



# **SUL AMERICANA DE METAIS S.A**

**PROJETO BLOCO 8**

## **ESTUDO DE RELEVÂNCIA DE CAVIDADES - BARRAGEM DO RIO VACARIA**

**JULHO/2020**

<b>EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO</b>			
<b>Razão social:</b>	Brandt Meio Ambiente Ltda.	<b>Site:</b>	www.brandt.com.br
<b>CNPJ:</b>	71.061.162/0001-88	<b>Diretor:</b>	Sérgio Avelar
Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - 34.000-000 - Nova Lima MG - Tel (31) 3071 7000 - Fax (31) 3071 7002 - bma@brandt.com.br			

<b>EQUIPE TÉCNICA DA BRANDT MEIO AMBIENTE</b>		
<b>ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS</b>		
<b>TÉCNICO</b>	<b>FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.</b>	<b>RESPONSABILIDADE NO PROJETO</b>
Cleovani Santana	Auxiliar de Campo	Apoio de campo
Daniele Pedrosa	Bióloga CRBio 57.873/04 D	Execução de levantamento Bioespeleológico
Juliana Mascarenhas	Bióloga CRBio 49.369/04 D	Execução de levantamento Bioespeleológico; Diagnóstico de cavidades com DL inferior a 5 metros (meio biótico)
Lucas Fernandes	Auxiliar de Campo	Apoio de campo
Luciano Páscoa	Auxiliar de Campo	Apoio de campo
Nemis Júnior	Engenheiro Ambiental CREA MG 184.907/D	Instrumentista de topografia de cavidades
Pedro Machado	Ecólogo CRBio 117.883/04-D	Execução de levantamento Bioespeleológico
Renata Andrade	Bióloga, Dra. em Zoologia CRBio 51.701/04-D	Diagnostico Bioespeleológico; Classificação de relevância (meio biótico)
Samuel Pedro	Auxiliar de Campo	Apoio de campo
Thiago Lima	Geógrafo, Esp. em Engenharia Geotécnica CREA MG 111.985/D	Topografia das cavidades; Diagnóstico de cavidades com DL inferior a 5 metros (meio físico);Diagnostico Geoespeleológico; Classificação de relevância (meio físico), Integração do relatório final
Produção Gráfica	Gustavo Soares	Elaboração dos mapas finais das cavidades
	Eli Lemos	Gerenciamento / edição

<b>EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO</b>	
<b>Razão social</b>	SUL AMERICANA DE METAIS S.A
<b>CNPJ</b>	08.289.492/0001-99
<b>Instalação</b>	PROJETO BLOCO 8
<b>Endereço</b>	Av. do Contorno, 5919 - 10º Andar - Funcionários, Belo Horizonte - MG
<b>Telefone</b>	3071-8500
<b>Contato</b>	Gizelle Andrade Tocchetto

## Sumário

1 - INTRODUÇÃO .....	9
2 - MÉTODO .....	11
2.1 - Topografia de cavidades .....	11
2.2 - Geoespeleologia .....	15
2.3 - Bioespeleologia .....	17
2.3.1 - Campanhas de campo .....	17
2.3.2 - Atividades em campo .....	18
2.3.3 - Atividades em laboratório .....	19
2.3.4 - Análises .....	20
2.4 - Classificação de relevância .....	21
3 - ESPELEOLOGIA DA ÁREA DA BARRAGEM DO RIO VACARIA .....	24
3.1 - Prospecção Espeleológica .....	24
3.2 - Topografia das cavidades .....	26
3.3 - Cavidades com Desenvolvimento Linear (DL) inferior a cinco metros .....	29
3.4 - Resultados geoespeleológicos .....	34
3.4.1 - Inserção na paisagem .....	37
3.4.2 - Litologia .....	43
3.4.3 - Estruturas .....	48
3.4.4 - Espeleometria .....	52
3.4.5 - Morfologia .....	55
3.4.5.1 - Padrão morfológico ou planimétrico .....	55
3.4.5.1.1 - Câmara simples retilínea .....	56
3.4.5.1.2 - Câmara simples curvilínea .....	57
3.4.5.1.3 - Câmara simples retangular .....	58
3.4.5.1.4 - Câmara simples afunilada .....	59
3.4.5.2 - Feições morfológicas .....	60
3.4.6 - Hidrologia .....	63
3.4.7 - Sedimentos clásticos e orgânicos .....	65
3.4.8 - Espeleotemas .....	67
3.4.9 - Gênese .....	69
3.4.10 - Importância histórico-cultural, paleontológica e estado de conservação .....	70
3.5 - Resultados Bioespeleológicos .....	71
3.5.1 - Caracterização das cavidades .....	71
3.5.2 - Fauna .....	73
3.5.3 - Análises .....	84
4 - ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DAS CAVIDADES .....	91
4.1 - Os Graus de Relevância .....	91
4.2 - Escalas de avaliação .....	92
4.2.1 - Enfoque local .....	92
4.2.2 - Enfoque regional .....	95
4.3 - Análise dos atributos para classificação de relevância de cavidades .....	100
4.3.1 - Relevância Máxima .....	100
4.3.1.1 - Gênese única ou rara .....	100
4.3.1.2 - Morfologia única .....	100
4.3.1.3 - Dimensões notáveis em extensão, área ou volume .....	100
4.3.1.4 - Espeleotemas únicos .....	100
4.3.1.5 - Isolamento geográfico .....	101
4.3.1.6 - Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais .....	101
4.3.1.7 - Habitat essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos .....	101
4.3.1.8 - Habitat de troglóbio raro .....	101
4.3.1.9 - Interações ecológicas únicas .....	101
4.3.1.10 - Cavidade testemunho .....	102
4.3.1.11 - Destacada relevância histórico-cultural -religiosa .....	102
4.3.2 - Relevância Alta, média e baixa .....	102
4.3.2.1 - Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola - Enfoque Local .....	102
4.3.2.1.1 - Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante .....	102
4.3.2.1.2 - Presença de população excepcional em tamanho .....	102
4.3.2.1.3 - Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação .....	103
4.3.2.1.4 - Constatação de uso da cavidade por espécies migratórias .....	103
4.3.2.1.5 - População residente de quirópteros .....	103
4.3.2.2 - Atributos relacionados à ocorrência de espécies - Enfoque Local .....	103

4.3.2.2.1 - Presença de táxons novos .....	103
4.3.2.2.2 - Presença de espécies troglomórficas .....	103
4.3.2.2.3 - Presença de troglóxeno obrigatório .....	103
4.3.2.3 - Atributos relacionados à sedimentação clástica e química - Enfoque Local .....	104
4.3.2.3.1 - Diversidade de depósitos químicos .....	104
4.3.2.3.2 - Configuração de espeleotemas .....	104
4.3.2.3.3 - Sedimentação clástica ou química com valor científico .....	104
4.3.2.4 - Atributos relacionados à hidrologia - Enfoque Local .....	104
4.3.2.4.1 - Presença de água de percolação .....	104
4.3.2.4.2 - Presença de água de condensação .....	105
4.3.2.5 - Atributos relacionados à Espeleometria - Enfoque Local .....	105
4.3.2.5.1 - Projeção Horizontal (PH) .....	105
4.3.2.5.2 - Área .....	105
4.3.2.5.3 - Desnível .....	105
4.3.2.5.4 - Volume .....	106
4.3.2.6 - Atributos relacionados a Interesse científico - Enfoque Local .....	106
4.3.2.6.1 - Localidade tipo .....	106
4.3.2.6.2 - Presença de registros paleontológicos .....	106
4.3.2.6.3 - Presença de estrutura geológica de interesse científico .....	106
4.3.2.7 - Atributos relacionados aos geossistemas - Enfoque Local .....	107
4.3.2.7.1 - Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico .....	107
4.3.2.7.2 - Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância Máxima .....	107
4.3.2.8 - Atributos histórico-culturais e socioeconômicos - Enfoque Local .....	107
4.3.2.8.1 - Reconhecimento de valor estético/cênico da cavidade .....	107
4.3.2.8.2 - Visitação pública na cavidade .....	108
4.3.2.9 - Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola - Enfoque Regional .....	108
4.3.2.9.1 - Presença de composição singular de fauna .....	108
4.3.2.9.2 - Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade .....	108
4.3.2.9.3 - Riqueza de espécies .....	108
4.3.2.9.4 - Diversidade de espécies .....	109
4.3.2.10 - Atributos relacionados à ocorrência de espécies - Enfoque Regional .....	110
4.3.2.10.1 - Presença de espécie rara .....	110
4.3.2.10.2 - Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos .....	110
4.3.2.11 - Atributos relacionados à Espeleometria - Enfoque Regional .....	110
4.3.2.11.1 - Projeção Horizontal (PH) .....	110
4.3.2.11.2 - Área .....	110
4.3.2.11.3 - Desnível .....	111
4.3.2.11.4 - Volume .....	111
4.3.2.12 - Atributos relacionados à Hidrologia - Enfoque Regional .....	111
4.3.2.12-1 - Presença de drenagem subterrânea .....	111
4.3.2.12-2 - Presença de lago .....	111
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A RELEVÂNCIA DAS CAVERNAS .....	112
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
ANEXOS .....	120
ANEXO 1 – AUTORIZAÇÃO DE MANEJO DE FAUNA .....	121
ANEXO 2 – AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DAS CAVIDADES LOCALIZADAS NA ADA + AID PROPOSTA PARA INSTALAÇÃO DA BARRAGEM DE VACARIA .....	126
ANEXO 3 – RELATÓRIO DE PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA DA ÁREA PROPOSTA A INSTALAÇÃO DA BARRAGEM DO RIO VACARIA .....	127
ANEXO 4 – MAPAS TOPOGRÁFICOS DAS 30 CAVIDADES .....	128
ANEXO 5 – CARACTERIZAÇÃO EXPEDITA DE CAVIDADES ALVO DE RELEVÂNCIA - BIOESPELEOLOGIA .....	129
ANEXO 6 – COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA DAS CAVIDADES .....	138
ANEXO 7 – AMOSTRA DE RIQUEZA .....	159
ANEXO 8 – MATRIZ DE RELEVÂNCIA - IN MMA N° 2 08/2017 .....	161
ANEXO 9 – PARECERES TÉCNICOS DOS ESPECIALISTAS EM BIOESPELEOLOGIA .....	165
ANEXO 10 – CADASTRO TÉCNICO FEDERAL .....	171
ANEXO 11 – ART .....	173

## **Quadros**

QUADRO 2.3.1-1 - Datas da visita às cavidades para estudo do meio biótico .....	17
---	----

QUADRO 3.2-1 - Resultados espeleométricos obtidos no levantamento topográfico das cavidades inseridas na área proposta à instalação da Barragem do rio Vacaria.....	27
QUADRO 3.4-1 - Resultados espeleométricos obtidos no levantamento topográfico das cavidades alvo de relevância espeleológica localizadas na área proposta à instalação da Barragem do Rio Vacaria.....	35
QUADRO 3.5.1-1 Substratos orgânicos registrados nas cavidades estudadas.....	72
QUADRO 3.5.2-4 - Organismos vertebrados registrados nas cavernas estudadas e abundância em cada campanha de campo (U: campanha úmida; S: campanha seca).....	81
QUADRO 3.5.2-5 Registros de Chiroptera nas cavernas estudadas, guilda trófica e status de ameaça de acordo com as listas consultadas.....	83
QUADRO 3.5.3-1 - Riqueza absoluta obtida para as cavidades estudadas, durante as campanhas úmida e seca, indicando o número de espécies comuns (e sua porcentagem em relação ao total) e a riqueza total considerando ambas as campanhas.....	84
QUADRO 3.5.3-2 - Importância de cada uma das variáveis preditoras para explicar a riqueza total de espécies nas cavidades. Os valores de F e p foram obtidos através da análise de GLM, usando distribuição Quasi-Poisson. Valores em negrito são aqueles estatisticamente significativos ( $p < 0.05$ ). .....	85
QUADRO 3.5.3-3 - Diversidade (índice de Shannon - H') obtida para as cavidades estudadas, durante as estações úmida e seca e considerando ambas as campanhas (total). .....	87
QUADRO 3.5.3-4 - Matriz de similaridade das cavidades estudadas mostrando a porcentagem de similaridade (índice de Jaccard) entre elas.....	89
QUADRO 3.5.3-5 - Similaridade média de cada cavidade em relação às outras sete cavidades estudadas.....	89
QUADRO 4.2.1-1 - Amostra de cavidades considerada para o Enfoque Local. ....	93
QUADRO 4.2.2-1 - Amostra de cavidades considerada para o Enfoque Regional. ....	96
QUADRO 4.3.1.3-1 - Valores de corte para classificação de máxima relevância, enfoque local e enfoque regional. ....	100
QUADRO 4.3.2.5.1-1- Resultados obtidos para o atributo Projeção Horizontal.....	105
QUADRO 4.3.2.5.2-1 - Resultados obtidos para o atributo Área.....	105
QUADRO 4.3.2.5.3 -1 - Resultados obtidos para o atributo Desnível.....	105
QUADRO 4.3.2.5.4-1 - Resultados obtidos para o atributo Volume.....	106
QUADRO 4.3.2.9.3-1-Riqueza obtida para as cavidades estudadas e sua respectiva classificação. ....	109
QUADRO 4.3.2.9.4-1-Diversidade de espécies obtida para as cavidades estudadas e sua respectiva classificação.....	109
QUADRO 4.3.2.11.1-1- Resultados obtidos para o atributo PH.....	110
QUADRO 4.3.2.11.2-1- Resultados obtidos para o atributo Área.....	110
QUADRO 4.3.2.11.3-1- Resultados obtidos para o atributo Desnível.....	111
QUADRO 4.3.2.11.4-1- Resultados obtidos para o atributo Volume.....	111
QUADRO 5.1 – Classificação de relevância para as cavidades com desenvolvimento linear inferior a cinco metros.....	112
QUADRO 5.1 – Classificação de relevância para as cavidades com desenvolvimento linear superior a cinco metros.....	113

## **Figuras**

---

FIGURA 1.1-1 – Localização da área proposta à implantação da Barragem do rio Vacaria. ....	9
FIGURA 2.1-1 – Croqui elaborado durante a execução do levantamento topográfico da cavidade VAC_20. ....	11
FIGURA 2.1-2 - Processo de digitalização de mapa espeleológico no software ZWCAD. As linhas de trena (em verde), sobrepostas ao croqui de campo dão embasamento à digitalização. ....	14
FIGURA 2.2-1 - Figura esquemática demonstrando a compartimentação da vertente utilizada na descrição do atributo inserção na paisagem. ....	16
FIGURA 2.3.1-1 - Gráfico de precipitação mensal para a área de Salinas entre janeiro de 2018 e junho de 2020. ....	18
Fonte: <a href="http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas">http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas</a> ; Estação: Salinas (MG). ....	18
FIGURA 2.4-1 - Chave de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas, segundo a Instrução Normativa nº 02/2017 (Brasil 2017) ....	22
FIGURA 3.1-1 - Caminhamento espeleológico (verde) executado na área proposta a instalação da Barragem do rio Vacaria. Os pontos amarelos indicam a localização das cavidades cadastradas. ....	25
FIGURA 3.3-1 - Distribuição das cavidades do projeto em relação ao Desenvolvimento Linear. ....	29
FIGURA 3.4-1 - Localização das cavidades alvo de relevância espeleológica na área proposta à instalação da Barragem do Rio Vacaria. ....	36
Figura 3.4.1-1 - Distribuição das cavidades por unidade geomorfológica. ....	37
Figura 3.4.1-2 - Distribuição das cavidades por formas de relevo ....	38
Figura 3.4.1-3 - Distribuição das cavidades por compartimentação da vertente local. ....	39
Figura 3.4.1-4 - Distribuição das cavidades em relação à orientação da escarpa rochoso/maciço rochoso no relevo. ....	40
Figura 3.4.1-5 - Distribuição das cavidades em relação à cota altimétrica de inserção. ....	41
Figura 3.4.1-6 - Perfil esquemático da vertente local, ilustrando a inserção das cavidades na paisagem. ....	42
Figura 3.4.1-7 - Distribuição das cavidades em relação à fitofisionomia predominante do entorno. ....	43
Figura 3.4.2-1 - Perfil geológico da área onde se encontram as cavidades alvo do estudo, prolongamento NW-SE. ....	44
Figura 3.4.2-2 - Mapa geológico simplificado da área proposta a instalação da Barragem do rio Vacaria. ....	45
Figura 3.4.3-1 - Matriz estrutural simplificada da Orogênese Ediacarana na área do projeto. ....	48
Figura 3.4.3-2 - Distribuição das feições estruturais e sua relação morfológica nas cavidades alvo da análise de relevância. ....	49
Figura 3.4.3-3 - Estereograma obtido através da análise das medidas tomadas na foliação (Sn) do metadiamicrito que hospeda as cavidades. ....	50
Figura 3.4.3-4 - Diagrama de rosetas obtido através da análise das medidas tomadas nas fraturas (Fr e FrV) observadas nos maciços de metadiamicrito que hospedam as cavidades. ....	51
Figura 3.4.4-1 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos métricos de projeção horizontal (PH). ....	52

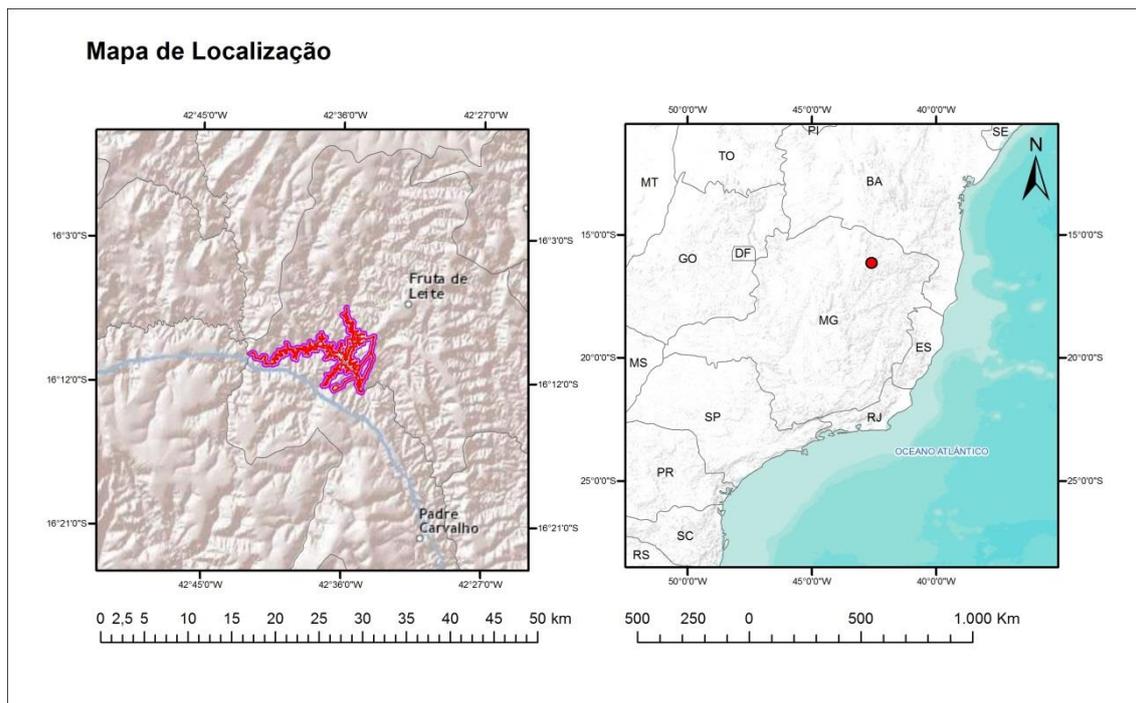
Figura 3.4.4-2 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos métricos de desnível do piso.....	53
Figura 3.4.4-3 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos (m <sup>2</sup> ) determinados para avaliação da área. ....	54
Figura 3.4.4-4 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos (m <sup>3</sup> ) determinados para avaliação do volume estimado. ....	54
Figura 3.4.5.1-1 - Distribuição de padrões morfológicos definidos por cavidades. ....	56
Figura 3.4.5.1.1-1 - Planta baixa da cavidade VAC_26. ....	56
Figura 3.4.5.1.2-1 - Planta baixa da cavidade VAC_25. ....	57
Figura 3.4.5.1.3-1 - Planta baixa da cavidade VAC_20. ....	58
FIGURA 3.4.5.1.4-1 - Planta baixa da cavidade VAC_23. ....	59
Figura 3.4.5.2-1 - Distribuição das feições morfológicas identificadas nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.....	62
Figura 3.4.6-1 - Distribuição das feições hidrológicas e sua significância nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.....	63
Foto 3.4.6-1 - Indício de drenagem em atividade observada na cavidade VAC_25.....	64
Figura 3.4.7-1 - Distribuição da origem dos sedimentos clásticos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica. ....	65
Figura 3.4.7-2 - Distribuição da granulometria dos sedimentos clásticos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica. ....	66
Figura 3.4.7-3 - Distribuição dos sedimentos orgânicos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.....	67
Figura 3.4.8-1 - Distribuição dos depósitos químicos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica. ....	67
Figura 3.4.9-1 - Distribuição dos agentes espeleogenéticos constatados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.....	70
Figura 3.5.1-1 - Zonação registrada nas cavidades.....	71
FIGURA 3.5.1-2 - Quantidade de cavernas com os substratos orgânicos registrados. ....	73
FIGURA 3.5.2-1 - Número de espécies considerando as diferentes ordens registradas. ....	73
FIGURA 3.5.2-2 - Proporção de indivíduos registrados de acordo com as diferentes classes taxonômicas. ....	74
FIGURA 3.5.2-3 - Número de espécies registradas no estudo considerando as diferentes ordens.....	75
FIGURA 3.5.2-4 – Invertebrados registrados nas cavidades alvo do presente estudo. ....	78
FIGURA 3.5.2-5 – Invertebrados registrados nas cavidades alvo do presente estudo. ....	78
FIGURA 3.5.2-6 – Invertebrados registrados nas cavidades alvo do presente estudo. ....	79
FIGURA 3.5.2-7 – Animais vertebrados identificados nas cavidades alvo do estudo. ....	81
FIGURA 3.5.3-1 - Riqueza obtida para cada caverna, com indicação do período de registro das espécies.....	84
FIGURA 3.5.3-2 - Boxplot mostrando a variação da riqueza, a riqueza média de espécies (linha tracejada) e mediana (linha contínua) encontrada nas oito cavidades subterrâneas naturais amostradas.....	85

FIGURA 3.5.3-3 - Riqueza média de espécies registradas em oito cavidades subterrâneas naturais de Padre Carvalho, amostradas durante a estação seca e chuvosa. As barras indicam desvio padrão. NS = não significativo ( $p < 0.05$ ).....	86
FIGURA 3.5.3-4 - Curva de acumulação de espécies (Observado) registradas nas cavernas estudadas, com intervalo de confiança de 95% (IC 95%), e estimadores de riqueza Jackknife 1 e Bootstrap. ....	87
FIGURA 3.5.3-5 - Diversidade ( $H'$ ) obtida para cada caverna, com indicação do período de registro das espécies. ....	88
FIGURA 3.5.3-6 - Análise de NMDS mostrando o quanto as cavidades são similares em relação à composição da fauna baseada na similaridade de Jaccard (presença e ausência de espécies). ....	88
FIGURA 3.5.3-7 - Análise de NMDS da composição de espécies baseada na similaridade de Jaccard para comparar as cavidades na estação seca (triângulos verdes) e chuvosa (círculos cinza). ....	90
Figura 4.2.2-1 - Localização das cavidades alvo do presente estudo de valoração frente a “Unidade Espeleológica do Rio Pardo”. ....	99
FIGURA 4.3.2.6.3 -1 - Síntese das feições morfológicas observadas nas cavidades alvo do projeto.....	106

# 1 - INTRODUÇÃO

Este relatório tem como objetivo apresentar a classificação de relevância das 30 cavidades inseridas na área proposta à instalação da Barragem do Rio Vacaria, pela Sul Americana de Metais, cuja localização compreende os municípios de Padre Carvalho e Fruta de Leite, região norte do estado de Minas Gerais (FIGURA 1.1-1).

**FIGURA 1.1-1 – Localização da área proposta à implantação da Barragem do rio Vacaria.**



A análise de relevância foi conduzida em acordo ao previsto no Decreto Federal N° 6.640 de 07 de novembro de 2008, que dá nova redação aos Arts. 1°, 2°, 3°, 4° e 5° e acrescenta os Arts. 5-A e 5-B ao Decreto Federal N° 99.556, de 01 de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional; e a Instrução Normativa MMA N°2 de 30 de agosto de 2017, que define metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no Art. 5° do Decreto Federal N° 99.556.

Especificamente o relatório pretende:

- Analisar os aspectos físicos das cavernas, incluindo sua morfologia, gênese e seus atributos espeleométricos; a litologia e suas estruturas; seus aspectos hidrológicos e os depósitos clásticos e químicos;
- Analisar aspectos sócio-econômicos e culturais relativos às cavernas;
- Efetuar o inventário da fauna cavernícola; buscar informações do ambiente cavernícola, como zonação, tipos e características dos substratos orgânicos, umidade dos substratos e presença de água e tipos de substratos; caracterizar o ambiente subterrâneo e a fauna subterrânea;
- Analisar o estado de conservação das cavernas e de seus entornos;

- Efetuar análise de relevância das 30 cavidades, conforme determina o embasamento jurídico supracitado.

A identificação das cavidades foi realizada por meio de prospecção realizada pela SAM. Para a continuidade dos trabalhos foi feita uma adequação na nomenclatura das cavidades, a saber:

<b>Nomenclatura Final</b>	<b>Nome Prospecção</b>
VAC_01	AB VAC 01
VAC_02	AB VAC 02
VAC_03	AB VAC 03
VAC_04	AB VAC 04
VAC_05	VAC_31
VAC_06	AB VAC 06
VAC_07	AB VAC 07
VAC_08	AB VAC 08
VAC_09	AB VAC 09
VAC_10	AB VAC 10
VAC_11	AB VAC 11
VAC_12	AB VAC 12
VAC_13	AB VAC 13
VAC_14	AB VAC 14
VAC_15	AB VAC 15
VAC_16	AB VAC 16
VAC_17	AB VAC 17
VAC_18	AB VAC 18
VAC_19	AB VAC 19
VAC_20	AB VAC 20
VAC_21	AB VAC 21
VAC_22	AB VAC 22
VAC_23	AB VAC 23
VAC_24	AB VAC 24
VAC_25	AB VAC 25
VAC_26	AB VAC 26
VAC_27	AB VAC 27
VAC_28	AB VAC 28
VAC_29	AB VAC 29
VAC_30	AB VAC 30

## 2 - MÉTODO

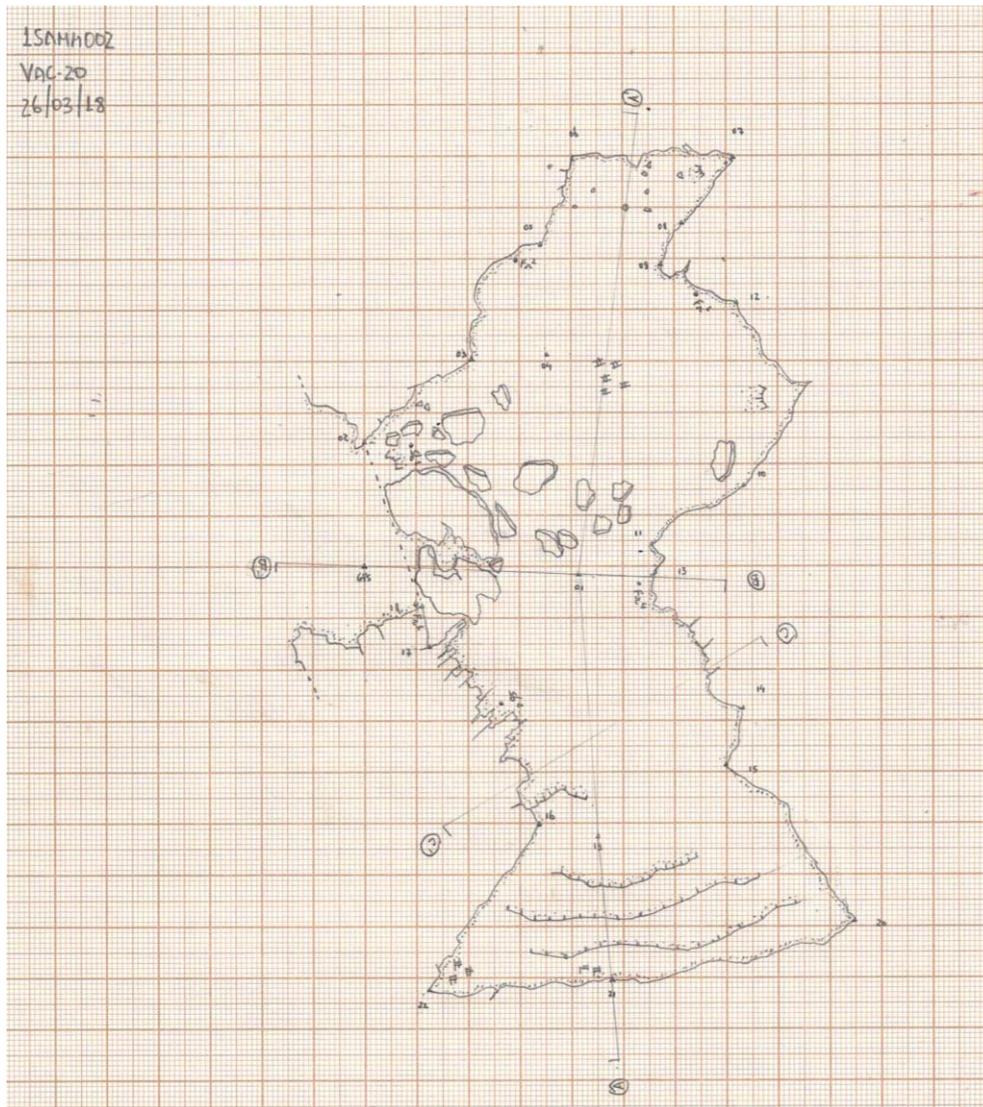
### 2.1 - Topografia de cavidades

A topografia de cavidades naturais subterrâneas consiste na representação cartográfica das feições internas das cavernas. Para tal, é necessário criar pontos (bases topográficas) interligados entre si, distribuídos por todas as extremidades internas da caverna e também nas feições significativas em seu desenvolvimento, tais como fraturas, canalículos, patamares, claraboias, espeleotemas, entre outras irregularidades nas paredes e demais detalhes. Esses pontos internos obrigatoriamente são conectados a um ponto externo à cavidade, onde se obtém via GPS a coordenada da cavidade e então georeferencia-se o desenvolvimento da mesma.

Para interligar os pontos da topografia utilizou-se: (i) trena a laser BOSCH GLM 30 para medir a distância de um ponto ao outro; (ii) bússola e clinômetro Suunto Tandem 360PC/360R Zona 3 (adequada para topografia de cavidades e balanceada para Zona Sul Equatorial) para medir a graduação do azimute em relação ao norte magnético e a graduação da inclinação em relação ao plano horizontal de um ponto ao outro; e (iii) uma planilha de anotação dos dados coletados.

Embasado nas medidas coletadas e devidamente anotadas na planilha foi elaborado "*in loco*" o croqui de campo, este representa o desenho da cavidade constando as bases topográficas, os contornos das galerias e salões, suas características geomorfológicas e feições significativas tais como estruturas geológicas, hidrologia, sedimentos clásticos e/ou químicos e orgânicos, além da localização de vestígios paleontológicos, artefatos arqueológicos, interferências antrópicas recentes, entre outros detalhes. Neste momento utilizou-se papel milimetrado, régua graduada e transferidor 360<sup>o</sup> a fim de compor um desenho em escala (1:100) e orientado em relação ao ponto externo (obtido a partir de GPS de navegação Garmin 60CSX) (FIGURA 2.1-1).

**FIGURA 2.1-1 – Croqui elaborado durante a execução do levantamento topográfico da cavidade VAC\_20.**



O mapa de caverna é a representação cartográfica da cavidade, tendo como elementos cartográficos praticamente os mesmos componentes utilizados nos mapas convencionais e acrescidos de simbologias específicas ao ambiente subterrâneo. Sua composição básica é a planta baixa, ou seja, a representação dos contornos existentes no encontro entre o piso e a parede. Perfis longitudinais (alinhados com o eixo principal de desenvolvimento da cavidade) e cortes transversais (perpendiculares ao eixo dos condutos) também são realizados e são de vital importância para a interpretação do espaço subterrâneo, sendo através destes que se pode visualizar a forma vertical dos salões e condutos.

Após a coleta dos dados de campo, já em escritório, utilizando o software Compass 5.0<sup>1</sup>, foram gerados arquivos vetoriais (.dxf) das medidas realizadas em campo (chamadas de linhas de trena) e que, ao serem importados no software ZWCAD<sup>2</sup> (FIGURA 2.1-2), sobrepostos aos croquis de campo, serviram de base para a digitalização dos mapas das cavernas.

<sup>1</sup> Software free desenvolvido especificamente para mapeamento de cavernas, capaz de introduzir dados primários, editar, processar, analisar, visualizar e exportar dados para demais softwares de processamento e desenho.

<sup>2</sup> Software do tipo CAD — Computer Aided Design ou desenho auxiliado por computador. É utilizado principalmente para a elaboração de desenhos técnicos em duas dimensões 2D e para criação de modelos tridimensionais 3D.

Cabe ressaltar que a topografia subsidia a obtenção dos dados espeleométricos das cavidades, tais como projeção horizontal (PH), desnível, área e volume estimado, atendendo assim as diretrizes do Decreto Federal nº 6.640/2008 e da IN MMA Nº 2 08/2017 que estabelece critérios para a classificação de relevância das cavernas brasileiras. A topografia subsidia ainda a definição do entorno de proteção das cavidades de 250 metros definido pela Portaria IBAMA nº 887/1990 e o artigo 4º da Resolução CONAMA 347/2004. Estes cálculos normalmente são preferencialmente realizados no mesmo software ZWCAD, podendo também ser realizado com o auxílio de outro software, o ESRI ArcMAP<sup>3</sup>, o qual importa os dados (.dwf) dos contornos da cavernas gerados no ZWCAD por exemplo.

Todas as cavernas encontradas tiveram seus croquis digitalizados imediatamente ao final das campanhas.

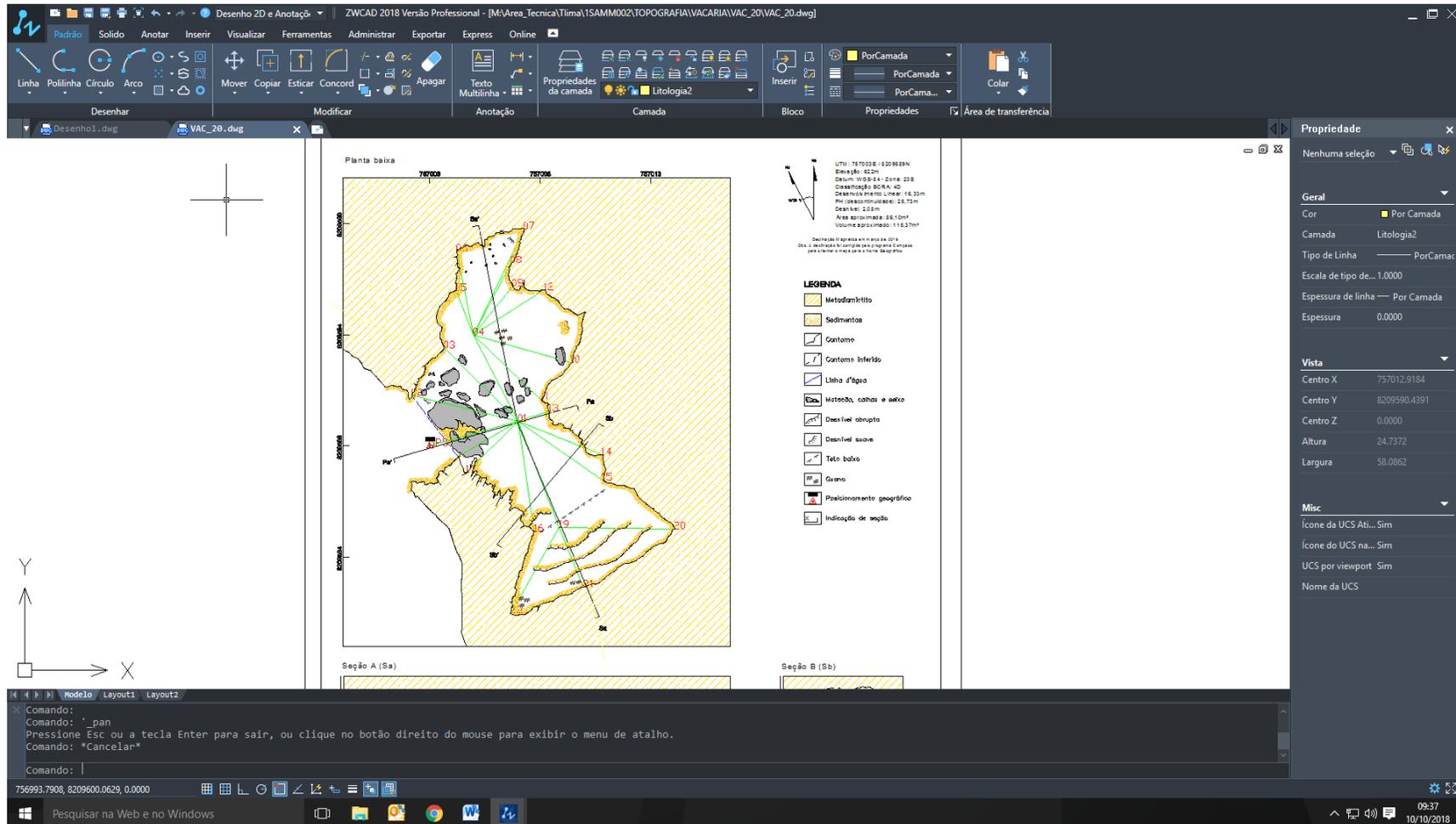
Por fim, em relação acurácia e graduação da precisão dos mapas, adotando o método descrito anteriormente, atingiu-se grau 4D se submetido à graduação da British Cave Research Association (BCRA), um sistema de graduação publicado em 2002 e utilizado amplamente pela comunidade espeleológica internacional, ou grau 4-4-C se submetido ao sistema da Union International of Speleology - UIS, versão aprimorada a partir da BCRA e adotada pela instituição desde agosto de 2010.

A topografia das cavidades contou com uma equipe de campo composta por três pessoas: um coordenador de campo, um auxiliar instrumentista e auxiliar de campo.

---

<sup>3</sup> Pacote de softwares de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas, constituindo um Sistema de Informação Geográfica.

FIGURA 2.1-2 - Processo de digitalização de mapa espeleológico no software ZWCAD. As linhas de trena (em verde), sobrepostas ao croqui de campo dão embasamento à digitalização.



## 2.2 - Geoespeleologia

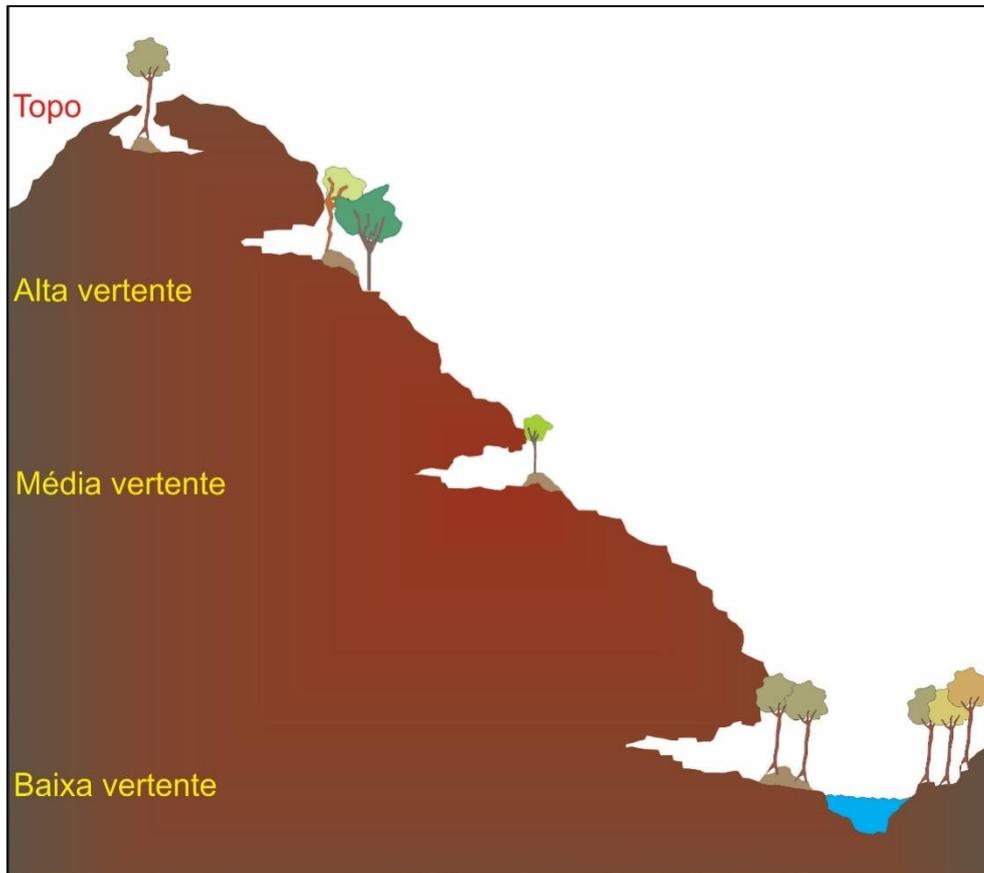
Os estudos geoespeleológicos contemplam os atributos físicos que traduzem a relação da cavidade com os demais aspectos da paisagem. Através de um método descritivo, o intuito do levantamento é sustentar a análise de relevância da cavidade estabelecida pelo Decreto Federal nº 6.640/2008 que prevê, no seu Art. 2º, que as cavidades naturais subterrâneas serão classificadas de acordo com seu grau de relevância em **máximo, alto, médio** ou **baixo**, determinado pela análise de atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos.

Com o objetivo de atender as prerrogativas do decreto supracitado, e da Instrução Normativa MMA nº 02, de 30 de agosto de 2017, que define a metodologia de valoração espeleológica, elaborou-se uma ficha padrão, essencialmente qualitativa, que contempla atributos como espeleometria, inserção na paisagem, litologia, estruturas, hidrologia, morfologia, sedimentos clásticos, espeleotemas, gênese, valores histórico-culturais e paleontologia. Tal ficha foi preenchida pelo técnico responsável que utilizou, como ferramentas de apoio, GPS Garmin 60 CSX, bússola Brunton Geo Pocket Transit 5010 e máquina fotográfica Sony DSC-W830, além de material de escritório necessário à execução dos trabalhos.

Os parâmetros espeleométricos de cada cavidade foram obtidos através da topografia espeleológica, conforme descrito no item 2.1 deste relatório. Consideram-se informações como projeção horizontal da cavidade, desnível do piso, área e volume estimado.

A inserção da paisagem contempla, de forma geral, elementos paisagísticos do entorno da cavidade com ênfase à sua inserção na vertente local, que é compartimentada em Topo, Alta vertente, Média vertente e Baixa vertente, conforme apresentado na figura 2.2-1.

**FIGURA 2.2-1 - Figura esquemática demonstrando a compartimentação da vertente utilizada na descrição do atributo inserção na paisagem.**



A análise litoestrutural buscou caracterizar o litotipo (ou litotipos) em que a caverna está hospedada. Observaram-se estruturas como foliação/acamamento, fraturas, juntas de alívio, dobras e falhas, e estas, quando identificadas, foram descritas em relação a sua importância no condicionamento dos fluxos de material e energia no interior do corpo rochoso. A direção e o mergulho das fraturas, assim como a direção da camada e o mergulho da foliação da rocha foram tomados utilizando-se bússola Brunton Geo Pocket Transit 5010. Posteriormente, as medidas foram tratadas utilizando-se o software Georient32v9, *software free*, onde foram gerados estereogramas e diagramas de roseta.

Com o objetivo de determinar a dinâmica hidrológica da cavidade foi avaliada a existência de águas de percolação, exsudação e condensação, além da presença de processos hidrológicos em atividade como gotejamentos, empoçamentos e fluxos laminares. As eventuais zonas de aporte hídrico foram identificadas e descritas.

Nos estudos morfológicos buscou-se a compreensão do padrão planimétrico da cavidade e também a identificação de eventuais feições morfológicas que venham subsidiar análises sobre os processos envolvidos na gênese da caverna. Para tal, utilizou-se a planta baixa, o perfil longitudinal e as seções transversais elaboradas quando da execução do levantamento topográfico.

Sedimentos clásticos são avaliados conforme sua distribuição, abundância, granulometria e constituição, e posteriormente relacionados à sua origem. Sedimentos

químicos são caracterizados conforme as tipologias já publicadas em bibliografia especializada ou descritos conforme suas características morfológicas.

Atributos histórico-culturais são investigados quando aplicáveis, assim como vestígios arqueológicos e paleontológicos em superfície.

A partir da análise integrada dos diversos atributos supracitados, propõe-se a gênese e a evolução do conjunto de cavidades (ou da cavidade) identificadas na área proposta pelo empreendedor. Caso o objeto trate de um conjunto de cavidades, a análise será realizada em função da similaridade de seus atributos físicos.

## 2.3 - Bioespeleologia

### 2.3.1 - Campanhas de campo

As cavidades com desenvolvimento linear maior que cinco metros localizadas na área de estudo foram avaliadas quanto aos aspectos bióticos nos meses de março e agosto de 2018 (QUADRO 2.3.1-1).

Durante o período acima mencionado, havia uma grande colmeia de abelhas na entrada da Caverna VAC\_19. Na ocasião foram realizadas várias tentativas de aproximação na zona de entrada da cavidade, inclusive pelas primeiras horas do dia em ambas as campanhas, porém sem sucesso.

Posteriormente, com equipamentos de proteção individual específicos para mitigação do risco de acidente em caso de ataque, foi possível a realização do inventariamento bioespeleológico, mais precisamente, em meados de dezembro de 2019 e final de maio de 2020, como pode ser observado no (QUADRO 2.3.1-1).

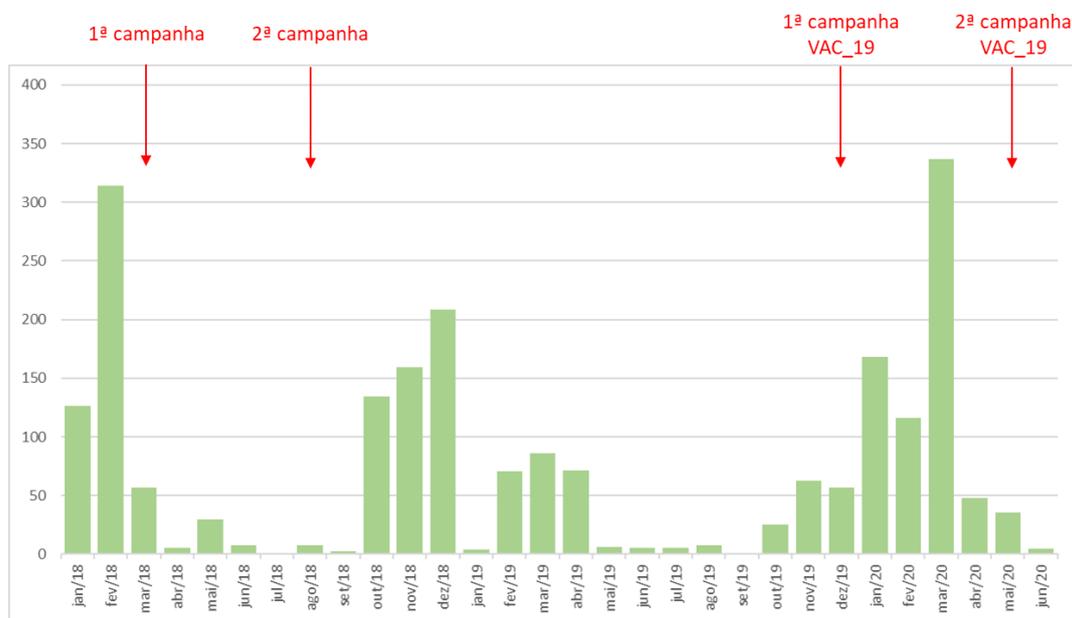
**QUADRO 2.3.1-1 - Datas da visita às cavidades para estudo do meio biótico.**

Cavidade	Campanha	
	Úmida	Seca
VAC_06	22/03/2018	06/08/2018
VAC_07	19/03/2018	09/08/2018
VAC_11	25/03/2018	06/08/2018
VAC_19	19/12/2019	28/05/2020
VAC_20	21/03/2018	08/08/2018
VAC_23	20/03/2018	07/08/2018
VAC_25	22/03/2018	09/08/2018
VAC_26	22/03/2018	07/08/2018

Os períodos em que as campanhas foram realizadas atendem a IN MMA N° 2 08/2017, que no seu Art.15 §2 define que os levantamentos biológicos devem atender o mínimo de um ciclo anual com, pelo menos, duas amostragens por ano, sendo uma na estação chuvosa e outra na estação seca, visando minimamente revelar aspectos decorrentes da sazonalidade climática.

