



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SUPRAM NORTE DE MINAS - Diretoria Regional de Regularização Ambiental

Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

PROCESSO Nº 1370.01.0009633/2021-42

Parecer Único - Adendo ao Parecer Técnico SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA nº. 46/2022			
Processo Administrativo - PA nº:	4.506/2021	Sugestão pelo:	Deferimento
Empreendedor:	Cros Mineração LTDA	CPF/CNPJ:	04.273.776/0001-36
Empreendimento:	Cros Mineração LTDA	CPF/CNPJ:	04.273.776/0001-36
Município(s):	Montes Claros / MG	Zona:	Rural
Critério locacional incidente:			Peso:
-			-
Atividade objeto do licenciamento (DN COPAM nº 217/2017):			Classe:
A-02-09-7 Extração de rocha para produção de britas			3
A-05-05-3 Estrada para transporte de minério/estéril externa aos limites de empreendimentos minerários			2
A-01-01-5 Britamento de pedras para construção			2
Consultoria/Responsável Técnico:			CPF/CNPJ:
Hidroflor Consultoria Ambiental e Projetos Ltda			-
Autoria do PU:			MASP:
Samuel Franklin Fernandes Maurício / Gestor Ambiental da SUPRAM NM			
Gilmar Figueiredo Guedes Júnior / Gestor Ambiental da SUPRAM			1.364.828-2

NM	1.366.234-1
Yuri Rafael de Oliveira Trovão / Diretor Regional de Controle Processual	0.449.172-6
De acordo: Gislando Vinicius Rocha de Souza / Diretor da DRRA SUPRAM NM	1.182.856-3



Documento assinado eletronicamente por **Gilmar Figueiredo Guedes Junior, Servidor(a) Público(a)**, em 22/07/2022, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel Franklin Fernandes Mauricio, Servidor(a) Público(a)**, em 22/07/2022, às 16:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Yuri Rafael de Oliveira Trovao, Diretor**, em 28/07/2022, às 17:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gislando Vinicius Rocha de Souza, Diretor(a)**, em 01/08/2022, às 13:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **46940161** e o código CRC **EF211964**.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

1 Resumo

O presente Parecer Único – PU trata-se de um adendo ao Parecer Técnico SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA nº. 46/2022, Processo Administrativo – PA nº4.506/2021, do empreendedor/empreendimento CROS Mineração LTDA, com o objetivo de definir a área de influência de 06 cavidades naturais subterrâneas - cavidades (OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21), a relevância de 10 cavidades (cavidades CAV03, OCM22, OCM23, OCM24, OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21) e análise do requerimento da supressão de 04 cavidades (CAV03, OCM22, OCM23 e OCM24) e suas respectivas áreas de influência real.

Para isso, foram considerados os estudos protocolados no Sistema Eletrônico de Informações – SEI, processo nº 1370.01.0009633/2021-42, sendo eles: Proposta de compensação espeleológica e Estudo de área de influência e relevância. Além da análises destes estudos, foram realizadas vistorias técnicas pela equipe técnica da SUPRAM NM (Auto de Fiscalização SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA nº. 75/2021 e 28/2022).

Quadro 1: Responsáveis técnicos pelos estudos apresentado pelo empreendimento

Responsável técnico	Estudo	Registro
Fernando Antônio	Estudo de Área de Influência e	CREA MG 103810/D
Magalhães Pereira	Relevância das Cavidades.	
Luiz Gustavo Souto Soares	Estudo de Área de Influência e	CRBio 057339/04/D
Jean Charles Sousa	Relevância das Cavidades.	CREA MG 121.740-D
	Estudo de Compensação Espeleológica e	
	Relevância das Cavidades.	

A CROS Mineração LTDA tem sua localização na zona rural do município de Montes Claros / MG, onde desenvolve as seguintes atividades descritas na Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental - DN COPAM nº 217/2017: A-02-09-7 - Extração de rocha para produção de britas; A05-05-3 - Estrada para transporte de minério/estéril externa aos limites de empreendimentos minerários, e;



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

B-01-01-5 Britamento de pedras para construção.

2 Introdução

O patrimônio espeleológico correspondente à área do processo minerário nº 830.018/1992 junto a Agência Nacional de Mineração – ANM é composto por um total de 62 cavidades, sendo 04 cavidades classificadas nos termos da Instrução Normativa – IN do Ministério do Meio Ambiente - MMA nº 02/2017 com grau de relevância Máximo. De acordo com o PU nº 0282127/2016 (Sistema Integrado de Informação Ambiental - SIAM), adendo ao PA nº 0169/1994/011/2013, foi realizada a definição da área de influência de 31 cavidades identificadas na ADA e entorno de 250m do empreendimento CROS Mineração LTDA, incluindo as cavidades CAV03, OCM22, OCM23 e OCM24.

No processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42, foi solicitada a supressão (impacto negativo irreversível) de 04 cavidades (CAV03, OCM22, OCM23 e OCM24) presentes na porção norte da ADA, sendo 03 delas classificadas com grau de relevância alto (OCM22, OCM23 e OCM24) e 01 classificada com grau de relevância média (CAV03). Cabe ressaltar que as cavidades classificadas com grau de relevância alto, médio ou baixo poderão ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental.

Para fins de compensação espeleológica, o empreendedor propôs a preservação de 06 cavidades (OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21), que serão consideradas cavidades testemunho para compensar as cavidades com grau de relevância alto que sofrerão impacto negativo irreversível.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

Cavidades que sofrerão impacto negativo irreversível	Relevância
CAV 03	Média
OCM 22	Alta
OCM 23	Alta
OCM 24	Alta
Cavidades testemunho	Relevância
OCML 06	Alta
OCML 07	Alta
OCML 08	Alta
OCML 11	Alta
OCML 17	Alta
OCML 21	Alta

Figura 1: Cavidades objeto e intervenção e compensação

Além das atividades de extração, haverá uma via de tráfego de caminhões para escoamento do material e uma de área de manobra para veículos e equipamentos. Essa área fazia parte da frente de lavra antiga e estrada de acesso. Nos mapas a seguir, as áreas hachuradas em vermelho serão utilizadas apenas como área de manobra de veículos e equipamentos. Faz necessário o uso de uma pequena parte da área de influência das cavidades OCM14, OCM37, OCM40 e a OCM41. De acordo com os estudos, esse impacto é reversível e as cavidades citadas serão monitoradas.

De acordo com os estudos, recomenda-se como medidas mitigadoras: O monitoramento sismográfico; Realizar o controle erosivo e contenção de sedimentos; Monitorar os particulados gerados a partir da mineração e dos meios de transporte utilizados no empreendimento; Aspersão de água com auxílio de caminhão pipa e aspersores nos equipamentos de britagem para reduzir a poeira nas áreas de operação do empreendimento.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

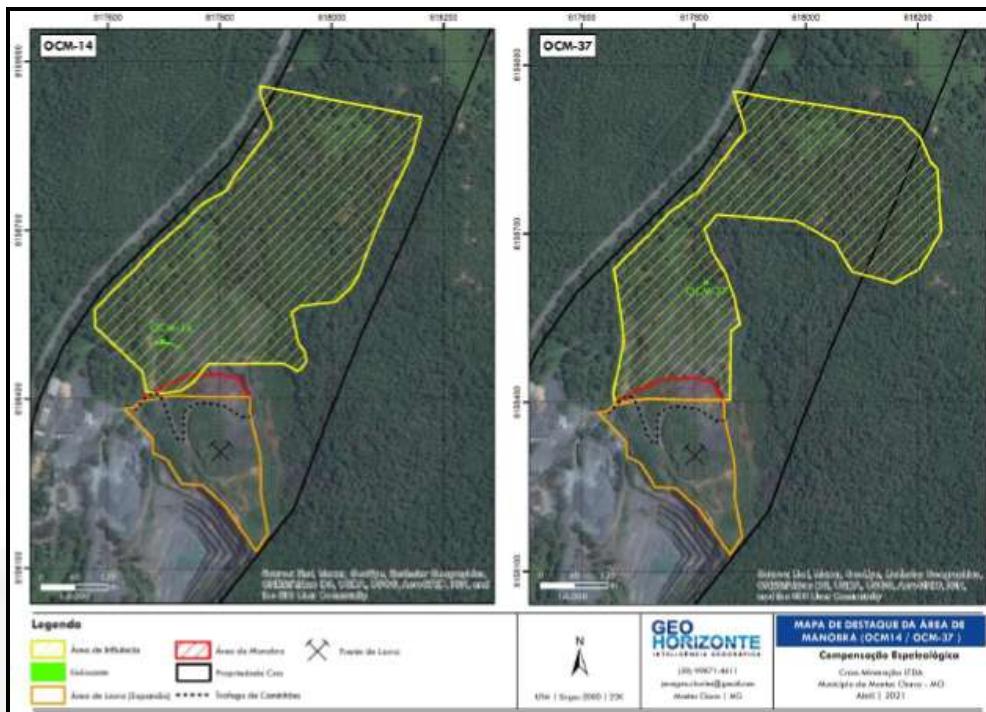


Figura 2: Mapa de destaque da área de manobra em relação às cavidades OCM14 e OCM37

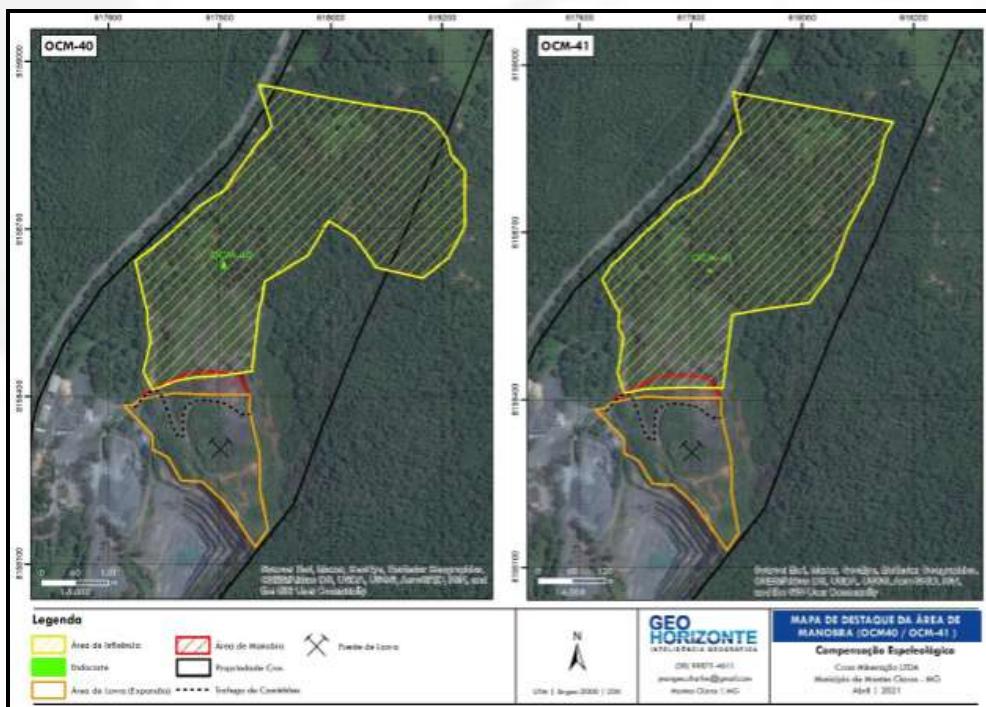


Figura 3: Mapa de destaque da área de manobra em relação às cavidades OCM40 e OCM41

De acordo com os estudos, as cavidades CAV03, OCM22, OCM23, OCM24, bem como suas respectivas áreas de influência, não apresentam inter-relação com as



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

cavidades classificadas com grau de relevância máximo (CAV24, OCM2-08, OCML46 e OCML 47). A nova área da cava também não interfere nas áreas de influência das cavidades de relevância máxima.

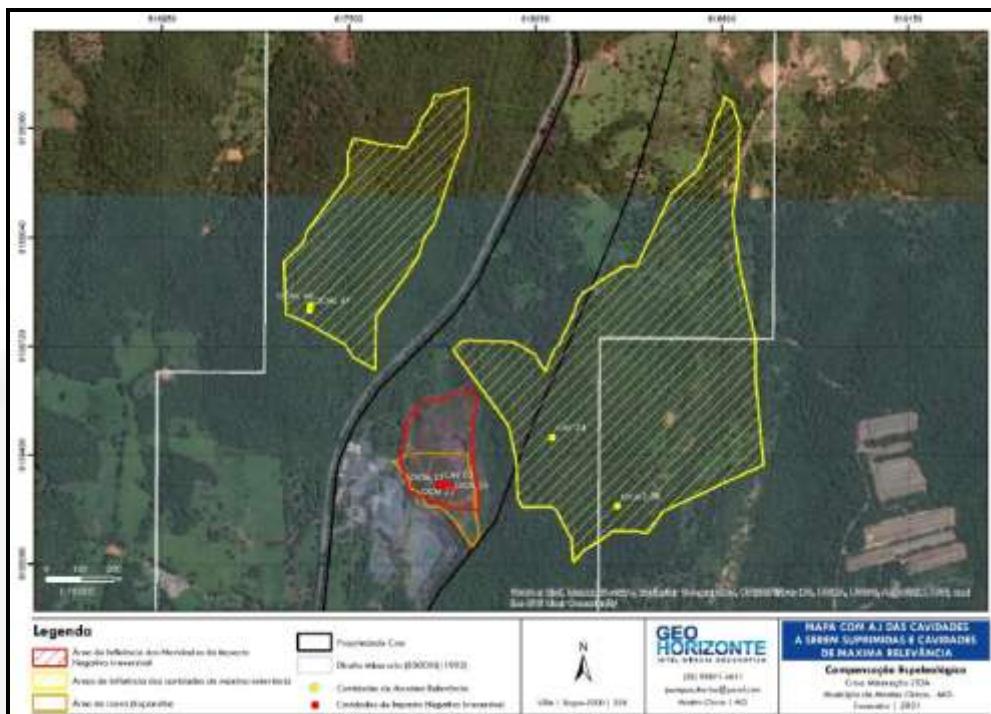


Figura 4: Mapa com as áreas de influência das cavidades de máxima relevância.

As cavidades apresentadas como compensação espeleológica, cavidades testemunho, (OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21), bem como suas respectivas áreas de influência, encontram-se fora da área de reserva legal da propriedade do empreendimento.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42



Figura 5: Mapa com as áreas de influência das cavidades testemunho.

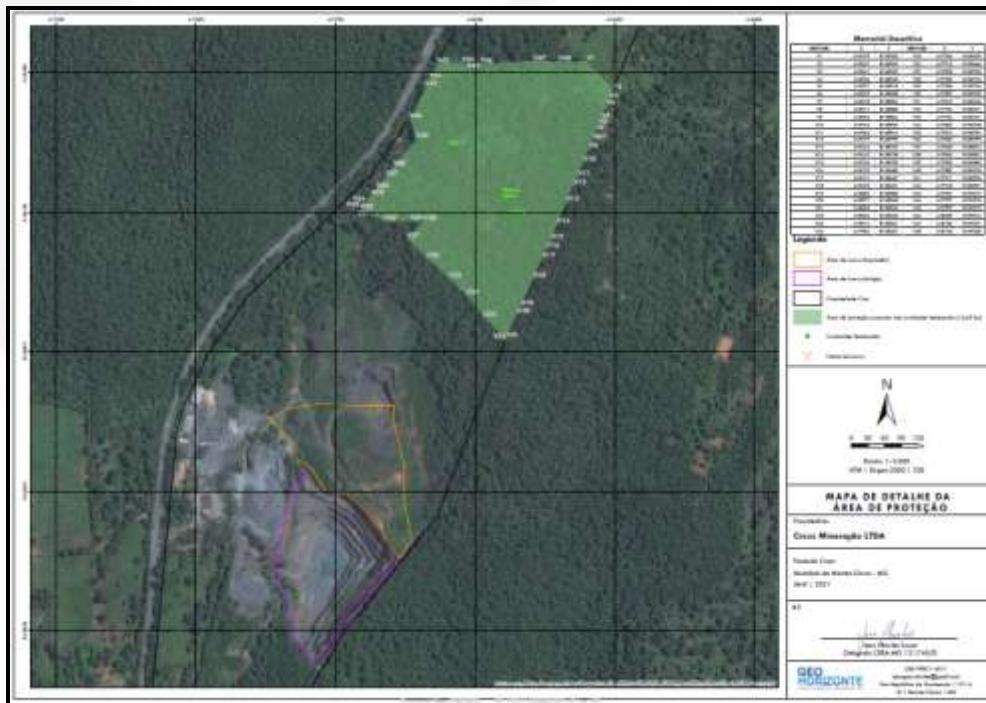


Figura 6: Mapa com a área de Reserva Legal do Empreendimento.

Parecer nº 52/SEMAP/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

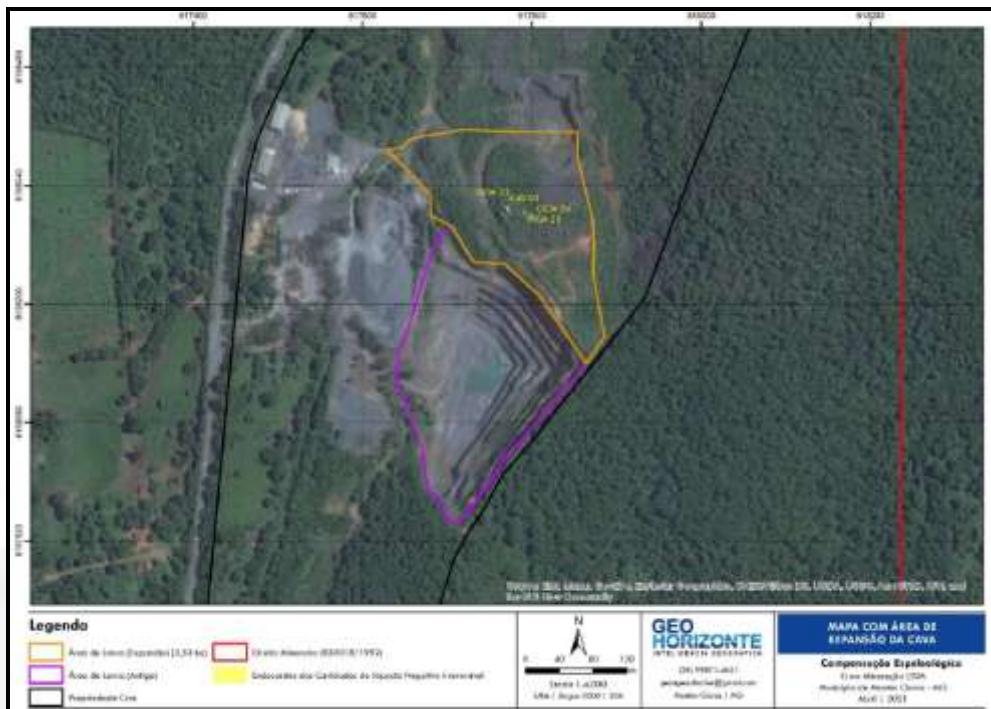


Figura 7: Mapa com a área de expansão da Cava

O Decreto Federal nº 99.556/1990, alterado pelo Decreto Federal nº 6.640/2008, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências, classifica as cavidades de acordo com o grau de relevância das mesmas, em Máxima, Alto, Médio ou Baixo. O referido Decreto estabelece que após o devido licenciamento ambiental, as cavidades naturais poderão ser objeto de impacto ambiental irreversível, com exceção das cavidades classificadas com grau de relevância Máxima e cavidades Testemunho.

Nesses termos, com o objetivo de aumentar a área de extração do minério, o empreendedor solicitou supressão total das cavidades naturais (CAV03, OCM22, OCM23 e OCM24).

3 Compensação espeleológica

3.1 Compensação das cavidades grau de relevância alto

Para as cavidades naturais com grau de relevância alto, o Decreto Federal nº 6.640/2008 determina a adoção de medidas e ações para assegurar a preservação



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

em caráter permanente de duas cavidades naturais, com o mesmo grau de relevância, como a mesma litologia e com atributos similares a que sofrerá o impacto irreversível.

A instrução de Serviço - IS do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SISEMA nº 08/2017 (revisão 01), para a supressão da cavidade natural classificada como de alta relevância, empreendedor deverá apresentar relatório técnico-fotográfico acompanhado de Anotação de Responsabilidade Técnica - ART junto ao conselho profissional que ateste que a supressão da cavidade foi precedida de registro e armazenamento cartográfico e fotográfico, bem como de inventário e coleta de espeleotemas e elementos geológicos e biológicos representativos do ecossistema cavernícola, compreendendo o resgate, o transporte adequado, destinação a coleções científicas institucionais e o registro de todas as informações no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE. Contudo, a apresentação do supracitado relatório técnico-fotográfico também será necessária para a supressão da cavidade de média relevância.

Cavidade	PH	Área	Volume	Desnível	Presença de Táxons novos	Riqueza de Espécies	Diversidade de espécies	Espeleotemas	Sedimentação clástica ou química	Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Presença de registros paleontológicos
OCM22	34,72	33,14	65,99	3,97	Ausência	Média	Média	Coralóides	Blocos e sedimentos argilo-arenoso	Baixa	Ausência
OCM23	11,64	12,29	75,42	3,96	Ausência	Média	Média	Coralóides	Blocos e sedimento argilo-arenoso	Baixa	Ausência
OCM 24	9,44	10,38	13,08	4,52	Ausência	Média	Média	Não foram observados espeleotemas	Areias, argila e blocos	Baixa	Ausência

Figura 8: Principais características das cavidades com grau de relevância alto que sofrerão impacto negativo irreversível.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

Cavidade	PH	Área	Volume	Desnível	Presença de Táxons novos	Riqueza de Espécies	Diversidade de espécies	Espeleotemas	Sedimentação clástica ou química	Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Presença de registros paleontológicos
OCML06	20,8	18,55	46,09	3,4	Ausência	Média	Média	Coralóide, escorrimientos, travertinos, couve-flor e pérolas	Blocos e sedimentos argilo-arenoso	Baixa	Ausência
OCML07	23,23	70,29	85,05	2,02	Presença	Média	Alta	Coralóide, cortinas serrilhadas, escorrimientos e estalactites	Blocos e sedimento argilo-arenoso	Baixa	Ausência
OCML08	40,8	57,72	118,32	1,41	Presença	Média	Média	Cortinas serrilhadas, coralóides, couve-flor, escorrimientos e estalactites	Sedimentos argilo-arenosos e blocos	Baixa	Ausência
OCML11	46,67	50,24	145,69	5,22	Ausência	Alta	Média	Coralóides, cortinas serrilhadas escorrimientos, couve-flor e travertinos	Sedimentos argilo-arenosos e blocos	Baixa	Ausência
OCML17	13,05	19,98	31,16	0,63	Ausência	Média	Média	Coraloides, escorrimientos	Sedimentos argilo-arenosos	Baixa	Ausência
OCML21	12	9,51	19,49	1,12	Presença	Média	Baixa	Coraloides, couve-flor, escorrimientos, canaículos	Sedimentos argilo-arenosos e seixos	Baixa	Ausência

Figura 9: Principais características das cavidades com grau de relevância alto sugeridas para se tornarem cavidades testemunho.

De acordo com a similaridade dos atributos presentes nas cavidades de alta relevância, foram feitas as sugestões para compensação:

Quadro 2: Cavidade objeto de intervenção e suas respectivas cavidade testemunho

Cavidade objeto de intervenção	Cavidade testemunho
OCM22	OCML08 e OCML11
OCM23	OCML06 e OCML07
OCM24	OCML17 e OCML21.

A área de influência das cavidades testemunho (OCML6, OCML7, OCML8, OCML11, OCML17 e OCML21) totalizam 33,80 ha, destes 2,52 ha encontram-se inseridos nos limites da Fazenda Cascata, 6,08 ha encontram-se inseridos nos limites da Fazenda da Somai e 0,79 ha pertencem à área de servidão do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT da BR-135. Nesse



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

sentido, conforme apresentado na alternativa proposta, a área de influência das cavidades testemunho se tornarão reserva legal da propriedade da CROS e os 2,52 ha localizados na Fazenda Cascata, bem como os 6,08 ha da Somai não estarão inseridos na área de proteção dessas cavidades, ressalta-se que os 0,79 ha da área de servidão do DNIT também não estarão incluídos na área de proteção, no entanto, como essas áreas estão localizadas dentro do processo Agência Nacional de Mineração - ANM da Cros Mineração, isso garante a preservação, visto que nenhum outro empreendimento mineral pode explorar a área. Dessa forma, a área a ser protegida pela Cros Mineração totaliza 24,41 hectares.

