



PARECER ÚNICO Nº 1037609/2015 (SIAM)

INDEXADO AO PROCESSO: Licenciamento Ambiental	PA COPAM: 00238/1993/006/2013	SITUAÇÃO: Sugestão pelo Deferimento
FASE DO LICENCIAMENTO: Revalidação da Licença de Operação		VALIDADE DA LICENÇA: Não se aplica

EMPREENDEDOR: JLX Mineração S/A	CNPJ: 09.545.681/0001-48
EMPREENDIMENTO: JLX Mineração S/A	CNPJ: 09.545.681/0001-48
MUNICÍPIO: Montes Claros	ZONA: Rural

COORDENADAS GEOGRÁFICA (DATUM): SAD 69	LAT/Y: 8.156.103	LONG/X: 618.016
---	-------------------------	------------------------

LOCALIZADO EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO:			
<input type="checkbox"/> INTEGRAL	<input checked="" type="checkbox"/> ZONA DE AMORTECIMENTO	<input type="checkbox"/> USO SUSTENTÁVEL	<input type="checkbox"/> NÃO
NOME: Parque Estadual da Lapa Grande			

BACIA FEDERAL: Rio São Francisco	BACIA ESTADUAL: Rio Vieira
UPGRH: SF10: Bacia do Rio Verde Grande	SUB-BACIA: Rio Cedro

CÓDIGO:	ATIVIDADE OBJETO DO LICENCIAMENTO (DN COPAM 74/04):	CLASSE
A-02-05-4	Lavra a céu aberto ou subterrânea em áreas cársticas com ou sem tratamento	5
B-01-01-5	Britamento de pedras para construção, inclusive mármore, ardósia, granito e outras pedras.	X
A-05-02-9	Obras de infra-estrutura (pátios de resíduos e produtos e oficinas)	X
F-06-01-7	Postos revendedores, postos ou pontos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas, postos flutuantes de combustíveis e postos revendedores de combustíveis de aviação.	X
A-05-05-3	Estradas para transporte de minério / estéril	X

CONSULTORIA/RESPONSÁVEL TÉCNICO: Flávio Túlio de Queiroz – Eng ^o . Geólogo – ENAL Engenheiros Associados Ltda.	REGISTRO: CREA/MG:12.396
---	------------------------------------

Auto de Fiscalização: 010/2015	DATA: 09/03/2015
---------------------------------------	-------------------------

EQUIPE INTERDISCIPLINAR	MATRÍCULA	ASSINATURA
Rafael Fernando Novaes Ferreira – Analista Ambiental (Gestor)	1.148.533-1	
Gilmar Figueiredo Guedes Júnior – Gestor Ambiental	1.366.234-1	
Samuel Franklin Fernandes Maurício – Gestor Ambiental	1.364.828-2	
Reinaldo Miranda Fonseca – Analista Ambiental	0.615.025-4	
Márcio Sousa Rocha – Gestor Ambiental	1.364.828-2	
Eduardo José Vieira Júnior - Gestor Ambiental	1.364.300-2	
Maria Júlia Coutinho Brasileiro – Gestora Ambiental	1.302.105-0	
Sandoval Resende Santos – Analista Ambiental Jurídico	1.189.562-0	
De acordo: Cláudia Beatriz Araújo Versiani – Diretor Regional de Apoio Técnico	1.148.188-4	
De acordo: Yuri Rafael de Oliveira Trovão – Diretor de Controle Processual	0.449.172-6	



1. Introdução

O presente Parecer Único trata de adendo à Revalidação de Licença de Operação (RevLO) nº 00238/1993/006/2013 com o objetivo de definir a área de influência e perímetro protetivo de 07 cavidades naturais subterrâneas identificadas no empreendimento JLX Mineração S/A – Montes Claros-MG.

Apresenta-se primeiramente um breve histórico a respeito da inclusão da análise dos aspectos espeleológicos no processo de licenciamento do referido empreendimento e em seguida, discussão técnica acerca dos aspectos avaliados na proposição da área de influência e do perímetro protetivo das cavidades.

O empreendimento consiste na atividade de Lavra a céu aberto ou subterrânea em áreas cársticas com ou sem tratamento (extração de calcário), a qual está enquadrada, segundo a Deliberação Normativa COPAM 074/2004, no código A-02-05-4 e Classe 5 devido ao seu porte **Médio** e potencial poluidor **Grande**.

A JLX Mineração S/A possui a concessão de lavra expedida pelo DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, sob processo nº 806.656/1975.

O empreendimento formalizou o pedido de Revalidação de Licença Operação - RevLO (Processo nº 00238/1993/006/2013) em 12/12/2013, mediante a entrega dos documentos solicitados no FOBI (Nº 2016648/2013), dentre eles o Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental-RADA sendo a licença concedida em 15/04/2008 sob Certificado RevLO nº 0053/2008 NM.

A JLX Mineração S/A protocolou o Levantamento Espeleológico realizado pela MC Consultoria LTDA que à época foi entregue ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) com intuito de obter anuência para intervenção em área cárstica, Processo nº 02015.007868/2007-81. Neste, foi caracterizada a área compreendida dentro do Polígono Minerário (Área Diretamente Afetada-ADA) e entorno de 250 metros (Área de Influência Direta-AID).

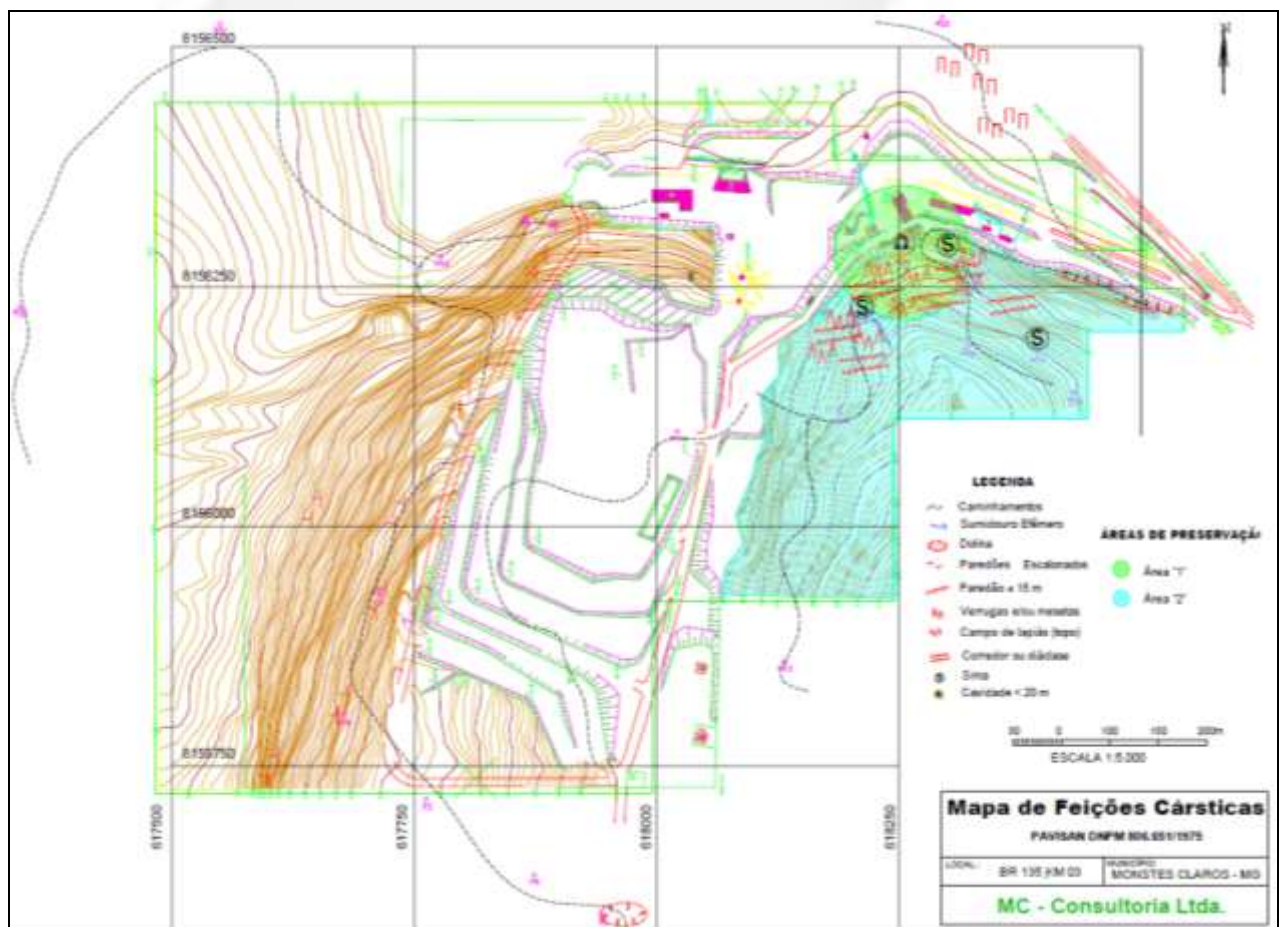
Os levantamentos realizados nas áreas da ADA e AID resultaram na descoberta de apenas uma cavidade acessível – denominada Gruta do Escritório –, onde foi feito o seu



mapeamento e descrição, concluindo que em relação à presença de feições endocársticas (cavernas) foi encontrada apenas esta, e ainda a presença de outra possível cavidade posicionada entre a meia encosta e o topo do maciço, cujo acesso requer o uso de técnicas de escalada na coordenada (UTM) 0618534 8156241.

No referido estudo recomenda-se a preservação das áreas 01 e 02 (descritas adiante), assim como apresentado no Mapa de Feições Cársticas (Figura 1).

Figura 1: Mapa de Feições Cársticas (Fonte: Empreendedor)



- Área de Preservação "1": esta área teve seu limite definido a partir de 70 m da projeção horizontal da cavidade "Gruta do Escritório". Ressalta-se que, para a área onde se encontram as benfeitorias já instaladas, sejam realizadas implantações de cortinas arbóreas com a finalidade de minimizar o acúmulo de material particulado (poeira) para o interior da cavidade.



- Área de Preservação "2": recomenda-se a preservação desta área devido ao importante conjunto de feições exocársticas presentes principalmente nos corredores de diáclase e sumidouros efêmeros identificados nesta região, constituindo-se a mesma na mais importante para a recarga do aquífero considerando-se as áreas vistoriadas (ADA e AID).

Além disso, caso durante o processo de lavra seja identificada qualquer cavidade, recomenda-se a paralisação das atividades da mina e avaliação da feição endocárstica por equipe qualificada.

A J LX Mineração S/A protocolou a anuência concedida pelo IBAMA (Anuência nº009/2008 de 12 de fevereiro de 2008) para intervenção em áreas cársticas visando instruir o processo de revalidação da licença de operação junto aos órgãos estaduais de meio ambiente das atividades minerárias de lavra e britagem de calcário na "Fazenda Cedro", município de Montes Claros/MG, com 03 condicionantes específicas e 04 condicionantes gerais com o seguinte texto:

I. Condicionantes Específicas:

- *Implantar cortina arbórea, intercalando Sansão-do-campo (Mimosa caesalpinaefolia) e outra arbórea nativa nas proximidades da "Gruta do Escritório" com a finalidade de minimizar o acúmulo de poeira na entrada da cavidade, devendo ser encaminhado ao IBAMA o cronograma de implantação da cortina;*
- *Deverão ser respeitadas as 02 (duas) áreas de preservação apresentadas no "Mapa de Feições Cársticas" contido no estudo espeleológico anexo ao processo em referência;*
- *Caso encontrada alguma nova cavidade natural no decorrer do avanço da lavra, as atividades deverão ser paralisadas e o IBAMA deverá ser imediatamente informado.*

II. Condicionantes Gerais:

- *A presente anuência não dispensa outras Autorizações e Licenças Federais, Estaduais e Municipais, porventura exigíveis;*



- O IBAMA, mediante decisão motivada, poderá alterar as condicionantes, as medidas de controle e adequação, bem como suspender ou cancelar esta anuência, caso ocorra:
- Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;
- Omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da presente anuência;
- Superveniência de graves riscos ambientais e de saúde;
- O não cumprimento das disposições neste documento poderá acarretar pena de cassação da presente anuência, estando ainda a solicitante, sujeita à penalidade prevista na Legislação Ambiental vigente;
- O empreendedor é o único responsável, perante o IBAMA, no atendimento às condicionantes postuladas nesta anuência."

De acordo com o Parecer Técnico referente ao processo nº 02015.007868/2007-81, o IBAMA já havia se atentado para a existência da “Gruta do Escritório”, descrevendo a poeira acumulada na entrada da mesma como único impacto ambiental observado, com a solicitação para implantar a cortina arbórea e respeitar as 02 áreas já citadas. No entanto, não foi relatada a intervenção ocorrida na cavidade e no seu entorno advindo de detonações no talude em que se encontra. Também não foi solicitada apresentação do plano de recuperação das áreas antropizadas situadas nas 02 áreas de preservação apresentadas no “Mapa de Feições Cársticas” (Figura 1). Foi solicitado apenas que essas áreas fossem respeitadas.

Em fiscalização realizada na data de 22/05/2014 (Auto de Fiscalização nº 005/2014) no empreendimento J LX Mineração S/A, justificada pela finalidade de verificar a situação ambiental do empreendimento, os sistemas de controle implantados, bem como o desempenho ambiental do mesmo, não foi observada a cortina arbórea intercalando Sansão-do-campo (*Mimosa caesalpinaefolia*) com outra arbórea nativa, nas proximidades da “Gruta do Escritório” a fim de minimizar o acúmulo de poeira na entrada da cavidade, descumprindo assim uma condicionante do processo junto ao IBAMA.

Em 23/06/2014 foram solicitadas informações técnicas complementares ao processo de licenciamento e outorga, estas protocoladas na SUPRAM-NM em 22/01/2015.



Nos dias 05 e 06 de Março de 2015 foi realizada nova fiscalização ambiental – esta referente à espeleologia – (Auto de Fiscalização nº 10/2015), com o intuito de percorrer toda a ADA do empreendimento e observar a possível existência de novas cavidades. Nessa fiscalização foi verificada a possibilidade da presença de novas cavidades com entrada na forma de abismo que carecia de técnicas verticais de descida.

Em 23/03/2015 foram solicitadas novas informações complementares decorrentes da fiscalização supracitada. O item nº 1 da informação complementar solicitava:

“Apresentar um novo relatório de prospecção espeleológica, com metodologia e caminhamento detalhado que abranja toda a ADA (Área Diretamente Afetada) e AID (Área de Influência Direta) do empreendimento, visto que o caminhamento apresentado no levantamento espeleológico não recobre toda a área, e em fiscalização realizada no empreendimento foi observado possíveis cavidades. O caminhamento deverá ser enviado a SUPRAM plotado em mapa e em arquivo digital no formato GPX.”

O empreendedor apresentou o relatório de prospecção espeleológica solicitado em 15 de Junho de 2015 sob a responsabilidade técnica dos profissionais: Vanessa Veloso Barbosa (CREA MG 135848), Leonardo Arruda Silveira (CREA MG 51646) e Lucas Souza Cordeiro (CRBio 076252/04-D). Segundo o estudo há ocorrência de 07 novas cavidades na área em tela – além da "Gruta do Escritório" apresentada ao IBAMA –, totalizando 08 cavidades.

Em 06/07/2015, após análise do referido relatório de prospecção espeleológica foi lavrado o Auto de Infração nº 46271 com multa simples por intervir no raio de proteção de 250 metros das cavidades naturais subterrâneas sem o prévio estudo e definição da área de influência de cada cavidade no valor de R\$ 30.052,57, com atenuante de R\$ 9.015,77 totalizando R\$ 21.036.80. Ressalta-se que foi procedido o embargo imediato das atividades dentro do raio de 250 metros da projeção horizontal das cavidades identificadas e apresentadas no estudo de levantamento espeleológico.

Em 18 de Setembro de 2015, o empreendedor apresentou a SUPRAM NM proposta técnica para a definição da área de influência e perímetro protetivo das 08 cavidades inseridas na área do empreendimento (protocolo R0483915/2015). Dessas 08, em vistoria a SUPRAM NM constatou que o Abrigo da Divisa não se tratava de Cavidade Natural Subterrânea.



Nesses termos, este Parecer Único tem como objetivo estabelecer as áreas de influência e perímetro protetivo de 07 cavidades naturais subterrâneas inseridas no empreendimento JLX Mineração S/A, localizado no município de Montes Claros-MG.

Destaca-se, conforme análise e estudos específicos apresentados, que não haverá nenhuma espécie de impacto irreversível nas cavidades em análise, sendo objeto deste parecer unicamente à definição das suas áreas de influência e perímetros de proteção.

Segundo o art.2º da Resolução CONAMA nº 347/2004, a área de influência é definida 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.”*

O conceito do perímetro protetivo das cavidades é definido pela Instrução de Serviço SEMAD nº 03/2014 como *“área contida na área de influência das cavidades naturais subterrâneas, entendida com uma extensão dessas, com objetivo de garantir de forma efetiva o equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola”.*

Segundo a IS SEMAD nº 03/2014, a área de influência não deve ser entendida como um espaço territorial onde os impactos não são permitidos. Os estudos para licenciamento e avaliação dos impactos ambientais é que deverão avaliar a relação entre os impactos do empreendimento e o Patrimônio Espeleológico e, sendo necessário, propor alternativas ou medidas de mitigação. Por outro lado, no perímetro protetivo das cavidades, não é permitido nenhum tipo de impacto negativo, mesmo que potencialmente. O estabelecimento de um perímetro protetivo tem como objetivo resguardar uma área mínima de entorno das cavidades livre de alterações de qualquer tipo, objetivando a manutenção da integridade dos seus elementos físicos e bióticos.

2. Caracterização do Empreendimento

A JLX Mineração S/A. está localizada na zona rural do município de Montes Claros, na Fazenda Cedro, e desenvolve as atividades de Lavra a céu aberto ou subterrânea em áreas cársticas, britamento de pedras para construção, inclusive mármore, ardósia, granito e outras pedras, dentre outras atividades de apoio as atividades principais.



O empreendimento possui 136 funcionários, sendo 100 no setor de produção, 27 na área administrativa e 09 terceirizados, sob o regime de operação de 01 turno de trabalho de 08 horas diárias, 25 dias ao mês, ao longo de 12 meses do ano.

A empresa possui uma área total de 55,45 ha referente à área de título minerário, sendo que 26,25 ha já estão impactados. Desta área de 26,25 ha, 13,45 ha corresponde à área já lavrada e 12,8 corresponde à área de servidão. A frente de lavra atual flui no sentido sudoeste e corresponde a uma área de 1,0 ha, sendo prevista uma vida útil da lavra de 65 anos.

O empreendimento está sobre área cárstica com predominância de pasto e vegetação de floresta estacional decidual, com presença de cavidades naturais subterrâneas.

Durante a validade da LO vincenda houve uma ampliação da capacidade instalada de beneficiamento, chegando esta, a um total de 350 t/h e a produção bruta atual de 422.885 t/ano (produção bruta anterior: 145.000 t/ano). A produção bruta licenciada é de 500.000 t/ano.

Os produtos fornecidos correspondem ao calcário britado, pedra de mão, brita 3, brita 2, brita 1, brita zero e pó de pedra.

Há no empreendimento 03 usinas de concreto asfáltico pertencentes a empresas terceiras, as quais estão regularizadas ou encontram-se em processo de regularização, conforme elencado a seguir:

- Tecnopav Engenharia Ltda.: Em processo de regularização (Licença Prévia +Licença de Instalação-LP+LI) na esfera municipal;
- Construtora Eferco Ltda.: Processo de Licença de Operação-LO - Arquivado na SUPRAM-NM;
- COPASA – Possui Autorização Ambiental de Funcionamento-AAF - Validade: 04/06/2017.

O método de lavra atual desenvolvido pela JLX ocorre através do processo clássico de extração, uma vez que a rocha calcária ocorre sob a forma de maciço aflorante/semi-



aflorante, permitindo que a lavra seja desenvolvida a céu aberto, com bancadas descendentes.

As bancadas possuem altura de 15 m (4 bancos), com bermas de 20 m e acesso em forma de rampa. O plano de lavra vem sendo otimizado desde a abertura da mina de forma a atender as técnicas de engenharia de minas e a legislação vigente.

A perfuração para o desmonte com explosivos é realizada por perfuratrizes de esteira. Os explosivos utilizados são encartuchados e granulados. Os furos são verticais com 14,5 m de profundidade no diâmetro 3 ½" distribuídos comumente em 3 linhas; o afastamento é de 2,30 m e o espaçamento é de 6,50 m proporcionando uma razão de carga média que é de 110 kg/t.

O desmonte ocorre quinzenalmente e a detonação ocorre invariavelmente às 12:00 h, precedido de sinalização sonora de aviso (sirene de advertência). O desmonte secundário é realizado através de fogacho ou utilizando-se rompedor hidráulico.

A limpeza e carregamento do material desmontado são realizados por carregadeiras sobre pneus, três unidades disponíveis, sendo o transporte do material realizado por meio de caminhões. Auxiliando as operações de lavra, estão disponíveis dois caminhões, sendo um deles caminhão pipa.

O beneficiamento se resume às operações de britagem primária, secundária, peneiramento e classificação. A capacidade instalada de produção da britagem primária corresponde a 250 t/h, sendo a mesma realizada por um britador de mandíbula. A capacidade instalada de produção da britagem secundária corresponde a 200 t/h.

As operações têm início com basculamento do calcário pelos caminhões no alimentador vibratório que conduz o material até o britador primário. O material passante pelo britador é alimentado na correia transportadora para uma grelha mecânica onde ocorre a separação em duas pilhas: pedra de mão e pilha pulmão.

O calcário estocado na pilha pulmão é retomado pelo alimentador vibratório e descarregado na correia transportadora que o conduz para a peneira vibratória intermediária de 02 decks.

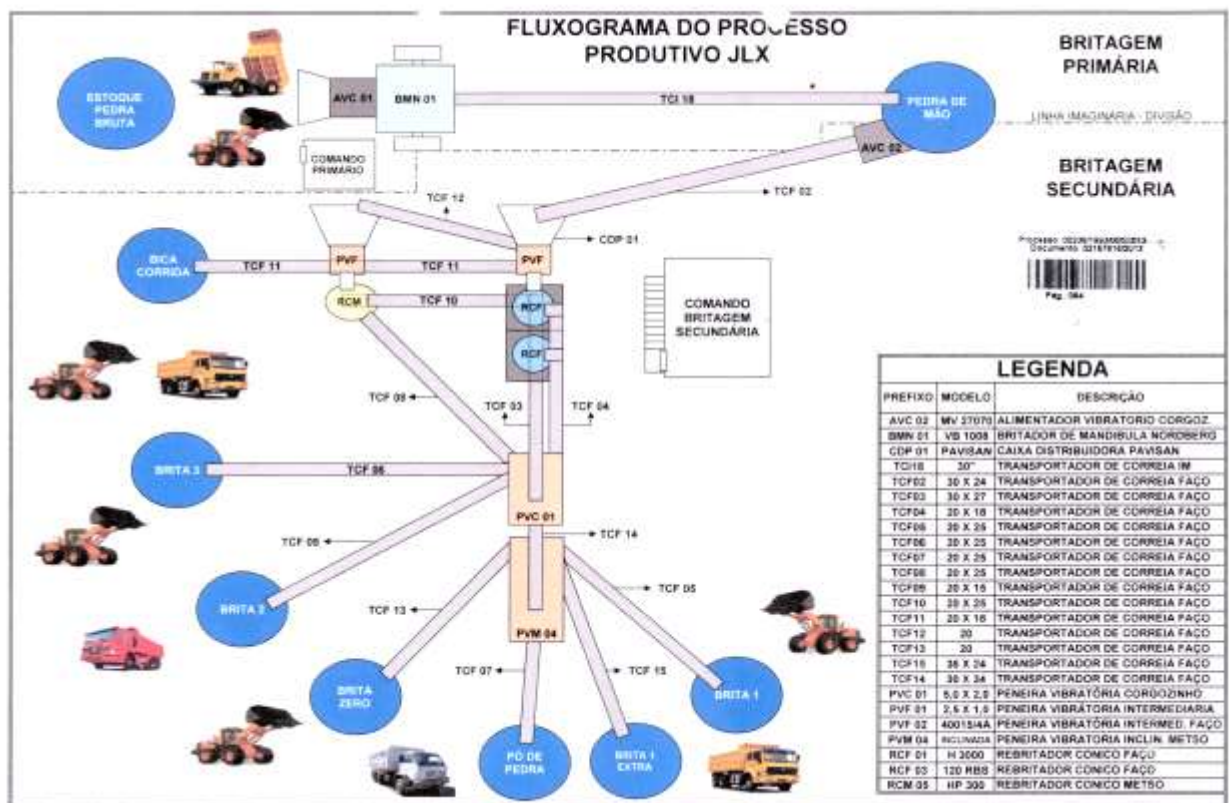


O material retido é direcionado para uma correia transportadora que forma a pilha de bica corrida 1 e 2 e brita 3. O intermediário vai para o rebritador cônico.

As britas passantes nas malhas da peneira vibratória juntamente com as britas oriundas do rebritador cônico são descarregadas na correia transportadora. Esse material tem dois destinos: alimentar a peneira de 04 decks ou a correia transportadora que leva o material para o rebritador cônico, cujo produto é descarregado na correia transportadora e posteriormente em outra correia transportadora, formando um circuito fechado.

Há no empreendimento sistema de peneiramento e classificação para a geração de pó de brita e calcário corretivo de solo, os quais correspondem aos produtos comercializados pela empresa.

Figura 02: Fluxograma do Processo Produtivo JLX (Fonte: Empreendedor)



As unidades de apoio da atividade industrial correspondem a: oficina; posto de combustível, depósito de resíduos, almoxarifado, restaurante, refeitório, escritório, subestação, casa de força, balança, lavador de máquinas e veículos, rampa lubrificadora, estacionamento de



máquinas e veículos, laboratório de análises físicas, depósito de explosivos e acessórios, e depósito de peças.

A energia elétrica utilizada para desenvolvimento das atividades industriais do empreendimento provém da concessionária local Companhia Energética de Minas Gerais S.A. - CEMIG e corresponde a cerca de 86.400 kWh.

Há no empreendimento posto de abastecimento de combustíveis para máquinas e veículos com tanque de armazenamento de 10.000 litros.