A figura 2.3.1-1 indica o período de realização das campanhas no gráfico de precipitação mensal obtido no site do Inmet, com dados da estação mais próxima à área de estudo.

**FIGURA 2.3.1-1 - Gráfico de precipitação mensal para a área de Salinasentre janeiro de 2018 e junho de 2020.**



Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>; Estação: Salinas (MG).

### 2.3.2 - Atividades em campo

Foi efetuada uma busca em cada uma das cavidades com DL superior a cinco metros para verificar a composição faunística presente.

Para a realização do levantamento faunístico de invertebrados cavernícolas terrestres foi utilizado o método de procura/captura ativa. Este método envolve a busca na maior diversidade possível de ambientes cavernícolas nos quais os espécimes são registrados e testemunhos são capturados manualmente, com o auxílio de pincel e pinças. Assim, os diversos microhabitats e regiões das cavernas foram amostrados, priorizando ambientes mais abrigados e recursos tróficos, com maior probabilidade de atrair a fauna. A caverna foi setorizada respeitando a zonação, e a fauna registrada localizada no mapa topográfico e associada com os microhabitats registrados. O período de amostragens em cada caverna variou de acordo com a complexidade do substrato e diversidade da fauna e não foi limitado por tempo ou área. O esforço médio de amostragem para as cavernas deste estudo foi de 4 min/m<sup>2</sup>/coletor.

Os invertebrados coletados foram acondicionados em recipientes herméticos contendo álcool 70% para fixação e conservação.

Informações adicionais obtidas para os organismos registrados compreendem: número de indivíduos, eventuais comportamentos e interações ecológicas observadas durante o levantamento faunístico, como predação, reprodução e parasitismo.

Para os vertebrados, optou-se preferencialmente pela identificação em campo e registro fotográfico. Objetiva-se dessa forma, minimizar a interferência sobre a fauna local. Evidências indiretas como a ocorrência de ninhos, penas, pelos, fezes e pegadas foram anotadas.

Considerando a ocorrência de morcegos, o tamanho de cada população foi estimado por senso visual durante o período diurno. A captura dos quirópteros nas cavidades para identificação e tomada de dados foi realizada por meio de coleta ativa, com uso de puçás. Os indivíduos capturados foram colocados em sacos de pano até a finalização dos procedimentos. Para cada indivíduo, foram verificadas as seguintes características: sexo, condição reprodutiva, estágio de desenvolvimento, peso (com auxílio de dinamômetro), e medição de dados biométricos (com auxílio de paquímetro de precisão). A identificação foi feita em campo com auxílio de bibliografia especializada (ex. Lim & Engstrom, 2001; Gardner, 2007; Reis et al., 2007, 2011; Paglia et al., 2012; López-Baucells et al, 2016) e os indivíduos soltos após a confirmação das espécies no mesmo local.

As autorizações de captura, coleta e transporte emitidas pela SUPRI-SEMAD encontram-se no ANEXO 1.

### **2.3.3 - Atividades em laboratório**

Os invertebrados coletados foram triados em laboratório com o uso de estereomicroscópio, sendo os exemplares agrupados por características morfológicas e identificados até o menor nível taxonômico possível com o auxílio de chaves e artigos científicos.

A identificação de potenciais troglóbios foi realizada com base na morfologia das espécies. Embora o critério utilizado para a definição de troglóbios seja geográfico - ausência em outros domínios que não o subterrâneo - sua aplicação é pouco prática e geralmente inviável, particularmente em regiões tropicais, onde a fauna de invertebrados do meio externo e sua distribuição geográfica são pouco conhecidas. Dessa forma, usualmente utiliza-se a presença de características troglomórficas geralmente morfológicas para definir se um táxon é troglóbio, comparando-se organismos encontrados no ambiente subterrâneo a parentes filogenéticos conhecidos do meio externo (Trajano & Bichuette, 2006). Assim, a fauna registrada nas cavidades estudadas foi analisada com a finalidade de se detectar modificações que possam ter sido decorrentes de isolamento da espécie no ambiente subterrâneo. Entre as características buscadas estão: ausência ou redução dos olhos, coloração pálida, e alongamento do corpo e dos apêndices, levando-se em consideração que existem especificidades de acordo com o táxon avaliado.

Espécimes de Acari, Araneae e parte de Collembola foram encaminhados para especialistas para refinamento das identificações, respectivamente Dr. Leopoldo Bernardi, Dr. Antonio D. Brescovit e Dr. Douglas Zeppelini. Dr. David Candiani identificou as aranhas coletadas na caverna VAC\_19.

Os locais de depósito de material biológico são:

- Coleção de Invertebrados Subterrâneos do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (curador: Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira);
- Coleção de Aracnídeos e Miriápodes do Laboratório Especial de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan (curador: Prof. Dr. Antônio Domingos Brescovit);

- Coleção de Referência de Fauna de Solo do Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação do Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba (curador: Prof. Dr. Douglas Zeppelini).

### 2.3.4 - Análises

O valor de riqueza absoluta de espécies registradas foi utilizado como valor de riqueza para comparação. As curvas de acumulação de espécies (do tipo Mao Tau) e de estimativa de riqueza (JackKnife 1 e Bootstrap) foram construídas considerando as diferentes campanhas e cavidades como uma amostra da fauna subterrânea. Para o cálculo da curva de acumulação de espécies (Mao Tau) e estimadores de riqueza foi utilizado o software EstimateS 9.1 (Colwell, 2013). A diversidade alfa ( $\alpha$ ) da comunidade de invertebrados presentes na caverna foi calculada pelo índice de Shannon ( $H'$ ) (Magurran, 2004) através do software PAST v.3.20 (Hammer et al., 2001).

Avaliou-se a importância das características ambientais locais das cavidades e fitofisionomia ao redor da cavidade para determinar a riqueza total de espécies, bem como se savana em estado de regeneração ou floresta estacional semidecidual. As variáveis mensuradas para representar as características ambientais locais foram: altitude, desnível, área, projeção horizontal e volume.

Antes da realização das análises estatísticas, foi verificada se existe colinearidade (correlação) entre as variáveis explicativas contínuas citadas acima. A verificação da colinearidade foi feita através da análise de correlação de Spearman, utilizando-se o software R (R Development Core Team 2018). Considerou-se uma alta correlação todas aquelas com  $r$  igual ou acima de 0.80. Esta alta correlação foi encontrada entre as variáveis projeção horizontal e desnível ( $r = 0.83$ ;  $p < 0.05$ ), projeção horizontal e área ( $r = 0.86$ ;  $p < 0.05$ ), projeção horizontal e volume ( $r = 0.90$ ;  $p < 0.05$ ) e área e volume ( $r = 0.99$ ;  $p < 0.05$ ). Por esse motivo, dentre as variáveis correlacionadas, decidiu-se utilizar nas análises apenas a variável área e remover as variáveis projeção horizontal e volume. A área é capaz de representar melhor o tamanho de uma cavidade em relação à projeção horizontal e volume. Para verificar se a altitude, área, desnível e o tipo de fitofisionomia encontrada ao redor das cavidades é capaz de influenciar o número total de espécies foi feita uma análise de teste de média de modelos lineares generalizados (GLMs). Neste caso, a riqueza total de espécies das cavidades foi considerada a variável resposta e a variável explicativa foram área, desnível, altitude e fitofisionomia encontradas ao redor das cavidades. Foi utilizada estrutura de erros do tipo Poisson, adequado para dados de contagem (riqueza), corrigindo para sub ou sobredispersão (Binomial Negativa ou Quasi-Poisson). Os modelos foram submetidos à análise de resíduo para a adequação da distribuição de erros. A análise de GLM foi realizada através do software R (R Development Core Team 2018).

Para verificar se a riqueza média de espécies amostrada nas cavidades subterrâneas difere entre a estação seca e chuvosa, foi realizada uma análise de GLM. Nos modelos, a riqueza de espécies obtida em cada cavidade foi considerada a variável resposta e a estação a variável explicativa. Foi utilizada estrutura de erros do tipo Poisson, adequado para dados de contagem (riqueza de espécies), corrigindo para sub ou sobredispersão (Quase-Poisson ou Binomial Negativa). Os modelos foram submetidos à análise de resíduo para a adequação da distribuição de erros. A análise de GLM foi realizada através do software R (R Development Core Team 2018).

Para verificar o quanto as cavidades são semelhantes em relação à composição de espécies (presença e ausência de espécies) foi realizada uma análise de NMDS. A análise de NMDS permite comparar visualmente diferenças na composição de espécies da comunidade faunística encontrada em cada uma das cavidades. A matriz de composição de espécies foi transformada em uma matriz triangular de similaridade utilizando o índice de Jaccard (que considera diferenças na presença e ausência das espécies para o cálculo). Esta análise foi realizada no programa R, pacote vegan (Oksanen et al. 2016, R Development Core Team 2018).

Para identificar se cavidades mais próximas são mais similares em relação à composição de espécies (presença e ausência) foi realizada uma análise de Mantel. Para esta análise foi usada as coordenadas x e y de cada uma das cavidades como variável explicativa. Essas coordenadas foram transformadas em uma matriz de distância através do índice de distância euclidiana. Já, a matriz de composição de espécies foi transformada em uma matriz triangular de similaridade utilizando o índice de Jaccard. A análise de Mantel mostra qual o grau de correlação que existe entre essas duas matrizes, além de identificar se essa correlação é significativa ou não. A existência de correlação significativa entre as duas matrizes mostra que a hipótese nula foi refutada, ou seja, que cavidades mais próximas são mais similares em relação à composição de espécies. A análise de Mantel foi realizada através do software R, pacote vegan (Oksanen et al. 2016).

Para avaliar se existem diferenças na composição de espécies entre a estação seca e chuvosa, foram realizadas análises de NMDS e análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA). A análise de NMDS permite comparar visualmente diferenças na composição de espécies da comunidade encontrada em cavidades nas duas estações. A matriz de composição de espécies foi transformada em uma matriz triangular de similaridade utilizando o índice de Jaccard (que considera diferenças na presença e ausência das espécies para o cálculo). Posteriormente a análise de PERMANOVA foi realizada para identificar se as estações são estatisticamente diferentes em relação à composição de espécies, realizando múltiplas comparações pareadas pelo procedimento permutacional do programa. Estas análises foram realizadas no programa R, pacote vegan (Oksanen et al. 2016, R Development Core Team 2018).

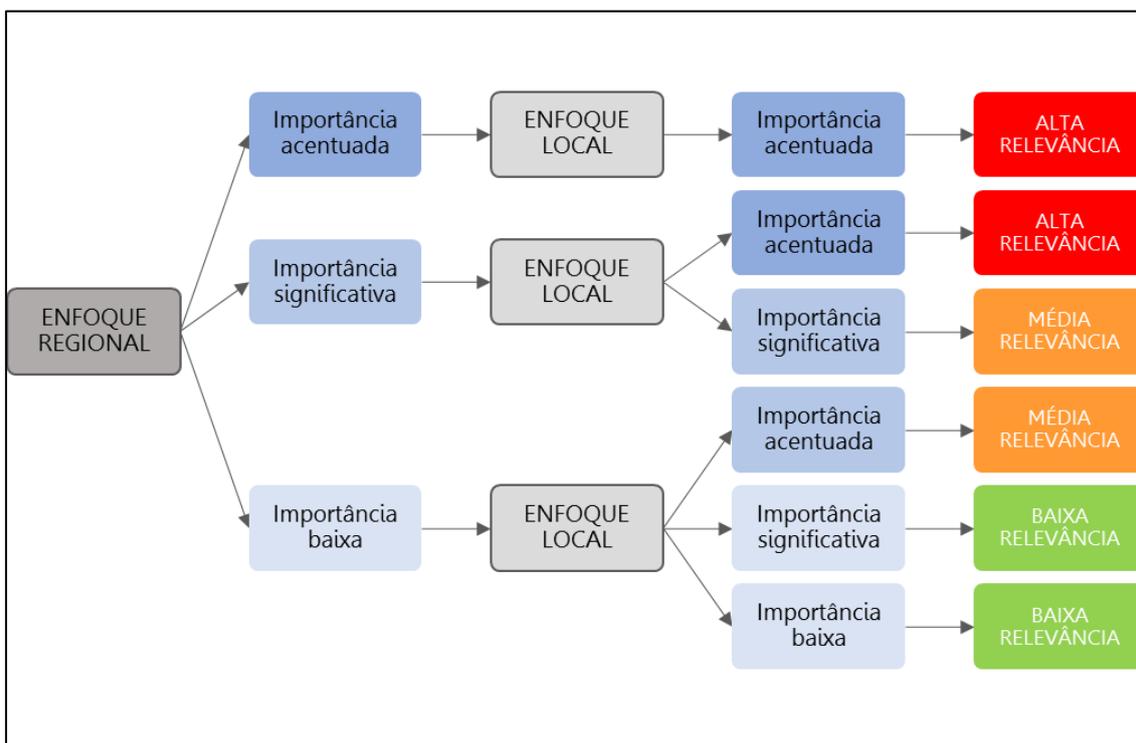
## **2.4 – Classificação de relevância**

O grau de relevância máximo é aplicado às cavidades que apresentem ao menos um dos seguintes atributos: gênese única ou rara; morfologia única; dimensões notáveis em extensão, área ou volume; espeleotemas únicos; isolamento geográfico; abrigo essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais; habitat para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos; habitat de troglóbio raro; interações ecológicas únicas; cavidade testemunho; ou destacada relevância histórico-cultural ou religiosa. Tais cavidades deverão ser conservadas integralmente, não podendo ser objeto de impactos adversos. A utilização dessas cavidades somente poderá ocorrer de modo que fique assegurada a manutenção de seu equilíbrio físico e biológico.

De acordo com o Art. 4º da Instrução Normativa MMA N°2 de 30 de agosto de 2017, a definição do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas deverá considerar, segundo os enfoques local e regional, os atributos, grupos de atributos, peso e contribuição, conforme o Anexo II da Instrução Normativa MMA N°2 de 30 de agosto de 2017. O resultado final para cada grupo de atributos será obtido pela somatória do resultado parcial de cada atributo avaliado, que por sua vez, será

resultado da multiplicação dos valores do peso e da contribuição de cada atributo. Somente os resultados finais que sejam iguais ou superiores a 30% do valor potencial máximo para cada grupo de atributos serão considerados minimamente significativos para fins de avaliação do grau de relevância da cavidade subterrânea. A importância dos atributos das cavidades naturais será 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 o Anexo III da Instrução Normativa MMA N°2 de 30 de agosto de 2017, explicitado pelo Art. 5º. As cavidades com grau de relevância alto deverão apresentar atributos de importância acentuada sob enfoque local e regional; ou acentuada sob enfoque local e significativa sob enfoque regional. As cavidades com grau de relevância médio deverão englobar atributos de importância acentuada sob enfoque local e baixa sob enfoque regional, ou significativa sob enfoque local e regional. As cavernas classificadas com grau de relevância baixo deverão conter atributos considerados de importância significativa sob enfoque local e baixa sob enfoque regional; ou baixa sob enfoque local e regional (FIGURA 2.4-1).

**FIGURA 2.4-1 - Chave de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas, segundo a Instrução Normativa nº 02/2017 (Brasil 2017)**



De acordo com o Art. 11º da Instrução Normativa MMA N°2 de 30 de agosto de 2017, a definição do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas deverá ser iniciada com a análise das configurações de atributos sob enfoque regional, seguindo a chave de classificação do Anexo IV da Instrução Normativa MMA N°2 de 30 de agosto de 2017. Em acréscimo, o parágrafo único do Art. 11º prevê que, caso as relações de importância dos atributos não estejam na chave de classificação, deve-se considerar que a importância dos atributos de enfoque local assumam a mesma importância identificada para o enfoque regional.

Conforme o Art. 12º da Instrução Normativa MMA N°2 de 30 de agosto de 2017, cavidades com **menos de cinco metros de desenvolvimento linear (DL)** serão classificadas como baixo grau de relevância desde que comprovada à inexistência de zona afótica (Inciso I); destacada relevância histórico-cultural ou religiosa (Inciso II); presença de depósitos químicos, clásticos ou biogênicos de significativo valor científico, cênico ou ecológico (Inciso III); ou função hidrológica expressiva para o sistema cárstico (Inciso IV).

### **3- ESPELEOLOGIA DA ÁREA DA BARRAGEM DO RIO VACARIA**

#### **3.1 - Prospecção Espeleológica**

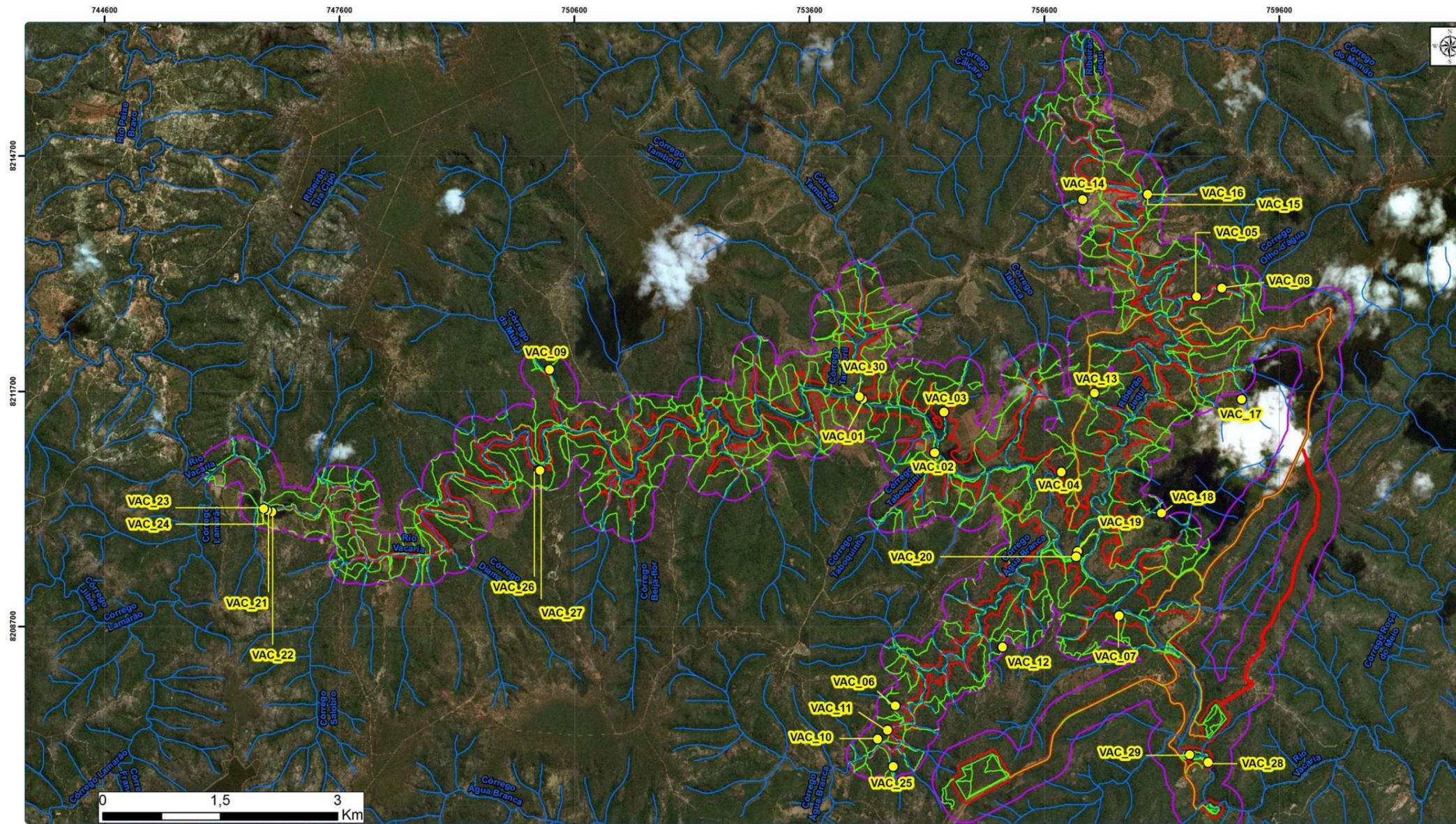
Os trabalhos de prospecção realizados na área pretendida à instalação da Barragem do rio Vacaria resultaram na identificação de 30 cavernas. Tal prospecção considerou a área pretendida somada a um buffer de 250 metros, definido em acordo as dimensões propostas para o perímetro de proteção de cavidades na resolução CONAMA 347 de 10 de setembro de 2004 e metodologia proposta pelo III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental (ICMBio/CECAV, 2011). Este estudo foi conduzido pela equipe da Sul Americana de Metais entre os anos de 2012 e 2014. Os resultados obtidos por este levantamento estão apresentados no relatório que compõe o ANEXO 3.

Em janeiro de 2018, a Brandt Meio Ambiente baseou-se nos resultados obtidos pelo trabalho, objetivando a classificação das feições identificadas (abrigos e cavidades) e também em suas dimensões. Esta avaliação foi conduzida com base nas definições recomendadas pela IS SEMAD 08/2017. Aquelas definidas como cavidades foram conduzidas a estudos de topografia e valoração. O relatório da Brandt Meio Ambiente apresentando a classificação destas feições é apresentado no ANEXO 2.

Cabe salientar que tal relatório traz um número de 29 cavidades identificadas. Contudo, durante os trabalhos de campo em março de 2018, em conjunto com um superficiário local, identificou-se a ocorrência de mais uma cavidade, a qual foi inserida nos estudos, totalizando assim, 30 cavidades. Essa última cavidade identificada deu origem à feição denominada na prospecção de VAC 31, neste documento renomeada como VAC\_05.

A figura 3.1-1 apresenta o caminhamento da prospecção espeleológica e a localização das cavidades.

FIGURA 3.1-1- Caminhamento espeleológico (verde) executado na área proposta a instalação da Barragem do rio Vacaria. Os pontos amarelos indicam a localização das cavidades cadastradas.



<p><b>LEGENDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">●</span> Caverna</li> <li><span style="color: blue;">—</span> Hidrografia</li> <li><span style="color: green;">—</span> Caminhamento - Prospecção</li> <li><span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> ADA - Barragem do Rio Vacaria</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Buffer 250 metros - Barragem do Rio Vacaria</li> </ul>	<p><b>EMPREENHIMENTO</b></p>	<p><b>LOCALIZAÇÃO</b></p>	<p><b>BRANDT</b> meio ambiente</p> <p>Ciente: <b>SAM</b> SUL AMERICANA DE METAIS S.A.</p> <p>Projeto: <b>FERRO VALE DO RIO PARDO</b></p> <p>Título: <b>MAPA DE CAMINHAMENTO ESPELEOLÓGICO - BARRAGEM DO RIO VACARIA</b></p> <p>Execução / Data: <b>Thiago Lima / 03.10.18</b></p> <p>Revisão / Data: <b>Jasmim Dias / 03.10.18</b></p> <p>Fontes: Brandt Meio Ambiente, CECAV (2018), IBGE, e Sul Americana de Metais S.A. Imagem SPOT 7 (2017). Service Layer Credits: Sources: Esri, USGS, NOAA</p> <p>Arquivo: 15AAM002_ESP_45000_Mapa_Prospicao_Espeleo_Barragem_Vacaria_A3_H_V1</p> <p>Execução / Data: Escala Aprox.: 1:45.000</p> <p>Formato/ Orientação: A3/ Horizontal</p> <p>Dados Técnicos: Projeção UTM - SIRGAS 2000 Fuso 23 Meridiano Central: 45° WGR</p>
---	------------------------------	---------------------------	--

### **3.2- Topografia das cavidades**

A fim de obter as informações espeleométricas, de localização e morfológicas das 30 cavidades identificadas pela prospecção espeleológica na área proposta à instalação da Barragem do Vacaria foi executado nestas cavidades, nos meses de março e agosto do ano de 2018, um levantamento topográfico, cujo método de trabalho adotado é apresentado no item 2.1 deste documento. O quadro 3.2-1 apresenta os resultados obtidos pela topografia, e os mapas das cavidades compõe o ANEXO 4.

**QUADRO 3.2-1- Resultados espeleométricos obtidos no levantamento topográfico das cavidades inseridas na área proposta à instalação da Barragem do rio Vacaria.**

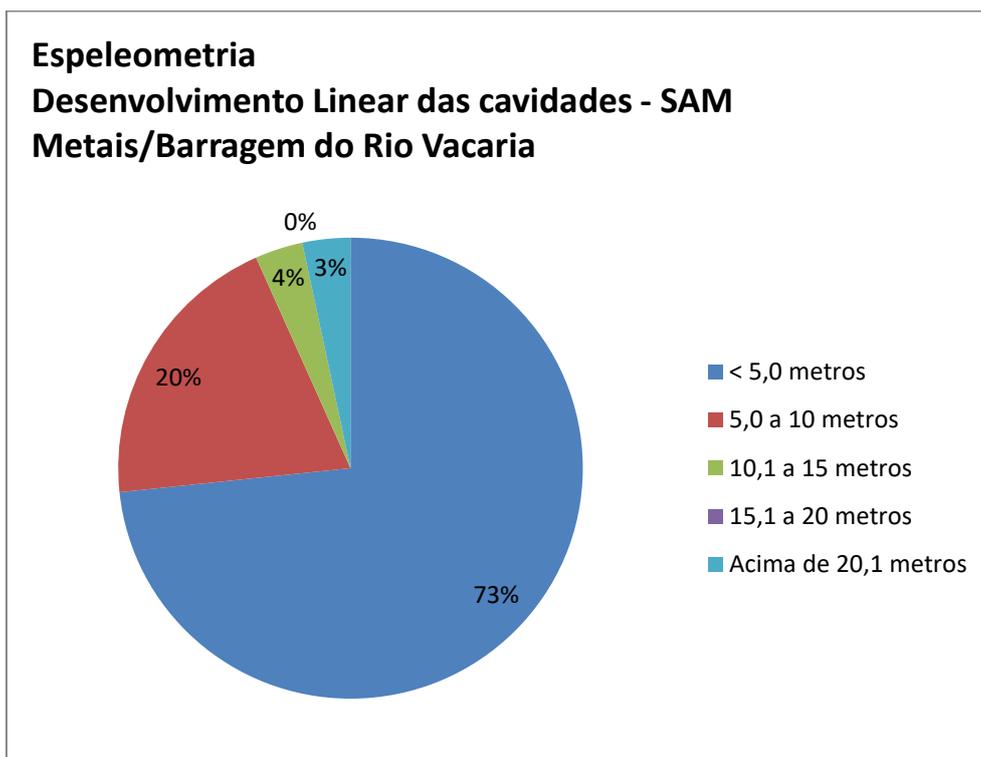
Nomenclatura Final	Nome Prospecção	Município	Zona UTM	Datum	UTM E	UTM N	Elevação	DL (m)	PH (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
VAC_01	AB VAC 01	Fruta de Leite	23K	WGS-84	754279,264	8211599	610,318	1,8	2,25	0,19	1,96	0,5
VAC_02	AB VAC 02	Padre Carvalho	23K	WGS-84	755198,875	8210913,984	625,699	1,47	1,47	0,39	1,53	0,61
VAC_03	AB VAC 03	Fruta de Leite	23K	WGS-84	755315,815	8211434,952	620,171	2,06	2,66	0,27	5,15	4,24
VAC_04	AB VAC 04	Fruta de Leite	23K	WGS-84	756819,169	8210669,217	610,799	2,92	2,92	1,27	8,61	3,91
VAC_05	VAC_31	Fruta de Leite	23K	WGS-84	758543,717	8212906,615	625,218	3,52	3,52	1,21	2,72	4,16
VAC_06	AB VAC 06	Padre Carvalho	23K	WGS-84	754693,839	8207685,508	637,716	5,56	5,56	0,69	34,53	37,98
VAC_07	AB VAC 07	Padre Carvalho	23K	WGS-84	757555,007	8208838,027	624,497	5,1	5,1	1,05	25,88	21,35
VAC_08	AB VAC 08	Fruta de Leite	23K	WGS-84	758863,421	8213016,845	629,785	3,49	3,49	1,01	11,32	6,56
VAC_09	AB VAC 09	Fruta de Leite	23K	WGS-84	750283,525	8211977,711	644,445	1,88	1,88	0,31	2,93	2,13
VAC_10	AB VAC 10	Padre Carvalho	23K	WGS-84	754469,077	8207262,598	648,53	3,56	3,56	0,91	7,65	2,9
VAC_11	AB VAC 11	Padre Carvalho	23K	WGS-84	754596,714	8207375,872	670,16	8,67	10,94	1,61	9,73	8,61
VAC_12	AB VAC 12	Padre Carvalho	23K	WGS-84	756069,067	8208435,283	681,936	1,26	2,37	0,12	5,39	2,15
VAC_13	AB VAC 13	Fruta de Leite	23K	WGS-84	757241,757	8211676,461	698,278	4,79	4,79	0,05	2,42	1,13
VAC_14	AB VAC 14	Fruta de Leite	23K	WGS-84	757090,034	8214147,032	632,909	4,06	4,06	0,15	5,97	9,25
VAC_15	AB VAC 15	Fruta de Leite	23K	WGS-84	757916,901	8214209,797	632,428	3,67	4,83	0,85	8,05	6,27
VAC_16	AB VAC 16	Fruta de Leite	23K	WGS-84	757920,623	8214212,844	633,39	3,19	3,19	0,26	4,69	3,23
VAC_17	AB VAC 17	Fruta de Leite	23K	WGS-84	759121,521	8211595,442	687,223	2,28	2,28	0,33	3,42	1,57
VAC_18	AB VAC 18	Fruta de Leite	23K	WGS-84	758094,023	8210143,821	658,864	2,83	2,83	0,03	3,77	0,56
VAC_19	AB VAC 19	Padre Carvalho	23K	WGS-84	757022,555	8209657,441	611,52	5,7	6,51	0,82	8,05	9,41
VAC_20	AB VAC 20	Padre Carvalho	23K	WGS-84	757003,35	8209588,715	622,094	16,33	25,73	2,08	86,1	115,37
VAC_21	AB VAC 21	Padre Carvalho	23K	WGS-84	746737,372	8210165,226	656,701	2,44	2,44	0,07	2,3	1,95
VAC_22	AB VAC 22	Padre Carvalho	23K	WGS-84	746673,952	8210182,604	667,516	3,8	3,8	0,55	7,9	7,97

VAC_23	AB VAC 23	Padre Carvalho	23K	WGS-84	746629,883	8210203,031	647,809	5,32	5,32	0,16	4,08	3,67
VAC_24	AB VAC 24	Fruta de Leite	23K	WGS-84	746630,009	8210203,029	648,05	1,3	2,62	0,23	3,47	1,31
VAC_25	AB VAC 25	Padre Carvalho	23K	WGS-84	754669,259	8206913,553	641,32	5,11	5,11	0,27	8,2	2,54
VAC_26	AB VAC 26	Padre Carvalho	23K	WGS-84	750141,107	8210691,575	636,754	7,49	7,49	1,06	13,36	19,63
VAC_27	AB VAC 27	Padre Carvalho	23K	WGS-84	750159,339	8210688,482	646,367	3,42	3,42	0,75	11,49	13,09
VAC_28	AB VAC 28	Fruta de Leite	23K	WGS-84	758690,911	8206965,949	604,55	3,4	3,4	0,25	18,21	26,04
VAC_29	AB VAC 29	Padre Carvalho	23K	WGS-84	758456,894	8207061,685	605,992	1,66	1,66	0,08	5,47	3,93
VAC_30	AB VAC 30	Fruta de Leite	23K	WGS-84	754237,098	8211634,212	612,241	1,22	2,2	0,36	2,53	1,49

### 3.3- Cavidades com Desenvolvimento Linear (DL) inferior a cinco metros

Após a execução do levantamento topográfico, constatou-se que 73% das cavidades identificadas na área proposta à instalação da Barragem do rio Vacaria apresentava desenvolvimento linear inferior a cinco metros, conforme ilustrado pela figura 3.3-1.

**FIGURA 3.3-1- Distribuição das cavidades do projeto em relação ao Desenvolvimento Linear.**



Este atributo espeleométrico é tratado individualmente como elemento para classificação de grau de relevância pela Instrução Normativa Nº 2 de 30 de agosto de 2017, em seu Art. 12, que traz em sua íntegra:

*“Art. 12. As cavidades naturais subterrâneas com menos de cinco metros de desenvolvimento linear serão classificadas com baixo grau de relevância, desde que demonstrada à 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”.*

Sabendo-se que a inexistência dos elementos citados nos incisos I, II, III e IV do referido artigo automaticamente atribui as mesmas o grau de relevância “baixo”, buscou-se diagnosticar nestas feições a presença ou ausência destes atributos, através de um diagnóstico físico, biológico e histórico-cultural simplificado.

Durante o trabalho, constatou-se que nenhuma das 22 cavidades com DL inferior a cinco apresentava zona afótica. Portanto, não há de fato a constituição de um ambiente exclusivamente subterrâneo nestas feições, limitando o desenvolvimento de uma fauna específica e diferenciada em relação a aquela adaptada ao meio epígeo, assim como a configuração de depósitos químicos ou clásticos significativos. As fotos 3.3-1 e 3.3-2 traduzem de forma sucinta a configuração das entradas de algumas destas cavidades, descaracterizando a possibilidade de uma zona afótica.



**Foto 3.3-1 - Aspecto da entrada da cavidade VAC\_03. Nota-se a interface da mesma com o meio exógeno e a inexistência de zona afótica.**



**Foto 3.3-2 - Vista parcial da entrada da cavidade VAC\_22. Novamente, não há confinamento suficiente para a configuração de uma zona afótica.**

As reduzidas dimensões impostas por estas cavidades também é um fator limitador quando avaliadas sob a perspectiva do uso humano (Foto 3.3-3 e Foto 3.3-4). Mesmo aquelas cavernas localizadas nas porções medianas ou mais elevadas das vertentes, possuem baixos atributos dimensionais, tornando-se assim inadequadas a ocupação humana, como no caso de 45,4% das cavidades visitadas (VAC\_08, VAC\_10, VAC\_12, VAC\_13, VAC\_17, VAC\_18, VAC\_21, VAC\_22, VAC\_24 e VAC\_27).



**Foto 3.3-3-Cavidade VAC\_18. Suas reduzidas dimensões minimizam a possibilidade do uso humano.**

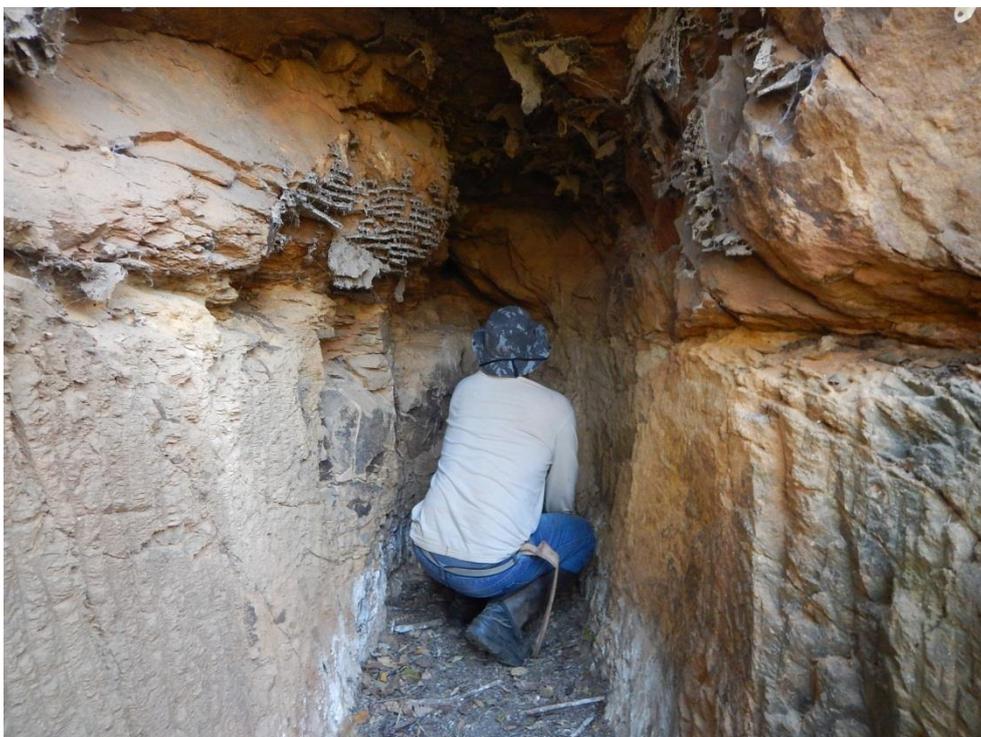


**Foto 3.3-4-A inserção da cavidade VAC\_12, na base de um afloramento rochoso com continuidade lateral, em alta vertente, poderia ser considerada a ocupação humana, se não fosse o aspecto de confinamento imposto pelo baixo volume da**

### **cavidade.**

Deve-se ressaltar que em nenhuma das cavidades foram identificados vestígios cerâmicos, líticos ou ósseos em superfície, além da ausência de arte rupestre, subsidiando, assim, a conclusão de que se trata de cavidades com baixo potencial à relevância histórico-cultural ou religiosa.

É importante destacar que na cavidade VAC\_05 foi observada uma intervenção humana (escavação) em toda a extensão de seu piso. Vestígios observados nas paredes e teto da cavidade levam a crer que a mesma foi utilizada para a instalação de uma colmeia de abelhas que tais intervenções foram realizadas para facilitar acesso ao apiário. (Foto 3.3-5). Não se trata de uma alteração física de importância arqueológica, já que alguns cones de sedimentos clásticos nas imediações da cavidade evidenciam uma remoção de material mais recente.



**Foto 3.3-5 - Escavação identificada na cavidade VAC\_05, interceptando toda a extensão do piso da cavidade.**

A sedimentação destas cavidades é predominantemente alóctone, e espeleotemas são incipientes, limitando-se apenas a crostas delgadas, de coloração amarela, alaranjada e, por vezes, branca. O fato de haver uma interface muito próxima ao ambiente exógeno faz com que a sedimentação no piso apresente uma maior influência de processos modeladores da paisagem, atribuindo a estes uma dinâmica de remoção maior do que a de acumulação, relacionada frequentemente a depósitos autóctones.

Quanto aos depósitos biogênicos, os tipos de substratos encontrados foram: material vegetal, raízes, fezes de vertebrados não voadores, detrito animal e guano. Recursos estes que são comumente encontrados em cavidades de pequeno porte. Em 91% das cavidades foram encontrados pequenos acúmulos de material vegetal (Foto 3.3-6), em todos os casos já bastante ressecados. Em 36% das cavidades foram registrados

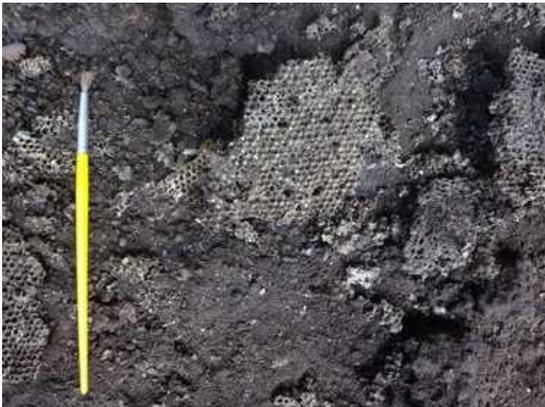
destrito de origem animal tais como restos de insetos (Foto 3.3-7), ou restos de ninhos de Hymenoptera (Foto 3.3-8).



**Foto 3.3-6 -Folhiços observados no piso da cavidade VAC\_24.**



**Foto 3.3-7 -Detritos de origem animal, observados no piso da VAC\_22.**



**Foto 3.3-8 - Restos de ninho de Hymenoptera na cavidade VAC\_13.**

Dentre as cavidades avaliadas, 32% destas possuíam registro de fezes de vertebrados não voadores tais como mamíferos insetívoros (Foto 3.3-9), lagartos (Foto 3.3-10) e roedores (Foto 3.3-11), que ocasionalmente utilizam as cavidades para deposição de suas fezes.



**Foto 3.3-9- Fezes antigas de mamífero insetívoro observada no piso da VAC\_08.**



**Foto 3.3-10 - Fezes secas de lagarto observada no piso da cavidade VAC\_18.**



**Foto 3.3-11- Fezes secas de roedor observadas na base da parede da VAC\_15.**

Os depósitos encontrados possuíam aspecto de acúmulos antigos, pois estavam secos e enrijecidos, provavelmente não contando com disponibilidade de matéria orgânica a ser consumida. Em 14% das cavidades foram localizadas raízes em seu interior, sendo observadas no piso ou nas paredes/teto (Figura 3.3-12). Por fim, 9% das cavidades apresentaram guano de morcegos, já exaurido (Foto 3.3-13).



**Foto 3.3-12 -Raízes**



**Foto 3.3-13 - Pontos de guano**

observadas nas paredes e em parte do teto da VAC\_10.

hematófago exaurido na cavidade VAC\_14.

Das 22 cavidades estudadas, 45% contam com apenas um tipo de depósito biogênico, 27% com dois tipos e outros 27% com três tipos de depósitos. É importante ressaltar que, durante as visitas às cavidades, não foi constatada a existência de fauna associada aos recursos disponíveis nem a presença de água de percolação ou de qualquer outra origem.

A diversidade, a quantidade e a qualidade dos depósitos biogênicos e recursos disponíveis encontrados nas cavidades não é expressiva e não possui significativo valor científico, cênico ou ecológico.

Por fim, ressalta-se que durante as etapas de trabalho, não foi observado, em nenhuma destas cavidades, qualquer processo hidrológico em atividade. As cavidades estão dispostas na área de estudo de forma isolada e, mesmo aquelas que se inserem em formas de relevo próximas, não possuem conexão com qualquer fonte de água perene. Todas elas estão sujeitas apenas a águas de percolação, oriundas de eventos pluviométricos intermitentes. Por não se tratar de cavidades hospedadas em rochas carbonáticas e, portanto, não se tratar de um sistema cárstico, estas cavernas não possuem, de fato, uma função hidrológica expressiva que contribua para a manutenção da dinâmica hidrológica e hidráulica deste sistema.

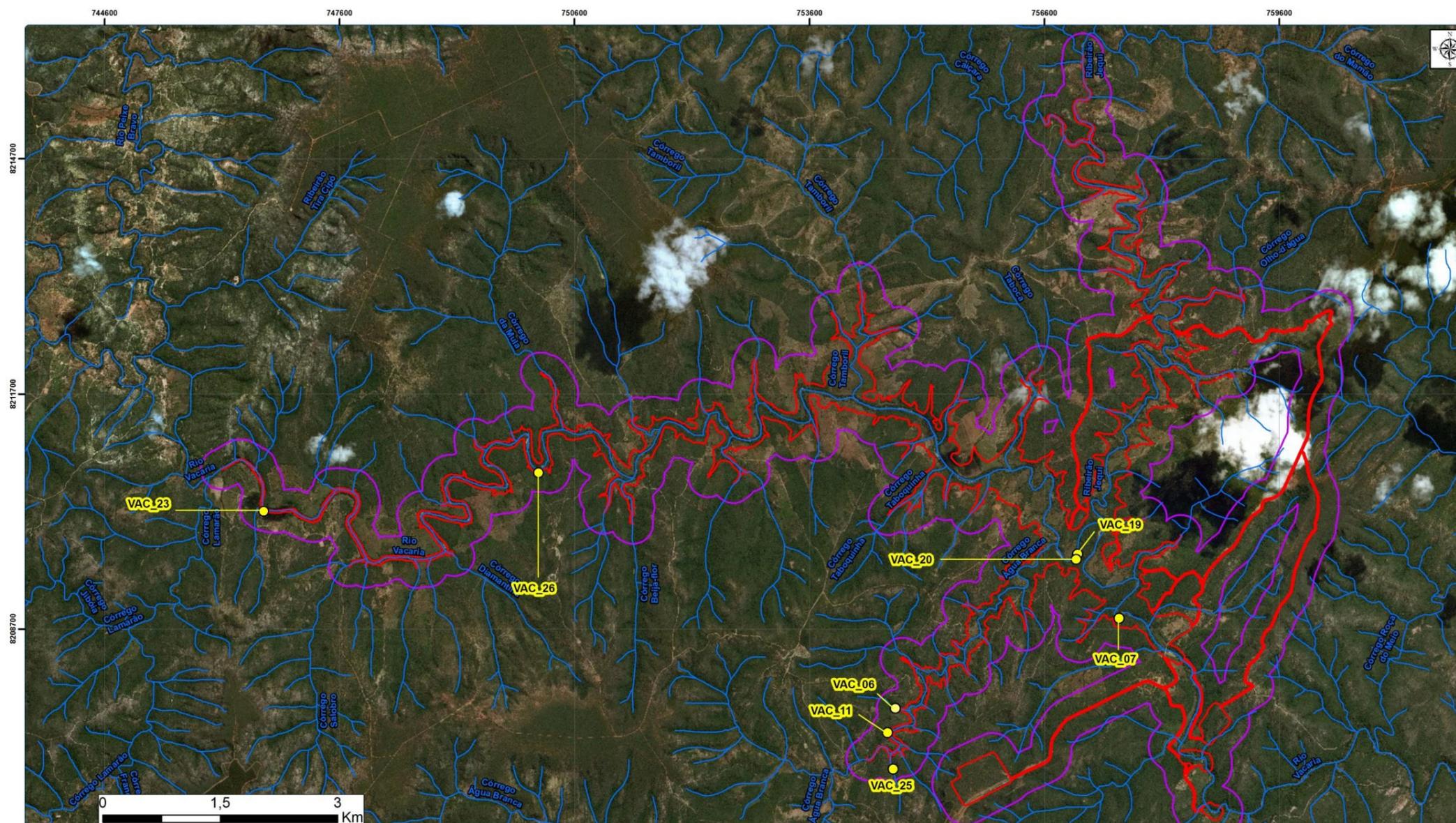
### **3.4- Resultados geoespeleológicos**

Neste item serão apresentados os resultados obtidos pelo diagnóstico geoespeleológico realizado nas oito cavidades que possuem projeção horizontal superior a cinco metros. As informações espeleométricas e geográficas das cavidades são apresentadas no quadro 3.4-1. A figura 3.4-1 apresenta um mapa de localização das cavidades. Os mapas das cavidades são apresentados no ANEXO 3.

