em que foi realizada sondagem , baixa declividade, solos espessos avermelhados em topo plano de morro.  |
| 060   | 303.410 | 7.800.452 | 1.245    | <p>Cabeceira de drenagem em anfiteatro, baixa vegetação, sem afloramento de rocha. Principal curso d'água que compõe a bacia de rejeitos BL-01.</p>  |
| 061   | 307.816 | 7.797.396 | 1.244    | <p>Em morro com perfil convexo de baixa declividade, coberta por pastagem, solo espesso.</p>    |

| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados  |
|-------|---------|-----------|----------|--|
|       | E       | N         |          |  |
| 062   | 307.365 | 7.798.152 | 1.170    | <p>Em primeiro plano, terreno de baixa declividade e solo espesso, ao fundo é possível ver cicatrizes de escorregamentos em solo em terrenos de alta declividade também com solo espesso, sem afloramentos de rocha.</p>  |
| 063   | 307.807 | 7.798.179 | 1.125    | <p>Fundo de vale em curso d'água com presença de blocos de laterita</p>    |



| Ponto | UTM (m) |           | Alt. (m) | Dados   |
|-------|---------|-----------|----------|---|
|       | E       | N         |          |   |
| 064   | 305.315 | 7.802.726 | 1.230    | <p>Afloramento de quartzito em corte n acesso na margem direita da barragem de lamas BL-01.</p>    |
| 065   | 304.533 | 7.801.526 | 1.231    | <p>Vista da barragem de lamas BL-01. O espelho d'água atual ocupa uma área como cerca de 4,4 km<sup>2</sup>. O entorno do reservatório possui um relevo plano convexo marcado por baixa declividade e presença de solos espessos sem afloramentos de rocha, portanto sem presença de cavidades naturais.</p>  |

## 6.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA

Foram entrevistadas quatro pessoas na região, três delas sítiantes, pessoas que andam no campo o dia todo, e um funcionário da Vale Fertilizantes do setor de mineração que trabalha há 40 anos na empresa, no início das operações da empresa em Tapira. O resultado das entrevistas está no QUADRO 6.2.1

**QUADRO 6.2.1**  
**RESUMO DAS ENTREVISTAS REALIZADAS PRÓXIMAS À VALE FERTILIZANTES EM TAPIRA**

| NOME                     | IDADE | TEMPO DE RESIDÊNCIA NA REGIÃO | CAVIDADES CONHECIDAS  |
|--------------------------|-------|-------------------------------|---|
| Fábio Rocha              | 37    | 25                            | Não conhece<br>Conhece uma na encosta próximo da represa do Ribeirão do Inferno (cerca de 2km da área da Vale) e outra na Estrada da Capelinha distante a mais de 10km. |
| Elder Sebastião Lemos    | 64    | 64                            | Desconhece qualquer caverna na área da Vale Fertilizantes.  |
| Antônio Alberto Barcelos | 60    | 60                            | Uma, na região da Capivara, a 12km da Vale Fertilizantes.   |

## 6.3. RESULTADOS

A área foi extensamente percorrida, aonde foram levantados e investigados 65 pontos de campo com documentação fotográfica e que apresentam características geológicas e geomorfológicas relevantes na região, além disso foi consultada a cartografia temática da região, inclusive mapas de potencial espeleológico, não sendo encontradas cavidades ou potencial para a ocorrência das mesmas na área da propriedade da VALE FERTILIZANTES S.A. e seu entorno próximo.

A área do Complexo Mineral de Tapira (CMT) possui um manto de intemperismo com cerca de 160m de espessura, esse manto é constituído em sua porção superior por uma camada com cerca de 30m de espessura de solo laterítico com intercalações centimétricas a métricas de laterita compacta, abaixo há uma camada com 20m de espessura de solo enriquecido por titânio e abaixo os depósitos de fosfato semi compacto e compacto. Sob o manto de intemperismo a mineração atingiu a rocha carbonatítica, que se apresenta altamente fraturada. Nenhuma dessas camadas ou a própria rocha podem gerar uma caverna.

A camada de 30m de solo vermelho laterítico sustenta o relevo ao redor do complexo, gerando tabuleiros escarpados, porém sem afloramentos de rocha, somente solo, não gerando cavidades.

Ao redor do Complexo Carbonatítico encontra-se a ocorrência de xistos e quartzitos intercalados. Os xistos se apresentam altamente intemperizados, produzindo um solo argiloso de coloração clara e os quartzitos se encontram intemperizados ou com fraturamento intenso. Ao redor da mina, não foram encontradas escarpas de quartzito, apenas escarpas sustentadas por solo limonitizado. Essas estruturas não são suficientes para a geração de cavernas.