O empreendimento está instalado e operando na zona de amortecimento da Unidade de Conservação Integral Parque Estadual da Lapa Grande. Quando da concessão da LO o empreendimento obteve anuência do órgão gestor da Unidade de Conservação e, segundo Of. N° 259/2014 de 09/12/2014 emitido por este mesmo órgão, a empresa vem cumprindo as condicionantes da referida anuência.

Imagem 01: Delimitação da poligonal - Processo 806.656/1975 do DNPM (Fonte: Empreendedor).





De acordo com COMIG, 1997 (citado por Soares *et al*, 2002), na região aparecem rochas correlacionadas ao Subgrupo Paraopeba Indiviso (Grupo Bambuí), unidade geológica constituída por uma sucessão pelito-carbonatada depositada em plataforma carbonática isolada, onde os metassiltitos possuem bandamentos marcados por colorações diversas e variações da granulometria (silte/argila) e os calcários são foliados, micríticos, de coloração cinza-claro, com intercalações centimétricas de cor cinza-escura, cujo bandamento é geralmente regular e contínuo, correspondendo provavelmente ao acamamento original da rocha, por vezes recobertos por coberturas detríticas indiferenciadas de naturezas diversas.

Por sua vez CHAVES & ANDRADE, 2011, apontam que na porção sudoeste do centro urbano de Montes Claros afloram rochas do tipo calcilitos e calcarenitos, estes últimos predominantes, compreendendo calcários cinza escuro, maciços a puros, com intercalações de margas e siltitos com estratificação fina, unidade correlacionada à Formação Lagoa do Jacaré, unidade do Grupo Bambuí.

Destaca-se o maciço onde se apresentam as principais feições cársticas, em especial as extensões das 08 cavidades registradas:

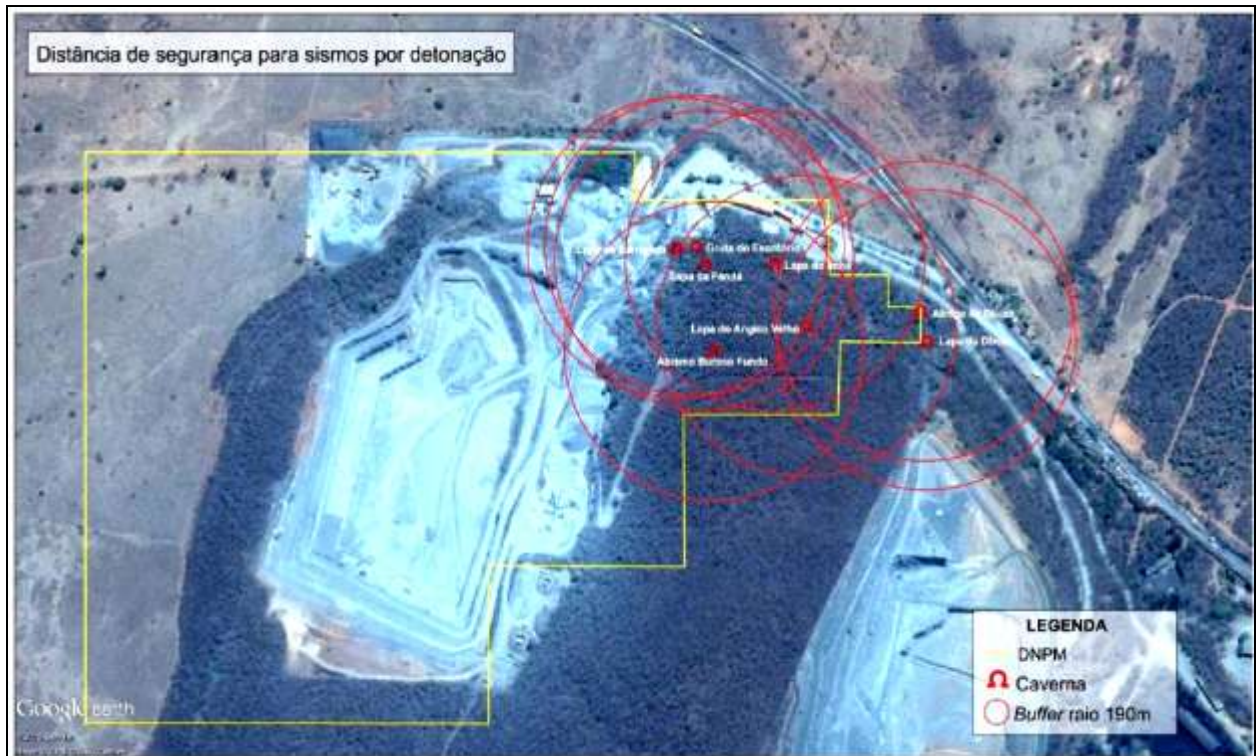
Quadro 1: Coordenadas das cavidades presentes nos estudos

Cavidade		Coordenadas UTM (23k)
1	Lapa da Divisa	618500.00 m E 8156155.00 m S
2	Abrigo da Divisa	618496.00 m E 8156191.00 m S
3	Lapa do Escritório	618208.76 m E 8156274.03 m S
4	Lapa da Fenda	618217.00 m E 8156256.00 m S
5	Lapa da Barriguda	618182.00 m E 8156258.00 m S
6	Lapa do Imbé	618308.00 m E 8156255.00 m S
7	Lapa do Angico Velho	618348.00 m E 8156173.00 m S
8	Abismo Buraco Fundo	618231.00 m E 8156142.00 m S

O entorno das cavidades encontra-se alterado em função da instalação e operação do empreendimento e a presença de estruturas minerárias, tais como: estradas; planta de beneficiamento (britadores); cava; canaletas de drenagem; área administrativa; etc. Apesar dessas alterações, ainda há presença de remanescentes de vegetação nativa em bom estado de conservação cobrindo a porção leste do empreendimento, no afloramento rochoso onde as cavidades estão inseridas.



Imagem 02: Vista do empreendimento com delimitação da poligonal DNMP, cavidade (Fonte: Empreendedor).



Nos dias 28 de setembro e 09 de outubro de 2015, foi realizada vistoria no empreendimento (Auto de Fiscalização nº 135/2015) para avaliação da prospecção espeleológica e da proposta do perímetro protetivo e área de influência das cavidades. Foi constatada a interferência na área de influência (250 metros) das 08 cavidades naturais subterrâneas com impacto irreversível causado pela instalação de estradas, planta de beneficiamento, cava, sistema de tratamento de efluentes, edificações e postes da CEMIG. Em 06 de julho de 2015 já tinha sido lavrado o Auto de Infração nº 46271/2015 e embargada as atividades no entorno de 250 metros das 08 cavidades na área do empreendimento.

Com relação à prospecção espeleológica, a mesma foi considerada insatisfatória pela equipe técnica da SUPRAM NM, uma vez que o empreendedor não efetuou o cadastro das feições menores que 05 metros e abismos.

O Abrigo da Divisa, considerado nos estudos apresentados pelo empreendedor como cavidade natural, em vistoria foi constatado que era apenas um abrigo, com altura da



entrada superior a projeção horizontal, ausência de espeleotemas e zona afótica, não sendo necessários a valoração e estudo de sua área de influência.

Análise dos impactos do empreendimento sobre o entorno das cavidades

Os impactos identificados no entorno de 250 metros das cavidades decorrentes da instalação e operação do empreendimento são:

- Retirada da cobertura vegetal e dos solos, com perda e fragmentação de habitat e redução no aporte de matéria orgânica. Impacto observado para todas as cavidades, de caráter reversível.
- Emissão de poeiras fugitivas e alteração da qualidade do ar. Impacto observado principalmente na Gruta do Escritório e Lapa da Barriguda, de caráter reversível.
- Desmonte de rocha para construção da cava, edificações e vias de acesso com remoção da cobertura vegetal e do solo. Impacto irreversível observado principalmente na Gruta do Escritório e Lapa da Barriguda.

Ressalta-se que, apesar dessas alterações, durante a vistoria foi possível constatar que as cavidades mantêm sua integridade física inalterada e não foram observadas evidências diretas de nenhum impacto nas cavidades. Apenas a Gruta do Escritório, já identificada anteriormente e apresentada no laudo espeleológico ao IBAMA apresentava grande quantidade de blocos abatidos e poeiras.

Parâmetros para a Definição da Área de Influência e do Perímetro Protetivo

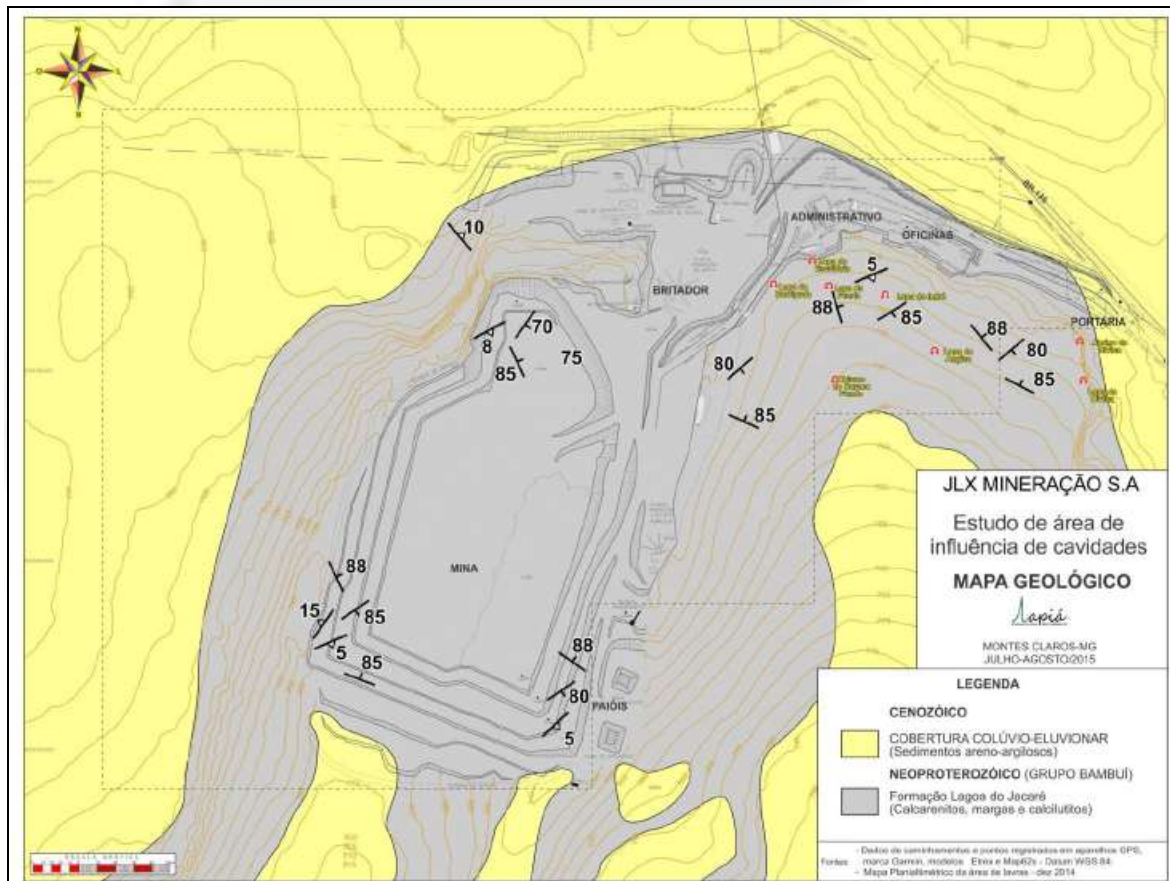
Embora a legislação espeleológica estabeleça os conceitos de área de influência e perímetro protetivo, não há, atualmente, uma norma oficial contendo os parâmetros a serem avaliados na proposição dessas áreas.

Para a definição da área de influência e do perímetro de proteção das cavidades, os responsáveis pelos estudos espeleológicos consideraram: geologia; geomorfologia; pedologia; hidrogeologia; geotecnia; clima; hidrossistemas (bacia de contribuição local e escoamento superficial); relevo cárstico; suscetibilidade a erosão; risco geotécnico das cavidades; análise das vibrações em função das detonações e interface com o meio biótico.

2.1 Geologia

A estratigrafia local é estabelecida por uma alternância de camadas sub-horizontais, que apresentam mergulho suave para sudeste (SE) – predominante –, localmente ocorrendo mergulhos mais acentuados, voltando logo para um padrão sub-horizantal, cujos contatos (aparentemente) mostram transições gradacionais entre eles, compreendendo litótipos do tipo: margas, calcarenitos e calcários microcristalinos e siltitos.

Figura 03 – Mapa geológico local (Fonte: Empreendedor)



2.2 Geomorfologia

A área da mineração e adjacências está inserida na região geomorfológica denominada Patamares do Alto/Médio São Francisco representada pela unidade geomorfológica classificada como Patamares da Chapada dos rios Verde Grande/Jequitaiá, associado às rochas calcárias e sedimentos inconsolidados.



Compartimento Morrado:

Neste estão inseridas as principais feições cársticas encontradas na área, compreendendo as cavidades, abismos e lapiás. Este compartimento ocupa uma faixa de terreno classificada segundo Valeriano, 2008a, citado por Nery, 2010 como uma encosta plano-retilínea, onde predominam declividades de 20 a 45% e altimetria variando de 720 a 780 m.

Este compartimento é sustentado pelas rochas calcárias (calcarenitos e margas) associadas à Formação Lagoa do Jacaré, unidade do Grupo Bambuí, mapeada ao longo da área levantada, apresentando um relevo de significativo grau de dissecação/dissolução com alinhamentos morfológicos predominante de direção norte-nordeste (NNE). Mostra um processo de dissecação (dissolução) homogêneo, decorrente da ação predominantemente pluvial, cuja concentração é direcionada pela estrutura mais marcante das litologias locais, que impuseram suas características ao processo morfodinâmico de modelagem do relevo local, neste contexto predominando feições dissolvidas segundo estas direções.

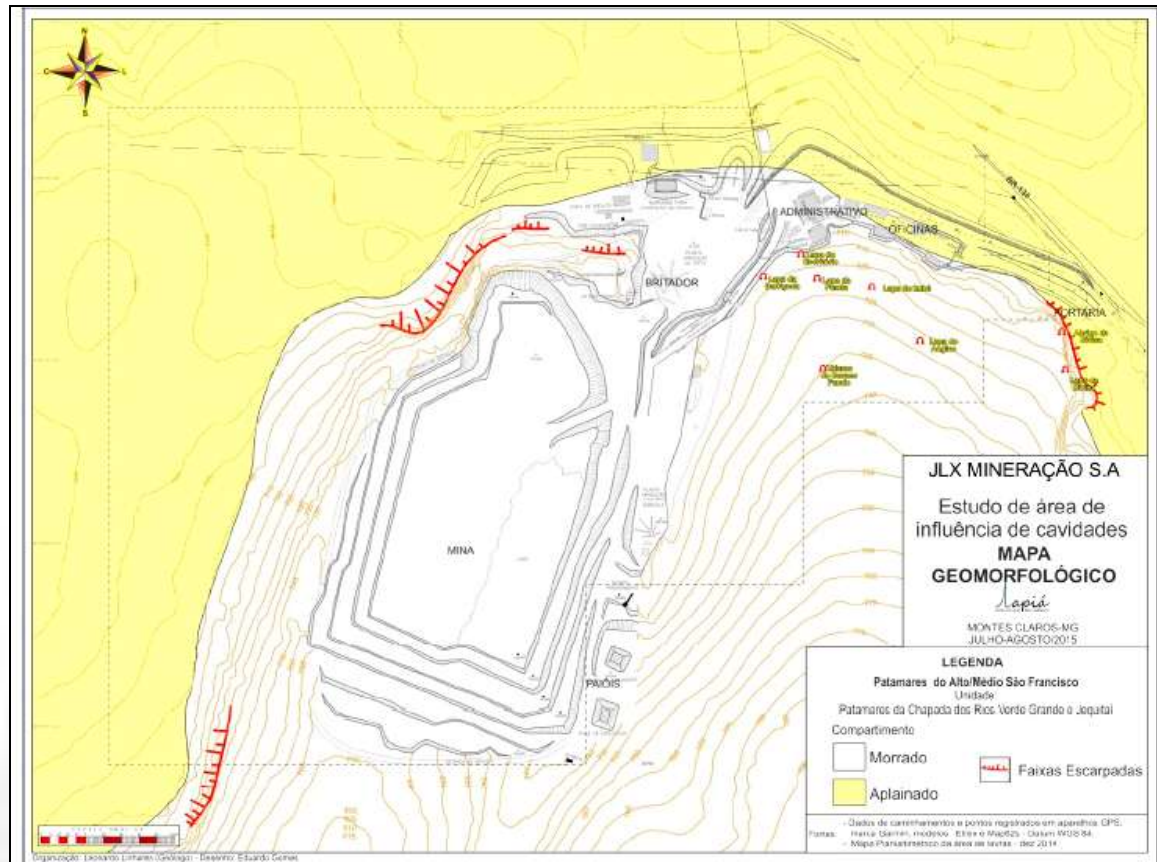
Todas as feições cársticas principais apontadas neste levantamento, definidas pelas Lapas da Divisa, do Escritório, da Fenda, da Barriguda, do Imbé e do Angico Velho; pelo Abrigo da Divisa e pelo Abismo Buraco Fundo, encontram-se neste maciço que domina a morfologia local, posicionadas preferencialmente na porção mediana (tendendo para a posição inferior) deste compartimento morrado, onde as cotas topográficas variam entre 728 e 739 m, exceto para o caso da Lapa do Angico Velho e Abismo do Buraco Fundo, que ocupam, respectivamente, cotas 751 e 757 m.

Compartimento Aplainado:

Associado às faixas de menores declividades presentes no entorno da área minerada, cuja classe de declividade predominante é a suave ondulada (3 a 8%), o Compartimento Aplainado está relacionado àquela porção onde predominam as coberturas detríticas, de textura predominante areno-argilosas, aparecendo um relevo pouco movimentado, que se estende por uma grande área aplainada extrapolando o limite do direito minerário.



Figura 04: Mapa geomorfológico local (Fonte: Empreendedor)



2.3 Pedologia

Na área da mineração e entorno imediato foram diferenciados dois tipos pedológicos, indicados segundo a classificação adotada pelo novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS (Embrapa, 1999, conforme Amaral, *et al*, 2004), sendo: afloramentos rochosos e nitossolos. Os afloramentos rochosos ocupam cerca de 90% da área mapeada, seguido pelos nitossolos definidos nos 10% restantes.

O quadro 02 apresenta um resumo destas duas classes de solos, correlacionando-as às formas de relevo, formações geológicas, litologias, posição topográfica, configuração da vertente e área aproximada.

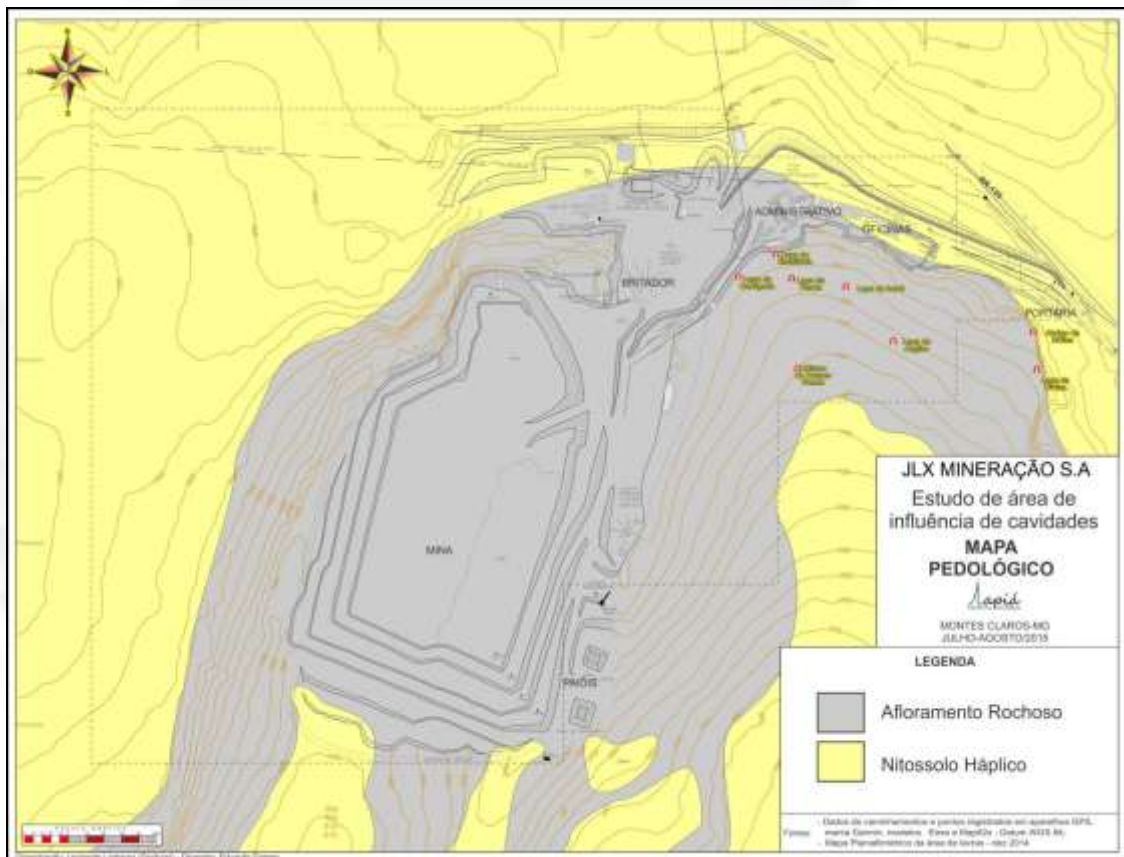


Quadro 02: Classe de solos levantadas na área de estudo (correlações geológicas e geomorfológicas)

Classe de Solos	Relevo	Formação Geológica	Litologia	Posição	Vertente	Área *
Afloramento Rochoso	Forte ondulado	Formação Lagoa do Jacaré	Calcarenitos e Margas	Encosta	Côncavo-convexa	90%
Nitossolo Háptico	Suave ondulado	Coberturas superficiais	Sedimentos detríticos	Base da encosta	Convexa	10%

Observação: *Área aproximada mapeada dentro do perímetro da levantado

Figura 05: Mapa pedológico local (Fonte: Empreendedor)



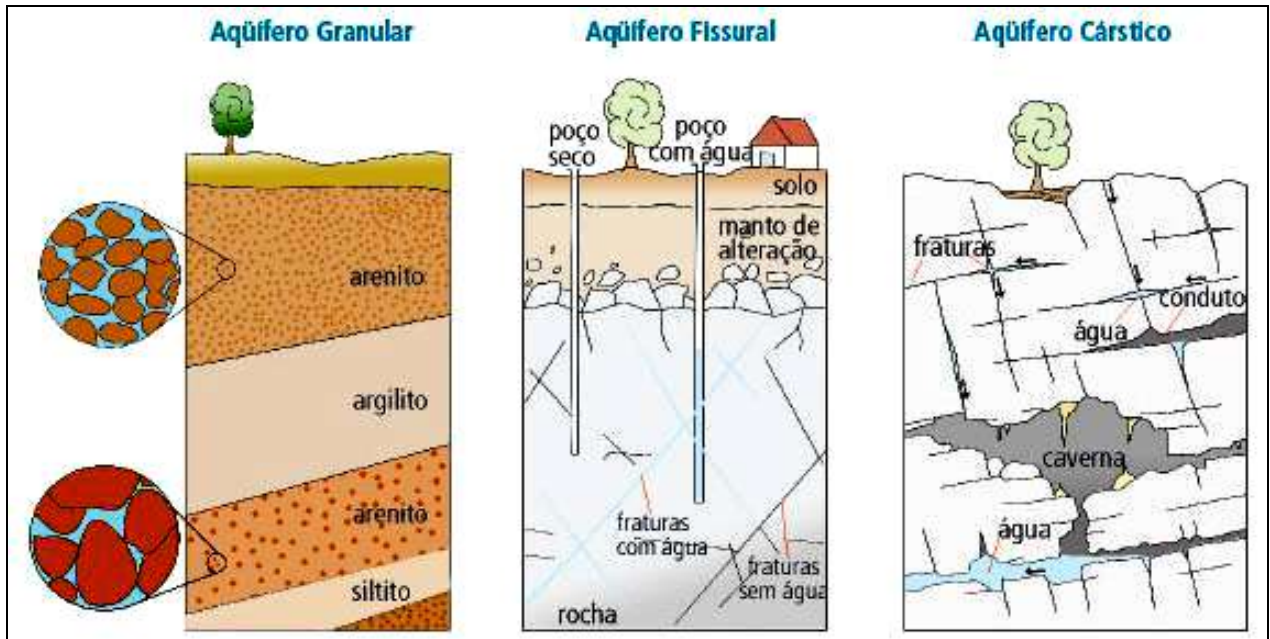
2.4 Hidrogeologia

2.4.1 Aspectos Hidrogeológicos Locais

Em função da diferenciação litológica observada na área mapeada, no levantamento foram definidos dois domínios hidrogeológicos distintos: um associado aos calcarenitos e margas da Formação Lagoa do Jacaré (Grupo Bambuí) onde se destaca um aquífero cárstico-fissural; e outro definido pelas coberturas detríticas cenozóicas, onde prevalece o aquífero

granular. Segue esquema ilustrativo dos diferentes tipos de aquíferos, inclusive aqueles encontrados na área mapeada.

Figura 06: Tipos de aquíferos (Fonte: Empreendedor)



- Aquífero cárstico-fissural

O fluxo de água subterrânea dentro do maciço rochoso cárstico fissurado é controlado por toda feição que corta o maciço, englobando diáclases, juntas, fraturas e acamamento, tornando-o essencialmente descontínuo, heterogêneo e anisotrópico onde a circulação de água subterrânea se restringe a estas discontinuidades. Condiciona assim uma condutividade hidráulica secundária que neste contexto tem importante papel não só no armazenamento como na transmissão destas águas.

- Aquífero granular

Este aquífero se apresenta irrelevante no contexto local, é denominado de poroso e representado por sedimentos pouco consolidados de coberturas detríticas, possuindo uma porosidade primária bem desenvolvida e boa permeabilidade. Distribui-se de forma generalizada nas porções aplainadas, tendo no contexto local importante papel no processo de recarga do aquífero cárstico-fissural subjacente, através de infiltração vertical, que se



processa ao longo de seu perfil. Estes sedimentos se apresentam como bons armazenadores e fornecedores d'água.