O empreendedor informa que irá fazer a notificação formal ao proprietário da Fazenda Cascata e da SOMAI com relação às cavidades presentes nas suas respectivas propriedades, e sobre a necessidade de preservá-las em 30 dias; irá realizar o cercamento da área de influência das cavidades testemunho em até 120 dias. Entregará a documentação para regulamentação da área de influência das cavidades testemunho como reserva legal da propriedade da Cros em até 120 dias. Iniciará o monitoramento sismográfico das cavidades testemunho: OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17, OCML21.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022
Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

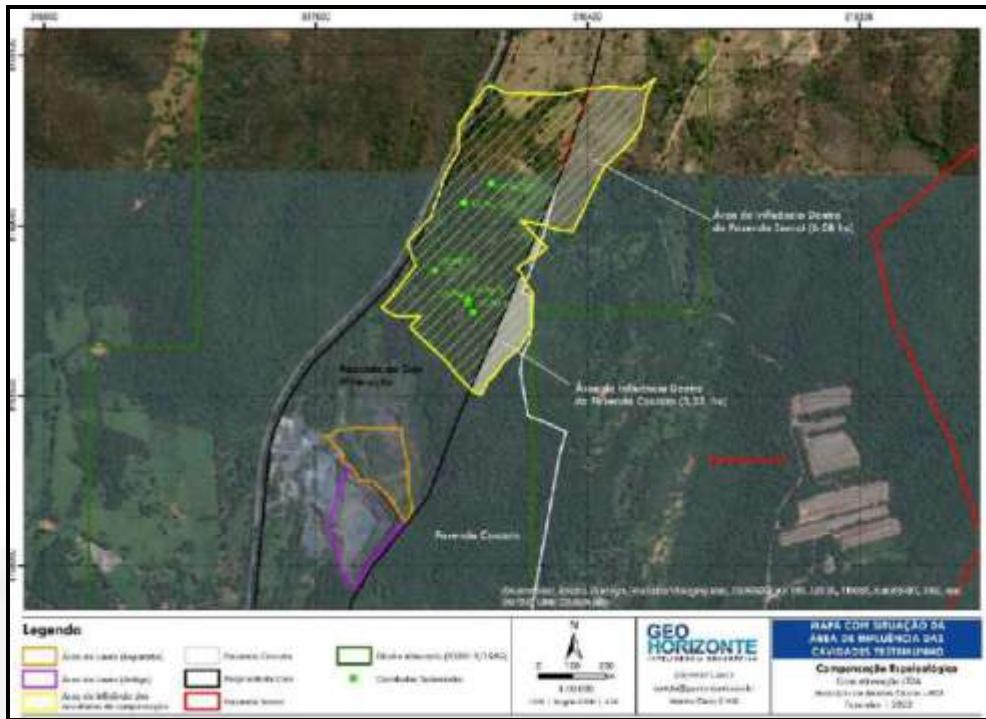


Figura 10: Pequena parte da área de influência das cavidades testemunho inseridas em áreas da Fazenda Cascata e SOMAI.

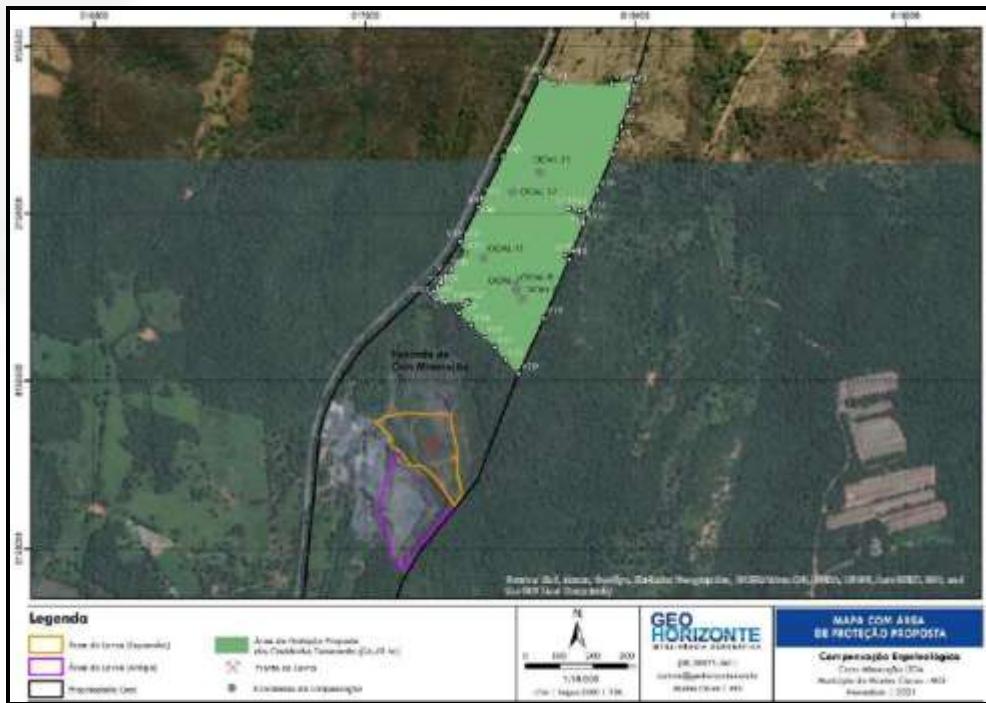


Figura 11: Área de influência das cavidades testemunho dentro da propriedade da CROS Mineração.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

MEMORIAL DESCRIPTIVO DA ÁREA A SER PROTEGIDA PELA CROS MINERAÇÃO		
VERTICE	X	Y
V1	618160	8159389
V2	618330	8159387
V3	618388	8159401
V4	618402	8159402
V5	618396	8159383
V6	618379	8159319
V7	618360	8159261
V8	618347	8159222
V9	618332	8159179
V10	618288	8159069
V11	618261	8159003
V12	618237	8159009
V13	618205	8159015
V14	618203	8159015
V15	618247	8158969
V16	618215	8158889
V17	618193	8158875
V18	618204	8158864
V19	618131	8158687
V20	618055	8158521
V21	618016	8158561
V22	617984	8158601
V23	617954	8158630
V24	617915	8158666
V25	617878	8158702
V26	617909	8158734
V27	617900	8158734
V28	617837	8158735
V29	617813	8158745
V30	617794	8158761
V31	617794	8158761
V32	617803	8158768
V33	617815	8158781
V34	617825	8158793
V35	617840	8158814
V36	617854	8158831
V37	617895	8158882
V38	617882	8158917
V39	617882	8158918
V40	617932	8159018
V41	617936	8159020
V42	617946	8159046
V43	618007	8159172
V44	618117	8159408
V45	618120	8159408

Figura 12: Memorial descritivo das áreas de influência das Cavidades dentro da CROS Mineração (WGS84 / UTM zone 23s)

3.2 Compensação da cavidade grau de relevância médio

De acordo com o Decreto Federal nº 6.640/2008, para impacto negativo irreversível



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

em cavidade natural com grau de relevância médio, o empreendedor deverá adotar medidas e financiar ações que contribuam para a conservação e o uso adequado do patrimônio espeleológico, em especial as cavidades naturais com grau de relevância alto e máximo, nos termos definidos pelo órgão ambiental competente.

A nível Estadual, a IS SISEMA nº 08/2017 (revisão 1), estabelece, com rol exemplificativo, as medidas para preservação e conservação do patrimônio espeleológico, mediante assinatura do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica – TCCE previamente a concessão da licença ambiental. Contudo, considerando que o empreendimento possui licença ambiental válida, o TCCE será assinado previamente à decisão deste adendo ao Parecer Técnico SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA nº. 46/2022.

As medidas para preservação e conservação do patrimônio espeleológico apresentadas pelo empreendedor foram:

A. Financiamento ou fornecimento de materiais e equipamentos destinados a ações de vistoria e fiscalização em espeleologia:

- Macacão espeleológico personalizado (05 unidades)
- Kit Vertical Espeleo Basic, Marca: Alpimonte (03 unidades);
- Trena digital Bosh;
- Lanterna de cabeça Pixa 3 marca Petzl anti explosão (05 unidades);
- Strato Vent - Capacete Leve e Ventilado Petzl (05 unidades).
- Kit completo de (Luvas/joelheira e cotoveleira) da Airsoft Completo Joelheira Cotoveleira Cinto Preto Verde Tan (05 unidades).
- Curso de capacitação em espeleo vertical para 03 pessoas.

B. Doação de 01 (um) veículo do tipo automóvel como forma de facilitar as



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

rondas, fiscalização, combate a incêndios florestais, dentre outras atividades que a SUPRAM NM realiza. A partir da aprovação da proposta, o pedido do carro será realizado em 30 dias e a entrega de acordo com o prazo estabelecido pelo fabricante:

- Carro do tipo picape – cabine dupla (Strada ou Saveiro).

C. Aquisição de drone também para a SUPRAM NM, além de treinamento para manusear o aparelho, com o objetivo de auxiliar na fiscalização e monitoramento realizados pelo órgão. A partir da aprovação da proposta, sugerimos o cumprimento da proposta em no máximo 90 dias:

- Drone DJI Mavic Pro - 2 Kit Combo (02 unidades).

D. Apoio financeiro para custear a participação de até quatro técnicos da SUPRAM NM, no próximo Congresso Nacional de Espeleologia, incluindo a inscrição e participação de um minicurso, que será realizado no mês de abril de 2022 em Brasília – DF. A inscrição no congresso, bem como todo os custos de logística (combustível, hospedagem e alimentação) serão custeados pela Cros Mineração Ltda, com o objetivo de contribuir com a capacitação desses profissionais

4 Relevância das cavidades

De acordo com a IN MMA nº 2/2017, que define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5º do Decreto Federal nº 99.556/1990, as cavidades naturais subterrâneas serão classificadas de acordo com seu grau de relevância em máximo, alto, médio ou baixo, determinado pela análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da referida IN, avaliados sob enfoque local e regional.

Considerando que as cavidades naturais classificadas com grau de relevância alto, médio ou baixo poderão ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental (Decreto Federal nº 99.556/1990), o empreendedor formalizou estudo para definição do grau relevância das cavidades naturais objeto



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

de impacto negativo irreversível, cavidades CAV03, OCM22, OCM23 e OCM24 e das cavidades naturais apresentadas como testemunho, cavidades OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21.

O estudo intitulado como “Revisão da Valoração das Cavidades de Impacto Irreversível e das Cavidades Testemunho” foi elaborado pela empresa GeoHorizonte Inteligência Geográfica (Versão de Fevereiro de 2022) acompanhado pela devida ART.

A definição do grau de relevância das cavidades naturais considerou, segundo os enfoques local e regional, os atributos, grupos de atributos, peso e contribuição, conforme Anexo II da IN MMA nº 2/2017.

Na análise da espeleometria sob enfoque local foram consideradas 62 cavernas naturais identificadas no estudo de prospecção espeleológica realizado pelo empreendedor, sendo elas: OCM02; OCM14; OCM22; OCM23; OCM24; OCM31; OCM35; OCM36; OCM39; OCM61A; OCM61B; CAV03; OCM10; OCM37; OCM40; OCM41; OCM44; OCM45; OCM53; CAV10; CAV10-1; CAV13; CAV14; CAV15; CAV16; CAV19; CAV22; CAV23; CAV24; CAV27; CAV29; CAV07; OCML1; OCML2; OCML3; OCML6; OCML7; OCML8; OCML11; OCML16; OCML17; OCML18; OCML19; OCML21; OCML22; OCM2-08; OCML24; OCML25; OCML26; OCML27; OCML28; OCML30; OCML35; OCML37; OCML38; OCML39; OCML40; OCML43; OCML44; OCML46; OCML47 e OCML48.

Na análise da espeleometria sob enfoque regional foram consideradas 153 cavernas naturais, sendo as 62 cavernas analisadas no enfoque local mais 91 cavernas naturais com dados obtidos através de pesquisas de dados secundários, sendo: Da divisa; Do escritório; Da fenda; Da barriguda; Do Imbé; Do angico; Do buraco; Do guiné; Véu da noiva; Grande; D'Água; SB-003; SB-004; SB-005; SB-006; SB-009; SB-010; SB-011; SB-013; SB-014; SB-016; SB-017; SB-019; SB-022; SB-024; SB-025; SB-026; SB-028; SB-029; SB-031; SB-032; SB-033; SB-034; SB-035; SB-036; SB-037; SB-038; SB-039; SB-040; SB-041; SB-043; SB-045; SB-046; SB-048; SB-051; SB-052; SB-053; SB-054; SB-056; SB-057; SB-058; SB-059; SB-060; SB-061;



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

SB-062; SB-063; SB-064; SB-066; SB-067; SB-068; SB-069; SB-070; SB-071; SB-072; SB-073; SB-076; SB-078; SB-079; SB-080; SB-081; SB-082; SB-083; SB-085; SB-086; SB-088; SB-093; SB-094; SB-096; SB-098; SB-100; SB-101; SB-102; SB-103; SB-104; SB-105; SB-108; SB-110; SB-111; SB-112; SB-113 e SB-115.

Quadro 3: Espeleometria local e regional

Análise	Local				Regional			
	PH (m)	Área (m ²)	Desnível (m)	Volume (m ³)	PH (m)	Área (m ²)	Desnível (m)	Volume (m ³)
Percentil 20	9,87	11,63	0,87	20,15	5,25	5,37	1,00	5,95
Percentil 50	20,49	33,36	2,13	70,60	11,90	17,40	2,21	21,13
Mediana	20,49	33,36	2,13	70,60	11,90	17,40	2,21	21,13
8 x Mediana	163,88	266,84	-	564,76	95,20	139,16	-	169,04

PH – Projeção horizontal: Soma da projeção horizontal dos eixos de desenvolvimento da cavidade e classificação do resultado em relação aos percentis 20 e 50 observados nas cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica.

Área - Área da projeção horizontal da caverna: Área calculada em superfície da cavidade em relação às áreas calculadas de outras cavidades [considerando os percentis 20 e 50 do conjunto de dados] que se distribuem na mesma unidade espeleológica.

Desnível: Comparação da diferença entre a cota do piso mais alta e a mais baixa da cavidade sob análise, em relação aos desníveis calculados de outras cavidades [considerando os percentis 20 e 50 do conjunto de dados] que se distribuem na mesma unidade espeleológica.

Volume: Volume da cavidade sob análise em relação aos volumes calculados de outras cavidades [considerando os percentis 20 e 50 do conjunto de dados] que se distribuem na mesma unidade espeleológica.

Segue conceito de cavidade natural com grau de relevância máximo, alto, médio e baixo:

- Entende-se por cavidade natural subterrânea com grau de relevância máximo aquela que possui pelo menos um dos atributos listados abaixo (Art. 3º da IN MMA nº 2/2017). I - gênese única ou rara; II - morfologia única; III - dimensões notáveis em extensão, área ou volume; IV - espeleotemas únicos; V - isolamento geográfico; VI - abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais; VII - habitat



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos; VIII - habitat de troglóbio raro; IX - interações ecológicas únicas; X - cavidade testemunho; ou; XI - destacada relevância histórico-cultural ou religiosa.

- Entende-se por cavidade natural com grau de relevância alto aquela cuja importância de seus atributos seja considerada: I - acentuada sob enfoque local e regional; ou II - acentuada sob enfoque local e significativa sob enfoque regional (Art. 6º da IN MMA nº 2/2017).
- Entende-se por cavidade natural com grau de relevância médio aquela cuja importância de seus atributos seja considerada: I - acentuada sob enfoque local e baixa sob enfoque regional; ou II - significativa sob enfoque local e regional (Art. 7º da IN MMA nº 2/2017).
- Entende-se por cavidade natural com grau de relevância baixo aquela cuja importância de seus atributos seja considerada: I - significativa sob enfoque local e baixa sob enfoque regional; ou II - baixa sob enfoque local e regional (Art. 8º da IN MMA nº 2/2017).

Ainda, as cavidades naturais com menos de cinco metros de desenvolvimento linear poderão ser classificadas com baixo grau de relevância, desde que demonstrada a inexistência de: I - zona afótica; II - destacada relevância histórico-cultural ou religiosa; III - presença de depósitos químicos, clásticos ou biogênicos de significativo valor científico, cênico ou ecológico; ou; IV - função hidrológica expressiva para o sistema cárstico.

A importância dos atributos das cavidades naturais subterrâneas foi definida como acentuada, significativa ou baixa de acordo com o número de grupos de atributos minimamente significativos, avaliados sob os enfoques local e regional, conforme Anexo III da IN MMA nº 2/2017.

Quadro 4: ANEXO III da IN MMA nº 2/2017 (Classificação de importância relativa aos atributos



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

da cavidade natural subterrânea avaliados sob os enfoques local e regional)

Importância	Número de grupos de atributos considerados minimamente significativos para a classificação do grau de relevância	
	Enfoque local	Enfoque regional
Acentuada	4 a 8	2 a 4
Significativa	1 a 3	1
Baixa	0	0

Segue abaixo quadro da classificação da importância relativa aos atributos das cavidades naturais objeto de intervenção e testemunho, avaliadas sob os enfoques local e regional conforme estudo apresentado.

Quadro 5: Análise da importância dos grupos de atributos

Cavidades	Análise dos grupos de atributos					
	Regional			Local		
	Significativo	Não significativo	Importância	Significativo	Não significativo	Importância
CAV03	1	3	Significativo	1	7	Significativo
OCM22	2	2	Acentuada	2	6	Acentuada*
OCM23	2	2	Acentuada	2	6	Acentuada*
OCM24	2	2	Acentuada	1	7	Acentuada*
OCML06	2	2	Acentuada	3	5	Acentuada*
OCML07	3	1	Acentuada	3	5	Acentuada*
OCML08	3	1	Acentuada	3	5	Acentuada*
OCML11	2	2	Acentuada	2	6	Acentuada*
OCML17	2	2	Acentuada	2	6	Acentuada*
OCML21	3	1	Acentuada	3	5	Acentuada*

* Para os casos de relações de importância de atributos não previstas nos §§ 6º, 7º e 8º do art. 2º do Decreto nº Estadual 99.556/1990 (arts 6, 7 e 8 da IN MMA nº 02/2017), a importância dos atributos sob enfoque local assumirá a mesma importância identificada para os atributos sob enfoque regional.

A definição do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas foi iniciada com a análise das configurações de atributos sob enfoque regional, seguindo a chave de classificação do Anexo IV da IN MMA nº 2/2017.



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

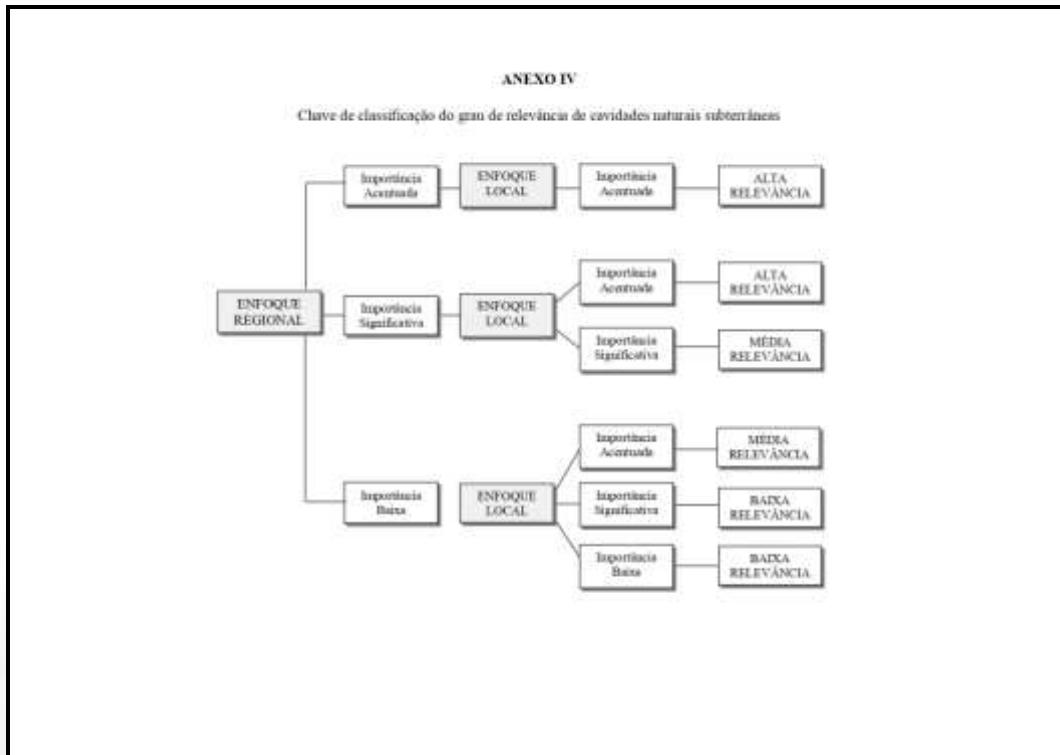


Figura 13: Chave de classificação do grau de relevância.

Considerando que as cavidades naturais objeto de impacto negativo irreversível, OCM22, OCM23 e OCM24, e as cavidades testemunho, OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21, apresentaram importância acentuada sob enfoque regional e local de seus atributos, as mesmas foram classificadas com grau de relevância alto conforme estudos apresentados.

Com relação à cavidade natural objeto de intervenção CAV03, está apresentou importância significativa sob enfoque regional e local de seus atributos, sendo classificada com grau de relevância médio conforme estudos apresentados.

Quadro 6: Classificação do grau de relevância

IN MMA nº 02/2017			
Art.	Relevância	Atributos	Cavidades
3º	Máximo	Espeleotemas únicos	OCM2-08
Art.	Relevância	Importância dos atributos	Cavidades
6º	Alto	I - acentuada sob enfoque local e regional	OCM22, OCM23, OCM24, OCML06,



Parecer nº 52/SEMAD/SUPRAM NORTE-DRRA/2022

Processo SEI nº 1370.01.0009633/2021-42

		OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21
		II - acentuada sob enfoque local e significativa sob enfoque regional
		I - acentuada sob enfoque local e baixa sob enfoque regional
7º	Médio	II - significativa sob enfoque local e regional
		CAV03
		I - significativa sob enfoque local e baixa sob enfoque regional
8º	Baixo	II - baixa sob enfoque local e regional
		-
		-

Cabe ressaltar que a cavidade natural OCML06 possui inter-relação com a cavidade natural OCM2-08, esta classificada como grau de relevância máximo pela constatação do atributo “espeleotemas únicos” (flores de gipsita).



Quadro 7: CAV03 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/2017, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – CAV03						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0		
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Ausência	0	30	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0		
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	-	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150	150	Grupo significativo
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Baixa (<P20)	0	30	0		
Área	Baixa (<P20)	0	20	0	60	Grupo NÃO significativo
Desnível	Baixa (<P20)	0	20	0		
Volume	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0		
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		



Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cártico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Enfoque Regional – CAV03						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Ausência	0	30	0		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Ausência	0	20	0	70	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Baixa	1	30	30		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	60	190	Grupo significativo
Desnível	Baixa (<P20)	0	20	0		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo



Quadro 8: OCM22 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCM22						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Ausência	0	30	0		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	-	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150		
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0	150	Grupo significativo
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60	250	Grupo significativo
Volume	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0		
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0	0	Grupo NÃO significativo



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0		
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		
Enfoque Regional – 0CM22						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Ausência	0	30	0		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Ausência	0	20	0	100	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Média	2	30	60		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60	300	Grupo significativo
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



Quadro 9: OCM23 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCM23						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Ausência	0	30	0		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150	150	Grupo significativo
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60	250	Grupo significativo
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0		
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		
Enfoque Regional – OCM23						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Ausência	0	30	0		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Ausência	0	20	0	100	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Média	2	30	60		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40	250	Grupo significativo
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



Quadro 10: OCM24 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCM24						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Ausência	0	30	0		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150		
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0	150	Grupo significativo
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Baixa (<P20)	0	30	0		
Área	Baixa (<P20)	0	20	0	60	Grupo significativo
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60		
Volume	Baixa (<P20)	0	30	0		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0			
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado	
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0		0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0		0	
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado	
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0		0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		0	
Enfoque Regional – OCM24							
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado	
Presença de composição singular da fauna	Ausência	0	30	0			
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Ausência	0	20	0		100	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40			
Diversidade de espécies	Média	2	30	60			
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado	
Presença de espécie rara	Ausência	0	50	0		0	Grupo NÃO significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		0	
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado	
Projeção horizontal	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60			
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		220	Grupo significativo
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60			
Volume	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60			
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado	
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0		0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0			



Quadro 11: OCML06 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local - OCML06						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Ausência	0	30	0		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150	150	Grupo significativo
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60	250	Grupo significativo
Volume	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	150	Grupo significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Presença	3	50	150		
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		
Enfoque Regional – OCML06						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Ausência	0	30	0		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Ausência	0	20	0	100	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Média	2	30	60		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60	300	Grupo significativo
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



Quadro 12: OCML07 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCML07						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0		
Constatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Presença	3	30	90	90	Grupo significativo
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0		
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35	35	Grupo NÃO significativo
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0		
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150	150	Grupo significativo
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90	280	Grupo significativo
Área	Alta (>P50)	3	20	60		
Desnível	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0		
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		
Enfoque Regional - OCML07						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Presença	3	30	90		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Presença	3	20	60	280	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Alta	3	30	90		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Presença	3	50	150	150	Grupo significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60	280	Grupo significativo
Desnível	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



Quadro 13: OCML08 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCML08						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Presença	3	30	90		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	90	Grupo significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150		
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0	150	Grupo significativo
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60		
Desnível	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40	280	Grupo significativo
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0		
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		
Enfoque Regional – OCML08						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Presença	3	30	90		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Presença	3	20	60	250	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Média	2	30	60		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Presença	3	50	150	150	Grupo significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60	280	Grupo significativo
Desnível	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



Quadro 14: OCML11 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCML11						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Ausência	0	30	0		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150		
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0	150	Grupo significativo
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60		
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60	300	Grupo significativo
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0		
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		
Enfoque Regional – OCML11						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Ausência	0	30	0		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Ausência	0	20	0	120	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Alta	3	20	60		
Diversidade de espécies	Média	2	30	60		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60	300	Grupo significativo
Desnível	Alta (>P50)	3	20	60		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



Quadro 15: OCML21 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCML17						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Ausência	0	30	0		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150		
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0	150	Grupo significativo
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Desnível	Baixa (<P20)	0	20	0	160	Grupo significativo
Volume	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0		
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0		
Enfoque Regional – OCML17						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Ausência	0	30	0		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Ausência	0	20	0	100	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Média	2	30	60		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Ausência	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Alta (>P50)	3	20	60	240	Grupo significativo
Desnível	Baixa (<P20)	0	20	0		
Volume	Alta (>P50)	3	30	90		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



Quadro 16: OCML21 - Análise dos atributos e variáveis listados no Anexo I da IN MMA nº 02/20217, avaliados sob enfoque local e regional.