Os relevos sustentados pelos quartzitos e xistos do Grupo Canastra nesta localidade são predominantemente de morros convexos com média a baixa declividade e grande espessura de solo, não gerando cavidades.

Foi encontrada apenas uma escarpa em quartzito com possibilidade de sustentar uma caverna na área entorno da represa do Ribeirão do Inferno, porém a área foi prospectada e foram observadas pequenas tocas centimétricas a pouco mais de 1m de extensão, com ausência de cavernas ( FOTO 6.3.1).



**FOTO 6.3.1** – Única feição favorável à ocorrência de cavidades naturais subterrâneas que foi investigada detalhadamente e que não apresenta nenhuma cavidade natural subterrânea. A área escarpada encontra-se em média vertente onde é possível observar a ruptura da morfologia marcada por uma pequena *cornija* indicada com linha amarela tracejada.

## CONCLUSÕES

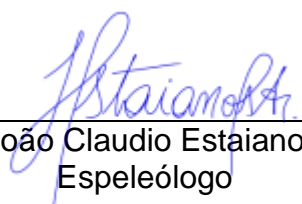
A área foi extensamente percorrida, e foram levantados 65 pontos de campo com registro fotográfico e que apresentam características geológicas e geomorfológicas relevantes, além disso, foi consultada a cartografia temática da região, inclusive mapas de potencial espeleológico, não sendo encontradas cavidades ou potencial para a ocorrência das mesmas.

Foi confeccionado um mapa de potencial espeleológico para o local com base nos mapas de potencial espeleológico do CECAV, leitura de imagens de satélite, interpretação de mapas geológicos e geomorfológicos e dados de campo, apresentando grande funcionalidade.

As entrevistas realizadas com moradores locais, atestam os dados levantados em campo sobre o baixíssimo potencial espeleológico e sobre a inexistência de cavidades naturais subterrâneas.


Regionalmente existem cavernas, porém as mesmas são encontradas em quartzitos e calcários a grande distância da área da VALE FERTILIZANTES S.A. em Tapira – MG.

Tapira, 11 de maio de 2015



---

João Claudio Estaiano  
Espeleólogo



---

Nilson Bernardi Ferreira  
Espeleólogo

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. **Origem e Evolução da Plataforma Brasileira**. Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro: DNPM, 1967.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóica da região meridional da Plataforma Sul-Americana, **Revista Brasileira de Geociências**, nº 13, pp. 139-158, 1983.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Magmatismo e Tectônica Pós-Paleozóica no Brasil. **Atas do 5º Simpósio Regional de Geologia**. SBG/SP, São Paulo: 1985. v. 2.
- BEZERRA, M. A. e BROD, J. A. Mineralogia da Apatita do Complexo Alcalino-Carbonatítico de Tapira. **Separata da Universidade Federal de Goiás**. 14pp. 2011.
- CPRM, **Relatório e Mapa de reconhecimento geológico-geoquímico de Pratinha, Argentina e Serra da Canastra**, Rio de Janeiro, 1974.
- CETEC Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**, Série de Publicações Técnicas 10, Belo Horizonte, 1983
- DEPARTAMENTO GERAL DE ESTATÍSTICA - **Grutas de Minas Gerais**. 333pp. 1939
- FABRI, F.P., **Estudo de cavernas quartzíticas da região de Itambé do Mato Dentro, Serra do Espinhaço Meridional-MG**, Dissertação de Mestrado, Dept. Geografia-UFMG, 2011.
- FABRI, F.P.; AUGUSTIN, C.H.R.R., Fatores e processos envolvidos no desenvolvimento de formas cársticas em rochas siliciclásticas em Minas Gerais – Brasil, **Geografias**, Belo Horizonte, v.9, nº 1, 2013.
- FERREIRA, N. B. **Estudo morfológico e geológico de cavernas brasileiras em rochas siliciclásticas**. Relatório Final PIBIC/CNPq/USP. 43pp., 1996.
- HARDT, R.; PINTO, S.A.F., Carste em litologias não carbonáticas, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, nº 2, 2009.
- JANSEN, C.D.; CAVALCANTE, L.F.; LANBLÉM, H.S., Mapa de Potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:250.000, **Revista Brasileira de Espeleologia**, vol. 2, nº 1, 2012.
- JANSEN, C.D.; PEREIRA, K.N., Distribuição e caracterização das cavernas brasileiras segundo a base de dados do CECAV, **Revista Brasileira de Espeleologia**, vol. 2, nº 4, 2014.
- KARMMAN, I.; SÁNCHEZ, L.E., Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil, **Espeleotema**, Monte Sião, V.13, 1979.