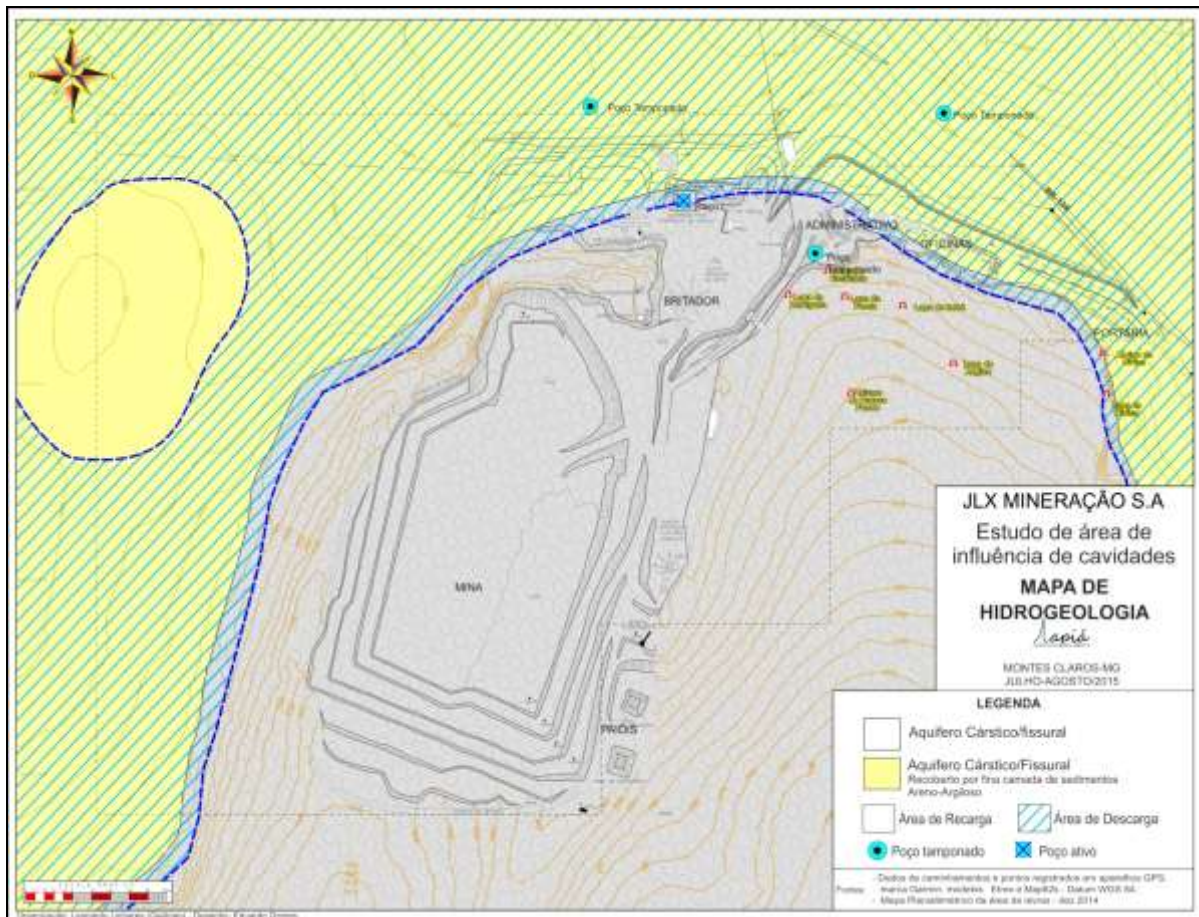
- Recarga do Aquífero

Os sedimentos de textura variada que recobrem as faixas aplainadas compreendem materiais detríticos e se apresenta como uma importante unidade no processo de recarga do aquífero subterrâneo local, aliada ao fissuramento da rocha carbonática que, pelo seu entalhamento, também se mostra como significativo veículo neste processo.

A área de recarga local mostra uma topografia aplainada de baixa declividade, contendo diferentes tipos texturais, onde ocorre a predominância de um material de alta porosidade e elevada permeabilidade, que favorece a infiltração de águas pluviais lançadas sobre a unidade. A água percola de forma lenta e gradual até o substrato pouco permeável, associado às rochas carbonáticas da unidade geológica sobrejacente, condicionando assim a presença de um lençol freático mais rebaixado.

Por sua vez, aquelas rochas (carbonáticas) em cujas morfologias contêm coberturas superficiais pouco significativas e estão, preferencialmente, associados a terrenos de maiores declividades (onduladas a forte-onduladas), as discontinuidades passam a ter maior importância que a porosidade primária da rocha no processo de recarga deste aquífero local.

Figura 07: Mapa hidrogeológico local (Fonte: Empreendedor)



- Vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação

Neste contexto, buscando determinar a vulnerabilidade de um aquífero à contaminação, são considerados o grau de inacessibilidade hidráulica da zona saturada do aquífero e a capacidade de atenuação dos estratos de cobertura da sua porção saturada. Baseado nestes pressupostos Foster, 1987 e Foster & Hirata, 1993 (citado por Alberto & Silva, 2005) desenvolveram a metodologia GOD que caracteriza a vulnerabilidade do aquífero à contaminação segundo os seguintes parâmetros:

- G - Grau de confinamento da água subterrânea;
- O - Ocorrência de estrato de cobertura;
- D - Distância até o lençol freático ou o teto do aquífero confinado.



Em função do conhecimento atual e da situação física encontrada na área, foram definidas as seguintes considerações locais (parte delas derivadas de similaridades encontradas em áreas limítrofes e decorrentes de informações bibliográficas, parte delas especificadas pelos dados levantados em campo):

- a) quanto ao confinamento das águas subterrâneas, apontou-se para o aquífero cárstico-fissural uma situação de água subterrânea não confinada;
- b) estrato litológico, definido neste levantamento como rochas carbonáticas (calcarenitos e margas carbonáticas);
- c) nível do lençol freático, em função do conhecimento atual, para as rochas dolomíticas entre 20-50 e > 50m.

O quadro 03 traz as características hidrológicas de poços perfurados nas proximidades do empreendimento.

Quadro 03: Características hidrogeológicas dos poços

Poço	Lat	Long	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	Data
Pavisan (*)	S16°40'21.5"	W43°53'30.0"	169	46	86	1,68	30/08/2005
JLX (*)	S16°40'15.9"	W43°53'40.4"	147	45	67	3,50	01/08/2009
Pavisan (*)	S16°40'16.7"	W43°53'32"	247	-	-	seco	24/05/2013
JLX - Ativo	S16°40'19.4"	W43°53'34.5"	-	-	-	-	-

* Poços tamponados, segundo informações do empreendedor.

As vulnerabilidades definidas segundo esta metodologia (GOD) correspondem a valores medianos encontrados para a unidade avaliada, cabendo em trabalhos posteriores e em função do incremento do conhecimento relevantes aos fatores levantados aferir estes resultados. Desta forma e segundo esta metodologia os resultados apresentam conotação demonstrada no Quadro 04. Estes dados tratados segundo a metodologia de "GOD", foram resumidos no Quadro 05.



Quadro 04: Grau de vulnerabilidade.

	Baixa vulnerabilidade	vulnerável a contaminantes conservativos em longo prazo, quando continuamente e amplamente lançados;
	Média vulnerabilidade	vulnerável a alguns poluentes, mas somente quando continuamente lançados;
	Alta vulnerabilidade	vulnerável a muitos poluentes, exceto àqueles muito pouco móveis e pouco persistentes.
	Extrema Vulnerabilidade	Vulnerável à maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação.

Quadro 05: Grau de vulnerabilidade dos aquíferos presentes

Aquífero	Litologia	G	O	D	Resultante	Grau de Vulnerabilidade
Cárstico-fissural	Calcarenitos e Margas (Form. Lagoa do Jacaré) 20 < NE < 50	1	0,90	0,70	0,63	Alta (Alta)
	Calcarenitos e Margas (Form. Lagoa do Jacaré) NE > 50	1	0,90	0,60	0,54	Alta (Média)

Parâmetros: G (Grau de confinamento hidráulico); O (Ocorrência de substrato suprajacente) e D (Distância do nível da água subterrânea)

Uma vez que a vulnerabilidade estabelece condições específicas do aquífero sujeito ou não à contaminação, em função de condições de difusão e dispersão do fluxo subterrâneo, assim como a forma de transmissão destes contaminantes ao meio; aquelas áreas de maior vulnerabilidade devem ser tratadas de forma diferenciada, tomando-se medidas de gerenciamento e controle das fontes poluidoras, recuperando situações críticas existentes. O zoneamento em função do maior ou menor grau de vulnerabilidade se apresenta como ferramenta apropriada para a previsão e quantificação dos impactos.

Assim, o aquífero cárstico-fissural associado às rochas carbonáticas presentes na área mostram um grau de vulnerabilidade natural à contaminação na classe alta, apresentando valores maiores (próximo a classe extrema) quando esta profundidade varia entre 20 a 50 m e valores menores (próximo a classe média) quando está acima dos 50 m de profundidade, critérios definidos segundo a metodologia "GOD", adotada.

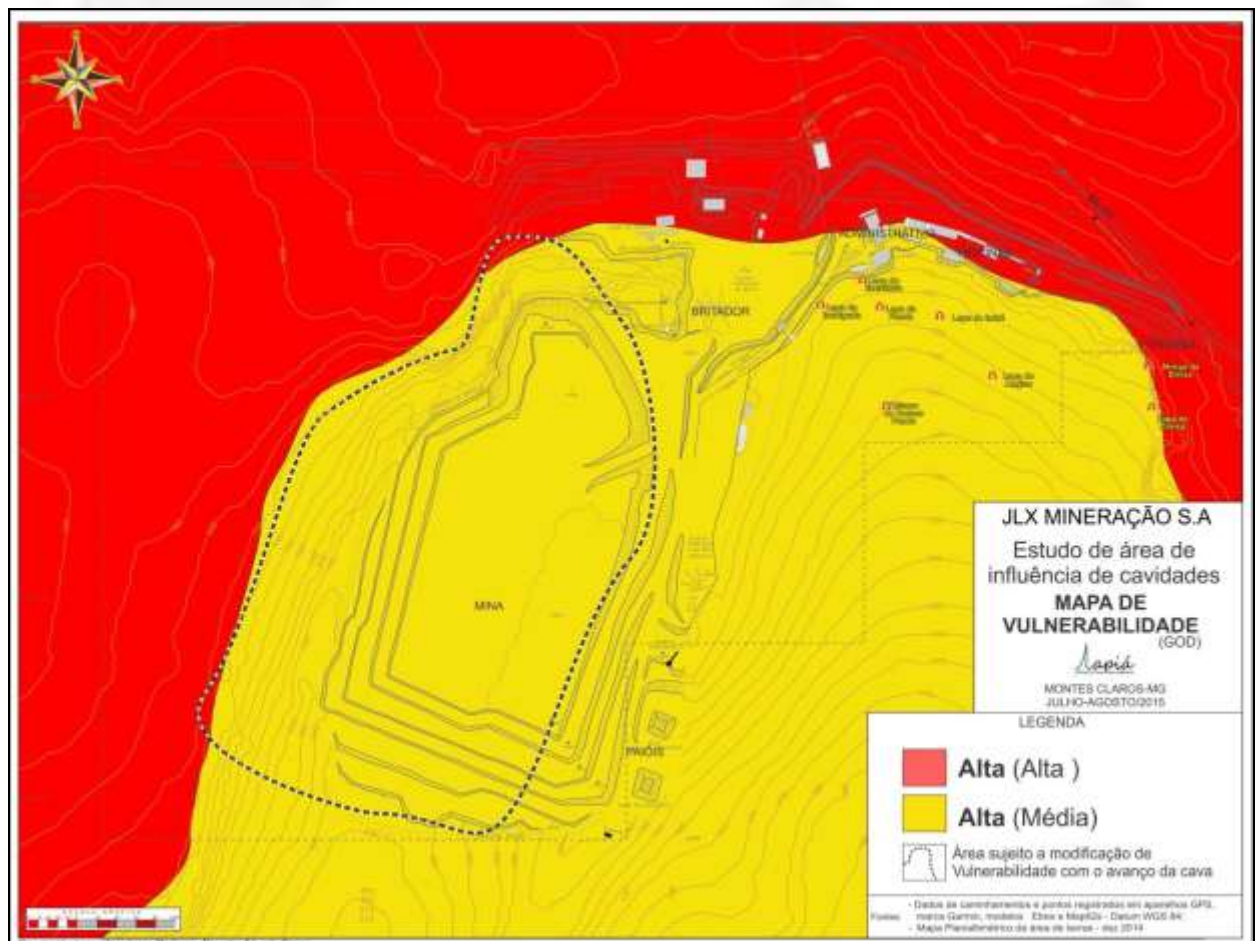
O avanço natural do pit da cava em cotas mais inferiores tende, num médio prazo, modificar o grau de vulnerabilidade natural atualmente avaliado, passando de uma situação alta, próxima a faixa mediana, para uma situação alta, mais próxima da extrema.



É relevante assinalar ainda que ambientes que foram classificados como de vulnerabilidades mais altas, podem não representar risco de contaminação caso não exista uma fonte de contaminante sobre este ambiente, lembrando que o risco é causado não apenas pelas características intrínsecas do aquífero, mas também pela existência de atividades poluentes, fator dinâmico que, em princípio, pode ser controlado ou modificado.

Ressalta-se que o posicionamento das cavidades é em faixa de alta (média) vulnerabilidade e que na atualidade não existem fontes de contaminantes nesta área. A figura 08 - Mapa de Vulnerabilidade à Contaminação pode ser utilizado pelo empreendedor como ferramenta de controle em toda a área do empreendimento.

Figura 08: Mapa de vulnerabilidade dos aquíferos locais (Fonte: Empreendedor)





2.5 Geotecnia

2.5.1 Caracterização geotécnica do maciço rochoso

Buscando avaliar as condições do maciço rochoso, o qual está associado às cavidades e feições cársticas encontradas na área, foram levantados alguns parâmetros geotécnicos através da apreciação táctil-visual realizada no campo. Essa avaliação aponta um quadro geral que, comparado com a bibliografia utilizada, trás correlações empíricas quanto às condições deste maciço, permitindo definir seu grau de resistência, alteração, fraturamento, consistência, etc. Estes parâmetros estão relacionados ao processo de surgimento e evolução das feições cársticas ali encontradas.

Inicialmente é importante definir-se o tipo litológico presente na área e região, neste caso caracterizado por rochas calcareníticas (predominantes) intercaladas com margas, calcilutitos e siltitos. Vallejo et al, 2002, citado por Costa, 2006 apontam que este tipo litológico tem como características geotécnicas de resistência a compressão, peso específico e porosidade os valores enumerados no Quadro 06.

Quadro 06

Rocha	Σ_c (Mpa)	Peso específico (g/cm ³)	Porosidade(%)
Calcário	80-140	2,3 – 2,6	5 - 20

Valores médios de resistência à compressão uniaxial para rochas (adaptado e modificado de Vallejo et al, 2002, citado por Costa, 2006)

Classificando o maciço local quanto à alteração da rocha, este se enquadra na classe de rocha sã ou praticamente sã, ou seja, não apresenta qualquer sinal de alteração, conforme classificação apresentada por Guidicini & Nieble (1983), citada por Lopes (2006), e como rocha sã segundo a classificação do ISRM, (1981), também citada por Lopes, (2006).

Quanto à coerência, o maciço é classificado como uma rocha coerente – quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo, cujo fragmento possui bordas cortantes que podem ser abatidas pelo corte com lâmina de aço, assim como riscada, segundo a classificação adotada por Guidicine & Nieble (1983) (classificação que varia de muito coerente a friável); e como uma rocha com resistência média (não pode ser raspada por canivete e pode ser fraturada com um único golpe de martelo) a resistente (requer mais de um golpe de martelo



para fraturar), segundo a classificação de graus de coerência apresentados por ISRM, (1981), citado por Lopes (2006). Esse parâmetro permite correlacionar estas rochas àquelas com resistência à compressão uniaxial de 25-50 Mpa (ou superior).

As discontinuidades foram caracterizadas neste trabalho segundo: a) o espaçamento ou frequência observada, parâmetro que exprime a quantidade de discontinuidades por unidade de medida; b) pela persistência ou sua continuidade ao longo de uma determinada superfície; c) caracterização das irregularidades das superfícies das fraturas e, d) o grau de fraturamento do maciço rochoso em função das diferentes famílias de fraturas que o compõem.

No maciço rochoso local diferenciam-se 06 famílias distintas de fraturas denominadas F1, F2, F3, F4, F5 e F6. Segundo as definições apontadas acima, tem-se que todas apresentam um espaçamento classificado como mediantemente afastadas (entre 20 e 60 cm); sua persistência varia de muito pequena (< 1 m) – encontrada em função de F4 – a grande (de 10 a 20 m) – definida em função de F3; predominando valores entre pequeno (de 1 a 3 m) a médio (de 3 a 10 m). Essa situação permite classificar o maciço rochoso como mediantemente fraturado (de 6 a 10 fraturas/m) a muito fraturado (de 11 a 20 fraturas/m), uma vez que mostra de 10 a 18 fraturas por m.

Já quanto ao grau de rugosidade e preenchimento destas discontinuidades, foi utilizada a classificação proposta por ISRM, 1978, modificada por Brown, 1981, que, neste caso, aponta um grau de rugosidade em escala intermediária de ondulada para F1, F2, F5 e F6 e escalonada para F3 e F4. Já na escala menor, todas mostrando um perfil típico rugoso, prevalecendo uma condição de não preenchimento destas feições.

Em função destes parâmetros assinalados acima, Guidicini & Nieble, 1983, propõem uma classificação geomecânica “ponderada” para o maciço rochoso a partir dos levantamentos expeditos propostos. Resultados que, segundo os autores, apresentam precisão satisfatória para serem utilizados nos cálculos de estabilidade de taludes.

Neste contexto, correlacionando-se os resultados encontrados nos levantamentos de campo e os pesos apresentados nesta proposta obtêm-se seu enquadramento na classe II, a qual aponta um intervalo para os parâmetros de coesão e ângulo de atrito do material, importantes nas definições de estabilidade do pacote rochoso.



Quadro 07

Parâmetros	Peso Relativo	Σ Pesos	Classe	Descrição	Significado da Classe	
					Coesão	Atrito
1	7	79	II	Bom	2-3 kg/cm ²	40° a 45°

2.6 Clima

O município de Montes Claros está situado na região de transição para o semiárido brasileiro, caracterizado por um clima quente e seco, de sazonalidade pluviométrica bastante destacada com as chuvas concentradas em dois a três meses por ano. Nos meses de junho e julho, geralmente não ocorrem precipitações, podendo essa condição se estender por mais meses.

A temperatura média anual no município é de 22,4°C, sendo a máxima média anual de 29,3°C e a mínima média anual de 16,7°C, com índice médio pluviométrico anual de 1.086 mm.

Quadro 08

Parâmetro	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ano
Tmáx (°C)	29.8	30.4	30.3	29.4	28.6	27.8	27.4	29.3	30.3	30.4	29.3	28.8	29.3
Tmin (°C)	18.6	19.0	18.7	17.3	15.3	13.1	12.5	13.5	16.1	18.2	19.0	19.1	16.7
T méd (°C)	23.6	23.8	23.9	23.0	21.1	20.0	19.6	21.1	22.8	23.6	23.1	23.1	22.4
U. Relativa (%)	74.0	71.2	72.7	71.8	65.3	65.0	59.1	52.1	53.4	62.1	75.8	76.8	66.6
Precipitação (mm)	229.6	94.2	121.9	32.8	8.4	6.4	0.5	0.8	25.2	149.1	186.6	230.9	1086.4

Fonte dos dados: INMET, 2015.

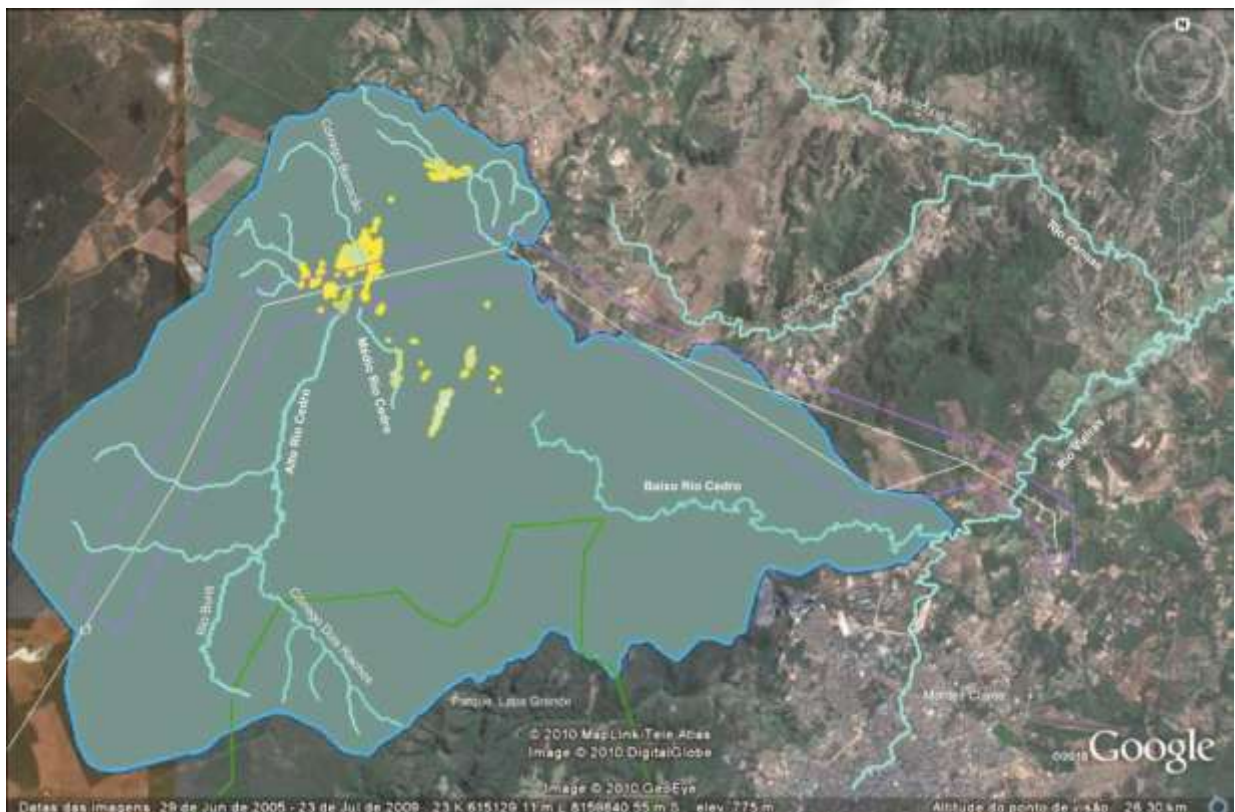
2.7 Hidrossistemas (bacia de contribuição local e escoamento superficial)

A análise dos sistemas hídricos superficiais foi realizada em três níveis hierárquicos: o primeiro definido como bacia de contribuição regional correspondendo à bacia hidrográfica do Rio Cedro, que tem como exutório o Rio Vieira; o segundo definido como bacias de contribuição local, representadas pelas sub-bacias do Cedro a nível local, associadas ao compartimento geomorfológico morrado da área de estudo, finalizando no rio Cedro; e o terceiro definida como bacias de contribuição das cavidades, compreendido pelas microbacias associadas às cavidades, desde os divisores de água até o sopé do maciço, nível de base local.



A principal sub-bacia local foi denominada neste trabalho de Sub-bacia 01 e incorpora toda a faixa da cava minerada e vertentes correspondentes, bem como a faixa sul à montante, fora do direito minerário, sendo possível compreender com clareza seus limites leste e oeste, compostos por divisores de água bem evidentes. O escoamento superficial parte dos divisores de água para a porção central do pit da lavra, acumulando-se internamente, sem ponto de escoamento natural. O divisor de águas oeste da bacia central foi deslocado cerca de 80m mais a oeste, em função da interferência antrópica no sistema de drenagem provocado pela abertura das bancadas nas frentes de lavra.

Imagem 03: Bacia de Contribuição Regional (Fonte: Empreendedor)



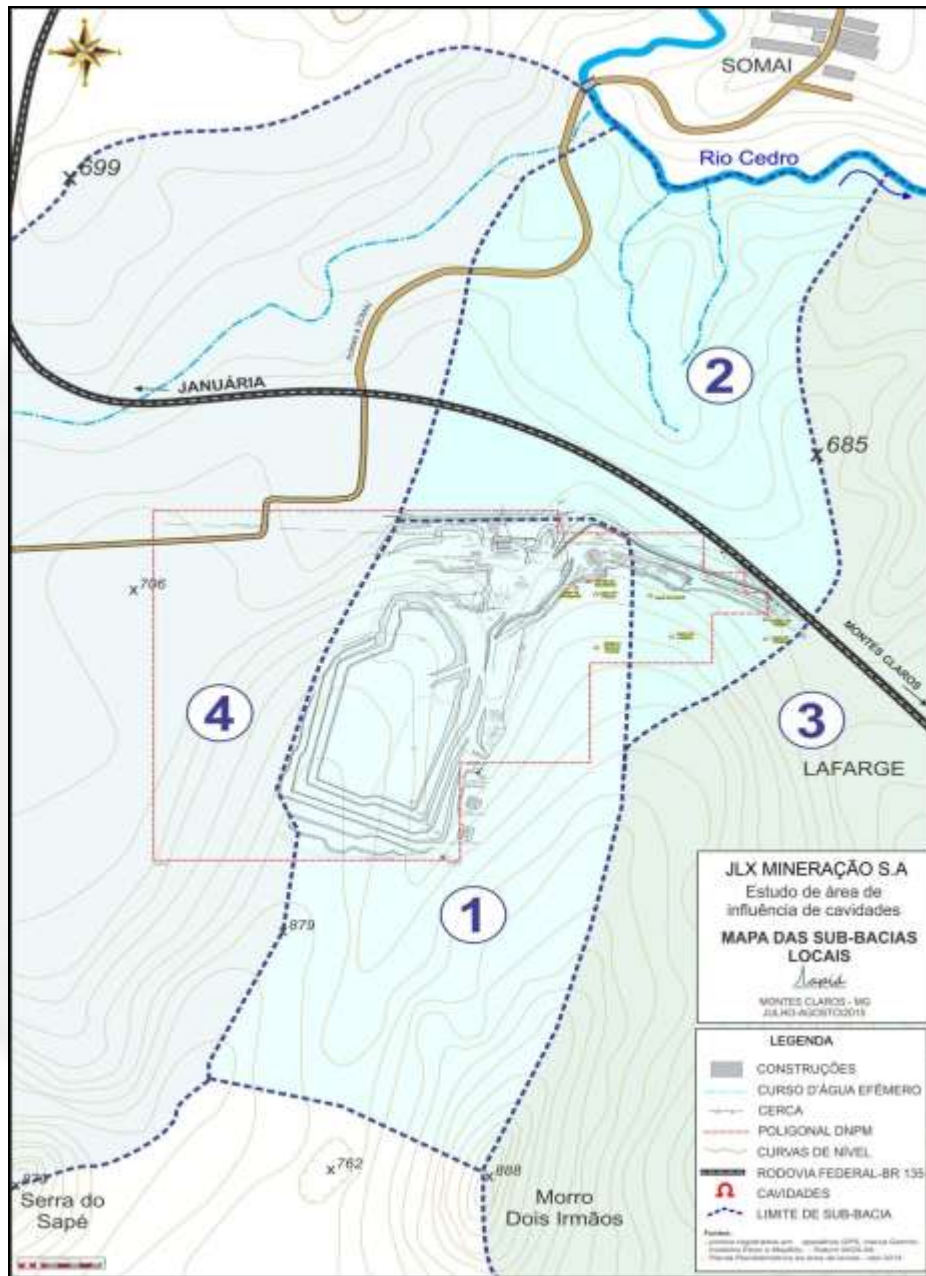
Ao sul dessa sub-bacia apresenta-se uma dolina se destacando na paisagem, porém essa feição não se insere no subsistema, pertencendo à vertente oposta.