Enfoque Local – OCML21						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	Ausência	0	20	0		
Presença de população excepcional em tamanho	Ausência	0	20	0		
Constatatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	Uso não constatado	0	15	0	0	Grupo NÃO significativo
Constatatação de uso da cavidade por espécies migratórias	Uso não constatado	0	15	0		
População residente de quirópteros	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de táxons novos	Presença	3	30	90		
Presença de espécies troglomórficas	Ausência	0	40	0	90	Grupo significativo
Presença de trogloxeno obrigatório	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à sedimentação química e clástica	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Diversidade de depósitos químicos	Poucos tipos ou processos	1	35	35		
Configuração dos espeleotemas	Pouco significativo	0	35	0	35	Grupo NÃO significativo
Sedimentação clástica ou química com valor científico	Presença sem valor científico ou ausência	0	30	0		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de água de percolação	Presença	3	50	150		
Presença de água de condensação	Ausência	0	50	0	150	Grupo significativo
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Área	Baixa (<P20)	0	20	0		
Desnível	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40	100	Grupo significativo
Volume	Baixa (<P20)	0	30	0		
Atributos relacionados a interesse científico	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Localidade tipo	Ausência	0	40	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de registros paleontológicos	Ausência	0	30	0		



Presença de estrutura geológica de interesse científico	Ausência	0	30	0		
Atributos relacionados aos geossistemas	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico	Baixa	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	Ausência	0	50	0	0	
Atributos histórico-culturais e socioeconômicos	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	Sem reconhecimento	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Visitação pública na cavidade	Sem visitação	0	50	0	0	
Enfoque Regional – OCML21						
Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de composição singular da fauna	Presença	3	30	90		
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	Presença	3	20	60	220	Grupo significativo
Riqueza de espécies	Média	2	20	40		
Diversidade de espécies	Baixa	1	30	30		
Atributos relacionados à ocorrência de espécies	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de espécie rara	Presença	3	50	150	150	Grupo significativo
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	Ausência	0	50	0		
Atributos relacionados à espeleometria	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Projeção horizontal	Alta (>P50)	3	30	90		
Área	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40	230	Grupo significativo
Desnível	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	20	40		
Volume	Média (intervalo entre o P20 e o P50)	2	30	60		
Atributos relacionados à hidrologia	Parâmetros para avaliação	Peso	Contribuição	Resultado parcial	Resultado final	Resultado
Presença de drenagem subterrânea	Ausente	0	50	0	0	Grupo NÃO significativo
Presença de lago	Ausente	0	50	0		



5 Área de influência das cavidades

O presente tópico trata-se da definição a área de influência de 06 cavidades naturais subterrâneas (OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21), identificadas na área de propriedade do empreendimento CROS Mineração LTDA que serão utilizadas como compensação (cavidades testemunho) espeleológica.

De acordo com o PU nº0282127/2016 (SIAM), anteriormente foi definido a área de influência de 31 cavidades naturais subterrâneas, dentre elas as cavidades alvo de supressão CAV03, OCM22, OCM23 e OCM24.

Destaca-se, conforme análise e estudos específicos apresentados, que não haverá nenhuma espécie de impacto irreversível nas cavidades OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21 em análise, sendo objeto deste tópico unicamente à definição das suas áreas de influência.

Segundo o art. 2º da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - 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 entorno das cavidades encontra-se bem conservado, com remanescentes de vegetação nativa em bom estado de conservação. As cavidades OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21 estão fora da área correspondente a ADA e entorno de 250m do empreendimento.

5.1 Exocarste local

O exocarste local é intensamente marcado pelas estruturas geológicas presentes na rocha, ou seja, as fraturas e o acamamento inclinado, pois a geologia regional originou dobramentos com eixo NE-SW, abertos e com eixo horizontal, relacionados ao acamamento primário.

Localmente é verificada estruturação de anticlinais e sinclinais, suaves com flancos com baixos ângulos de mergulho e zona de charneira horizontalizada. Tais



estruturas resultam em geomorfologias de morros tipo "mesas", com o topo aplinado ou arredondados e de cristas alongadas.

O mergulho máximo medido é de 35° com vergência para NW. Os dobramentos correspondem às deformações que geraram estruturas de caráter dúctil – dobras.

Outro fato peculiar do local são as diáclases que unem cavernas em suas extremidades. Esta configuração do relevo implicou na presença de diáclases, dolinas de dissolução e abatimento que muitas vezes também dão origem às cavernas do topo do maciço.

5.2 Descrição das cavidades identificadas

Quadro 17: Localização das cavidades

Cavidades		Localização das cavidades / WGS84 UTM zone 23s		
Código	Código - CANIE	x	y	z
OCML06	020446.06952.31.43302	618.063 m	8.158.745 m	797 m.
OCML07	020322.06940.31.43302	618.051 m	8.158.785 m	784 m.
OCML08	020323.06941.31.43302	618.051 m	8.158.785 m	784 m
OCML11	020304.06922.31.43302	617.951 m	8.158.868 m	771 m
OCML17	020343.06943.31.43302	618.117 m	8.159.123 m	792 m
OCML21	020308.06926.31.43302	618.037 m	8.159.066 m	771 m
OCM22	020289.06907.31.43302	617.776 m	8.158.321 m	752 m
OCM23	020290.06908.31.43302	617.790 m	8.158.306 m	744 m
OCM24	020291.06909.31.43302	617.801 m	8.158.303 m	736 m
CAV03	020053.06905.31.43302	617.769 m	8.158.314 m	772 m

5.2.1 Descrição das cavidade OCML06

Cavidade possui desenvolvimento linear rumos sudoeste - nordeste e sul. Sua planta baixa é meandrante, o perfil é vertical e os cortes são lenticulares. Os depósitos químicos correspondem apenas a coralóides, escorrimientos e couve-flor, os depósitos clásticos são grânulos e matações.

A cavidade possui projeção horizontal de 20,80 m, área de 18,55 m², desnível de 3,40 m e volume de 46,09 m³. a presença de água não foi verificada. A cavidade



apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 25,3°C e 36%, com zonação completa, predominando a eufótica.

O aporte orgânico é favorecido pela inclinação da entrada e por animais. A cavidade apresentou baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados detritos vegetais, raízes e fezes de roedor. Foi observado na caverna, um total de 4 morfoespécies de invertebrados e uma espécie de vertebrado, como pode ser observado na tabela a seguir. Desta forma, no total foram encontrados 5 morfoespécies. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Araneae	Pholcidae sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Diptera	Dolichopodidae sp.
Arthropoda	Araneae	Araneae sp.
Vertebrata	Chiroptera	Chiroptera sp.

Figura 14: Morfoespécies observadas na cavidade OCML06.

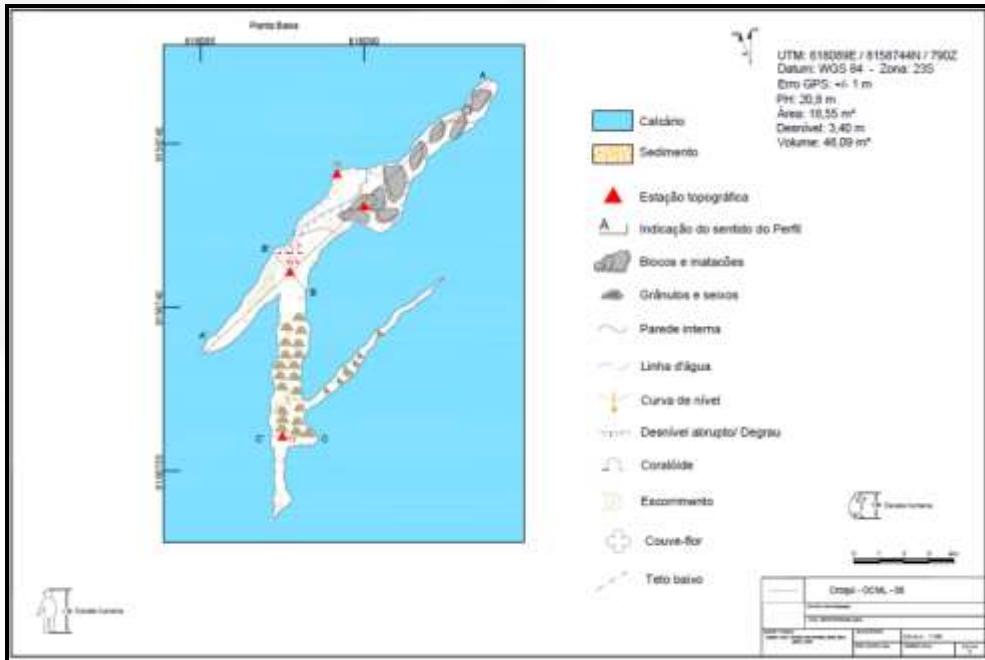


Figura 15: Levantamento topográfico da OCML06.

5.2.2 Descrição das cavidade OCML07

Cavidade possui desenvolvimento linear rumo nordeste, com 2,63 m de altura da entrada. Sua planta baixa é ramificada, o perfil é horizontal e os cortes são



lenticulares. A cavidade inicia-se em fratura na rocha, no interior da qual ocorre um sumidouro efêmero.

Os depósitos químicos são coraloides e cortinas serrilhadas, os depósitos clásticos são de blocos, grânulos e seixos. A entrada está localizada atrás de uma grande rocha com 4 metros na base do maciço. Foi observada a presença de mosquitos e morcegos no interior da cavidade. Não foram observados vestígios arqueológicos.

A cavidade possui projeção horizontal de 23,23 m, área de 70,29 m², desnível de 2,02 m e volume de 85,05 m³. A presença de água não foi verificada. A cavidade apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 20°C e 44%, com zonação completa, predominando a disfótica. O aporte orgânico é favorecido por água em épocas de chuva e por animais.

A cavidade apresentou baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados detritos vegetais, raízes e fezes de roedor. Foi observado na caverna, um total de 6 morfoespécies de invertebrados e uma espécie de vertebrado, como pode ser observado na tabela a seguir. Desta forma, no total foram encontrados 7 morfoespécies. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Chilopoda	Scutigeromorpha sp. (Figura 118)
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp. (Figura 119)
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Araneae	Pholcidae sp.
Arthropoda	Hemiptera	Reduviidae sp.
Vertebrata	Squamata	Squamata sp. (Figura 120)

Figura 16: Morfoespécies observadas na cavidade OCML07.

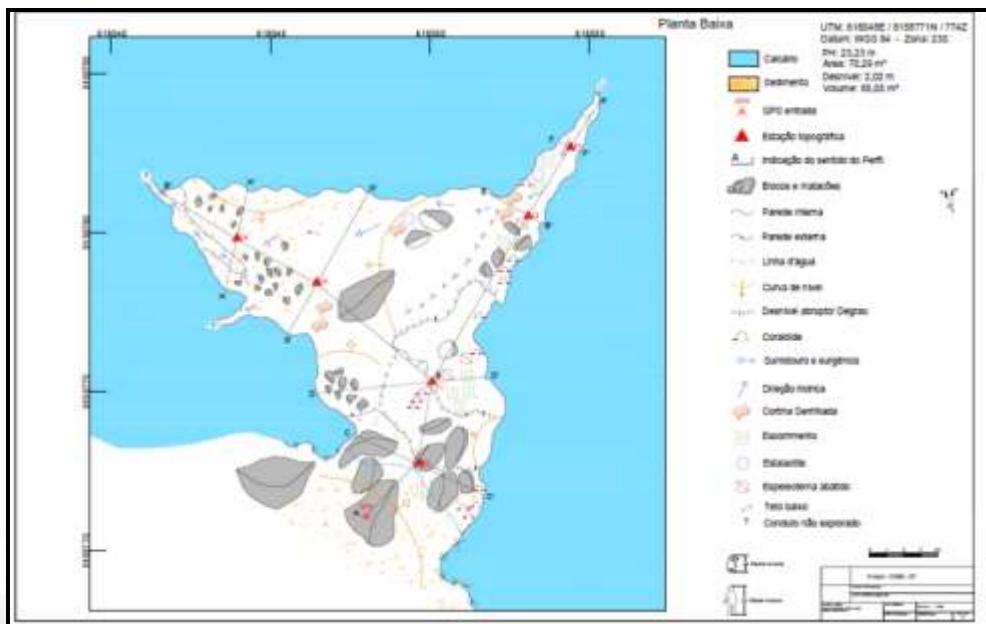


Figura 17: Levantamento topográfico da OCML07.

5.2.3 Descrição das cavidades OCML08

Cavidade possui desenvolvimento linear rumos sudeste e nordeste, com 2,50 m de altura da entrada, está localizada em uma fenda a esquerda da OCML7. Sua planta baixa é ramificada, o perfil é horizontal e os cortes são lenticulares e triangulares.

A cavidade contém duas entradas, dois sumidouros efêmeros, paredes com marcas de água e barro fresco até 2 metros de altura. Os depósitos químicos são coraloides e cortinas serrilhadas, os depósitos clásticos são grânulos e seixos. Foi observado a presença de mosquitos, besouros, aranhas e morcegos no interior da cavidade. Não foram observados vestígios arqueológicos.

A cavidade possui projeção horizontal de 40,80 m, área de 57,72 m², desnível de 1,41 m e volume de 118,32 m³. A cavidade apresenta indícios de alagamento em alguns pontos, durante épocas de muita chuva. O piso da cavidade é formado por sedimento e blocos abatidos. A cavidade apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 20,8°C e 40%, com zonação completa, predominando a afótica. O aporte orgânico é favorecido pela água em épocas de chuva e por pequena inclinação da entrada.

A cavidade apresentou baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados detritos vegetais e raízes. Foi observado na caverna, um total de 8 morfoespécies de invertebrados e nenhuma espécie de vertebrado, como pode ser observado na tabela a seguir. Desta forma, no total foram encontrados 8 morfoespécies. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Orthoptera	Phalangopsidae sp. (Figura 125)
Arthropoda	Araneae	Pholcidae sp. (Figura 126)
Arthropoda	Araneae	Sicariidae sp.
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp. (Figura 127)
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Araneae	Ctenidae sp.
Arthropoda	Hemiptera	Reduviidae sp.

Figura 18: Morfoespécies observadas na cavidade OCML08.

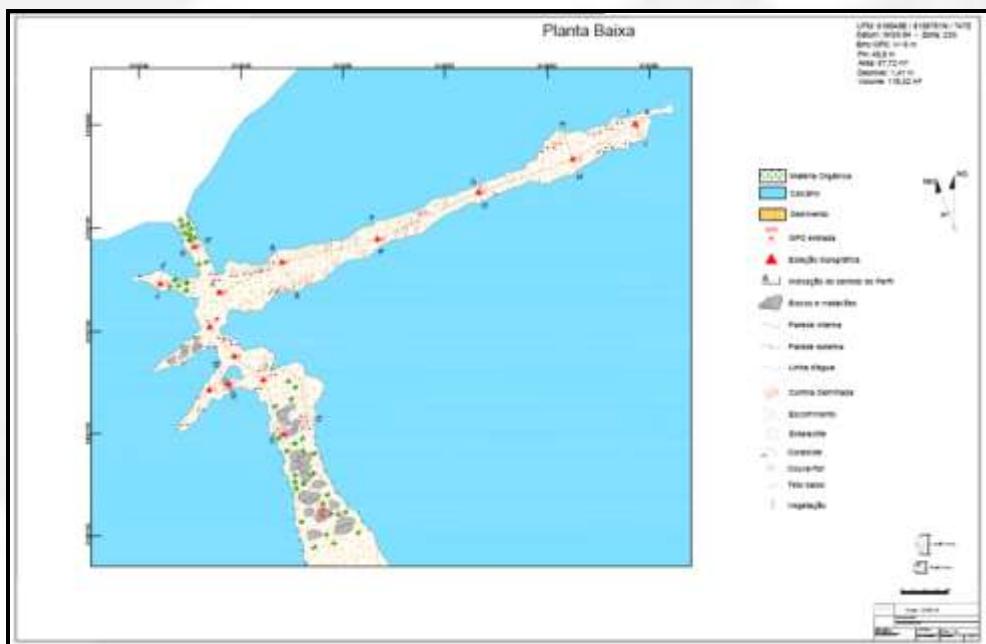


Figura 19: Levantamento topográfico da OCML08.

5.2.4 Descrição das cavidades OCML11

A cavidade possui projeção horizontal de 46,67 m, área de 50,24 m², desnível de 5,22 m e volume de 145,69 m³. Possui desenvolvimento linear rumo sudoeste, com 2,48 m de altura da entrada. Sua planta baixa é ramificada, o perfil é inclinado e os cortes são lenticulares e semicirculares.



Está inserida em uma diaclase com vários abismos quando observada por cima, mas todos conectados por baixo possuem um sumidouro efêmero. Os depósitos químicos são coraloides isolados, os depósitos clásticos são grânulos, blocos e matações. Foram observados mariposas e mosquitos no interior e não foram observados vestígios arqueológicos.

O piso da cavidade encontrava-se coberto por sedimento abaixo das claraboias e muitos blocos abatidos. A presença de água não foi verificada. A cavidade apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 20,7°C e 36%, com zonação completa, predominando a disfótica. O aporte orgânico é favorecido pelas claraboias e por animais.

A cavidade apresentou baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados detritos vegetais, raízes e fezes de roedor. Foi observado na caverna, um total de 7 morfoespécies de invertebrados e nenhuma espécie de vertebrados, como pode ser observado na tabela a seguir. Desta forma, no total foram encontrados 7 morfoespécies. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Araneae	Pholcidae sp.
Arthropoda	Diptera	Dolichopodidae sp.
Arthropoda	Araneae	Salticidae sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp.
Arthropoda	Hemiptera	Reduviidae sp.
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp.

Figura 20: Morfoespécies observadas na cavidade OCML11.

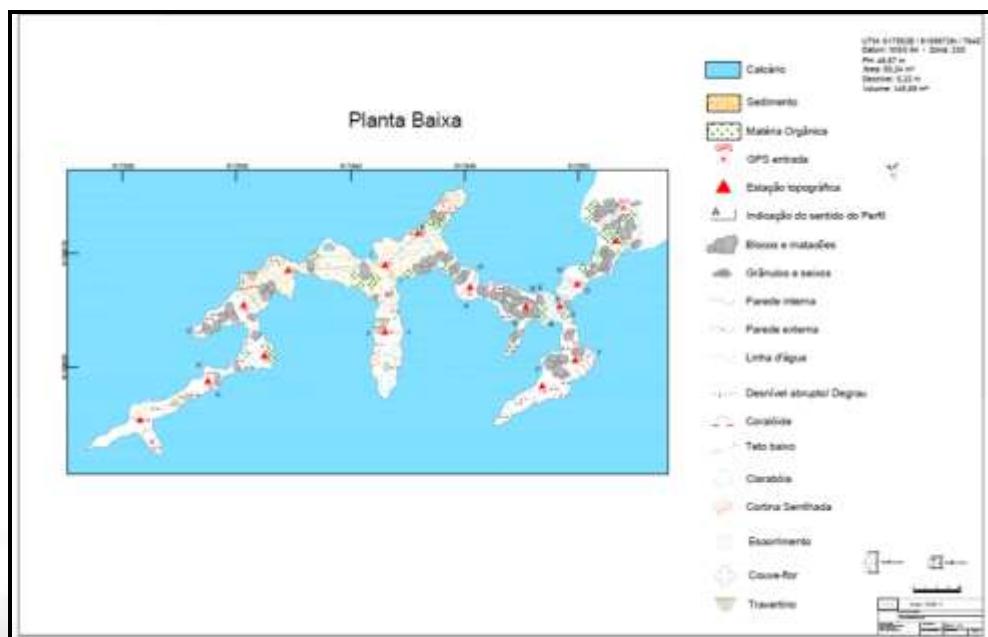


Figura 21: Levantamento topográfico da OCML11.

5.2.5 Descrição das cavidade OCML17

A cavidade possui projeção horizontal de 13,05 m, área de 19,98 m², desnível de 0,63 m, volume de 31,16 m³ altura da entrada de 2,75 m. Sua planta baixa é meandrante, o perfil é horizontal e os cortes são lenticulares. Os depósitos químicos são coraloides, os depósitos clásticos são de blocos e granulos.

A cavidade apresenta pequenas dimensões, com uma entrada com teto baixo e pequena claraboia no final. O entorno da cavidade apresenta vegetação de mata seca arbórea, com algumas árvores de aproximadamente 10 metros. O piso da cavidade é formado por sedimento rochoso, com pequenos blocos abatidos.

A presença de água não foi verificada. A cavidade apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 23°C e 34%, com zonação completa, predominando a disfótica.

O aporte orgânico é favorecido pela pequena inclinação da entrada, clarabóias e por animais. A cavidade apresentou alta diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados detritos vegetais, raízes, carcaça de urubu, fezes de mamífero e fezes de roedor. Foi observado na caverna, um total de 4 morfoespécies de invertebrados e uma espécie de vertebrados, como pode ser observado na tabela a seguir. Desta



forma, no total foram encontrados 5 morfoespécies. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Diptera	Dolichopodidae sp.
Arthropoda	Hemiptera	Reduviidae sp.
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp. (Figura 147)
Vertebrata	Squamata	Squamata sp. (Figura 148)

Figura 22: Morfoespécies observadas na cavidade OCML17.

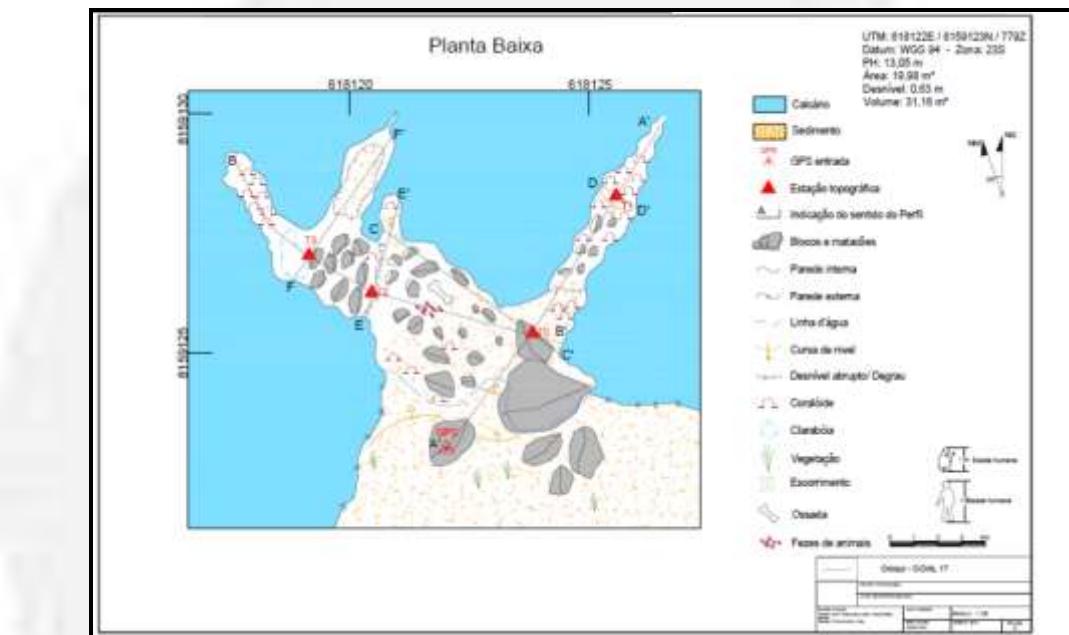


Figura 23: Levantamento topográfico da OCML17.

5.2.6 Descrição das cavidade OCML21

A cavidade possui projeção horizontal de 12,0 m, área de 9,51 m², desnível de 1,12 m e volume de 19,45 m³. Possui desenvolvimento linear rumo nordeste, com 3,9 m de altura da entrada. Sua planta baixa é meandrante, o perfil é horizontal e os cortes são lenticulares. Ocorre um sumidouro efêmero no centro da cavidade.

Os depósitos químicos são coraloides, os depósitos clásticos são de seixos e granulos. Cavidade localizada em meio a floresta decidual com presença de grilos, mariposas e mosquitos no interior da cavidade.