**QUADRO 3.4-1 - Resultados espeleométricos obtidos no levantamento topográfico das cavidades alvo de relevância espeleológica localizadas na área proposta à instalação da Barragem do Rio Vacaria.**

Nomenclatura Final	NomePros peção	Município	Zona UTM	Datum	UTM E	UTM N	Elevação	DL (m)	PH (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
VAC_06	AB VAC 06	Padre Carvalho	23K	WGS-84	754693,839	8207685,508	637,716	5,56	5,56	0,69	34,53	37,98
VAC_07	AB VAC 07	Padre Carvalho	23K	WGS-84	757555,007	8208838,027	624,497	5,1	5,1	1,05	25,88	21,35
VAC_11	AB VAC 11	Padre Carvalho	23K	WGS-84	754596,714	8207375,872	670,16	8,67	10,94	1,61	9,73	8,61
VAC_19	AB VAC 19	Padre Carvalho	23K	WGS-84	757022,555	8209657,441	611,52	5,7	6,51	0,82	8,05	9,41
VAC_20	AB VAC 20	Padre Carvalho	23K	WGS-84	757003,35	8209588,715	622,094	16,33	25,73	2,08	86,1	115,37
VAC_23	AB VAC 23	Padre Carvalho	23K	WGS-84	746629,883	8210203,031	647,809	5,32	5,32	0,16	4,08	3,67
VAC_25	AB VAC 25	Padre Carvalho	23K	WGS-84	754669,259	8206913,553	641,32	5,11	5,11	0,27	8,2	2,54
VAC_26	AB VAC 26	Padre Carvalho	23K	WGS-84	750141,107	8210691,575	636,754	7,49	7,49	1,06	13,36	19,63

FIGURA 3.4-1 - Localização das cavidades alvo de relevância espeleológica na área proposta à instalação da Barragem do Rio Vacaria.



LEGENDA	EMPREENHIMENTO	LOCALIZAÇÃO	BRANDT meio ambiente	Ciente: SAM SUL AMERICANA DE METAIS S.A.
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">●</span> Caverna</li> <li><span style="color: blue;">—</span> Hidrografia</li> <li><span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> ADA - Barragem do Rio Vacaria</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Buffer 250 metros - Barragem do Rio Vacaria</li> </ul>			<p>Projeto: <b>FERRO VALE DO RIO PARDO</b></p> <p>Título: <b>MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE CAVIDADES ALVO DE RELEVÂNCIA ESPELEOLÓGICA - BARRAGEM DO RIO VACARIA</b></p> <p>Execução / Data: <b>Thiago Lima / 03.10.18</b></p> <p>Revisão / Data: <b>Jasmim Dias / 03.10.18</b></p> <p>Fontes: Brandt Meio Ambiente, CECAV (2018), IBGE, e Sul Americana de Metais S.A. Imagem SPOT 7 (2017). Service Layer Credits: Sources: Esri, USGS, NOAA</p>	<p>Projeto: <b>FERRO VALE DO RIO PARDO</b></p> <p>Escala Aprox.: 1:45.000</p> <p>Formato/ Orientação: <b>A3/ Horizontal</b></p> <p>Dados Técnicos: <b>Projeção UTM - SIRGAS 2000 Fuso 23 Meridiano Central: 45° WGR</b></p> <p>Arquivo: 15AMM002_ESP_45000_Mapa_Relevancia_Espeleo_Barragem_Vacaria_A3_H_V1</p>

### 3.4.1 - Inserção na paisagem

Localmente, segundo Brandt (2012b) a compartimentação da área onde se encontram as cavidades pode ser descrita em duas unidades geomorfológicas: os topos das chapadas, que correspondem às superfícies de aplainamento, e os vales, que representam formas de dissecação fluvial. Nestes locais também são encontradas colinas, confinadas por escarpas associadas aos processos de dissecação impostos na paisagem pelos cursos d'água. Em meio a esses vales também são observados maciços residuais isolados, pouco inferiores topograficamente aos topos aplainados das chapadas, sustentados por metadiamicritos da formação Nova Aurora, litotipo mais resistente ao intemperismo.

Dentre as oito cavidades estudadas na área posposta a instalação da Barragem do rio Vacaria, um total de 87,5% estão associadas a maciços rochosos residuais (Foto 3.4.1-1) e 12,5% estão localizadas em planícies de inundação (Foto 3.4.1-2), as margens de cursos d'água perenes ou intermitentes (Figura 3.4.1-1).

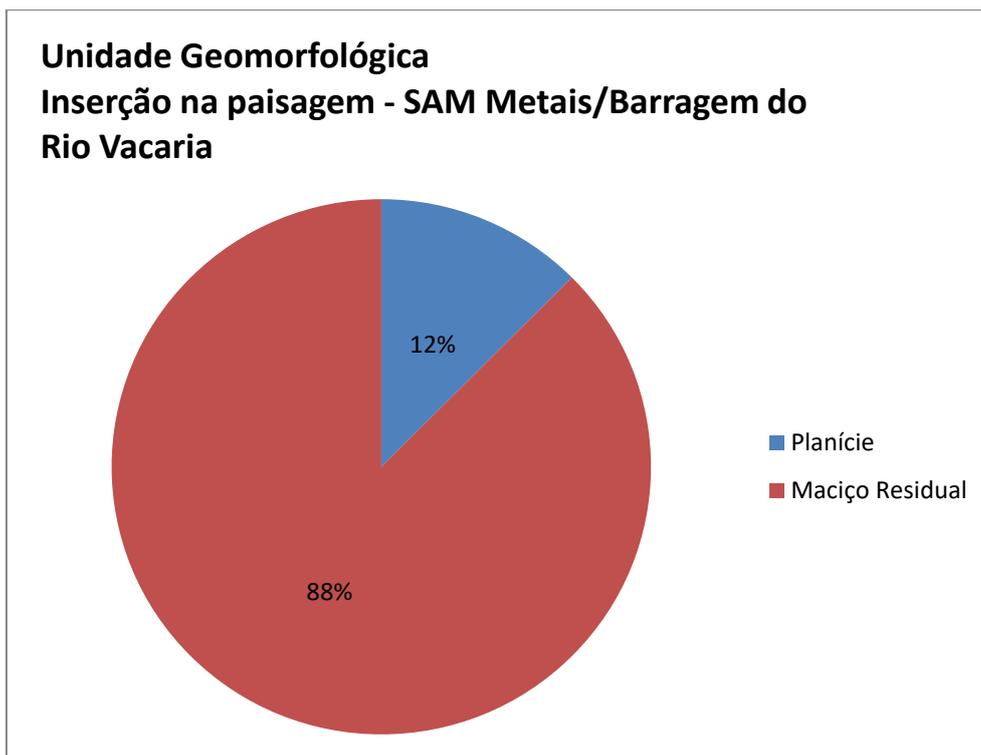


**Foto 3.4.1-1 - Vista parcial da entrada da cavidade VAC\_19, inserida no terço médio de um maciço rochoso residual.**



**Foto 3.4.1-2 - Vista parcial da entrada da cavidade VAC\_25, localizada nas porções mais rebaixadas da paisagem, onde predominam as planícies fluviais.**

**Figura 3.4.1-1 - Distribuição das cavidades por unidade geomorfológica.**

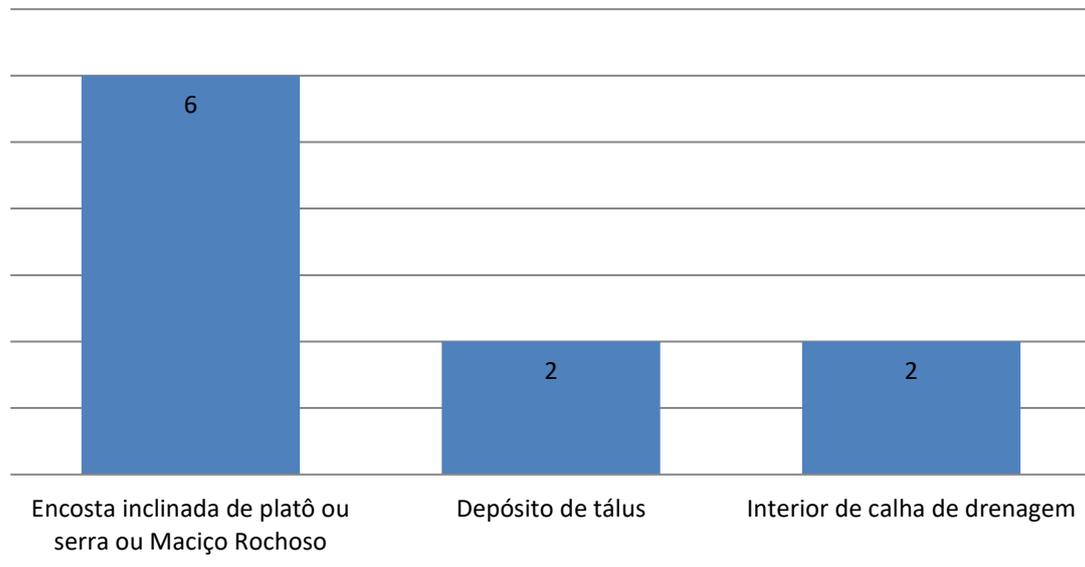


As formas de relevo que predominantemente abrigam cavidades são: maciços rochosos isolados, irregulares, perpendiculares à maior inclinação da vertente (n=6), interior de talvegues, posicionadas de forma paralela ao curso d'água local (n=2) e depósito de tálus (n=2), estes predominantemente inseridos em baixa vertente (Figura 3.4.1-2).

**Figura 3.4.1-2 - Distribuição das cavidades por formas de relevo**

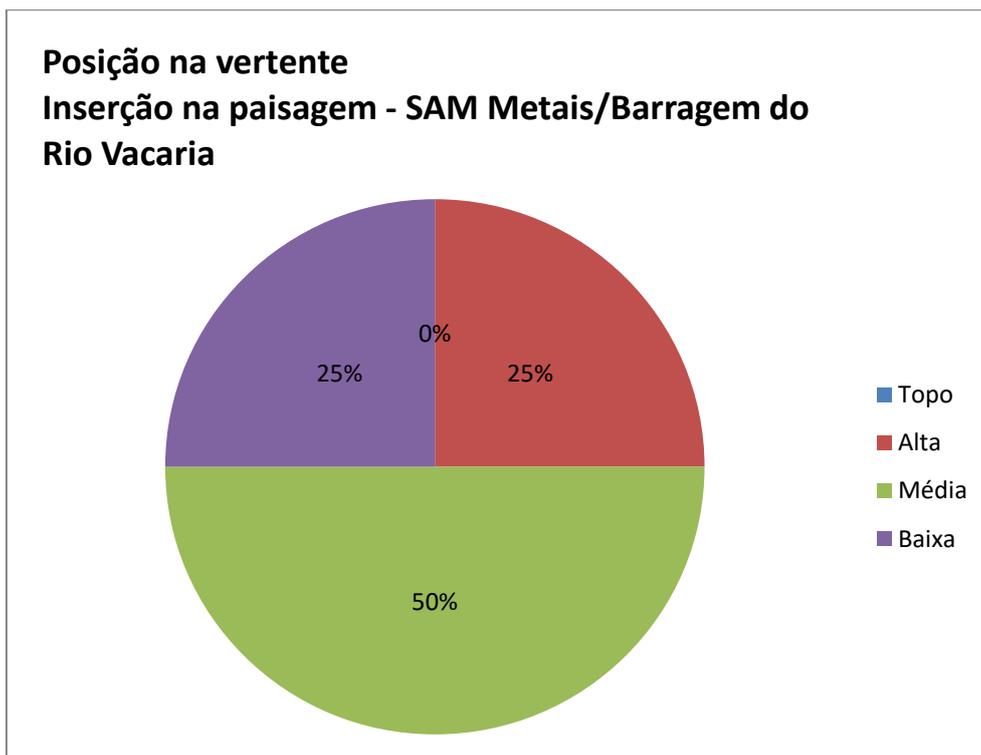
### Formas de relevo

### Inserção na paisagem - SAM Metais/Barragem do Rio Vacaria



Quanto à disposição na vertente, 50 % das cavidades encontram-se no terço médio das vertentes, 25% em alta vertente e mais 25% inserem-se nas porções mais rebaixadas da paisagem, próximas aos talvegues (Figura 3.4.1-3).

**Figura 3.4.1-3 - Distribuição das cavidades por compartimentação da vertente local.**



As cavidades alvo do estudo desenvolvem-se predominantemente sob escarpas rochosas postadas de forma perpendicular à maior inclinação da vertente ou maciços isolados de mesma orientação (n=4) (Foto 3.4.1-3). Escarpas ou maciços rochosos, paralelos à calha de drenagem também possuem representatividade, assim como os supracitados depósitos de tálus (Foto 3.4.1-4). Apenas uma cavidade se desenvolve sob maciço rochoso posicionado de forma paralela a maior inclinação da vertente (VAC\_19) (Figura 3.4.1-4).



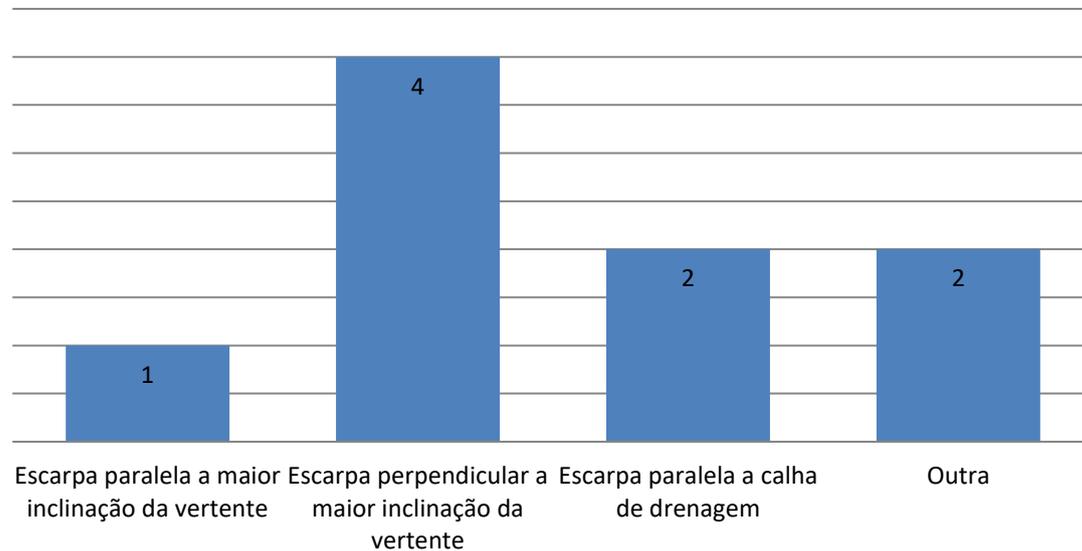
**Foto 3.4.1-3 - Vista parcial de maciço rochoso, postado de forma perpendicular a maior inclinação da vertente, onde se localiza a cavidade VAC\_23.**



**Foto 3.4.1-4 - Interior da cavidade VAC\_06, que se desenvolve sob um depósito de tálus no interior de um curso d'água intermitente.**

**Figura 3.4.1-4 - Distribuição das cavidades em relação à orientação da escarpa rochoso/maciço rochoso no relevo.**

**Posição da escarpa rochosa na vertente  
Inserção na paisagem - SAM Metais/Barragem do Rio  
Vacaria**



Todas estas formas de relevo são sustentadas por metadiamicritos da formação Nova Aurora.

O intervalo altimétrico das cavernas estudadas variou de 611 a 670 metros. A maioria das cavidades (37,5%) está inserida entre 610 a 625 metros. As porções mais elevadas da paisagem, acima de 670 metros, comportam apenas uma cavidade, a VAC\_11. Quatro cavidades estão inseridas nas porções medianas da paisagem, faixas definidas como de 626 a 640 metros e 641 a 655 metros de altitude (Figura 3.4.1-5). A figura 3.4.1-6 apresenta um modelo esquemático da paisagem elaborado com o objetivo de traduzir melhor a disposição destas cavidades na paisagem.

**Figura 3.4.1-5 - Distribuição das cavidades em relação à cota altimétrica de inserção.**

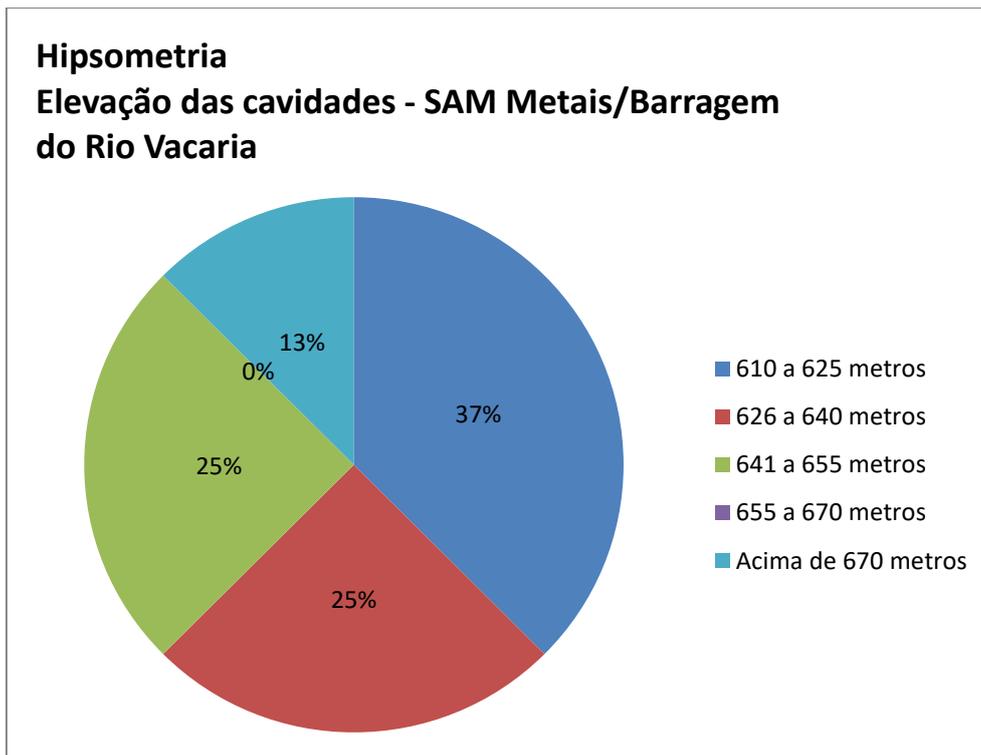
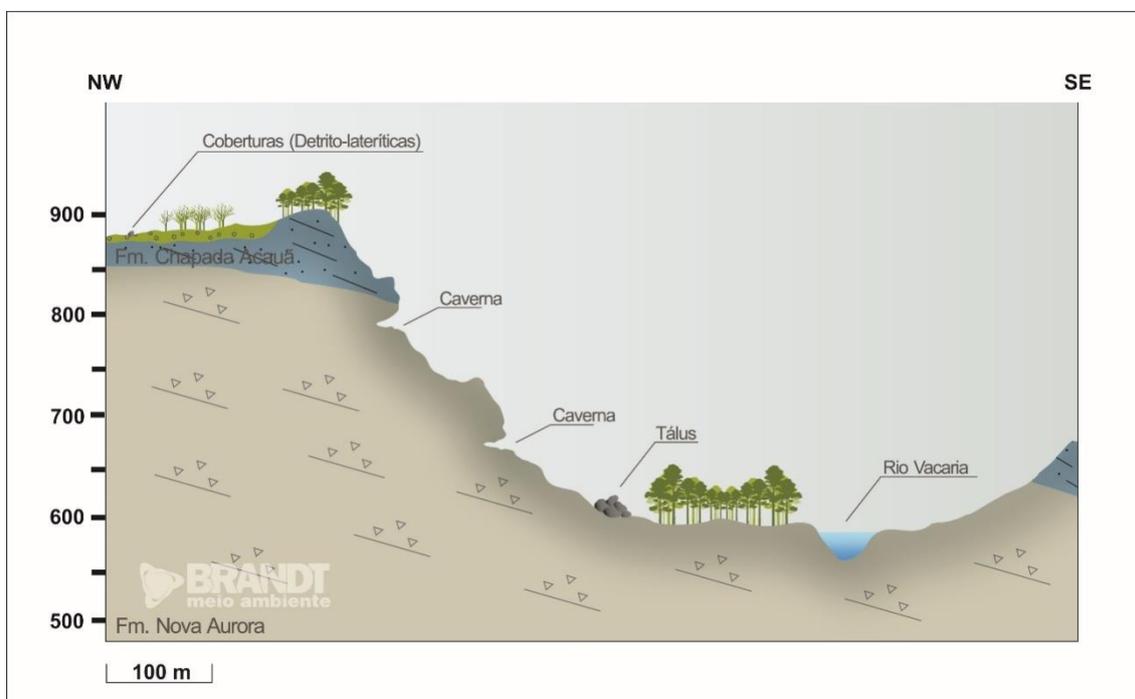


Figura 3.4.1-6 - Perfil esquemático da vertente local, ilustrando a inserção das cavidades na paisagem.



A vegetação predominante no entorno das cavidades é a floresta estacional semidecidual (Foto 3.4.1-5), observada nas proximidades de 50% das cavidades alvo deste levantamento. 50% das cavidades inserem-se em áreas onde estão instaladas em domínios fitofisionômico de savana, contudo, 38% desta fitofisionomia se

encontram em estado de regeneração (Foto 3.4.1-6). Apenas 12% se se apresentam como savana arborizada (Figura 3.4.1-7).

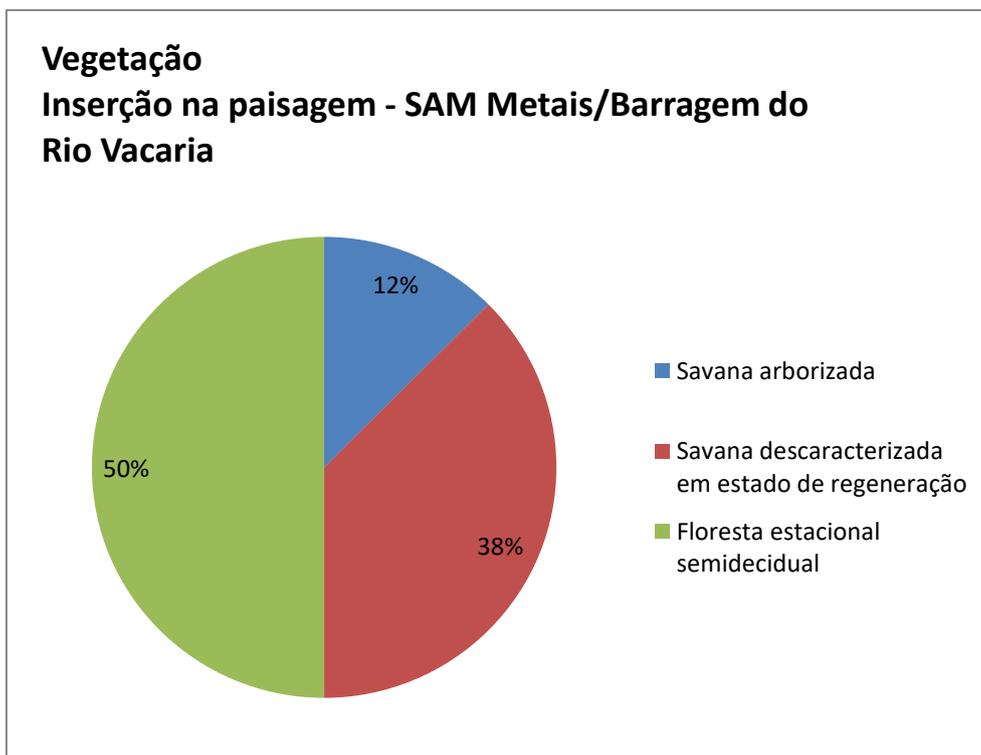


Foto 3.4.1-5 - Vista parcial de floresta estacional semidecidual observada nas proximidades da cavidade VAC\_20.



Foto 3.4.1-6 - Vegetação savânica em estado de regeneração, observada nas imediações da cavidade VAC\_07.

Figura 3.4.1-7 - Distribuição das cavidades em relação à fitofisionomia predominante do entorno.

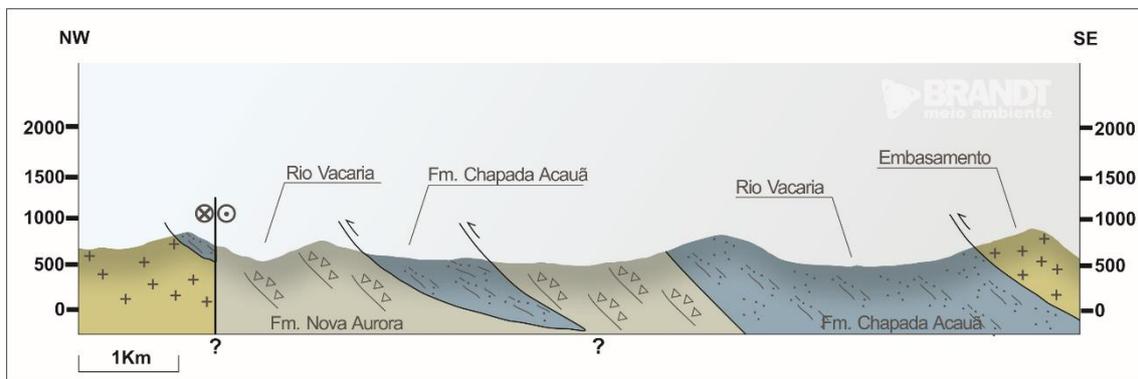


### 3.4.2 - Litologia

Ao avaliar o mapa geológico Padre Carvalho, levantamento que contempla a área onde se encontram as cavidades (CODEMIG, 2012), é possível observar na área de

estudo a ocorrência de rochas neoproterozóicas pertencentes ao Grupo Macaúbas, resumidamente, quartzitos micáceos e ferruginosos, pertencentes à Formação Chapada Acauã e metadiamictitos de matriz quartzo-micácea mapeados na Formação Nova Aurora. Falhas estão dispostas em eixo WNW-ESE e o contato entre as duas formações está definido em eixo NNE-SSW. Os lineamentos estruturais definidos apresentam-se em eixo NNE-SSW, paralelos ao contato geológico definido. Para uma melhor leitura do contexto geológico, foi elaborado um perfil geológico da área (Figura 3.4.2-1). Este arcabouço geológico-geoestrutural pode ser observado no mapa geológico simplificado da área de estudo, apresentado na figura 3.4.2-1.

**Figura 3.4.2-1 - Perfil geológico da área onde se encontram as cavidades alvo do estudo, prolongamento NW-SE.**







Entretanto, durante a realização do diagnóstico geoespeleológico em campo, observou-se que as cavidades VAC\_07, VAC\_19 e VAC\_20 estão hospedadas nos metadiamiclitos da Formação Nova Aurora, contestando assim as informações apresentadas pelo mapa geológico. Muito provavelmente, esta incoerência está relacionada ao fato de que, localmente, a formação Chapada Acauã está sobreposta à formação Nova Aurora, e estas cavidades não estão localizadas no topo da vertente. Outro elemento importante é a escala de mapeamento, que não permitiu uma correta inferência do contato geológico entre as duas formações, quando da elaboração do mapa.

Assim sendo, as oito cavidades submetidas à valoração estão hospedadas pelos metadiamiclitos da Formação Nova Aurora, Grupo Macaúbas. Esta rocha apresenta, de uma forma geral, foliação penetrativa com espaçamento centimétrico, sua exposição torna a rocha, superficialmente friável, medianamente alterada e pouco resistente a pressão manual. Conforme descrito por Vilela, F.T. (2010), estes metadiamiclitos são constituídos de uma matriz de granulação fina (textura arenosa) composta por grãos de quartzo, muscovita, clorita e biotita com carbonato e feldspato subordinado, coloração amarela-avermelhada, ocre ou marrom. São rochas cujos clastos são polimíticos, com uma ocorrência em menor monta de clastos de quartzo, quartzito e filito, tamanho grânulo e seixo, sub-angulosos e sub-arredondados, estirados paralelamente a direção do mergulho da foliação, realçando esta lineação de estiramento e a matriz apresenta composição areno-argilosa (Foto 3.4.2-1 a Foto 3.4.2-4).



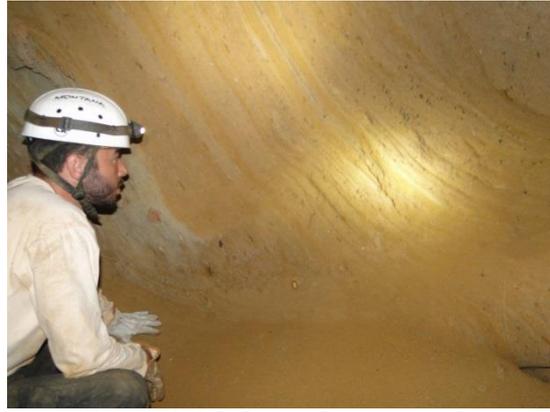
**Foto 3.4.2-1 - Aspecto do metadiamiclito observado na cavidade VAC\_06. É possível observar a foliação sub-horizontal da rocha, de dimensões centimétricas, intercaladas por porções vazias, de mesmas dimensões.**



**Foto 3.4.2-2 - Matriz de textura arenosa, de coloração amarelada, observada em um pontão estrutural na cavidade VAC\_07.**



**Foto 3.4.2-3 -** Clastos de tamanho seixo, sub-angulosos, constituídos de quartzo, observados em meio a matriz que constitui o metadiamiccito que hospeda a cavidade VAC\_26.

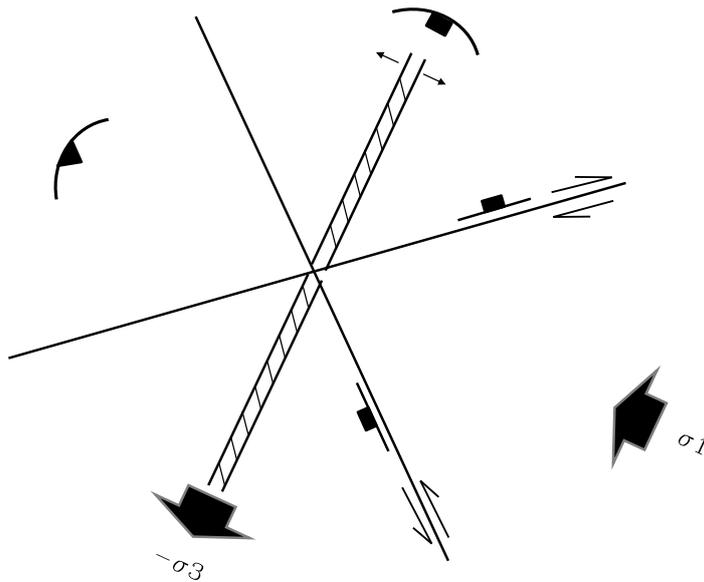


**Foto 3.4.2-4 -** Aspecto do metadiamiccito na VAC\_20. Neste local, é possível observar que a rocha possui núcleos mais friáveis, medianamente alterados e pouco resistentes à pressão manual. Neste local, a textura é predominantemente arenosa.

### **3.4.3 - Estruturas**

A matriz estrutural impressa nos litotipos na região obedece principalmente ao regime da orogênese ediacarana onde os sistemas de dobramentos e cavalgamentos da Faixa Araçuaí imprimiram uma xistosidade penetrativa de traço NE-SW com caimento voltado para SE, sendo esta a principal superfície de fissilidade regional e onde se alojam algumas das cavidades do projeto. Estruturas subsidiárias, como fraturas e zonas de cisalhamento, associadas à geração desta mesma matriz estrutural também abriga potenciais zonas geradoras de vazios que podem evoluir para cavernas através de processos de erosão e remoção mecânica, conforme figura 3.4.3-1.

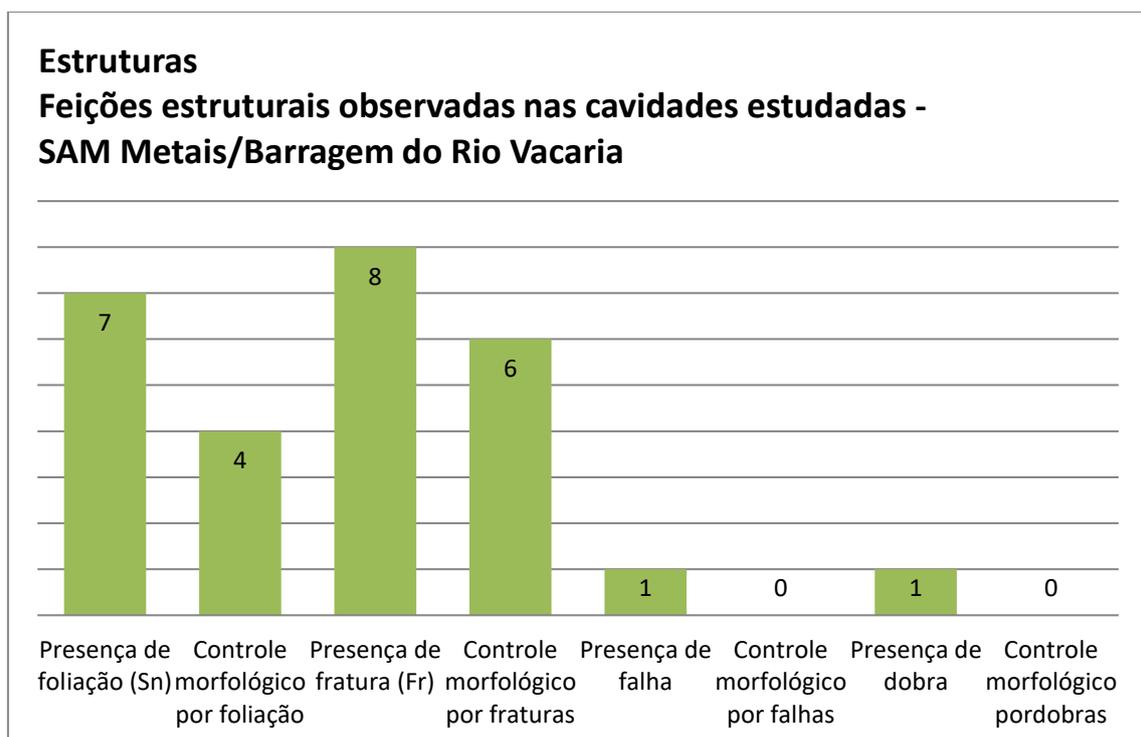
**Figura 3.4.3-1 -** Matriz estrutural simplificada da Orogênese Ediacarana na área do projeto.



A tomada de medidas estruturais é fundamental para o melhor entendimento de aspectos evolutivos, morfológicos e de fragilidade dos maciços rochosos que hospedam as cavidades localizadas na área do projeto.

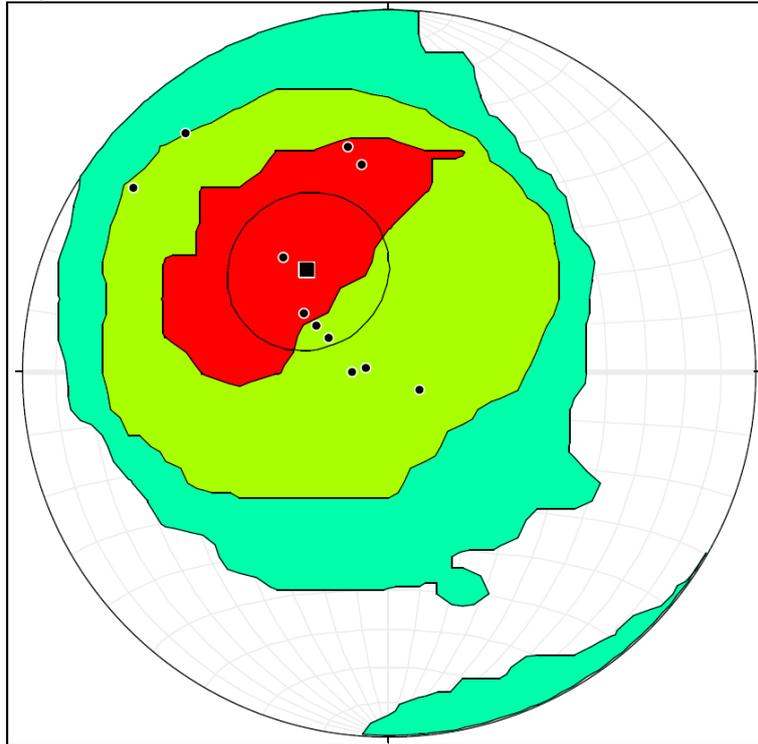
Diante disso, foram obtidas 11 medidas de foliação (Sn/SnV), 12 medidas de fraturas subverticais (FrV) e 12 medidas de fraturas cujo ângulo de mergulho da camada varia de 30° a 80° (Fr). Além disso, foram descritas, quando observadas, a ocorrência de dobras e falhas. As fraturas são as estruturas que mais controlam a morfologia das cavidades (n=6), seguidas pela foliação (n=4) (Figura 3.4.3-2).

**Figura 3.4.3-2- Distribuição das feições estruturais e sua relação morfológica nas cavidades alvo da análise de relevância.**



Quanto à foliação, esta apresentou predominantemente um *Dip/D* no quadrante SE e, conseqüentemente, uma atitude da foliação no eixo NE-SW. Quanto ao ângulo de inclinação do mergulho, nas cavidades VAC\_06, VAC\_07, VAC\_23 e VAC\_26 esta se encontra predominantemente sub-horizontal, variando de 5° a 23°. Nas demais cavidades, há uma alteração neste padrão, mas apenas na VAC\_19 a foliação se torna subvertical (Figura 3.4.3-3).

**Figura 3.4.3-3- Estereograma obtido através da análise das medidas tomadas na foliação (Sn) do metadiamicrito que hospeda as cavidades.**



Quanto às fraturas, estas foram observadas em todas as cavidades e estão dispostas preferencialmente subparalelas e subverticais a foliação da rocha, são predominantemente plana-rugosas, mas também podem ocorrer plana-lisas. A abertura ocorre em faixas de 0,1 a 0,5 cm, mas também com dimensões superiores a 0,5 cm (Foto 3.4.3-1 e Foto 3.4.3-2).



**Foto 3.4.3-1 -Fratura subvertical, plana-rugosa, com abertura média de 1,5 cm, observada na entrada da cavidade VAC\_07.**



**Foto 3.4.3-2 - Fratura subvertical, plana-lisa, com abertura inferior a 0,5 cm, observada na parede da cavidade VAC\_19**



**Foto 3.4.3-3 - Fratura, plana-rugosa, com abertura que varia de 0,5 a 1,0 cm, observada na entrada da cavidade VAC\_20.**



**Foto 3.4.3-4- Fratura, irregular-rugosa, com abertura superior a 2,0 cm, observada na terça final da cavidade VAC\_26.**

A orientação predominante destas estruturas nas cavidades do projeto é ENE-WSW, seguida de E-W, conforme apresentado no diagrama de rosetas (Figura 3.4.3-4). Esta orientação é similar aos lineamentos estruturais mapeados regionalmente pela CODEMIG (2012), cuja orientação predominante é NNE-SSW.

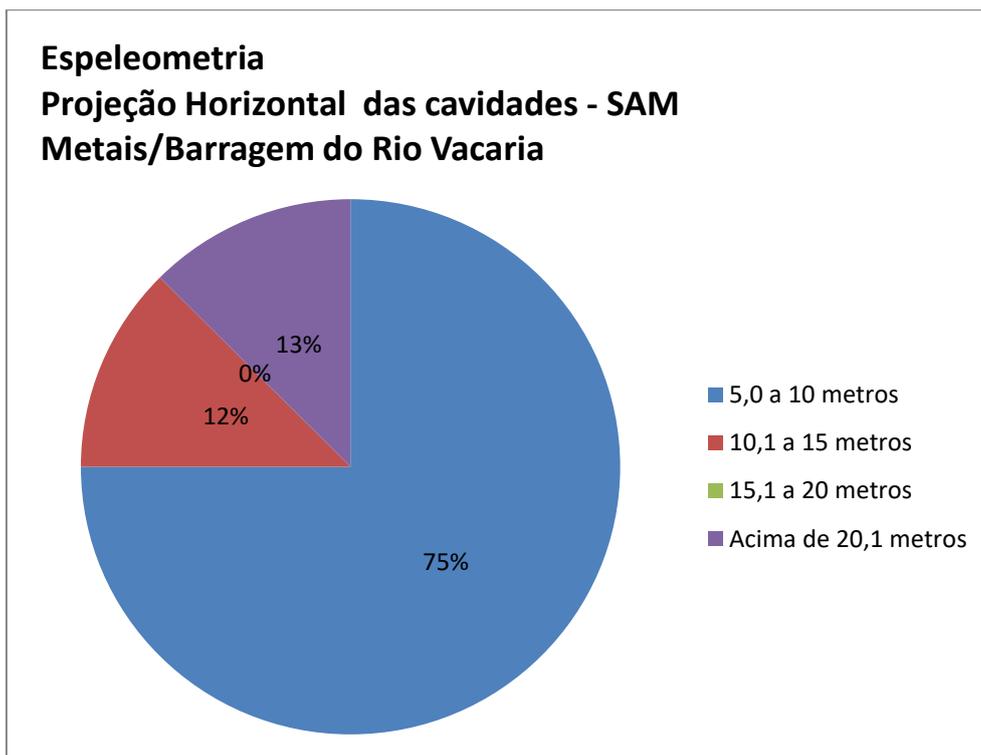
**Figura 3.4.3-4- Diagrama de rosetas obtido através da análise das medidas tomadas nas fraturas (Fr e FrV) observadas nos maciços de metadiamiclito que hospedam as cavidades.**



### 3.4.4 - Espeleometria

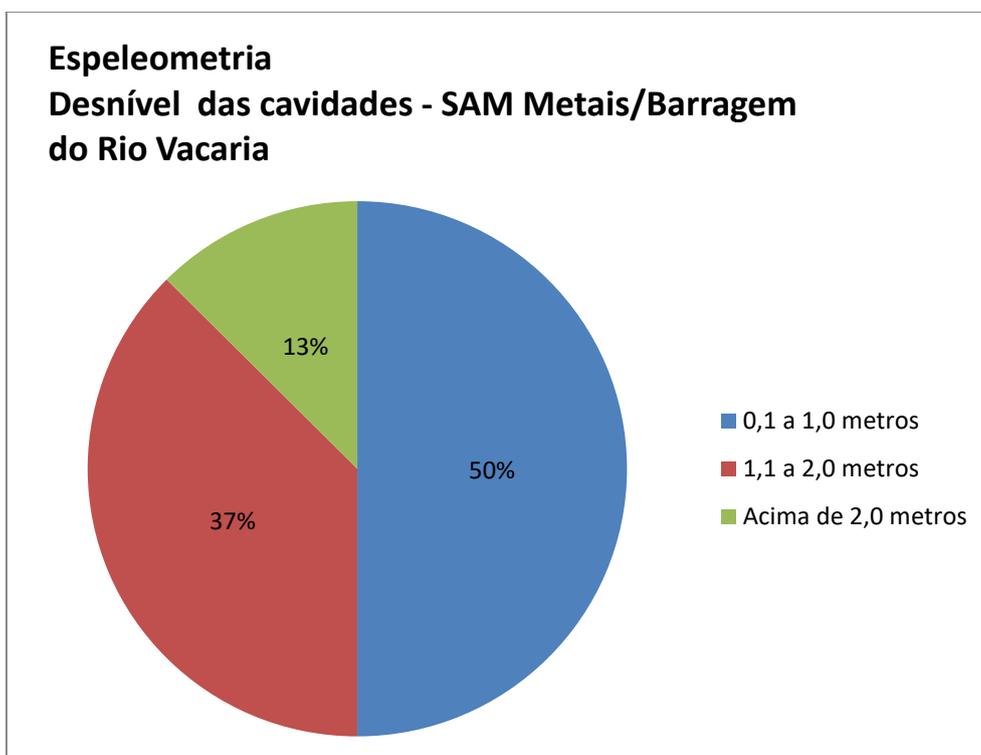
A projeção horizontal - PH (soma dos condutos da cavidade em planta baixa) das oito cavidades da área proposta à instalação da Barragem do Rio Vacaria atingiu uma mediana de 6,0 metros, com valor mínimo de 5,1 metros (VAC\_25) e máximo de 25,7 metros (VAC\_20). Seis cavidades ou 75% do total apresentam PH na faixa de 5,0 a 10 metros (Figura 3.4.4-1).

**Figura 3.4.4-1 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos métricos de projeção horizontal (PH).**



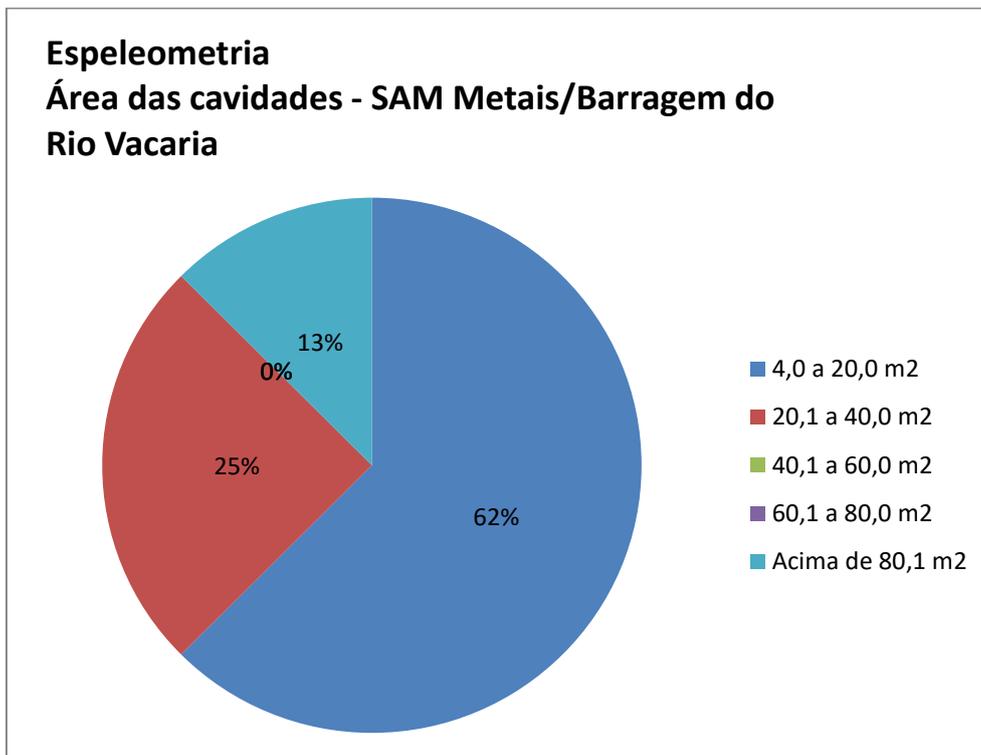
O desnível do piso apresentou uma mediana de 1,0, com valor mínimo de 0,2 metros (VAC\_23) e máximo de 2,1 metros (VAC\_20) (Figura 3.4.4-2).

**Figura 3.4.4-2 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos métricos de desnível do piso.**



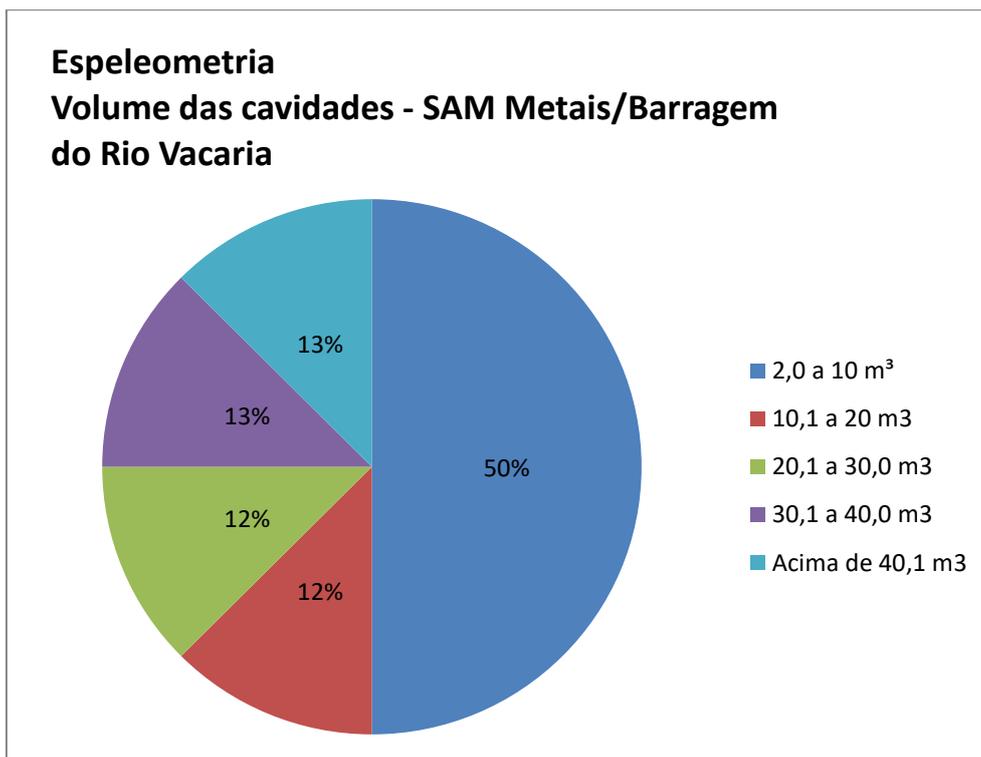
Quanto à área em planta das cavidades, foi obtida uma mediana de 11,5 m<sup>2</sup> e valores máximo e mínimo de 86 m<sup>2</sup> e 4,1 m<sup>2</sup>, respectivamente. Cinco cavidades apresentaram valores no intervalo de 4,0 a 20m<sup>2</sup>, duas na faixa de 20,1 a 40 m<sup>2</sup> e apenas uma (VAC\_20) apresentou valores superiores a 80 m<sup>2</sup> (Figura 3.4.4-3).