A delimitação da Sub-bacia 02 compreende duas faixas de terreno distintas: uma pequena área correspondente à porção nordeste do maciço, com declividade mais acentuada e afloramentos rochosos, e toda a área associada à baixa vertente ao norte do empreendimento, cujo terreno é suave e recoberto por solo. As subdivisões denominadas



Sub-bacias 03 e 04 correspondem respectivamente às vertentes leste e noroeste/oeste do Morro Dois Irmãos.

Figura 09: Sub-bacias em nível local





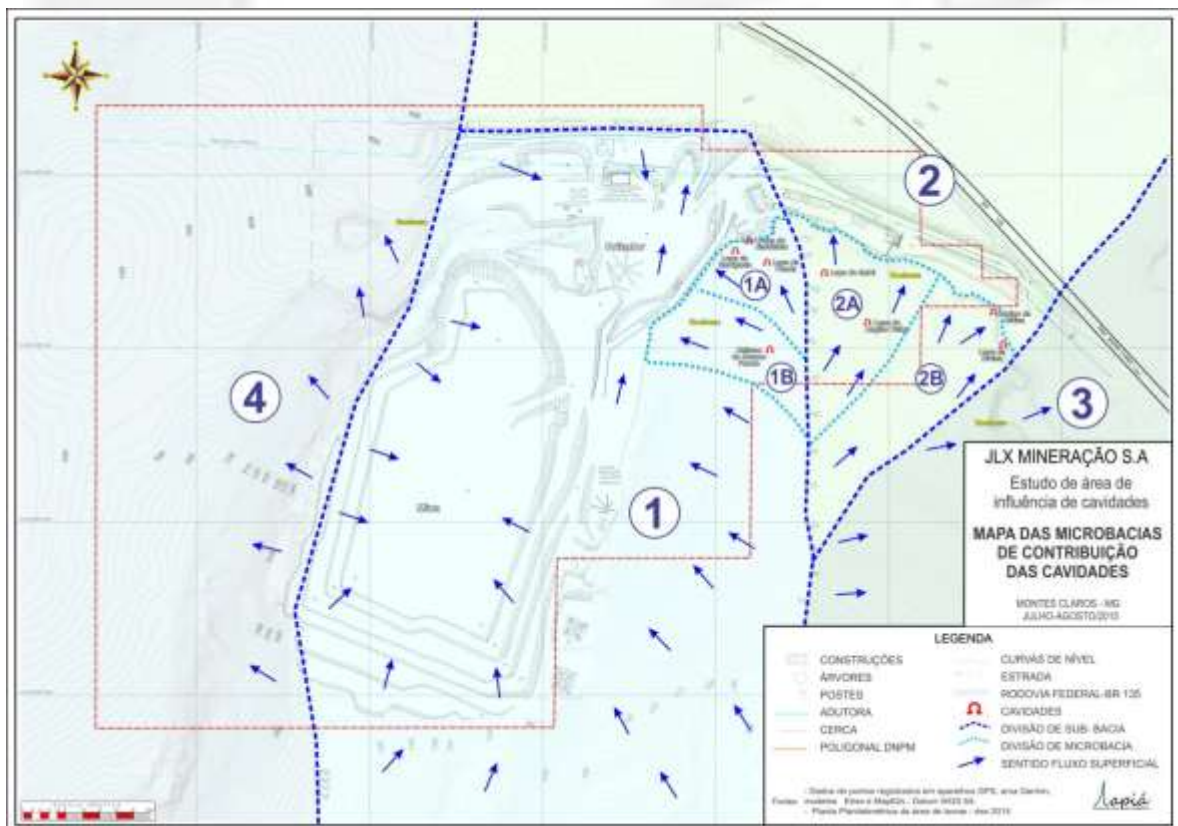
2.7.1 Bacias de Contribuição das Cavidades

Priorizando-se as cavidades naturais objeto deste trabalho, buscou-se individualizar e compreender a área representativa das microbacias de contribuição de cada cavidade.

Na Sub-bacia 01, foram individualizadas duas microbacias denominadas 1A e 1B, a primeira, representativa de três cavidades: Gruta do Escritório, Lapa da Fenda e Lapa da Barriguda; e a segunda, associada ao Abismo Buraco Fundo.

Igualmente, a Sub-bacia 02, foi seccionada em duas microbacias: a 2A envolvendo as Lapas do Imbé e do Angico Velho e a 2B, envolvendo a Lapa da Divisa e o Abrigo da Divisa. As referidas subdivisões que caracterizam as microbacias de contribuição das cavidades estão representadas na Figura 10. O restante das áreas e sub-bacias não foi subdividido porque não possuem cavidades ou não têm influência nas cavidades levantadas.

Figura 10: Microbacias de Contribuição das Cavidades e sentido dos fluxos superficiais.



As microbacias delimitadas são essencialmente assentadas sobre afloramento rochoso, constituído de rochas calcárias sãs, intensamente recortadas por diferentes planos de



fraturas, condição que define uma condutividade hidráulica secundária marcante, em detrimento ao escoamento superficial. Entremeando as rochas sãs, mas em caráter menos expressivo, aparecem manchas de sedimentos e solo, que prevalecendo na alta encosta.

Os fluxos de escoamento superficial tendem a acompanhar a morfologia local, partindo dos divisores de águas até a faixa de deságue natural posicionada no sopé do maciço, nível de base local (Figura 10).

As encostas apresentam declividade acentuada variando entre 20% a 45%, classificada como ondulada a montanhosa, apresentando um desnível da ordem de 40 m entre a porção mais elevada e a porção inferior do maciço.

Por toda a faixa antropizada envolvendo a área da cava, pilhas de estéril e minério, acessos, áreas de escritórios, oficinas, estocagem e britagem, em função da ação antrópica, houve modificações significativas no fluxo das águas superficiais, enquanto que nas faixas preservadas da topografia local o fluxo ainda se mantém natural. A direção preferencial dos fluxos superficiais nas bacias foi apresentado na Figura 10.

Assim, sob o aspecto hidrológico, considerou-se a delimitação das microbacias de contribuição relacionadas a cada cavidade.

O aspecto hidrológico é de suma importância na preservação da integridade física das cavernas, uma vez que é responsável, ou se relaciona diretamente, aos diversos processos essenciais da gênese e evolução das cavidades naturais subterrâneas. A água é o principal agente dos processos espeleogenéticos; quer na elaboração das formas primárias ou destrutivas (abertura de condutos, por exemplo), quer nas formas secundárias ou construtivas, como no caso dos espeleotemas. É também o principal veículo de transporte de sedimentos para o interior das cavernas, contribuindo ainda para o aporte de matéria orgânica.

Desta forma, uma vez assegurada a preservação da bacia de contribuição de uma cavidade, principalmente à montante desta, assegura-se, por consequência, a dinâmica de contribuição hídrica e de sedimentos alóctones, os processos espeleogenéticos e a dinâmica evolutiva da cavidade.



2.7.2 Águas subterrâneas

De acordo com os estudos apresentados, nos meses de Maio, Julho e Agosto/2015, quando foram realizados os estudos hidrológicos e hidrogeológicos na área, não foram observadas nas cavidades locais quaisquer evidências de presença de água, inclusive não sendo observada água na base da cavidade mais profunda definida pelo Abismo do Buraco Fundo, cerca de 60 m abaixo do nível do terreno local.

Os poços tubulares profundos perfurados na porção norte da área, o NE (nível estático), em diferentes anos (2005, 2009, 2013), aparece abaixo da cota 46 m, apresentando-se cerca de 40 m abaixo do pit atual da cava e mais de 80 m abaixo da superfície topográfica sudeste definida junto ao divisor de águas da sub-bacia 01. Assim, apoiado nestas informações foi possível inferir uma superfície do lençol freático para a área conforme apresentado nas seções geológicas, cerca de 40 m abaixo da porção inferior da seção e 80 m na parte mais próxima ao divisor de águas, conforme representado nas Figuras 11 e 12.



Figura 11: Seção geológica A-B (Fonte: Empreendedor).

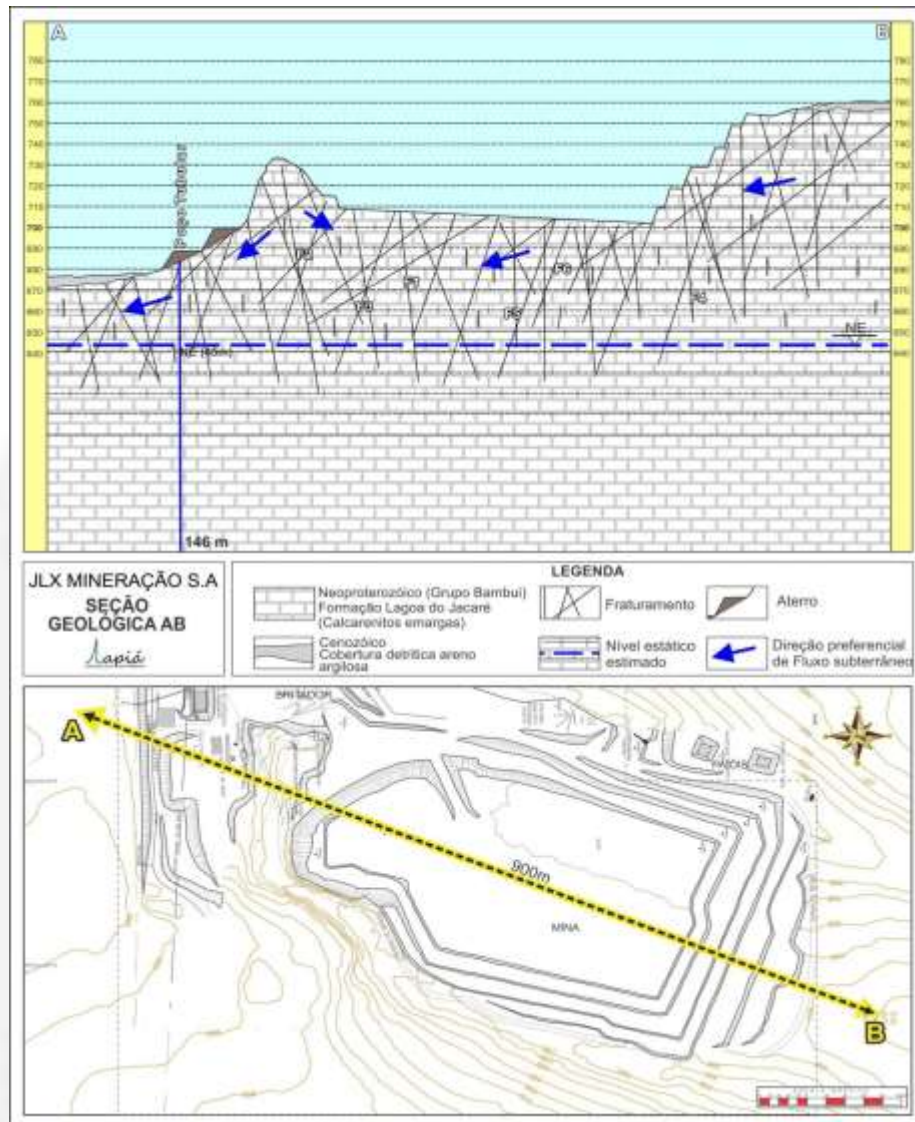




Figura 12: Seção geológica C-D (Fonte: Empreendedor).

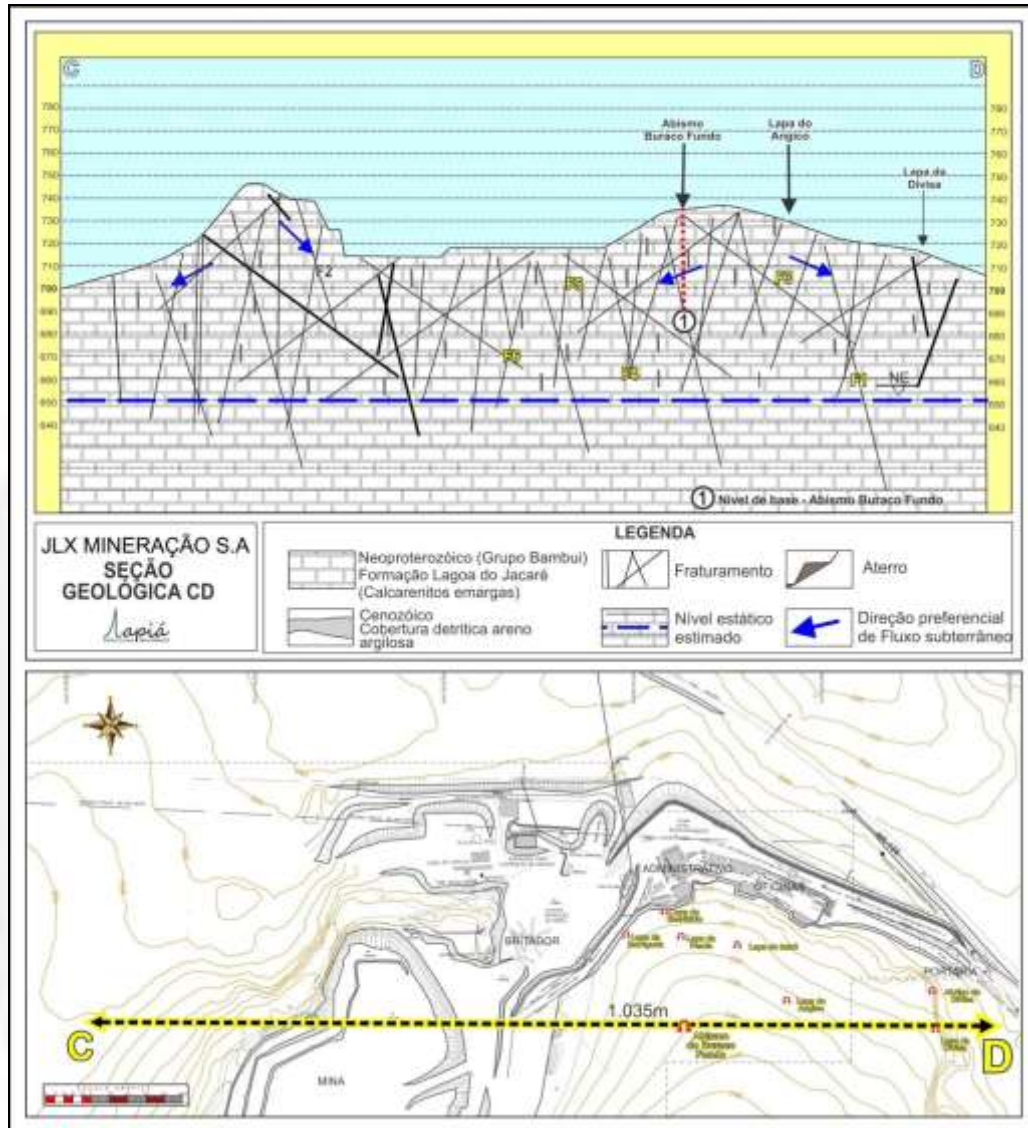
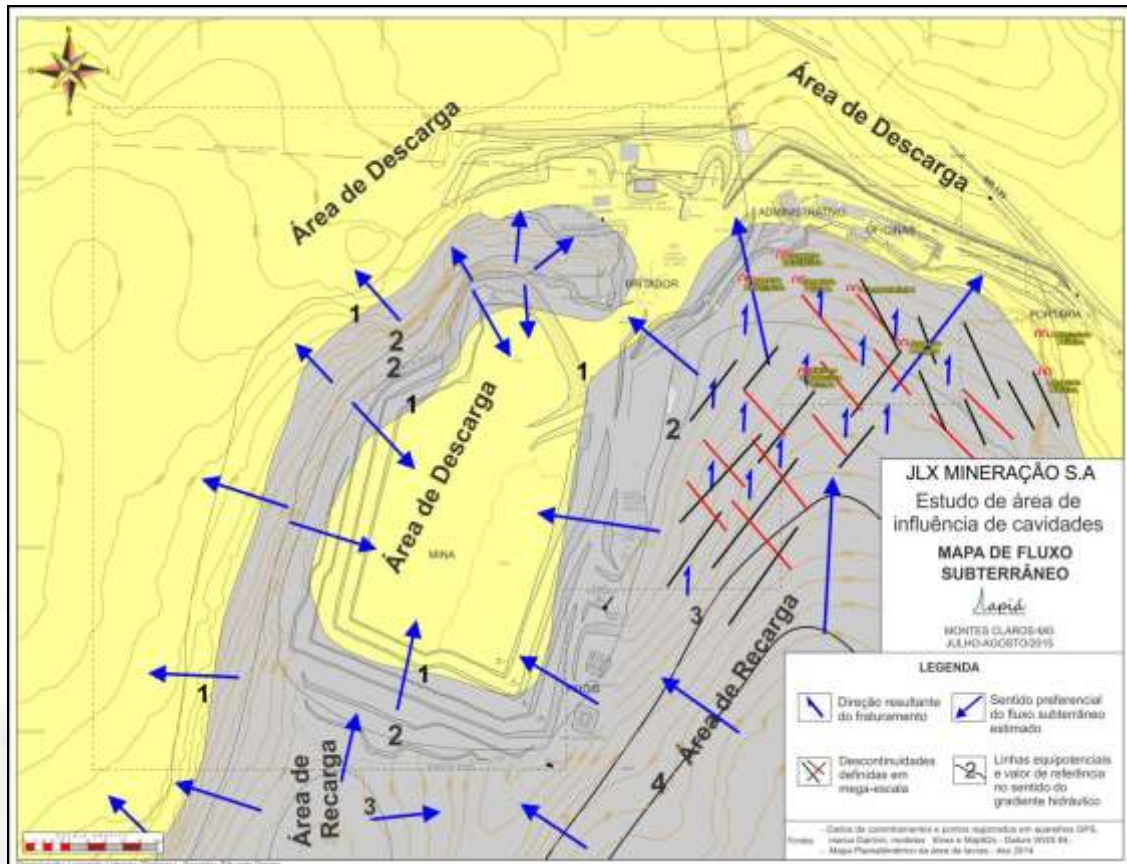


Figura 13: Mapa de fluxo subterrâneo (Fonte: Empreendedor).



2.8 Relevo cárstico

O endocarste é caracterizado pela presença de 08 cavidades: Lapa da Divisa, Abrigo da Divisa, Lapa do Escritório, Lapa da Fenda, Lapa da Barriguda, Lapa do Imbé, Lapa do Angico Velho e Abismo Buraco Fundo.

Quadro 09: Dados das cavidades

	Cavidade	Desenvolvimento	Tipo de cavidade
1	Lapa da Divisa	22m	Caverna
2	Abrigo da Divisa	19 m	Abrigo
3	Lapa do Escritório	8,3m	Caverna
4	Lapa da Fenda	10,91m	Caverna
5	Lapa da Barriguda	22m	Abismo
6	Lapa do Imbé	28,8m	Caverna
7	Lapa do Angico Velho	13m	Caverna
8	Abismo Buraco Fundo	19m (PH) 66m (PV)	Abismo

*PV= projeção vertical; PH= projeção horizontal



As Lapas do Escritório, da Fenda, da Barriguda e o Abismo Buraco Fundo encontram-se localizadas na vertente oeste do maciço que domina a morfologia local, numa cota que varia de 735 a 758 m. As demais – Lapas do Imbé, do Angico Velho, da Divisa e o Abrigo da Divisa – se posicionam na vertente leste, ocupando uma faixa entre as cotas da ordem de 718 e 750 m.

Todas as cavidades da área apresentam-se encaixadas em rochas calcárias da Fm. Lagoa do Jacaré, tendo também em comum a gênese controlada pelo plano de fraturas e, por esse motivo, apresentam tendência ao padrão morfológico reticular. O Abrigo da Divisa e a Lapa da Divisa fogem um pouco deste contexto, expostos principalmente por uma influência mais marcante do acamamento rochoso local, estando essas cavidades nas cotas mais baixas, ambas a 718m de altitude.

Os desenvolvimentos são menores que a média das cavidades da região, tendo o carste de Montes Claros como referência, que possui diversas cavernas com mais de 1.000m de desenvolvimento. Não apresentam espeleotemas de destaque – restringindo-se a coralóides e escorrimentos calcíticos –; drenagens perenes, sendo, no entanto locais condutores de água propiciando a recarga do aquífero local através da infiltração direta de águas pluviais nas discontinuidades do maciço.

Em relação à fauna não foi percebida a presença de espécimes endêmicos, troglóbios, troglomórficos ou raros, nem mesmo a presença de número significativo de morcegos.

No abrigo, não há vestígios arqueológicos evidentes.

Das ocorrências endocársticas, destaca-se apenas o Abismo Buraco Fundo em função de seu desenvolvimento vertical, não muito comum na região, com profundidade estimada em 66m.

- Lapa da Divisa

A Lapa da Divisa se localiza no limite leste do empreendimento a cerca de 70 m da portaria da empresa. Está posicionada na base de um paredão vertical, com aproximadamente 20



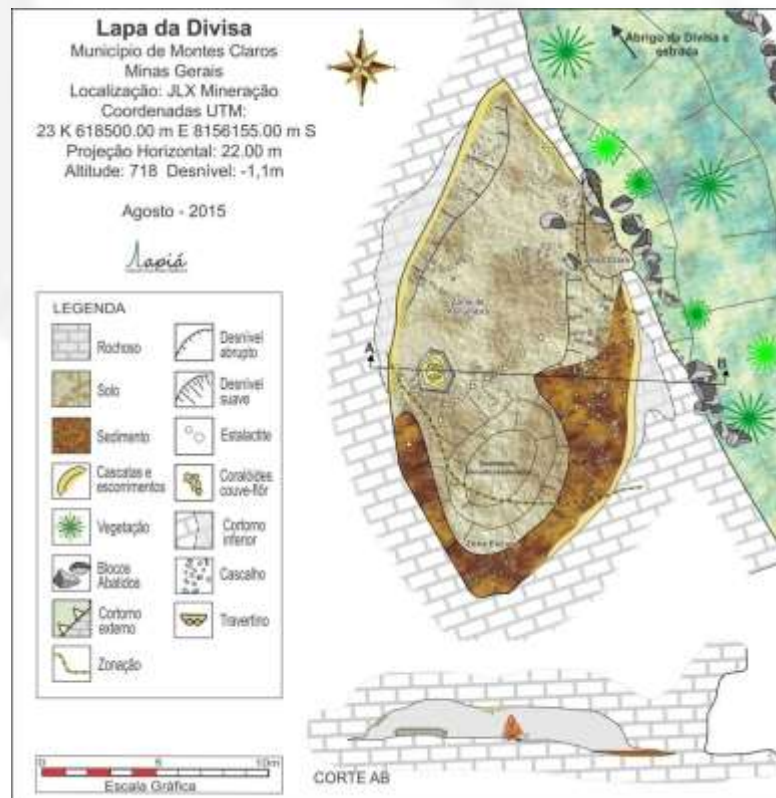
metros de altura, sendo sua entrada caracterizada como uma pequena abertura horizontalizada na base do rochoso, de fácil visualização.

Quadro 10: Lapa de Divisa

Coordenadas	23K 618500.00 m E 8156155.00 m S
Altitude	718 m
Projeção Horizontal	22 m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

A cavidade é formada por dissolução e erosão hídrica do plano de acamamento (junta), predominando um espaço lenticular horizontal de altura média correspondente a meio metro; formando um salão único com aproximadamente 150m² (foto 31). O piso é levemente inclinado para o sul, com sinais de drenagem pluvial a partir da entrada, afunilando-se e gerando acúmulo de sedimentos alóctones, transportados pela água, em toda a porção sul da cavidade. Esse sedimento apresenta matéria orgânica parcialmente incorporada. Espeleotemas simples como coralóides, escorrimentos e pequenas estalactites, ocorrem principalmente ao longo de uma diáclase estreita presente no teto. O estado de conservação da cavidade é bom, sem sinais de visitação humana, apesar do acesso fácil. O mapa da caverna é apresentado na figura 14.