A cavidade apresenta pequenas dimensões, com um estreito conduto principal. O entorno da cavidade apresenta vegetação de mata seca arbórea, com algumas árvores de aproximadamente 10 metros. O piso da cavidade é formado por sedimento e apresenta muitos blocos abatidos.

A presença de água não foi verificada. A cavidade apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 24°C e 44%, com zonação incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a eufótica. O aporte orgânico é favorecido por claraboia e por animais. Foi observado grande acúmulo de serapilheira no início da cavidade, e abaixo da claraboia. A cavidade apresentou baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados apenas detritos vegetais, raízes e fezes de roedor.

Foi observado na caverna, um total de 4 morfoespécies de invertebrados e nenhuma espécie de vertebrado, como pode ser observado na tabela a seguir. Desta forma, no total foram encontrados 4 morfoespécies. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Orthoptera	Orthoptera sp. 1
Arthropoda	Lepidoptera	Lepidoptera sp.
Arthropoda	Araneae	Araneae sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.

Figura 24: Morfoespécies observadas na cavidade OCML21.

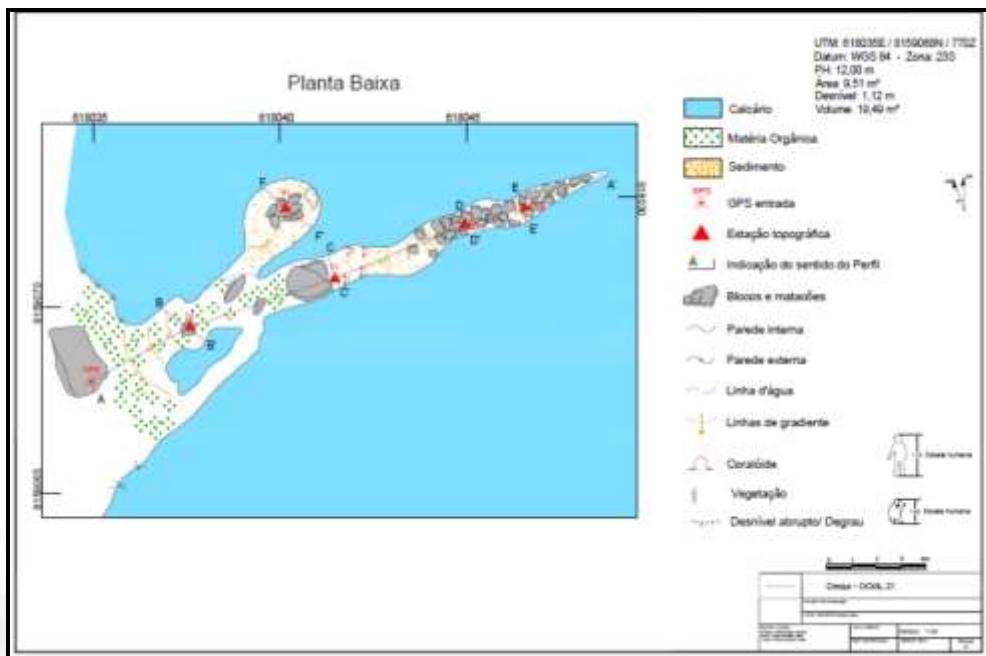


Figura 25: Levantamento topográfico da OCML21

5.2.7 Descrição das cavidade OCM22

A cavidade encontra-se inserida na ADA, dentro da mina, e esta diretamente afetada pela mineração. O entorno apresenta vegetação arbustiva espaçada com gramíneas.

É do tipo cavernas interligadas por diaclase. A morfologia da diaclase é semelhante a um T, onde em cada extremidade ocorre uma cavidade. São três pequenas cavidades. É observada grande incidência luminosa direta do exterior para o interior e o piso é formado por sedimentos com a presença de pequenos blocos.

A cavidade possui projeção horizontal de 23,72 m, área de 33,14 m², desnível de 3,97 m e volume de 65,99 m³. A presença de água não foi verificada. Apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 26,5°C e 65%, com zonação incompleta, com a presença das zonas eufótica e disfótica, predominando a eufótica.

O aporte orgânico é favorecido por claraboias, fendas e pela inclinação da entrada apresentando baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados apenas detritos vegetais, raízes e fezes de lagarto. Foi observado um total de 8



morfoespécies de invertebrados e duas espécies de vertebrados. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Chordata	Anura	Anura sp.
Arthropoda	Araneae	Sicariidae sp.
Chordata	Chiroptera	Chiroptera sp.
Arthropoda	Collembola	Collembola sp.
Arthropoda	Diplopoda	Diplopoda sp.
Arthropoda	Diplopoda	Diplopoda sp.
Arthropoda	Diptera	Diptera sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Hymenoptera	Formicidae sp.
Arthropoda	Psocoptera	Psocoptera sp.

Figura 26: Morfoespécies observadas na cavidade OCM22



Figura 27: Levantamento topográfico da OCM22

5.2.8 Descrição das cavidades OCM23

Trata-se de três reentrâncias interligadas por uma diáclase tipo T. Possui apenas coralóides, bem como, grânulos, seixos e blocos além de sedimento terrígeno.

A cavidade possui projeção horizontal de 11,64 m, área de 12,29 m², desnível de 3,96 m e volume de 75,42 m³. Encontra-se com grande influência do ambiente



externo, com muita incidência de luz solar em quase toda a extensão. É formada por diaclase, com poucos pontos com formação de teto. O entorno apresenta vegetação esparsa, com poucos arbustos e gramíneas em seu superior. A mesma está inserida dentro da área ADA e o piso é formado por sedimentos, com a presença de alguns pequenos blocos. A segunda cavidade é muito estreita sendo observada muita serrapilheira e raízes na mesma.

A terceira cavidade possui piso coberto por serrapilheira, sedimento terrígeno, grânulos, seixos e blocos. Foram observados apenas coralóides. O acesso é feito através da parede da diáclase. As plantas baixas são lineares, perfis inclinados descendentes e cortes triangulares a lenticulares verticais.

A presença de água não foi verificada. Apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 26,7°C e 57%, com zonação incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a eufótica.

O aporte orgânico é carreado por fendas e pela inclinação da entrada. Apresentou baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados apenas detritos vegetais, raízes e fezes de roedor. Foi observado um total de 4 morfoespécies de invertebrados e nenhuma espécie de vertebrados. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Araneae	Sicariidae sp.
Arthropoda	Diplopoda	Diplopoda sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Psocoptera	Psocoptera sp.

Figura 28: Morfoespécies observadas na cavidade OCM23

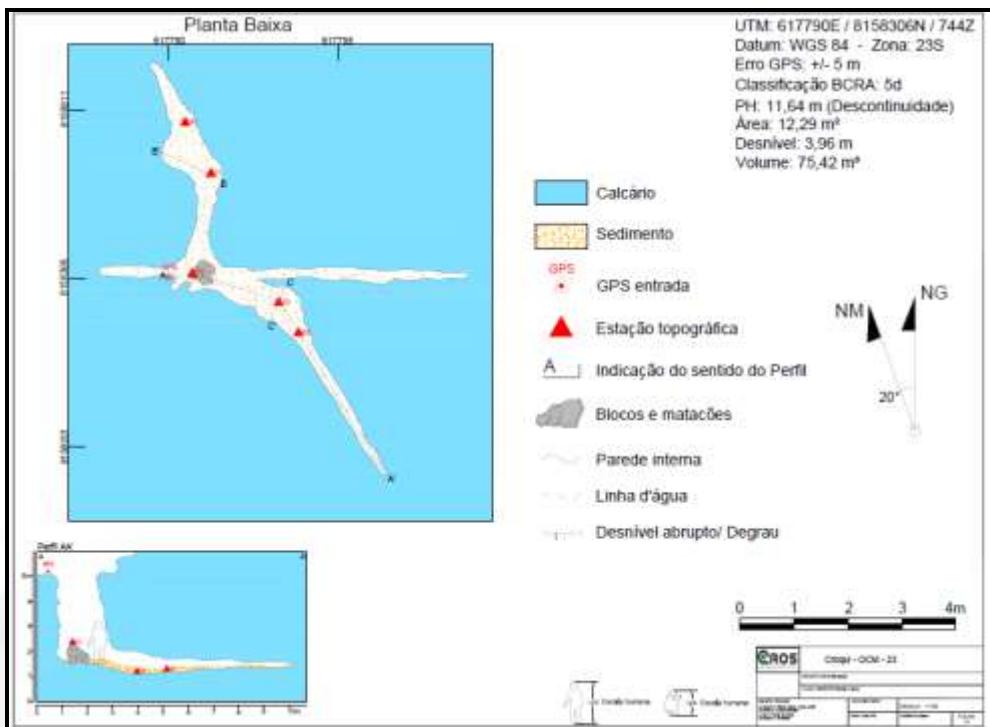


Figura 29: Levantamento topográfico da OCM23

5.2.9 Descrição das cavidades OCM24

Ocorrem reentrâncias unidas por uma diáclase. Praticamente não ocorre zona afótica. A planta baixa é linear, os perfis são inclinados descendentes e os cortes são tipo cálice invertido.

A cavidade possui projeção horizontal de 9,44 m, área de 10,38 m², desnível de 4,52 m e volume de 13,08 m³.

Encontra-se dentro da mina, na ADA. O entorno não apresenta vegetação expressiva. A entrada encontra-se muito antropizada. Possui dimensões pequenas, em forma de diaclase, com grande influência externa. O piso encontra-se coberto por solo, com a presença de blocos abatidos.

A presença de água não foi verificada. Apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 26°C e 80%, com zonação incompleta, apresentando apenas as zonas eufótica e disfótica, predominando a eufótica. O aporte orgânico é carreado pela inclinação da entrada apresentando a mesma, baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados apenas detritos vegetais e raízes. Foi



observado um total de 3 morfoespécies de invertebrados e nenhuma espécie de vertebrados. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Diplopoda	Diplopoda sp.
Arthropoda	Diplopoda	Diplopoda sp.
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.

Figura 30: Morfoespécies observadas na cavidade OCM24.

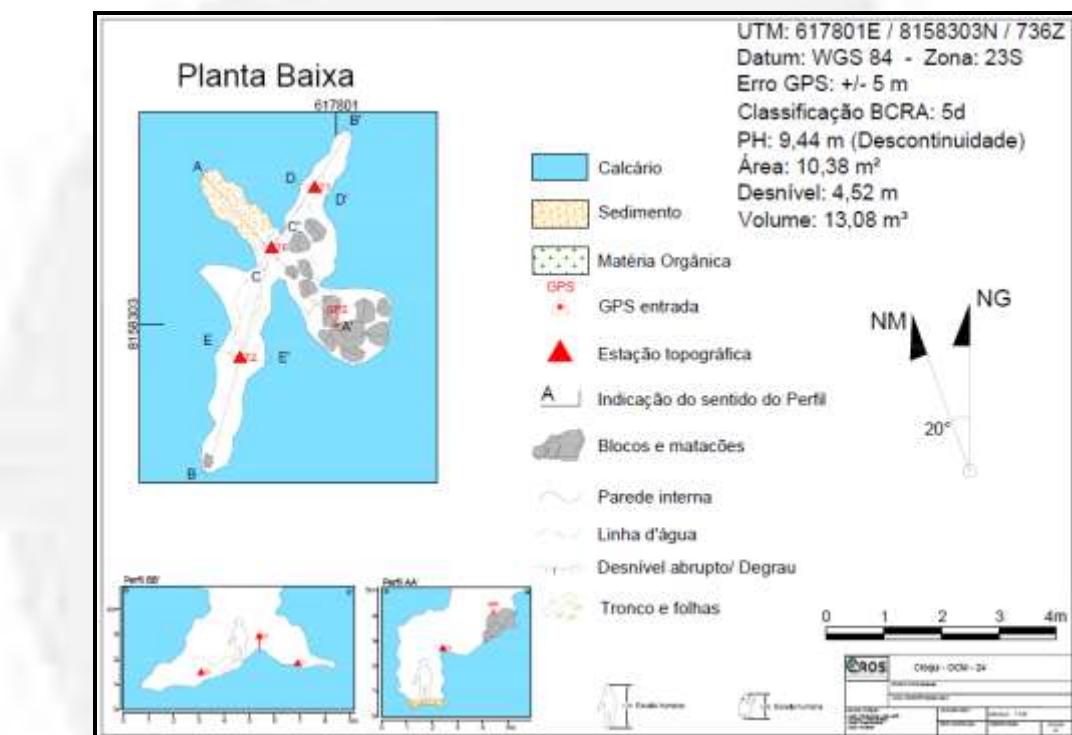


Figura 31: Levantamento topográfico da OCM24

5.2.10 Descrição das cavidades CAV03

Caverna formada por fenda. Situa-se no interior do maciço tendo sido observados apenas coralóides, seixos, blocos e sedimento em seu interior. Possui claraboia. Encontra-se dentro da mina, na ADA, com distância aproximada de 15 metros de uma estrada onde transitam veículos da mineração. A entrada – muito antropizada – e o entorno não apresenta vegetação expressiva. Possui dimensões pequenas e o piso encontrava-se coberto por solo com a presença de blocos abatidos.



A cavidade possui projeção horizontal de 9,86 m, área de 9,49 m², desnível de 0,81 m e volume de 21,14 m³. A presença de água foi verificada através de gotejamentos. Apresentou uma média de temperatura e umidade relativa do ar de 26,4°C e 80%, com zonação completa, predominando a disfótica.

O aporte orgânico é carreado pelas fendas dos blocos abatidos e por animais. Na entrada também foi observada a presença de conchas de gastrópoda. Apresentou baixa diversidade de substratos orgânicos, sendo registrados detritos vegetais, raízes e fezes de roedor. Observou-se um total de 4 morfoespécies de invertebrados e nenhuma espécie de vertebrados. Entre estas, em nenhuma espécie foram observados possíveis troglomorfismos.

Filo	Taxa	Morfoespécie
Arthropoda	Diptera	Psychodidae sp.
Arthropoda	Gastropoda	Gastropoda sp.
Arthropoda	Hemiptera	Reduviidae sp.
Arthropoda	Psocoptera	Psocoptera sp.

Figura 32 Morfoespécies observadas na cavidade CAV03

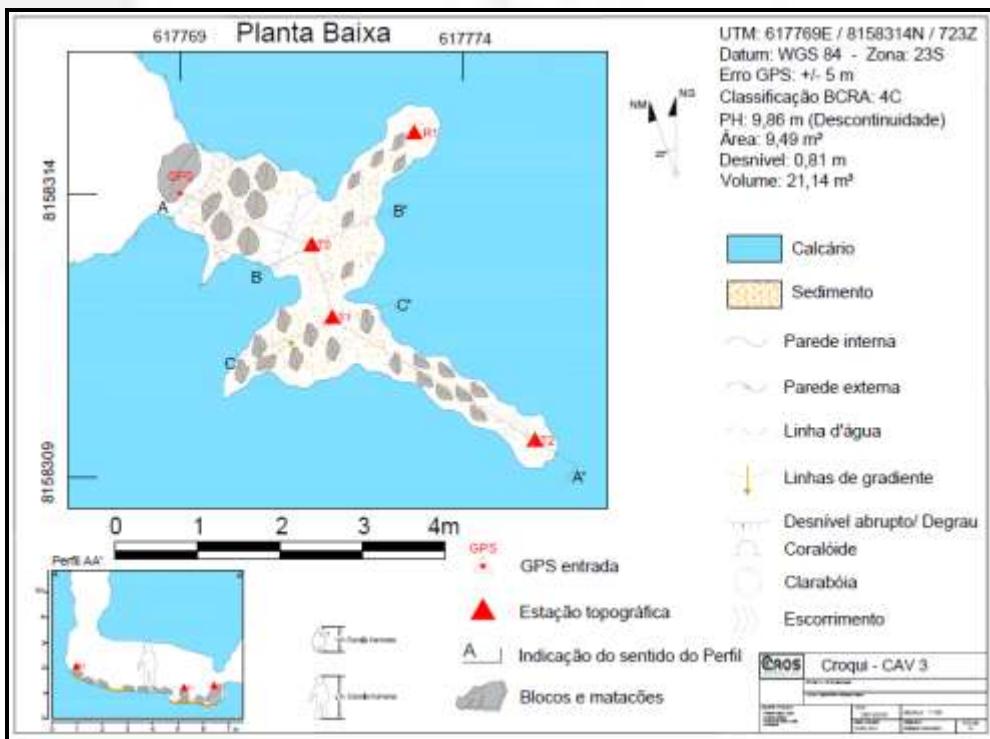


Figura 33 Levantamento topográfico da CAV03



5.3 Parâmetros para a definição da área de influência

Para a definição da área de influência das cavidades, os responsáveis pelos estudos espeleológicos consideraram:

- Geologia;
- Geomorfologia;
- Pedologia;
- Hidrogeologia;
- Vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação;
- Geotecnia;
- Hidrossistemas (bacia de contribuição local e escoamento superficial);
- Suscetibilidade a erosão;
- Risco geotécnico das cavidades;
- Análise das vibrações geradas pelas detonações;
- Caracterização bioespeleológica;
- Aportes orgânicos, e;
- Meio biótico.

5.3.1 Geologia

A geologia local é predominantemente dominada pela ocorrência de espesso pacote estratigráfico de rochas calcárias, com estruturas de dobramento suave e zonas de diaclases. A litologia está relacionada às rochas da Formação Lagoa do Jacaré, que constitui a unidade superior do Grupo Bambuí nesta região.



A base da estratigrafia é representada por metassiltitos e/ou metargilitos, amarelados, com estratificação plano-paralela, pertencentes à Formação Serra de Santa Helena. Estão distribuídos na porção nordeste da poligonal de mapeamento geológico, ocorrendo também em cotas altimétricas baixas ou em fundo de vales e drenagens.

Em posição intermediária, geralmente comportando-se como intercalações nos pacotes calcários, encontram-se os ritmitos, ou seja, intercalações de níveis argilosos/siltosos, milimétricos a centimétricos, com níveis carbonáticos.

O topo do empilhamento estratigráfico é representado pelos calcários da Formação Lagoa do Jacaré. Possuem variações faciológicas laterais na área de mapeamento, sendo mais comuns os calcilutitos e calcarenitos, cinza claros a escuros, recristalizados, com veios de calcita e laminações pelíticas, por vezes com cimentação rosada, talvez consequência de fluidos ferruginosos ou magnesianos. Apresentam estratificações cruzadas com truncamento de baixo ângulo. Os calcários são calcíticos, por apresentarem efervescência ao ácido clorídrico (HCL – 10%), em teste de campo.

As rochas mostram formações calcárias comuns, calcarenitos grossos e pelíticos impuros com estruturas de dissolução superficiais típicas de exocarste como as torres isoladas e lapiás.

Neste sentido, conclui-se que a geologia de ocorrência na área de estudo tem grande influência na formação de cavidades naturais em todas as escalas, pois uma das relevâncias geológicas locais para a formação de cavidades está no fato de que trata-se de rochas calcárias, com suas características de dissolução pelas águas de chuva e/ou canais fluviais, onde especificamente podem se desdobrar em surgências e sumidouros, perenes ou sazonais.

As aberturas planares mapeadas também tem grande relevância na formação das cavidades locais e são as principais estruturas de recarga na área estudada. As fraturas e diaclases são estruturas deformacionais de natureza rúptil.



O acamamento primário de maneira geral também são descontinuidades na rocha por onde é possível a percolação de água. Neste sentido, apesar de em menor número, ocorrem cavidades concordantes com este acamamento. Estas cavidades, no entanto tem dimensões menores se comparadas às cavidades desenvolvidas pela percolação de água e dissolução da rocha em fraturas.

5.3.2 Geomorfologia

A área da mineração e adjacências está inserida na região cárstica geomorfológica denominada Patamares do Alto/Médio São Francisco, representada por rochas calcárias e sedimentos inconsolidados da região de Montes Claros – MG.

- Compartimento Morrado:

Referente às principais feições cársticas da área: cavidades, abismos, torres e lapiás que formam o exocarste local. Este compartimento ocupa uma faixa de terreno dentro da área e apresenta desniveis da ordem de 120 metros contados da cota mais alta dentro da área até o nível de base local, Rio do Cedro.

Este compartimento é sustentado pelas rochas calcárias associadas à Formação Lagoa do Jacaré e apresentam um relevo de significativo grau de dissolução com alinhamentos morfológicos que seguem o padrão regional com alinhamento norte-nordeste (N-NE) de acordo com os eixos de dobra verificados e relatados na literatura regional consultada. Localmente escarpado, com alto declive nas zonas lavradas e encostas naturais encontradas mais a norte.

As rochas aflorantes mostram processos de dissolução aparentemente homogêneos, de natureza pluvial e direcionados pelas estruturas, que contribuíram para que as características atuais do relevo local tomasse a morfologia típica do carste.

Todas as feições cársticas principais apontadas neste levantamento, encontram-se neste maciço calcário que domina a morfologia local, posicionadas preferencialmente na porção norte deste compartimento, onde as cotas topográficas variam entre 730 e 800 m de altitude.



- Compartimento Aplainado:

Referente às partes em cotas mais baixas e planas ou com baixo declive presentes a sul e sudoeste da área minerada. O Compartimento Aplainado está relacionado às porções onde não há afloramentos calcários nem feições cársticas, por consequência predominam os perfis de solo de alteração ou sedimentos alóctones de textura predominante areno-argilosas, evidenciando relevos pouco movimentados.

5.3.3 Pedologia

As coberturas fanerozóicas mapeadas estão dispostas nos topos de morros, nas meias encostas e nos fundos de vales. Podem ser considerados produtos da alteração das rochas carbonáticas e pelíticas, resultado de processos pedogenéticos de natureza físico-química. Possuem espessura variada na região, sendo mais abundantes os colúvios e os elúvios, constituídos por níveis superficiais com predominância de sedimento argilo-arenoso e níveis mais profundos com fragmentos de rocha, cascalhos e sedimentos grosseiros. Os depósitos aluvionares concentram-se nas margens dos córregos e rios, constituídos principalmente de barras arenosas, planícies de inundação e terraços aluviais.

5.3.4 Hidrogeologia

A diferenciação litológica é um dos fatores mais importantes na determinação do tipo de aquífero de ocorrência na área de estudo e região de entorno. No mapeamento foram identificados dois domínios hidrogeológicos bem distintos apesar de interligados geneticamente: o principal deles está intimamente associado aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré (Grupo Bambuí) onde foi gerado um aquífero cárstico-fissural.

O outro está definido pelas coberturas detríticas pedológicas, zonas onde predominam os solos nitossolos que formam um aquífero granular poroso e permeável.



O fluxo de água subterrânea dentro do maciço rochoso cárstico fissurado é controlado por toda feição que corta o maciço, englobando diaclases, juntas, fraturas e acamamento, tornando-o essencialmente descontínuo, heterogêneo e anisotrópico onde a circulação de água subterrânea se restringe a estas descontinuidades. 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 representa parte irrelevante no contexto local visto o potencial hidrológico cárstico presente. É caracterizado poroso e permeável, representado pelos sedimentos não consolidados de coberturas detriticas, possuindo uma porosidade primária bem desenvolvida e boa permeabilidade. Distribui-se 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 perfis de alteração e formação de solos conferem boas condições de infiltração e percolação de águas até o aquífero cárstico-fissural.

- Recarga do Aquífero:

Os sedimentos de textura argilo-arenosa que recobrem as faixas aplainadas representam importante unidade no processo de recarga do aquífero regional, aliada ao da rocha calcária que, pelas suas características e posicionamento, mostra-se como um factível meio condutor das águas subterrâneas locais.

A área de recarga na área em estudo mostra-se em uma topografia alta e com declividade média, onde ocorrem as exposições de rocha calcária, geomorfologicamente dentro do “compartimento” com predominância do carste e suas feições características, que favorecem a infiltração de águas pluviais lançadas sobre a unidade por meio da dissolução e condução dos fluidos pelos planos abertos, fraturas.



A área de descarga local é formada pela parte de relevo aplainado, compartimento aplainado, segundo os domínios geomorfológicos apresentados no estudo. Nele, a água percola de forma lenta e gradual por entre a porosidade dos sedimentos que ocupam esta região e vai até o substrato rochoso desprovido de porosidade primária, contudo com reconhecido potencial fissural naturalmente associado às rochas carbonáticas da unidade geológica mapeada, condicionando assim a presença de um lençol freático rebaixado.

Por sua vez, as rochas de ocorrência local nas quais, pontualmente, a morfologia contém coberturas superficiais pouco significativas ou nulas, associados ao compartimento de maiores altitudes (onduladas a forte-onduladas), as descontinuidades passam a ser a mais importante estrutura no processo de recarga do aquífero local, até mesmo superior à porosidade primária dos sedimentos na planície.

- 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.

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.

	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.

Figura 34: 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)

Figura 35: Grau de vulnerabilidade dos aquíferos presentes

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.

5.3.5 Geotecnia

A qualidade dos maciços rochosos inseridos na AID (Área de Influência Direta) foram determinadas através do levantamento de dados geotécnicos em campo. Essa avaliação aponta um quadro geral que, comparado com a bibliografia utilizada, trás correlações empíricas quanto às condições dos maciços, permitindo definir os respectivos graus de resistência, alteração e fraturamento.