**Figura 3.4.4-3 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos (m<sup>2</sup>) determinados para avaliação da área.**



Por fim, para o atributo volume estimado obteve-se uma mediana de 15 m<sup>3</sup>, valor mínimo de 2,5 m<sup>3</sup> (VAC\_25) e máximo de 115,4 m<sup>3</sup> (VAC\_20). Quatro cavidades ou 50% da amostra apresenta um valor de até 20 m<sup>3</sup> (Figura 3.4.4-4).

**Figura 3.4.4-4 - Distribuição das cavidades estudadas em intervalos (m<sup>3</sup>) determinados para avaliação do volume estimado.**



### 3.4.5 - Morfologia

#### 3.4.5.1 - Padrão morfológico ou planimétrico

Nas cavernas carbonáticas, as diversas formas de recarga da água, a estrutura da rocha e a direção de escoamento da água subterrânea irão influenciar o padrão planimétrico das cavernas. Nesses tipos de cavernas, após o levantamento topográfico, é possível observar que a configuração espacial das cavernas segue determinados padrões, tais como dentrítico, reticulado, ramiforme etc. (Palmer, 1991).

No caso de cavidades de pequenas dimensões, como aquelas alvo do presente estudo de relevância, a busca por um padrão morfológico é algo mais difícil. Portanto, a avaliação apresentada neste tópico tem caráter eminentemente morfológico, já que grande parte dos estudos relacionados à determinação de morfologia em cavidades hospedadas em metadiamicictitos são embrionários ou inexistentes.

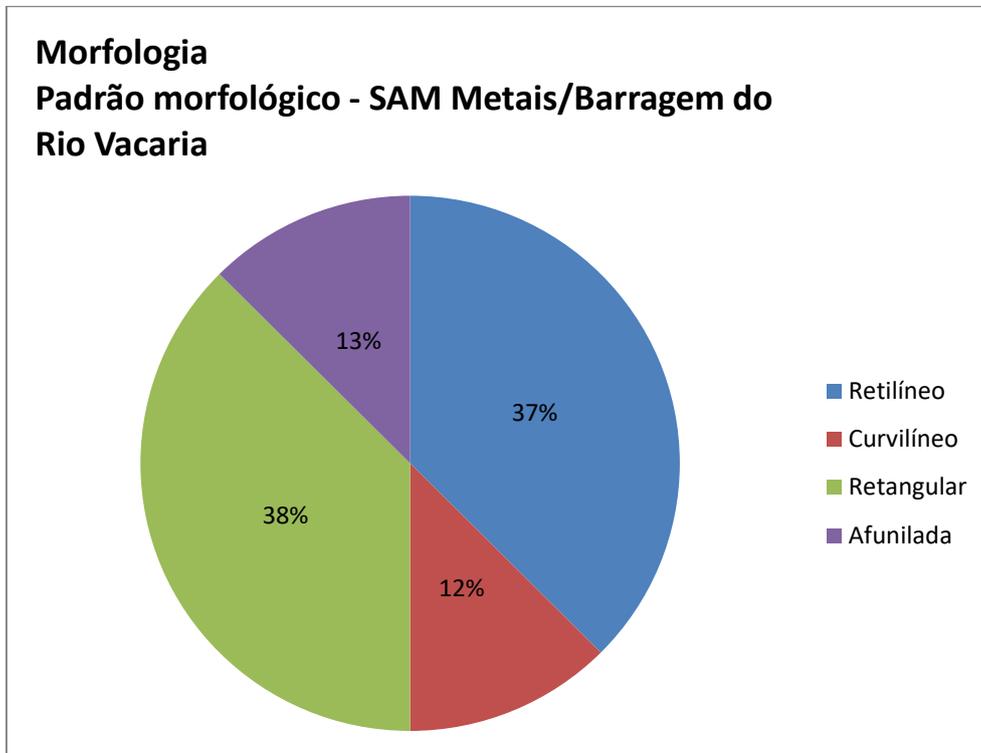
Todas as cavidades apresentam uma configuração em “câmara simples”, ou seja, não apresentam estreitamentos morfológicos entre câmaras ou salões, constituindo assim “câmaras compostas”. Esta nuance morfológica frequente ocorre em cavidades de maiores dimensões, suscitando uma gênese endógena predominante, com posterior conexão entre os salões. Nem mesmo a maior cavidade da amostra (VAC\_20) apresentou tal característica.

Como citado anteriormente, tanto a foliação da rocha quanto as fraturas observadas nas cavidades oferecem controle morfológico, com destaque para as cavidades VAC\_07, VAC\_11, VAC\_19 e VAC\_26, onde tanto a foliação quanto as fraturas têm participação na configuração morfológica das cavidades.

Diante disso, tentou-se aproximar padrões morfológicos já tratados na literatura para cavidades maiores, para as cavernas do projeto, obtendo-se um total de quatro

propostas: retilínea, curvilíneo, retangular e afunilada. A distribuição destes padrões morfológicos é tratada na figura 3.4.5.1-1.

**Figura 3.4.5.1-1- Distribuição de padrões morfológicos definidos por cavidades.**

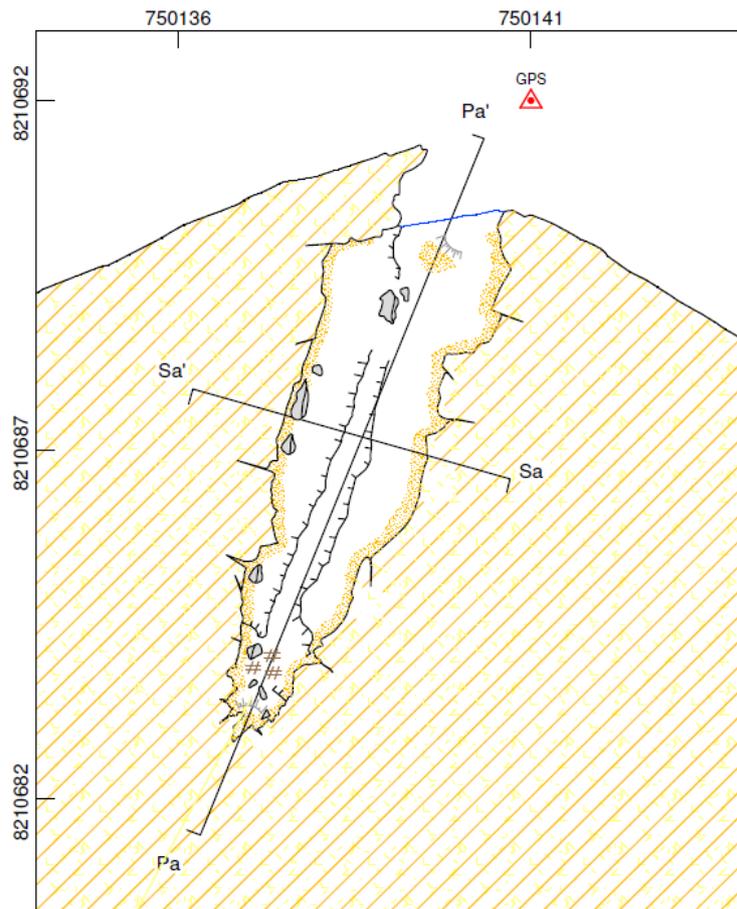


#### **3.4.5.1.1- Câmara simples retilínea**

Cavidade constituída por um conduto cujo prolongamento é linear, frequentemente condicionado pela direção da foliação ou das fraturas ali existentes. Nesta categoria, temos as cavidades: VAC\_11, VAC\_19 e VAC\_26 (Figura 3.4.5.1-1).

**Figura 3.4.5.1.1-1- Planta baixa da cavidade VAC\_26.**

### Planta baixa

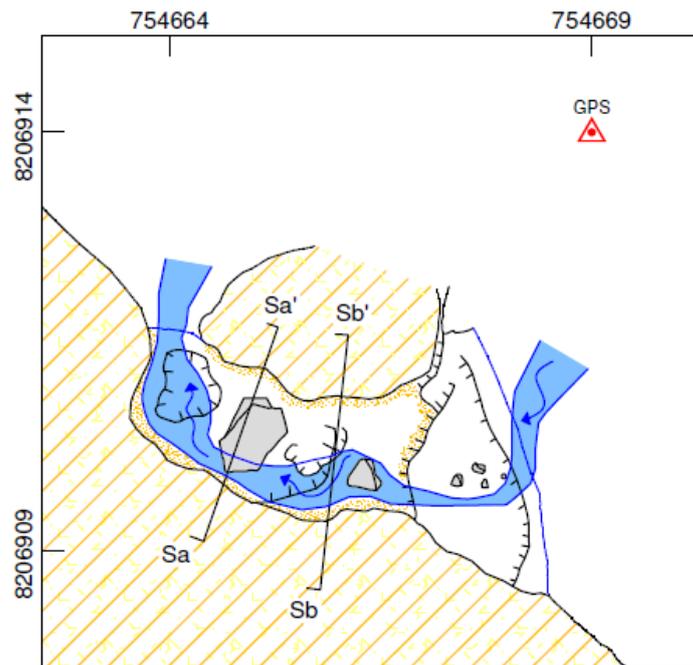


#### 3.4.5.1.2- Câmara simples curvilínea

É formada por um compartimento que apresenta sinuosidade em seu eixo de desenvolvimento. Essa sinuosidade pode estar condicionada pela interseção entre diferentes planos (fraturas e plano da foliação). Entretanto, no caso da VAC\_25, este atributo está relacionado a um curso d'água intermitente, que percorre a cavidade no período chuvoso, já que a mesma se desenvolve sob um depósito de tálus, inserido no leito de uma drenagem (Figura 3.4.5.1.2-1).

**Figura 3.4.5.1.2-1 - Planta baixa da cavidade VAC\_25.**

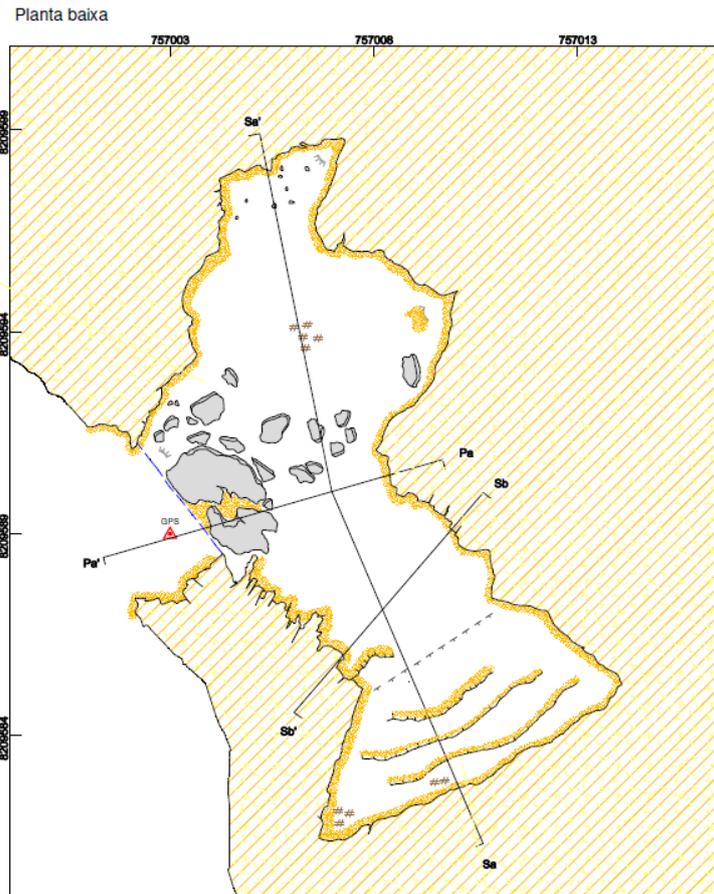
### Planta baixa



#### 3.4.5.1.3- Câmara simples retangular

É formada por compartimento que apresenta ângulos aproximadamente retos, geralmente controlados por fraturas ou outra estrutura, como falhas. Dentre as cavidades existentes na área, foram neste padrão qualificadas: VAC\_06, VAC\_07 e VAC\_20 (Figura 3.4.5.1.3-1).

**Figura 3.4.5.1.3-1 - Planta baixa da cavidade VAC\_20.**

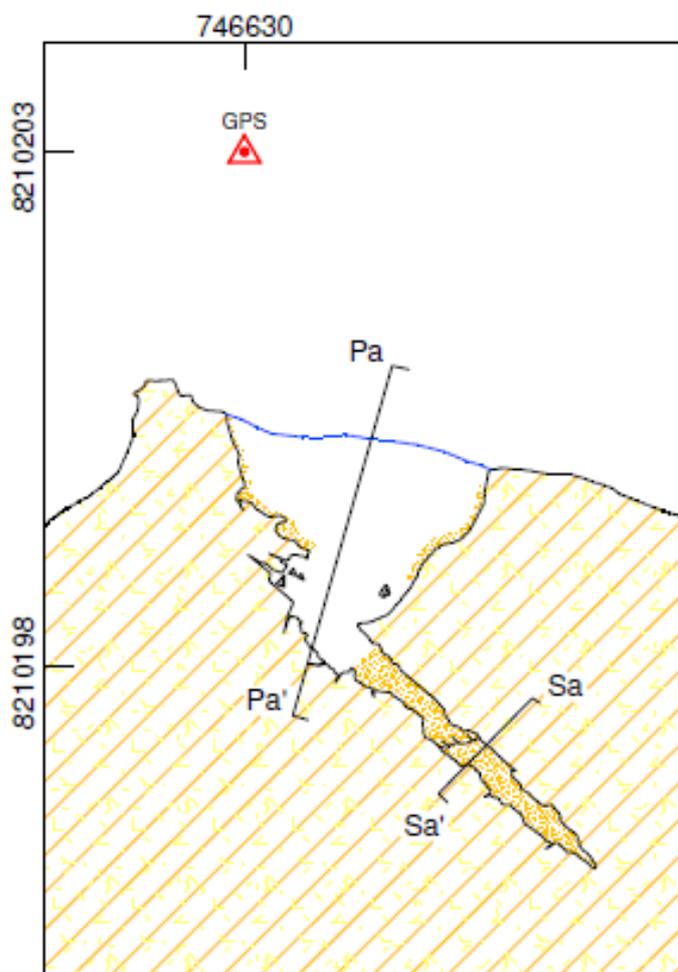


#### 3.4.5.1.4- Câmara simples afunilada

Constituída por compartimento que se estreita na direção distal e adquire a forma de funil. No caso da VAC\_23, única cavidade a apresentar tal padrão planimétrico, seu prolongamento distal NW-SE é controlado por uma fratura subvertical, com orientação 90/50 (Figura 3.4.5.1.4-1).

**FIGURA 3.4.5.1.4-1 - Planta baixa da cavidade VAC\_23.**

## Planta baixa



### 3.4.5.2 - Feições morfológicas

Quanto às formas das paredes e do teto, estas apresentam irregularidades associadas aos processos evolutivos atuantes no substrato rochoso, e sua interação com as discontinuidades pré-existentes. No caso das paredes, em 87% das cavidades esta apresenta-se irregular, restando 13% cuja superfície é regular. Assim como as paredes, o teto das cavidades também é predominantemente irregular, abrangendo 75% das cavidades estudadas.

De uma forma geral, as cavidades de pequenas dimensões hospedadas por rochas ferríferas e siliciclásticas apresentam como elemento fundamental em sua evolução os processos de erosão mecânica, ocasionados principalmente pela circulação de águas fluviais ou pluviais pelo maciço rochoso no qual a cavidade se insere. Portanto, o piso destas cavidades tende a se comportar, em termos de inclinação, como a vertente local. Cinco cavidades apresentam a inclinação de seu piso concordando com a inclinação da vertente externa. Em 25% da amostra o piso é inclinado para o interior da caverna e em apenas 12% dos casos o piso é plano.

As seções das cavernas inseridas no projeto apresentaram irregularidades no teto e paredes denominadas de pontões estruturais. Essa feição, registrada em

cincocavidades, é caracterizada por pontas retangulares (assimétricas), e/ou sub-retangulares, que se projetam do teto de forma escalonada. Ocorrem mais claramente quando o metadiamicrito apresenta mergulho concordante com o maior prolongamento do conduto (Foto 3.4.5.2-1).

Nas paredes das cavernas, geralmente no nível do piso, podemos destacar numerosos canais (canalículos) de pequeno diâmetro (muitas vezes milimétricos). Os canalículos também afetam a morfologia das cavernas, pois sua evolução gera apêndices ou expansões laterais que podem eventualmente evoluir para condutos (Foto 3.4.5.2-2). Canalículos não foram observados apenas na cavidade VAC\_06.



**Foto 3.4.5.2-1 - Pontão Estrutural observado no teto próximo à entrada da cavidade VAC\_19.**



**Foto 3.4.5.2-2-Front de canalículo observado na porção distal da cavidade VAC\_11.**

Pequenas cavidades milimétricas à centimétricas de aspecto alveolar foram observadas nas cavernas VAC\_06, VAC\_19, VAC\_20 e VAC\_26. Essas cavidades são formadas, preferencialmente, nas frentes mais alteradas da rocha, ou em locais onde estruturas milimétricas favorecem alterações físicas que podem vir a gerar elementos semicirculares. No caso do metadiamicrito, a remoção dos clastos intraformacionais de tamanho seixo através da erosão, proporciona porções favoráveis à instalação destes alvéolos (Foto 3.4.5.2-3 e Foto 3.4.5.2-4).



**Foto 3.4.5.2-3 - Alvéolos observados na parede e no teto da cavidade VAC\_20.**



**Foto 3.4.5.2-4- Alvéolos observados na parede e da cavidade VAC\_26.**

Uma cúpula de teto, ou *bellhole*, foi observada na cavidade VAC\_20, assim como patamares rochosos. Este segundo ocorre também em mais cinco cavidades (Foto 3.4.5.2-5). Depressões circulares no piso, frequentemente associadas a locais onde há perene ou intermitentemente, circulação de água, também conhecidas como marmitas, foram observadas apenas na VAC\_07. A figura 3.4.5.2-1 apresenta a distribuição destas feições morfológicas nas cavidades do projeto.

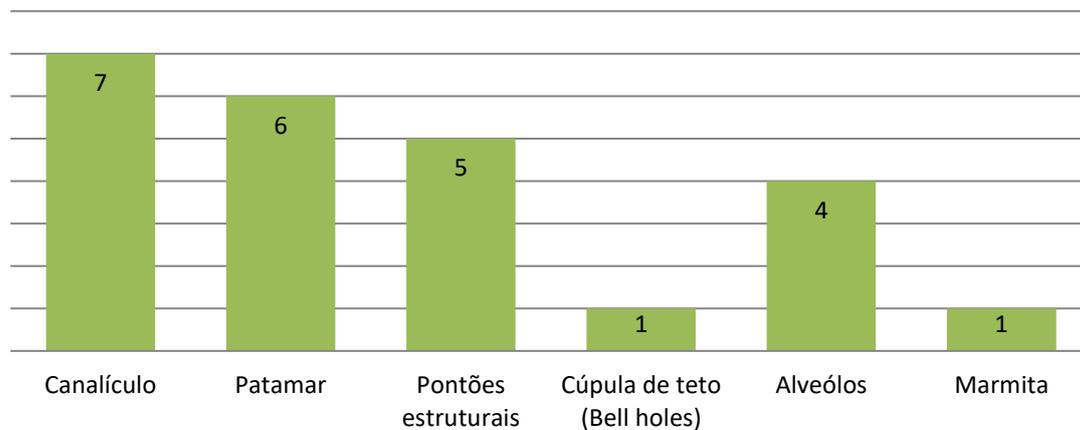


**Foto 3.4.5.2-5 - Patamar rochoso observado na cavidade VAC\_20.**

**Figura 3.4.5.2-1 - Distribuição das feições morfológicas identificadas nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.**

## Morfologia

### Feições morfológicas - SAM Metais/Barragem do Rio Vacaria



### 3.4.6 - Hidrologia

Apenas uma cavidade (12,5%) visitada durante os estudos de geoespeleologia teve diagnosticada uma feição hidrológica, a cavidade VAC\_25, que como citado anteriormente, se desenvolve sob um depósito de tálus localizado no interior de uma drenagem intermitente (Figura 3.4.6-1). Por se tratar de uma caverna cuja evolução tem estreita relação com a circulação de água, entende-se que se trata de uma drenagem que, apesar de temporária é significativa para a cavidade (Foto 3.4.6-1).

**Figura 3.4.6-1 - Distribuição das feições hidrológicas e sua significância nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.**

**Hidrologia**  
**Lago ou drenagem subterrânea - SAM**  
**Metais/Barragem do Rio Vacaria**

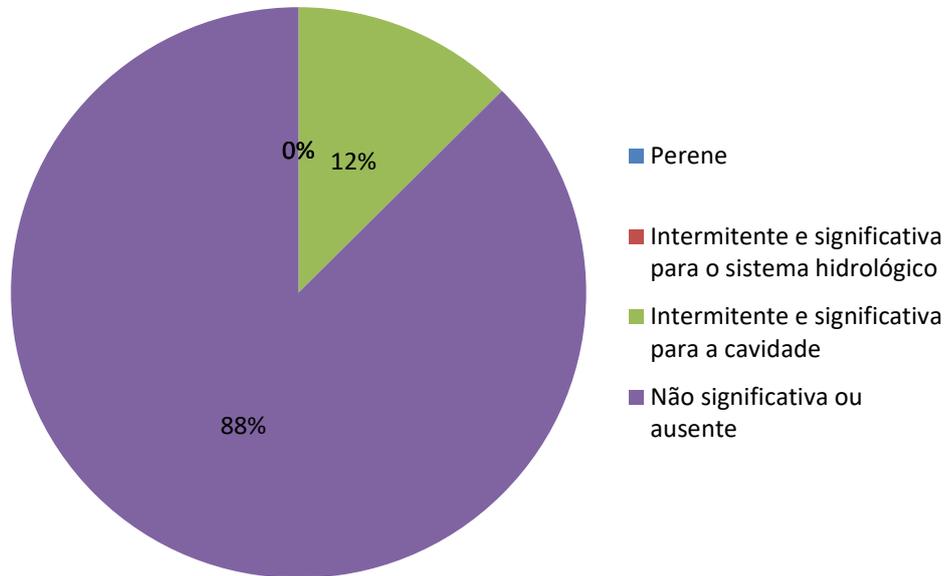


Foto 3.4.6-1 - Indício de drenagem em atividade observada na cavidade VAC\_25.

Águas de percolação ou condensação em atividade não foram observadas em nenhuma das cavidades estudadas, assim como empoçamentos, processos exsudacionais, surgências ou quaisquer outros processos hidráulicos.

### 3.4.7 - Sedimentos clásticos e orgânicos

Os sedimentos clásticos compreendem todos os detritos transportados e depositados ao longo dos condutos das cavernas. Esses depósitos podem ser divididos em três tipos:

- Depósitos formados por sedimentos predominantemente de caráter autogênico, gerados a partir de material do próprio substrato encaixante;
- Depósitos formados por sedimentos predominantemente de caráter alogênico, gerados a partir de material vindo de fora da caverna;
- Depósitos formados por sedimentos mistos: autogênicos e alogênicos, ou seja, gerados tanto no interior da caverna como fora da mesma.

Nas cavidades identificadas na área proposta à instalação da Barragem do Rio Vacaria, observou-se que em 62% os depósitos clásticos são de origem autóctone (Foto 3.4.7-1). Em apenas duas cavidades, onde em pelo menos uma delas (VAC\_25) há circulação de água no período chuvoso, os depósitos sedimentares são predominantemente alóctones (Foto 3.4.7-2). Na VAC\_26, há parcelas bastante equilibradas entre as duas fontes de material, classificando seus sedimentos do piso como de origem mista (Figura 3.4.7-1). Não foram observados depósitos sedimentares de valor científico em nenhuma das cavidades visitadas em campo.

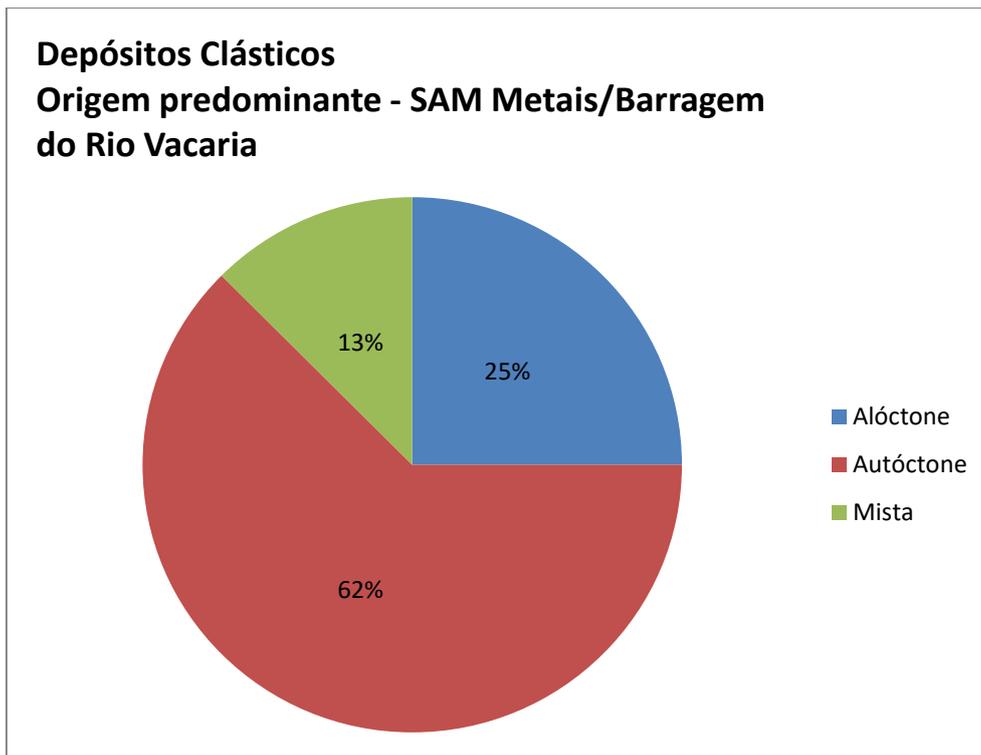


**Foto 3.4.7-1 - Cone de sedimentos autóctones, tamanho areia, observados no terço final da cavidade VAC\_19.**



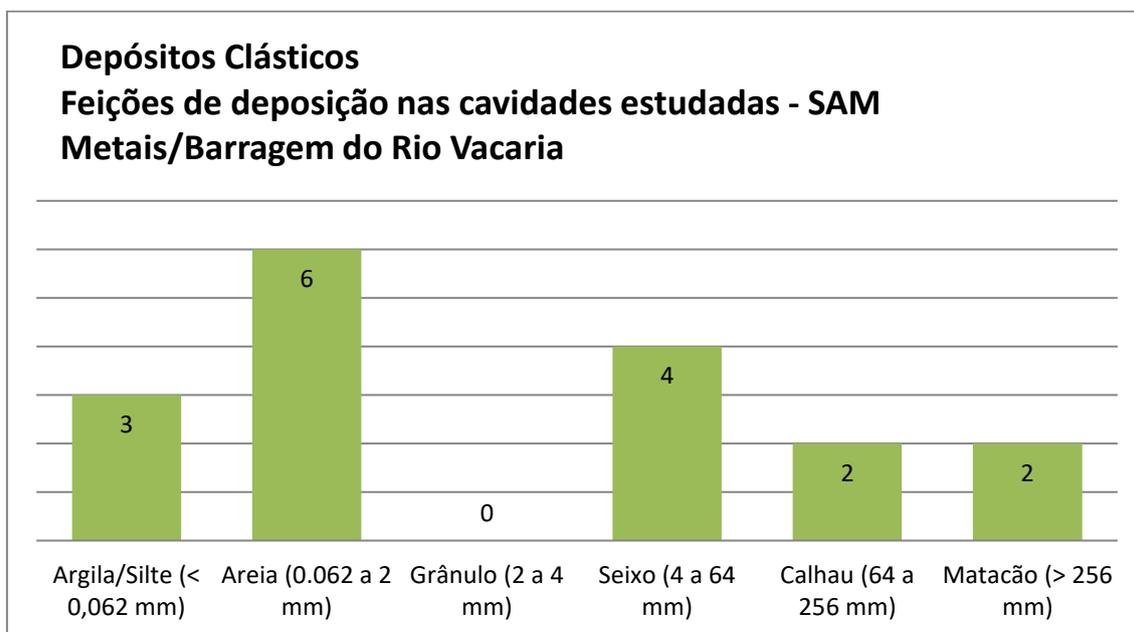
**Foto 3.4.7-2 - Cone de sedimentos alóctones, tamanho areia e seixo, observados no piso próximo a entrada da cavidade VAC\_06.**

**Figura 3.4.7-1 - Distribuição da origem dos sedimentos clásticos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.**



A granulometria predominante na sedimentação do piso destas cavidades é areia, seguida por seixo e argila/silte. A figura 3.4.7-2 quantifica a granulometria predominante observada no piso destas cavernas.

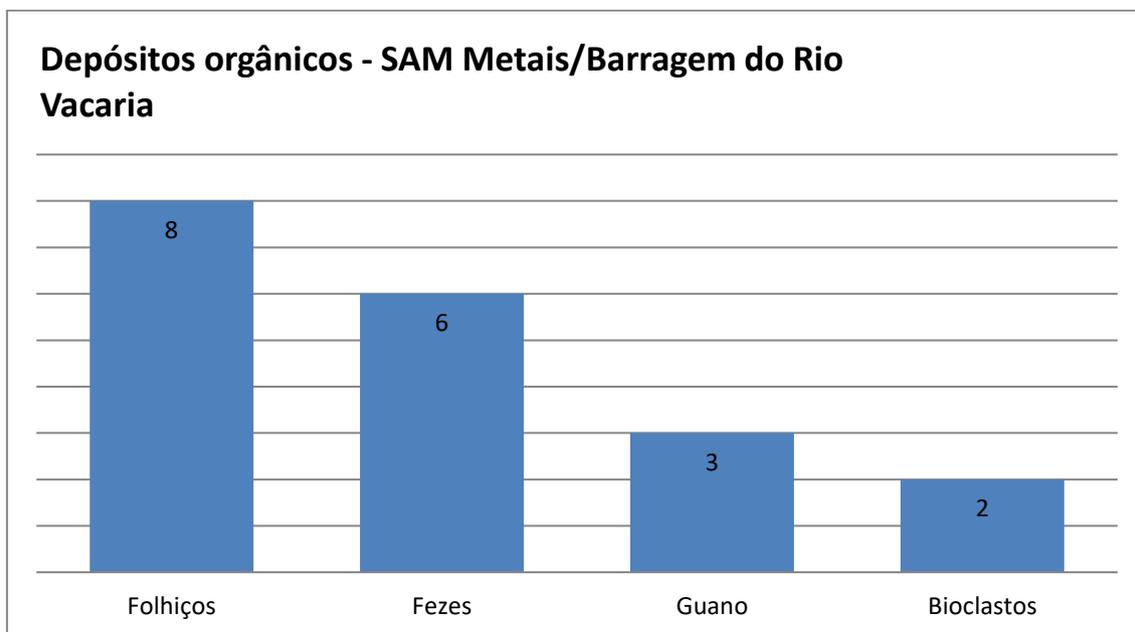
**Figura 3.4.7-2 - Distribuição da granulometria dos sedimentos clásticos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.**



Quanto aos sedimentos orgânicos, estes foram observados em todas as cavidades. Como é possível observar na figura 3.4.7-3, os mais frequentes são os folhiços,

seguidos por fezes de répteis e mamíferos, guano de morcego e bioclastos em geral. Ninhos de vespas, abelhas e demais artrópodes também foram observados em algumas cavidades.

**Figura 3.4.7-3 - Distribuição dos sedimentos orgânicos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.**



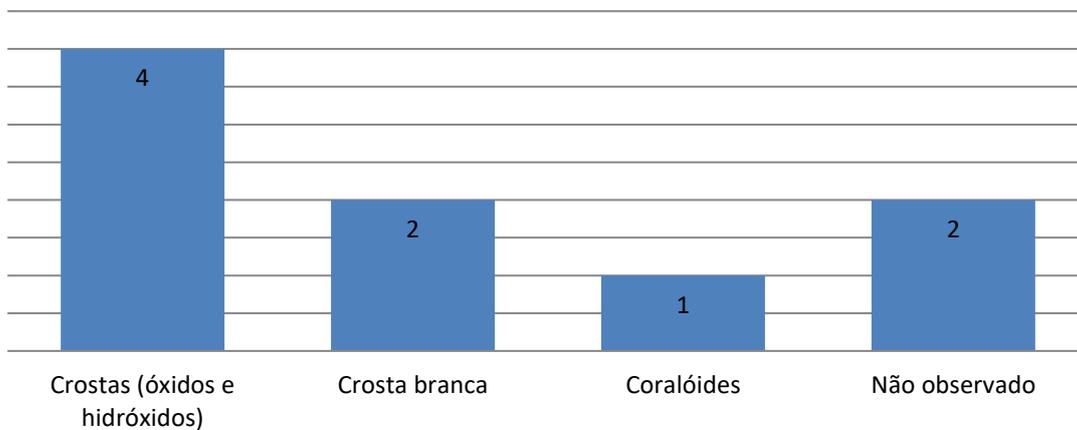
### 3.4.8 - Espeleotemas

Os espeleotemas ou depósitos químicos foram observados em 75% das cavidades. Apesar desta frequência, nenhum deles apresenta elementos de configuração ou natureza única, o que, conseqüentemente não atribuí um valor científico a estes depósitos. Em geral, são espeleotemas pequenos e pouco diversos, como crostas e coraloides (Figura 3.4.8-1).

**Figura 3.4.8-1 - Distribuição dos depósitos químicos observados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.**

## Depósitos Químicos

### Espeleotemas observados - SAM Metais/Barragem do Rio Vacaria



Em quatro cavidades, foram observadas crostas amarelas, alaranjadas, ocre ou marrons, de aspecto delgado e constituídas basicamente por hidróxidos de ferro e alumina (Foto 3.4.8-1). Em 25% das cavidades, observaram-se crostas brancas, geralmente formadas a partir da exudação de soluções originadas das rochas, podendo originar sulfatos ou fosfatos (Pilo & Auler, 2009) (Foto 3.4.8-2).



**Foto 3.4.8-1 - Crosta de coloração amarelo-alaranjada, delgada, observada na superfície do metadiamicrito que hospeda a cavidade VAC\_23.**



**Foto 3.4.8-1 - Crosta branca, delgada, observada no teto da cavidade VAC\_06.**

Coraloides é um termo geral para designar pequenos espeleotemas com formato nodular, globular, botrioidal ou em forma de coral, geralmente sem conduto central. Em cavidades onde há maior circulação de ar, ocorre uma maior quantidade de coraloides. Este fato demonstra que a evaporação é um mecanismo importante na formação destes espeleotemas. Este é o caso da cavidade VAC\_11, localizada na base de um paredão posicionado em alta vertente, onde se identificou coralóides, de dimensões milimétricas, ponta arredondada e coloração marrom (Foto 3.4.8-3).



**Foto 3.4.8-3 - Coralóides identificados nas paredes da cavidade VAC\_11, próximos ao teto da cavidade.**

### **3.4.9 - Gênese**

Quanto ao contexto geomorfológico e à evolução espeleogenética associada, observa-se que a região em estudo reflete a grande influência de estruturas tectônicas na elaboração das formas de relevo, tendo destaque a predominância de vales estruturais bastante encaixados. O encaixe dos vales, seguido pelo recuo das vertentes, contribuiu para a evolução das cavidades estudadas, criando um ambiente favorável à remoção mecânica dos detritos da rocha por carreamento (Brandt, 2013).

Numa análise mais restrita, acredita-se que as zonas de contato das camadas da rocha, que apresenta variação composicional dentro do próprio metadiamicrito, possam também facilitar a atuação da erosão diferencial local, gerando assim uma zona preferencial para “cavernamento”, coincidente com as vertentes escarpadas que caracterizam a inserção local das cavidades estudadas.

Tal pressuposto, associado à frequência e disposição interna dos canalículos, possivelmente condicionados fraturas, permite inferir sobre a evolução destes protocondutos para galerias e salões estruturados, que podem ter dado origem às cavernas e seus respectivos padrões planimétricos, preferencialmente as câmaras simples retilíneas e as câmaras simples retangulares.

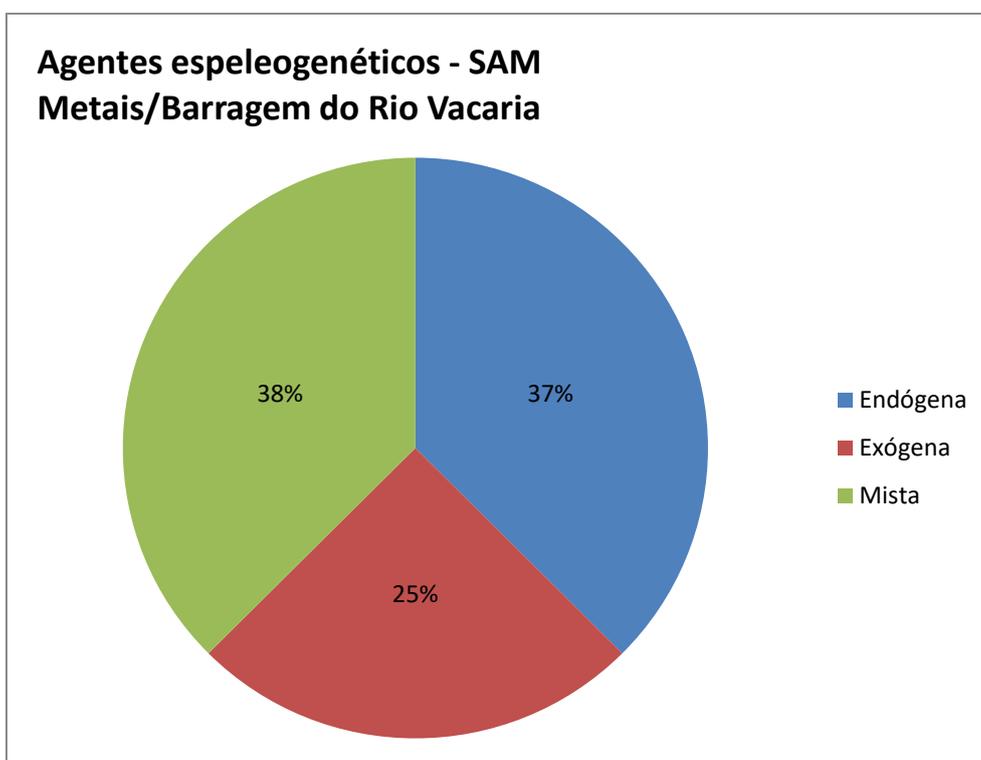
Com relação à forma de atuação do agente espeleogenético, podemos registrar que três cavernas (37,5%) foram classificadas como endógenas, ou seja, criadas por agentes atuantes no interior da rocha. Essas cavernas foram geradas, principalmente, pelo fluxo de água através da porosidade secundária da rocha, oriunda de zonas de recarga na superfície, como águas meteóricas. Nesse grupo estão as cavernas VAC\_11, VAC\_20 e VAC\_26.

Nas cavidades VAC\_06 e VAC\_25, desenvolvidas sob um depósito de tálus, a espeleogênese é basicamente conduzida por agentes exógenos. No caso destas duas cavidades, os cursos d'água existentes no local promoveram a remoção do material terrígeno sob os matacões, promovendo a abertura dos vazios. Ambas as cavidades, no período chuvoso, ainda apresentam atividade hidráulica. Contudo, durante o levantamento de campo, foram observados processos hidrológicos em atividade apenas na VAC\_25.

Indícios de atuação de agentes exógenos e endógenos foram observados em três cavidades (VAC\_07, VAC\_19 e VAC\_23), atuando em etapas distintas ou em concomitância no decorrer da evolução da cavidade.

A distribuição dos agentes espeleogenéticos atuantes nas cavidades do projeto é apresentada na figura 3.4.9-1.

**Figura 3.4.9-1 - Distribuição dos agentes espeleogenéticos constatados nas cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica.**



### **3.4.10 - Importância histórico-cultural, paleontológica e estado de conservação.**

Não foram observados nas cavidades do projeto, quaisquer vestígios que sustentassem argumentos quanto à significância histórico-cultural ou religiosa das oito cavidades alvo da valoração espeleológica.

Quanto à importância paleontológica, apesar de icnofósseis já terem sido identificados e estudados em cavidades localizadas na área do Complexo Minerário do Bloco

8(Buchmann, F.S.C, 2014), tais vestígios não foram observados nas cavernas identificadas na área proposta a instalação da Barragem do rio Vacaria.

Nenhuma das cavidades apresenta qualquer tipo de impacto negativo reversível ou irreversível. Quanto ao perímetro de proteção de 250 metros, apenas no entorno das cavidades VAC\_06 e VAC\_25 há presença de ocupação humana e supressão vegetal para cultivo agrícola.

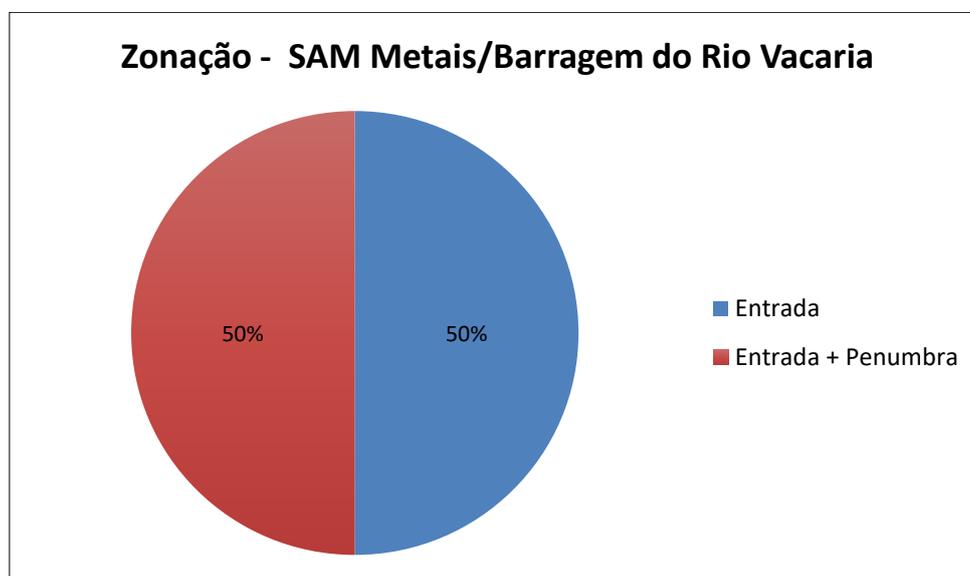
### 3.5 - Resultados Bioespeleológicos

#### 3.5.1 - Caracterização das cavidades

Uma breve caracterização individual das cavidades estudadas encontra-se no ANEXO 5.

Sob o ponto de vista biológico, as oito cavidades estudadas apresentam pequenas dimensões, acarretando grande influência climática da superfície. Metade das cavernas recebe incidência luminosa indireta (zona de penumbra clara), além da direta (zona de entrada) (FIGURA 3.5.1-1), sendo a zona de entrada predominante na maioria das cavernas. Em quatro cavernas foi registrada zona de entrada em praticamente toda a sua área (VAC\_06, VAC\_07, VAC\_19 e VAC\_26). Nenhuma caverna apresentou zona afótica.

Figura 3.5.1-1 - Zonação registrada nas cavidades.



A maioria das cavidades encontrava-se seca em ambas as campanhas. Não foram registrados pontos de gotejamento e os substratos estavam praticamente secos. A exceção ocorreu com a caverna VAC\_25, onde na sua porção distal o piso encontrava-se encharcado sendo observada água estagnada (poça) durante a campanha úmida.

Diferentes substratos orgânicos foram registrados nas cavidades estudadas (QUADRO 3.5.1-1). Além de funcionarem como substrato de ocupação, constituem importantes recursos tróficos para fauna.

### QUADRO 3.5.1-1 Substratos orgânicos registrados nas cavidades estudadas

Caverna	Substrato orgânico						
	Material vegetal	Detrito	Raiz	Fezes de vertebrado não voador	Guano de morcego	Regurgito de coruja	Carcaça
VAC_06	x	x	x	x			
VAC_07	x	x		x			
VAC_11	x	x	x	x	x		x
VAC_19	x	x		x	x		
VAC_20	x	x		x	x	x	x
VAC_23	x	x					
VAC_25	x	x	x				
VAC_26	x	x		x	x		x

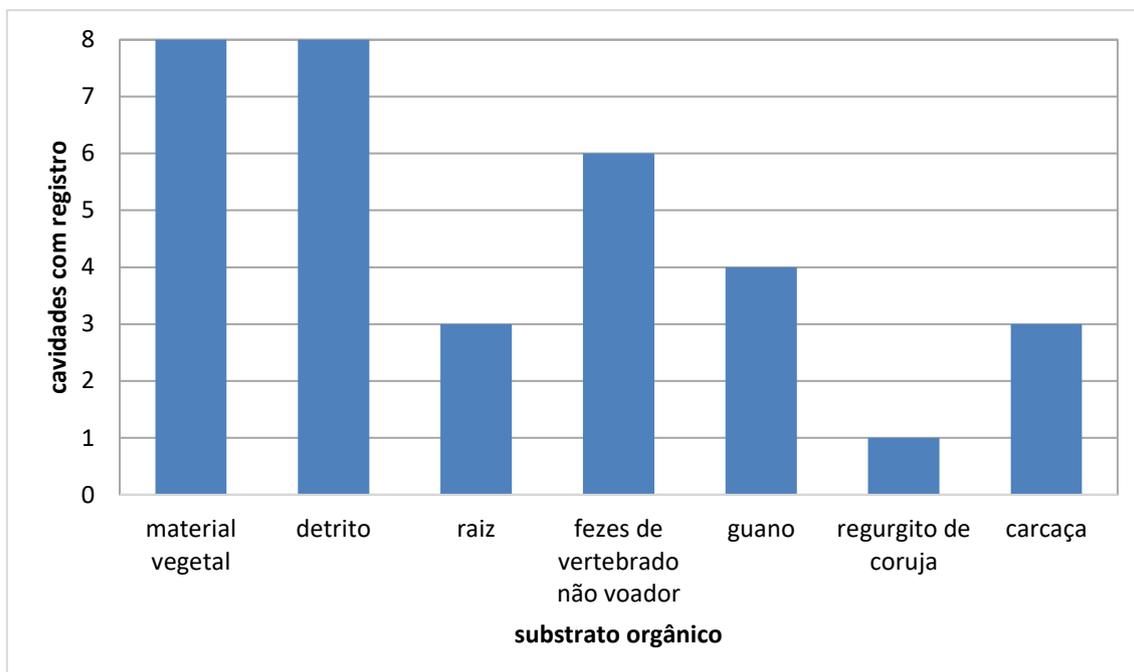
Material vegetal e detrito foram registrados em todas as cavernas e encontrados, como esperado, predominantemente próximo às regiões de entrada. No geral, eram representados por folhas e galhos secos pouco abundantes. Esse tipo de material proveniente do meio circundante é aportado pelas entradas das cavernas principalmente por gravidade. A drenagem tem importante papel no aporte de matéria orgânica para o interior da caverna VAC\_25; nesta caverna material vegetal em decomposição era abundante na região distal. Detrito animal, resultante de animais mortos na caverna ou correspondendo a restos de alimentação de vertebrados, esteve presente em todas as cavernas. Raízes foram pouco comuns e registradas nas cavernas VAC\_06, VAC\_11 e VAC\_25.