Figura 14: Mapa da Lapa da Divisa (Fonte: Empreendedor)





- Abrigo da Divisa

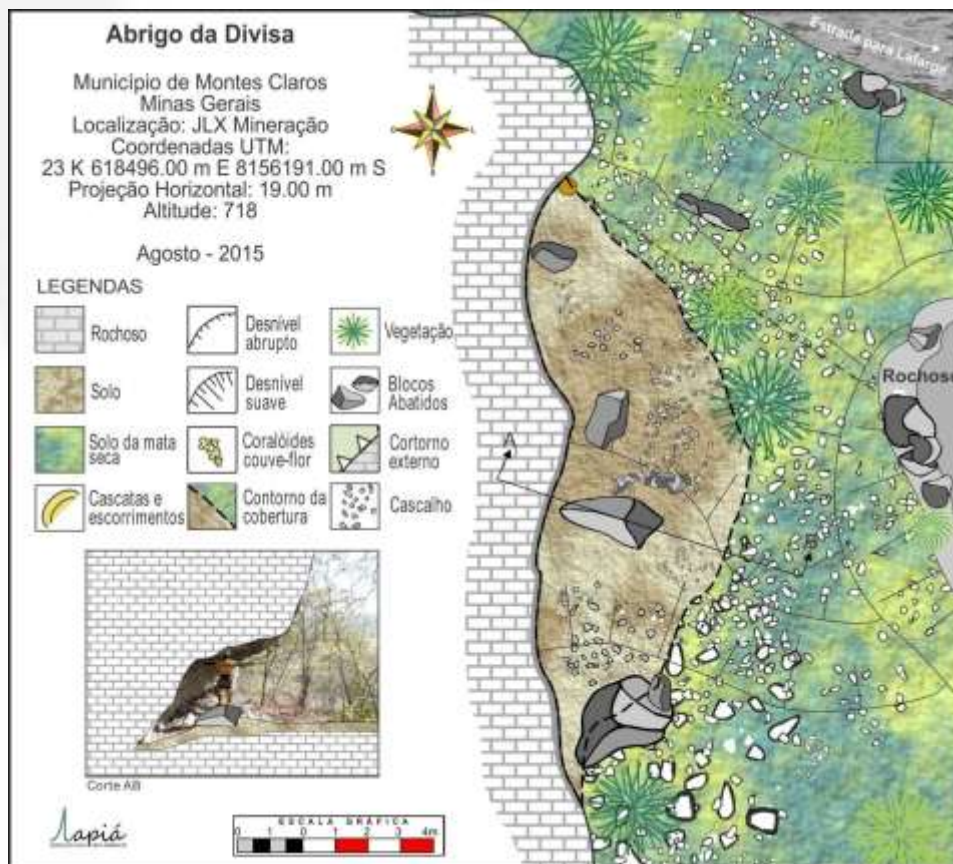
Quadro 11: Abrigo da Divisa

Coordenadas	23K 618496.00 m E 8156191.00 m S
Altitude	718
Projeção Horizontal	19m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

O Abrigo da Divisa também está localizado no limite leste do empreendimento na divisa com a área da Lafarge. Está situado na base do mesmo paredão onde ocorre a Lapa da Divisa e próximo à estrada principal de acesso ao empreendimento.

O abrigo possui pequenas dimensões, sendo totalmente iluminado pela luz natural. Possui um pórtico de 3m de altura se rebaixando para o interior; e desenvolvimento total de 19m acompanhado a base do paredão onde se posiciona. Sua gênese se relaciona ao desgaste e quebra do plano de acamamento que condicionou o abatimento de blocos.

Figura 15: Mapa do Abrigo da Divisa (Fonte: Empreendedor)





O piso do referido abrigo é regular formado por solo, pequenos fragmentos de rocha e blocos abatidos, com presença de matéria orgânica. Não há ocorrência de espeleotemas e seu estado de conservação é bom.

Em vistoria, a SUPRAM NM constatou que o Abrigo da Divisa não se trata de uma cavidade natural subterrânea, sendo considerado apenas como abrigo.

- Gruta do Escritório

Quadro 12: Gruta do Escritório

Coordenadas	23K 618208.76 m E 8156274.03 m S
Altitude	735
Projeção Horizontal	8,3m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

A Gruta do Escritório se localiza a poucos metros das estruturas administrativas do empreendimento, em um paredão rochoso, com entrada elevada a cerca de 3m acima do nível inferior. Seu desenvolvimento e gênese são controlados pelo padrão de fraturas, o que lhe confere um padrão morfológico tendendo ao reticular.

Apresenta entrada com corte de conduto de morfologia do tipo composta (lenticular vertical e lenticular horizontal) e desenvolvimento linear de 8,3 m, sendo condicionada principalmente por fratura de direção 280° e secundariamente fratura de direção 5°. No seu interior, os cortes de conduto tendem a ser do tipo lenticular vertical, com altura máxima de 2,1 m.

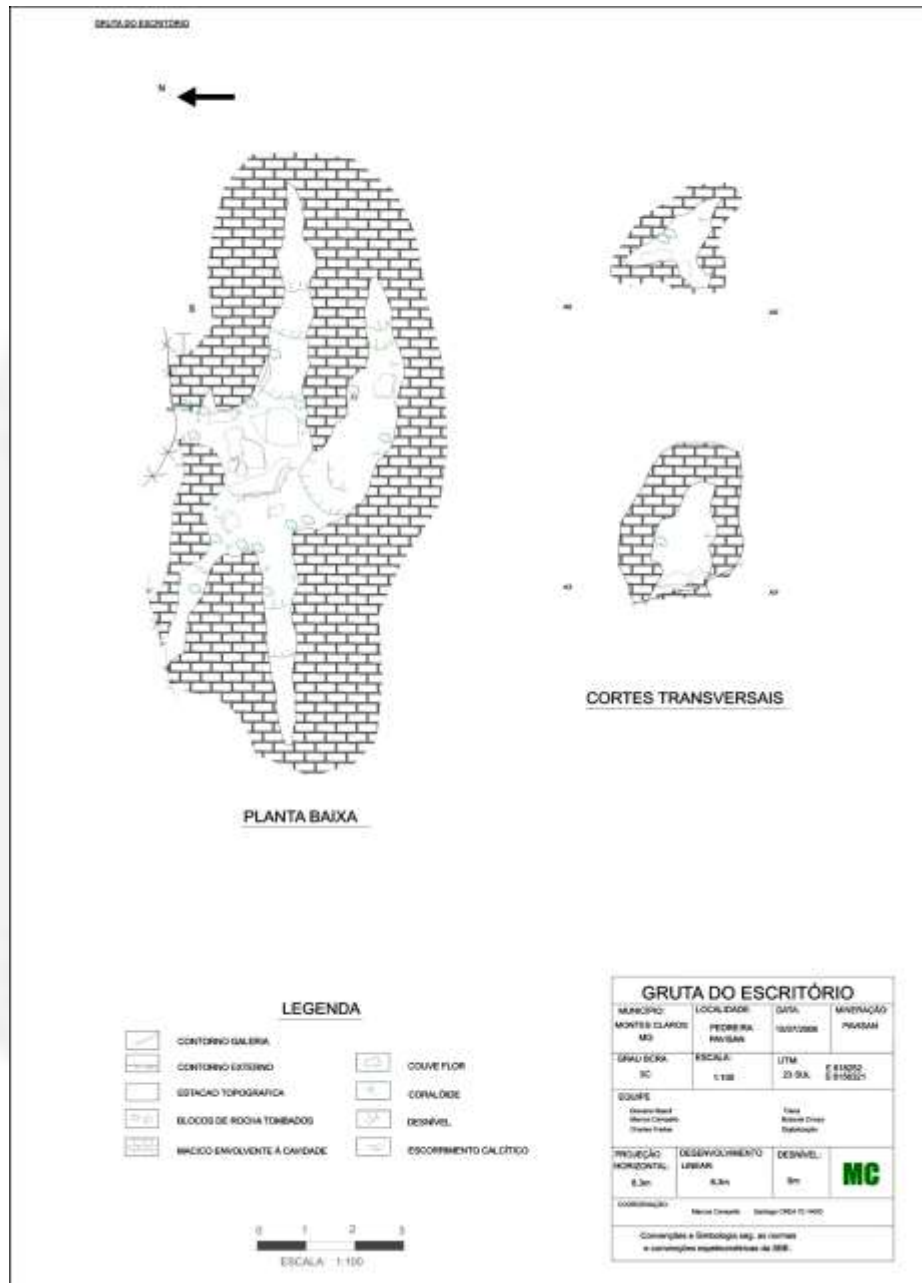
Foram verificados os seguintes espeleotemas: escorrimentos calcínicos, coralóides e couve-flores. O piso da cavidade é constituído por rocha sã, escorrimentos calcínicos, blocos e matações de calcário e, localmente, fragmentos de espeleotemas.

Em vistoria a SUPRAM NM observou que áreas a poucos metros já sofreram desmontes através de detonações, evidenciado através da preservação de parte dos furos utilizados para colocação de explosivos. Foi observada a presença de poeira na entrada. Pouco menos de 4 metros já possui edificações. Observou-se uma grande quantidade de blocos



caídos em seu interior, no piso das galerias, e sua planta baixa, apresentada nos estudos, não englobava um pequeno salão na porção sudeste da cavidade.

Figura 16: Mapa da Gruta do Escritório (Fonte: Empreendedor)



- Lapa da Fenda

É uma cavidade de gênese simples formada ao longo de uma fenda, aberta por processos dissolutivos, que se estreita em direção à superfície, coberta pelo contato estrutural ou por



blocos abatidos e fragmentos de solo da superfície. O acesso se dá com facilidade pela descida em uma diáclase adjacente, que forma um pequeno canyon.

Quadro 13: Lapa da Fenda

Coordenadas	23K 618217.00 m E 8156256.00 m S
Altitude	738
Projeção Horizontal	10,91m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

A entrada tem forma triangular ocorrendo na lateral da diáclase, no cruzamento dos dois planos de fratura. Sua morfologia é retilínea, em um conduto de formato lenticular vertical com largura variando entre 0,50 a 1,0m e altura média de 1,70m, se rebaixando na porção final, onde ocorre estreitamento da fenda associado ao preenchimento por sedimentos e escorrimentos calcínicos.

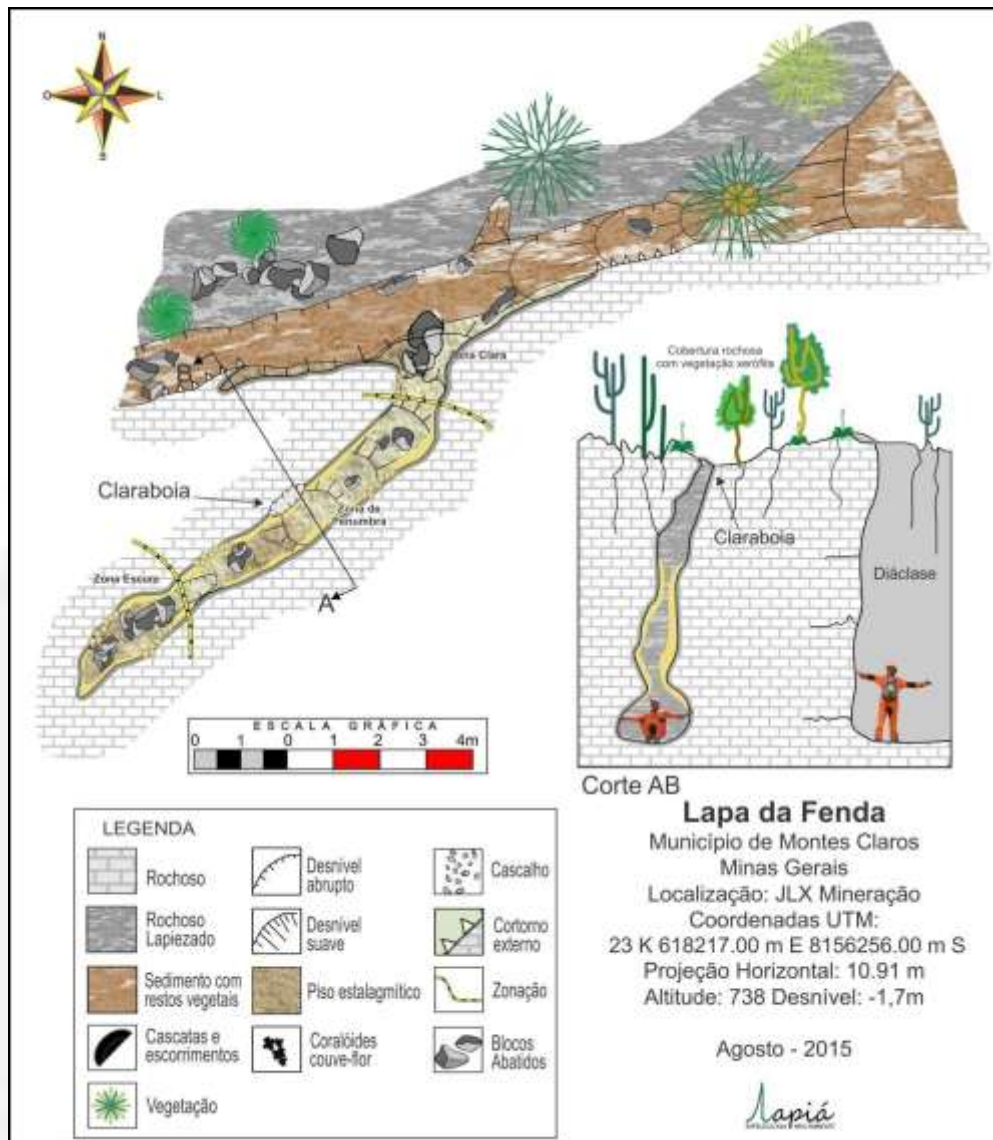
O piso é predominantemente estalagmítico, com presença de blocos abatidos e fragmentos de rocha e declive suave do centro para as extremidades da fenda, apresentando pouco acúmulo de sedimentos.

Ressalta-se que nesta cavidade há entrada de material particulado muito fino, proveniente do pátio de beneficiamento da rocha, transportado pelo vento e acumulando-se parcialmente nas paredes e no piso, no entanto em quantidade muito pequena.

Na porção central, há uma pequena abertura em contato com a superfície (clarabóia), possibilitando um trecho de penumbra em boa parte da cavidade e entrada de água meteórica. Nos demais trechos da cavidade, a entrada de água se dá principalmente por infiltração, através de pequenas aberturas no teto.

Os depósitos minerais em seu interior se restringem a coralóides e escorrimentos calcínicos. Apresenta-se bem conservada, com condição estrutural normal, sem sinais de trincas ou rupturas recentes.

Figura 17: Mapa da Lapa da Fenda (Fonte: Empreendedor)



- Lapa da Barriguda

A Lapa da Barriguda se localiza a poucos metros da Gruta do Escritório e, portanto, também está próxima às estruturas administrativas e de apoio do empreendimento. Seu acesso é feito em dois lances, sendo o primeiro por desescalada simples até um patamar onde se posiciona uma árvore Gameleira, cujo tronco impede parcialmente o acesso a partir da estrada localizada no sopé do maciço rochoso. O segundo lance só é possível com técnicas de rapel, já que é caracterizado por um desnível abrupto superior a 10m de profundidade. Ao todo, o desnível da cavidade é de 21,5m.



Quadro 14: Lapa da Barriguda

Coordenadas	23K 618182.00 m E 8156258.00 m S
Altitude	756
Projeção Horizontal	22m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

A caverna posiciona-se numa faixa de rocha bastante fraturada, característica da borda do maciço rochoso, tendo se desenvolvido através da interligação dos diversos planos de fratura, a partir de processos dissolutivos e abatimento de blocos. Sua entrada é definida por uma fratura na direção N60°E ,que se torna mais verticalizada na porção final, onde se caracteriza as zonas de penumbra e escura. Assim, seu padrão planimétrico é retilíneo controlado pela fratura, mas seu perfil apresenta dois níveis de desenvolvimento bem definidos.

No primeiro trecho o piso é tomado por blocos abatidos, pequenos a médios, com presença de muita matéria orgânica, sendo recoberto por fina camada de pó de calcário, característico da proximidade com o processo de britagem. Destaca-se o importante aporte trófico determinado pelo sistema radicular da Gameleira neste ponto. Em todo o primeiro trecho há entrada de água meteórica que atinge o segundo nível através de processos de escoamento e infiltração.

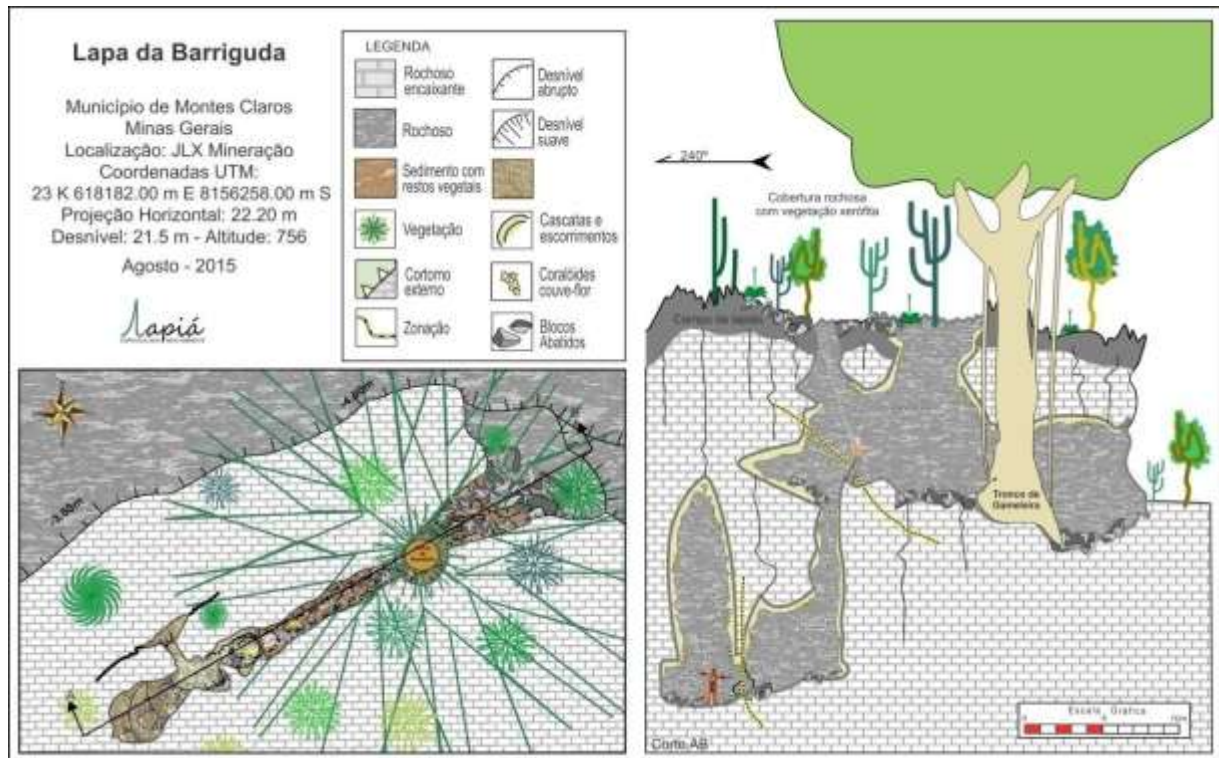
O trecho final (zona escura) é formado por um salão pequeno em área, mas com teto elevado, acompanhando o plano de fratura em direção à superfície. Apresenta ainda uma galeria lateral que segue sentido perpendicular à direção principal por cerca de dois metros, se interligando em seguida com uma fratura secundária, paralela à principal, que se rebaixa nos dois sentidos, finalizando a cavidade.

Em toda a extensão da cavidade, os únicos espeleotemas observados são escorrimentos e coralóides. Apesar da proximidade com o trecho minerado, estruturalmente não há comprometimento visível, sendo que os abatimentos observados não aparentam rupturas recentes.

Em fiscalização da SUPRAM NM foi observado que áreas a poucos metros da Lapa da Barriguda já sofreram desmontes através de detonações, evidenciado através da

preservação de parte dos furos utilizados para colocação de explosivos. Nessa cavidade foi observada a presença de poeira na entrada. A menos de 5 metros da Lapa da Barriguda passa uma via de acesso a cava, que possui um fluxo de veículos pesados constituído por caminhões e tratores.

Figura 18: Mapa da Lapa da Barriguda (Fonte: Empreendedor)



- Lapa do Imbé

Quadro 14: Lapa do Imbé

Coordenadas	23K 618308.00 m E 8156255.00 m S
Altitude	738
Projeção Horizontal	28,80m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

A Lapa do Imbé, assim como a Lapa da Barriguda e a Lapa da Fenda, se localiza em trecho intensamente fraturado, característico da borda do maciço. O acesso à cavidade se dá na parte superior do rochoso, por descida livre em fenda com direção predominante NE. Sua entrada tem forma triangular, com alguns blocos abatidos, de tamanho pequeno a médio, bloqueando parcialmente a fratura, a partir da qual se desenvolve a galeria inicial.



O primeiro trecho segue em declive até um pequeno salão, formado no cruzamento de dois planos de fraturas. Deste ponto central, se derivam duas galerias seguindo um plano de fratura de direção NW/SE. A galeria da esquerda segue por aproximadamente 5 m e finaliza em trecho de abatimento intenso, com plano elevado em direção à superfície, mas obstruído por escorrimentos e abatimentos, associados a coralóides. Na galeria da direita, o desenvolvimento também é pequeno, em trecho mais estreito e teto mais baixo.

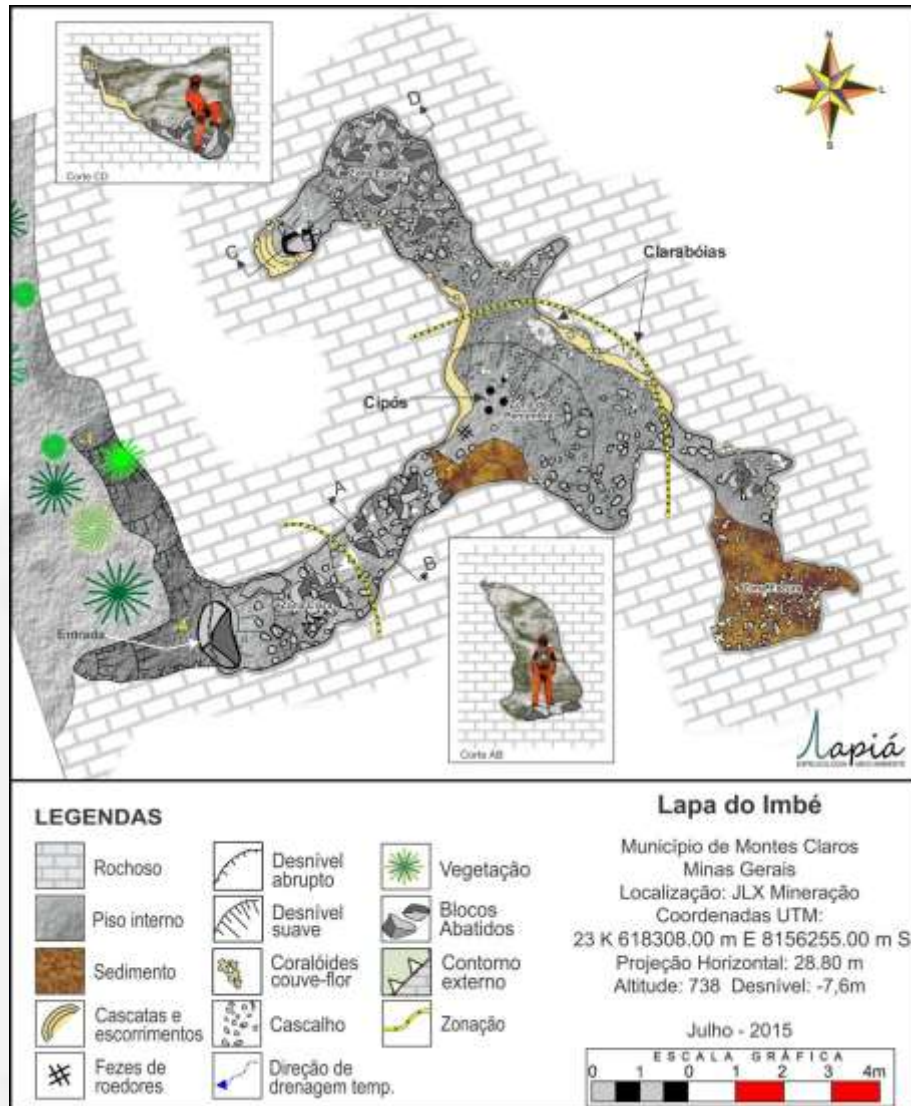
O piso em geral é plano e coberto por uma camada de sedimento areno-argiloso misturado a fragmentos de rocha e matéria orgânica. Os sedimentos no piso desta cavidade são de origem autóctone, com entrada a partir das partes mais elevadas do entorno, apresentando pelo menos dois pontos de maior acumulação: um na parte inicial do salão e outra no final da galeria da direita. Os depósitos minerais em seu interior se restringem a coralóides e escorrimentos calcíticos.

Seu padrão planimétrico tende ao reticular, devido à gênese controlada pelos planos de fratura. A maior parte da cavidade se caracteriza pela zona de penumbra, sendo zona escura apenas os trechos finais das galerias laterais.

Nesta cavidade foi observado guano de mocó e cipós que descem da superfície e penetram no sedimento, incrementando o aporte trófico da cavidade. A entrada de água se dá principalmente por infiltração, através de diversas pequenas aberturas no teto.

O estado de conservação é bom, não havendo acumulação de pó ou blocos abatidos com quebras recentes, o que indica que a cavidade tem sido resguardada de eventuais efeitos nocivos da atividade de mineração.

Figura 19: Mapa da Lapa do Imbé (Fonte: Empreendedor)



- Lapa do Angico Velho

Quadro 15: Lapa do Angico Velho

Coordenadas	23K 618348.00 m E 8156173.00 m S
Altitude	750
Projeção Horizontal	13m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

A Lapa do Angico Velho se desenvolve a partir de um desnível abrupto, aparentemente formado por abatimento, caracterizando um pequeno abismo de 5m de profundidade, acessado apenas com uso de técnicas de rapel.