Inicialmente, o tipo litológico de ocorrência na área e região, foi caracterizado por rochas calcárias, predominantemente. Os trabalhos de Vallejo et al, 2002, colocados



em Costa, 2006 apontam que este tipo litológico tem como características geotécnicas de resistência a compressão, peso específico e porosidade os valores enumerados a seguir:

Rocha	Σ_c (Mpa)	Peso específico (g/cm³)	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)

Figura 36: Valores Médios de resistência a compressão uniaxial para rocha

As descontinuidades foram caracterizadas neste trabalho segundo o espaçamento ou frequência (parâmetro que exprime a quantidade de descontinuidades por unidade de medida), pela persistência ou continuidade ao longo de uma determinada superfície, pela caracterização das irregularidades das superfícies das fraturas e pelo o grau de diaclases do maciço rochoso, ou seja, o números de famílias que ocorrem neste maciço.

Após a coleta de dados estruturais em campo, é possível distinguir 04 famílias de fraturas nomeadas F1, F2, F3, F4. A família F1 possui orientação principal NE/SW, com intervalos entre 20 e 40°. A família F2 possui orientação principal NW/SE, com intervalos entre 280 e 310°. As famílias F3 e F4 são subordinadas às famílias F1 e F2, tendo orientação em média para E-W e N-S, respectivamente.

Descrição	Jn
Sem ou com poucas descontinuidades.	0,5-1,0
Uma família de descontinuidades.	2,0
Uma família e descontinuidades aleatórias.	3,0
Dois famílias de descontinuidades.	4,0
Dois famílias e descontinuidades aleatórias.	6,0
Três famílias de descontinuidades.	9,0
Três famílias e descontinuidades aleatórias.	12,0
Quatro ou mais famílias e descontinuidades aleatórias, muito fraturado.	15,0
Rocha triturada, similar a solo.	20,0

Figura 37: Classificação quanto ao número de família de fraturas

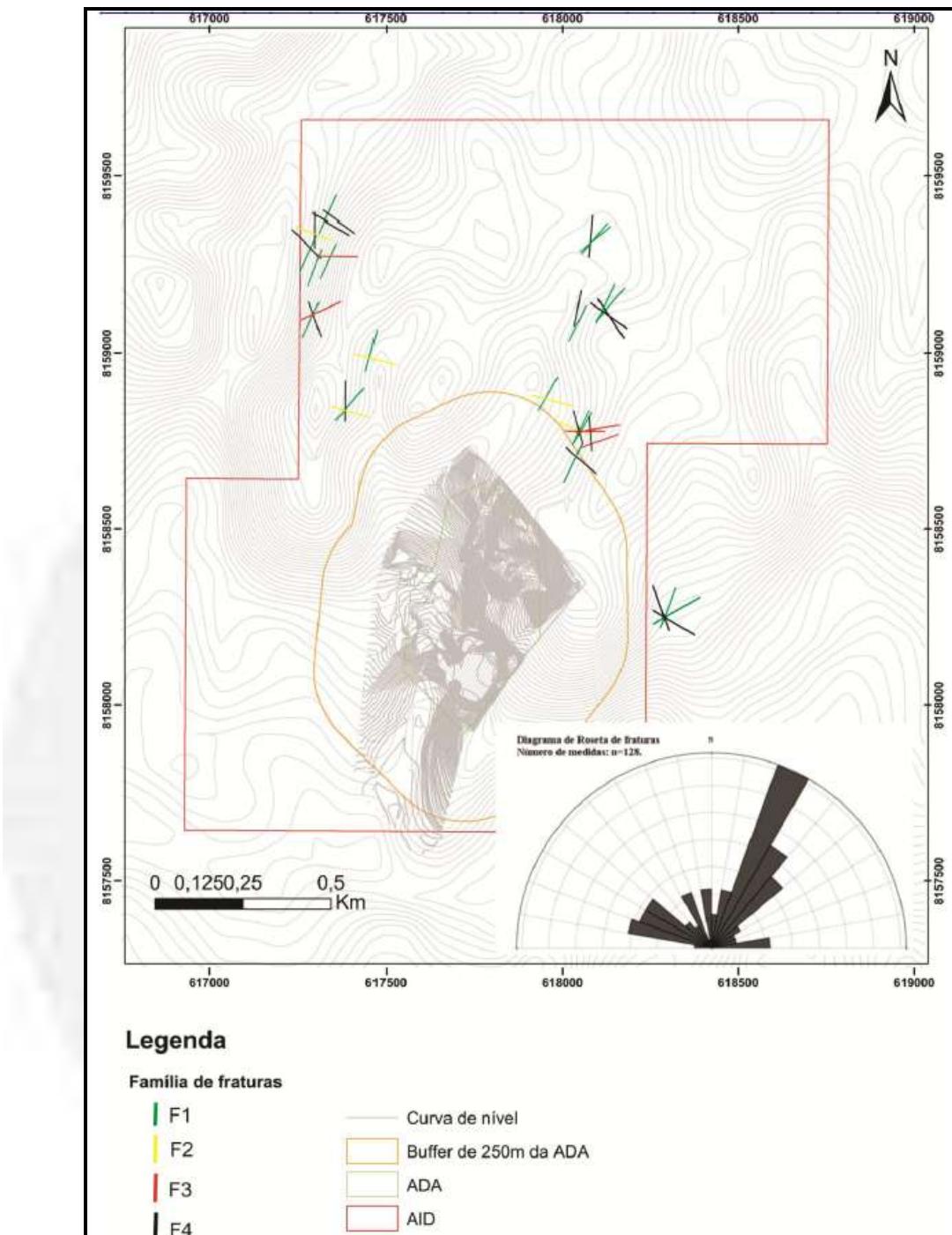


Figura 38: Mapa geotécnico da área de estudo – família de fraturas

Segundo as definições apontadas acima, tem-se que todas apresentam um espaçamento classificado como mediamente 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 mediamente 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 descontinuidades, foi utilizada a classificação de Barton et al, 1974, proposta por ISRM, 1981, que, neste caso, aponta um grau de rugosidade em escala intermediária de lisa/ondulada para F3 e F4 e rugosa/ondulada para F1 e F2. Já na escala menor, todas mostrando um perfil típico rugoso, prevalecendo uma condição de não preenchimento destas feições. Segundo estes parâmetros analisados por Barton et al, 1974 (grau de rugosidade), o maciço tem Jn entre 2,0 e 3,0, denotando baixa qualidade geotécnica do maciço sob este critério isolado.

Os solos não preservam a estrutura original da rocha, constituídos principalmente de argila e areia, sendo classificados segundo Barton et al., 1974 em R0/W6. Os maciços calcários encontrados nas encostas, patamares e topos de morro, fraturados e dobrados, possuem classificação R5/W2. O maciço na cava principal da CROS foi classificado como R6/W1, sendo uma rocha extremamente resistente.

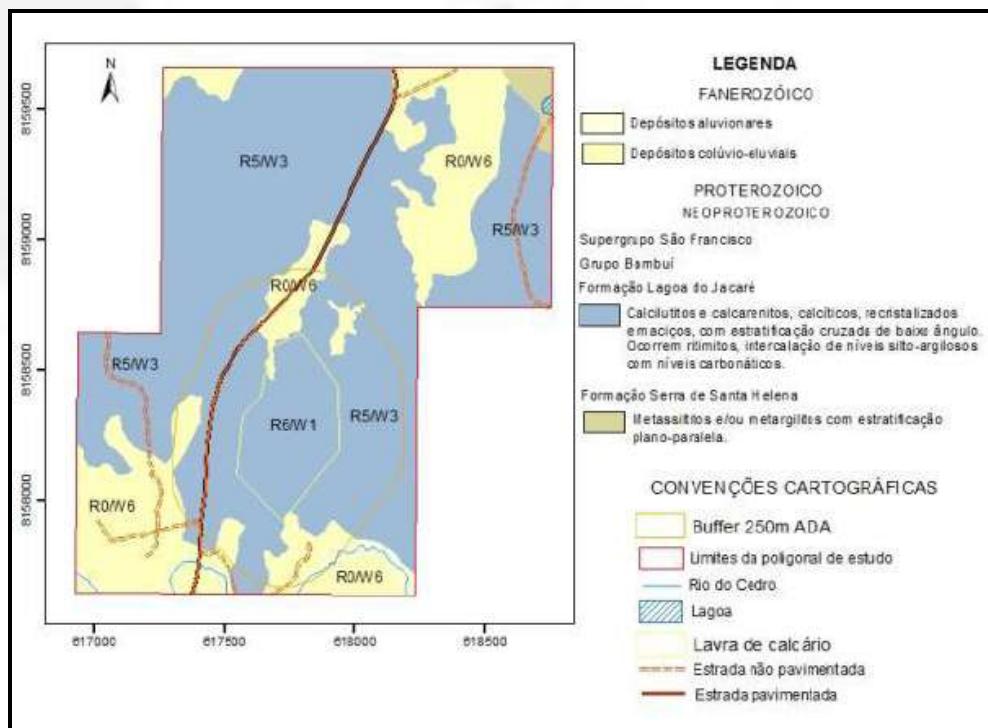


Figura 39: Litologia da área.



5.3.6 Hidrossistemas (bacia de contribuição local e escoamento superficial)

A análise dos sistemas hídricos superficiais foi realizada em três níveis: bacia de contribuição regional, bacias de contribuição local e bacias de contribuição das cavidades.

- a) Bacia de contribuição regional: corresponde à bacia hidrográfica do Rio Cedro.
- b) Bacias de contribuição local: representadas pelas sub-bacias dentro da Bacia do Rio Cedro a nível local, associadas aos compartimentos separados na área de estudo em função da topografia e feições geológicas e morfológicas do terreno local com nível de base representado pelo Rio Cedro. A principal sub-bacia local caracterizada é a denominada Sub-bacia 01 incorpora a lavra e vertentes oeste e adjacências sendo possível compreender com clareza seus limites, composta de drenagens superficiais e cavidades. O alinhamento regional das serras sentido N-NE formam divisores de água perfeitamente visualizados na área. Estes alinhamentos estão indicados pelos eixos de dobramento. A Sub-bacia 2 segue a mesma forma de definição que a primeira, mas com vergência das águas para sentido leste que acaba por culminar no nível de base a sul da área estudada, Rio Cedro também.

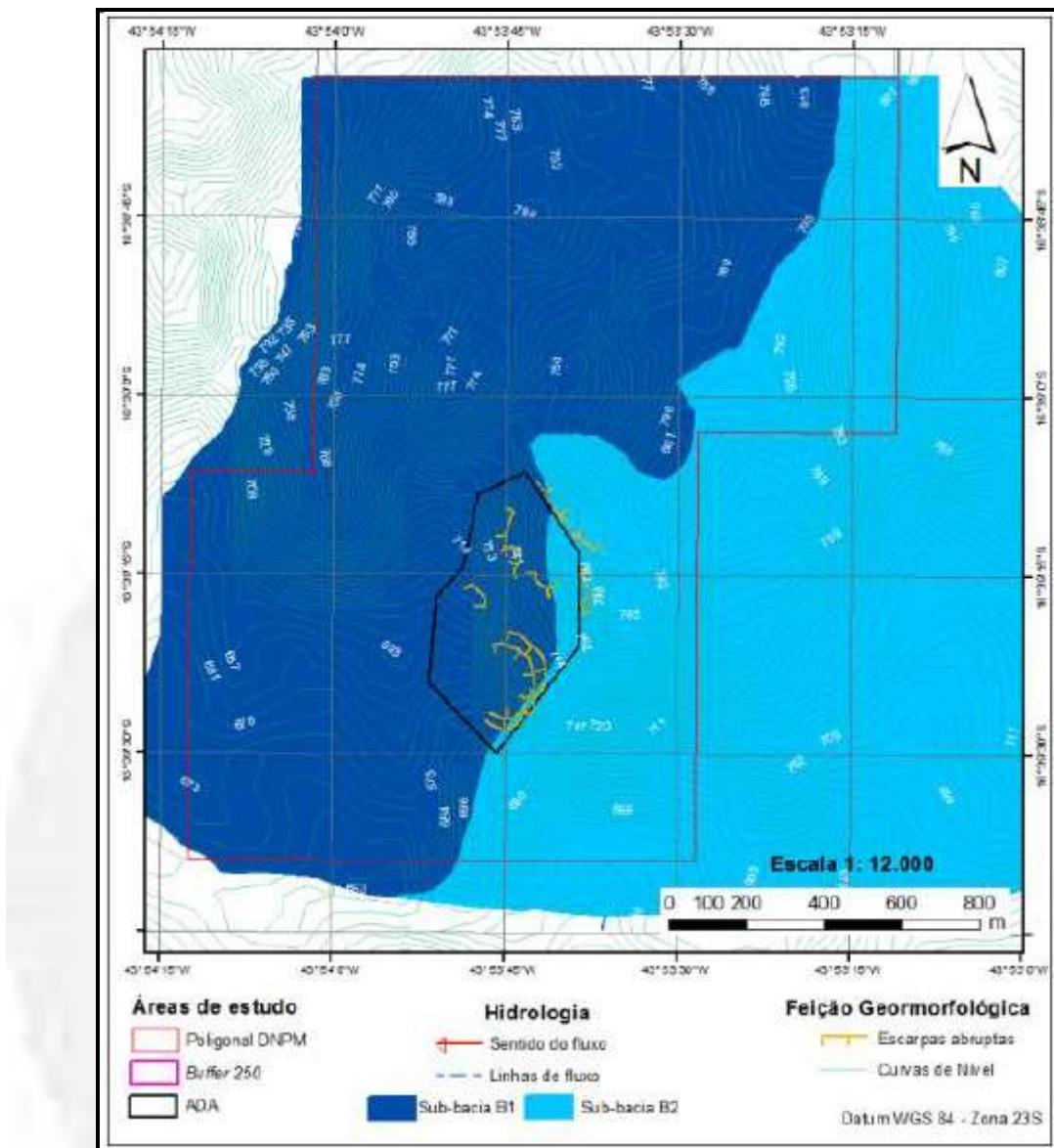


Figura 40: Mapa de sub-bacias compreendidas no local do empreendimento.

c) Bacias de contribuição das cavidades: microbacias associadas às cavidades e drenagens naturais de escoamento de águas superficiais, que representam divisores de água confluentes no nível de base local.

Documentar as cavidades naturais prospectadas e prioriza-las é objeto deste trabalho, neste sentido buscamos individualizar e compreender a área representativa das microbacias de contribuição das cavidades.

Na Sub-bacia 01, foram individualizadas cinco microbacias denominadas B1-A até B1-G. Já a Sub-bacia 02, foi seccionada em quatro microbacias: a B2-A até B2-D.

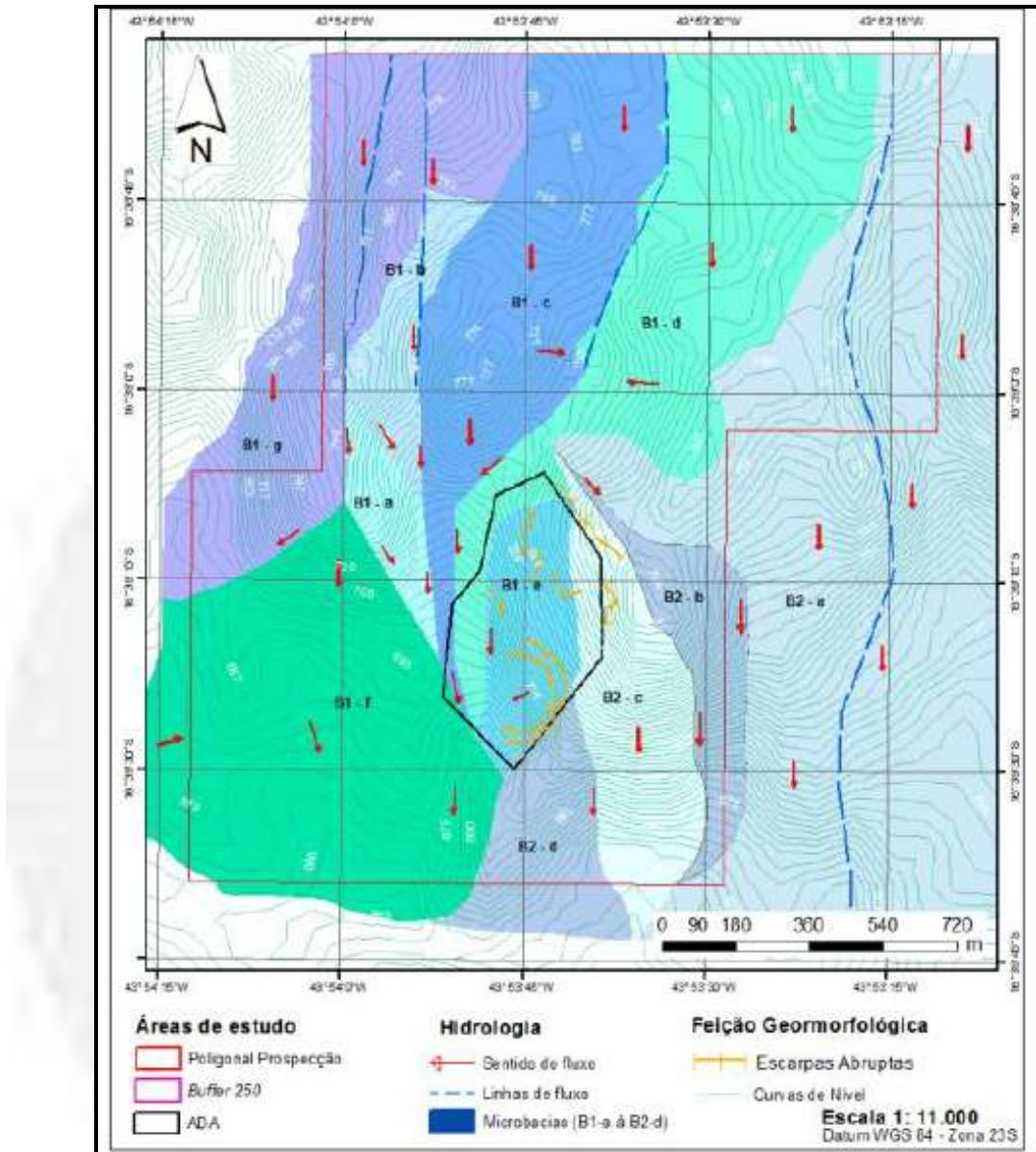


Figura 41: Mapa de micro bacias de contribuição das cavidades, linhas de sentido de fluxo.

Desta forma, a água é o principal agente modelador do relevo cárstico, pois é através dela que ocorre a dissolução do carbonato de cálcio. Ela também é responsável por modelar os espeleotemas e demais depósitos químicos, como pisos ou brechas estalagmíticas. Além disto, é fundamental para a manutenção do equilíbrio ecológico endocárstico.

Portanto, deverá ser garantida a preservação da microbacia que alimenta a cavidade com recursos hídricos, especialmente, a região situada a montante da mesma, ou



seja, sua zona de recarga e desta maneira se garantirá que a caverna continuará ativa.

5.3.7 Suscetibilidade à erosão

Considerando o posicionamento das cavidades, em sua grande maioria situadas na meia encosta ou topo de morro, pode-se dizer que as mesmas posicionam-se em faixas de terreno onde ocorrem poucas perdas de solos com valores próximos de zero. Nas porções mais elevadas do terreno, o solo sustenta uma mata nativa com árvores de grande porte, arbustos e cactáceas que retém as perdas de solo.

As vertentes do morro seriam as áreas com maior potencial de perda de solo, contudo, especialmente na porção leste do mesmo, a vegetação arbórea/arbustiva contribui para a sustentação do solo, bem como, ocorrem afloramentos desnudos e desprovidos de solo.

As áreas com maior potencial de perda de solo correspondem às porções mais baixas, recobertas por pastagens, por onde há trânsito de gado, que favorece à desagregação do mesmo, mas que não atinge percentuais significativos.

Porém as áreas já impactadas pela mineração correspondem aos locais onde ocorre a maior perda de solo, principalmente pela remoção da cobertura vegetal e movimentação do solo para abertura da lavra. No entanto esta situação ocorre apenas na porção sul da área estudada.

5.3.8 Risco geotécnico das cavidades

Na maioria das áreas cársticas onde os afloramentos se encontram expostos às intempéries, as feições morfológicas também tendem a ser razoavelmente desenvolvidas, observando o tipo climático da região. Como o maciço estudado assume a forma de um morro com encostas suaves, mas íngremes, as feições cársticas se encontram mais desenvolvidas a partir da meia encosta para o topo do mesmo, pois nestas porções a rocha se encontra exposta, ou coberta por uma camada fina de solo. A morfologia atual foi esculpida pela dissolução e controlada



pela percolação de águas de chuva, que caem sobre o maciço fraturado, originando dolinas, diaclases e cavidades.

A avaliação das condições geotécnicas das cavidades levou em consideração as observações de campo, no tocante à presença/ausência de queda/instabilidade de blocos/matacão, processos dissolutivos e erosivos ativos. Após a realização da etapa de campo foi possível perceber que as cavidades que possuem “potencial” risco geotécnico são:

- OCML 08 - Cavidade situada na porção centro-leste da área apresenta blocos suspensos no teto e soltos. Os referidos blocos ocorrem na entrada da caverna e parte do seu primeiro salão.
- OCML 11 - Cavidade situada no topo de afloramento rochoso, com perfil inclinado descendente. Devido a estas particularidades ocorre uma grande quantidade de blocos suspensos ou soltos no teto da entrada e parte inicial da mesma. Contudo a presença dos referidos blocos é natural e se deve ao processo de carstificação da rocha.

5.3.9 Avaliação das vibrações geradas pelas detonações

No dia 23 de Novembro de 2015 foi realizada a Avaliação Sismográfica de Detonações, executada pela empresa Sequência Engenharia, no maciço próximo às cavidades OCM14 e OCM61 A. O trabalho teve por objetivo avaliar, através de monitoramento com sismógrafo de engenharia, o nível de vibrações do terreno nas cavidades OCM14 e OCM61 A, tendo como fonte das vibrações a detonação de bancadas. Correlacionaram-se os valores de vibração medidos com os parâmetros de plano-de-fogo utilizado, visando à melhor adequação dos mesmos de forma a proteger a integridade física das cavidades.

A metodologia empregada seguiu os parâmetros estabelecidos na Norma ABNT-NBR 9653 de 2005. Além disso, foram utilizados documentos do sistema de gestão internos da empresa Sequência Engenharia. Os equipamentos utilizados, denominados sismógrafos de engenharia, registram o nível da vibração do terreno, medindo a velocidade e a frequência de vibração de partícula, que são os



parâmetros mais aceitos na avaliação de probabilidade de danos em construções civis.

Além das vibrações do terreno e da pressão acústica, existe um terceiro impacto ambiental causado pelos desmontes de rocha com explosivos que é o ultralançamento de fragmentos de rocha ejetados da área de desmonte.



Figura 42: Desmonte – Cavidades OCM14 e OCM61.

Os fogos foram armados nas seguintes coordenadas (WGS84 UTM zone 23s): Desmonte 1: x 617.691 m / y 8.158.134 m e Desmonte 2: x 617.699 m / y 8.158.042 m.

Nº Registro	Data	Condições do Tempo	Nº Desmonte	CME (kg)	(H) (m/s)	Banco	Velocidade Partícula Vp/Vs (mm/s)			Frequência (Hz)	Hora Desmonte	Ponto Coletapla	Distância (m)	Sismógrafo
							[Trans.]	[Vert.]	[Long.]					
1º			1	345	38,9	Frent.	0,70	0,82	0,49	0,87	82,1	36,5	39,4	OCM14 469 BE14602
2	28/11/15	Prec. Nublado			27,4	Britador	0,51	0,49	0,32	0,37	12,0	28,0	20,0	OCM61 330 BE19911
3			2	347	20,2	Frent.	2,97	1,78	1,48	1,17	26,0	32,0	19,0	OCM14 377 BE14602
4					15,0	Britador	1,40	1,88	1,33	1,87	13,0	20,0	13,0	OCM61 280 BE19911

INERTIA (O ENERGIA)
VELOCIDADE PERTÍCULAS

INERTIA EXPANSOR - 0 (%)

RAZÃO DE ABRAÇAMENTO - 1

0,700 2

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição, multiplicada pelo fator de abrangência k que, para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.

Cp - Deslocamento de pico referente ao valor da maior componente de velocidade de partícula quando esta estiver associada a uma frequência < 4 Hz.

DE - Distância Escalonada - CME - Carga Máxima por Espera - * - Valores de velocidade foram tratados para remover deslocamento (Ophi).

Figura 43: Resultado das medições

As distâncias de monitoramento variaram de um mínimo de **280 m** para a “Cavidade OCM61 A”, (Fogo 2) a um máximo de **469 m** para a “Cavidade OCM14” (Fogo 1). A Carga Máxima por Espera detonada foi igual a **347 Kg** no desmonte 2. Em relação aos valores de vibração registrados nas cavidades, o maior valor de Velocidade de



Vibração de Partícula de Pico monitorado foi de **2,97 mm/s** com uma frequência associada de **26,0 Hz** registrada na “Cavidade OCM14” (Fogo 2).