Considerando recursos trazidos por animais vertebrados que visitam as cavernas, fezes pontuais de lagartos foram registradas nas cavernas VAC\_06, VAC\_07, VAC\_19 e VAC\_26. Fezes de roedor foram observadas nas cavernas VAC\_06, VAC\_07, VAC\_11, VAC\_23 e VAC\_26, e fezes antigas de tamanduá, nas cavernas VAC\_07 e VAC\_11. Fezes de vertebrado insetívoros foram registradas nas cavernas VAC\_07, VAC\_19, VAC\_20 e VAC\_23. Guano de morcego foi mais abundante na caverna VAC\_20, onde foram registrados pontos esparsos, manchas secas e recentes de guano hematófago e manchas de guano de morcego insetívoro. Outras cavernas com registro de guano de morcego foram: VAC\_11 (pequenas manchas de guano de morcego insetívoro), VAC\_19 (guano insetívoro, hematófago e frugívoro) e VAC\_26 (guano frugívoro e hematófago).

Foi registrada na caverna VAC\_20 uma mancha recobrimdo o piso com restos de vertebrados (ossada). Provavelmente trata-se de local usado anteriormente por coruja e os ossos correspondem ao acúmulo de seu regurgito. Carcaças de vertebrados foram registradas nas cavernas VAC\_11 (roedor), VAC\_20 (morcego) e VAC\_26 (urubu e morcego).

A figura 3.5.1-2 exhibe o número de cavernas com registro dos diferentes tipos de substratos orgânicos citados. É possível verificar que os substratos mais frequentes correspondem a material vegetal e detrito, presentes em todas as cavernas.

**FIGURA 3.5.1-2 - Quantidade de cavernas com os substratos orgânicos registrados.**

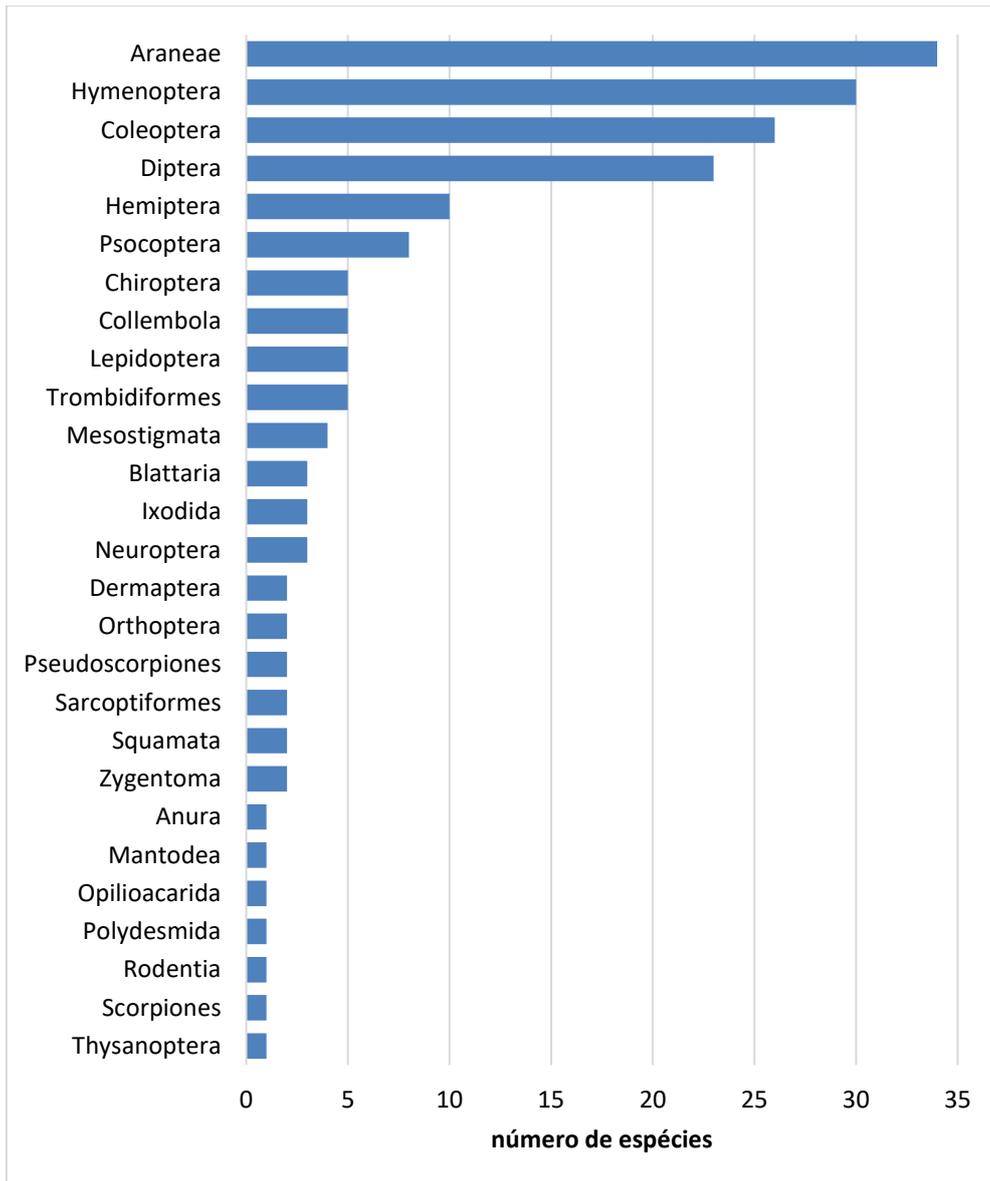


### 3.5.2 - Fauna

A composição faunística de cada caverna obtida com os inventários efetuados em duas campanhas de campo (estação úmida e estação seca) encontra-se nos ANEXO 6.

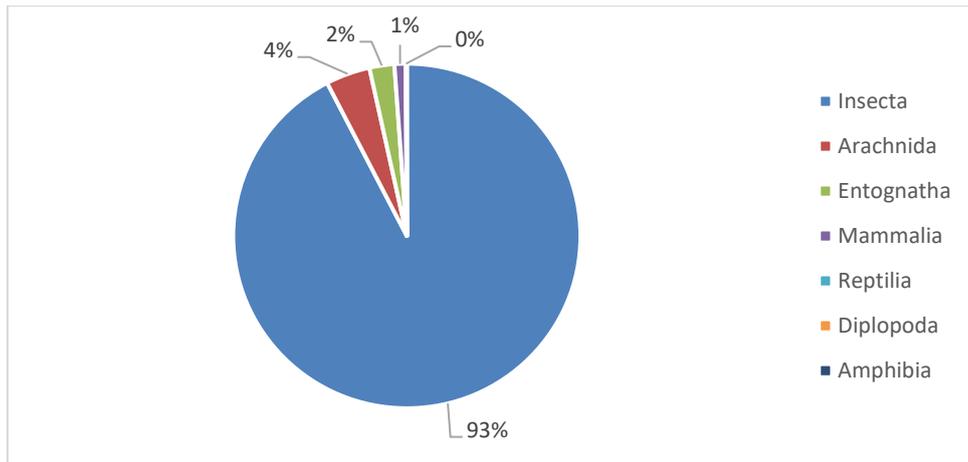
A fauna registrada foi diversificada, compreendendo organismos pertencentes a distintos grupos de animais invertebrados e vertebrados. No estudo foram registradas 183 espécies/morfoespécies (FIGURA 3.5.2-1). As ordens mais representativas correspondem a Araneae (19%) e Hymenoptera (16%), esta última representada na sua maioria por exemplares da família Formicidae; em seguida foram mais ricas as ordens Coleoptera (14%) e Diptera (13%). As ordens citadas geralmente estão entre as mais diversificadas em inventários cavernícolas (ex. Ferreira et al., 2016; Gomes et al, 2018). Sete ordens foram representadas por apenas uma espécie.

**FIGURA 3.5.2-1 - Número de espécies considerando as diferentes ordens registradas.**



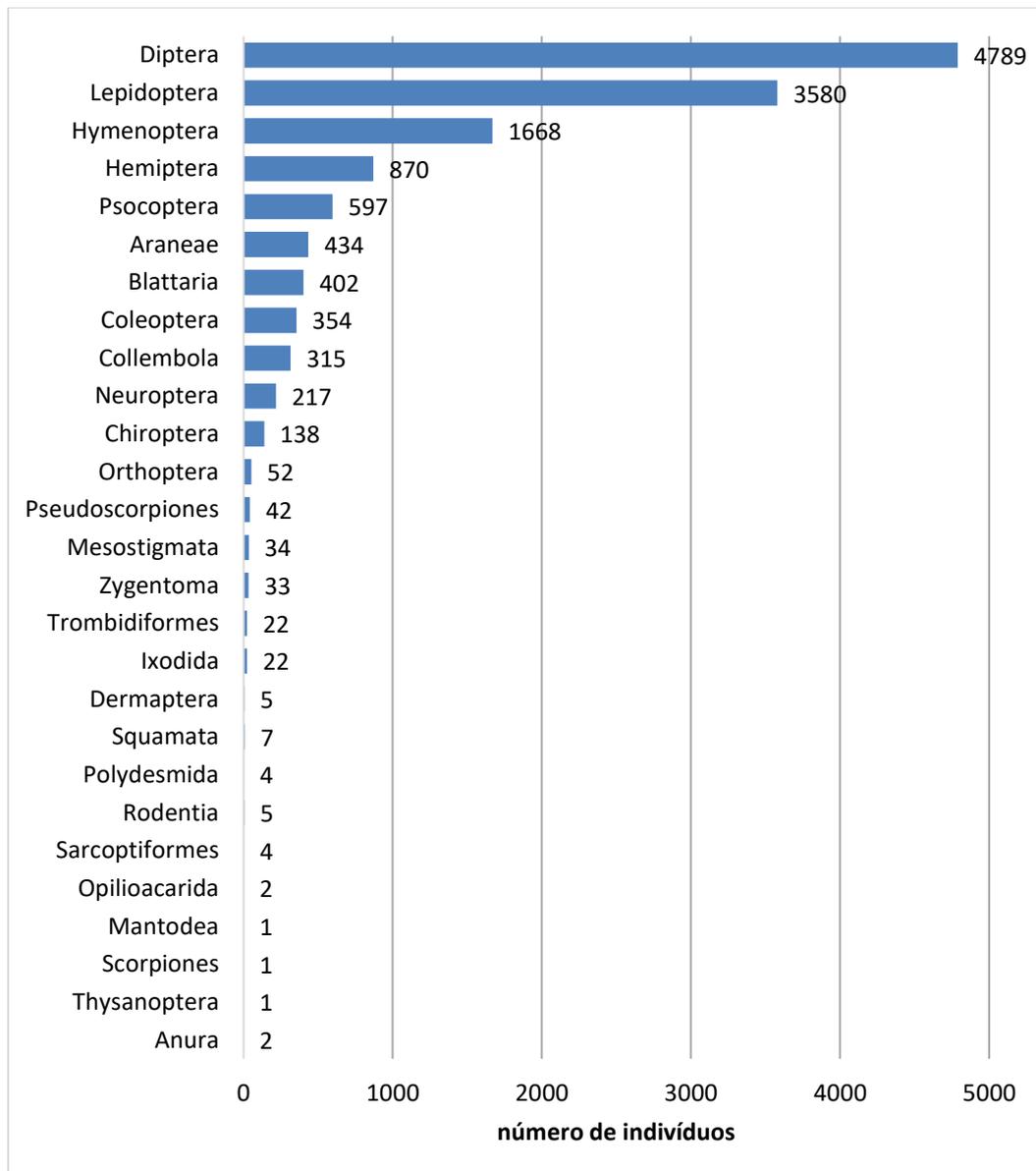
Foi registrado em campo um total de 13.601 indivíduos considerando ambas as campanhas de campo. A classe Insecta apresentou maior abundância, perfazendo 92% do total de invertebrados seguida por Arachnida (4%), Entognatha (2%) e Mammalia (1%) (FIGURA 3.5.2-2). As demais classes (Amphibia, Diplopoda, Reptilia) abarcaram menos de 1% do total de indivíduos registrados.

**FIGURA 3.5.2-2 - Proporção de indivíduos registrados de acordo com as diferentes classes taxonômicas.**



A abundância registrada considerando as diferentes ordens pode ser visualizada na figura 3.5.2-3. Diptera (35%) foi a ordem com maior número de indivíduos registrados em campo, seguida por Lepidoptera (26%) e Hymenoptera (12%). Entre esses grupos, os morfótipos mais abundantes foram Noctuidae sp.2, presente em ambas as campanhas, Drosophilidae sp.2 na campanha seca, e *Brachymyrmex* sp.1 na campanha úmida.

**FIGURA 3.5.2-3 - Número de espécies registradas no estudo considerando as diferentes ordens.**



De uma forma geral, regiões de entrada podem ser locais favoráveis para colonização de alguns organismos oriundos do ambiente externo, que utilizam estes locais como abrigo, protegidos de possíveis condições adversas do ambiente externo (Silva et al., 2005). Pequenos dípteros, muitas vezes epígeos, podem ocorrer em agregados com dezenas de indivíduos próximo à entrada de cavernas, em locais abrigados com clima mais ameno em relação ao meio superficial. Mariposas, troglóxenos que utilizam a caverna como abrigo, também podem apresentar populações numerosas próximo a regiões de entrada (Silva et al., 2005; Iniesta, 2012; Ferreira et al., 2015). Já formigas muitas vezes podem ser registradas em trilhas de muitos indivíduos forrageando, podendo eventualmente construir ninhos nesse ambiente (Ferreira, 2000; Trajano & Bichuette, 2009).

A caverna com o maior número de indivíduos foi a VAC\_20. Entre os fatores que ofereceram as condições para a ocorrência da abundância observada nesta caverna está a maior dimensão entre as estudadas, além de terem sido registrados acúmulos expressivos de guano de morcegos em ambas as campanhas. Acúmulos de guano propiciam a ocorrência de fauna que consome diretamente esse recurso ou

microrganismos que crescem sobre esse substrato, além de predadores que aproveitam a alta disponibilidade de presas (Gnaspini, 2012). Associados aos acúmulos de guano de morcegos hematófago da caverna VAC\_20 foram registradas numerosas larvas de Brachycera, ácaros *Macrocheles* sp.1 e *Laelaps* sp.nov., colêmbolos *Pseudosinella* sp.2, numerosas larvas e adultos de besouros Histeridae, pseudo-escorpiões *Spelaeochernes* sp.1 e ninfas de Reduviinae. Estes últimos foram encontrados também em diferentes regiões da caverna, distribuição favorecida pelo substrato predominantemente arenoso e seco, onde comumente são encontrados.

A maior parte dos táxons (63%) foi registrada em apenas uma caverna. Dentre esses estão acidentais, que ocorrem ocasionalmente nas cavidades como extensão do seu habitat. A diversidade de acidentais potenciais é igual à diversidade total de organismos epígeos da região (Trajano e Bichuette 2006), especialmente quando áreas de zona de entrada, próximas ao meio superficial, são consideradas. A pequena extensão das cavidades e a instabilidade climática associada com a proximidade do meio epígeo influenciam na variabilidade das comunidades presentes, dificultando o estabelecimento de populações e facilitando a ocorrência de espécies acidentais. Entretanto, embora não sejam considerados cavernícolas, espécies acidentais podem compreender importantes fontes de recursos dentro de sistemas subterrâneos.

Entre os táxons encontrados com maior frequência (registro em ao menos quatro cavernas; 13%) estão aranhas *Loxosceles*, *Mesabolivar* sp.1, Ninetinae sp.1, formigas *Pheidole* sp.1, cupins *Nasutitermes* sp.1, mariposas Noctuidae sp.1, Noctuidae sp.2, lepidóptero Tineidae sp.1, dípteros Dolichopodidae sp.1, Milichiidae sp.1, Phlebotominae sp.1, Cecidomyiidae sp.1, Drosophilidae sp.2 e Faniidae sp.1, psocópteros Liposcelididae sp.1 e *Psyllipsocus* sp.1, ácaros *Lepronyssoides* sp.1, carrapatos *Ornithodoros cavernicolous* e *Ornithodoros* sp.1, morcegos *Peropteryx macrotis*. Também foram frequentes aranhas da família Theridiidae indivíduos jovens de baratas, percevejos Reduviinae, neurópteros Myrmeleontidae e grilos *Eidmanacris*. Muitos dos táxons citados correspondem a representantes que se inserem em grupos esperados em meios subterrâneos (Pinto-da-Rocha, 1995; Trajano e Bichuette, 2009).

No presente estudo não foram encontradas populações de táxons pouco comuns ao ambiente cavernícola. A maioria dos indivíduos amostrados, considerando as identificações efetuadas, pertence a táxons registrados em cavernas de outras áreas. Ademais, para muitos táxons foram observados poucos exemplares, na maioria um indivíduo, sem indícios de ocorrência de populações.

Em relação aos invertebrados, os gêneros de aranhas *Loxosceles*, *Mesabolivar*, *Theotima* e *Theridion*, hemípteros *Zelurus*, formigas *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Hypoponera*, *Linepithema*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Wasmannia*, cupins *Nasutitermes*, pseudo-escorpiões *Spelaeochernes*, grilos *Eidmanacris*, psocópteros *Nepticulomina* e *Psyllipsocus*, bem como carrapatos *Amblyomma* e *Ornithodoros* foram registrados em outras cavernas inseridas na mesma litologia e unidade espeleológica (IC Ambiental, 2015). Considerando o nível taxonômico de família, das 94 famílias identificadas no presente estudo, 52% foram registradas nos estudos realizados por IC Ambiental (2015).

A condição ecológica para alguns dos animais registrados, se troglóxico ou troglófilo, pode variar de acordo com a disponibilidade de alimento no interior das cavidades, tamanho e mobilidade dos indivíduos. Entre os troglófilos registrados com frequência em cavernas de diferentes regiões do país estão aranhas *Loxosceles*, *Mesabolivar*, *Theridion*, pseudoescorpiões *Spelaeochernes*, coleópteros Pselaphinae e grilos *Eidmanacris* (Pinto-da-Rocha, 1995; Mahnert, 2001; Trajano e Bichuette, 2009).

Entre os troglóxenos estão os morcegos, vertebrados que utilizam frequentemente cavernas como abrigo, reprodução e/ou nicho de alimentação (Guimarães e Ferreira, 2014), e as mariposas Noctuoidea, comuns em entradas de caverna em diferentes regiões do país (Trajano e Bichuette, 2009). Nenhum dos invertebrados inventariados potencialmente troglóxeno apresentou indícios de obrigatoriedade de uso de alguma cavidade estudada. O único troglóxeno obrigatório relatado para o Brasil corresponde ao opilião *Serracutisoma spelaeum* (Trajano e Bichuette, 2009); esta espécie apresenta populações numerosas, ocupação diferencial na caverna pelos diferentes estágios de desenvolvimento, geralmente próximos a entradas, recorrência no ambiente, períodos sazonais de reprodução e dependência do ambiente cavernícola (Gnaspini, 1996). Tais indícios não foram observados durante as campanhas realizadas.

Não foram registradas espécies troglóbias ou organismos com características troglomórficas que revelem especialização decorrente do isolamento no ambiente subterrâneo.

Fotos de alguns invertebrados registrados nas cavernas estudadas podem ser visualizadas a seguir (FIGURA 3.5.2-4, FIGURA 3.5.2-5 e FIGURA 3.5.2-6).

**FIGURA 3.5.2-4 – Invertebrados registrados nas cavidades alvo do presente estudo.**



A. Colêmbolo *Lepidonella* sp.1. B. Psocóptero *Psyllipsocus* sp.1. C. Ácaro Oribatida sp.3. D. Ácaro *Neocarurus* sp. nov. Espécimes em álcool fotografados em estereomicroscópio.

**FIGURA 3.5.2-5 – Invertebrados registrados nas cavidades alvo do presente estudo.**



A. Aranha *Loxosceles similis*. B. Aranha *Mesabolivar* sp.1. C. Aranha *Nothroctenus* sp.1. D. Pseudo-escorpião *Spelaeochernes* sp.1. E. Hemíptero Emesinae sp.1. F. Hemíptero Reduviinae jovem. G. Hemíptero *Zelurus díasi*. H. Funis no sedimento construídos por neurópteros Myrmeleontidae jovens.

**FIGURA 3.5.2-6 – Invertebrados registrados nas cavidades alvo do presente estudo.**



A. Besouros Carabidae sp.2. B. Besouros Histeridae sp.1 em guano de hematófago. C. Dípteros Drosophilidae sp.2. D. Mosca Faniidae sp.1. E. Grilo *Eidmanacris*. F. Cupins *Nasutitermes* sp.1. G. Mariposas Noctuidae sp.2. H. Himenópteros Vespidae sp.1.

As interações envolvendo invertebrados observadas durante as campanhas de campo incluem: ninfa de Reduviinae predando barata (VAC\_11), aranha *Loxosceles similis* predando aranha (VAC\_20), aranha Salticidae predando drosófila (VAC\_23, Foto 3.5.2-1) e formigas carregando marimbondo (VAC\_25).



Foto 3.5.2-1 - Aranha Salticidae predando drosófila.

Considerando animais vertebrados, nas cavernas estudadas foram registrados espécimes pertencentes às ordens Anura, Chiroptera, Rodentia e Squamata (QUADRO 3.5.2-4; FIGURA 3.5.2-7).

**QUADRO 3.5.2-4 - Organismos vertebrados registrados nas cavernas estudadas e abundância em cada campanha de campo (U: campanha úmida; S: campanha seca).**

ordem	família	espécie	VAC-06		VAC-07		VAC-11		VAC-19		VAC-20		VAC-23		VAC-25		VAC-26	
			U	S	U	S	U	S	U	S	U	S	U	S	U	S	U	S
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella schneideri</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	-	-	-	-	-	-	-	35	50	-	-	-	-	-	-	1
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Diphylla ecaudata</i>	-	-	-	-	-	-	-	18	2	-	-	-	-	-	-	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	7	2	-	-	-	-	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Miconycteris microtis</i>	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	-	-	-	1	-	-	3	-	7	4	-	-	-	-	-	1
Rodentia	Cricetidae	<i>Rhipidomys</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	
Squamata	Phyllodactylidae	<i>Gymnodactylus</i> cf. <i>darwinii</i>	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	
Squamata	Tropiduridae	<i>Tropidurus</i> cf. <i>torquatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	

**FIGURA 3.5.2-7 – Animais vertebrados identificados nas cavidades alvo do estudo.**



**A. Morcegos *Desmodus rotundus* em fenda na caverna VAC\_20; B. Morcego *Diphylla ecaudata* na caverna VAC\_20; C. Morcego *Glossophaga soricina* com filhote capturado na caverna VAC\_11; D. Morcego *Micronycteris microtis* na caverna VAC\_07; E. Morcego *Peropteryx macrotis* na caverna VAC\_20; F. Roedor *Rhipidomys* sp. na caverna VAC\_20; G. lagarto *Tropidurus* na caverna VAC\_20.**

Morcegos (ordem Chiroptera) foram representados por cinco espécies e registrados em seis cavernas ao menos em uma campanha de campo (QUADRO 3.5.2-5). Todas as espécies citadas apresentam ocorrência para o estado de Minas Gerais (Tavares et al, 2010; Morais et al, 2015). Indivíduos das espécies *D. rotundus*, *G. soricina* e *M. microtis* foram anteriormente capturados em cavernas da mesma litologia localizadas no Projeto Vale do Rio Pardo, atual Projeto Bloco 8 (BRANDT, 2012b). Em cavernas ferríferas do Vale do Rio do Peixe, a cerca de 15 km ao norte da região estudada, foram registrados morcegos *D. rotundus*, *D. ecaudata*, *G. soricina* e *P. macrotis* (Gomes

et al, 2017). Nenhuma das espécies citadas apresenta algum grau de ameaça segundo as listas consultadas (QUADRO 3.5.2-5). Conforme proposta apresentada por Guimarães e Ferreira (2014), as espécies *P. macrotis* e *D. ecaudata* são classificadas como essencialmente cavernícolas (espécies que se abrigam majoritariamente em caverna) e as espécies *D. rotundus* e *G. soricina*, assim como espécies do gênero *Micronycteris*, como cavernícolas oportunistas (espécies que usam cavernas de forma oportuna, mas rotineiramente utilizam outro tipo de abrigo).

**QUADRO 3.5.2-5 Registros de Chiroptera nas cavernas estudadas, guilda trófica e status de ameaça de acordo com as listas consultadas.**

Espécie	Guilda trófica	IUCN <sup>a</sup>	COPAM MG <sup>b</sup>	MMA <sup>c</sup>	Cavernas com registro
<i>Desmodus rotundus</i>	hematófago	LC	-	-	VAC_20, VAC_26
<i>Diphylla ecaudata</i>	hematófago	LC	-	-	VAC_20
<i>Glossophaga soricina</i>	nectarívoro	LC	-	-	VAC_11, VAC_23
<i>Micronycteris microtis</i>	insetívoro catador	LC	-	-	VAC_07
<i>Peropteryx macrotis</i>	insetívoro aéreo	LC	-	-	VAC_07, VAC_11, VAC_19, VAC_26

a. Status de ameaça de acordo com a IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018.1.

<[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>): EX: Extinct; EW: Extinct in the Wild; CR: Critically Endangered; EN: Endangered; VU: Vulnerable; LC=Least Concern; DD=Data Deficient; NT=Near Threatened; NE: Not Evaluated.

b. Espécies ameaçadas no Brasil de acordo com as Portarias n° 444 e 445, de 17 de dezembro de 2014, do Ministério do Meio Ambiente (Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção): EW=Extintas na Natureza; CR=Criticamente em Perigo; EN=Em Perigo; VU=Vulnerável.

c. Espécies ameaçadas de acordo com a Lista Estadual de Minas Gerais - MG (DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM N°147, DE 30 DE ABRIL DE 2010): CR=Criticamente em Perigo; EN=Em Perigo; VU=Vulnerável.

As cavernas com indivíduos da mesma espécie registrada em ambas as campanhas foram VAC\_07, VAC\_20 e VAC\_23. A caverna com maior riqueza (três espécies) e também maior abundância (60 indivíduos na campanha úmida e 56 na seca) foi a caverna VAC\_20. Morcegos, além dos serviços ecossistêmicos que prestam ao meio ambiente (como polinização, controle de insetos, regeneração paisagística), promovem o aporte de recursos tróficos ao ecossistema cavernícola, muitas vezes sustentando uma fauna específica e diversificada (Gnaspini, 2012).

Na campanha úmida, fêmeas de *G. soricina* foram registradas carregando filhotes: uma na caverna CAV\_11 e duas na caverna VAC\_23 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** C). Jovens de morcegos *D. rotundus* e *D. ecaudata* foram registrados na campanha úmida na caverna VAC\_20.

Ainda na classe Mammalia, cinco roedores *Rhipidomys* sp. foram registrados na campanha úmida: um adulto e três filhotes na caverna VAC\_20 e um indivíduo na caverna VAC\_19. Ninho de roedor vazio foi registrado nas cavernas VAC\_06 e VAC\_26. Espécimes do táxon citado também foram registrados em cavernas em estudos anteriores realizados na mesma unidade espeleológica (IC Ambiental, 2015). Roedores utilizam cavernas para abrigo e reprodução.

Quanto à herpetofauna, lagartos foram registrados em três cavernas: VAC\_06 (*Gymnodactylus* cf. *darwinii*, um indivíduo na campanha úmida), VAC\_19 (*Gymnodactylus* cf. *darwinii*, dois indivíduos na campanha seca) e VAC\_20 (*Tropidurus* cf. *torquatus*, dois indivíduos na campanha úmida e dois na seca). Espécimes de *Gymnodactylus darwinii* e *Tropidurus* foram registrados anteriormente em estudos realizados em cavernas localizadas na mesma unidade espeleológica (IC Ambiental,

2015). Dois anuros *Rhinella schneideri* foram avistados na cavidade VAC\_19 na campanha úmida.

Aves não foram registradas nas cavidades estudadas. No entanto, foi observado um ninho vazio de ave em reentrância na parede da caverna VAC\_19.

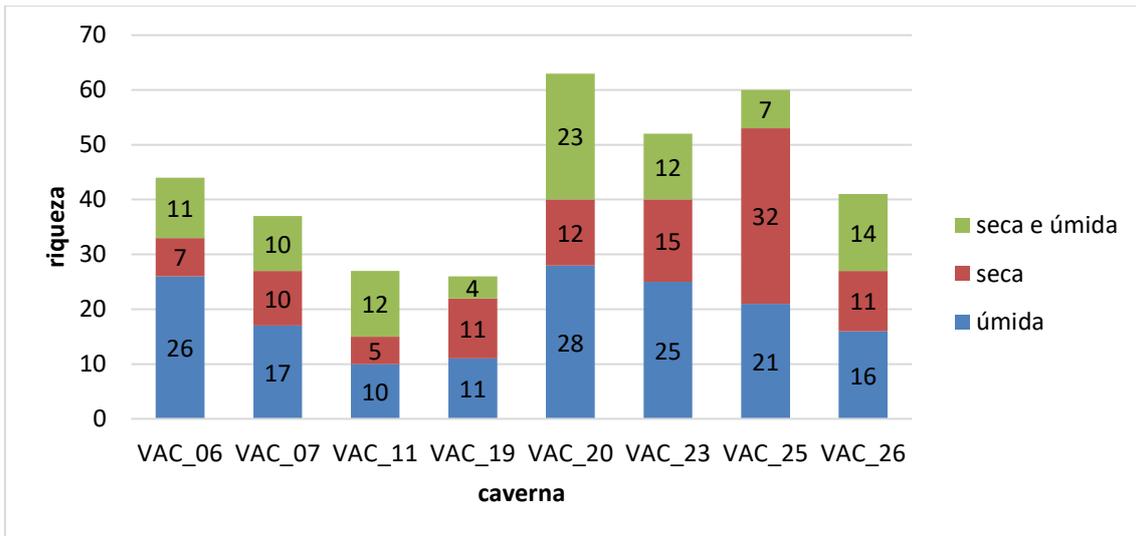
### 3.5.3 - Análises

Os dados de riqueza obtidos para as diferentes cavidades estão disponibilizados no quadro 3.5.3-1 e ilustrados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 3.5.3-1. A riqueza média encontrada considerando ambas as campanhas (riqueza total) foi de 44 espécies, com amplitude de 26 (VAC\_19) a 63 (VAC\_20) espécies. Nenhuma cavidade foi apresentada como “outlier” no gráfico de boxplot, ou seja, não apresentou uma riqueza muito diferente da média (figura 3.5.3-2). Entre os fatores que podem ter contribuído para a maior riqueza na cavidade VAC\_20 estão a dimensão e a diversidade e quantidade de substratos orgânicos (entre eles guano de diferentes tipos). A riqueza média obtida para cavidades inseridas na mesma litologia em estudos anteriores (IC, 2015) foi de 28,59 (n=35; Complexo Minerário) e 19,25 (n=8; Vale dos Gigantes), valores abaixo da média encontrada no presente estudo.

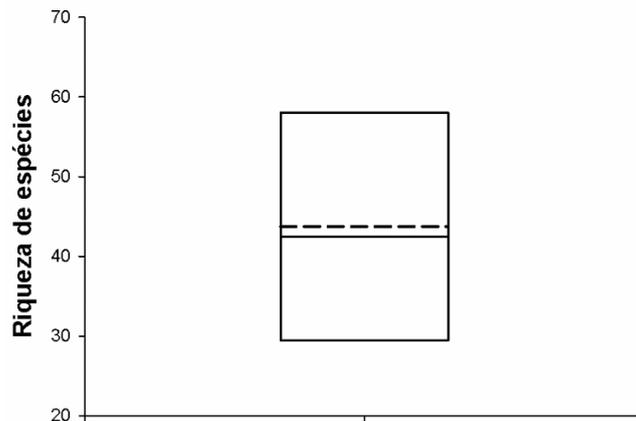
**QUADRO 3.5.3-1 - Riqueza absoluta obtida para as cavidades estudadas, durante as campanhas úmida e seca, indicando o número de espécies comuns (e sua porcentagem em relação ao total) e a riqueza total considerando ambas as campanhas.**

Caverna	Úmida	Seca	Comum	Comum (%)	Total
VAC_06	37	18	11	25	44
VAC_07	27	20	10	27	37
VAC_11	22	17	12	44	27
VAC_19	15	15	4	15	26
VAC_20	51	35	23	37	63
VAC_23	37	27	12	23	52
VAC_25	28	39	7	12	60
VAC_26	30	25	14	34	41

**FIGURA 3.5.3-1 - Riqueza obtida para cada caverna, com indicação do período de registro das espécies.**



**FIGURA 3.5.3-2 -** Boxplot mostrando a variação da riqueza, a riqueza média de espécies (linha tracejada) e mediana (linha contínua) encontrada nas oito cavidades subterrâneas naturais amostradas.



A riqueza de espécies não foi influenciada por nenhuma das variáveis explicativas consideradas na análise de GLM (QUADRO 3.5.3-2). Isso mostra que a riqueza de espécie entre as cavidades foi estatisticamente semelhante, independente da área, altitude, desnível e fitofisionomia ao redor.

**QUADRO 3.5.3-2 -** Importância de cada uma das variáveis preditoras para explicar a riqueza total de espécies nas cavidades. Os valores de F e p foram obtidos através da análise de GLM, usando distribuição Quasi-Poisson. Valores em **negrito** são aqueles estatisticamente significativos ( $p < 0.05$ ).

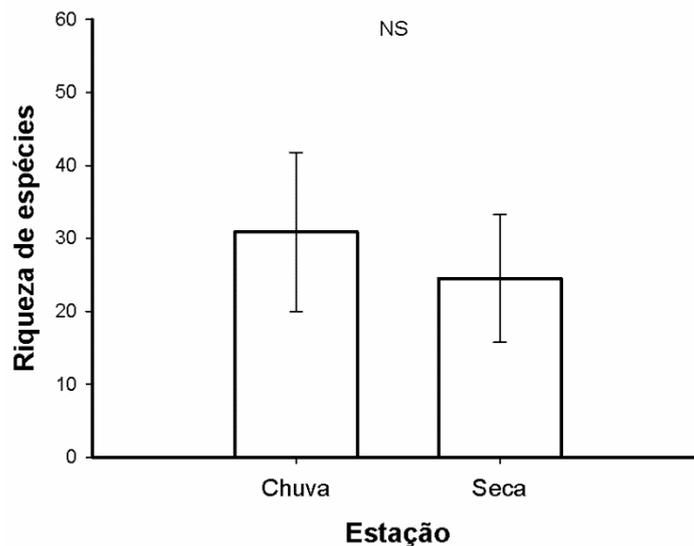
Variáveis	F	p
<b>Características ambientais locais</b>		
Área	1.70	0.23

Variáveis	F	p
Desnível	0.02	0.87
Altitude	0.04	0.84
<b>Fitofisionomia ao redor da cavidades</b>		
Fitofisionomia	0.02	0.89

A média para a campanha úmida foi de 31 e, para a campanha seca, de 25 espécies. Para a maioria das cavernas a riqueza na campanha úmida foi maior em relação à riqueza obtida na seca. A exceção ocorreu com a caverna VAC\_25, que apresentou riqueza maior na campanha seca. No quadro 3.5.3-2 nota-se que esta caverna foi a que apresentou a menor proporção de espécies comuns aos dois períodos de inventário. Os resultados obtidos possivelmente estão relacionados às diferenças ambientais observadas na caverna nos dois períodos, particularmente a umidade elevada do piso registrada na campanha úmida.

Embora as cavernas tenham apresentado menor riqueza na campanha seca, a riqueza média não diferiu estatisticamente entre a estação seca e chuvosa ( $F = 1.68$ ,  $p = 0.21$ ; FIGURA 3.5.3-3). Ou seja, em ambas estações as cavidades apresentaram valores de riqueza média semelhantes.

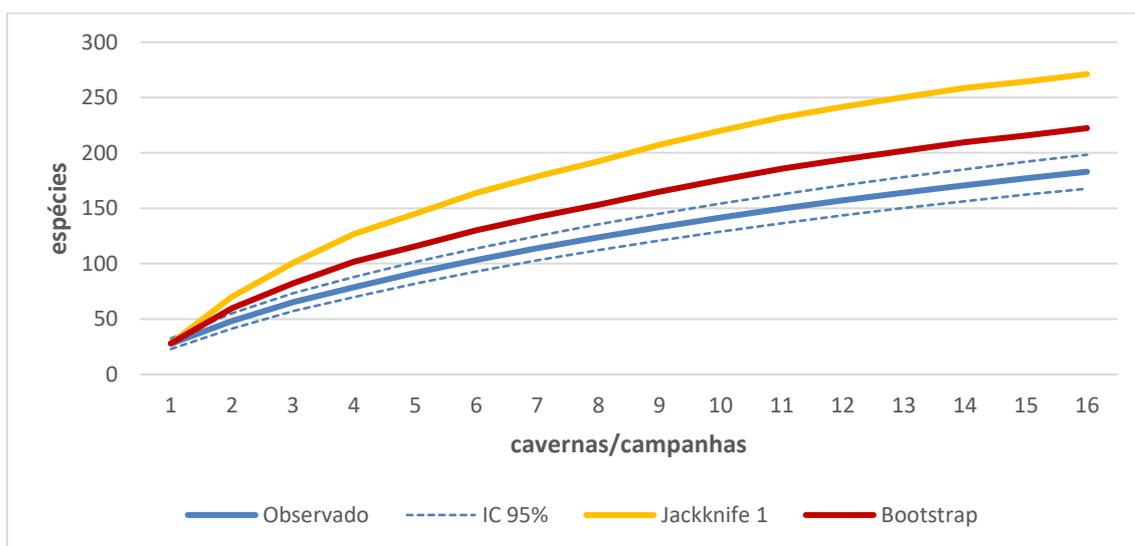
**FIGURA 3.5.3-3 - Riqueza média de espécies registradas em oito cavidades subterrâneas naturais de Padre Carvalho, amostradas durante a estação seca e chuvosa. As barras indicam desvio padrão. NS = não significativo ( $p < 0.05$ ).**



A quantidade de táxons registrada em ambas as campanhas de campo em uma mesma cavidade foi relativamente baixa (QUADRO 3.5.3-2), correspondendo à média de 27%. Contribuíram para esse resultado a ocorrência de animais acidentais e oscilação na composição faunística esperada em regiões mais expostas ao meio externo, especialmente em zonas de ecótono.

A curva de acumulação de espécies considerando os táxons de invertebrados e vertebrados (n=183) e cada campanha/caverna (n=16) como amostra pode ser observada na figura 3.5.3-4. Ressalta-se que ambientes subterrâneos não são sistemas fechados, que regiões de ecótono foram amostradas e que todos os indivíduos registrados no interior da cavidade foram incluídos na análise. Dessa forma, um dos fatores a serem levados em consideração para a não estabilização da curva é a ocorrência de uma grande variação na composição faunística das cavidades, que inclui organismos acidentais. Como pontuado por Trajano & Bichuette (2006) a diversidade de acidentais potenciais é igual à diversidade total de organismos epígeos da região. Dessa forma, é provável que mesmo metodologias distintas e coletas mais intensivas (muitas vezes inviáveis em meios hipógeos devido à peculiaridade desse tipo de ambiente) não contribuam para a estabilização da curva de espécies registradas. Colaborando também para a variabilidade na composição faunística está o fato de que cada cavidade possui características que podem variar, como umidade, recursos tróficos e vegetação de entorno. A riqueza observada correspondeu a 67% da riqueza estimada pelo estimador Jackknife 1 e 82% pelo estimador Bootstrap.

**FIGURA 3.5.3-4 - Curva de acumulação de espécies (Observado) registradas nas cavernas estudadas, com intervalo de confiança de 95% (IC 95%), e estimadores de riqueza Jackknife 1 e Bootstrap.**



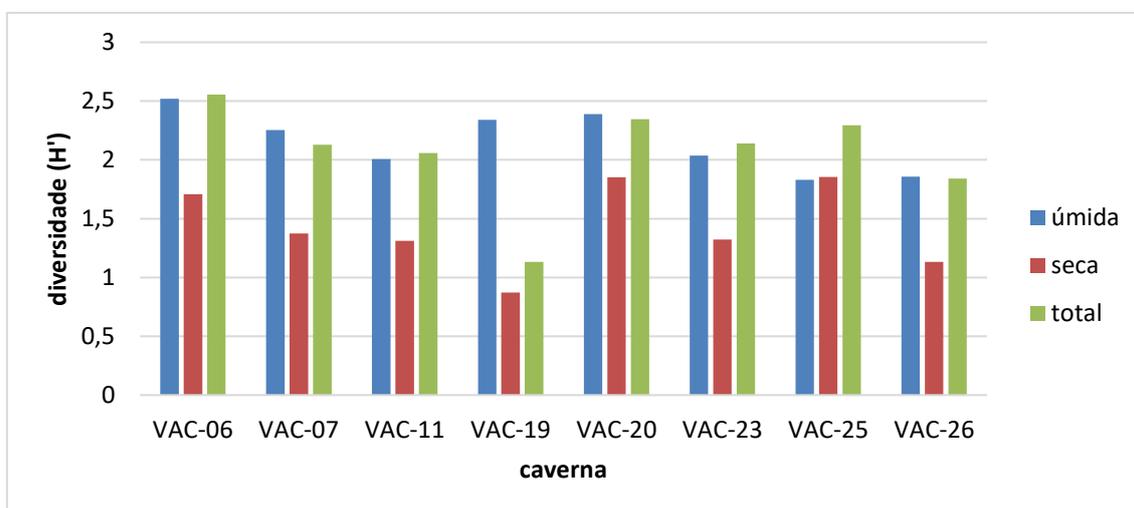
Os dados de diversidade ( $H'$ ) obtidos para as diferentes cavidades estão disponibilizados no quadro 3.5.3-3 e representados na figura 3.5.3-5. Para a maioria das cavernas o índice de diversidade foi maior na campanha úmida. A exceção foi a caverna VAC\_25, cujos índices para as duas campanhas foram próximos entre si, embora a riqueza da caverna tenha sido mais alta na campanha seca, como já mencionado. A diversidade total oscilou entre 1,133 (VAC\_19) e 2,555 (VAC\_06). Valores de diversidade em cavernas siliciclásticas de Minas Gerais variaram entre 1,420 e 2,829 em estudo conduzido por Silva e colaboradores (2011).

**QUADRO 3.5.3-3 - Diversidade (índice de Shannon -  $H'$ ) obtida para as cavidades estudadas, durante as estações úmida e seca e considerando ambas as campanhas (total).**

Caverna	Úmida	Seca	Total
---------	-------	------	-------

Caverna	Úmida	Seca	Total
VAC_06	2,52	1,709	2,555
VAC_07	2,254	1,374	2,128
VAC_11	2,008	1,313	2,059
VAC_19	2,341	0,872	1,133
VAC_20	2,389	1,851	2,346
VAC_23	2,036	1,324	2,139
VAC_25	1,831	1,854	2,293
VAC_26	1,858	1,134	1,842

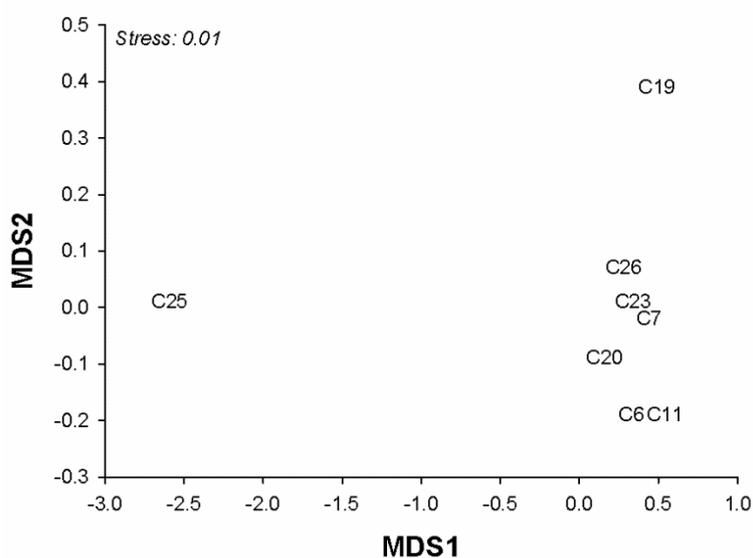
**FIGURA 3.5.3-5 - Diversidade ( $H'$ ) obtida para cada caverna, com indicação do período de registro das espécies.**



A similaridade média entre as oito cavidades amostradas foi de 20.36%, indicando que estas cavidades apresentam uma composição de espécies distinta umas das outras. Isso pode ser visualizado através do gráfico do NMDS, onde as cavidades encontram-se bem dispersas no espaço (FIGURA 3.5.3-6). A cavidade VAC\_25 foi a mais dissimilar em relação às demais, estando isolada no gráfico de NMDS. A similaridade média da cavidade VAC\_25 em relação às outras cavidades foi de apenas 11.46% (QUADRO 3.5.3-5). Trinta e sete morfoespécies (20% do total) foram registradas apenas nessa caverna, entre elas 12 pertencentes à ordem Coleoptera. Características da caverna, como matéria orgânica abundante, proximidade com o solo circundante (caverna de tálus) e a umidade elevada em relação às demais cavernas podem ser os fatores relacionados à dissimilaridade encontrada. Ressalta-se que entre os elementos registrados na caverna podem haver animais acidentais.

Os valores de similaridade entre as cavidades são apresentados no quadro 3.5.3-4.

**FIGURA 3.5.3-6 - Análise de NMDS mostrando o quanto as cavidades são similares em relação à composição da fauna baseada na similaridade de Jaccard (presença e ausência de espécies).**



**QUADRO 3.5.3-4 - Matriz de similaridade das cavidades estudadas mostrando a porcentagem de similaridade (índice de Jaccard) entre elas.**

Cavidades	VAC_06	VAC_07	VAC_11	VAC_19	VAC_20	VAC_23	VAC_25	VAC_26
VAC_06								
VAC_07	26.56							
VAC_11	24.56	25.49						
VAC_19	16.66	21.15	15.21					
VAC_20	24.41	21.95	20	17.1				
VAC_23	28	30.88	23.43	18.18	25			
VAC_25	13.04	11.49	8.75	8.86	13.88	12		
VAC_26	21.42	27.86	21.42	19.64	30	30.98	12.22	

**QUADRO 3.5.3-5 - Similaridade média de cada cavidade em relação às outras sete cavidades estudadas.**

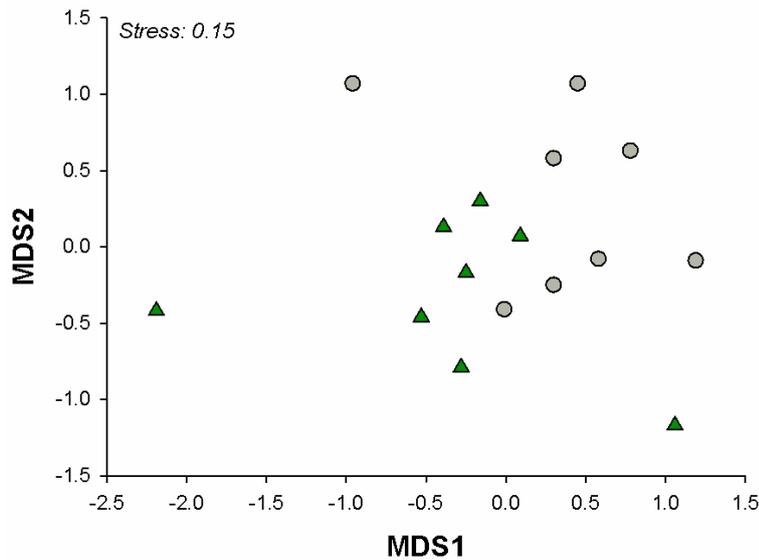
Cavidades	Similaridade média em relação às outras cavidades
VAC_06	22.092
VAC_07	23.626
VAC_11	19.837
VAC_19	16.686
VAC_20	21.763
VAC_23	24.067
VAC_25	11.463
VAC_26	22.093

A localização geográfica das cavidades não foi considerada uma variável importante para determinar a similaridade na composição de espécies entre cavidades. Não foi

encontrada uma correlação significativa entre a matriz de distâncias e a matriz de similaridade das cavidades pelo teste de Mantel (Mantel  $r = -0.32$ ;  $p = 0.93$ ). Isso mostra que a proximidade não determina a composição de espécies, ou seja, cavidades mais próximas não são mais similares em relação à composição de espécies em comparação àquelas cavidades mais distantes.