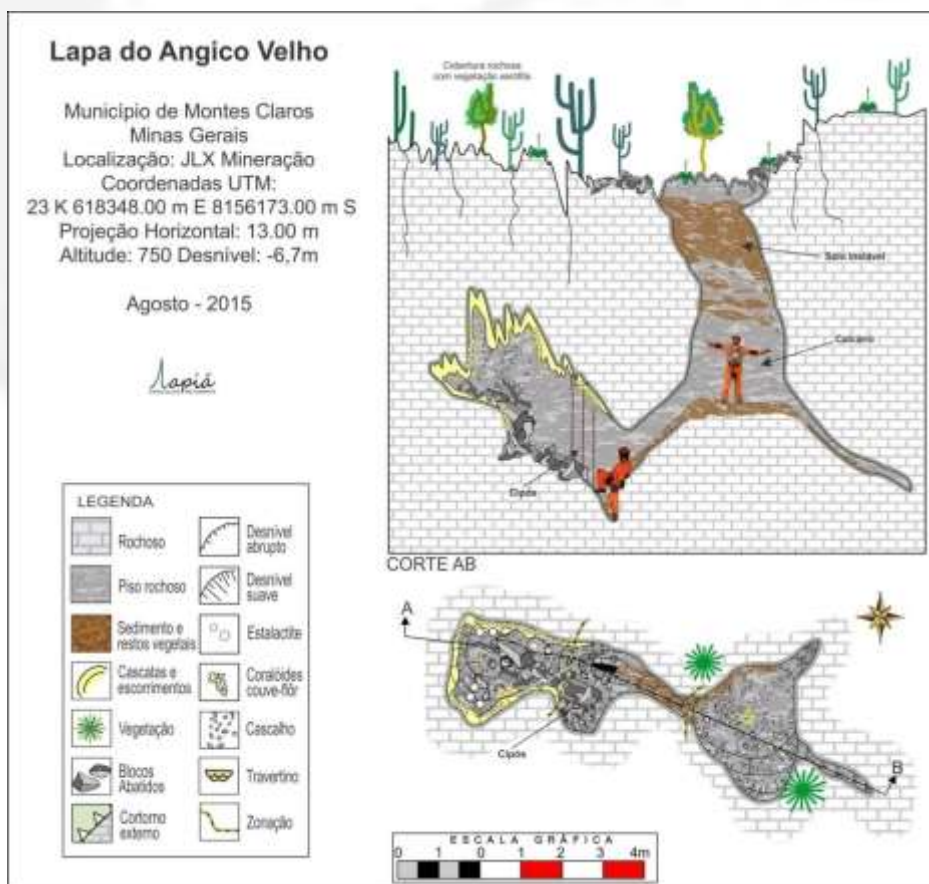


No piso deste primeiro trecho se desenvolvem duas aberturas laterais, inclinadas, pelas quais se dá o escoamento das águas que atingem o interior da cavidade. Somente a abertura da lateral esquerda possibilita acesso, por conduto estreito e em declive. Essa passagem liga-se com um pequeno salão com piso em declividade oposta à do conduto e altura média de 4m. Dada a quantidade considerável de blocos no piso, é possível inferir que abatimentos atuaram em sua formação, associados aos processos dissolutivos.

Os espeleotemas identificados nesta cavidade foram: coralóides, cascatas e pequenas estalactites. Seu aporte trófico é incrementado pela presença de raízes e cipós em seu interior. O padrão planimétrico é retilíneo. A entrada de água se dá diretamente, através de sua entrada, no primeiro trecho; e também por infiltração, no trecho mais profundo.

A entrada em declive abrupto favorece também o carreamento de sedimentos para seu interior que se acumula no fundo do pequeno abismo. Seu estado de conservação é bom, não havendo sinais de trincas ou rupturas recentes.

Figura 20: Mapa da Lapa do Angico Velho (Fonte: Empreendedor)





- Abismo Buraco Fundo

Quadro 16: Abismo Buraco Fundo

Coordenadas	23K 618231.00 m E 8156142.00 m S
Altitude	758
Projeção Horizontal	19m
Projeção Vertical	66m
Litologia	Calcário – Fm. Lagoa do Jacaré

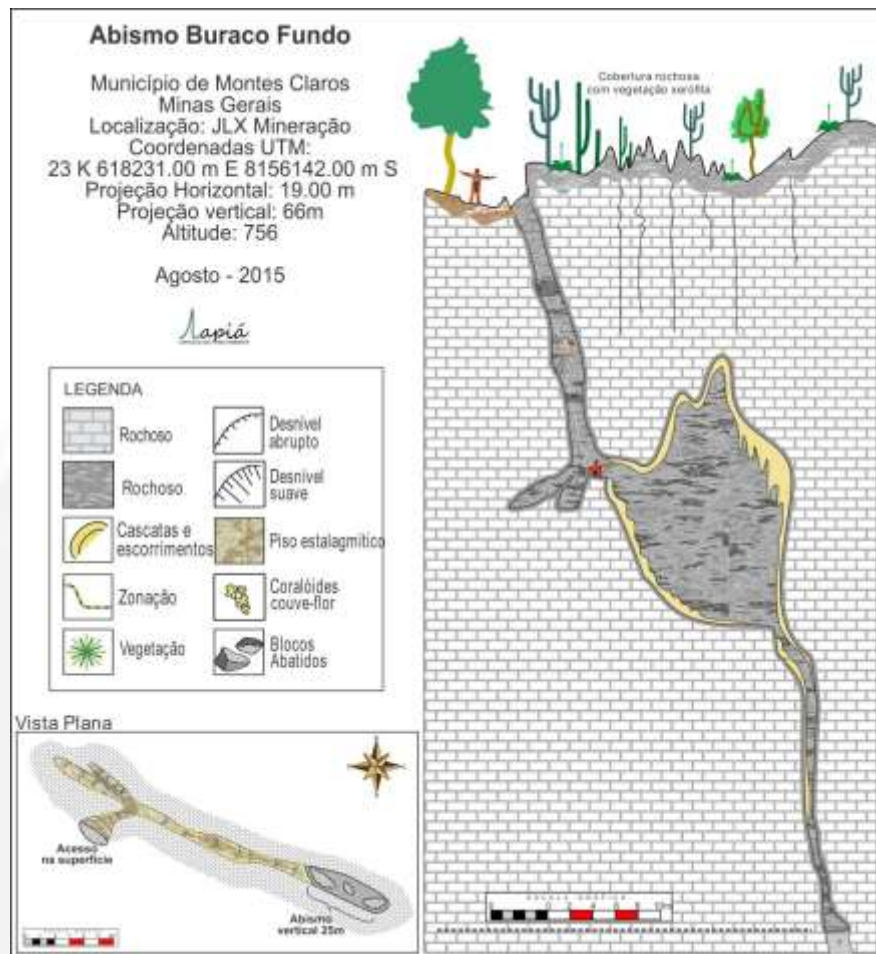
Essa cavidade é a única predominantemente vertical da área e por isso é classificada como abismo; sendo que seu acesso só é possível com uso de técnicas verticais (rapel e ascensão). Está localizada na parte alta do maciço, a cerca de 150m do empreendimento.

Sua entrada é caracterizada como uma pequena abertura na superfície, de 1,50m x 0,40m. O primeiro trecho é formado por um conduto vertical estreito que se alarga apenas após 20m de descida, mantendo a média de 1m de largura. Nesse trecho, o risco do acesso é maior pelo acúmulo de solo e fragmentos de rochas, que se descolam com facilidade. Após esse primeiro trecho, forma-se um pequeno salão, com piso bastante inclinado no sentido geral de declive da cavidade e teto com a altura superior a 15m. Neste salão e a partir dele, as paredes do abismo se revestem de alguns coralóides e escorrimentos calcíticos, formando cascatas.

Após o salão, a cavidade continua seu desenvolvimento vertical, através da fenda, se estreitando à medida que avança sua profundidade. A avaliação presumível da profundidade desse trecho foi feita pelo lançamento da corda até onde foi possível e posterior medição da mesma. A distância alcançada somada à profundidade até o trecho acessível alcançou um desnível de 66m.

O padrão morfológico dessa cavidade é retilíneo, predominantemente vertical, com gênese controlada pela estrutura da fatura, na direção N70°W. A entrada de água e sedimentos é diretamente através de sua abertura superficial.

Figura 21: Mapa do Abismo do Buraco Fundo (Fonte: Empreendedor)



2.9 Suscetibilidade a erosão

Considerando o posicionamento das cavidades: Abismo do Buraco Fundo; Lapas da Barriguda, do Escritório, da Fenda, do Imbé, do Angico Velho e da Divisa; e o Abrigo da Divisa; todas estão posicionadas em uma faixa de perdas de solos classificadas como nula a pequena, caracterizadas pelos menores valores encontrados, pouco significativos ou próximo de valores nulos.

Nesta situação, predomina para a área uma condição de baixo potencial de erodibilidade laminar, ressaltando que, na condição dos afloramentos rochosos, uma vez que são apontados numa faixa com muito pouco ou nenhuma cobertura detrítica superficial, estes conceitos se aplicam de forma restrita, não havendo uma caracterização de erosão laminar significativa e/ou representativa.



Figura 22: Mapa de uso e ocupação do solo (Fonte: Empreendedor)

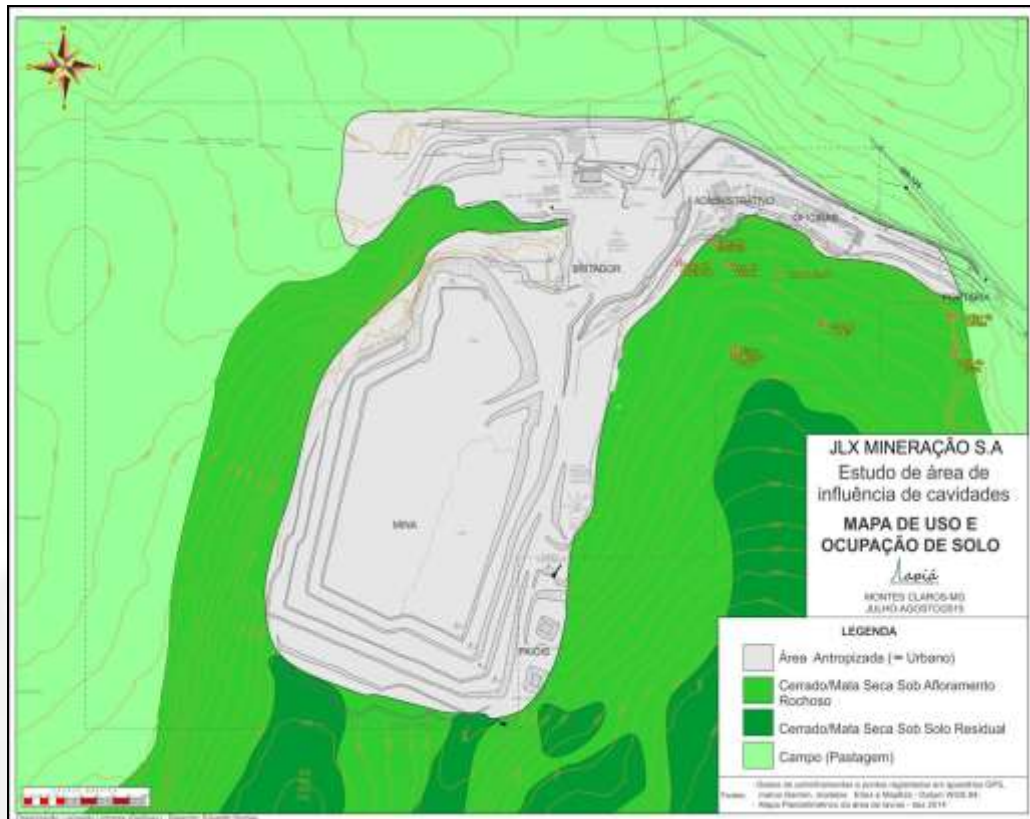
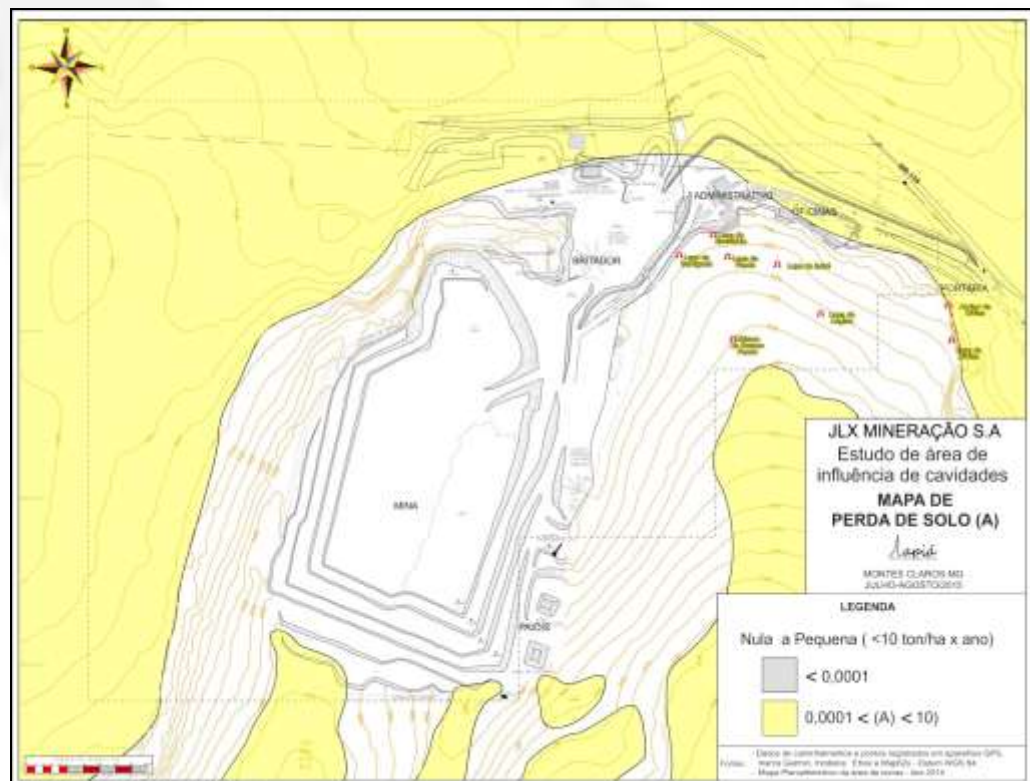


Figura 23: Mapa de perda de solo (Fonte: Empreendedor)





Na situação onde predomina uma declividade inferior a 8%, situação mais frequente na porção noroeste da área levantada, predomina a condição de baixo potencial erosivo, aqui incluídas na classe II. Nas porções de declividades intermediárias entre 8 e 20% predomina uma classe mais elevada para de potencial erosivo (classe III), prevalecendo sobre toda a faixa recoberta por mata seca.

Já na condição de maior declividade o potencial erosivo é maior, classificado como tendo médio potencial (classe IV). Ressalva-se, no entanto, o fato de que grande parte desta condição está sobre afloramentos rochosos, com pouco ou nenhum recobrimento de solo, o que, apesar do maior grau apontado, restringe e/ou limita a possibilidade de erosão e carreamento de solo.

Assim, para a situação atual e nas condições encontradas podemos apontar que a área não está degradada pela perda de solo por erosão laminar, havendo sustentabilidade ambiental no contexto local, com predomínio de perda de solo inferior a 10 t/ha.ano.

Ressalva-se que, nas áreas atualmente antropizadas pela mineração e atividades afins, esta condição de sustentabilidade não se aplica; podendo, face ao manejo local, ser sensivelmente agravado com carreamento de finos e outros agregados do processo minerário, condição que deve ser monitorada e acompanhada, com previsão de medidas mitigadoras e/ou corretivas; mas que não afetam as cavidades, face à localização das mesmas, à montante do empreendimento.

Na situação onde estão as cavidades, a condição de erodibilidade está limitada à presença de um ostensivo maciço rochoso de rochas calcárias, sem cobertura detrítica superficial significativa, apenas pontuais e acumulados em faixas deprimidas, transportados aparentemente por vento e localmente por água pluvial.

Mesmo que nesta faixa predominem as maiores declividades mapeadas na área, esta limitação à circulação superficial é corroborada pela presença de uma aspereza marcante do afloramento rochoso.



Figura 24: Mapa de declividade (Fonte: Empreendedor)

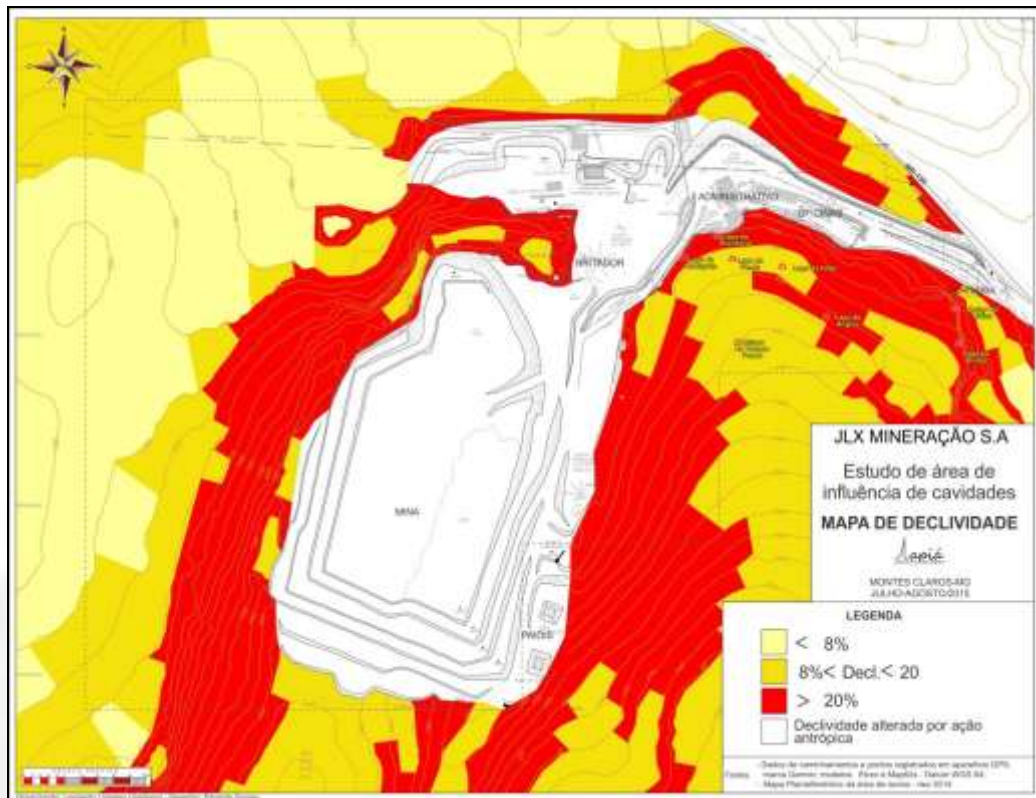
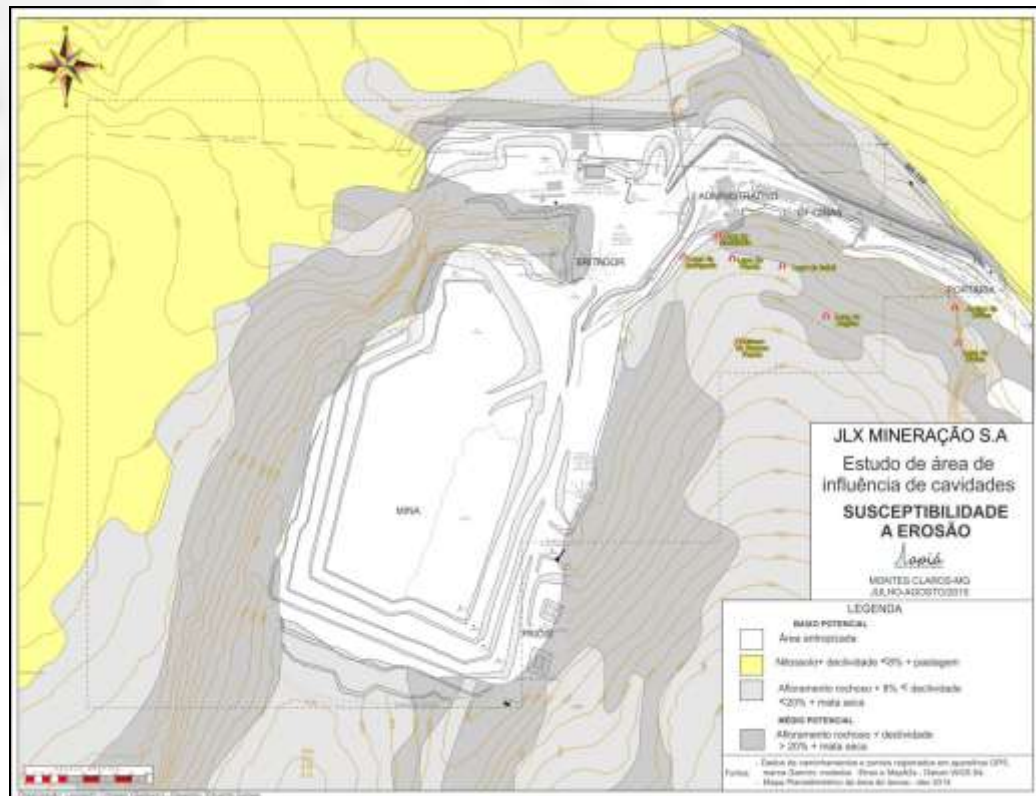


Figura 25: Mapa de susceptibilidade a erosão (Fonte: Empreendedor)





2.10 Risco geotécnico das cavidades

As feições cársticas na área de estudo são encontradas em uma faixa de terreno onde o exocarste se mostra bem desenvolvido, marcadamente exposto na condição do maciço atual, sendo aquela porção mais sujeita as intempéries atuais. Sua morfologia foi moldada através da dissolução da rocha e em função da percolação contínua de águas meteóricas no maciço fraturado sobrejacente, contribuindo para o alargamento das discontinuidades, a variação do nível de base local, a formação de condutos e canais e a definição da conformação das feições hoje encontradas.

Buscando uma avaliação da condição de estabilidade das cavidades locais, utilizamos a análise das projeções estereográficas incorporando as diferentes discontinuidades identificadas no maciço rochoso e sua relação direta com os taludes expostos nestas cavidades, dando preferência para aquelas direções principais anotadas, sujeitas a instabilização e abatimentos de blocos de diferentes dimensões.

De forma bem característica, a feição cárstica identificada como Lapa da Barriguda teve seu desenvolvimento principal segundo a direção N60°E (coincidente com as fraturas F1 e F6), enquanto a feições Abismo do Buraco Fundo e Lapa do Angico se desenvolveram segundo a direção preferencial N65- 70°W (coincidente com as fraturas F4 e F5). A Lapa do Imbé se formou marcadamente segundo as direções N50°W e N50°E (coincidente com as fraturas F4/F5 e F1/F6), enquanto a Lapa da Fenda incorpora a direção N50°E e N75°E (coincidente com as fraturas F1).

O abrigo da Divisa e a Lapa da Divisa fogem um pouco deste contexto, expostos principalmente por uma influência mais marcante do acamamento rochoso local e uma direção secundária do faturamento local de direção N10°W (coincidente com as fraturas F2).



Imagem 04: Localização das cavidades junto ao maciço (Fonte: Empreendedor)



Para o caso das cavidades Lapa do Imbé e Lapa do Angico, cuja direção principal dos seus condutos coincide com as direções N50-65°W e N50°E, temos para ambos os casos uma condição passível de instabilidade caracterizada por escorregamentos em cunha e escorregamento planar. Há ocorrência de abatimentos em diferentes pontos dessas cavidades, geralmente incorporando blocos de pequenas dimensões; no entanto, não foram visualizados evidências de atividade recente.

No caso das Lapas da Barriguda e da Fenda, a direção principal dos seus condutos se dá conforme N50-75°E, condição que impõe possíveis instabilizações, segundo escorregamentos em cunha (principalmente) e planar. A subverticalidade destas cavidades expõe uma superfície maior interna do maciço criou uma situação peculiar para o local, fato que condicionou ao abatimento de blocos angulares (cunhas) que, conforme evidenciado nos levantamentos, se caracterizam como antigos, sem sinais recentes de reativação e/ou instabilização.

No caso da Gruta do Escritório, conforme mapeamento efetuado por MC Consultoria, 2006, apresenta direção principal N80°W, atitude que cria uma condição passível de instabilização segundo escorregamento em cunha (decorrentes da interseção entre F2+F1+F5, F2+F6, F2+F3+F4, condição onde o ângulo de mergulho destas linhas de interseção é maior que o ângulo de atrito destes planos envolvidos, e escorregamento planar em função de F1 e F3, enquanto que a direção de desenvolvimento secundária da gruta (N75°E, conforme



assinalado acima) mostra uma situação passível de instabilização em cunha pela interseção das fraturas F6+F3, F6+F5 e F6+F2.

Para o caso da cavidade denominada Abismo Buraco Fundo, temos que seu desenvolvimento principal se deu na direção N70°W, criando uma condição passível de instabilização segundo escorregamento em cunha e escorregamento planar, não caracterizados internamente, conforme apontado no levantamento de campo, mesmo com um salão com cerca de 20 m de altura na sua porção central. Aparentemente a pouca expressão em largura da cavidade corrobora com uma melhor estabilidade local.

Apresentando um comportamento diferente daquele encontrado nas demais cavidades locais, a Lapa da Divisa e o Abrigo da Divisa apontam desenvolvimento nas direções N30°E e N10-30°W. Nesta primeira direção estes taludes estão expostos a instabilização segundo cunhas formadas pelas fraturas F5+F1+F2 e F4+F3+F2, enquanto F1, isoladamente possibilita uma instabilização planar. A segunda direção expõe o talude a uma condição de instabilização segundo cunhas definidas pela interseção de F2+F6.

O fato de haver um acamamento desta rocha subhorizontalizado, definido por estratos calcários e margosos sobrepostos limitou, nesta posição, a evolução destas feições, condição geomorfológica local que restringe o desenvolvimento de instabilizações, restritas as faixas expostas destas cavidades nas paredes do maciço rochoso local.

A análise da estabilidade dos taludes das cavidades permitiu não só avaliar o comportamento do maciço frente ao mecanismo de ruptura (neste contexto associados a rupturas em cunha e planar), mas também apontou que, apesar de existirem possibilidades de problemas geotécnicos, o contexto local tem uma relevante estabilidade em todas estas cavidades, em decorrência de fatores secundários como: o ângulo de atrito elevado para o litótipo, a rugosidade das paredes das feições secundárias e a não presença de sobrepressão, em função de ausência de água circulante no sistema. Ressalta-se que não se observou em campo a reativação e/ou evolução do processo de instabilidade que ocorreram no pretérito ao longo dos canais principais e secundários destas feições.

Apesar de não haver sinais de reativação e/ou instabilizações recentes, é necessário um acompanhamento das áreas de forma a garantir que as possíveis variações no processo de extração mineral local não venham a comprometer esta integridade hoje observada.



3. Análise das vibrações em função das detonações

Para o empreendimento em estudo, foram considerados dois planos de desmonte locais recentes, com datas de 01/07/2015 (aqui tratado como Plano 1) e 14/07/2015 (Plano 2), conforme Imagem 05. As duas situações foram analisadas, porém, optou-se como referência aquela condição mais crítica, compreendida pelo Plano 2, onde foi utilizado uma carga de 737,50 kg/retardo. Em ambos, foi utilizado explosivo granulado de alta densidade, encartuchado tipo 2 ¼" x 24", cordel tipo NP10 e NP05, espoletopim e espoleta de retardo.