A comparação entre os valores de velocidade de vibração de partícula registrados e os limites permitidos pela norma ABNT 9653/2005. Analisando-se este gráfico pode-se notar que todos os valores registrados nas cavidades foram inferiores a **3 mm/s**.

Para a faixa de frequência associada ao maior valor de vibração registrado, que foi de **26,0 Hz**, o valor máximo admitido pela norma da ABNT seria de **33,4 mm/s**. Dessa forma, considera-se que o valor de Velocidade de Vibração de Partícula máximo registrado de **2,97 mm/s** é **91,1% menor** do que o limite máximo admitido pela ABNT.

No dia 23 de Novembro de 2015 foram monitorados dois desmontes (Relatório de Monitoramento Sismográfico,) de rocha realizados pela CROS Mineração, em dois pontos de captação distintos, totalizando quatro amostras. Os pontos de monitoramento foram às cavidades OCM14 e OCM61 A. O maior valor de velocidade de vibração de partícula de pico gerado pela detonação e registrado nas cavidades foi de **2,97 mm/s**, com uma frequência associada de **26,0 Hz**.

O Relatório de Monitoramento Sismográfico, afirma que como as cavidades não possuem espeleotemas sensíveis, pode-se utilizar como critério de preservação da sua integridade física os limites na norma NBR 9653/2005. Para a faixa de frequência associada ao pico da vibração (**26,0 Hz**) o limite máximo admitido pela norma é igual à **33,4 mm/s**. Ainda segundo o referido relatório, este valor é **91,11% inferior ao limite da norma**.

Sendo assim o citado relatório afirma que desmontes que possuam as mesmas características de projeto, isto é, altura da bancada, número de furos, malha e razões de carga semelhantes, consequentemente não afetam a integridade física das grutas vizinhas ao empreendimento.

Contudo o citado relatório é claro ao afirmar que caso haja alteração nos parâmetros do plano de fogo, quer seja pelo aumento do tamanho dos desmontes (aumentando, por exemplo, o número de furos e profundidade) ou os parâmetros do plano de fogo



(razão de carga, malha, inclinação, comprimento do tampão, distância inferiores a 280 m, etc.) um novo estudo deverá ser realizado para verificar se os valores de vibração permanecerão dentro dos limites da norma brasileira.

5.3.10 Caracterização bioespeleológica

A caracterização da fauna bioespeleológica encontrada nas 06 cavidades foi executada no mês de Julho de 2016. Para registrar os fatores abióticos de cada cavidade, foram aferidas a temperatura e umidade relativa do ar, utilizando termohigrômetro digital da marca INSTRUTEMP modelo ITHT 2200 com resolução de temperatura de 0,1º C e precisão de +/-1,0º C.

No momento da descrição das características das cavidades e da forma que os aportes são carreados, foi feito um levantamento superficial dos invertebrados e vertebrados, onde foi utilizado o método de busca visual, concentrando maiores esforços em locais com a probabilidade de ser encontrada uma maior diversidade da fauna cavernícola.

Foram observadas as características físicas, como: zonação (zona de entrada ou eufótica: luz direta; penumbra ou disfótica: luz indireta/sombra; afótica: sem luz), substratos orgânicos (material vegetal, detritos, raízes, guano, fezes, bolotas de regurgitação, carcaças), microhabitats disponíveis (granulação do piso, umidade, corpo d'água), afim de caracterizar da melhor forma possível as cavidades.

As cavidades foram caracterizadas de acordo com seus recursos biológicos e condições ambientais, e para tanto foram registrados dados de temperatura e umidade, além de todos os substratos orgânicos encontrados.

5.3.11 Aportes orgânicos

A maior fonte de substratos orgânicos é proveniente do ambiente externo, através de detritos vegetais do entorno e também através de animais acidentais, como é o caso do roedor, conhecido localmente como Mocó.



Em algumas cavidades foram registrados indícios de inundações e marcas que sugerem a passagem de água em abundância em épocas de chuva, o que pode contribuir de certa forma para o carreamento de nutrientes em determinadas épocas.

Outro agente de manutenção do aporte orgânico encontrado foi o grupo Chiroptera. O guano destes animais foi encontrado em cinco cavidades, dentre elas quatro sendo as mais representativas do estudo, com dimensões consideráveis e presença de zonação afótica. Os sistemas radiculares também possuem grande importância para os ambientes cavernícolas. Raízes foram encontradas em doze cavidades do estudo. Desta forma, a preservação do ambiente epígeo com sua vegetação é de fundamental importância para a preservação da dinâmica trófica e das comunidades cavernícolas, onde toda uma estrutura ecológica atua na manutenção destes locais.

5.3.12 Meio biótico

- Meio biótico - OCML06**

A cavidade OCML06 apresenta entrada na forma de abismo, e essa formação favorece o aporte de recursos. A vegetação do entorno é expressiva e possui a presença de cactos. A cavidade não possui desenvolvimento considerável e sofre grande influência do ambiente externo. Assim, de acordo com os parâmetros biológicos juntamente com os parâmetros físicos e geológicos estudados, foi proposta uma área de influência.

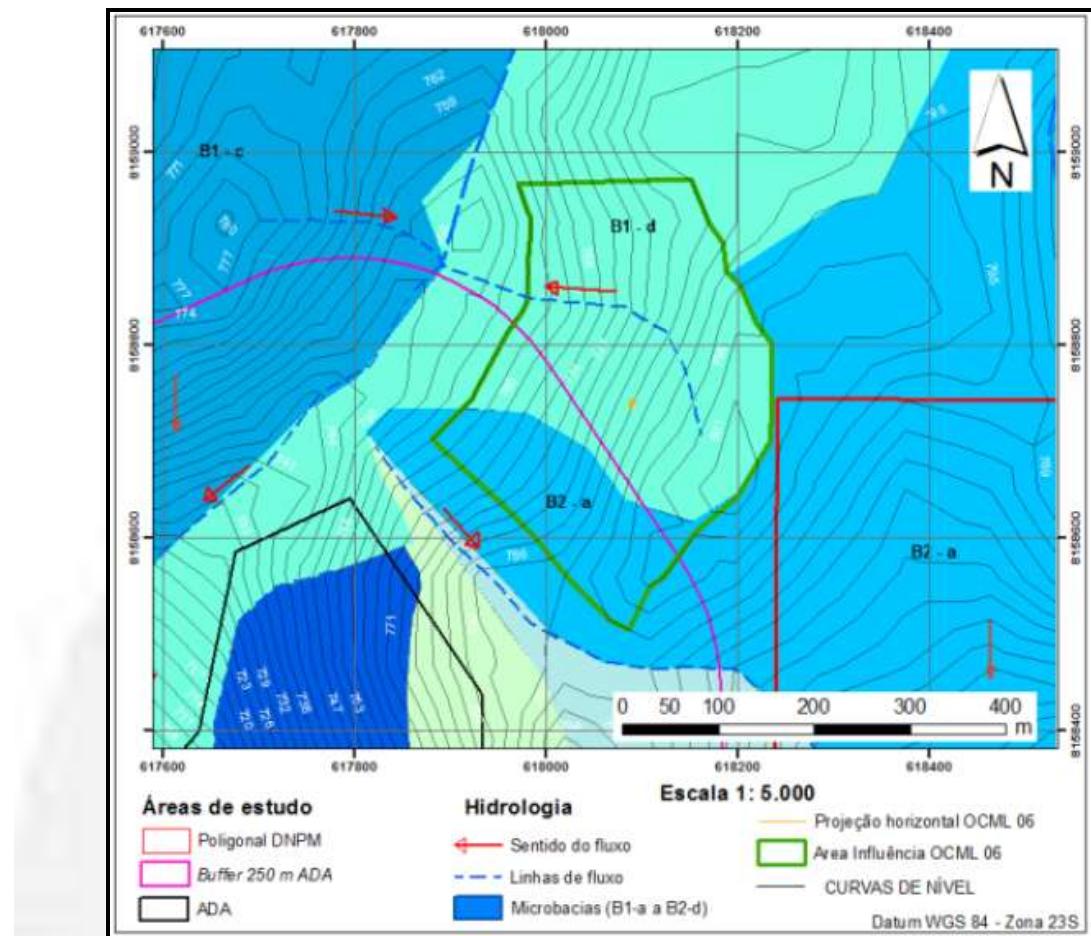


Figura 44: Sugestão da área de influência para o meio biótico – OCML06

- **Meio biótico - OCML07**

A cavidade OCML07 apresenta dimensões medianas, com entrada por blocos abatidos, com indícios de inundações em época de muita chuva. O entorno da cavidade apresenta vegetação de mata seca arbórea, com algumas árvores de aproximadamente 15 metros. Existem indícios de alagamento em seu interior, o que pode acarretar na lavagem dos sedimentos e recursos, essenciais para a manutenção das comunidades cavernícolas. Assim, de acordo com os parâmetros biológicos juntamente com os parâmetros físicos e geológicos estudados foi proposta uma área de influência.

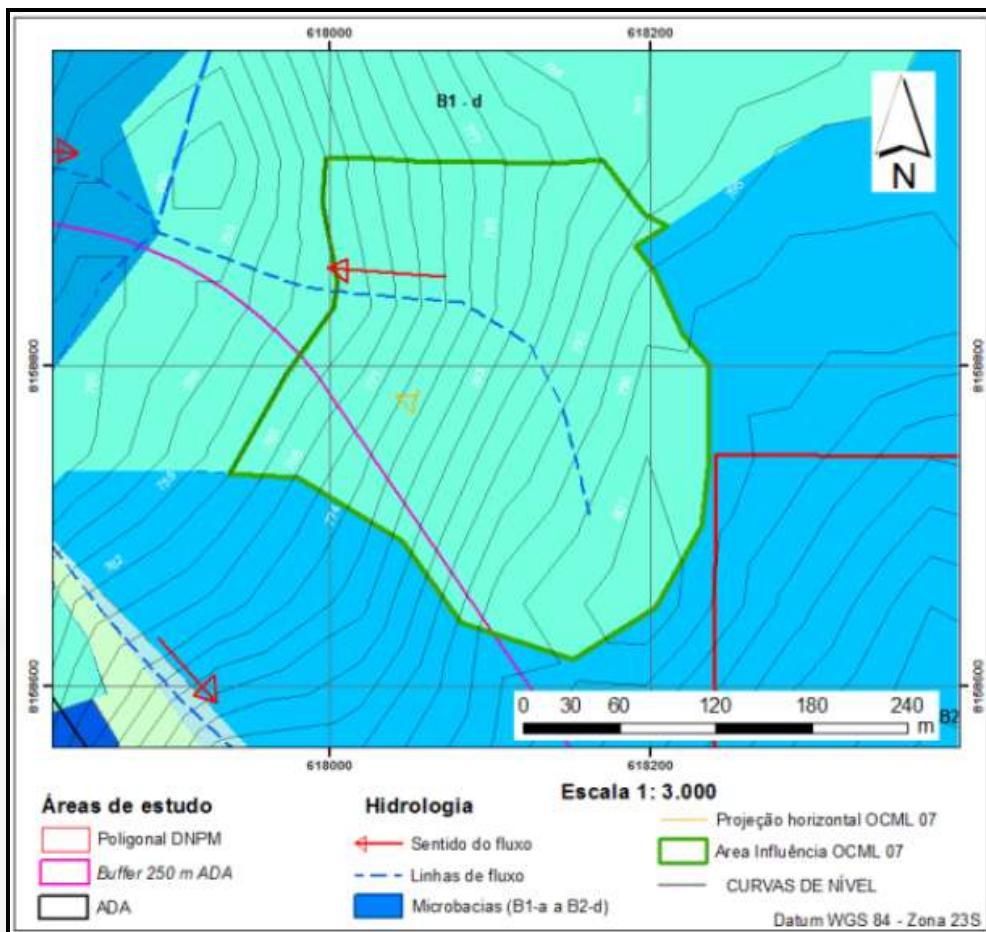


Figura 45: Sugestão da área de influência para o meio biótico - OCML07

- **Meio biótico - OCML08**

A cavidade OCML08 apresenta formação labiríntica, com duas entradas. O entorno da cavidade apresenta vegetação de mata seca arbórea expressiva. O interior da cavidade apresenta alguns pontos de possíveis alagamentos. Assim, de acordo com os parâmetros biológicos juntamente com os parâmetros físicos e geológicos estudados foi proposta uma área de influência.

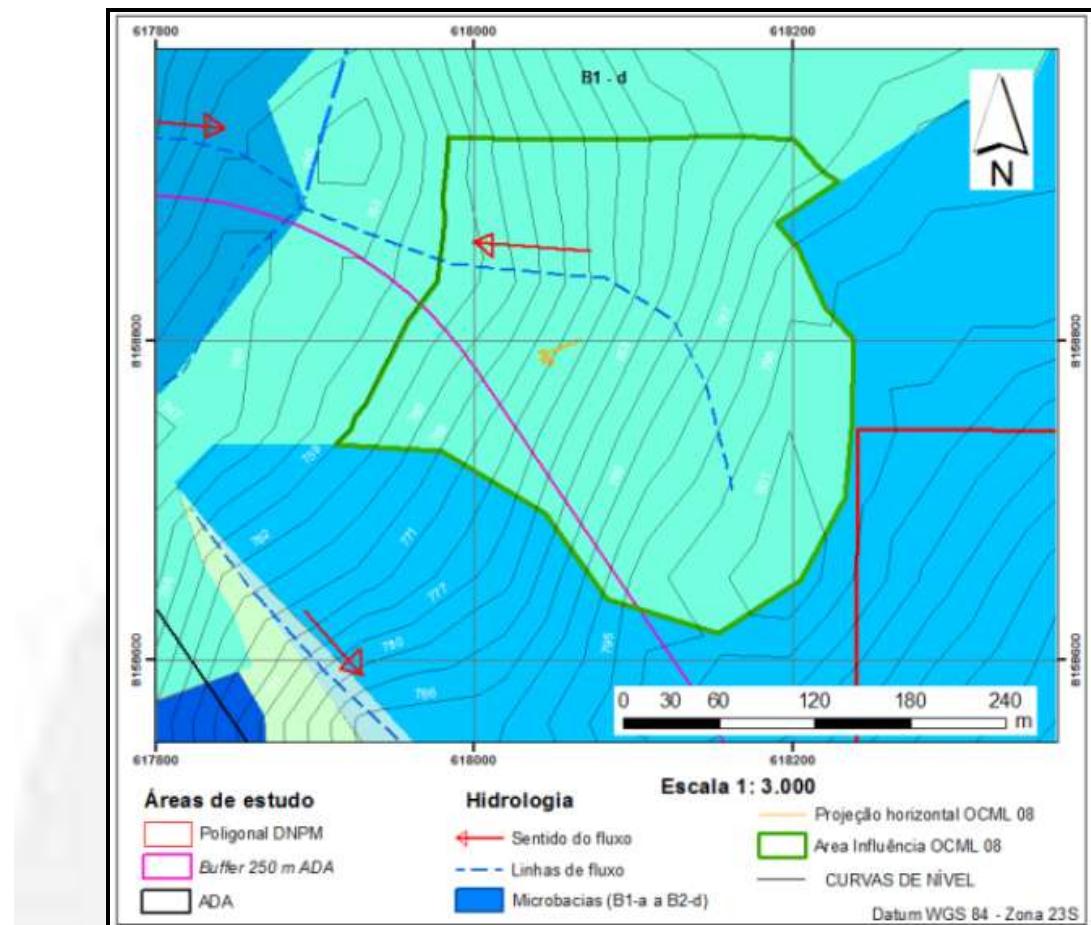


Figura 46: Sugestão da área de influência para o meio biótico - OCML08

- **Meio biótico - OCML 11**

A cavidade OCML11 apresenta formação em diaclase, com muitas claraboias e acúmulo de detritos vegetais nesses pontos. O entorno da cavidade apresenta vegetação de mata seca arbórea, com muitos cactos. O piso da cavidade encontra-se coberto por sedimento abaixo das claraboias e muitos blocos abatidos. Essa formação em diaclase favorece a entrada de detritos vegetais e outros recursos para o interior da cavidade. Assim, de acordo com os parâmetros biológicos juntamente com os parâmetros físicos e geológicos estudados foi proposta uma área de influência, levando em consideração também as curvas de nível que direcionam o fluxo hídrico, pois estes são de grande importância na formação das cavernas e na recarga de aportes orgânicos.

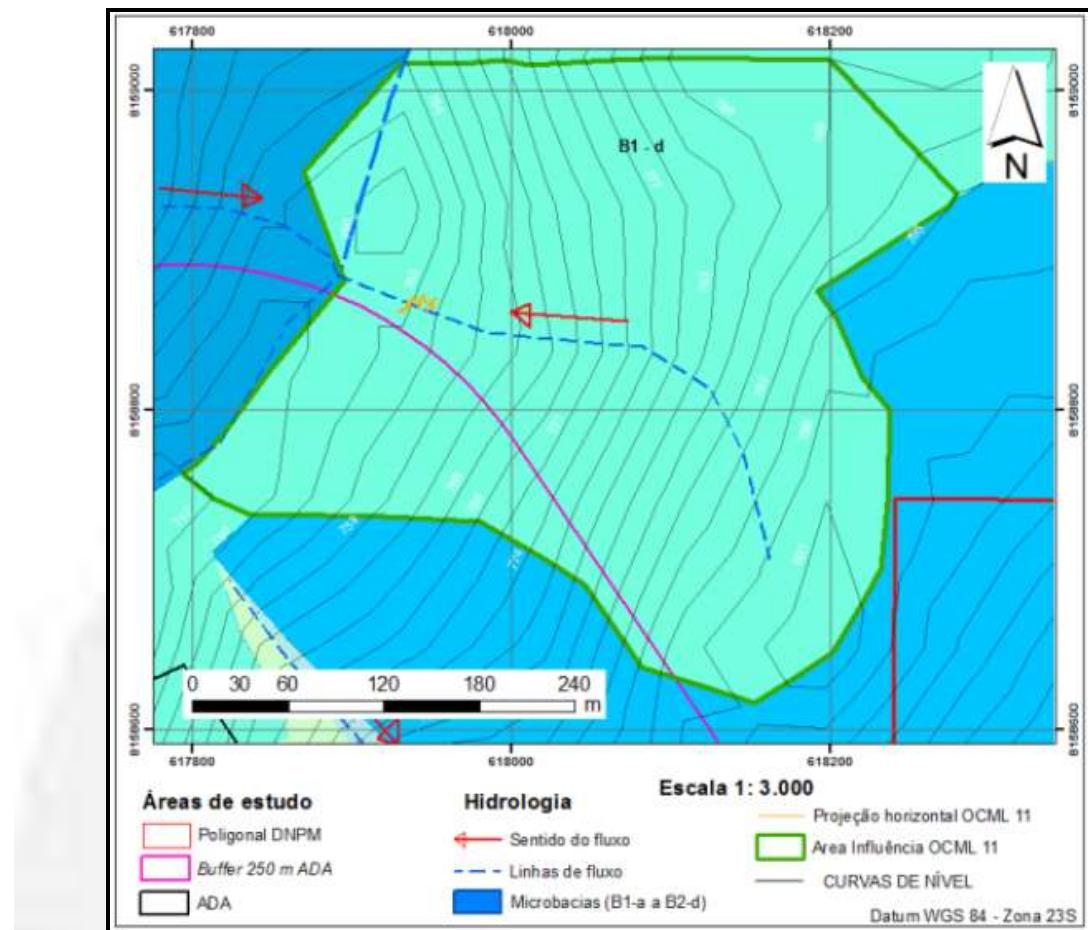


Figura 47: Sugestão da área de influência para o meio biótico - OCML11

- **Meio biótico - OCML17**

Apresenta pequenas dimensões, com uma entrada com teto baixo e pequena claraboia no final. O entorno da cavidade apresenta vegetação de mata seca arbórea. Apesar da cavidade apresentar pequenas dimensões, a diversidade de substratos orgânicos foi considerada alta, com a presença de detritos vegetais, raízes, carcaça de urubu e fezes de mamífero. Assim, de acordo com os parâmetros biológicos juntamente com os parâmetros físicos e geológicos estudados foi proposta uma área de influência, levando em consideração também as curvas de nível que direcionam o fluxo hídrico, pois estes são de grande importância na formação das cavernas e na recarga de aportes orgânicos.

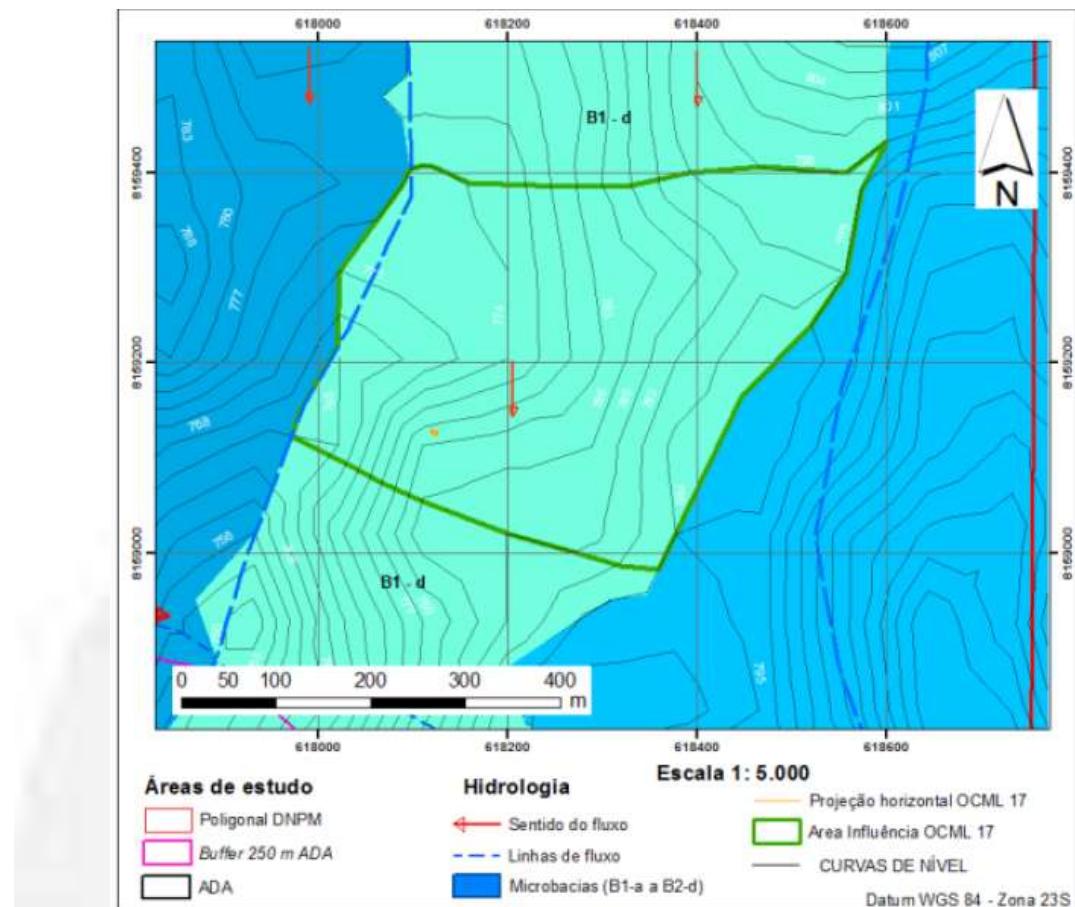


Figura 48: Sugestão da área de influência para o meio biótico - OCML17

- **Meio biótico - OCML21**

Apresenta pequenas dimensões, com um estreito conduto principal. O entorno da cavidade apresenta vegetação de mata seca arbórea, com algumas árvores de aproximadamente 10 metros. Existe claraboia no interior, o que facilita a entrada de recursos, e abaixo desta claraboia foi observado grande acúmulo de serrapilheira, além de grande quantidade de detritos na entrada. Assim, de acordo com os parâmetros biológicos juntamente com os parâmetros físicos e geológicos estudados foi proposta uma área de levando em consideração também as curvas de nível que direcionam o fluxo hídrico, pois estes são de grande importância na formação das cavernas e na recarga de aportes orgânicos.