No gráfico de MDS da FIGURA 3.5.3-7 houve a formação de grupamentos distintos em relação à estação seca e chuvosa, mostrando que as estações se diferenciam entre si em relação à composição de espécies. A análise de PERMANOVA confirmou esse padrão, mostrando que existe uma diferença significativa entre a composição de espécies obtida entre a estação seca e chuvosa (Pseudo-F= 1.44;  $p = 0.01$ ). A similaridade média entre a estação seca e chuvosa foi de apenas 14%. Além disso, as cavidades foram mais similares entre si durante a estação chuvosa (similaridade média de 17%) em relação à seca (similaridade média de 16%). Isso pode ser visto através da dispersão dos pontos no gráfico de MDS, sendo que os pontos da estação chuvosa estão mais agrupados no gráfico que os da estação seca, que estão mais dispersos.

**FIGURA 3.5.3-7 - Análise de NMDS da composição de espécies baseada na similaridade de Jaccard para comparar as cavidades na estação seca (triângulos verdes) e chuvosa (círculos cinza).**



## 4 - ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DAS CAVIDADES

Em 07 de novembro de 2008 foi publicado o Decreto Federal Nº 6640, que alterou significativamente o status jurídico referente à proteção das cavernas brasileiras. Esse decreto prevê a classificação das cavernas segundo quatro graus de relevância: máximo, alto, médio e baixo. A determinação das cavernas de relevância máxima é realizada através de parâmetros definidos pelo referido decreto. Os demais graus de relevância foram apenas esboçados, cujos parâmetros de definição foram publicados em 20 de agosto de 2009, na Instrução Normativa Nº 2 do MMA.

Oito anos depois, no dia 30 de agosto de 2017, a Instrução Normativa Nº2 revisada foi publicada no Diário Oficial da União, propondo novas abordagens para o método de valoração de cavidades, revogando em seu Art. 24, a IN anterior. Em destaque, vale ressaltar: novas considerações para as cavidades com desenvolvimento linear inferiores a 5 metros, abordagem não paramétrica para o atributo espeleometria (distribuição assimétrica dos dados espeleométricos e regras baseadas na mediana e percentis), retirada o atributo diversidade de substratos orgânicos e abundância relativa de espécies e inclusão do atributo diversidade de espécies.

A análise de relevância das cavidades identificadas na área proposta à instalação da Barragem do rio Vacaria foi executada através dos parâmetros legais definidos pelo Decreto Federal Nº 6.640 de 07 de novembro de 2008, e efetuada a partir do método proposto pela Instrução Normativa Nº 2 do MMA, de 30 de agosto de 2017.

Todas as cavidades alvo do presente estudo de relevância espeleológica estão hospedadas em metadiamicritos neoproterozóicos pertencentes à Formação Nova Aurora, Grupo Macaúbas, assim como àquelas utilizadas na determinação das escalas local e regional, corroborando, portanto com o Art. 2 do Decreto Federal Nº 6.640, §1, que traz: *“A análise dos atributos geológicos, para a determinação do grau de relevância, deverá ser realizada comparando cavernas da mesma litologia”*.

### 4.1 - Os Graus de Relevância

As cavidades com grau de relevância máximo mereceram conservação integral na legislação, ou seja, não podem ser objeto de impactos negativos irreversíveis. A utilização de uma caverna classificada como de relevância máxima deverá fazer-se somente dentro de condições que assegurem a manutenção do seu equilíbrio físico e biológico. Essas cavidades, de grande interesse nacional, merecerão ações para sua proteção.

Já as cavernas classificadas como de relevância alta, média e baixa poderão ser objeto de impactos irreversíveis, através do processo de licenciamento ambiental (Art. 4 do Decreto Federal 6.640).

Impactos irreversíveis em cavidades de relevância alta, no entanto, deverão ser compensados pelo empreendedor através da preservação de duas cavernas com o mesmo grau de relevância, localizadas na área do empreendimento, de mesma litologia e com atributos similares à que sofreu o impacto, que serão consideradas cavidades testemunho, ou seja, de preservação permanente. Estas cavidades testemunho automaticamente adquirem *status* de máxima relevância.

Não havendo, na área do empreendimento, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho, compete ao Instituto

Chico Mendes (ICMBio) definir, de comum acordo com o empreendedor, outras formas de compensação, apresentadas na Instrução Normativa ICMBio N° 1 de 24 de janeiro de 2017, cujo Art. 5 A foi complementado pela Instrução Normativa ICMBio N° 4 de 20 de setembro de 2017.

A cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto é 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.

As cavernas de relevância média que sofrerem impactos negativos irreversíveis, por sua vez, merecerão por parte do empreendedor ações que contribuam para a conservação e o uso adequado do patrimônio espeleológico brasileiro. Essas ações serão definidas pelo órgão ambiental competente. A cavidade natural subterrânea com grau de relevância médio é 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.

Impactos irreversíveis em cavernas classificadas como de relevância baixa não merecerão ações de compensação pelo empreendedor. Entende-se por cavidade natural subterrânea 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.

Para a obtenção do grau de relevância de uma caverna foram definidos diversos parâmetros físicos, biológicos e culturais, que juntamente com as escalas de análise definirão se a cavidade representa relevância alta, média ou baixa.

## **4.2 - Escalas de avaliação**

Conforme previsto no Art.13 da Instrução Normativa N° 2 MMA de 30 de agosto de 2017, *“Os estudos espeleológicos a serem realizados para fins de classificação de cavidades subterrâneas devem apresentar informações, sob enfoque local e regional, que possibilitem a classificação em graus de relevância das cavidades natural subterrâneas”.*

### **4.2.1 -Enfoque local**

De acordo com o §3 do Art. 13 da Instrução Normativa N° 2 MMA de 30 de agosto de 2017, *“As análises referentes ao enfoque local são delimitadas pela unidade geomorfológica que apresente continuidade espacial, podendo abranger feições como serras, morrotes ou sistema cárstico, o que for mais restritivo em termos de área, desde que contemplada a área de influência da cavidade natural subterrânea”.*

Diante desta definição, entende-se que as cavidades alvo deste estudo de relevância apresentam uma similaridade em termos de inserção na paisagem quando comparadas as cavidades localizadas na área proposta a instalação do Complexo Minerário (Bloco 08), cujo estudo de relevância foi realizado no ano de 2013 (Brandt, 2013).

As cavidades inserem-se nas porções baixa, média e alta de vertentes extensas e de média declividade, produtos da dissecação fluvial imposta a superfícies de aplainamento ou chapadas. No Complexo Minerário ainda existem cavidades localizadas na base de escarpas rochosas contínuas, posicionadas em alta vertente, que constituem as bordas destes platôs.

Na baixa vertente, nas proximidades dos cursos d'água, ainda existem depósitos de tálus que podem abrigar cavidades, cuja origem está associada ao transporte de matacões "deremovidos" das escarpas rochosas superiores através da atuação de erosão remontante (Foto 4.2.1-1).

O modelado do relevo e a conseqüente inserção das cavidades apresentam indícios de que há uma significativa correlação entre os processos de erosão mecânica e a conseqüente formação destas cavidades, o que permite uma avaliação conjunta mais aproximada quando o objeto de estudo é avaliado sob o enfoque geomorfológico.



**Foto 4.2.1-1 - Em primeiro plano, vista parcial de vertentes extensas, de média declividade, intercaladas por vales, produtos da dissecação do relevo a partir da atuação dos corpos hídricos. Em segundo plano, chapada ou superfície de aplainamento posicionada nas porções mais elevadas da paisagem.**

Por fim, por se tratar de um mesmo contexto em termos litológicos e de inserção geomorfológica, e, portanto, todas estas cavidades estarem sujeitas aos mesmos agentes espeleogenéticos, optou-se por amostrar, sob o enfoque local as cavidades apresentadas no quadro 4.2.1-1.

#### **QUADRO 4.2.1-1 - Amostra de cavidades considerada para o Enfoque Local.**

Projeto	Cavidade	Projeção Horizontal (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Barragem do Rio Vacaria	VAC_06	5,6	0,7	34,5	38,0
	VAC_07	5,1	1,1	25,9	21,4
	VAC_11	10,9	1,6	9,7	8,6
	VAC_19	6,5	0,8	8,1	9,4
	VAC_20	25,7	2,1	86,1	115,4
	VAC_23	5,3	0,2	4,1	3,7
	VAC_25	5,1	0,3	8,2	2,5
	VAC_26	7,5	1,1	13,4	19,6
Complexo Minerário (Bloco 08)	CM-01	7,5	0,6	14,6	27,4
	CM-02	46,2	2,1	90,6	85,5
	CM-03	8,1	0,4	5,9	4,7
	CM-04	9,7	0,67	11,4	15
	CM-05	4,9	0,5	14,9	21,5
	CM-06	12,4	2,9	60,9	303,6
	CM-07	12,1	2,7	34	150,8
	CM-08	74,8	2,4	260,2	325,9
	CM-09	7,6	0,5	5,7	4
	CM-10	36,5	2	94,8	105,9
	CM-11	8,3	1,6	15,8	46,6
	CM-12	17,4	1,6	13,4	26,2
	CM-13	5,5	1,8	8,6	7
	CM-14	21	0,9	81	91,1
	CM-15	7,4	1,8	7,9	5,6
	CM-16	9,4	0,3	14,8	12,1
	CM-17	8,4	0,6	7,7	4,6
	CM-18	12	2,1	19,8	30,7
	CM-19	7,5	0,3	14,6	38,3
	CM-20	5,2	1	13,3	10,4
	CM-21	8	1,1	28,4	28,7
	CM-22	5,3	1,6	54,9	151,1
	CM-23	12,5	1,2	11,3	3,8
	CM-24	15,4	0,5	31,5	80,4
	CM-25	8,2	2,4	31,1	58,5
	CM-26	28,8	2,2	20,2	60,7
	CM-27	5,9	0,6	6,1	5,9
Mediana		8,2	1,1	14,8	26,2

Percentil P20	5,5	0,5	8,2	5,8
Percentil P50	8,2	1,06	14,8	26,2

#### 4.2.2 - Enfoque regional

O enfoque regional é determinado na Instrução Normativa N° 2 MMA de 30 de agosto de 2017, em seu Art. 13, parágrafos §4 e §5, que trazem em sua íntegra:

*“§4 As análises referentes ao enfoque regional são delimitadas pela unidade espeleológica”.*

*“§5 Entende-se por unidade espeleológica a área com homogeneidade fisiográfica, geralmente associada à ocorrência de rochas solúveis, que pode congrega diversas formas do relevo cárstico e pseudocárstico tais como dolinas, sumidouros, ressurgências, vale cegos, lapiás e cavernas, delimitada por um conjunto de fatores ambientais específicos para a sua formação”.*

Diante da ausência de uma Unidade Espeleológica definida para a região estudada, e do enfoque regional definido para os estudos de valoração realizados para o Complexo Minerário (Bloco 08), entende-se que existe uma proximidade em termos de composição litológica e de agentes espeleogenéticos atuantes para as cavidades hospedadas nos metadiamicritos da Formação Nova Aurora, Grupo Macaúbas.

Apesar de ser uma litologia ainda pouco investigada, existem estudos na região do empreendimento que apontam que a área constitui-se como um novo sítio espeleológico (CARMO et al., 2011a; CARMO et al., 2011b). Os estudos citam a existência de 25 cavernas já prospectadas na área, inclusive com a descrição de cavernas importantes com registros de icnofósseis. Em prospecções realizadas pela SAM, no âmbito do processo de licenciamento do Complexo Minerário (Antigo Projeto Vale do Rio Pardo. Agora, Bloco 08). CARMO et al. (2011a; 2011b; 2012) desenvolveram os estudos das 25 cavidades localizadas no Vale do Rio Peixe Bravo.

A pesquisa na base de dados do CECAV identificou as cavidades mencionadas nos estudos de CARMO et al. (2011a; 2011b; 2012), sendo que elas estão localizadas no Grupo Macaúbas, Formação Nova Aurora, porém, em outras litologias que não os metadiamicritos, tais como: canga, quartzito, conglomerado e arenito. Das cavidades relatadas, a única que se desenvolve em metadiamicrito é a Caverna do Mocarorô. Quando da realização dos estudos de valoração espeleológica do Complexo Minerário (Bloco 08), a Caverna do Mocarorô, foi contemplada pelo levantamento para compor a amostra regional, mesmo estando distante da área alvo do empreendedor.

Tanto na área proposta à instalação da Barragem do rio Vacaria, quanto na área do Complexo Minerário e na região do Vale dos Gigantes, as cavidades se desenvolvem nos metadiamicritos da Formação Nova Aurora, Grupo Macaúbas. Estas, somadas a Caverna Mocarorô, compõem a “Unidade Espeleológica do Rio Pardo”, que irá subsidiar o enfoque regional para a relevância das cavidades localizadas no presente projeto. Esta unidade foi delimitada considerando não só a ocorrência litológica onde as cavidades estão inseridas, mapeada pela CODEMIG (2012), mas também buscando elementos como hipsometria, declividade do relevo, hidrografia e feições geoestruturais conhecidas.

A Unidade Espeleológica do Rio Pardo proposta é limitada ao sul pelo Rio Jequitinhonha, a oeste pela Serra do Espinhaço, a leste pela faixa Araçuaí e ao norte pela redução na frequência de coberturas coluvionares elevadas, como chapadas.

O quadro 4.2.2-1 apresenta a amostra de cavidades utilizadas para compor o enfoque regional. A figura 4.2.2-1 apresenta a localização destas cavidades frente à área do projeto.

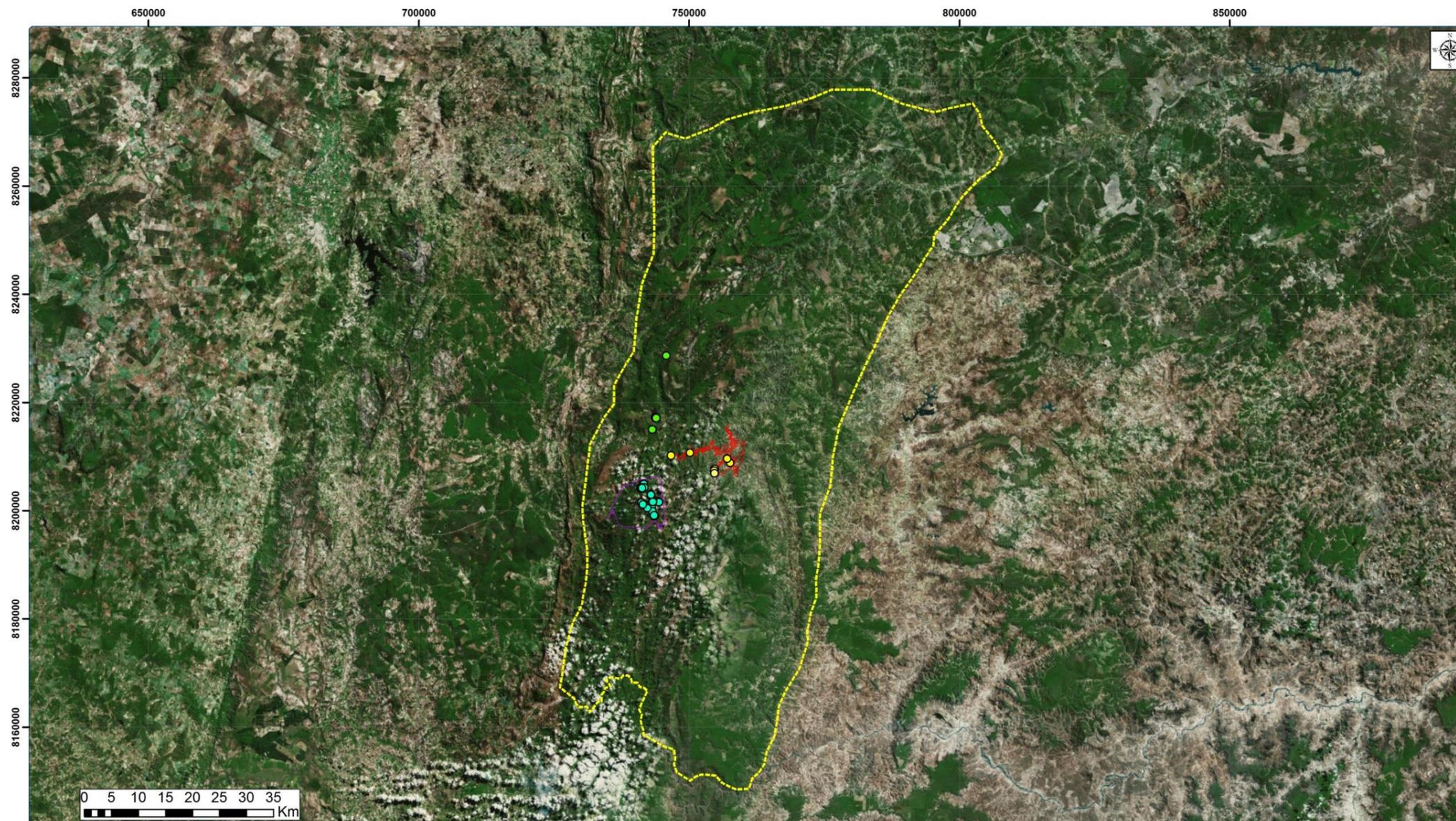
**QUADRO 4.2.2-1 - Amostra de cavidades considerada para o Enfoque Regional.**

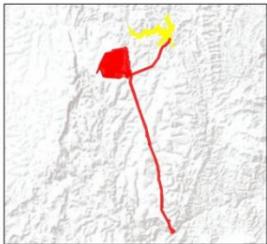
Projeto	Cavidade	Projeção Horizontal (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Barragem do Rio Vacaria	VAC_06	5,6	0,7	34,5	38,0
	VAC_07	5,1	1,1	25,9	21,4
	VAC_11	10,9	1,6	9,7	8,6
	VAC_19	6,5	0,8	8,1	9,4
	VAC_20	25,7	2,1	86,1	115,4
	VAC_23	5,3	0,2	4,1	3,7
	VAC_25	5,1	0,3	8,2	2,5
	VAC_26	7,5	1,1	13,4	19,6
Complexo Minerário (Bloco 08)	CM-01	7,5	0,6	14,6	27,4
	CM-02	46,2	2,1	90,6	85,5
	CM-03	8,1	0,4	5,9	4,7
	CM-04	9,7	0,67	11,4	15
	CM-05	4,9	0,5	14,9	21,5
	CM-06	12,4	2,9	60,9	303,6
	CM-07	12,1	2,7	34	150,8
	CM-08	74,8	2,4	260,2	325,9
	CM-09	7,6	0,5	5,7	4
	CM-10	36,5	2	94,8	105,9
	CM-11	8,3	1,6	15,8	46,6
	CM-12	17,4	1,6	13,4	26,2
	CM-13	5,5	1,8	8,6	7
	CM-14	21	0,9	81	91,1
	CM-15	7,4	1,8	7,9	5,6
	CM-16	9,4	0,3	14,8	12,1
	CM-17	8,4	0,6	7,7	4,6
	CM-18	12	2,1	19,8	30,7
	CM-19	7,5	0,3	14,6	38,3
	CM-20	5,2	1	13,3	10,4
	CM-21	8	1,1	28,4	28,7
	CM-22	5,3	1,6	54,9	151,1
	CM-23	12,5	1,2	11,3	3,8

	CM-24	15,4	0,5	31,5	80,4
	CM-25	8,2	2,4	31,1	58,5
	CM-26	28,8	2,2	20,2	60,7
	CM-27	5,9	0,6	6,1	5,9
Vale dos Gigantes	VG-01	6,9	1,4	24,2	33,6
	VG-02	9,3	1,4	32,8	53,6
	VG-03	27,5	3	108,8	266
	VG-04	8,2	2,4	67	180,3
	VG-05	15,2	5	81,6	173,5
	VG-06	20,6	3,7	71,3	85,6
	VG-07	11,2	1,3	30,4	71,6
	Caverna Jatobá	13	0	81,3	230
Caverna Mocarorô		96,5	7,1	539,3	1100,9
Mediana		8,9	1,4	22,2	35,8
Percentil P20		6,3	0,6	9,3	8,0
Percentil P50		8,9	1,4	22,2	35,8



Figura 4.2.2-1 - Localização das cavidades alvo do presente estudo de valoração frente a “Unidade Espeleológica do Rio Pardo”.



LEGENDA	EMPREENHIMENTO	LOCALIZAÇÃO	 Cliente:  <b>SUL AMERICANA DE METAIS S.A</b> Projeto: <b>FERRO VALE DO RIO PARDO</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">●</span> Caverna - Barragem do Rio Vacaria</li> <li><span style="color: cyan;">●</span> Caverna - Complexo Minerário - Bloco 08</li> <li><span style="color: green;">●</span> Caverna - Vale dos Gigantes</li> <li><span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> ADA - Barragem do Rio Vacaria</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> ADA - Complexo Minerário - Bloco 08</li> <li><span style="border: 1px dashed yellow; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Proposta - Unidade Espeleológica do Rio Pardo</li> </ul>			Título: <b>PROPOSTA - UNIDADE ESPELEOLÓGICA DO RIO PARDO - BARRAGEM DO RIO VACARIA</b>			
			Execução / Data:	Escala Aprox.:	Formato/ Orientação:	Dados Técnicos:
			<b>Thiago Lima / 03.10.18</b>	1:650.000	<b>A3/ Horizontal</b>	<b>Projeção UTM - SIRGAS 2000 Fuso 23 Meridiano Central: 45° WGR</b>
			Revisão / Data:			
			<b>Jasmim Dias / 03.10.18</b>			
			Fontes:			Arquivo:
			Brandt Meio Ambiente, CECAV (2018), IBGE, CODEMIG (2012) e Sul Americana de Metais S.A. Imagem SPOT 7 (2017). Service Layer Credits: Sources: Esri, USGS, NOAA			15AAM002_ESP_650000_Mapa_Enfoque_Regional_Espeleo_Barragem_Vacaria_A3_H_V1

## 4.3 - Análise dos atributos para classificação de relevância de cavidades

### 4.3.1 - Relevância Máxima

As cavidades maiores que cinco metros localizadas na área de estudo foram avaliadas quanto aos aspectos geoespeleológicos e bioespeleológicos.

#### 4.3.1.1 - Gênese única ou rara

A IN MMA N° 2 08/2017 avalia este atributo como *“Cavidade que, no universo de seu entorno (escala local ou regional) e litologia apresente algum diferencial, com relação ao seu processo de formação e dinâmica evolutiva”*. Ao observar as cavidades identificadas na área, não foram observados indícios da atuação de agentes espeleogenéticos diferenciados daqueles comumente observados em cavidades encaixadas em rochas siliciclásticas ou ferríferas.

#### 4.3.1.2 - Morfologia única

*“Cavidade que, no universo de seu entorno (escala local ou regional) e sua litologia apresente algum diferencial em relação à forma, organização espacial das galerias e/ou feições morfológicas internas (espeleogens), considerando o todo ou parte da cavidade”*. Diante das reduzidas dimensões das cavidades alvo do presente estudo, e do fato destas não apresentarem composições morfológicas compostas, com mais de um salão ou galeria, a possibilidade da presença de um padrão morfológico único ou de feições morfológicas incomuns ou raras é muito baixa. Não há evidências de que tal atributo ocorra nas cavidades inseridas no projeto.

#### 4.3.1.3 - Dimensões notáveis em extensão, área ou volume.

Este atributo considera cavidades que apresentem oito vezes o valor da mediana obtido através de uma avaliação não paramétrica dos dados espeleométricos das cavidades foco deste estudo de relevância, quando analisadas junto às amostras local e regional. Nenhuma das oito cavidades atingiu tais valores dimensionais quando feita a avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017. Os valores de corte são apresentados no quadro 4.3.1.3-1.

**QUADRO 4.3.1.3-1 - Valores de corte para classificação de máxima relevância, enfoque local e enfoque regional.**

Espeleometria - Máxima Relevância				
	PH (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Enfoque Local	>65,6	>8,8	>118,4	>209,6
Enfoque Regional	>71,2	>11,2	>177,6	>286,4

#### 4.3.1.4 - Espeleotemas únicos

*“Cavidade que apresente espeleotemas, individualmente ou em conjunto, pouco comuns ou excepcionais, em tamanho, mineralogia, tipologia, beleza ou profusão, especialmente se considerados frente à litologia dominante da cavidade ou sob os enfoques territoriais considerados (local ou regional)”*.

Tal configuração de depósitos químicos não foi observada em nenhuma das cavidades avaliadas, que apresentaram apenas espeleotemas recorrentes em cavernas hospedadas em rochas siliciclásticas e ferríferas, como crostas delgadas e pequenos coraloides.

#### **4.3.1.5 - Isolamento geográfico**

De acordo com a IN MMA N° 2 08/2017, cavidades com isolamento geográfico são aquelas que estão inseridas em ambiente onde não se tem registro de outras ocorrências ou remanescente de áreas degradadas, sob enfoque regional.

Dentro da Unidade Espeleológica do Rio Pardo, proposta para as análises sob enfoque regional, existem outras 44 cavidades. Portanto, este atributo não se aplica a realizada destas cavernas.

#### **4.3.1.6 - Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais**

A IN MMA N° 2 08/2017 apresenta o seguinte conceito para este atributo: “cavidade que compreenda um abrigo, ou parte importante do habitat de espécies constantes de lista oficial, nacional ou do estado de localização da cavidade, de espécies ameaçadas de extinção”. Não foram encontradas populações de espécies constantes de lista oficial de espécies brasileiras ameaçadas de extinção nas cavidades inventariadas considerando a listagem de fauna apresentada (Portaria N° 444, de 17 de dezembro de 2014, do Ministério do meio Ambiente; Deliberação Normativa COPAM no 147, de 30 de abril de 2010). Dessa forma, nenhuma das cavidades se enquadra neste atributo.

#### **4.3.1.7 - Habitat essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos**

De acordo com a IN MMA N° 2 08/2017, o atributo refere-se à “presença de espécie troglóbia com distribuição geográfica restrita (troglóbio endêmico); presença de espécie troglóbia sem registro de parentes epígeos próximos (relicto filogenético), ou ainda, cujos parentes epígeos mais próximos se encontram em uma região geográfica distinta (relicto geográfico)”. No presente estudo não foram registrados organismos troglóbios; portanto, não houve a configuração do atributo para as cavernas estudadas.

#### **4.3.1.8 - Habitat de troglóbio raro**

O conceito do atributo apresentado pela IN MMA N° 2 08/2017 corresponde à “presença de espécie troglóbia que apresente número reduzido de indivíduos, ou de distribuição geográfica restrita”. No presente estudo não foram registrados organismos troglóbios em nenhuma das cavernas estudadas. Conseqüentemente, nenhuma caverna se enquadra neste atributo.

#### **4.3.1.9 - Interações ecológicas únicas**

O conceito do atributo apresentado pela IN MMA N° 2 08/2017 é “ocorrência de interações ecológicas duradouras raras ou incomuns, incluindo interações tróficas, considerando-se o contexto ecológico-evolutivo”. Este atributo deve levar em conta

interações atribuídas à população ou espécie, não unicamente ao indivíduo (excluindo-se observações pontuais), e considerar comportamentos presentes em populações cavernícolas (excluindo-se espécies acidentais). No presente estudo, não foi averiguada nenhuma interação ecológica intraespecífica, interespecífica ou com o ambiente considerada rara ou incomum. Apenas situações comuns como predação foram observadas nos estudos.

#### **4.3.1.10 - Caverna testemunho**

Conforme a IN MMA N° 2 08/2017 este atributo contempla: *“Caverna testemunho de processos ambientais ou paleoambientais expressivos ou caverna com grau de relevância alto apontada como salvo conduto para liberação de impactos a outra caverna”*.

Nas cavernas alvo deste estudo, inseridas na área proposta à instalação da Barragem do rio Vacaria, não existem cavernas com indícios de tais processos ou utilizadas como compensação ambiental para quaisquer outras cavernas.

#### **4.3.1.11 - Destacada relevância histórico-cultural -religiosa**

*“Cavernas que apresentam testemunho de interesse arqueológico da cultura paleoameríndia do Brasil, tais como: inscrições rupestres, poços sepulcrais, jazigos, aterrados, estearias, locais de pouso prolongado, indícios de presença humana através de cultos e quaisquer outras não especificadas aqui, mas de significado idêntico a juízo da autoridade competente”*.

As cavernas alvo deste estudo de relevância não apresentam vestígios arqueológicos em superfície, tão pouco indícios de uso humano.

### **4.3.2 - Relevância Alta, média e baixa**

#### **4.3.2.1 - Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola - Enfoque Local**

##### **4.3.2.1.1 - Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante**

A IN MMA N° 2 08/2017 considera como conceito para o atributo a “presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante (polinizadores, dispersores de sementes e morcegos insetívoros) que possuam relação significativa com a caverna”. Morcegos são responsáveis por diversos serviços ecossistêmicos, entre eles o controle de populações de insetos, polinização de plantas e dispersão de semente, além de terem importante papel na transferência de recursos orgânicos do meio externo para o ambiente subterrâneo. Para a avaliação deste atributo considerou-se morcegos com função ecológica importante, pertencentes à mesma espécie e presentes em uma mesma caverna em ambas as campanhas de campo. Segundo o critério apresentado, foram configuradas neste atributo as cavernas VAC\_07 (*Micronycteris microtis*; insetívoro), VAC\_20 (*Peropteryx macrotis*; insetívoro) e VAC\_23 (*Glossophaga soricina*; nectarívoro).

##### **4.3.2.1.2 - Presença de população excepcional em tamanho**

Para este atributo, a IN MMA N° 2 08/2017 considera como população excepcional em tamanho o “conjunto de indivíduos da mesma espécie com número excepcionalmente

grande de indivíduos”. Para a avaliação do atributo levou-se em consideração o grupo taxonômico, bibliografia especializada e experiência da equipe. Algumas espécies apresentaram populações com número alto de indivíduos, no entanto, sem indicativos de serem populações com tamanhos excepcionais.

#### **4.3.2.1.3 - Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação**

Este atributo, de acordo com a IN MMA N° 2 08/2017, está relacionado com a “utilização da cavidade por aves silvestres como local de nidificação”. A cavidade VAC\_19 foi a única a apresentar vestígios de nidificação (ninho vazio). Dessa forma, esta cavidade foi configurada neste atributo.

#### **4.3.2.1.4 - Constatação de uso da cavidade por espécies migratórias**

A “utilização da cavidade por espécies migratórias”, conceito presente na IN MMA N° 2 08/2017, não foi constatada de acordo com as observações e resultados obtidos considerando os diferentes grupos faunísticos.

#### **4.3.2.1.5 - População residente de quirópteros**

População residente de quirópteros refere-se, segundo a IN MMA N° 2 08/2017, ao “conjunto de indivíduos pertencentes a mesma espécie, cuja presença contínua na cavidade seja observada por um período mínimo de um mês, caracterizando a inter-relação com o ecossistema cavernícola para a sua sobrevivência”. Para a avaliação deste atributo considerou-se morcegos pertencentes à mesma espécie presentes em uma mesma caverna em ambas as campanhas de campo. Dessa forma, as cavidades VAC\_07 (*Micronycteris microtis*), VAC\_20 (*Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* e *Peropteryx macrotis*) e VAC\_23 (*Glossophaga soricina*) foram enquadradas neste atributo.

### **4.3.2.2 - Atributos relacionados à ocorrência de espécies - Enfoque Local**

#### **4.3.2.2.1 - Presença de táxons novos**

Pela IN MMA N° 2 08/2017, o conceito do atributo é “ocorrência de animais pertencentes a táxons ainda não descritos formalmente”. Para a avaliação deste atributo, todas as espécies indicadas como novas pelos especialistas foram consideradas. São elas: aranhas Ninetinae sp.1 (registro nas cavernas VAC\_06, VAC\_07, VAC\_11, VAC\_23 e VAC\_25) e *Neotrops* sp.1 (VAC\_20 e VAC\_25), ácaros *Caribeacarus* sp.n. (VAC\_06 e VAC\_23) e *Laelaps* sp.n. (VAC\_07, VAC\_20 e VAC\_26), colêmbolos *Lepidonella* sp.1 (VAC\_20, VAC\_23 e VAC\_25), *Pseudosinella* sp.2 (VAC\_20) e *Pararrhopalites* sp.14 (VAC\_25).

#### **4.3.2.2.2 - Presença de espécies troglomórficas**

O conceito para o atributo dado pela IN MMA N° 2 08/2017 é “ocorrência de animais cujas características morfológicas revelem especialização decorrente do isolamento no ambiente subterrâneo”. Não foram registrados animais com características troglomórficas que indiquem especialização ao ambiente subterrâneo. Dessa forma, nenhuma caverna foi configurada para este atributo.

#### **4.3.2.2.3 - Presença de troglóxeno obrigatório**

A IN MMA N° 2 08/2017 refere-se ao atributo como o “trogloeno que precisa necessariamente utilizar a cavidade para completar seu ciclo de vida”. Considerando-se as observações de campo e o inventário faunístico realizado nas cavidades deste estudo, nenhuma espécie troglóxena apresentou populações com indícios de obrigatoriedade de utilização das cavidades para completar seu ciclo de vida. Dessa forma, nenhuma caverna foi configurada para o atributo.

#### **4.3.2.3- Atributos relacionados à sedimentação clástica e química- Enfoque Local**

##### **4.3.2.3.1- Diversidade de depósitos químicos**

De acordo com a Tabela II, componente do Anexo I da IN MMA N° 2 08/2017 a diversidade de espeleotemas está relacionada à *“Complexidade da deposição secundária de minerais presentes em solução em relação aos tipos de espeleotemas (diversidade genética, morfológica e mineral) e processos (água estagnada, circulante ou de exsudação, etc.)”*.

Em cavidades hospedadas em rochas siliciclásticas ou rochas ferríferas, frequentemente, os espeleotemas não são tão singulares como aqueles observados em cavidades desenvolvidas em rochas carbonáticas. Este fato está relacionado ao elevado potencial dissolutivos dos carbonatos quando estes entram em contato com água acidulada. A gênese de espeleotemas está em muito associada à recristalização mineral e, quando o potencial dissolutivo é baixo, a possibilidade da formação de depósitos químicos complexos tanto no aspecto genético quanto morfológico é baixa.

De uma forma geral, os espeleotemas observados nas cavidades alvo desta valoração não apresentaram diversidade de processos genéticos, morfológica ou mineral.

##### **4.3.2.3.2- Configuração de espeleotemas**

Como citado anteriormente, os depósitos químicos diagnosticados nas cavidades alvo do projeto não apresentam maturidade, abundância ou diversidade, resumindo-se a crostas delgadas (hidróxidos de ferro e alumina) e microcoralóides, de ponta arredondada e coloração marrom, ocre ou marrom-amarelada.

##### **4.3.2.3.3- Sedimentação clástica ou química com valor científico**

Conforme a Tabela II, componente do Anexo I da IN MMA N° 2 08/2017, sedimentos clásticos ou químicos que apresentem *“interesse/importância científica ou didática (biológica, climática, paleoclimática, antropológica, paleontologia) da deposição de fragmentos desagregados de rochas, solos e outros acúmulos sedimentares, inclusive orgânicos, de tamanhos diversos, associada à dinâmica hidrológica, morfológica, ou da deposição secundária de minerais presentes em solução”* devem ser considerados para a classificação de relevância das cavidades.

Os depósitos sedimentares observados nas cavidades estudadas na área proposta a instalação da Barragem do Rio Vacaria não apresentam valor científico já que, muitos destes, apresentam forte influência de processos exógenos, dada a pequena dimensão destas cavernas. Quanto à sedimentação química, esta também não apresenta atributos significativos.

#### **4.3.2.4- Atributos relacionados à hidrologia- Enfoque Local**

##### **4.3.2.4.1- Presença de água de percolação**

Não foi observada a presença de água de percolação em nenhuma das cavidades durante a visita da equipe responsável pelo levantamento geoespeleológico.

#### 4.3.2.4.2- Presença de água de condensação

Não foi observada a presença de água de percolação em nenhuma das cavidades durante a visita da equipe responsável pelo levantamento geoespeleológico.

#### 4.3.2.5- Atributos relacionados à Espeleometria- Enfoque Local

##### 4.3.2.5.1- Projeção Horizontal (PH)

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo PH quanto o enfoque local é apresentado no quadro 4.3.2.5.1-1.

**QUADRO 4.3.2.5.1-1- Resultados obtidos para o atributo Projeção Horizontal.**

Projeção Horizontal (m)			
Máxima	8*Med	>65,6	N/A
Alta	>P50	>8,2	VAC_11 e VAC_20
Média	P20 - P50	5,5-8,2	VAC_06, VAC_19 e VAC_26
Baixa	<P20	<5,5	VAC_07, VAC_23 e VAC_25

##### 4.3.2.5.2-Área

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo área, quanto o enfoque local é apresentado no quadro 4.3.2.5.2-1.

**QUADRO 4.3.2.5.2-1 - Resultados obtidos para o atributo Área**

Área (m²)			
Máxima	8*Med	>118,4	N/A
Alta	>P50	>14,8	VAC_06, VAC_07 e VAC_20
Média	P20 - P50	8,2-14,8	VAC_11, VAC_25 e VAC_26
Baixa	<P20	<8,2	VAC_19 e VAC_23

##### 4.3.2.5.3-Desnível

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo desnível do piso, quanto o enfoque local é apresentado no quadro 4.3.2.5.3-1.

**QUADRO 4.3.2.5.3 -1 - Resultados obtidos para o atributo Desnível.**

Desnível (m)			
Máxima	8*Med	>8,8	N/A
Alta	>P50	>1,1	VAC_11 e VAC_20
Média	P20 - P50	0,5-1,1	VAC_06, VAC_07_ VAC_19 e VAC_26
Baixa	<P20	<0,5	VAC_23 e VAC_25

#### 4.3.2.5.4- Volume

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo volume, quanto o enfoque local é apresentado no quadro 4.3.2.5.4-1.

**QUADRO 4.3.2.5.4-1 - Resultados obtidos para o atributo Volume.**

Volume (m <sup>3</sup> )			
Máxima	8*Med	>209,6	N/A
Alta	>P50	>26,2	VAC_06 e VAC_20
Média	P20 - P50	5,8-26,2	VAC_07, VAC_11, VAC_19 e VAC_26
Baixa	<P20	<5,8	VAC_23 e VAC_25

#### 4.3.2.6- Atributos relacionados a Interesse científico- Enfoque Local

##### 4.3.2.6.1- Localidade tipo

Para este atributo, a IN MMA N° 2 08/2017 tem como conceito a “caverna citada como local geográfico de onde foram coletados os exemplares tipo utilizados na descrição de determinada espécie ou táxon superior”. Até o momento, nenhuma das cavernas estudadas foi citada como local geográfico de onde foram coletados os exemplares tipo utilizados na descrição científica de táxons.

##### 4.3.2.6.2- Presença de registros paleontológicos

Não foram identificados nas cavidades registros de icnofósseis, como àqueles identificados em algumas das cavidades inseridas na área proposta a instalação do Complexo Minerário do Projeto Bloco 8, tão pouco vestígios paleontológicos em superfície ou associados a quaisquer depósitos de sedimentos clásticos ou químicos.

##### 4.3.2.6.3 - Presença de estrutura geológica de interesse científico

Conforme a Tabela II, componente do Anexo I da IN MMA N° 2 08/2017, este atributo pode ser definido como “*Estrutura na rocha matriz de importância científica (ex. contatos, tectonismo, mineralogia), incluindo estruturas herdadas do processo de formação da cavidade (ex. scallops, bell holes, marmitas, meandros de teto, anastomoses pendentes, meios tubos, box work e assemelhados), padrões morfológicos ou seções geométricas*”.

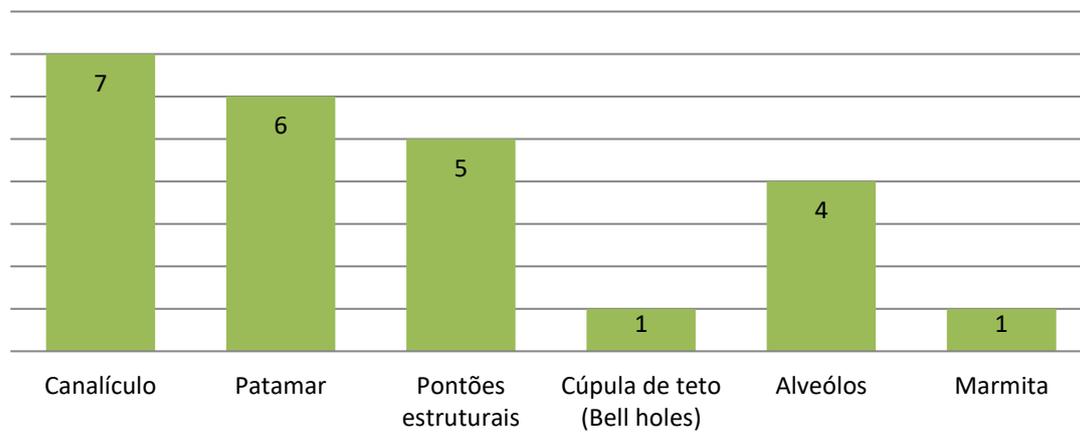
Feições morfológicas foram identificadas em todas as oito cavidades, e todas elas estão relacionadas aos processos espeleogenéticos, no caso das cavidades em metadiamicrito, preferencialmente relacionados à erosão mecânica. Aspectos dissolutivos só podem ser constatados quando observados os depósitos químicos.

A cavidade VAC\_20 apresentou a ocorrência de uma cúpula de teto, ou *bell hole*. Marmitas foram observadas no piso da cavidade VAC\_07, depressões circulares denominadas alvéolos foram observadas nas cavidades VAC\_06, VAC\_19, VAC\_20 e VAC\_26. A figura 4.3.2.6.3-1 apresenta uma síntese das feições morfológicas observadas nas cavidades alvo do estudo.

**FIGURA 4.3.2.6.3 -1 - Síntese das feições morfológicas observadas nas cavidades alvo do projeto.**

## Morfologia

### Feições morfológicas - SAM Metais/Barragem do Rio Vacaria



Quanto às estruturas geológicas citadas pela IN MMA N° 2 08/2017, foram observados alguns elementos estruturais que condicionam a morfologia de seis cavidades (VAC\_07, VAC\_11, VAC\_19, VAC\_20, VAC\_23 e VAC\_26). Estas se resumem a atitude da foliação do metadiamicrito e fraturas de origem tectônica.

#### 4.3.2.7- Atributos relacionados aos geossistemas- Enfoque Local

##### 4.3.2.7.1 - Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico

Conforme a Tabela II, componente do Anexo I da IN MMA N° 2 08/2017, este atributo contempla a *“Influência da cavidade sobre as demais estruturas e funções do sistema cárstico, inclusive sua importância para a manutenção da estabilidade estrutural do sistema (ex.: subsidências)”*.

Entretanto, como citado anteriormente, estas cavidades não se inserem em um contexto carbonático, e, portanto, as especificidades hidrogeológicas do carste não se aplicam a área onde estão localizadas as oito cavidades alvo deste estudo de valoração.

##### 4.3.2.7.2 - Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância Máxima

Nenhuma das cavidades estudadas foi avaliada como de máxima relevância.

#### 4.3.2.8- Atributos histórico-culturais e socioeconômicos- Enfoque Local

##### 4.3.2.8.1 - Reconhecimento de valor estético/cênico da cavidade

Não há reconhecimento de valores paisagísticos ou subterrâneos nas cavidades amostradas, já que se trata de cavidades de pequenas dimensões, provenientes da

atuação de agentes espeleogenéticos de remoção, e não dissolução, o que resulta em um ambiente pouco atrativo do ponto de vista estético.

#### **4.3.2.8.2 - Visitação pública na cavidade**

Não há indícios de visitação pública nas cavidades alvo deste estudo de relevância.

#### **4.3.2.9 - Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola - Enfoque Regional**

##### **4.3.2.9.1- Presença de composição singular de fauna**

A IN MMA N° 2 08/2017 considera, para este atributo, o conceito “ocorrência de populações estabelecidas de espécies de grupos pouco comuns ao ambiente cavernícola”. Nenhuma cavidade estudada foi configurada neste atributo. As cavernas estudadas apresentaram estrutura e composição típicas de ambientes subterrâneos, zonas iluminadas e zonas de ecótono, não sendo registradas populações de grupos pouco comuns a esse ambiente.

##### **4.3.2.9.2 - Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade**

A IN MMA N° 2 08/2017 prevê para este atributo “especificidade ou endemismo dos elementos bióticos identificados na cavidade, se comparados àqueles também encontrados nas cavidades da mesma unidade espeleológica” sob enfoque regional. Foram consideradas as cavernas estudadas no presente estudo, cujas identificações foram pareadas (morfótipos), permitindo uma comparação efetiva. Pela análise de similaridade, verificou-se que a cavidade VAC\_25 apresentou maior dissimilaridade na composição faunística em relação às demais cavernas estudadas, possuindo um conjunto diferenciado de espécies; ademais, 62% das morfoespécies registradas nesta cavidade não foram encontradas em outras cavidades. Embora elementos endêmicos não tenham sido detectados, a caverna foi configurada para o atributo devido à especificidade dos elementos bióticos registrados.

##### **4.3.2.9.3 - Riqueza de espécies**

Este atributo, segundo a IN MMA N° 2 08/2017, refere-se à “estimativa do número de espécies presentes na caverna”. A IN MMA N° 2 08/2017 também indica, no seu Art.15 §7, que “as variáveis dos atributos “Riqueza de espécies” e “Diversidade de espécies” deverão ser definidas comparando-se com outras cavidades naturais subterrâneas da mesma litologia sob enfoque local”.

A riqueza absoluta obtida para cada caverna foi utilizada na avaliação do atributo. Para comparação, foram incorporados na análise os dados de riqueza de 27 cavernas inseridas na mesma litologia (metadiamicrito) localizadas na mesma unidade geomorfológica (Complexo Minerário - Bloco 08; IC Ambiental, 2015). A amostra de riqueza utilizada para os cálculos encontra-se no ANEXO 7. Para o conjunto de dados, foram obtidos a média e desvio padrão. Foram consideradas cavidades com riqueza média aquelas com a riqueza dentro do intervalo da média  $\pm$  desvio padrão; riqueza alta, acima desse intervalo de valores; riqueza baixa, abaixo desse intervalo de valores.

A média obtida foi de  $32 \pm 14$ . Dessa forma, cavernas com riqueza maior que 46 espécies foram classificadas como possuindo alta riqueza (VAC\_20, VAC\_23 e VAC\_25) e cavernas com riqueza entre 18 e 46 espécies como de riqueza média (VAC\_06, VAC\_07, VAC\_11, VAC\_19 e VAC\_26) (QUADRO 4.3.2.9.3-1). Nenhuma das cavernas estudadas apresentou menos de 18 espécies (riqueza baixa).

**QUADRO 4.3.2.9.3-1-Riqueza obtida para as cavidades estudadas e sua respectiva classificação.**

Caverna	Riqueza	Classificação
VAC_06	44	Média
VAC_07	37	Média
VAC_11	27	Média
VAC_19	26	Média
VAC_20	63	Alta
VAC_23	52	Alta
VAC_25	60	Alta
VAC_26	41	Média

**4.3.2.9.4 - Diversidade de espécies**

O conceito apresentado pela IN MMA N° 2 08/2017 para o atributo é “medida da diversidade local da caverna (ou diversidade alfa), considerando a variedade (riqueza de espécies) e a abundância relativa de espécies (equitabilidade)”. Como citado para a riqueza, a IN MMA N° 2 08/2017 também indica, no seu Art.15 §7, que “as variáveis dos atributos "Riqueza de espécies" e "Diversidade de espécies" deverão ser definidas comparando-se com outras cavidades naturais subterrâneas da mesma litologia sob enfoque local”. Neste caso, não há dados de diversidade para as cavernas estudadas anteriormente localizadas na mesma unidade geomorfológica, ou seja, na mesma escala local (IC Ambiental, 2015). Salienta-se que o atributo diversidade foi incorporado na análise de valoração das cavernas apenas na IN MMA N° 2 08/2017, na qual ocorreu a revisão da metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas.