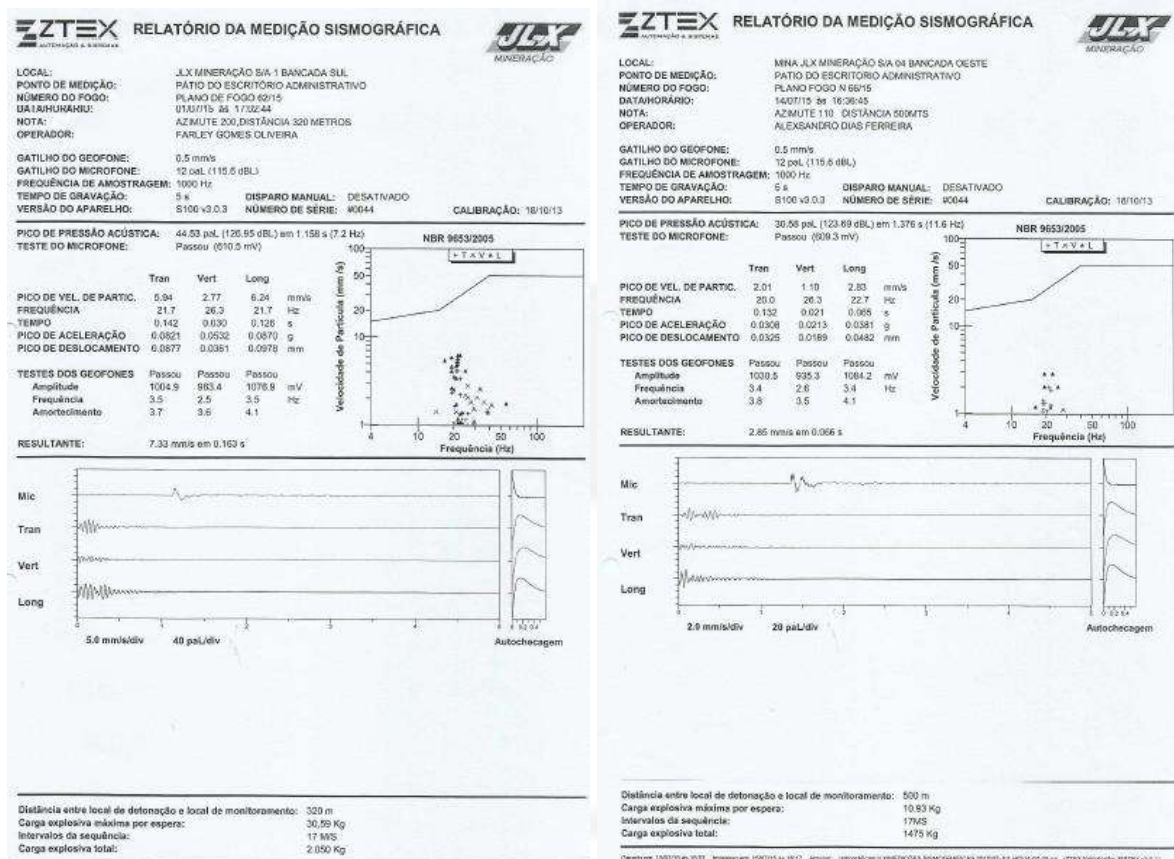
Imagem 05: Plano de fogo da mineração (Fonte: Empreendedor)

JLX MINERAÇÃO S. A.		JLX MINERAÇÃO S. A.			
PLANO DE FOGO		PLANO DE FOGO			
PLANO Nº: 477/15	DATA DA DETONAÇÃO: 01/07/2015	PLANO Nº: 488/15	DATA DA DETONAÇÃO: 14/07/2015		
LOCAL: JLX	HORA: 17:57	LOCAL: JLX	HORA: 16:38		
MATERIAL: Calcário	BANCADA: 04 Sul	MATERIAL: Calcário	BANCADA: 904 Oeste		
ENCARREGADO RESPONSÁVEL: Varrão		ENCARREGADO RESPONSÁVEL: Varrão			
BLASTER RESPONSÁVEL: [Assinatura]		BLASTER RESPONSÁVEL: [Assinatura]			
DENSIDADE DA ROCHA	KILOGRAMAS	2,60	DENSIDADE DA ROCHA	KILOGRAMAS	2,80
DIAMETRO DO FURO	POLEGADAS	3,00	DIAMETRO DO FURO	POLEGADAS	3,00
ALTURA DA BANCADA	METROS	9,90	ALTURA DA BANCADA	METROS	5,00
LARGURA DA BANCADA	METROS	5,80	LARGURA DA BANCADA	METROS	11,00
COMPRIMENTO DA BANCADA	METROS	88,00	COMPRIMENTO DA BANCADA	METROS	122,00
INCLINAÇÃO DA BANCADA	GRAUS	3°	INCLINAÇÃO DA BANCADA	GRAUS	3°
SUB-FURAÇÃO	METROS	0,50	SUB-FURAÇÃO	METROS	-
NÚMERO DE FUROS	QUANTIDADE	67,00	NÚMERO DE FUROS	QUANTIDADE	135,00
NÚMERO DE LINHAS	QUANTIDADE	3,00	NÚMERO DE LINHAS	QUANTIDADE	5,00
AFASTAMENTO	METROS	2,20	AFASTAMENTO	METROS	2,20
ESPAÇAMENTO	METROS	3,80	ESPAÇAMENTO	METROS	4,50
CARGA DE FUNDO	KILOGRAMAS	625,00	CARGA DE FUNDO	KILOGRAMAS	475,00
CARGA DE COLUNA	KILOGRAMAS	1.425,00	CARGA DE COLUNA	KILOGRAMAS	1.000,00
CARGA TOTAL	KILOGRAMAS	2.050,00	CARGA TOTAL	KILOGRAMAS	1.475,00
TAMPÃO	METROS	1,50	TAMPÃO	METROS	1,50
VOLUME DESMONTADO	M. CÚBICOS	4.583,50	VOLUME DESMONTADO	M. CÚBICOS	6.710,00
TONELADAS DESMONTADA	TONELADAS	12.177,10	TONELADAS DESMONTADA	TONELADAS	17.446,00
RAZÃO DE CARGA M³	GRAMAS/M³	437,71	RAZÃO DE CARGA M³	GRAMAS/M³	219,82
RAZÃO DE CARGA TON	GRAMAS/TON	158,35	RAZÃO DE CARGA TON	GRAMAS/TON	84,55
CORDEL NP 05	METROS	250,00	CORDEL NP 05	METROS	650,00
CORDEL NP 10	METROS	600,00	CORDEL NP 10	METROS	550,00
ESPOLETA 1,20MTS	UNIDADE	2,00	ESPOLETA 1,20MTS	UNIDADE	8,00
ESPOLETA 1,50MTS	UNIDADE	-	ESPOLETA 1,50MTS	UNIDADE	-
EXCEL LEAD IN LINE 100mts	METROS	-	EXCEL LEAD IN LINE 100mts	METROS	-
EXCEL LEAD IN LINE 300mts	METROS	-	EXCEL LEAD IN LINE 300mts	METROS	-
EXCEL LEAD IN LINE 500mts	METROS	-	EXCEL LEAD IN LINE 500mts	METROS	-
EXCEL HTD 06 MTS TEMPO 17 MS	UNIDADE	-	EXCEL HTD 06 MTS TEMPO 17 MS	UNIDADE	-
EXCEL HTD 06 MTS TEMPO 25 MS	UNIDADE	-	EXCEL HTD 06 MTS TEMPO 25 MS	UNIDADE	-
EXCEL HTD 09 MTS TEMPO 17 MS	UNIDADE	-	EXCEL HTD 09 MTS TEMPO 17 MS	UNIDADE	-
EXCEL HTD 09 MTS TEMPO 25 MS	UNIDADE	-	EXCEL HTD 09 MTS TEMPO 25 MS	UNIDADE	-
EXCEL CA 250 MTS 09 MTS	UNIDADE	-	EXCEL CA 250 MTS 09 MTS	UNIDADE	-
EXCEL CA 250 MTS 12 MTS	UNIDADE	-	EXCEL CA 250 MTS 15 MTS	UNIDADE	-
EXCEL CA 250 MTS 25 MTS	UNIDADE	-	EXCEL CA 250 MTS 25 MTS	UNIDADE	-
RETARDO TEMPO 17 MTS	UNIDADE	8,00	RETARDO TEMPO 17 MTS	UNIDADE	-
RETARDO TEMPO 25 MTS	UNIDADE	-	RETARDO TEMPO 25 MTS	UNIDADE	2,00
OBSERVAÇÃO:			OBSERVAÇÃO:		

Ainda em relação a estes dois planos de fogo, durante sua execução, os mesmos foram acompanhados por levantamento sismográfico, conforme relatórios apresentados.



Imagem 06: Relatório da medição sismográfica (Fonte: Empreendedor)



Nestas duas situações o sismógrafo foi instalado no pátio do escritório administrativo, a uma distância respectiva dos fogos 1 e 2 de 320 m e 500 m, apresentando picos de pressão acústica para estes dois fogos de 126,95 dBL e 123,69 dBL, ambos abaixo da faixa limite estipulada pela NBR 9653:2005.

Já a frequência máxima de oscilação das partículas do terreno decorrentes da energia sísmica gerada pelas detonações foi de 26,3 Hz, para ambos os casos; condição que enquadra estes resultados na faixa de frequência de 15 a 40 Hz, conforme apontado pela NBR 9653:2005, neste contexto limitando a velocidade de vibração de partículas de pico a valores entre 30 mm/s e 50 mm/s, valores acima dos quais podem ocorrer danos induzidos por vibrações do terreno às estruturas de interesse, segundo esta norma.

Frente a esta condição, o relatório de medição sismográfica apontou ainda que a resultante da velocidade de partículas de pico foi de 7,33 mm/s e 2,85 mm/s, respectivamente para os fogos 1 e 2, condição que representa 23% e 9,5% do valor mínimo para este intervalo apresentado na norma.



Utilizando a equação de atenuação, citada acima e com os parâmetros encontrados na bibliografia, uma vez conhecido a carga detonante e o número de retardo utilizados – neste caso considerando a situação mais crítica definida no Plano 2, onde foi utilizado 2 retardos para 1.475 kg de explosivo, implicando 737,50 kg de explosivo/retardo – foi possível identificar a distância entre o ponto de detonação (frente de lavra) e um ponto admissível de monitoramento onde as vibrações derivadas das detonações não coloquem em risco as cavidades encontradas na área.

Assim, em função dos dados apresentados, uma distância de segurança que garanta minimizar e/ou eliminar impactos nas cavidades locais decorrentes das vibrações provocadas pela um plano de desmonte com 737,50 kg/retardo deve prever e respeitar uma distância mínima superior a 189,05 m. No caso de haver uma diminuição desta quantidade de explosivos por retardo, esta distância pode ser diminuída, como mostrado para um volume de 256,25 kg/retardo, condição que define uma distância mínima de segurança de 120,17 m.

Todas as cavidades estão a uma distância superior a 190m em relação ao pit de lavra, estando, portanto, em segurança sob a esse quesito, considerando-se os planos de fogo utilizados no empreendimento.

Por último, cabe ressaltar que o monitoramento sismográfico dos planos de fogo da unidade se faz necessário, cujo acompanhamento possibilitará obter um número mais razoável e expressivo de dados locais, incrementando o conhecimento atual da frequência observada no maciço, das velocidades de deslocamento das partículas de pico e pressões acústicas; parâmetros que, tratados adequadamente, permitirão melhor caracterizar as equações relevantes a atenuação das vibrações de detonações aqui utilizadas e permitir aferir e aperfeiçoar os resultados apresentados.

Concluiu-se que todas as cavidades da área do empreendimento estão a uma distância superior àquela considerada segura em relação ao pit de lavra.



4. Interface com o meio biótico

Para delimitação de uma área de influência das cavidades na interface com o meio biótico realizou-se uma campanha de campo com finalidade de avaliar, de forma preliminar, a fauna cavernícola do empreendimento, sendo amostradas as seguintes cavidades: Lapa do Escritório; Lapa da Barriguda; Lapa da Fenda; Lapa do Imbé; Lapa do Angico e Lapa da Divisa. O Abismo Buraco Fundo não foi amostrado devido às dificuldades de acesso à cavidade, em função de seu desenvolvimento predominantemente vertical.

Para a amostragem dos invertebrados cavernícolas foi realizada a metodologia de busca ativa no interior das cavernas, priorizando depósitos orgânicos (depósitos vegetais, carcaças e guano) e microhabitats (espaços sob pedras, solo úmido, frestas e espeleotemas), que se configuram como locais de maior possibilidade de registros. Os ambientes foram vistoriados com auxílio de pinças, pincéis, lupa e lanterna. Os vertebrados foram registrados por meio de busca pelos espécimes ou por vestígios dos mesmos.

Nessa análise não houve captura dos espécimes observados, sendo apenas fotografados, já que o estudo não corresponde ao levantamento da fauna cavernícola e não possui licença do IEF para captura e/ou coleta de espécimes.

Além da fauna foram avaliados possíveis locais com maior probabilidade de registros posteriores, sendo áreas de concentração de matéria orgânica como folhas e raízes e depósitos de guano.

Como resultados dessa análise foram registrados 14 morfotipos de invertebrados e 2 vertebrados conforme enumerados no quadro 17. Em todas as cavidades avaliadas foram registrados representantes da fauna.



Quadro 17: Fauna encontrada por cavidade (Fonte: Empreendedor)

Cavidade	Ordem	Morfotipo
Lapa do Escritório	Hymenoptera	Hymenoptera sp.1
	Lepdoptera	Lepdoptera sp. 1
	Araneae	Araneae sp. 1
	Pulmonata	Gastropoda sp. 1
Lapa da Barriguda	Araneae	Araneae sp. 1
	Araneae	Araneae sp. 2
	Blattodea	Blattodea sp. 1
	Hemiptera	Reduviidae sp. 1
	Pulmonata	Gastropoda sp. 1
	Diptera	Psychodidae sp. 1
	Zygentoma	Nicoletiidae sp. 1
Lapa da Fenda	Chiroptera	Insetívoro sp. 1
	Pulmonata	Gastropoda sp. 1
Lapa do Imbé	Rodentia	Vestígio: Fezes de Mocê
	Araneae	Araneae sp. 3
	Diplopoda	Diplopoda sp. 1
	Zygentoma	Nicoletiidae sp. 1
Lapa do Angico	Orthoptera	Gryllidae sp. 1
	Araneae	Araneae sp. 1
Lapa da Divisa	Coleoptera	Coleoptera sp. 1
	Leptoptera	Leptoptera sp. 1
	Hemiptera	Reduviidae sp. 1
	Diptera	Psychodidae sp. 1

Foi observada que a maior fonte de energia das cavernas amostradas é a matéria orgânica carregada do ambiente externo. Em cavernas com ausência ou baixa circulação hídrica, como é o caso das cavernas em estudo, o principal agente de manutenção do aporte trófico para o meio hipógeo são os troglótenos, que realizam a transição entre os dois meios frequentemente, com destaque para a quiropterofauna. Não reduzindo a importância do aporte trófico a partir dos sistemas radiculares das plantas, muitas vezes presentes nas cavidades do empreendimento.

Embora não haja formação de colônias de morcegos nas cavidades e se tenha avistado apenas um espécime durante todo o período de estudos e não somente no trabalho de avaliação da fauna, acredita-se que seja importante a manutenção da vegetação do entorno das cavidades; já que os deslocamentos desses animais são comuns e até mesmo essenciais para a sobrevivência dos mesmos; podendo, eventualmente, uma ou outra cavidade servir de abrigo temporário a um ou mais indivíduos. Igualmente a preservação da vegetação, contribuirá para a manutenção do aporte trófico e das comunidades de

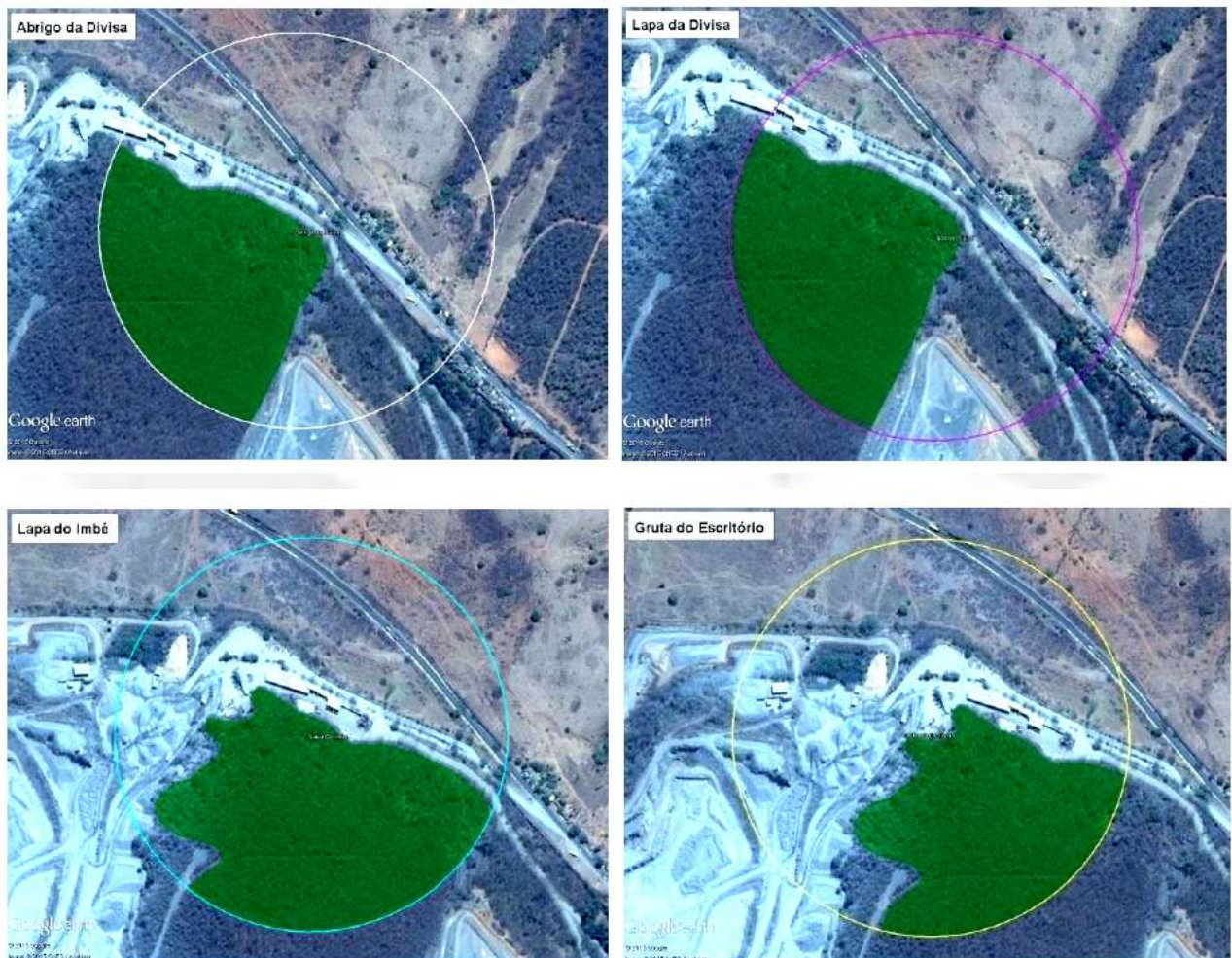


invertebrados que venham a se estabelecer nas cavidades ou de quaisquer outros animais que promovam interações ecológicas entre os meios epígeo e hipógeo.

Desta forma, considera-se que a área de influência para o aspecto biótico em relação às cavidades, deve se relacionar com o entorno onde ocorra vegetação em bom estado de conservação, mesmo tendo sido observado um baixíssimo número de indivíduos nas cavernas.

Para delimitação dessa área, foi traçado um *buffer* com raio de 250m a partir de cada uma das cavidades e considerada a vegetação preservada presente em seu limite. A imagem 07 ilustra individualmente a área de influência para o meio biótico para cada cavidade.

Imagem 07: Área de influência para o meio biótico para cada cavidade (Fonte: Empreendedor)





Como as cavidades em estudo estão muito próximas umas das outras, ao traçar um buffer com raio de 250m e considerar a vegetação preservada presente em seu limite, formar-se-á uma área contínua pela interpolação desses buffers, englobando boa parte da vegetação sobre o maciço onde se posicionam as cavidades, até uma distância de 250m ao sul do Abismo Buraco Fundo. Essa área contínua é considerada como a área de influência para o meio biótico, comum a todas as cavidades, conforme ilustrado na imagem 08.

Dentro os preceitos da ecologia de paisagens, como forma de prevenção para que esse maciço florestal, representado pela área de influência das cavidades, não se torne uma macha, recomenda-se a preservação da vegetação em toda a vertente leste do maciço, até o divisor de água desta bacia, conforme se observa na imagem 08. Desta forma, essa faixa de vegetação a ser preservada se interligará com as reservas das propriedades confrontantes até os limites com o Parque Estadual da Lapa Grande, o que potencializará ainda mais a sua função.

Imagem 08: Área de influência do meio biótico com ligação às reservas e ao parque (Fonte: Empreendedor)



Em relação às possíveis conectividades entre as cavidades, o mapeamento de cada uma demonstrou a não conexão entre elas por condutos acessíveis ao ser humano. Ressalta-se, no entanto, que os ambientes subterrâneos compreendem extensas redes de espaços de diferentes dimensões e graus distintos de conectividade (Ferreira, [s.d.]). Portanto, uma vez componentes do mesmo sistema cárstico, existem possibilidades de se estabelecerem interconexões entre as cavidades ao nível de micro fissuras, ou mesmo pequenos dutos, sendo, no entanto, de difícil constatação.

O aspecto biótico, por sua vez, é aquele que se relaciona com o equilíbrio ecológico do ambiente cavernícola. A conservação de toda vegetação no entorno das cavidades é fundamental para a manutenção do abastecimento trófico e, conseqüentemente, para a preservação das comunidades estabelecidas e a sustentabilidade das interações ecológicas.

Em relação aos aspectos bióticos foi contemplado um *buffer* com raio de 250m a partir de cada uma das cavidades e considerada a vegetação preservada presente em seu limite.



5. Avaliação de impactos

Para melhor compreensão da relação entre as cavidades e a atividade antrópica na área estudada, foram analisados os possíveis impactos do empreendimento sobre o patrimônio espeleológico local.

Dentre os impactos ambientais atribuídos às atividades de mineração e britagem de calcário que se relacionam às cavernas, interessam neste trabalho:

- a) Geração de vibração/sismos por detonações (relacionado aos procedimentos de desmonte da rocha);
- b) Ultralançamentos (relacionado aos procedimentos de desmonte da rocha);
- c) Geração de material particulado em suspensão (relacionado ao processo de beneficiamento da rocha);
- d) Poluição sonora/geração de ruídos (relacionado a ambos os processos);
- e) Supressão vegetal (relacionado a ambos os processos);
- f) Interferências no sistema de drenagem e percolação de águas (relacionado a ambos os processos).

a) Geração de vibração/sismos por detonações: Em função dos planos de desmonte aplicados nas frentes de lavra, deve ser respeitada uma distância de segurança mínima superior a 189,05 m em relação às cavidades. Foram traçados *buffers* com raio de 190m a partir de cada uma, comprovando-se que todas as cavidades estão a uma distância superior a esta, em relação ao pit de lavra, estando, portanto, em segurança em relação a este impacto. Além disso, a análise de risco geotécnico concluiu que há estabilidade em todas as cavidades, não se observando reativação e/ou evolução do processo de instabilidade que porventura ocorreram no pretérito.

b) Ultralançamentos: As cavidades não são passíveis de impactos pelos ultralançamentos, já que se caracterizam por fragmentos de rochas relativamente pequenos. Além disso, este tipo de ocorrência, embora não possa ser evitada, pode ser controlada com o correto dimensionamento e cumprimento do plano de fogo. Ressalta-se ainda que as cavernas se posicionam à distâncias superiores a 200m em relação à cava atual; distância que pode ser ainda maior se considerarmos as frentes de lavra em atividade.



c) Geração de material particulado em suspensão: A atividade de britagem da rocha gera um volume considerável de material particulado em suspensão. Em tese, a dispersão desse material em direção às cavidades pode causar poluição ao ambiente cavernícola, o que eventualmente pode causar danos à fauna subterrânea e depósito de pó sobre os espeleotemas.

O estudo climatológico para a área demonstra que a direção predominante do vento em Montes Claros é nordeste em quase todos os meses do ano, com exceção apenas para os meses de agosto e setembro, quando predominam ventos no sentido leste.

As cavidades em análise estão posicionadas a leste e nordeste dos britadores e portanto podem estar sujeitas aos impactos oriundos do material particulado em suspensão.

Os trabalhos de campo demonstraram que o acúmulo de material particulado no maciço onde se localizam as cavidades ocorre em maior intensidade nas bordas do mesmo, persistindo por cerca de 10m e se tornando mais dispersos à medida que se avança para o interior da elevação. Igualmente, as cavidades cujas entradas estão posicionadas mais distantes da borda do maciço não apresentaram depósito de pó no interior das mesmas, no piso ou nos espeleotemas ou sequer na entrada. As cavidades Lapa da Barriguda, Lapa da Fenda e Gruta do Escritório, que estão posicionadas na borda do maciço, apresentam um pouco de sedimentação desse material, na entrada e/ou no piso.

A geração de material particulado é um impacto mitigável, cujas principais medidas mitigadoras são a instalação de cortina arbórea e aspersão de água nos locais onde estão as fontes geradoras do material.

d) Poluição sonora/geração de ruídos: Em relação à geração de ruídos na usina de beneficiamento, esta tem operado em níveis aceitáveis, conforme laudos de controle estabelecidos pela empresa. Este é um impacto que poderia atingir especialmente a quiropterofauna, no entanto as cavidades não apresentaram colônias de morcegos ou vestígios de uso do local como residência por estes animais, como por exemplo, acúmulo de guano no interior das mesmas.