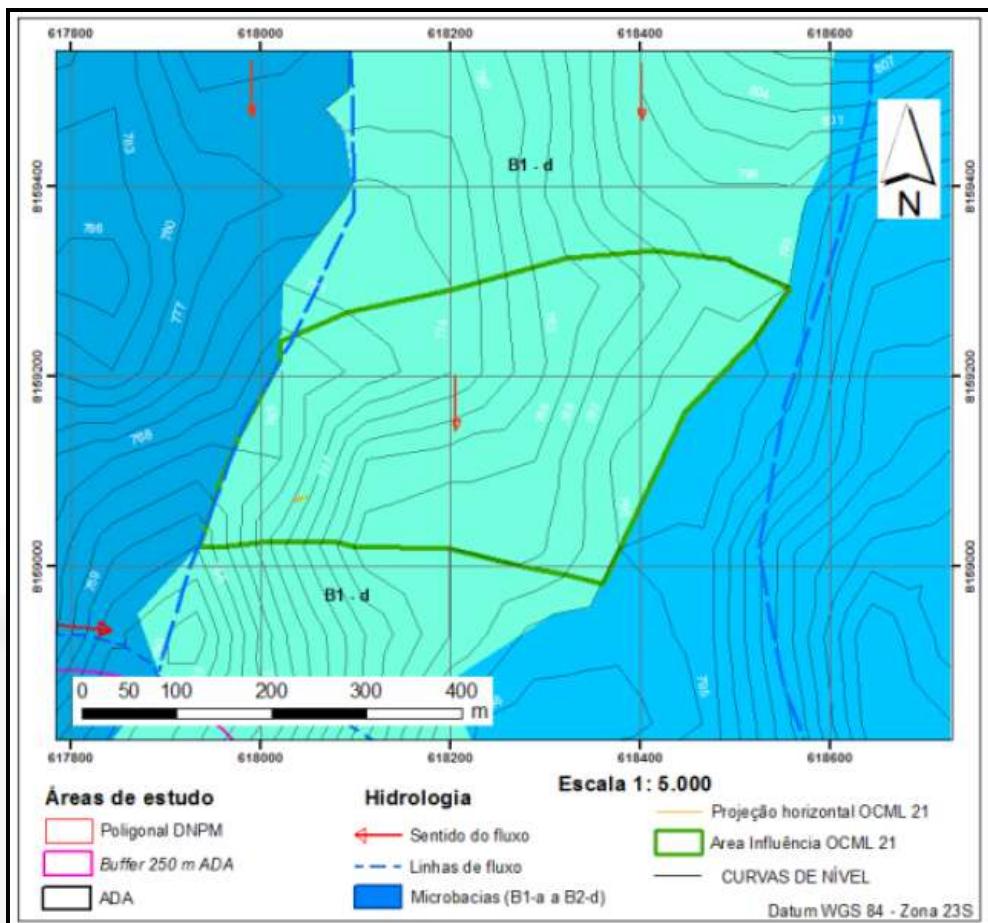


Figura 49: Sugestão da área de influência para o meio biótico - OCML21

5.4 Sugestão de área de influência das cavidades avaliadas

A manutenção da integridade física e biótica das cavidades passa pela proteção da microbacia de drenagem nas quais se encontram inseridas, mais especificamente da região localizada à montante das mesmas, bem como, as curvas de nível que direcionam os fluxos hídricos em direção às referidas cavidades. Desta forma será preservada a dinâmica de circulação hídrica e, por conseguinte, os processos dissolutivos e de reconstrução, ou seja, da dinâmica natural da cavidade.

Também foram levados em consideração parâmetros como projeção horizontal, área cavidade, volume e desnível, bem como, os depósitos químicos e clásticos.



- **Área de influência - OCML 06**

A definição da sua área de influência levou em consideração a área situada à montante da microbacia B1-d e à jusante da microbacia B2-a, bem como, as curvas de nível que direcionam o fluxo de água para o seu interior.

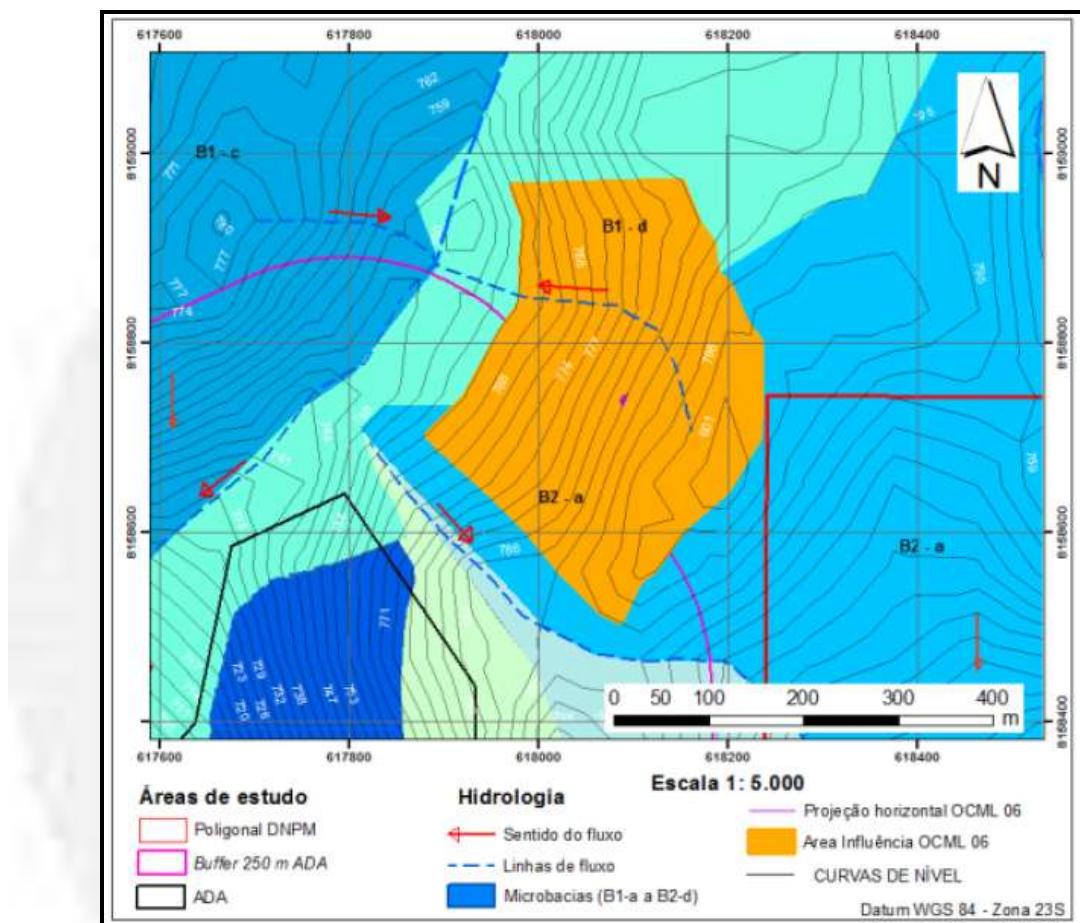


Figura 50: Áreas de influência - OCML06

- **Área de influência - OCML 07**

A definição da sua área de influência levou em consideração a área situada à montante e à jusante da microbacia B1-d, na qual a mesma encontra-se inserida, bem como, as curvas de nível que direcionam o fluxo hídrico para o seu interior.

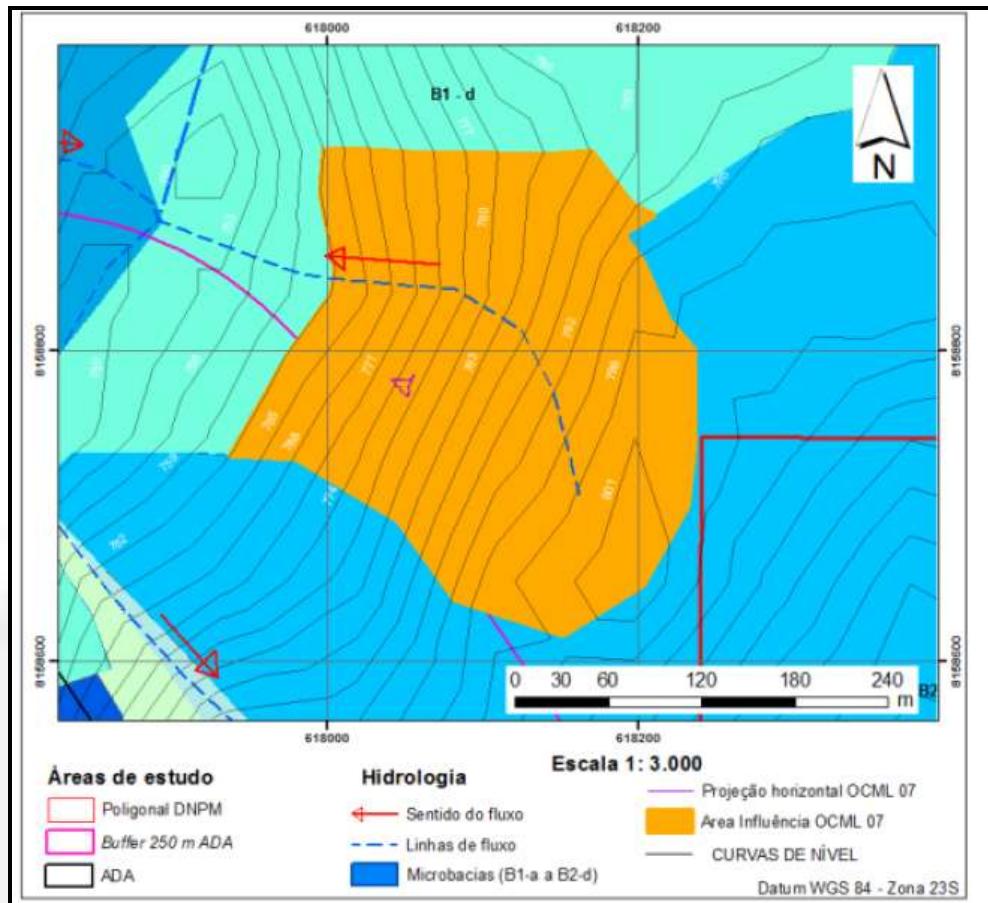


Figura 51: Áreas de influência - OCML07.

- **Área de influência - OCML 08**

A definição da sua área de influência levou em consideração a área situada à montante e à jusante da microbacia B1-d, bem como, as curvas de nível que direcionam o fluxo hídrico para o seu interior.

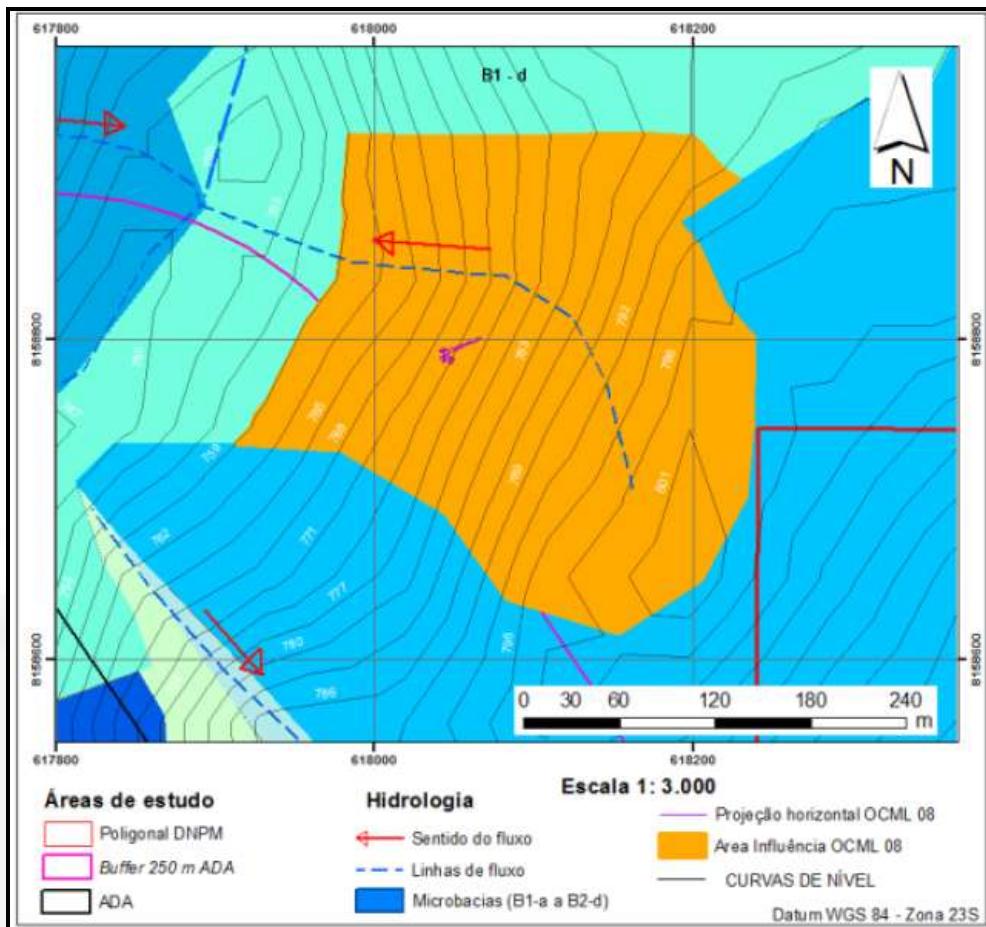


Figura 52: Áreas de influência - OCML08.

- **Área de influência - OCML 11**

A definição da sua área de influência levou em consideração a área situada à montante e à jusante da microbacia B1-d bem como, as curvas de nível que direcionam o fluxo hídrico para o seu interior.

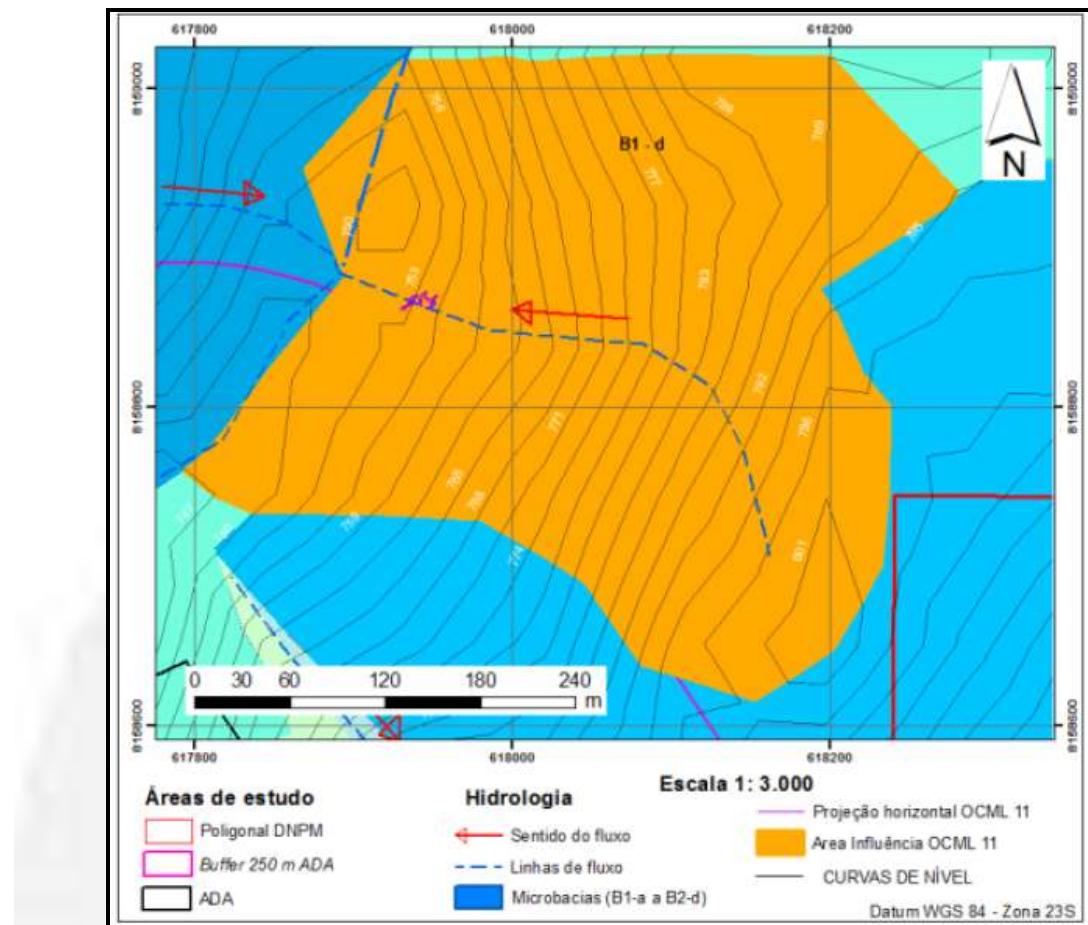


Figura 53: Áreas de influência - OCM11.

- **Área de influência - OCML 17**

A definição da sua área de influência levou em consideração a área situada à montante e à jusante da microbacia B1-d bem como, as curvas de nível que direcionam o fluxo de água para o seu interior.

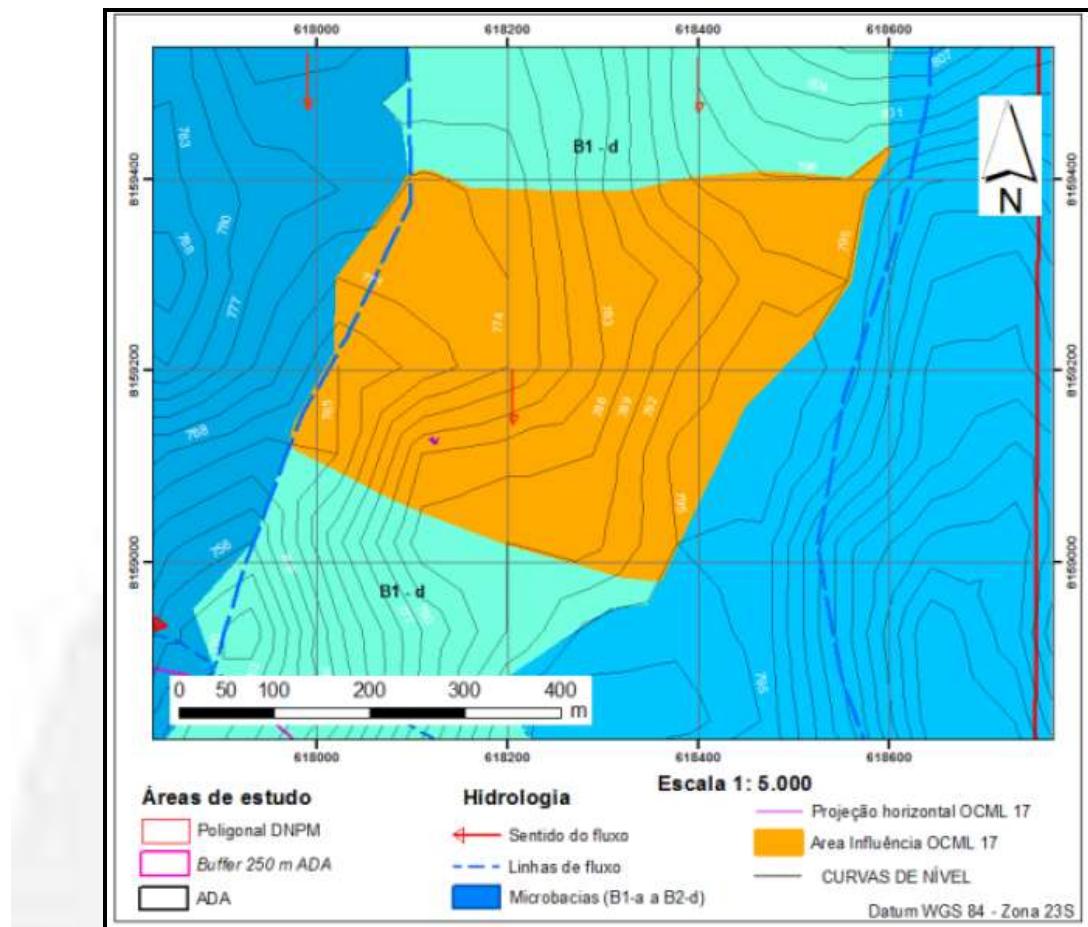
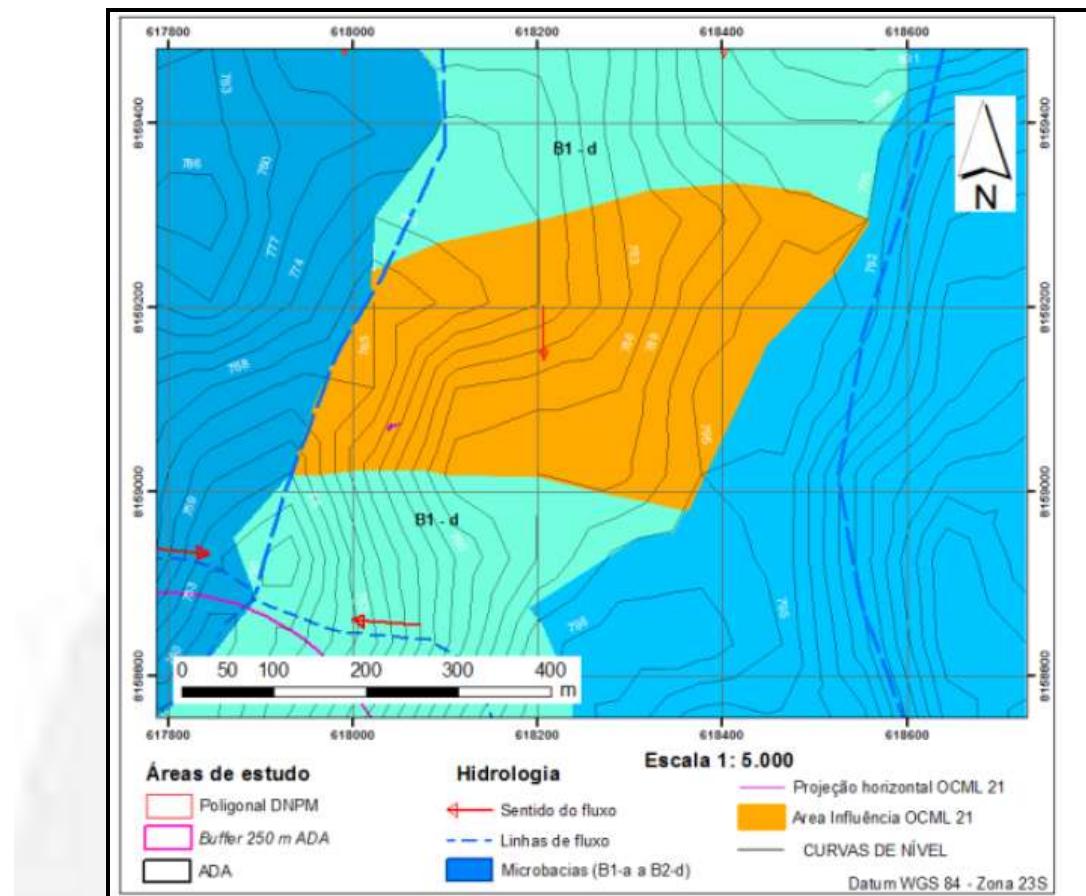


Figura 54: Áreas de influência - OCM17.

• Área de influência - OCML 21

A definição da sua área de influência levou em consideração a área situada à montante e à jusante da microbacia B1-d bem como, as curvas de nível que direcionam o fluxo de água para o seu interior.



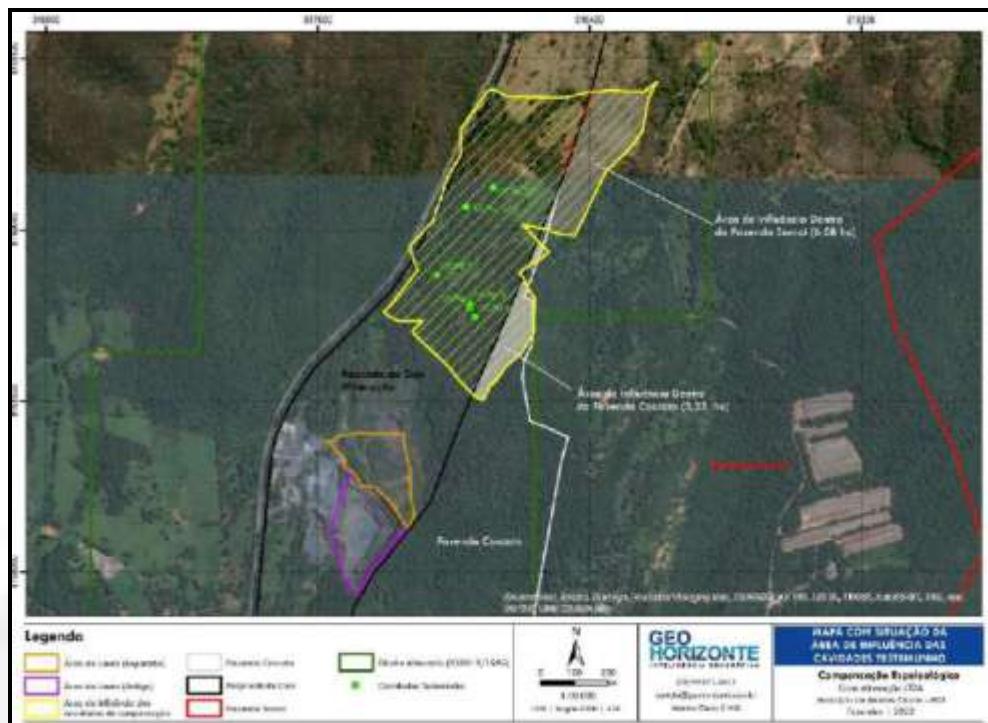


Figura 56: Conjunto das áreas de influência das cavidades testemunhos

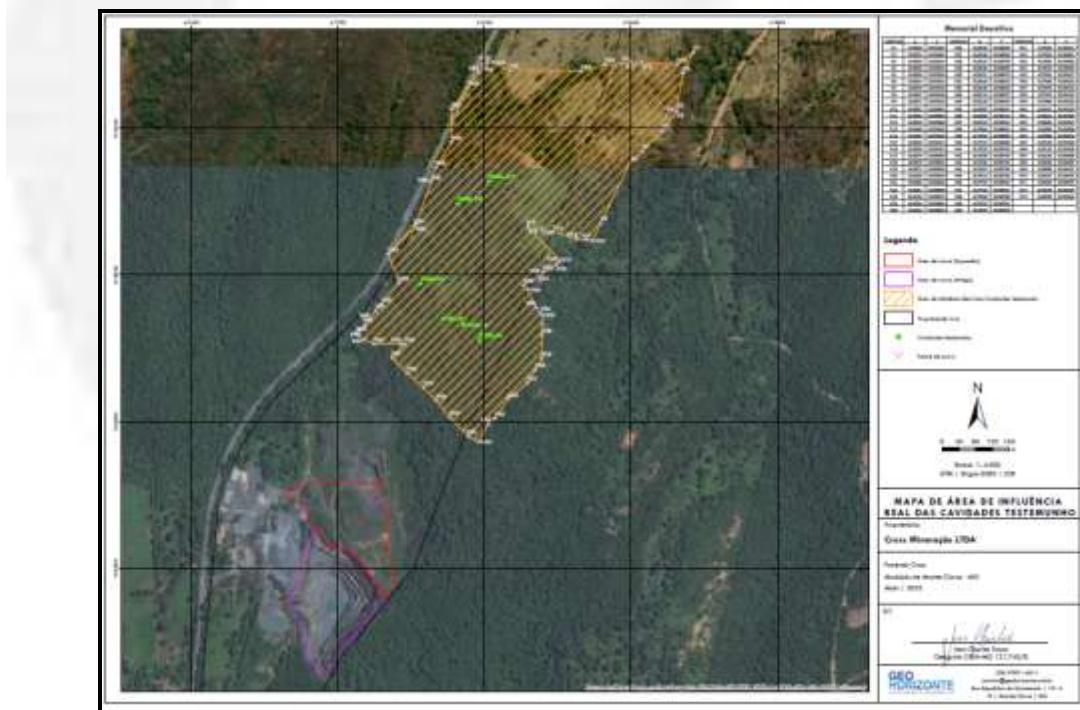


Figura 57: Conjunto das áreas de influência das cavidades testemunhos com vértices e coordenadas.