Para o conjunto de dados das cavernas estudadas, foram obtidos a média e desvio padrão. Foram consideradas cavidades com diversidade média aquelas com a diversidade dentro do intervalo da média  $\pm$  desvio padrão; diversidade alta, acima desse intervalo de valores; diversidade baixa, abaixo desse intervalo de valores.

A média obtida foi de  $2,062 \pm 0,431$ . Dessa forma, cavernas com  $H' > 2,493$  foram classificadas como possuindo alta diversidade (VAC\_06), cavernas com  $H'$  entre 1,631 e 2,493 espécies como de diversidade média (VAC\_07, VAC\_11, VAC\_20, VAC\_23, VAC\_26 VAC\_25) e cavernas com  $H' < 1,631$  como de diversidade baixa (VAC\_19) (QUADRO 4.3.2.9.4-1).

**QUADRO 4.3.2.9.4-1-Diversidade de espécies obtida para as cavidades estudadas e sua respectiva classificação.**

Caverna	H'	Classificação
VAC_06	2,555	Alta
VAC_07	2,128	Média
VAC_11	2,059	Média
VAC_19	1,133	Baixa
VAC_20	2,346	Média

Caverna	H'	Classificação
VAC_23	2,139	Média
VAC_25	2,293	Média
VAC_26	1,842	Média

#### 4.3.2.10 - Atributos relacionados à ocorrência de espécies - Enfoque Regional

##### 4.3.2.10.1 - Presença de espécie rara

Este atributo considera, de acordo com a IN MMA N° 2 08/2017, a “ocorrência de organismos representantes de espécies cavernícolas não-troglóbias com distribuição geográfica restrita e pouco abundante”. Nenhum táxon representante de espécies cavernícolas não-troglóbio foi identificado como raro, pelo que até o momento é conhecido sobre as espécies coletadas e considerando os níveis de identificação taxonômica alcançados.

##### 4.3.2.10.2- Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos

Troglóbios, de acordo com a IN MMA N° 2 08/2017, correspondem a “animais de ocorrência restrita ao ambiente subterrâneo”. Como já mencionado, não foram registrados organismos troglóbios no estudo realizado. Dessa forma, nenhuma caverna foi configurada neste atributo.

#### 4.3.2.11 - Atributos relacionados à Espeleometria - Enfoque Regional

##### 4.3.2.11.1 - Projeção Horizontal (PH)

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo PH quanto o enfoque regional é apresentado no quadro 4.3.2.11.1-1.

**QUADRO 4.3.2.11.1-1- Resultados obtidos para o atributo PH.**

Projeção Horizontal (m)			
Máxima	8*Med	>71,2	N/A
Alta	>P50	>8,9	VAC_11 e VAC_20
Média	P20 - P50	6,3-8,9	VAC_19 e VAC_26
Baixa	<P20	<6,3	VAC_06, VAC_07, VAC_23 e VAC_25

##### 4.3.2.11.2 - Área

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo Área quanto o enfoque regional é apresentado no quadro 4.3.12.2-1.

**QUADRO 4.3.2.11.2-1- Resultados obtidos para o atributo Área.**

Área (m²)			
Máxima	8*Med	>177,6	N/A
Alta	>P50	>22,2	VAC_06, VAC_07 e VAC_20
Média	P20 - P50	9,3-22,2	VAC_11 e VAC_26
Baixa	<P20	<9,3	VAC_19, VAC_23 e VAC_25

#### 4.3.2.11.3 - Desnível

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo Desnível do piso quanto o enfoque regional é apresentado no quadro 4.3.2.11.3-1.

**QUADRO 4.3.2.11.3-1- Resultados obtidos para o atributo Desnível.**

Desnível (m)			
Máxima	8*Med	>11,2	N/A
Alta	>P50	>1,4	VAC_11 e VAC_20
Média	P20 - P50	0,6-1,4	VAC_06, VAC_07, VAC_19 e VAC_26
Baixa	<P20	<0,6	VAC_23 e VAC_25

#### 4.3.2.11.4 - Volume

Os resultados da avaliação estatística proposta pela IN MMA N° 2 08/2017, para o atributo Volume quanto o enfoque regional é apresentado no quadro 4.3.2.11.4-1.

**QUADRO 4.3.2.11.4-1- Resultados obtidos para o atributo Volume.**

Volume (m³)			
Máxima	8*Med	>286,4	N/A
Alta	>P50	>35,8	VAC_06 e VAC_20
Média	P20 - P50	8,0-35,8	VAC_07, VAC_11, VAC_19, VAC_26
Baixa	<P20	<8,0	VAC_23 e VAC_25

#### 4.3.2.12 - Atributos relacionados à Hidrologia - Enfoque Regional

##### 4.3.2.12-1 - Presença de drenagem subterrânea

As cavidades VAC\_06 e VAC\_25 se desenvolvem sob um depósito de tálus, localizado no interior de drenagens intermitentes. Estes cursos d'água locais interceptam estas cavidades no período chuvoso, e a gênese das mesmas guardam relação com esta dinâmica sazonal.

##### 4.3.2.12-2 - Presença de lago

Na cavidade VAC\_25 foi observado um empoçamento em seu terço final, a jusante da drenagem intermitente que percorre a cavidade. Admite-se que este empoçamento deve se enquadrado como um "lago", dada à possibilidade da manutenção de uma atmosfera com maior taxa de umidade relativa, e também da manutenção de um recurso que possibilita a instalação de comunidades bióticas.

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A RELEVÂNCIA DAS CAVERNAS

Considerando uma amostra total de 22 cavidades com desenvolvimento linear inferior a cinco metros, e o previsto no Art. 12, da IN MMA N° 2 08/2017, após a execução do levantamento topográfico foi realizado um diagnóstico físico e biótico nestas cavidades, a fim de averiguar as exceções (previstas nos incisos I, II, III e IV do referido Art.) que não permitiriam o enquadramento destas cavernas como de baixa relevância.

Entretanto, conforme apresentado no item 3.3 deste relatório técnico, nenhum destes atributos foi constatado nestas cavidades, permitindo assim a classificação das mesmas como de baixa relevância espeleológica, conforme apresentado no quadro 5.1.

**QUADRO 5.1 – Classificação de relevância para as cavidades com desenvolvimento linear inferior a cinco metros.**

Cavidade	Desenvolvimento Linear (m)	CLASSIFICAÇÃO DE RELEVÂNCIA
VAC_01	1,8	BAIXA
VAC_02	1,47	BAIXA
VAC_03	2,06	BAIXA
VAC_04	2,92	BAIXA
VAC_05	3,52	BAIXA
VAC_08	3,49	BAIXA
VAC_09	1,88	BAIXA
VAC_10	3,56	BAIXA
VAC_12	1,26	BAIXA
VAC_13	4,79	BAIXA
VAC_14	4,06	BAIXA
VAC_15	3,67	BAIXA
VAC_16	3,19	BAIXA
VAC_17	2,28	BAIXA
VAC_18	2,83	BAIXA
VAC_21	2,44	BAIXA
VAC_22	3,8	BAIXA
VAC_24	1,3	BAIXA
VAC_27	3,42	BAIXA
VAC_28	3,4	BAIXA
VAC_29	1,66	BAIXA
VAC_30	1,22	BAIXA

As oito cavidades com desenvolvimento linear superior a cinco metros foram alvo de diagnóstico geoespeleológico e bioespeleológico.

Conforme definido pelo Decreto Federal N° 6.640, todas estas cavidades foram submetidas ao método de avaliação apresentado pela IN MMA N° 2 08/2017, que propõe a adoção de presença e ausência de atributo para a definição de máxima relevância e a determinação de pesos (valores numéricos) para os atributos físicos, bióticos, cênicos, espeleométricos, de uso, arqueológicos e paleontológicos para a classificação de alta, média e baixa relevância.

Diante disso, são apresentados no quadro 5.1 os resultados obtidos pela classificação de relevância das oito cavidades com desenvolvimento linear superior a cinco metros, localizadas na área proposta à instalação da Barragem do rio Vacaria, pela SAM. A matriz de relevância detalhando todos os pesos conferidos aos atributos descritos no parágrafo anterior compõe o ANEXO 7.

**QUADRO 5.1 – Classificação de relevância para as cavidades com desenvolvimento linear superior a cinco metros.**

Cavidade	Pontuação Escala Local	Pontuação Escala Regional	Qtd Grupos Local	Importância Local	Qtd Grupos Regional	Importância Regional	CLASSIFICAÇÃO DE RELEVÂNCIA
VAC_06	430	420	3	Significativa	3	Acentuada	ALTA
VAC_07	490	260	4	Acentuada	2	Acentuada	ALTA
VAC_11	430	350	3	Significativa	2	Acentuada	ALTA
VAC_19	295	230	2	Significativa	1	Significativa	MÉDIA
VAC_20	780	420	5	Acentuada	2	Acentuada	ALTA
VAC_23	330	120	3	Significativa	1	Significativa	MÉDIA
VAC_25	130	380	1	Significativa	2	Acentuada	ALTA
VAC_26	380	300	3	Significativa	2	Acentuada	ALTA

Cabe contextualizar que no estudo protocolado junto ao EIA a cavidade VAC\_19, pelos motivos mencionados no item 2.3.1 deste documento, ainda não havia sido inserida nas análises. Com a inclusão dos dados de diversidade da VAC-19, e adotando os critérios utilizados no relatório anterior, a média e desvio padrão da amostra para esse atributo mudaram, ou seja, o intervalo de valores para definir se a diversidade da caverna é baixa, média ou alta mudou.

Dessa forma, a caverna VAC-26 passou a ter diversidade média (anteriormente estava baixa). Essa mudança na valoração da diversidade alterou a pontuação nos cálculos de relevância e a caverna passou a ser classificada como de relevância alta.

Devido à ausência de classificação de relevância máxima, todas as cavernas poderão sofrer impactos irreversíveis mediante ações de compensação.

Em relação aos impactos negativos irreversíveis em cavidade natural subterrânea com grau de relevância alto, o empreendedor deverá compensar com 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 (Art. 4º, §1º do Decreto Federal N° 6.640), ou, conforme previsto no Art.4º §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”.

Estas formas de compensação já estão previstas na Instrução Normativa ICMBio N° 1 de 24 de janeiro de 2017, cujo Art. 5 A foi complementado pela Instrução Normativa ICMBio N° 4 de 20 de setembro de 2017.

No caso de impactos irreversíveis em cavidades de média relevância, o empreendedor deverá adotar medidas e financiar ações que contribuam para a conservação e o uso adequado do patrimônio espeleológico brasileiro, segundo o Art. 4°, §4° do Decreto Federal N° 6.640.

De acordo com o Art. 18 da IN MMA N° 2 08/2017, qualquer impacto negativo irreversível em cavidades deverá ser precedido de registro e armazenamento cartográfico e fotográfico, bem como de inventário e coleta de espeleotemas e elementos geológicos, paleontológicos e biológicos representativos do ecossistema cavernícola, compreendendo o resgate, transporte adequado e a destinação a coleções científicas institucionais.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alkmim F.F., Marshak S. (1998) Transamazonian orogeny in the São Francisco craton, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research* 90: 29-58.

Auler, A.S., 2005. O legado espeleológico de George Simmons. *O Carste* 17(3): 73-77.

Auler, A.S; Piló, L.B. 2005. Introdução às cavernas em minério de ferro e canga. *O Carste* 17(3): 70-72.

Auler, A.S; Piló, L.B. 2007. Aspectos morfológicos e evolução de cavernas em minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: II Encontro Brasileiro de Estudos do Instituto de Geociências, IG-USP. Caderno de Resumos, página 8.

BRANDT MEIO AMBIENTE, 2011. Estudo de Impactos Ambientais: Mapeamento de Potencialidade Espeleológica; Caminhamento Espeleológico; Caracterização Expedita das Cavidades do Bloco 8. Projeto Vale do Rio Pardo - Sul Americana de Metais. Nova Lima, MG.

BRANDT MEIO AMBIENTE, 2012. Estudo de Impactos Ambientais (EIA) - Complexo Minerário e Adutora. Módulo 06 - Anexo 26. Relatório de Prospecção Espeleológica nas Áreas de Estudo do Complexo Minerário e Adutora. Projeto Vale do Rio Pardo - Sul Americana de Metais. Nova Lima, MG.

BRANDT MEIO AMBIENTE, 2012b. Estudo de Impactos Ambientais (EIA) - Módulo 14 -Relatório Técnico Complementar. Relatório de Valoração de Cavidades. Projeto Vale do Rio Pardo - Sul Americana de Metais. Nova Lima, MG.

BRANDT MEIO AMBIENTE, 2013. Relatório Técnico Complementar. Estudo de Relevância de Cavidades - Complexo Minerário e Vale dos Gigantes. Projeto Vale do Rio Pardo - Sul Americana de Metais. Nova Lima, MG.

BRANDT MEIO AMBIENTE, 2013b. Relatório de Caracterização de Feições Exocársticas - Complexo Minerário. Projeto Vale do Rio Pardo Sul Americana de Metais. Nova Lima, MG.

BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014. Resposta ao Parecer Técnico Referente ao Processo 02001.000959/2010-41; Resposta ao Parecer de Espeleologia: PAR. 000287/2013 NLA/MG/IBAMA. Nova Lima, MG.

Bowden, D.J. 1980. Sub-laterite cave systems and other pseudo-karst phenomena in the humid tropics: The example of the Kasewe Hills, Sierra Leone. *Zeitschrift fur Geomorphologie* 24: 77-90.

Buchmann, F. S. C.; Caron, F; Lopes, R. P. & Tomazelli, L. J. 2003. Traços fósseis (paleotocas e crotovinas) da megafauna extinta no Rio Grande do Sul, Brasil: IN: 90 CONGRESSO DA ABEQUA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, Recife, PE, Anais ... cd-room.

Buchmann, F.S.C, 2014. Estudo Paleontológico Complementar com foco na ocorrência de Paleotocas na área de estudo do Projeto Vale do Rio Pardo. Projeto Vale do Rio Pardo - Sul Americana de Metais. Nova Lima, MG

CARMO, F. F.; CARMO, F. F.; LELES, B. P.; JACOBI, C. M. Primeiros Registros de Cavernas Ferruginosas no Norte de Minas. SBE Notícias - Boletim eletrônico da Sociedade Brasileira de Espeleologia. Ano 5, nº 163, 2010. Campinas. 412

CARMO, F. F.; CARMO, F. F.; BUCHMANN, F. S.; FRANK, H. T.; JACOBI, C. M. Primeiros registros de paleotocas desenvolvidas em formações ferríferas, Minas Gerais, Brasil. Anais do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia, Ponta Grossa, PR, 21 a 24 de julho de 2011: 531-540.

CARMO, F. F.; CARMO, F. F.; SALGADO, A. A. R.; JACOBI, C. M. Novo sítio espeleológico em sistemas ferruginosos, no vale do rio Peixe Bravo, Norte de Minas Gerais, Brasil. Espeleo-Tema, 2011. 22(1): 25-39.

CARMO, F.F. Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais. 2010. 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

CODEMIG, 2012. Projeto Criação de Banco de Dados Geográfico para os Mapas Geológicos do Projeto Espinhaço, Minas Gerais. Mapa Geológico Folha Padre Carvalho - SE.23-X-B-II. Escala 1:100.000. SIG.

Colwell, R.K. 2013. EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide).

Dorr, J.N. 1964. Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. Economic Geology 59: 1203-1240.

Dutra, G.M. 2002. Geoespeleologia das cavernas do Inficionado – Minas Gerais, Brasil. Speleo Brazil 2002. CD-Rom.

Ferreira, R.L. 2000. Lixeiras de formigas: recursos adicionais em sistemas cavernícolas? O Carste, 12(3): 154-158.

Ferreira, R.L., Martins, V.M., Paixão, E.R., Silva, M.S. 2015. Spatial and temporal fluctuations of the abundance of Neotropical cave-dwelling moth *Hypena* sp. (Noctuidae, Lepidoptera) influenced by temperature and humidity. Subterranean Biology 16: 47–60.

Ferreira, R.L. ; Cardoso, R.C. ; Souza-Silva, M. 2016. Composição, riqueza e diversidade de invertebrados em cavernas de Dianópolis (TO). Revista Brasileira de Espeleologia, v:1-18.

Gardner, A. L. 2007. Mammals of South America, Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, And Bats. Alfred L. Gardner, Editor. The University of Chicago Press Chicago And London. 690p.

Gnaspini, P. 1996. Population ecology of *Goniosoma spelaeum*, a cavernicolous harvestman from Southeastern Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). Journal of Zoology 239: 417-435

Gnaspini, P. 2012. Guano Communities. In: Encyclopedia of caves. Culver DC, White WB (eds). 2nd ed. Elsevier Press, Amsterdam, pp 357-364.

Gomes, A.M.E.; Silva, M.S.; Ferreira, R.L. 2018. Ecossistemas Subterrâneos do Vale do Rio Peixe Bravo. In: Flávio Fonseca do Carmo; Luciana Hiromi Yoshino Kamino. (Org.). O Vale do Rio Peixe Bravo: Ilhas de Ferro no Sertão Mineiro. 1ed. Belo Horizonte: 3i Editora Ltda, v. 1, p. 188-207.

Guimarães, M.M.; Ferreira, R.L. 2014. Morcegos cavernícolas do Brasil: novos registros e desafios para conservação. *Revista Brasileira de Espeleologia*, 2(4): 1-33.

Hammer, Ø; Harper DAT; Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1). [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). Acessado em 01/10/2018.

IC Ambiental, 2015. Consolidação dos Estudos Espeleológicos do Estudos de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto Vale do Rio Pardo - Estados de Minas Gerais e Bahia. Volume II. Belo Horizonte, MG.

Iniesta, L.F.M.; Ázara, L.N.; Souza-Silva, M.; Ferreira, R.L. 2012. Biodiversidade em seis cavernas no Parque Estadual do Sumidouro (Lagoa Santa, MG). *Revista Brasileira de Espeleologia*, 2: 18-37.

López-Baucells, A.L.; Rocha, R.; Bobrowiec, P.; Bernard, E; Palmeirim, J. & Meyer, C. 2016. *Field Guide to Amazonian Bats*. Manaus: Editora INPA. 168p.

Lim, B. K. & Engstrom, M.D. 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan Subregion: Implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 10: 613-657p.

Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell Science, 256p.  
Mahnert, V. 2001. Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida, Pseudoscorpiones) from Brazil. *Revue Suisse de Zoologie*, 108(1): 95-148.

Marshak S., Alkmim F.F. (1989) Proterozoic contraction/extension tectonics of the southern São Francisco craton region, Minas Gerais, Brasil. *Tectonics* 8: 551-571.

McFarlane, M.J.; Twidale, C.R. 1987. Karstic features associated with tropical weathering profiles. *Zeitschrift fur Geomorphologie Suppl. Bd* 64: 73-95.

Moras, L.M.; Gomes, A. M.; Tavares, V.C. 2015. Distribution and taxonomy of the common big-eared bat *Micronycteris microtis* (Chiroptera: Phyllostomidae) in South America. *Mammalia*, 4: 1-9.

Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, and H. Wagner. 2016. Package "vegan". R package ver. 2.4–1:264.

Paglia, A.P., G.A.B. Fonseca, A.B. Rylands, G. Herrmann, L.M.S. Aguiar, A.G. Chiarello, Y.L.R. Leite, L.P. Costa, S. Siciliano, M.C.M. Kierulff, S.L. Mendes, V.C. Tavares, R.A. Mittermeier and J.L. Patton. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. *Occasional Papers in Conservation Biology* 6: 1-76.

Palmer, A. N. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*. 103:1-21

Piló, L.B.; Auler, A. S. 2005. As cavernas em minério de ferro e canga de Capão Xavier, Quadrilátero Ferrífero, MG. *O Carste* 17(3): 93-105.

Piló, L.B.; Auler, A.S.; Ferreira, R.L.; Baeta, A.M.; Piló, H.M.D. 2005. Estudos espeleológicos na área da mina de minério de ferro Capão Xavier - MBR, Nova Lima, MG. Relatório inédito, 268 p.

Piló, L. B. & Auler, 2006. Estudos geoespeleológicos na mina do Pico do Itabirito, MG. Minerações Brasileiras Reunidas - MBR. Relatório Inédito, 380p.

Pinheiro, R.V.L.; Henriques, A.L.; Silveira, L.T.; Maurity, C.W. 1985. *Considerações Preliminares sobre a Espeleologia da Serra dos Carajás (PA)*. Grupo Espeleológico Paraense. Relatório inédito, 38p.

Pinto-da-Rocha R (1995) Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). *Papéis Avulsos de Zoologia* 39 (6): 61 – 173.

R Development Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing.

Reis, N.R.; Peracchi, A.L.; Pedro, W. A. & Lima, I. P. 2007. *Morcegos do Brasil*. Londrina PR. 253p.

Reis, N.R.; Peracchi, A.L., Pedro, W.A. & Lima, I.P., 2011. *Mamíferos do Brasil*. 2ª Ed. Londrina, PR. 439p.

Silva, M.S.; Bernardi, L.F.O.; Ferreira, R.L. 2005. Caracterização sistêmica da gruta da Lavoura (Matozinhos, MG): aspectos topoclimáticos, tróficos e biológicos. *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Espeleologia*. Campinas. Sociedade Brasileira de Espeleologia, 109-115.

Silva, M. S; R. P. Martins & R. L. Ferreira. 2011. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Biodiversity and Conservation*, 20(8): 1713 - 1729.

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

Tavares V. C., Aguiar, L. M. S.; Perini, F. A.; Falção, F. C.; Gregorin, R. 2010. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brasil. *Chiroptera Neotropical*. 16(1): 150 - 152.

Trajano E. & M. A. Bichuette. 2006. *Biologia Subterrânea*. 1. ed. São Paulo: Redespeleo Brasil, v. 1. 92 p.

Trajano E. & M. A. Bichuette. 2009. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. *Subterranean Biology*, 7 1-16.

Vilela, F.T., 2010. Caracterização de metadiamictitos ferruginosos da formação Nova Aurora (Grupo Macaúbas, Orógeno Araçuaí) a oeste de Salinas, MG. Universidade Federal de Minas Gerais. I.G.C. Departamento de Geologia. Dissertação de Mestrado.

Zeppelini, D.; Queiroz, G.C.; Abrantes, E.A. ; Bellini, B.; Medeiros, E.; Oliveira, E. P. ; Silveira, T.C.; Neves, A.C.R.; Soares, A.F.; Godeiro, N.N.; Oliveira, F.G.L. ; Santos-Rocha, I.M.; Meneses, L.F.; Mendonca, M.C. 2013. Diversity of Collembola

(Arthropoda; Hexapoda) across phytogeographic domains in Brazil. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5: 176-184.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1 – AUTORIZAÇÃO DE MANEJO DE FAUNA**



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - SEMAD

**AUTORIZAÇÃO DE MANEJO DE FAUNA Nº SPP 010/2018**

PROCESSO SEMAD Nº FOB 1321386/2017	FCE de referência: S296298/2017	VALIDADE: 05/03/2019		
ATIVIDADE:	INVENTARIAMENTO ( X )	RESGATE/SALVAMENTO ( )	MONITORAMENTO ( )	
AUTORIZAÇÃO:	CAPTURA ( X )	COLETA ( X )	TRANSPORTE ( X )	
RECURSOS FAUNÍSTICOS:				
AVES ( )	ANFÍBIOS ( )	RÉPTEIS ( )	MAMÍFEROS ( X )	INVERTEBRADOS ( X )
EMPREENHIMENTO: Projeto Ferro Vale do Rio Pardo Lavra e beneficiamento de minério de ferro a céu aberto				
EMPREENDEDOR: SUL AMERICA DE METAIS S/A CNPJ: 08.289.492/0001-99 ENDEREÇO: Avenida Fioripes Crispim, nº 1.287, Lote 141E, Quadra 11, Bairro Novo Panorama - CEP: 309.560-000, Belo Horizonte - MG				
CONSULTORIA RESPONSÁVEL PELA ATIVIDADE: Brandt Meio Ambiente Ltda. CNPJ: 71.061.162/0001-88 ENDEREÇO: Alameda Ingá, Nº 89, bairro Vale do Sereno, CEP 304.006-042, Nova Lima - MG				
COORDENADOR GERAL DA ATIVIDADE: Felipe Moraes Borges REGISTRO DE CLASSE: CRBio 87049/04-D CTF: 4067980				
EQUIPE TÉCNICA		FUNÇÃO	REGISTRO DE CLASSE	CTF
Renata de Andrade		Elaboração do documento	CRBio 51701/01-D	1969490
Daniele Pedrosa de Oliveira		Inventariamento de Mamíferos Voadores	CRBio 57873/04-D	3310627
Juliana Mascarenhas Veloso		Inventariamento de Invertebrados	CRBio 49369/04-D	1920539
Reginaldo Fernandes Marins		Auxiliar de Campo	RG MG-13.423.514	-
Paulo Leite da Silva		Auxiliar de Campo	RG MG-13.946.084	-
Cleovani Cleivison Santana		Auxiliar de Campo	RG MG-15.156.550	-
Gilson Fernandes Marina		Auxiliar de Campo	RG MG-12.908.952	-
Nilson Geraldo do Nascimento		Auxiliar de Campo	RG MG-7.347.066	-
LOCAL E DATA DE EMISSÃO		ASSINATURA DO RESPONSÁVEL PELA AUTORIZAÇÃO		
SUPPRI				
Belo Horizonte, 05 de março de 2018.		Rodrigo Ribas Superintendente de Projetos Prioritários MASP: 1220634-E		



**DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES:**

A presente autorização tem como objetivo autorizar a coleta de indivíduos da bioespeleologia para o inventariamento da diversidade da fauna cavernícola (mastofauna voadora e entomofauna), realizando assim um diagnóstico, obtendo-se métricas de diversidade como riqueza, abundância e composição de espécies ocorrentes nas cavernas do local, discutir sobre os processos ecológicos atuantes na comunidade bioespeleológica que se relacionam ao empreendimento e propor medidas e ações de manejo e gestão da biodiversidade para mitigação de impactos negativos; dar prosseguimento ao processo de licenciamento ambiental do empreendimento e fornecer material biológico para coleções científicas.

Os indivíduos coletados serão encaminhados para a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) / Coleção de Mamíferos do Centro de Coleções Taxonômicas; para a Coordenadoria de Ciência, Tecnologia e Insumos estratégicos de Saúde / Instituto Butantan / Laboratório de Espécies de Coleção Zoológica; para a UFLA / Departamento de Biologia - Setor de Zoologia;

**ÁREAS AMOSTRAIS:**

Área do empreendimento: Complexo minerário (Mina do Bloco 8), adutora e a barragem Vacaria, localizado nos municípios de Grão Mogol, Padre Carvalho, Fruta do Leite e Josenópolis - MG.

**PETRECHOS:**

Pincel redondo fino número 0 e 2; pinça anatômica histológica de ponta fina (14 ou 20 cm); microtubos de centrifugação do tipo Eppendorf, graduado (1,5 ml) com tampa de pressão lisa; tubo Falcon de polipropileno de tampa rosqueável, graduado (15 ou 50 ml); álcool 70%; Câmera Fotográfica, Papel vegetal, caneta nanquim; Puçá com haste extensíveis de 1 e 2,5 metros com raio de circunferência de 60 e 40 centímetros; rede de neblina; Luva de raspa; saco de pano; paquímetro de precisão; Balança Pesola média (100 e 300 gramas); Bombona plástica de 5 litros de tampa removível; Substância para eutanásia (Tiopental); seringas, algodão, luva cirúrgica.

**Notas:**

- 1 - Esta autorização não dispensa nem substitui a obtenção, pelo requerente, de anuências, certidões, alvarás, licenças e autorizações de qualquer natureza, exigidos pela legislação federal, estadual ou municipal;
- 2 - Esta autorização não permite:
  - 2.1 - Captura/Coleta/Transporte/Soltura da fauna acompanhante em área particular sem o consentimento do proprietário;
  - 2.2 - Captura/Coleta/Transporte/Soltura da fauna acompanhante em unidades de conservação federais, estaduais, distritais e municipais, salvo quando acompanhadas da anuência do órgão administrador competente da UC;
  - 2.3 - Coleta/Transporte de espécies listadas na Instrução Normativa MMA N° 03/2003 e anexos CITES, bem como as INs MMA N° 05/2004 e 52/2005;
  - 2.4 - Coleta/Transporte de espécies listadas na Deliberação Normativa COPAM N° 147/2010;
  - 2.5 - Coleta de material biológico por técnicos não listados nesta autorização;
  - 2.6 - Exportação de material biológico;
  - 2.7 - Acesso ao patrimônio genético, nos termos da regulamentação constante na Medida Provisória N° 2.186-16/2001;
- 3 - O pedido de renovação, caso necessário, deverá ser protocolado 90 dias antes de expirar o prazo de validade desta autorização;
- 4 - A SUPPRI, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta autorização, sem prejuízo das demais sanções previstas em lei, caso ocorra:
  - a) Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;
  - b) Omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da presente autorização;
  - c) Superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.
- 5 - É crime a apresentação de estudo ou relatório total ou parcialmente falso ou enganoso, inclusive por omissão, conforme Art. 69-A da Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

**CONDICIONANTES ESPECÍFICAS:**

- 1 - Animais a serem sacrificados, deverão ser eutanasiados por biólogo capacitado ou veterinário, com apresentação do laudo de eutanásia nos relatórios parciais anuais.
- 2 - Apresentar, em até 60 dias após o vencimento desta autorização:
  - a) relatório final consolidado das atividades realizadas, incluindo anexo fotográfico
  - b) anexo digital com lista dos dados brutos contendo a identificação individual dos animais capturados, data e local de captura e soltura georreferenciados;
- 3 - Apresentar declaração de recebimento das Instituições depositárias do material biológico, contendo a relação dos espécimes recebidos e, se possível, o número de tomo dos exemplares.

216339



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - SEMAD

### AUTORIZAÇÃO DE MANEJO DE FAUNA Nº SPP.030/2019



PROCESSO SEMAD Nº  
FOB 1321386/2017

FCE de referência: S296298/2017

VALIDADE:  
13/09/2020

ATIVIDADE: INVENTARIAMENTO ( X ) RESGATE/SALVAMENTO ( ) MONITORAMENTO ( )

AUTORIZAÇÃO: CAPTURA ( X ) COLETA ( X ) TRANSPORTE ( X )

**RECURSOS FAUNÍSTICOS:**

AVES ( ) ANFÍBIOS ( ) RÉPTEIS ( ) MAMÍFEROS ( ) QUIRÓPTEROS ( X ) INVERTEBRADOS ( X )

**EMPREENDIMENTO:** Projeto Ferro Vale do Rio Pardo  
Lavra e beneficiamento de minério de ferro a céu aberto

**EMPREENDEDOR:**

SUL AMERICA DE METAIS S/A  
CNPJ: 08.289.492/0001-99  
ENDEREÇO: Avenida Floripes Crispim, nº 1.287, Lote 141E, Quadra 11, Bairro Novo Panorama - CEP: 309.560-000  
Belo Horizonte - MG

**CONSULTORIA RESPONSÁVEL PELA ATIVIDADE:**

Brandt Meio Ambiente Ltda  
CNPJ: 71.061.162/0001-88  
ENDEREÇO: Alameda Ingá, Nº 89, bairro Vale do Sereno, CEP 304.006-042, Nova Lima - MG

**COORDENADOR GERAL DA ATIVIDADE:**

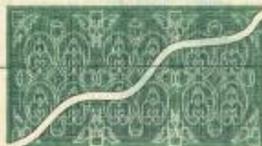
Felipe Moraes Borges

REGISTRO DE CLASSE: CRBio 87049/04-D CTF: 4067980

EQUIPE TÉCNICA	FUNÇÃO	REGISTRO DE CLASSE	CTF
Renata de Andrade	Coordenadora geral de Bioespeleologia; Inventário de fauna cavernícola	CRBio 51701/01-D	1969490
Daniele Pedrosa de Oliveira	Inventário de fauna cavernícola; Coordenadora de Chiroptera	CRBio 57873/04-D	3310627
Juliana Mascarenhas Veloso	Inventário de fauna cavernícola; Coordenadora de Invertebrados	CRBio 49369/04-D	1920539
Pedro Bernardes Machado	Ecólogo/Espeleólogo Auxílio nas atividades de campo	MG 13503088 SSP/MG	5996264
Paulo Leite da Silva	Auxiliar de Campo	MG 13946084 SSP/MG	
Reginaldo Fernandes Marins	Auxiliar de Campo	MG 13423514 SSP/MG	
Maurício da Silva Correa	Auxiliar de Campo	MG 6076438 SSP/MG	
Reinaldo Alex Bastos	Auxiliar de Campo	MG 11745218 SSP/MG	

**LOCAL E DATA DE EMISSÃO  
SUPPRI**

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2019



**ASSINATURA DO RESPONSÁVEL PELA AUTORIZAÇÃO**

Rodrigo Ribas  
Superintendente de Projetos Prioritários  
MASP-4220634-3

FEAM  
FUNDAÇÃO ESTADUAL  
DE MEIO AMBIENTE

IEF  
INSTITUTO ESTADUAL  
DE FLORESTAS

**DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES:**

A presente autorização tem como objetivo autorizar a coleta de indivíduos da bioespeleologia para o inventariamento da diversidade da fauna cavernícola (mastofauna voadora e entomofauna), realizando assim um diagnóstico, obtendo-se métricas de diversidade como riqueza, abundância e composição de espécies ocorrentes nas cavernas do local, discutir sobre os processos ecológicos atuantes na comunidade bioespeleológica que se relacionam ao empreendimento e propor medidas e ações de manejo e gestão da biodiversidade para mitigação de impactos negativos;

**DESTINAÇÃO DO MATERIAL:**

O material recebido será tombado nas seguintes coleções, conforme cartas de aceite no processo:

- Invertebrados Subterrâneos: Coleção de Invertebrados Subterrâneos da Universidade Federal de Lavras (ISLA – UFLA) – Lavras/MG. Curador: Prof. Dr. Rodrigo Lopes Ferreira.
- Invertebrados (Ordem Araneae e Diplopoda): Coleção de Aracnídeos e Miriápodes do Laboratório Especial de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan (IBSP). Curador: Prof. Dr. Antônio Domingos Brescovit.
- Invertebrados (Collembola): Coleção de Referência de Fauna de Solo – Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba. Curador: Prof. Dr. Douglas Zeppelini.
- Quiropterofauna: Coleção de Mamíferos do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG. Curador: Prof. Dr. Fernando A. Perini

**ÁREAS AMOSTRAIS:**

Cavidade Natural Subterrânea **AB-VAC 19**, localizada nas Coordenadas UTM, fuso 23K, **757023 E / 8209654 N**.

**PETRECHOS:** Pincel redondo fino número 0 e 2; pinça anatômica histológica de ponta fina (14 ou 20 cm); microtubos de centrifugação do tipo Eppendorf, graduado (1,5 ml) com tampa de pressão lisa; tubo Falcon de polipropileno de tampa rosqueável, graduado (15 ou 50 ml); álcool 70%; Câmera Fotográfica; Papel vegetal, caneta nanquim; Puçá com haste extensíveis de 1 e 2,5 metros com raio de circunferência de 60 e 40 centímetros; rede de neblina; Luva de raspa; saco de pano; paquímetro de precisão; Balança Pesola média (100 e 300 gramas); Bombona plástica de 5 litros de tampa removível; Substância para eutanásia (Tiopental); seringas, algodão, luva cirúrgica.

**Notas:**

1 - Esta autorização não dispensa nem substitui a obtenção, pelo requerente, de anuências, certidões, alvarás, licenças e autorizações de qualquer natureza, exigidos pela legislação Federal, Estadual ou Municipal;

2 - Esta autorização não permite:

2.1 - Captura/Coleta/Transporte/Soltura da fauna acompanhante em área particular sem o consentimento do proprietário;

2.2 - Captura/Coleta/Transporte/Soltura da fauna acompanhante em unidades de conservação federais, estaduais, distritais e municipais, salvo quando acompanhadas da anuência do órgão administrador competente da UC;

2.3 - Coleta/Transporte de espécies listadas na Instrução Normativa MMA N° 03/2003 e anexos CITES, bem como as INs MMA N° 05/2004 e 52/2005;

2.4 - Coleta/Transporte de espécies listadas na Deliberação Normativa COPAM N° 147/2010;

2.5 - Coleta de material biológico por técnicos não listados nesta autorização;

2.6 - Exportação de material biológico;

2.7 - Acesso ao patrimônio genético, nos termos da regulamentação constante na Medida Provisória N° 2.186-16/2001;

3 - O pedido de renovação, caso necessário, deverá ser protocolado 90 dias antes de expirar o prazo de validade desta autorização;

4 - A SUPPRI, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta autorização, sem prejuízo das demais sanções previstas em lei, caso ocorra:

a) Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;

b) Omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da presente autorização;

c) Superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.

5 - É crime a apresentação de estudo ou relatório total ou parcialmente falso ou enganoso, inclusive por omissão, conforme Art. 69-A da Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

**CONDICIONANTES ESPECÍFICAS:**

1 - Animais a serem sacrificados, deverão ser eutanasiados por biólogo capacitado ou veterinário, com apresentação do laudo de eutanásia nos relatórios parciais anuais.

2 - Apresentar, em até 60 dias após o vencimento desta autorização:

a) relatório final consolidado das atividades realizadas, incluindo anexo fotográfico

b) anexo digital com lista dos dados brutos contendo a identificação individual dos animais capturados, data e local de captura e soltura georreferenciados;

3 - Apresentar declaração de recebimento das Instituições depositárias do material biológico, contendo a relação dos espécimes recebidos e, se possível, o número de tomo dos exemplares.

350436

**ANEXO 2 – AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DAS  
CAVIDADES LOCALIZADAS NA ADA + AID PROPOSTA  
PARA INSTALAÇÃO DA BARRAGEM DE VACARIA**

**ANEXO 3 – RELATÓRIO DE PROSPECÇÃO  
ESPELEOLÓGICA DA ÁREA PROPOSTA A  
INSTALAÇÃO DA BARRAGEM DO RIO VACARIA**

**ANEXO 4 – MAPAS TOPOGRÁFICOS DAS 30  
CAVIDADES**

**ANEXO 5 – CARACTERIZAÇÃO EXPEDITA DE  
CAVIDADES ALVO DE RELEVÂNCIA -  
BIOESPELEOLOGIA**

## VAC\_06

Caverna de tálus em calha de drenagem, com duas entradas maiores e opostas (Figura 1 A). A vegetação de entorno corresponde à Savana descaracterizada em estado de regeneração. Durante as visitas a drenagem encontrava-se seca. Os substratos estavam praticamente secos em ambas as campanhas, levemente úmido em região recoberta por sedimento terrígeno e material vegetal e pontual sob pequeno bloco na campanha úmida; não foram observados gotejamentos ou outras feições hídricas. Nesta caverna ocorre incidência de luz em praticamente toda sua área. O piso é rochoso, ocorrendo poucos seixos e cascalhos esparsos. A oeste, o piso é inclinado e recoberto por sedimento terrígeno e detrito/material vegetal (ex. folhas e galhos); nesta região, o piso inclinado favorece a ocorrência de material do meio externo (Figura 1 B). Raízes foram registradas embaixo de pequeno bloco, em local mais úmido. Nas duas campanhas foram registradas fezes pontuais de lagarto (Figura 1 C); na campanha seca, foram avistadas fezes de roedor (Figura 1 D). Foram observados pequenos ninhos de vespas no teto da caverna. Um ninho de roedor abandonado foi registrado em parede. Foram encontrados ninhos de himenópteros esparsos no teto, alguns vazios.

**Figura 1. A. Caverna VAC\_06. B. Região inclinada com sedimento terrígeno e detrito/material vegetal. C. Fezes de lagarto. D. Fezes de roedor.**



## VAC\_07

Pequena caverna localizada em encosta inclinada, em média vertente (Figura 2 A). A vegetação de entorno corresponde à Floresta Estacional Semidecidual. O piso, ascendente em direção ao fundo da caverna, é predominantemente rochoso, ocorrendo acúmulo de sedimento fino em cantos e depressões. Nesta caverna ocorre incidência de luz em praticamente toda a sua área (zona de entrada). Os substratos encontravam-se secos em ambas as campanhas e não foram observados pontos de gotejamentos ou outras feições hídricas. Material e detrito vegetal pouco abundante

encontravam-se principalmente na região contígua à entrada; mais internamente, foram registrados pontos esparsos e pequenos acúmulos de detrito animal (restos de insetos e fezes). Nesta caverna foram observadas fezes de roedor, vertebrado insetívoro, lagarto e tamanduá (Figura 2 C), na sua maioria antigas. Guano de morcego insetívoro (pontos esparsos e pequena mancha) foi encontrado em ambas as campanhas (Figura 2 B); pontos de guano hematófago foram registrados na campanha seca (Figura 2 D). Uma carcaça antiga de roedor foi encontrada na campanha úmida (Figura 2 E). Ninhos de himenópteros vazios foram registrados no teto. Durante as visitas havia uma colmeia de abelhas arapuás fora da caverna, na parede próxima à entrada.

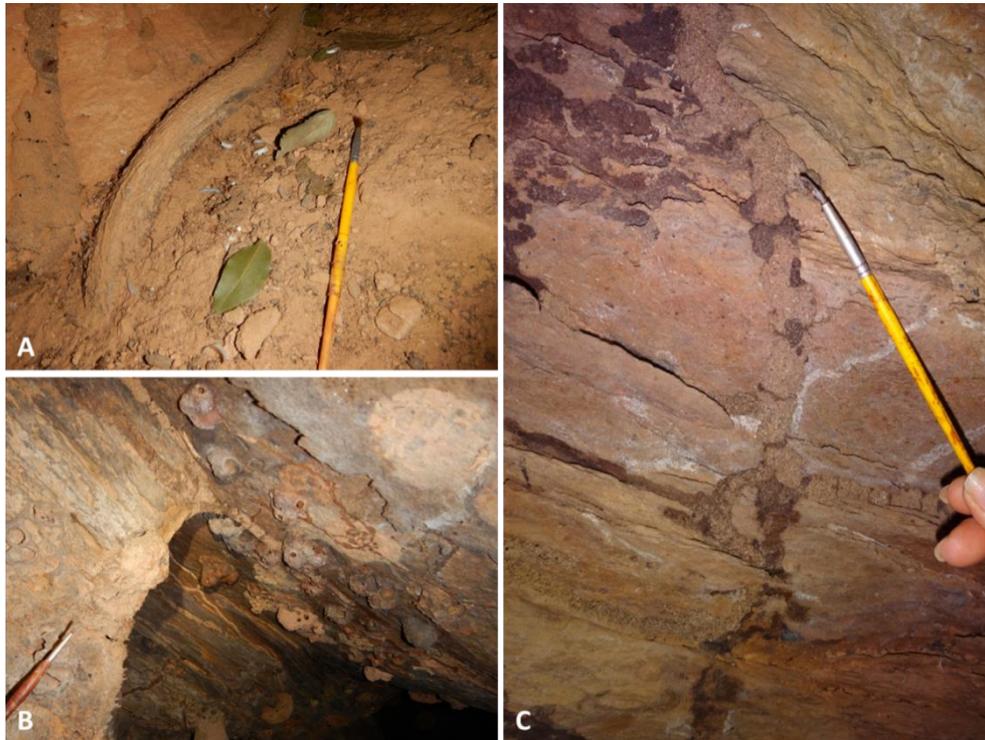
**Figura 2. A. Entrada da caverna VAC\_07. B. Piso com detrito esparsos e pontos de guano de morcego insetívoro (centro). C. Fezes de tamanduá. D. Pontos de guano de morcego hematófago. E. Carcaça de roedor.**



## VAC\_11

Pequena caverna localizada em encosta inclinada, em alta vertente. A vegetação de entorno corresponde à Savana Arborizada. O piso, ascendente em direção ao fundo da caverna, é predominantemente recoberto por sedimento fino (areia) e seixos. A caverna é predominantemente formada por zona de entrada; região de penumbra é encontrada em pequeno conduto à leste da caverna. Os substratos encontravam-se secos em ambas as campanhas e não foram observados pontos de gotejamentos ou outras feições hídricas. Material vegetal (constituído por folhas secas) e detrito (vegetal e animal - restos de insetos) pouco abundantes encontravam-se esparsamente distribuídos (Figura 3 A). Algumas raízes de calibre mais grosso adentram a caverna horizontalmente pela entrada, ocorrendo feixes superficiais mais internamente (Figura 3 A). Foram observadas fezes de roedor e de tamanduá antigas em ambas as campanhas. Pegadas de roedor também foram avistadas. Alguns ninhos de himenópteros vazios foram registrados no teto (Figura 3 B), assim como caminhos de cupins ativo (Figura 3 C).

**Figura 3. A. Raiz, material vegetal e detrito no piso da caverna VAC-11. B. Ninhos de himenópteros no teto. C. Caminho de cupins.**



#### **VAC-19**

Pequena caverna localizada em encosta inclinada, em média vertente. A vegetação de entorno corresponde à Floresta Estacional Semidecidual. O piso, levemente ascendente em direção ao fundo da caverna, é recoberto predominantemente por sedimento fino. Ocorre incidência de luz em praticamente toda a sua área (zona de entrada). Os substratos encontravam-se secos em ambas as campanhas e não foram observados pontos de gotejamentos ou outras feições hídricas. Material e detrito vegetal pouco abundante foram registrados principalmente na região próxima à entrada. Mais internamente, foram registrados pontos esparsos de detrito vegetal e animal (restos de insetos). Nesta caverna foram observadas fezes antigas de anuro, mamífero insetívoro (Figura 4 A) e lagarto, além de pontos esparsos e pequenas manchas de guano de morcegos insetívoros (Figura 4B), hematófagos e frugívoros. Foi registrado um ninho de ave vazio em reentrância na entrada da caverna (Figura 4C).

**Figura 4. A. Fezes de mamífero insetívoro no piso da caverna VAC\_19. B. Guano de morcego insetívoro. C. Ninho de ave na entrada.**



## VAC\_20

Esta caverna apresentou as maiores dimensões entre as estudadas. Localiza-se em encosta inclinada, em média vertente. A vegetação de entorno corresponde à Floresta Estacional Semidecidual. O piso da caverna é predominantemente plano, e recoberto por sedimento fino, com presença de calhaus e blocos esparsos. Na maior parte da área da cavidade ocorre incidência direta de luz; região de penumbra foi encontrada em regiões mais afastadas da entrada, especialmente em conduto com rampa inclinada ao sul da caverna. Os substratos encontravam-se secos em ambas as campanhas e não foram observados pontos de gotejamentos ou outras feições hídricas. Maior umidade ocorre junto aos depósitos de guano de morcego. Próximo à entrada foi registrado detrito e material vegetal esparsos, constituído por folhas e galhos (Figura 5 A). Em diferentes pontos da caverna foi observado detrito animal. Outros recursos tróficos registrados correspondem a guano de morcego hematófago (acúmulos e pontos esparsos; Figura 5 B) e insetívoro (pequenos acúmulos). Na 2ª campanha a quantidade de guano fresco disponível, especialmente considerando guano hematófago, era menor. Foram registradas carcaças de morcegos (Figura 5 C) e de roedor, além de fezes de vertebrado insetívoro. Ossos de pequenos vertebrados foram encontrados recobrendo porção do piso (Figura 5 D), provavelmente deixados por coruja (regurgito). Ninhos de himenópteros vazios foram registrados em parede e teto, assim como alguns caminhos e placas de cupinzeiro. Pegadas de roedor e lagarto foram avistadas em ambas as campanhas.