- MAGALHÃES, S.C.; RODRIGUES, S.C., Utilização de modelos digitais de elevação (MDEs) como ferramenta na realização da validação de mapeamentos geomorfológicos, **Cadernos de Geografia**, v.20, nº 2, PUC minas, 2010.
- MARTINI, J.E.J., Karst in black reef quartzite near Kaaspshoop, Eastern Transvaal. **Annals of Geological Survey**, Pretoria, 1979.
- MARTINS, S. B. M. P. **Levantamento dos Recursos Naturais do Distrito Espeleológico Arenítico de Altinópolis**, SP. Relatório Final, FAPESP, 121 pp., 1985.
- SCHOBENHAUS, C. *et al.* **Geologia do Brasil**, Brasília, DNPM 501pp., 1984.
- SEER, H.J.; MORAES, L.C.; SILVA, C.H., **Geologia da Folha Araxá**, Projeto Fronteira de Minas, Convenio CODEMIG-UFMG, 2013.
- SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; KRYMSKY, R.; MACAMBIRA, M. J. B.. Proveniência e idade do metamorfismo das rochas da Faixa Brasília, na região de Tapira (SW de Minas Gerais). **Geologia USP Série Científica**. São Paulo, vol. 6, n. 1, p. 53-66, mar. 2006.
- WILLEMS, L. **Phénomènes karstiques en roches silicatées non carbonatées, Cas des grès, des micaschistes, des gneiss et des granites en Afrique sahélienne et équatoriale**, tese de doutorado, Liège, Universidade de Liege, 2000.

*Sites consultados:*

<http://www.sbe.com.br>

<http://www.icmbio.gov.br/cecav/>

<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=316810&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>

## **ANEXO**

**ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA-ART**

**ANEXO II – DOCUMENTAÇÃO CARTOGRÁFICA**

- ✓ *DESENHO 279.0.407.0.1-LPE-01 – Imagem de Satélite*

**ANEXO I**  
**ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA-ART**





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

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

CREA-MG

Via da Obra/Serviço

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço  
1420150000002460366

1. Responsável Técnico

**JOAO CLAUDIO ESTAIANO**

Título profissional:  
**GEOGRAFO;**

RNP: **2603463829**

Registro: **06.0.5061907887**

2. Dados do Contrato

Contratante: **VALE FERTILIZANTES S.A.**

CNPJ: **33.931.486/0020-01**

Logradouro: **RODOVIA MGC**

Nº: **000146**

Complemento: **KM 196,5**

Bairro: **ZONA RURAL**

Cidade: **TAPIRA**

UF: **MG**

CEP: **38185000**

Contrato: **329.0.31.1**

Celebrado em: **11/11/2014**

Valor: **8.970,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **RODOVIA MGC**

Nº: **000146**

Complemento: **KM 196,5**

Bairro: **ZONA RURAL**

Cidade: **TAPIRA**

UF: **MG**

CEP: **38185000**

Data de início: **04/05/2015** Previsão de término: **30/06/2015**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **VALE FERTILIZANTES S.A.**

CNPJ: **33.931.486/0020-01**

4. Atividade Técnica

**1 - ASSESSORIA**

Quantidade:

Unidade:

**LAUDO, GEOGRAFIA, PARA OUTROS FINS**

**1.00**

**un**

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

5. Observações

**LEVANTAMENTO DO PATRIMONIO ESPELEOLÓGICO PARA O COMPLEXO MINEROQUIMICO DE TAPIRA, CONSIDERANDO O LIMITE DA PROPRIEDADE DE 250 METROS.....**

6. Declarações

7. Entidade de Classe

**SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE**

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**JOAO CLAUDIO ESTAIANO**

RNP: **2603463829**

**VALE FERTILIZANTES S.A.**

CNPJ: **33.931.486/0020-01**

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confea.org.br](http://www.confea.org.br)  
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ **R\$8.970,00.** ÁREA DE ATUAÇÃO: **GEOGRAFIA,**

[www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) | 0800.0312732



**CREA-MG**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

Valor da ART: **118,45**

Registrada em: **13/05/2015**

Valor Pago: **118,45**

Nosso Número: **000000002468579**



# CREA-MG

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE MINAS GERAIS

Av. Alvares Cabral, 1600 - CEP: 30170.001 Fone: (31) 3299.8700 - FAX: (31) 3299.8720 - Belo Horizonte/MG