De acordo com a IS SISEMA nº 08/2017 (revisão 1), caso ocorra a descoberta de cavidades naturais subterrâneas oclusas (cavidade natural subterrânea confinada no



maciço rochoso, sem abertura para o meio externo, oclusa, que pode ter sua entrada aberta por processos naturais ou antrópicos em decorrência das atividades do empreendimento), até então desconhecidas pelo empreendedor. Neste caso, o empreendedor deverá paralisar a atividade na área da cavidade e no raio de 250m de seu entorno (área de influência inicial), comunicando o fato ao órgão ambiental competente.

6 Análise de Similaridade entre as Cavidades

Conforme o artigo 20 da IN MMA Nº02/2017: "As cavidades testemunho preservadas deverão apresentar configurações similares de quaisquer elementos que compõem os grupos de atributos que determinaram a classificação de alta relevância para a cavidade alvo de impactos negativos irreversíveis." Dessa forma, a seguir serão descritos os atributos e comparação de grau de similaridade entre as cavidades que sofrerão impacto negativo irreversível (OCM 22, OCM 23 e OCM 24) e as cavidades testemunho propostas (OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML 17 e OCML21).

Ainda conforme a IS 08/2017: "Considerando que não há cavidades idênticas, é pouco provável que haja similaridade integral entre os atributos das cavidades testemunho e os da cavidade impactada". Este fato é observado nas cavidades estudadas, visto que não apresentam similaridade integral, no entanto, ressalta-se o ganho ambiental com a preservação das cavidades sugeridas para compensação visto que, além de apresentarem certo grau de similaridade, algumas pontuaram em outros atributos. Como por exemplo, as cavidades sugeridas para compensação OCML07, OCML08 e OCML21 apresentaram presença de espécie rara/táxons novos, o que não foi observado nas cavidades que sofrerão impacto negativo irreversível.

OCM 22

A cavidade OCM 22 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré – Grupo Bambuí. O grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, espeleometria e



hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou média riqueza e diversidade de espécies. No tocante a espeleometria possui 34,72 m de projeção horizontal, 33,14 m² de área, 65,99 m³ de volume, 3,97 m de desnível e comparando com o enfoque regional apresentou alta medida de projeção horizontal, área, desnível e volume e sob local alta medida de projeção horizontal e desnível; e média área e volume. Em relação à hidrologia apresentou água de percolação. As cavidades sugeridas para a compensação da cavidade OCM22 são as cavidades OCML08 e OCML11.

A cavidade OCML08 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, ocorrência de espécies, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou presença de composição singular da fauna, presença de singularidade dos elementos faunísticos, média riqueza e diversidade de espécies. E nos atributos relacionados a ocorrência de espécies apresentou espécie rara e táxon novo. No tocante a espeleometria possui 40,80 m de projeção horizontal, 57,72 m² de área da projeção horizontal, 118,32 m³ de volume, 1,41 m de desnível e comparando com o enfoque regional e local apresentou alta medida de projeção horizontal, área e volume; e médio desnível. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação.

A cavidade OCML11 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou alta riqueza e média diversidade de espécies. No tocante a espeleometria possui 46,67 m de projeção horizontal, 50,24 m² de área da projeção horizontal, 145,69 m³ de volume, 5,22 m desnível e comparando com o enfoque regional e local apresentou alta medida de projeção horizontal, área e volume e desnível. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação.

Litologia: foram escolhidas as cavidades testemunho OCML08 e OCML11 que estão associadas ao litotipo da Formação Lagoa do Jacaré, mesmo litotipo da cavidade OCM 22. **Espeleometria:** foram escolhidas as cavidades testemunho



OCML08 (Ph: 40,80) e OCML11 (Ph: 46,67) pois apresentam medida de projeção horizontal próxima a cavidade OCM 22 (Ph: 34,72). **Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola:** a cavidade OCML08 apresentou média riqueza e diversidade de espécies e a cavidade OCML11 apresentou alta riqueza e média diversidade, parâmetros similares a cavidade OCM 22, que apresentou média riqueza e diversidade de espécies. Dessa forma, as cavidades testemunho propostas também apresentam o mesmo atributo da cavidade OCM 22, por isso essas cavidades também foram escolhidas. Atributos relacionados a hidrologia As cavidades OCML08 e OCML11 apresentaram água de percolação no seu interior, assim como a cavidade OCM 22. Dessa forma, a similaridade deste atributo também contribuiu para a escolha dessas cavidades como testemunho. **Ganho ambiental:** na cavidade OCML08 foi encontrada presença de espécie rara/táxon novo, dessa forma também apresenta o atributo relacionado a ocorrência de espécies, o que não é observado na cavidade OCM 22. Dessa forma, se torna um ganho ambiental no sentido que essas espécies também serão preservadas. **% de similaridade dos atributos:** foram escolhidas as cavidades testemunho OCML08 e OCML11 devido à similaridade dos atributos entre a cavidade OCM22. A cavidade OCML08 apresentou similaridade de 75%, já a cavidade OCML11 a similaridade é de 100%.

OCM 23

A cavidade OCM 23 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou média riqueza e diversidade de espécies. No tocante a espeleometria possui 11,64 m de projeção horizontal, 12,29 m² de área da projeção horizontal, 75,42 m³ de volume, 3,96 m de desnível e comparando com o enfoque regional e local apresentou alta medida de desnível e volume; e média projeção horizontal e área. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação. As cavidades sugeridas para a compensação da cavidade OCM23 são as cavidades OCML06 e OCML07.

A cavidade OCML06 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram



relacionados ao ecossistema cavernícola, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou média riqueza e diversidade de espécies. No tocante a espeleometria possui 20,80 m de projeção horizontal, 18,55 m² de área da projeção horizontal, 46,09 m³ de volume, 3,40 m de desnível e comparando com o enfoque regional apresentou alta medida de projeção horizontal, área, volume e desnível; sob enfoque local apresentou alta medida de projeção horizontal e desnível; e média área e volume. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação.

A cavidade OCML07 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, ocorrência de espécies, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou presença de composição singular da fauna, presença de singularidade dos elementos faunísticos, média riqueza e alta diversidade de espécies. E nos atributos relacionados a ocorrência de espécies apresentou espécie rara e táxon novo. No tocante a espeleometria possui 23,23 m de projeção horizontal, 70,29 m² de área da projeção horizontal, 85,05 m³ de volume, 2,02 m de desnível e comparando com o enfoque regional e local apresentou alta medida de projeção horizontal, área e volume; e médio desnível. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação.

Litologia: foram escolhidas as cavidades testemunho OCML06 e OCML07 que estão associadas ao litotipo da Formação Lagoa do Jacaré, mesmo litotipo da cavidade OCM 23. **Espeleometria:** foram escolhidas as cavidades testemunho OCML06 (Ph: 20,80) e OCML07 (Ph: 23,23) pois apresentam medida de projeção horizontal próxima a cavidade OCM 23 (Ph: 11,64). **Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola:** a cavidade OCML06 apresentou média riqueza e diversidade de espécies e a cavidade OCML07 apresentou média riqueza e alta diversidade, parâmetros similares a cavidade OCM 23, que apresentou média riqueza e diversidade de espécies. Dessa forma, as cavidades testemunho propostas também apresentam o mesmo atributo da cavidade OCM 23, por isso essas cavidades também foram escolhidas. **Atributos relacionados à hidrologia** As cavidades OCML06 e OCML07 apresentaram água de percolação no seu interior,



assim como a cavidade OCM 23. Dessa forma, a similaridade deste atributo também contribuiu para a escolha dessas cavidades como testemunho. **Ganho ambiental:** na cavidade OCML07 foi encontrada presença de espécie rara/táxon novo, dessa forma também apresenta o atributo relacionado a ocorrência de espécies, o que não é observado na cavidade OCM 23. Dessa forma, se torna um ganho ambiental no sentido que essas espécies também serão preservadas. **% de similaridade dos atributos:** Foram escolhidas as cavidades testemunho OCML06 e OCML07 devido à similaridade dos atributos entre a cavidade OCM23. A cavidade OCML06 apresentou similaridade de 100%, já a cavidade OCML11 a similaridade é de 75%.

OCM 24

A cavidade OCM 24 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou média riqueza e diversidade de espécies. No tocante a espeleometria possui 9,44 m de projeção horizontal, 10,38 m² de área da projeção horizontal, 13,08 m³ de volume, 4,52 m de desnível e comparando com o enfoque regional apresentou alta medida de desnível, e média projeção horizontal, área e volume; sob local alta medida desnível; e baixa medida de projeção horizontal, área e volume. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação. As cavidades sugeridas para a compensação da cavidade OCM24 são as cavidades OCML17 e OCML21.

A cavidade OCML17 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou média riqueza e diversidade de espécies. No tocante a espeleometria possui 13,05 m de projeção horizontal, 19,98 m² de área da projeção horizontal, 31,16 m³ de volume, 0,63 m de desnível e comparando com o enfoque regional apresentou alta medida de projeção horizontal, área e volume e baixo desnível, sob enfoque local apresentou média projeção horizontal, área e volume e baixo desnível. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação.



A cavidade OCML21 está associada aos calcários da Formação Lagoa do Jacaré e o grupo de atributos que determinaram a classificação em alta relevância foram relacionados ao ecossistema cavernícola, ocorrência de espécies, espeleometria e hidrologia. Em relação ao ecossistema cavernícola a cavidade apresentou presença de composição singular da fauna, presença de singularidade dos elementos faunísticos, média riqueza de espécies e baixa diversidade de espécies. E nos atributos relacionados a ocorrência de espécies apresentou espécie rara e táxon novo. No tocante a espeleometria possui 12 m de projeção horizontal, 9,51 m² de área da projeção horizontal, 19,49 m³ de volume 1,12 m de desnível e comparando com o enfoque regional apresentou alta medida de projeção horizontal e média de área, volume e desnível, sob enfoque local apresentou média projeção horizontal e desnível, e baixa medida de área e volume. Em relação a hidrologia apresentou água de percolação.

Litologia: foram escolhidas as cavidades testemunho OCML17 e OCML21 que estão associadas ao litotipo da Formação Lagoa do Jacaré, mesmo litotipo da cavidade OCM 24. **Espeleometria:** foram escolhidas as cavidades testemunho OCML17 (Ph: 13,50) e OCML21 (Ph: 12,00) pois apresentam medida de projeção horizontal próxima a cavidade OCM 23 (Ph: 11,64). **Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola:** a cavidade OCML17 apresentou média riqueza e diversidade de espécies e a cavidade OCML21 apresentou média riqueza e baixa diversidade, parâmetros similares a cavidade OCM 24, que apresentou média riqueza e diversidade de espécies. Dessa forma, as cavidades testemunho propostas também apresentam o mesmo atributo da cavidade OCM 24, por isso essas cavidades também foram escolhidas.

7 Controle Processual

Conforme dito alhures, o presente adendo trata da solicitação realizada pela CROS Mineração LTDA vinculado ao Processo Administrativo – PA nº4.506/2021 com o objetivo de definir a área de influência de 6 cavidades, a relevância de 10 cavidades e autorizar a supressão de 4 cavidades identificadas na Área Diretamente Afetada - ADA do empreendimento localizado no município de Montes Claros - MG.



Em consulta ao SLA verifica-se que a empresa possui o certificado nº 4506 referente a um LAS/RAS com validade de 8 ano(s), com vencimento em 25/03/2030.

Foram apresentados os estudos de prospecção espeleológica, caracterização e classificação do grau de relevância das cavidades atendendo ao disposto no Decreto Federal nº 6.640/2008, que altera o Decreto 99.556/1990 e na Instrução Normativa MMA nº 02/2009. Conforme expresso no art. 4º do Decreto 99.556/1990 a cavidade classificada com alto, médio ou baixo grau de relevância pode sofrer impactos negativos irreversíveis:

Art. 4º A cavidade natural subterrânea classificada com grau de relevância alto, médio ou baixo poderá ser objeto de impactos negativos irreversíveis, mediante licenciamento ambiental.

§ 1º No caso de empreendimento que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, o empreendedor deverá adotar, como condição para o licenciamento ambiental, medidas e ações para assegurar a preservação, em caráter permanente, de duas cavidades naturais subterrâneas, com o mesmo grau de relevância, de mesma litologia e com atributos similares à que sofreu o impacto, que serão consideradas cavidades testemunho.

§ 2º A preservação das cavidades naturais subterrâneas, de que trata o § 1º, deverá, sempre que possível, ser efetivada em área contínua e no mesmo grupo geológico da cavidade que sofreu o impacto.

§ 3º Não havendo, na área do empreendimento, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho, o Instituto Chico Mendes poderá definir, de comum acordo com o empreendedor, outras formas de compensação.

§ 4º No caso de empreendimento que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância médio, o empreendedor deverá adotar medidas e financiar ações, nos termos definidos pelo órgão ambiental competente, que contribuam para a conservação e o uso adequado do patrimônio espeleológico brasileiro, especialmente das cavidades naturais subterrâneas com



grau de relevância máximo e alto.

§ 5º No caso de empreendimento que ocasione impacto negativo irreversível em cavidade natural subterrânea com grau de relevância baixo, o empreendedor não estará obrigado a adotar medidas e ações para assegurar a preservação de outras cavidades naturais subterrâneas.

A Resolução CONAMA nº 347/2004 prevê que se houver atividades que causem impactos irreversíveis em cavidades ou em sua área de influência o empreendedor deve apresentar estudos de avaliação dos impactos.

A Instrução Serviço SISEMA nº 08/2017 prevê procedimentos para a instrução dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos efetiva ou potencialmente capazes de causar impactos sobre cavidades naturais subterrâneas e suas áreas de influência.

Conforme descrito no parecer técnico, as cavidades foram classificadas como de alta, média e baixa relevância. Havendo assim, compensação prevista na legislação vigente para as de alta e média relevância. Entendeu a equipe técnica da SUPRAM/NM que a supressão das cavidades é possível, após aprovação da compensação conforme Decreto Federal 99.556/1990 validando-se nesse sentido as relevâncias das cavidades apresentadas e ainda a definição das áreas de influências.

8 Conclusão

Com o exposto neste Parecer Único - PU, fundamentado nos estudos espeleológicos apresentados pelo empreendedor, em conclusão, a Diretoria Regional de Regularização Ambiental – DRRA juntamente com a Diretoria De Regional de Controle Processual – DRCP da SUPRAM NM sugere o DEFERIMENTO das seguintes solicitações do empreendedor Cros Mineração LTDA:

- Definição do grau de relevância alto das cavidades naturais subterrâneas OCM22, OCM23, OCM24, OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21, grau de relevância médio da cavidade CAV03 e máximo da cavidade

	GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Subsecretaria de Gestão e Regularização Ambiental Integrada Superintendência Regional de Meio Ambiente do Norte de Minas	Parecer Único nº52/2022 Pág. 98 de 104
---	--	--

OCM2-08.

- Impacto negativo irreversível (supressão) das cavidades naturais subterrâneas OCM22, OCM23 e OCM24 e CAV03.
- Definição da área de influência das cavidades naturais subterrâneas OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21.
- Definição da compensação ambiental espeleológica pela solicitação de impacto negativo irreversível em cavidades naturais subterrâneas com grau de relevância alto, sendo preservadas sob a forma de cavidade testemunho as cavidades OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21 e a adoção de ações que contribuam para a conservação e o uso adequado do patrimônio espeleológico pelo impacto negativo irreversível em cavidades natural subterrânea com grau de relevância médio.

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 NM, tornam o empreendimento em questão passível de autuação.

Cabe esclarecer que a SUPRAM NM, 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 sugeridas para inclusão na Licença Ambiental Simplificada da CROS Mineração LTDA.



Anexo II. Vértices e coordenadas da área de influência total para as cavidades testemunhos do empreendimento.





Anexo I. Condicionantes sugeridas para inclusão na Licença Ambiental Simplificada da CROS Mineração LTDA.

Item	Descrição	Prazo
13	Atualizar o cadastro, no banco de dados Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE, de todas as cavidades naturais subterrâneas contempladas nos estudos do empreendimento, inclusive das cavidades testemunho, considerando os estudos espeleológicos realizados.	120 (cento e vinte) dias.
14	Apresentar arquivos digitais contendo os shapes com a identificação e as projeções horizontais das cavidades naturais subterrâneas abordadas neste Adendo (CAV03, OCM22, OCM23, OCM24, OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21) e as poligonais das respectivas áreas de influência, descrevendo-se também os atributos de cada cavidade e área de influência, conforme tabelas do Anexo V da IS SISEMA 08/2017 Revisão 01 e demais especificações técnicas previstas na Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2.684, de 3 de setembro de 2018, bem como as tabelas de atributos e demais requisitos.	15 (quinze) dias.
15	Realizar a delimitação física das áreas de influência das cavidades naturais subterrâneas definidas como testemunho OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21, bem como sinalizar através de placas indicativas a proibição de intervenção. Apresentar comprovação via relatório fotográfico.	60 (sessenta) dias.
16	Realizar a delimitação física das áreas de influência das cavidades naturais subterrâneas OCM14, OCM37, OCM40 e a OCM41, onde não está previsto o impacto reversível, bem como sinalizar através de placas indicativas a proibição de intervenção. Apresentar comprovação via relatório fotográfico.	60 (sessenta) dias
17	Apresentar comprovante de averbação, na matrícula do imóvel, das coordenadas geográficas da poligonal correspondente às cavidades testemunho OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21 e respectivas áreas de influência definida neste Adendo.	10 (dez) dias contados da data da averbação.
18	Apresentar e executar programa de mapeamento geoestrutural e fotográfico detalhado das cavidades testemunho (OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21) em um	Antes da intervenção nas cavidades naturais subterrâneas OCM22,



	evento único.	OCM23, OCM24 e em suas áreas de influência.
19	Apresentar e executar programa de monitoramento da integridade da área de influência (AI) das cavidades testemunho (OCML06, OCML07, OCML08, OCML11, OCML17 e OCML21).	Durante a vigência da licença
20	Apresentar relatório técnico-fotográfico acompanhado de registro de responsabilidade técnica junto ao conselho profissional que ateste que a supressão das cavidades CAV 03, OCM22, OCM23, OCM24 foi precedida de registro e armazenamento cartográfico e fotográfico, bem como de inventário e coleta de espeleotemas e elementos geológicos e biológicos representativos do ecossistema cavernícola, compreendendo o resgate, o transporte adequado, destinação a coleções científicas institucionais e o registro de todas as informações no CANIE. Este resgate de informações e materiais e de espécimes da fauna nas cavidades com previsão de impactos negativos irreversíveis deverá atender os termos do artigo 18 da IN/MMA nº 02/2017 e estar em conformidade com o plano de resgate.	90 dias após a intervenção nas cavidades naturais subterrâneas.
21	Apresentar e executar o programa de resgate e afugentamento da fauna nas cavidades CAV 03, OCM22, OCM23, OCM24. O resgate deverá ser realizado antes da intervenção nas cavidades.	Antes da intervenção nas cavidades naturais subterrâneas CAV03, OCM22, OCM23 e OCM24 e em suas respectivas áreas de influência
22	Para os casos de cavidades naturais subterrâneas que apresentem ocorrência de táxons novos, o empreendedor deverá apresentar aceite (no prelo) de artigo em revista ou periódico reconhecido pela comunidade acadêmica da descrição científica formal do táxon novo encontrado, ou laudo emitido por especialista, atestando que o táxon novo se repete, comprovando que os indivíduos de cada grupo pertençam a uma única forma taxonômica, e desde que não represente troglório raro, endêmico ou relicto.	Antes da intervenção nas cavidades naturais subterrâneas.
23	Apresentar e executar o programa de monitoramento de vibrações e da integridade física nas cavernas OCM14, OCM37, OCM40 e a OCM41, oriundas das detonações na cava e de	Durante o período da licença.



fontes mecânicas (tratores, caminhões, britadores etc.) conforme
“Sismografia Aplicada à Proteção do Patrimônio Espeleológico:
Orientações Básicas à Realização de Estudos Ambientais -
Dez/2016”.

Apresentar relatórios de monitoramento com periodicidade anual.

Apresentar comprovação ao atendimento do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica – TCCE firmado entre o Estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e o empreendedor Cros Mineração LTDA.

Até 180 dias após a intervenção.

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



**Anexo II: Vértices e coordenadas da área de influência total para as cavidades
testemunhos do empreendimento**

Memorial descritivo da área de influência real das cavidades testemunho		
Vértice	X	Y
V1	618.598	8.159.432
V2	618.574	8.159.382
V3	618.558	8.159.294
V4	618.556	8.159.292
V5	618.559	8.159.290
V6	618.524	8.159.242
V7	618.476	8.159.196
V8	618.447	8.159.166
V9	618.377	8.159.023
V10	618.357	8.158.982
V11	618.344	8.158.984
V12	618.320	8.158.986
V13	618.263	8.159.003
V14	618.237	8.159.009
V15	618.205	8.159.015
V16	618.203	8.159.015
V17	618.279	8.158.936
V18	618.279	8.158.934
V19	618.272	8.158.926
V20	618.239	8.158.905
V21	618.230	8.158.900
V22	618.231	8.158.899
V23	618.193	8.158.875
V24	618.204	8.158.864
V25	618.222	8.158.823
V26	618.233	8.158.809
V27	618.239	8.158.803
V28	618.237	8.158.756
V29	618.236	8.158.699
V30	618.221	8.158.673
V31	618.202	8.158.642
V32	618.156	8.158.603
V33	618.124	8.158.557
V34	618.109	8.158.545
V35	618.087	8.158.501



V36	618.062	8.158.514
V37	618.016	8.158.561
V38	617.984	8.158.601
V39	617.954	8.158.630
V40	617.915	8.158.666
V41	617.878	8.158.702
V42	617.909	8.158.734
V43	617.900	8.158.734
V44	617.837	8.158.735
V45	617.813	8.158.745
V46	617.794	8.158.761
V47	617.794	8.158.761
V48	617.803	8.158.768
V49	617.815	8.158.781
V50	617.825	8.158.793
V51	617.840	8.158.814
V52	617.854	8.158.831
V53	617.895	8.158.882
V54	617.870	8.158.950
V55	617.931	8.159.017
V56	617.936	8.159.020
V57	617.973	8.159.122
V58	617.970	8.159.124
V59	617.983	8.159.156
V60	618.021	8.159.218
V61	618.021	8.159.295
V62	618.060	8.159.347
V63	618.086	8.159.383
V64	618.096	8.159.401
V65	618.106	8.159.408
V66	618.120	8.159.408
V67	618.160	8.159.389
V68	618.330	8.159.387
V69	618.388	8.159.401
V70	618.427	8.159.404
V71	618.450	8.159.407
V72	618.476	8.159.407
V73	618.559	8.159.402

Figura 58: Vértices e coordenadas da área de influência total para as cavidades testemunhos do empreendimento (WGS84 / UTM zone 23s).