Considera-se que os morcegos possam nunca ter usado as cavernas como residência ou ter migrado para outras cavidades, por razões naturais, visto que a região possui muitos



abrigos cársticos; ou ainda, os animais possam ter sido afugentados pelos ruídos e vibrações oriundos da mineração. No primeiro caso é comum que os morcegos não estabeleçam colônias fixas em determinada caverna em função da grande disponibilidade de abrigos no entorno, o que é um fato bem marcante em termos regionais, cujo patrimônio espeleológico é bem destacado.

e) Supressão vegetal: É fundamental a manutenção da vegetação no entorno das cavidades para que a oferta de alimento seja mantida e, conseqüentemente, sustentadas as interações ecológicas entre os troglófitos e o ambiente cavernícola, especialmente em relação à quiropterofauna, sendo este, um dos principais fatores considerados na determinação da área de influência das cavidades. A manutenção da vegetação nas áreas de influência das cavidades é assegurada, uma vez que o maciço onde estão posicionadas é reservado para preservação, não sendo prevista qualquer tipo de supressão nesta área.

f) Interferências no sistema de drenagem e percolação de águas: Em relação aos sistemas de circulação hídrica, observa-se que todas as cavidades estão posicionadas à montante do empreendimento; o que determina que eventuais interferências na drenagem e percolação de águas promovidas pelas atividades do empreendimento não virão a afetar as cavidades locais.

6. Definição das áreas de influência e perímetro protetivo das cavidades

O aspecto hidrológico é de suma importância na preservação da integridade física das cavernas, uma vez que é responsável, ou se relaciona diretamente, aos diversos processos essenciais da gênese e evolução das cavidades naturais subterrâneas.

A água é o principal agente dos processos espeleogenéticos, quer na elaboração das formas primárias ou destrutivas (abertura de condutos, por exemplo), quer nas formas secundárias ou construtivas, como no caso dos espeleotemas. É também o principal veículo de transporte de sedimentos para o interior das cavernas, contribuindo ainda para o aporte de matéria orgânica. Desta forma, uma vez assegurada a preservação da bacia de contribuição de uma cavidade, principalmente à montante desta, assegura-se, por conseqüência, a dinâmica de contribuição hídrica e de sedimentos alóctones, os processos espeleogenéticos e a dinâmica evolutiva da cavidade.



O aspecto biótico, por sua vez, é aquele que se relaciona com o equilíbrio ecológico do ambiente cavernícola. Conforme já discutido, a conservação da vegetação no entorno das cavidades é fundamental para a manutenção do abastecimento trófico e, conseqüentemente, para a preservação das comunidades estabelecidas e a sustentabilidade das interações ecológicas.

Os parâmetros relacionados ao risco de danos causados por sismos induzidos pelas detonações nas frentes de lavra, que normalmente se considera na análise em empreendimentos de mineração com desmonte a partir de explosivos, foi analisado e concluído que todas as cavidades da área do empreendimento estão a uma distância superior àquela considerada segura em relação ao pit de lavra.

Assim, sob o aspecto hidrológico, considerou-se a delimitação das microbacias de contribuição relacionadas a cada cavidade. Em relação aos aspectos bióticos foi contemplado um *buffer* com raio de 250m a partir de cada uma das cavidades e considerada a vegetação preservada presente em seu limite.

A sobreposição dessas informações espaciais permitiu a definição das áreas de influência de cada cavidade, tendo como critério os perímetros que abrangiam maior área.

Os resultados obtidos para cada uma das cavidades estão ilustrados nas imagens 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16. As medidas das áreas de influência, perímetro de proteção, bem como as distâncias máxima e mínima das cavidades em relação ao perímetro e área de influência, sugeridos pelo empreendedor, estão descritos no quadro 18.



Imagem 09: Área de influência da Lapa da Divisa (Fonte: Empreendedor)



Imagem 10: Área de influência do Abrigo da Divisa (Fonte: Empreendedor)





Imagem 11: Área de influência da Gruta do Escritório (Fonte: Empreendedor)



Imagem 12: Área de influência da Lapa da Fenda (Fonte: Empreendedor)





Imagem 13: Área de influência da Lapa da Barriguda (Fonte: Empreendedor)



Imagem 14: Área de influência da Lapa do Imbé (Fonte: Empreendedor)





Imagem 15: Área de influência da Lapa do Angico Velho (Fonte: Empreendedor)



Imagem 16: Área de influência do Abismo Buraco Fundo (Fonte: Empreendedor)





Como as áreas de influência das cavidades se interpolam, foi sugerido pelo empreendedor a criação de um perímetro de proteção único, na forma de um polígono, conforme ilustrado na imagem 17. Os limites do polígono de proteção apresentam 1,65 Km de perímetro e 13 ha de área, cujos vértices estão descritos no quadro 18. A distância mínima da cava atual em relação ao perímetro de proteção das cavidades é de 77m e máxima de 523m.

Imagem 17: Área de Influência e Perímetro de proteção das cavidades sugerido pelo empreendedor (Fonte: Empreendedor)



Quadro 18

Cavidade	Perímetro da AI (km)	Área da AI (ha)	Distância da cavidade em relação a cava atual (m)	Distâncias em relação ao perímetro da área de influência (m)	
				Minima	Máxima
Lapa da Divisa	1,20	7,16	490	32	35
Abrigo da Divisa	1,21	6,89	493	8	371
Gruta do Escritório	1,12	6,05	245	1,5	250
Lapa da Fenda	1,19	6,90	246	20	250
Lapa da Barriguda	1,11	5,75	225	4	250
Lapa do Imbé	1,26	8,20	330	24	250
Lapa do Angico Velho	1,40	10,60	345	70	250
Abismo Buraco Fundo	1,52	11,39	223	51	250
Distância mínima da cava atual em relação ao perímetro de proteção das cavidades = 77m					



A equipe técnica da SUPRAM NM discorda parcialmente da proposta da área de influência e perímetro de proteção apresentada pelo empreendedor, uma vez que a mesma limita-se apenas as áreas já preservadas. Além disso, o empreendedor não apresentou elementos técnicos que assegurem a integridade física das cavidades com relação às vibrações originadas por veículos pesados que utilizam às estradas próximas as cavidades, considerando os limites propostos. Bem como uma área preservada, em bom estado de conservação, entre a cava e o maciço rochoso, de grande importância para garantir o equilíbrio ecológico, não foi incluído como área de influência.

Retornando ao conceito de área de influência estabelecido pela Resolução CONAMA nº 347/2004, o objetivo de sua definição é garantir a manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola.

Com o objetivo de proteger as cavidades dos eventuais efeitos negativos da vibração originada no transporte de materiais, especialmente na Lapa da Barriguda, foi incluída a área da estrada localizada a noroeste do maciço principal, no sopé da elevação. Também foi incluída uma faixa ao oeste do maciço, onde localiza uma estrada de manutenção de rede elétrica, cuja vegetação já foi perturbada, mas que, com a integração ao perímetro de proteção, poderá ser recuperada e anexada às áreas de influência das cavidades.

Dessa forma, os limites propostos pela equipe técnica da SUPRAM NM para a área de influência das cavidades foram definidos de maneira a manter toda a área do morro onde as cavidades estão inseridas, abrangendo toda a área preservada e incluindo também áreas já antropizadas, utilizadas como estrada de passagem de veículos pesados e linha de transmissão, buscando-se a manutenção do aporte de nutrientes para a fauna subterrânea e garantir a integridade física dos ambientes cavernícolas.

As cavidades tiveram seus entornos unificados, em vista da necessidade de assegurar o trânsito de indivíduos entre as cavidades, buscando-se a manutenção do fluxo gênico entre as populações. A área de influência para esse grupo de cavidades foi estabelecida procurando-se manter a conexão entre esses grupos de cavidades e a área de reserva das propriedades confrontantes até os limites com o Parque Estadual da Lapa Grande, representada por uma área significativa de vegetação nativa remanescente.



Foi solicitado pela SUPRAM NM ao empreendedor a retificação do Perímetro de Proteção e do Raio de Influência das Cavidades, acrescentando as novas áreas. O Perímetro de Proteção foi considerado a área contida na área de influência das cavidades naturais subterrâneas dentro do empreendimento, que tem como limite a poligonal DNPM.

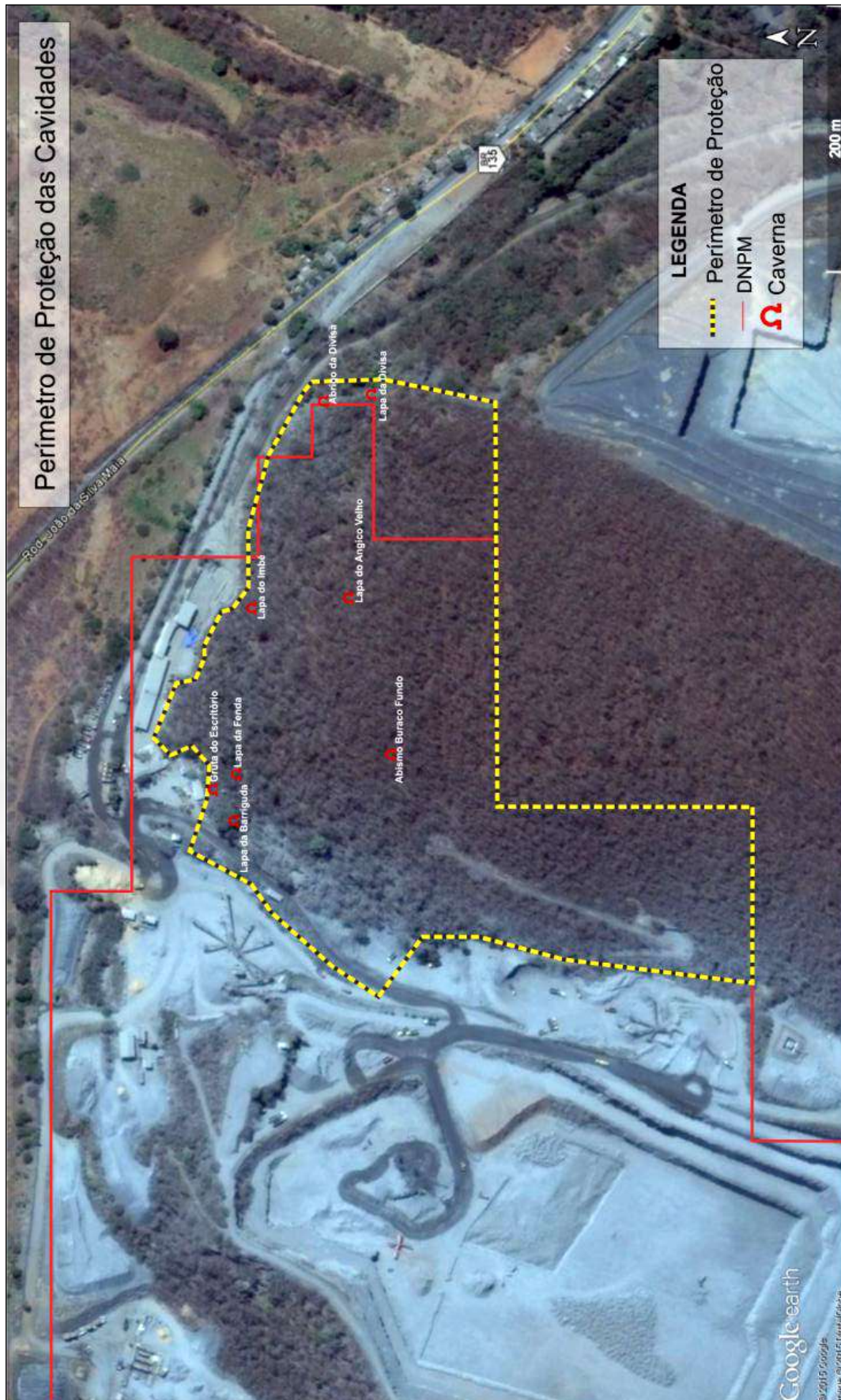
Considerando o exposto, a equipe técnica da SUPRAM Norte propõe como limites para a área de influência das cavidades do empreendimento JLX Mineração aqueles demonstrados na Imagem 18 e para perímetro de proteção aqueles demonstrados na Figura 19.

Imagem 18: Área de Influência para o conjunto de cavidades sugerido pela SUPRAM Norte. (Fonte: Empreendedor)





Imagem 19: Perímetro de Proteção para o conjunto de cavidades sugerido pela SUPRAM NM
(Fonte: Empreendedor)





As coordenadas dos vértices dos limites da área de influência e perímetro protetivo das cavidades são apresentadas respectivamente nos quadros 19 e 20.

Quadro 19: Coordenadas dos vértices dos limites da área de influência

Vértice	Latitude	Longitude	Vértice	Latitude	Longitude
1	-16.672759	-43.891103	23	-16.677347	-43.893085
2	-16.672915	-43.890701	24	-16.676721	-43.892701
3	-16.673034	-43.890677	25	-16.676348	-43.892767
4	-16.673104	-43.890521	26	-16.675908	-43.892701
5	-16.673095	-43.890440	27	-16.675528	-43.892645
6	-16.673209	-43.890211	28	-16.674906	-43.892483
7	-16.673293	-43.890185	29	-16.674559	-43.892500
8	-16.673399	-43.890033	30	-16.674365	-43.892279
9	-16.673392	-43.889628	31	-16.674274	-43.892917
10	-16.673538	-43.889101	32	-16.673918	-43.892678
11	-16.673939	-43.888452	33	-16.673764	-43.892522
12	-16.674243	-43.888334	34	-16.673554	-43.892331
13	-16.676365	-43.889429	35	-16.673462	-43.892185
14	-16.676549	-43.890540	36	-16.673402	-43.892125
15	-16.678312	-43.890937	37	-16.673309	-43.892056
16	-16.679261	-43.891328	38	-16.672994	-43.891899
17	-16.680092	-43.891360	39	-16.673101	-43.891611
18	-16.684361	-43.893406	40	-16.673120	-43.891514
19	-16.683258	-43.896009	41	-16.673120	-43.891292
20	-16.682280	-43.895621	42	-16.673021	-43.891147
21	-16.679000	-43.894542	43	-16.672863	-43.891223
22	-16.677722	-43.893298	44	-16.672759	-43.891103



Quadro 20: Coordenadas dos vértices dos limites do Perímetro de Proteção

Vértice	Latitude	Longitude	Vértice	Latitude	Longitude
1	-16.672759	-43.891103	18	-16.675528	-43.892645
2	-16.672915	-43.890701	19	-16.674906	-43.892483
3	-16.673034	-43.890677	20	-16.674559	-43.892500
4	-16.673104	-43.890521	21	-16.674274	-43.892917
5	-16.673095	-43.890440	22	-16.673918	-43.892678
6	-16.673209	-43.890211	23	-16.673764	-43.892522
7	-16.673293	-43.890185	24	-16.673554	-43.892331
8	-16.673399	-43.890033	25	-16.673462	-43.892185
9	-16.673392	-43.889628	26	-16.673402	-43.892125
10	-16.673538	-43.889101	27	-16.673309	-43.892056
11	-16.673817	-43.888613	28	-16.672994	-43.891899
12	-16.674267	-43.888590	29	-16.673101	-43.891611
13	-16.67505	-43.888757	30	-16.67312	-43.891514
14	-16.675056	-43.891580	31	-16.67312	-43.891292
15	-16.67677	-43.891579	32	-16.673021	-43.891147
16	-16.676771	-43.892827	33	-16.672863	-43.891223
17	-16.675908	-43.892701	34	-16.672759	-43.891103

Os limites da nova área de influência das cavidades (comum a todas elas) apresentam 3,40 Km de perímetro e 41 ha de área. A distância mínima da cava atual em relação ao seu perímetro é de 45m e máxima de 708m. Apresenta-se no quadro 2 as distâncias mínimas e máximas entre as cavidades e o novo perímetro da área de influência das cavidades. Apresenta-se no quadro 21 as distâncias mínimas e máximas entre as cavidades e a nova área de influência das cavidades.

Quadro 21: Coordenadas dos vértices dos limites do Perímetro de Proteção

Cavidade	Distância da cavidade em relação a cava atual (m)	Distâncias em relação à área de influência [comum] (m)	
		Mínima	Máxima
Lapa da Divisa	490	32	1.268
Abrigo da Divisa	493	8	1.295
Gruta do Escritório	245	1,5	1.256
Lapa da Fenda	246	20	1.240
Lapa da Barriguda	225	8,80	1.252
Lapa do Imbé	330	24	1.260
Lapa do Angico Velho	345	70	1.195
Abismo Buraco Fundo	223	113	1.130



7. Controle Processual

Trata-se o presente parecer único de análise técnica visando à definição das áreas de influência e perímetro protetivo de 07 cavidades naturais subterrâneas na área do empreendimento JLX Mineração S/A. cujas atividades licenciadas são: Lavra a céu aberto ou subterrânea em áreas cársticas com ou sem tratamento; Britamento de pedras para construção, inclusive mármore, ardósia, granito e outras pedras; Obras de infra-estrutura (pátios de resíduos e produtos e oficinas); Postos revendedores, postos ou pontos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas, postos flutuantes de combustíveis e postos revendedores de combustíveis de aviação; Estradas para transporte de minério / estéril. Objetiva-se ainda, à inclusão de condicionantes na licença citada acima.

Observa-se, que dentre outros, foram apresentados os seguintes documentos: Relatório de estudo espeleológico – delimitação de áreas de influência de Cavidades (protocolo R0483915/2015), sob a Responsabilidade Técnica de Vanessa Veloso Barbosa, Leonardo Arruda Silveira e Lucas Souza Cordeiro.

No que tange às cavidades naturais subterrâneas e suas respectivas áreas de influência devemos observar o estabelecido pelo Decreto Federal nº 99.556 de 1990, alterado pelo Decreto Federal 6.6640 de 2008:

"Art. 5o-A. A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades, considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores de cavidades naturais subterrâneas, bem como de sua área de influência, dependerão de prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente.

[...] "

Posteriormente, a Resolução CONAMA 347/2004 estabeleceu:

"Art. 4º A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades, considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores do patrimônio espeleológico ou de sua área de influência dependerão de prévio licenciamento pelo órgão ambiental competente, nos termos da legislação vigente.



[...]

§ 2º A área de influência sobre o patrimônio espeleológico será definida pelo órgão ambiental competente que poderá, para tanto, exigir estudos específicos, às expensas do empreendedor.

§ 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."

Dessa forma, a presente análise, enquanto definidora de um raio protetivo das cavidades mencionadas, encontra amparo, devendo ser encaminhada à apreciação e deliberação URC/COPAM nos termos da análise e conteúdo técnico apresentados.

8. Conclusão

A equipe interdisciplinar da **Supram Norte de Minas sugere como limites da área de influência e perímetro protetivo das cavidades aqueles definidos nas figuras 18 e 19, respectivamente, deste Parecer único, conforme legislação vigente. A equipe também sugere a inclusão das condicionantes apresentadas no Anexo I deste parecer na Licença de Operação LO analisada e/ou em um possível Termo de Ajustamento de Conduta (TAC).**

As orientações descritas em estudos, e as recomendações técnicas e jurídicas descritas neste parecer, através das condicionantes listadas em Anexo, devem ser apreciadas pela Unidade Regional Colegiada do Copam Norte de Minas.

Oportuno advertir ao empreendedor que o descumprimento de todas ou quaisquer condicionantes previstas ao final deste parecer único (Anexo I) e qualquer alteração, modificação e ampliação sem a devida e prévia comunicação a Supram Norte de Minas, tornam o empreendimento em questão passível de autuação.

Cabe esclarecer que a Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Norte de Minas, não possui responsabilidade técnica e jurídica sobre os estudos ambientais apresentados nesta licença, sendo a elaboração, instalação e operação, assim como a comprovação quanto a eficiência destes de inteira responsabilidade da(s) empresa(s) responsável(is) e/ou seu(s) responsável(is) técnico(s).



Ressalta-se que a Licença Ambiental em apreço não dispensa nem substitui a obtenção, pelo requerente, de outras licenças legalmente exigíveis. Opina-se que a observação acima conste do certificado de licenciamento a ser emitido.

9. Anexos

Anexo I. Condicionantes para Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) e para Revalidação da Licença de Operação (REVLO) da JLX Mineração S/A.

Anexo II. Relatório Fotográfico da JLX Mineração S/A.



Anexo I. Condicionantes a ser incluído no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) e na Revalidação Licença de Operação da JLX Mineração S/A.

Processo COPAM Nº: 00238/1993/006/2013		Classe/Porte: 5
Empreendimento: JLX Mineração S/A		
Atividade: Lavra a céu aberto ou subterrânea em áreas cársticas com ou sem tratamento		
Localização: Fazenda Cedro - Zona Rural		
Município: Montes Claros/MG		
ÍTEM	DESCRIÇÃO	PRAZO
1	Não realizar nenhum tipo de intervenção ou atividade nos perímetros de proteção das cavidades naturais subterrâneas definidos neste Parecer Único.	Durante a vigência da licença.
2	Não realizar nenhum tipo de intervenção ou atividade na área de influência das cavidades Lapa da Divisa, Lapa do Escritório, Lapa da Fenda, Lapa da Barriguda, Lapa do Imbé, Lapa do Angico Velho e Abismo Buraco Fundo, definida neste Parecer Único. Qualquer alteração só poderá ser autorizada pelo COPAM após a definição da relevância das cavidades.	Durante a vigência da licença.
3	Realizar delimitação física das áreas definidas como perímetros de proteção das cavidades naturais subterrâneas, bem como sinalizar através de placas indicativas a proibição de intervenção nas áreas.	Imediatamente após a concessão da licença.
4	Apresentar relatório técnico fotográfico comprovando o cumprimento da condicionante nº 03.	Até 30 dias após a concessão desta licença
5	Realizar prospecção espeleológica complementar em toda a área do empreendimento visando cadastrar e caracterizar todas as feições espeleológicas presentes na área que não foram consideradas como cavidades naturais.	Até 120 dias após a concessão desta licença.
6	Realizar análise de relevância das cavidades naturais subterrâneas identificadas.	Até 250 dias após a concessão desta licença.
7	Cadastrar todas as cavidades existentes no empreendimento no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), disponível no link:	Até 90 dias após a concessão desta licença.



	http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie	
8	Apresentar proposta de monitoramento de vibrações de fontes mecânicas (tratores, caminhões, etc.) nas cavernas. Executá-lo após aprovação da Supram Norte. Periodicidade mensal.	Até 30 dias para a apresentação da proposta. O monitoramento deve ser executado durante a vigência da licença.
9	Encaminhar a Supram Norte solicitação para levantamento e monitoramento da fauna subterrânea conforme Termo de Referência da SEMAD disponível em: (http://www.semad.mg.gov.br/regularizacaoambiental/manejo-da-fauna) Executar o programa após a aprovação da SUPRAM NM	Até 90 dias para apresentação da solicitação.
10	Apresentar proposta de monitoramento fotográfico, da integridade física e bioespeleológico de todas as cavidades identificadas no empreendimento. Executá-lo após aprovação da Supram Norte. Apresentar relatório anual de atividades.	Até 30 dias para a apresentação da proposta. O monitoramento deve ser executado durante a vigência da licença.
11	Firmar Termo de Compromisso junto a SEMAD visando a reparação ambiental dos impactos irreversíveis ocasionados na área de influência de 7 (sete) cavidades naturais subterrâneas.	Até 120 dias após a concessão desta licença.
12	Apresentar Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) para o perímetro protetivo das cavidades. E executá-lo após aprovação desse plano pela SUPRAM NM. Apresentar relatório anual de atividades.	Até 60 dias para a apresentação do PRAD. O PRAD deve ser executado durante a vigência da licença.
13	Implantar cortina arbórea densa no entorno do beneficiamento de forma a evitar a chegada de poeira nas cavidades.	30 dias
14	Intensificar o sistema de aspersão nas vias de acesso e no	30 dias



	beneficiamento.	
15	No caso de ocorrência de novas cavidades, o empreendedor deverá paralisar as atividades no local e comunicar imediatamente a SUPRAM NM.	Durante a operação.
16	Na ocorrência de qualquer impacto ambiental às cavidades naturais subterrâneas, o empreendedor deverá paralisar suas atividades e comunicar imediatamente a SUPRAM NM.	Durante a operação.
17	Proposta conceitual de compensação espeleológica para a cavidade descrita como Gruta do Escritório.	Até 60 dias após a concessão desta
18	Proposta consolidada de compensação espeleológica para a cavidade descrita como Gruta do Escritório.	Até 250 dias após a concessão desta
19	Compensação espeleológica decorrente de impacto irreversível na cavidade descrita como Gruta do Escritório conforme o disposto no artigo 4º do Decreto Federal nº 99.556/90, com redação dada pelo Decreto Federal nº 6.640/08.	Até 300 dias após a concessão desta

(*) Contado a partir da data do julgamento deste Parecer

Eventuais pedidos de alteração no prazo de cumprimento da condicionante estabelecida no Anexo deste Parecer Único poderão ser resolvidos junto à própria SUPRAM, mediante a análise técnica e jurídica, desde que não alterem o mérito/conteúdo da condicionante.

Considerando o processo em fase de revalidação (RevLo) (0238/1993/006/2013), as questões atinentes às condicionantes deste adendo deverão também ser analisadas na revalidação citada acima.

OBSERVAÇÕES: **

Cabe esclarecer que a SUPRAM NM não possui responsabilidade técnica sobre os projetos de controle ambiental e programas aprovados para implantação, sendo a execução, operação, comprovação de eficiência e/ou gerenciamento dos mesmos de inteira responsabilidade da própria empresa, seu projetista e/ou prepostos.



Anexo II. Relatório Fotográfico da JLX Mineração S/A.

Foto 01: Entrada da Gruta do Escritório à esquerda e resquício de um furo de desmorte indicado à direita.



Foto 02: Interior da Gruta do Escritório com grande quantidade de blocos abatidos.





Foto 03: Entrada na forma de abismo da Lapa da Barriguda.



Foto 04: Resquíio de furo de desmonte de rocha próximo a Lapa da Barriguda.





Foto 05: Estrada próxima à cavidade Lapa da Barriguda, que foi inserida como área de influência e perímetro de proteção, pela SUPRAM NM.



Foto 06: Vista da entrada da Lapa da Fenda à esquerda.





Foto 07: Abrigo da Divisa, que foi desconsiderado como uma cavidade natural subterrânea pela SUPRAM NM.



Foto 08: Cortina arbórea, informada pelo empreendedor, mas que não atende a solicitação na condicionante do IBAMA .





Foto 09: Vista da área da Cava do empreendimento.