Recibo  
do  
Sacado

|   |            |           |  |                                  |
|---|------------|-----------|--|----------------------------------|
| Cedente<br>CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E<br>AGRONOMIA DE MINAS GERAIS - CNPJ 17.254.509/0001-63   |            |           | Agência/Código cedente<br>3.394-4/00005780-0 | Vencimento<br>23/05/2015         |
| Sacado<br>JOAO CLAUDIO ESTAIANO   |            |           | Número do documento<br>2468579               | Nosso número<br>0000000002468579 |
| Moeda<br>R\$ (Real)   | Quantidade | (X) Valor | (=) Valor do documento<br>118,45             | (-) Dedução                      |
| Demonstrativo   |            |           | (+) Outros valores                           | (=) Valor cobrado                |
| ART NACIONAL: PROFISSIONAL: SP-5061907887/D<br>TIPO: OBRA/SERVICO - NOVA ART - NUMERO: 1420150000002460366<br>ATENCAO: NAO RECEBER APOS A DATA DE VENCIMENTO.<br>1A VIA<br>00194.58652 90000.000001 02468.579210 6 00000000011845 |            |           |  |                                  |

|   |                                |                             |   |  |                                  |
|---|--------------------------------|-----------------------------|---|--|----------------------------------|
|   |                                | <b>001-9</b>                | <b>00194.58652 90000.000001 02468.579210 6 00000000011845</b> |  |                                  |
| Local de Pagamento<br>PAGÁVEL EM QUALQUER BANCO DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO   |                                |                             |   | Vencimento<br>23/05/2015                       |                                  |
| Cedente<br>CREA-MG - CONS. REG. DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE MG   |                                |                             |   | Agência / Código Cedente<br>3.394-4/00005780-0 |                                  |
| Data Documento<br>13/05/2015  | Número do Documento<br>2468579 | Espécie Documento<br>RC     | Aceite<br>N   | Data Processamento<br>13/05/2015               | Nosso Numero<br>0000000002468579 |
| Nº Conta/Respo.   | Carteira<br>18                 | Especie Moeda<br>R\$ (Real) | Quantidade  | Valor<br>X                                     | 1(=) Valor Documento<br>118,45   |
| Instruções<br>ART NACIONAL: PROFISSIONAL: SP-5061907887/D<br>TIPO: OBRA/SERVICO - NOVA ART - NUMERO: 1420150000002460366<br>ATENCAO: NAO RECEBER APOS A DATA DE VENCIMENTO.<br>1A VIA |                                |                             |   | 2(-) Desconto/Abatimento                       |                                  |
|   |                                |                             |   | 3(-) Outras Deduções                           |                                  |
|   |                                |                             |   | 4(+) Mora/Multa                                |                                  |
|   |                                |                             |   | 5(+) Outros Acréscimos                         |                                  |
|   |                                |                             |   | 6(=) Valor Cobrado                             |                                  |
| Sacado:<br>JOAO CLAUDIO ESTAIANO<br>RUA CARLO CARRA , 103 - VILA SANTA CATARINA - 94367000 - SAO PAULO / SP<br>Sacador/Avalista:  |                                |                             |   |  |                                  |



Autenticação Mecânica **Ficha de Compensação**



**Bradesco**  
Net Empresa

## Transação Realizada com Sucesso

Boletos de Cobrança

Data da operação: 13/05/2015 - 15h22

Nº de controle: 895.014.216.896.947.682 | Documento: 0002132

Conta de débito: **Agência: 0420 | Conta: 0059062-2 | Tipo: Conta-Corrente**

Empresa: **PROMINER PROJETOS SC LTDA | CNPJ: 057.061.475/0001-05**

Código de barras: **00194 58652 90000 000001 02468 579210 6 00000000011845**

Banco destinatário: **001-BANCO DO BRASIL S.A.**

Data de vencimento: **23/05/2015**

Valor: **R\$ 118,45**

Data de débito: **13/05/2015**

Descrição: **329 0 31 1 - claudio 1**

A transação acima foi realizada por meio do Bradesco Net Empresa.

## Autenticação

A8MQfw@h h@AJTQ7z hGIiPP\*q 4yhRwVr2 Pc8a2zuE BQfvdyaq DaFUomUc #CzfcopD  
@m?4y@y6 PzVq67ts OD\*boekF bbw?Zajv Fui#@XTf yaZOTA4Z AMXJZotW wDhJ6H5V  
fyf4StVB A\*Hyr#3M vUt5iUXw t#I4IeE3 3ZRiIJdf fVgR\*QMG 43212115 01338051

**SAC - Serviço de  
Apoio ao Cliente**

Alô Bradesco  
**0800 704 8383**

Deficiente Auditivo ou de Fala  
**0800 722 0099**

Cancelamentos, Reclamações e Informações.  
Atendimento 24 horas, 7 dias por semana.

Demais telefones  
consulte o site  
Fale Conosco

**Ouvidoria**

**0800 727 9933**

Atendimento de segunda a sexta-feira, das 8h às 18h, exceto feriados.

**ANEXO II**

**DOCUMENTAÇÃO CARTOGRÁFICA**

- ✓ *DESENHO 279.0.407.0.1-LPE-01 – Imagem de Satélite*