**Figura 5. A. Região próxima à entrada da caverna VAC\_20, com folhiço esparsos. B. Acúmulo de guano de morcego hematófago. C. Carcaça de morcego. D. Ossos de vertebrados sobre o piso.**



### VAC\_23

Esta pequena caverna localiza-se em encosta inclinada, em média vertente (Figura 6 A). A vegetação de entorno corresponde à Floresta Estacional Semidecidual. Na região de entrada o piso é levemente inclinado para o interior da cavidade. Predomina sedimento fino recobrendo a caverna. Na região proximal, mais aberta, ocorre incidência direta de luz; já no conduto estreito na região distal ocorre zona de penumbra. Os substratos encontravam-se secos em ambas as campanhas e não foram observados pontos de gotejamentos ou outras feições hídricas. Entre os substratos orgânicos encontrados estão: material vegetal (folhas secas, galhos, sementes), detrito vegetal, detrito animal (élitros de besouro, principalmente no conduto distal), restos de cupinzeiro, fezes de roedor e fezes de vertebrados insetívoro antigas (Figura 6 B). Ninhos de himenópteros vazios foram registrados em parede e teto, assim como caminho de cupins ativos.

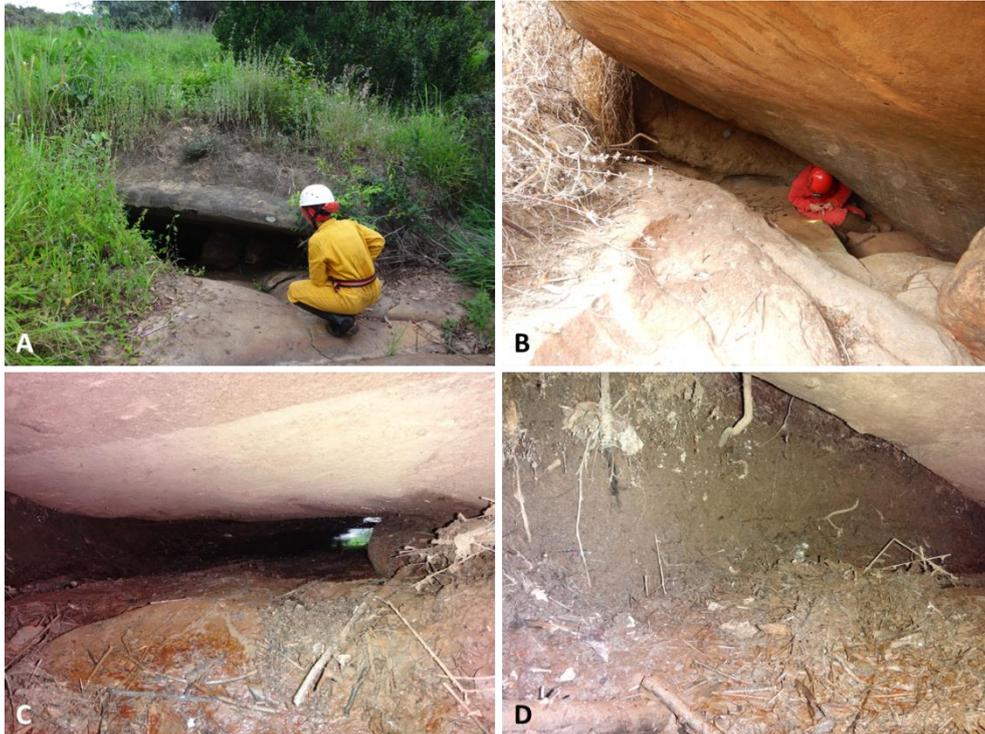
**Figura 6. A. Região de entrada da caverna VAC\_23. B. Material vegetal, detrito animal e restos de cupinzeiro no conduto distal.**



### VAC\_25

Caverna de tálus localizada no interior de calha de drenagem (Figura 7 A). A vegetação de entorno corresponde à Savana descaracterizada em estado de regeneração. O piso é declinado em direção ao interior da caverna (Figura 7 B). Em relação aos substratos, no setor proximal predomina rocha descoberta, já no distal ocorre sedimento fino. Foram registradas zona de entrada e penumbra clara. Na campanha úmida a caverna encontrava-se úmida, na região distal o piso encontrava-se encharcado e foi registrada poça (água estagnada; (Figura 7 C); já na campanha seca, o piso encontrava-se predominantemente seco e não foram registradas poças. Entre os substratos orgânicos registrados estão: material vegetal, detrito, raízes (concentrados nas paredes e cantos do piso) (Figura 7 D). Matéria orgânica, carreada pela água, era abundante na região distal da caverna.

**Figura 7. A. Caverna VAC\_25. B. Região de entrada, com piso em declive para o interior da caverna. C. Região distal, com piso empoçado na campanha úmida com acúmulo de detrito vegetal. D. Matéria orgânica e raízes.**



#### VAC\_26

Esta pequena caverna localiza-se em encosta inclinada, em alta vertente (Figura 6 A). A vegetação de entorno corresponde à Savana descaracterizada em estado de regeneração. Na região de entrada o piso é declinado para o interior da cavidade. Além da rocha descoberta como substrato (predominando na lateral esquerda), ocorre sedimento fino, seixos e matacões esparsos. Caverna formada por zona de entrada. Os substratos encontravam-se secos em ambas as campanhas e não foram observados pontos de gotejamentos ou outras feições hídricas. Material vegetal (folhas, galhos) e detrito eram abundantes na região proximal, próxima à entrada (Figura 8 A). Fezes de roedor e lagarto foram avistadas no interior da caverna. Pontos de guano de morcego frugívoro recente e pequena mancha antiga de guano de morcego hematófago foram registradas na campanha úmida. Na campanha seca, foram observadas pequenas manchas de guano de hematófago (Figura 8 B). Carcaça de urubu foi encontrada na campanha úmida e duas carcaças de morcegos foram registradas na campanha seca. Penas de urubu foram encontradas em diferentes pontos da cavidade (Figura 8 A). Ninhos de himenópteros vazios foram registrados em parede e teto, assim como caminho de cupins ativos e inativos. Ninho de roedor vazio foi registrado em fenda na parede.

**Figura 8. A. Acúmulo de detrito, material vegetal e penas de urubu. B. Guano de morcego hematófago em patamar**



**ANEXO 6 – COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA DAS  
CAVIDADES**

### Composição faunística da cavidade VAC\_06

VAC_06			
Táxon	U	S	Total
Filo Arthropoda			
Classe Arachnida			
Ordem Araneae			
Família Corinnidae			
Corinnidae jovem		2	2
Família Ctenidae			
<i>Nothroctenus</i> sp.1 / jovem	3		3
Família Linyphiidae			
Linyphiidae jovem	1		1
Família Pholcidae			
<i>Ibotyporanga</i> sp.1	4		4
Ninetinae sp.1	10	1	11
Família Pisauridae			
Pisauridae jovem	1		1
Família Salticidae			
<i>Soesilarischius</i> sp.1 / jovem	5	8	13
Família Sicariidae			
<i>Loxosceles similis</i> / jovem	4	3	7
Família Theridiidae			
Theridiidae jovem	1	1	2
Família Thomisidae			
Thomisidae jovem		1	1
Ordem Ixodida			
Família Argasidae			
<i>Ornithodoros cavernicolous</i>	1		1
<i>Ornithodoros</i> sp.1	2		2
Ordem Mesostigmata			
Família Macronyssidae			
<i>Lepronyssoides</i> sp.1	3		3
Ordem Opilioacarida			
Família Opilioacaridae			
<i>Neocarus</i> sp. nov.	1		1
Ordem Sarcoptiformes			
Oribatida sp.1	3		3
Ordem Trombidiformes			
Família Neothrombiidae			
<i>Neothrombiidae</i> sp.1	1		1
Família Trombiculidae			

Trombiculidae sp.1	1		1
Classe Entognatha			
Ordem Collembola			
Família Lepidocyrtidae			
<i>Cyphoderus similis</i>	4		4
Classe Insecta			
Ordem Blattaria			
Blattaria jovem	4		4
Família Termitidae			
<i>Armitermes</i> sp.1		1	1
<i>Nasutitermes</i> sp.1	100		100
Ordem Coleoptera			
Família Bostrichidae			
Bostrichidae sp.1		1	1
Família Carabidae			
Carabidae sp.1	1		1
Família Tenebrionidae			
Nilioninae sp.1	1		1
Ordem Dermaptera			
Família Diplatyidae			
Diplatyidae jovem	2	2	4
Ordem Diptera			
Família Cecidomyiidae			
Cecidomyiidae sp.1	3		3
Família Drosophilidae			
Drosophilidae sp.2		1	1
Família Milichiidae			
Milichiidae sp.1	54		54
Família Psychodidae			
Phlebotominae sp.1	5		5
Ordem Hemiptera			
Família Reduviidae			
Reduviinae jovem	11	10	21
Ordem Hymenoptera			
Família Formicidae			
<i>Cephalotes</i> sp.1	1		1
<i>Pheidole</i> sp.1	13	1	14
<i>Pheidole</i> sp.4	1		1
Família Vespidae			
Vespidae sp.1	44	24	68
Ordem Lepidoptera			
Família Hesperidae			

Hesperidae sp.1	5		5
Família Noctuidae			
Noctuidae sp.1	2		2
Noctuidae sp.2	63		63
Ordem Neuroptera			
Família Myrmeleontidae			
Myrmeleontidae jovem	57	86	143
Ordem Orthoptera			
Família Phalangopsidae			
<i>Eidmanacris</i> jovem	1		1
Ordem Psocoptera			
Família Ectopsocidae			
Ectopsocidae sp.1		2	2
Família Liposcelididae			
Liposcelididae sp.1		5	5
Família Psyllipsocidae			
<i>Psyllipsocus</i> sp.3	4	1	5
Ordem Zygentoma			
Família Lepismatidae			
Lepismatidae sp.1	6	9	15
Filo Chordata			
Classe Reptilia			
Ordem Squamata			
Família Phyllodactylidae			
<i>Gymnodactylus darwinii</i>	1		1

### Composição faunística da cavidade VAC\_07

VAC_07			
Táxon	U	S	Total
Filo Arthropoda			
Classe Arachnida			
Ordem Araneae			
Família Ctenidae			
<i>Nothroctenus</i> sp.1 / jovem	6		6
Família Mysmenidae			
Mysmenidae jovem		1	1
Família Nesticidae			
Nesticidae jovem		2	2
Família Pholcidae			
Ninetinae sp.1	7	11	18
Família Sicariidae			

<i>Loxosceles jovem</i>	3	7	10
Família Theridiidae			
Theridiidae jovem	1		1
Ordem Ixodida			
Família Ixodidae			
<i>Amblyomma</i> sp.		1	1
Ordem Mesostigmata			
Família Laelapidae			
<i>Laelaps</i> sp. nov.	1		1
Família Macronyssidae			
<i>Lepronyssoides</i> sp.1	7		7
Classe Insecta			
Ordem Blattaria			
Blattaria jovem	1		1
Família Termitidae			
<i>Nasutitermes</i> sp.1	11		11
Ordem Coleoptera			
Família Corylophidae			
Corylophidae sp.1	1		1
Família Dermestidae			
Dermestidae larva	3		3
Família Ptilodactylidae			
Ptilodactylidae sp.1		1	1
Ordem Diptera			
Família Dolichopodidae			
Dolichopodidae sp.1		157	157
Família Drosophilidae			
Drosophilidae sp.2		350	350
Família Faniidae			
Faniidae sp.1		1	1
Família Milichiidae			
Milichiidae sp.1	101		101
Família Mycetophilidae			
Mycetophilidae larva	4		4
Família Psychodidae			
Phlebotominae sp.1	10		10
Ordem Hemiptera			
Família Pentatomidae			
Pentatomidae jovem	1		1
Família Reduviidae			
Reduviinae jovem	22	16	38
Triatominae jovem		1	1

Ordem Hymenoptera			
Família Bethylidae			
Bethylidae sp.2		1	1
Família Braconidae			
Braconidae sp.1	5	1	6
Família Eulophidae			
Eulophidae sp.1	5	1	6
Família Formicidae			
<i>Camponotus</i> sp.1	1		1
<i>Crematogaster</i> sp.1	2		2
<i>Pheidole</i> sp.1	2		2
Ordem Lepidoptera			
Família Hesperidae			
Hesperidae sp.1	2	1	3
Família Noctuidae			
Noctuidae sp.1	8		8
Noctuidae sp.2	117	120	237
Ordem Neuroptera			
Família Myrmeleontidae			
Myrmeleontidae jovem	8	7	15
Ordem Psocoptera			
Família Liposcelididae			
Liposcelididae sp.1	23	1	24
Família Psyllipsocidae			
<i>Psyllipsocus</i> sp.1	32		32
Filo Chordata			
Classe Mammalia			
Ordem Chiroptera			
Família Emballonuridae			
<i>Peropteryx macrotis</i>		1	1
Família Phyllostomidae			
<i>Micronycteris microtis</i>	2	2	4

### Composição faunística da cavidade VAC\_11

VAC_11			
Táxon	U	S	Total
Filo Arthropoda			
Classe Arachnida			
Ordem Araneae			
Família Pholcidae			
Ninetinae sp.1	3		3

Família Sicariidae			
<i>Loxosceles jovem</i>	1	2	3
Ordem Ixodida			
Família Argasidae			
<i>Ornithodoros cavernicolous</i>		2	2
<i>Ornithodoros sp.1</i>	1	2	3
Família Ixodidae			
<i>Amblyomma sp.</i>	2		2
Ordem Trombidiformes			
Família Smaridae			
<i>Trichosmaris sp.1</i>		1	1
Classe Insecta			
Ordem Blattaria			
Família Termitidae			
<i>Nasutitermes sp.1</i>	100	100	200
Ordem Coleoptera			
Família Carabidae			
Carabidae sp.2	5	38	43
Ordem Diptera			
Família Cecidomyiidae			
Cecidomyiidae sp.1	12		12
Família Drosophilidae			
Drosophilidae sp.2		581	581
Família Faniidae			
Faniidae sp.1		1	1
Família Milichiidae			
Milichiidae sp.1	265		265
Família Phoridae			
Phoridae sp.1	1		1
Família Psychodidae			
Phlebotominae sp.1	23	1	24
Ordem Hemiptera			
Família Reduviidae			
Emesinae sp.2 jovem		1	1
Reduviinae jovem	29	33	62
Ordem Hymenoptera			
Família Formicidae			
<i>Camponotus sp.2</i>	2		2
<i>Crematogaster sp.2</i>	1	16	17
<i>Ectatomma sp.1</i>	4		4
<i>Solenopsis sp.1</i>	131		131
Ordem Lepidoptera			

Família Noctuidae			
Noctuidae sp.1	2	1	3
Noctuidae sp.2	208	207	415
Ordem Neuroptera			
Família Chrysopidae			
Chrysopidae sp.1	2	2	4
Família Myrmeleontidae			
Myrmeleontidae jovem	13	5	18
Ordem Psocoptera			
Família Psyllipsocidae			
<i>Psyllipsocus</i> sp.1	90	5	95
Ordem Zygentoma			
Família Lepismatidae			
Lepismatidae sp.1	16		16
Filo Chordata			
Classe Mammalia			
Ordem Chiroptera			
Família Phyllostomidae			
<i>Glossophaga soricina</i>	3		3

### Composição faunística da cavidade VAC\_19

VAC_19			
Táxon	U	S	Total
Filo Arthropoda			
Classe Arachnida			
Ordem Araneae			
Família Araneidae			
Araneidae jovem		1	1
Família Ctenidae			
Ctenidae jovem		1	1
Família Pholcidae			
<i>Mesabolivar cf. togatus</i>		1	1
Família Sicariidae			
<i>Loxosceles</i> jovem	14	12	26
Ordem Ixodida			
Família Argasidae			
<i>Ornithodoros cavernicolous</i>	3		3
Classe Insecta			
Ordem Coleoptera			
Coleoptera larva	2	3	5
Família Chrysomelidae			
Chrysomelidae sp.1	1		1

Família Tenebrionidae			
Tenebrionidae sp.2	5	1	6
Ordem Diptera			
Família Chloropidae			
Chloropidae sp.1	8		8
Família Dolichopodidae			
Dolichopodidae sp.1		191	191
Drosophilidae			
Drosophilidae sp.2		6	6
Família Milichiidae			
Milichiidae sp.3	3		3
Família Psychodidae			
Psychodidae sp.1		1	1
Ordem Hemiptera			
Família Cicadellidae			
Cicadellidae sp.2		1	1
Família Reduviidae			
Reduviinae jovem		6	6
Ordem Hymenoptera			
Família Formicidae			
<i>Pheidole</i> sp.1	2		2
Ordem Lepidoptera			
Família Noctuidae			
Noctuidae sp.1	5		5
Noctuidae sp.2		658	658
Noctuidae sp.3		5	5
Família Tineidae			
Tineidae sp.1	1		1
Ordem Psocoptera			
Família Liposcelididae			
Liposcelididae sp.1	1		1
Família Psyllipsocidae			
<i>Psyllipsocus</i> sp.1	1	19	20
Fili Chordata			
Classe Amphibia			
Ordem Anura			
Família Bufonidae			
<i>Rhinella schneideri</i>	2		2
Classe Mammalia			
Ordem Chiroptera			
Família Emballonuridae			
<i>Peropterix cf. macrotis</i>	3		3
Ordem Rodentia			
Família Cricetidae			
<i>Rhipidomys</i> sp.	1		1
Classe Reptilia			

Ordem Squamata			
Família Phyllodactylidae			
<i>Gymnodactylus cf. darwinii</i>		2	2

### Composição faunística da cavidade VAC\_20

VAC_20			
Filo Arthropoda			
Classe Arachnida			
Ordem Araneae			
Família Corinnidae			
Corinnidae jovem	1		1
Família Ctenidae			
Ctenidae jovem	2		2
Família Ochyroceratidae			
<i>Theotima sp.1</i>	1		1
Família Oonopidae			
<i>Neotrops sp.1</i>		1	1
Família Pholcidae			
<i>Mesabolivar sp.1</i>	9	13	22
Ninetinae jovem	1	1	2
Família Salticidae			
<i>Amphidraus sp.1</i>		1	1
<i>Soesilarischius sp.1</i>		1	1
Família Sicariidae			
<i>Loxosceles similis / jovem</i>	44	59	103
Família Sparassidae			
Sparassidae jovem		1	1
Família Theridiidae			
<i>Theridion sp.1 / jovem</i>	2	5	7
Ordem Ixodida			
Família Argasidae			
<i>Ornithodoros cavernicolous</i>	2	1	3
<i>Ornithodoros sp.1</i>		2	2
Ordem Mesostigmata			
Família Laelapidae			
<i>Laelaps sp. nov.</i>	1		1
Família Macrochelidae			
<i>Macrocheles sp.1</i>	15		15
Família Macronyssidae			
<i>Lepronyssoides sp.1</i>	1	1	2
Ordem Pseudoscorpiones			

Família Chernetidae			
<i>Spelaeochernes</i> sp.1	11	26	37
Ordem Scorpiones			
Família Buthidae			
<i>Tityus serrulatus</i>	1		1
Ordem Trombidiformes			
Família Erythracaridae			
<i>Erythracarus</i> sp.1	5	3	8
Família Erythraeidae			
<i>Charletonia</i> sp.1	1		1
Classe Entognatha			
Ordem Collembola			
Família Entomobryidae			
<i>Lepidonella</i> sp.1	70		70
Família Lepidocyrtidae			
<i>Pseudosinella</i> sp.2	4		4
Classe Insecta			
Ordem Blattaria			
Família Termitidae			
<i>Nasutitermes</i> sp.1	7	7	14
Ordem Coleoptera			
Família Carabidae			
Carabidae sp.3	1		1
Família Histeridae			
Histeridae sp.1 / larva	206	60	266
Ordem Diptera			
Brachycera larva	258	500	758
Família Cecidomyiidae			
Cecidomyiidae sp.1	7		7
Família Drosophilidae			
Drosophilidae sp.1	1		1
Drosophilidae sp.2		55	55
Família Milichiidae			
Milichiidae sp.1	17		17
Milichiidae sp.2	3	4	7
Família Muscidae			
Muscidae sp.1	3	4	7
Família Phoridae			
Phoridae sp.2	1		1
Família Psychodidae			
Phlebotominae sp.1	57		57
Ordem Hemiptera			

Família Reduviidae			
Emesinae sp.1	1		1
Emesinae sp.2	4		4
Reduviinae jovem	239	386	625
<i>Zelurus diasi</i>	3		3
Ordem Hymenoptera			
Família Cabronidae			
Pemphredoninae sp.1		2	2
Família Formicidae			
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	405	2	407
<i>Crematogaster</i> sp.1		1	1
<i>Linepithema</i> sp.1	4	3	7
<i>Pheidole</i> sp.1	1	8	9
<i>Pheidole</i> sp.3	5		5
<i>Rogeria</i> sp.1	347		347
Ordem Lepidoptera			
Família Hesperidae			
Hesperidae sp.1	1		1
Família Noctuidae			
Noctuidae sp.1	15		15
Noctuidae sp.2	590	590	1180
Noctuidae sp.3		4	4
Família Tineidae			
Tineidae sp.1	4		4
Ordem Neuroptera			
Família Chrysopidae			
Chrysopidae jovem	2		2
Família Myrmeleontidae			
Myrmeleontidae jovem		5	5
Ordem Orthoptera			
Família Phalangopsidae			
<i>Eidmanacris</i> jovem	2		2
Ordem Psocoptera			
Família Nepticulomina			
<i>Nepticulomina</i> sp.1	1		1
Família Psyllipsocidae			
<i>Psyllipsocus</i> sp.1	44	15	59
<i>Psyllipsocus</i> sp.2	2		2
<i>Psyllipsocus</i> sp.3		4	4
Ordem Thysanoptera			
Família Thripidae			
Thripidae sp.1		1	1

Filo Chordata			
Classe Mammalia			
Ordem Chiroptera			
Família Emballonuridae			
<i>Peropteryx macrotis</i>	7	4	11
Família Phyllostomidae			
<i>Desmodus rotundus</i>	35	50	85
<i>Diphylla ecaudata</i>	18	2	20
Ordem Rodentia			
Família Cricetidae			
<i>Rhipidomys</i> sp.	4		4
Classe Reptilia			
Ordem Squamata			
Família Tropiduridae			
<i>Tropidurus</i> cf. <i>torquatus</i>	2	2	4

### Composição faunística da cavidade VAC\_23

VAC_23			
Táxon	U	S	Total
Filo Arthropoda			
Classe Arachnida			
Araneae			
Anyphaenidae			
Anyphaenidae jovem		1	1
Araneidae			
<i>Argiope argentata</i>	1		1
Ctenidae			
<i>Nothroctenus</i> sp.1 / jovem	1	1	2
Oonopidae			
Oonopinae sp.1	4		4
Pholcidae			
<i>Mesabolivar</i> sp.1	4	2	6
<i>Ninetinae</i> sp.1	5	1	6
Salticidae			
Salticidae jovem		2	2
Sicariidae			
<i>Loxosceles similis</i> / jovem	11	8	19
Tetragnathidae			
<i>Leucauge</i> sp.1	1		1
Theridiidae			
Theridiidae jovem		1	1

Ixodida			
Argasidae			
<i>Ornithodoros</i> sp.1	1		1
Opilioacarida			
Opilioacaridae			
<i>Neocarus</i> sp. nov.	1		1
Pseudoscorpiones			
Chernetidae			
<i>Spelaeochernes</i> sp.1	1		1
Olpiidae			
Olpiidae sp.1	1		1
Trombidiformes			
Trombiculidae			
Trombiculidae sp.1	1		1
Classe Entognatha			
Collembola			
Entomobryidae			
<i>Lepidonella</i> sp.1	1		1
Classe Insecta			
Blattaria			
Blattaria jovem	3	3	6
Termitidae			
<i>Nasutitermes</i> sp.1	15	18	33
Coleoptera			
Bostrichidae			
Bostrichidae sp.2		2	2
Carabidae			
Carabidae sp.1	2		2
Dermestidae			
Dermestidae larva	5		5
Tenebrionidae			
Tenebrionidae sp.1	2		2
Diptera			
Cecidomyiidae			
Cecidomyiidae sp.1	71		71
Dolichopodidae			
Dolichopodidae sp.1		66	66
Drosophilidae			
Drosophilidae sp.2		520	520
Drosophilidae sp.3	1		1
Empididae			
Empididae sp.1		1	1

Faniidae			
Faniidae sp.1		1	1
Milichiidae			
Milichiidae sp.1	60		60
Mycetophilidae			
Mycetophilidae larva		1	1
Psychodidae			
Phlebotominae sp.1	20		20
Hemiptera			
Cicadellidae			
Cicadellidae jovem	1		1
Reduviidae			
Emesinae sp.1	1		1
Reduviinae jovem	32	8	40
Hymenoptera			
Bethylidae			
Bethylidae sp.2		1	1
Cabronidae			
Pemphredoninae sp.1		2	2
Formicidae			
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	400		400
<i>Camponotus</i> sp.3	1		1
<i>Camponotus</i> sp.4		1	1
<i>Pheidole</i> sp.1	1		1
Lepidoptera			
Noctuidae			
Noctuidae sp.1	1		1
Noctuidae sp.2	209	300	509
Mantodea			
Thespidae			
Thespidae jovem		1	1
Neuroptera			
Myrmeleontidae			
Myrmeleontidae jovem	14	16	30
Orthoptera			
Mogoplistidae			
Mogoplistidae jovem	6		6
Phalangopsidae			
<i>Eidmanacris</i> jovem	9	8	17
Psocoptera			
Liposcelididae			
Liposcelididae sp.1	19	1	20

Nepticulomina			
<i>Nepticulomina</i> sp.1	1		1
Psyllipsocidae			
Psyllipsocidae sp.1		3	3
<i>Psyllipsocus</i> sp.1 / jovem	55		55
Zygentoma			
Lepismatidae			
Lepismatidae sp.2		1	1
Filo Chordata			
Classe Mammalia			
Ordem Chiroptera			
Família Phyllostomidae			
<i>Glossophaga soricina</i>	7	2	9

### Composição faunística da cavidade VAC\_25

VAC_25			
Táxon	U	S	Total
Filo Arthropoda			
Classe Arachnida			
Ordem Araneae			
Família Ctenidae			
Ctenidae jovem		3	3
Família Cyrtaucheniidae			
Cyrtaucheniidae jovem	1		1
Família Linyphiidae			
<i>Meioneta</i> sp.1	1		1
<i>Sphecozone</i> sp.1		1	1
Família Mysmenidae			
Mysmenidae jovem		1	1
Família Oonopidae			
<i>Neotrops</i> sp.1		2	2
<i>Triaeris stenaspis</i>		1	1
Família Pholcidae			
<i>Mesabolivar</i> sp.1	3	31	34
Ninetinae sp.1		1	1
Família Salticidae			
<i>Soesilarischius</i> sp.1		1	1
Família Theridiidae			
<i>Latrodectus geometricus</i> / jovem		2	2
Família Trechaleidae			
<i>Syntrechalea</i> sp.1 / jovem	2	17	19

Ordem Sarcoptiformes			
Oribatida sp.2	1		1
Ordem Trombidiformes			
Família Erythracaridae			
<i>Erythracarus</i> sp.1		9	9
Classe Diplopoda			
Ordem Polydesmida			
Família Paradoxomatidae			
Paradoxomatidae jovem		4	4
Classe Entognatha			
Ordem Collembola			
Família Entomobryidae			
<i>Lepidonella</i> sp.1	7		7
Família Seiridae			
<i>Seira brasiliiana</i>	64	164	228
Família Sminthuridae			
<i>Pararrhopalites</i> sp.14	1		1
Classe Insecta			
Ordem Blattaria			
Blattaria jovem		2	2
Ordem Coleoptera			
Família Carabidae			
Carabidae sp.4	1		1
Carabidae sp.5		1	1
Carabidae sp.6		1	1
Scaritinae sp.1	1		1
Família Curculionidae			
Curculionidae sp.1		1	1
Família Dytiscidae			
Dytiscidae sp.1	1		1
Família Staphylinidae			
Pselaphinae sp.1		1	1
Scaphidinae sp.1		1	1
Staphylinidae sp.1		2	2
Staphylinidae sp.2		1	1
Staphylinidae sp.3		1	1
Steninae sp.1		1	1
Ordem Diptera			
Família Ceratopogonidae			
Ceratopogonidae jovem	80		80
Família Drosophilidae			
Drosophilidae sp.2		330	330

Família Phoridae			
Phoridae sp.3	2		2
Phoridae sp.4		2	2
Família Psychodidae			
Phlebotominae sp.1	3		3
Família Sphaeroceridae			
Sphaeroceridae sp.1	3		3
Família Tipulidae			
Tipulidae sp.1	4		4
Ordem Hemiptera			
Família Ceratocombidae			
Ceratocombidae sp.1		1	1
Família Cixiidae			
Cixiidae jovem	1		1
Família Lygaeidae			
Lygaeidae jovem		2	2
Família Reduviidae			
Reduviinae jovem		8	8
Ordem Hymenoptera			
Família Formicidae			
<i>Ectatomma</i> sp.1	1		1
<i>Hypoconera</i> sp.1		3	3
<i>Hypoconera</i> sp.2	1		1
<i>Linepithema</i> sp.1	118		118
<i>Nylanderia</i> sp.1	1		1
<i>Pheidole</i> sp.1	6		6
<i>Pheidole</i> sp.2	1	1	2
<i>Pheidole</i> sp.6	3	46	49
<i>Pheidole</i> sp.7		4	4
<i>Solenopsis</i> sp.1	1	2	3
<i>Wasmannia</i> sp.1	1		1
Família Vespidae			
Vespidae sp.1		5	5
Vespidae sp.2		1	1
Ordem Lepidoptera			
Família Noctuidae			
Noctuidae sp.2	3	21	24
Família Tineidae			
Tineidae sp.1		1	1
Ordem Orthoptera			
Família Phalangopsidae			
Eidmanacris jovem		21	21

Ordem Psocoptera			
Família Liposcelididae			
Liposcelididae sp.1		2	2
Família Ptiloneuridae			
Ptiloneuridae sp.1	2		2

### Composição faunística da cavidade VAC\_26

VAC_26			
Táxon	U	S	Total
Arthropoda			
Arachnida			
Araneae			
Ctenidae			
Ctenidae jovem		1	1
Gnaphosidae			
<i>Vetius niger</i> / jovem	1	1	2
Linyphiidae			
<i>Dubiaranea</i> sp.1	1		1
Oonopidae			
<i>Opopaea concolor</i>	1	1	2
Pholcidae			
<i>Mesabolivar</i> sp.1	3	2	5
Salticidae			
Salticidae jovem		2	2
Sicariidae			
<i>Loxosceles similis</i> / jovem	5	18	23
Theridiidae			
<i>Nesticodes rufipes</i> / jovem	10	17	27
Thomisidae			
Thomisidae jovem		1	1
Ixodida			
Argasidae			
<i>Ornithodoros cavernicolous</i>		1	1
<i>Ornithodoros</i> sp.1	1		1
Mesostigmata			
Laelapidae			
<i>Cosmolaelaps</i> sp.1	1		1
<i>Laelaps</i> sp. nov.	3		3
Macronyssidae			
<i>Lepronyssoides</i> sp.1		1	1
Pseudoscorpiones			

Chernetidae			
<i>Spelaeochernes</i> sp.1	3		3
Insecta			
Blattaria			
Termitidae			
<i>Nasutitermes</i> sp.1	10	20	30
Dermaptera			
Forficulidae			
Forficulidae sp.1		1	1
Diptera			
Cecidomyiidae			
Cecidomyiidae sp.1	15		15
Dolichopodidae			
Dolichopodidae sp.1		2	2
Drosophilidae			
Drosophilidae sp.2		759	759
Faniidae			
Faniidae sp.1		18	18
Milichiidae			
Milichiidae sp.1	59	1	60
Psychodidae			
Phlebotominae sp.1	81		81
Hemiptera			
Lygaeidae			
Lygaeidae jovem	1		1
Reduviidae			
Emesinae sp.1	1		1
Reduviinae jovem	36	14	50
Hymenoptera			
Bethylidae			
Bethylidae sp.1	1		1
Braconidae			
Braconidae sp.1	3	1	4
Cabronidae			
Pemphredoninae sp.1	1		1
Eulophidae			
Eulophidae sp.1	1		1
Formicidae			
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	2		2
<i>Pheidole</i> sp.1	1	15	16
<i>Pheidole</i> sp.5	1		1
<i>Pheidole</i> sp.7	5		5

Lepidoptera			
Noctuidae			
Noctuidae sp.2	194	240	434
Tineidae			
Tineidae sp.1	1	1	2
Orthoptera			
Phalangopsidae			
Eidmanacris jovem	1	4	5
Psocoptera			
Psyllipsocidae			
<i>Psyllipsocus</i> sp.1	257	7	264
Zygentoma			
Lepismatidae			
Lepismatidae sp.2	1		1
Filo Chordata			
Classe Mammalia			
Ordem Chiroptera			
Família Emballonuridae			
<i>Peropteryx macrotis</i>		1	1
Família Phyllostomidae			
<i>Desmodus rotundus</i>		1	1

## **ANEXO 7 – AMOSTRA DE RIQUEZA**

	Caverna	riqueza
IC (2015)	CM-01	32
	CM-02	29
	CM-03	35
	CM-04	33
	CM-05	15
	CM-06	14
	CM-07	28
	CM-08	73
	CM-09	28
	CM-10	22
	CM-11	15
	CM-12	45
	CM-13	13
	CM-14	31
	CM-15	25
	CM-16	28
	CM-17	27
	CM-18	36
	CM-19	18
	CM-20	25
	CM-21	26
	CM-22	35
	CM-23	34
	CM-24	13
	CM-25	26
	CM-26	42
	CM-27	24
presente estudio	VAC-06	44
	VAC-07	37
	VAC-11	27
	VAC-19	26
	VAC-20	63
	VAC-23	52
	VAC-25	60
VAC-26	41	

**ANEXO 8 – MATRIZ DE RELEVÂNCIA - IN MMA Nº 2  
08/2017**



Atributos para fim de classificação do grau de relevância máximo das cavidades naturais subterrâneas (Art. 3º)			VAC_06	VAC_07	VAC_11	VAC_19	VAC_20	VAC_23	VAC_25	VAC_26																
GRUPOS DE ATRIBUTOS	ATRIBUTOS	PARÂMETRO																								
DECRETO 6.640/2008	Gênese única ou rara	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Morfologia única	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Dimensões notáveis em extensão, área e/ou volume	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Espeleotemas únicos	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Isolamento geográfico	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Habitat para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Habitat de troglóbio raro	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Interações ecológicas únicas	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
	Cavidade testemunho	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																
Destacada relevância histórico-cultural ou religiosa	Presença (x) ou Ausência (-)	-	-	-	-	-	-	-	-																	
Atributos para fim de classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas entre: alto, médio e baixo (Art. 4º)			VAC_06	VAC_07	VAC_11	VAC_19	VAC_20	VAC_23	VAC_25	VAC_26																
GRUPOS DE ATRIBUTOS E ESCALA DE ANÁLISE	ATRIBUTOS	PARÂMETRO E CONTRIBUIÇÃO	VAC_06		VAC_07		VAC_11		VAC_19		VAC_20		VAC_23		VAC_25		VAC_26									
			Peso	Contribuição	R.Parcial	Peso	Contribuição	R.Parcial	Peso	Contribuição	R.Parcial	Peso	Contribuição	R.Parcial	Peso	Contribuição	R.Parcial	Peso	Contribuição	R.Parcial						
ESCALA LOCAL	Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	0	20	0	3	20	60	0	20	0	0	20	0	3	20	60	0	20	0	0	20	0			
		Presença de população excepcional em tamanho	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0			
		Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação	0	15	0	0	15	0	0	15	0	3	15	45	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0
		Constatação de uso da cavidade por espécies migratórias	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0
	Atributos relacionados ao ocorrência de espécies	População residente de quirópteros	0	30	0	3	30	90	0	30	0	0	30	0	3	30	90	0	30	0	0	30	0	0	30	0
		Presença de táxons novos	3	30	90	3	30	90	3	30	90	0	30	0	3	30	90	3	30	90	3	30	90	3	30	90
		Presença de espécies troglomórficas	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0
	Atributos relacionados ao sedimentação clástica e química	Presença de troglóxeno obrigatório	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0
		Diversidade de depósitos químicos	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0
		Configuração dos espeleotemas	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0	0	35	0
	Atributos relacionados ao hidrologia	Sedimentação clástica ou química com valor científico	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0
		Presença de água de percolação	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0
	Atributos relacionados à espeleometria	Presença de água de condensação	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0
		Projeção horizontal	2	30	60	0	30	0	3	30	90	2	30	60	3	30	90	0	30	0	0	30	0	2	30	60
		Desnível	2	20	40	2	20	40	3	20	60	2	20	40	3	20	60	0	20	0	0	20	0	2	20	40
		Área	3	20	60	3	20	60	2	20	40	0	20	0	3	20	60	0	20	0	2	20	40	2	20	40
	Atributos relacionados a interesse científico	Volume	3	30	90	2	30	60	2	30	60	2	30	60	3	30	90	0	30	0	0	30	0	2	30	60
		Localidade tipo	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40	0
		Presença de registros paleontológicos	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0
	Atributos relacionados a geossistemas	Presença de estrutura geológica de interesse científico	3	30	90	3	30	90	3	30	90	3	30	90	3	30	90	3	30	90	3	30	90	3	30	90
Alta Influência da cavidade sobre o sistema cárstico		0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	
Atributos histórico-culturais e socio-econômicos	Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	3	50	150	0	50	0	0	50	0	0	50	0	
	Reconhecimento do valor estético/cênico da cavidade	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	
	Visitação pública na cavidade	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	
ESCALA REGIONAL	Atributos relacionados ao ecossistema cavernícola	Presença de composição singular da fauna	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0
		Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	3	20	60
		Riqueza de espécies	2	20	40	2	20	40	2	20	40	2	20	40	3	20	60	3	20	60	3	20	60	2	20	40
	Atributos relacionados ao ocorrência de espécies	Diversidade de espécies	3	30	90	2	30	60	2	30	60	1	30	30	2	30	60	2	30	60	2	30	60	2	30	60
		Presença de espécie rara	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0
	Atributos relacionados à espeleometria	Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0
		Projeção horizontal	0	30	0	0	30	0	3	30	90	2	30	60	3	30	90	0	30	0	0	30	0	2	30	60
		Desnível	2	20	40	2	20	40	3	20	60	2	20	40	3	20	60	0	20	0	0	20	0	2	20	40
	Atributos relacionados ao hidrologia	Área	3	20	60	3	20	60	2	20	40	0	20	0	3	20	60	0	20	0	0	20	0	2	20	40
		Volume	3	30	90	2	30	60	2	30	60	2	30	60	3	30	90	0	30	0	0	30	0	2	30	60
Atributos relacionados ao hidrologia	Presença de drenagem subterrânea	2	50	100	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	2	50	100	0	50	0	
	Presença de lago	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	0	50	0	2	50	100	0	50	0	
RELEVÂNCIA	Pontuação Escala Local		430	490	430	295	780	330	130	380																
	Pontuação Escala Regional		420	260	350	230	420	120	380	300																
	Qtd Grupos Local		3	4	3	2	5	3	1	3																
	Qtd Grupos Regional		3	2	2	1	2	1	2	2																
	CLASSIFICAÇÃO DE RELEVÂNCIA		ALTA	ALTA	ALTA	MÉDIA	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA																



**ANEXO 9 – PARECERES TÉCNICOS DOS  
ESPECIALISTAS EM BIOESPELEOLOGIA**



## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que recebi e identifiquei o material (Araneae) conforme lista anexa. O material foi coletado em cavidades naturais subterrâneas localizadas no município de Padre Carvalho (Minas Gerais), na área do "Projeto Vale do Rio Pardo - Barragem Vacarias", da empresa Sul Americana de Metais S.A. Os estudos foram realizados pela empresa Brandt Meio Ambiente. Não foram registradas aranhas com caracteres troglomórficos. Aranhas que certamente correspondem a espécies novas são: *Neotrops* sp.1 e *Ninetinae* sp.1.

Família	Gênero	Espécie	Machos	Fêmeas	Jovens	Indivíduos	Cavidade	m E	m N	Data de coleta	Tombo IBSP
Ctenidae	<i>Nothroctenus</i>	sp.1		1		1	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>	similis		1		1	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	
Salicidae	<i>Soesilarischius</i>	sp.1	3	1	1	5	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	
Pisauridae					1	1	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	20180919138
Pholcidae	<i>Ninetinae</i>	sp.1		1	4	5	VAC-07	757555	8208838	19/03/2018	
Linyphiidae					1	1	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	20180919138
Pholcidae	<i>Ibotyporanga</i>	sp.1		1	1	2	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	
Pholcidae	<i>Ninetinae</i>	sp.1		2	4	6	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	
Therididae					1	1	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	20180919138
Ctenidae					1	1	VAC-06	754693	8207685	22/03/2018	20180919138
Ctenidae	<i>Nothroctenus</i>	sp.1		1		1	VAC-07	757555	8208838	19/03/2018	
Pholcidae	<i>Ninetinae</i>	sp.1	1			1	VAC-07	757555	8208838	19/03/2018	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>				1	1	VAC-07	757555	8208838	19/03/2018	20180919138
Ctenidae					1	1	VAC-07	757555	8208838	19/03/2018	20180919138
Therididae					1	1	VAC-07	757555	8208838	19/03/2018	20180919138
Pholcidae	<i>Ninetinae</i>	sp.1	1		2	3	VAC-11	754596	8207375	25/03/2018	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>				1	1	VAC-11	754596	8207375	25/03/2018	20180919138
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>	similis		1	2	3	VAC-20	757003	8209588	21/03/2018	
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i>	sp.1		3	2	5	VAC-20	757003	8209588	21/03/2018	
Ctenidae					1	1	VAC-20	757003	8209588	21/03/2018	20180919138
Corinnidae					1	1	VAC-20	757003	8209588	21/03/2018	20180919138
Therididae					2	2	VAC-20	757003	8209588	21/03/2018	20180919138
Pholcidae	<i>Ninetinae</i>				1	1	VAC-20	757003	8209588	21/03/2018	20180919138
Ochyroceratidae	<i>Theotima</i>			1		1	VAC-20	757003	8209588	21/03/2018	
Pholcidae	<i>Ninetinae</i>	sp.1		1	1	2	VAC-23	746629	8210203	20/03/2018	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>	similis		2	1	3	VAC-23	746629	8210203	20/03/2018	
Araneidae	<i>Argiope</i>	<i>argentata</i>	1			1	VAC-23	746629	8210203	20/03/2018	
Cyrtachaenidae					1	1	VAC-25	754669	8206913	22/03/2018	20180919138
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i>	sp.1		1	1	2	VAC-25	754669	8206913	22/03/2018	
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i>	sp.1	1	2	1	4	VAC-23	746629	8210203	20/03/2018	
Ctenidae					1	1	VAC-23	746629	8210203	20/03/2018	20180919138
Linyphiidae	<i>Meioneta</i>	sp.1		1		1	VAC-25	754669	8206913	22/03/2018	
Therididae	<i>Nesticodes</i>	<i>rufipes</i>		2		2	VAC-26	750141	8210691	22/03/2018	
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i>	sp.1		1	2	3	VAC-26	750141	8210691	22/03/2018	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>			2	2	2	VAC-26	750141	8210691	22/03/2018	20180919138
Oonopidae	<i>Opopaea</i>	<i>concolor</i>	1			1	VAC-26	750141	8210691	22/03/2018	
Therididae					4	4	VAC-26	750141	8210691	22/03/2018	20180919138
Gnaphosidae	<i>Vectius</i>	<i>niger</i>		1		1	VAC-26	750141	8210691	22/03/2018	
Linyphiidae	<i>Dubiaranea</i>	sp.1		1		1	VAC-26	750141	8210691	22/03/2018	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>				1	1	VAC-06	754693	8207685	06/08/2018	20180919138
Salicidae					2	2	VAC-06	754693	8207685	06/08/2018	20180919138
Pholcidae	<i>Ninetinae</i>	sp.1		1		1	VAC-06	754693	8207685	06/08/2018	
Corinnidae					1	1	VAC-06	754693	8207685	06/08/2018	20180919138
Therididae					1	1	VAC-06	754693	8207685	06/08/2018	20180919138
Thomisidae					1	1	VAC-06	754693	8207685	06/08/2018	20180919138
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>				1	1	VAC-07	757555	8208838	09/08/2018	20180919138
Nesticidae					2	2	VAC-07	757555	8208838	09/08/2018	20180919138
Myrmenidae					1	1	VAC-07	757555	8208838	09/08/2018	20180919138
Oonopidae	<i>Oonopinae</i>	sp.1	1	2	1	4	VAC-23	746629	8210203	20/03/2018	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i>				1	1	VAC-11	754596	8207375	06/08/2018	20180919138



GOVERNO DO  
ESTADO DE  
SÃO PAULO

Secretaria de Estado da Saúde  
Coordenadoria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos de  
Saúde  
INSTITUTO BUTANTAN



Família	Gênero	Espécie	Machos	Fêmeas	Jovens	Indivíduos	Cavidade	m E	m N	Data de coleta	Tombo IBSP
Phocidae	Mesabolivar	sp.1	1	3		4	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	
Scaridae	Loxosceles	similis	1	1	1	2	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	
Salticidae	Soeslorischius	sp.1	1			1	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	
Therididae	Theridion	sp.1		1	1	2	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	
Therididae					2	2	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	20180919138
Onopidae	Neotrops	sp.1		1		1	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	
Phocidae	Ninetinae				1	1	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	20180919138
Sparassidae					1	1	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	20180919138
Ctenidae	Nothroctenus	sp.1		1		1	VAC 23	746629	8210203	07/08/2018	
Anyphaenidae					1	1	VAC 23	746629	8210203	07/08/2018	20180919138
Scaridae	Loxosceles				1	1	VAC 23	746629	8210203	07/08/2018	20180919138
Phocidae	Mesabolivar	sp.1		1	1	2	VAC 23	746629	8210203	07/08/2018	
Therididae					1	1	VAC 23	746629	8210203	07/08/2018	20180919138
Phocidae	Ninetinae	sp.1		1		1	VAC 23	746629	8210203	07/08/2018	
Salticidae					1	1	VAC 23	746629	8210203	07/08/2018	20180919138
Phocidae	Ninetinae	sp.1		2	4	6	VAC 07	757555	8208838	09/08/2018	
Ctenidae					1	1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	20180919138
Phocidae	Mesabolivar	sp.1	2	2		4	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	
Therididae	Latrodectus	geometricus		1		1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	
Therididae					1	1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	20180919138
Linyphiidae	Sphecozone	sp.1	1			1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	
Onopidae	Neotrops	sp.1		2		2	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	
Salticidae	Soeslorischius	sp.1		1		1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	
Ctenidae					1	1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	20180919138
Ctenidae					1	1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	20180919138
Onopidae	Trieris	stenaspis		1		1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	
Phocidae	Ninetinae	sp.1		1		1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	
Therididae					7	7	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	20180919138
Scaridae	Loxosceles	similis		1		2	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	
Salticidae					2	2	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	20180919138
Phocidae	Mesabolivar	sp.1		1	1	2	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	
Onopidae	Opopaea	concolor	1			1	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	
Thomisidae					1	1	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	20180919138
Ctenidae					1	1	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	20180919138
Gnaphosidae					1	1	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	20180919138
Trechaleidae	Syntrechalea	sp.1		2		2	VAC 25	754669	8206913	22/03/2018	
Tetragnathidae	Leucauge	sp.1		1		1	VAC 23	746629	8210203	20/03/2018	
Salticidae	Amphidraus	sp.1		1		1	VAC 20	757003	8209588	08/08/2018	
Trechaleidae					3	3	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	20180919138
Myrmenidae					1	1	VAC 25	754669	8206913	09/08/2018	20180919138
Therididae	Nesticodes	rufipes	1			1	VAC 26	750141	8210691	07/08/2018	

*Antônio Domingos Brescovit*

Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit  
Diretor  
Laboratório Especial de Coleções Zoológicas  
Instituto Butantan

São Paulo, 20 de setembro de 2018

Eu, Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Biólogo, doutor em Ecologia (CRBio:104159/4), declaro para os devidos fins que recebi e identifiquei o material acarológico conforme lista anexa. O material foi coletado em cavidades naturais subterrâneas localizadas no município de Padre Carvalho (Minas Gerais), na área do "Projeto Vale do Rio Pardo - Barragem Vacarias", da empresa Sul Americana de Metais S.A. Os estudos foram realizados pela empresa Brandt Meio Ambiente. Não foram registrados ácaros com caracteres troglomórficos. Entretanto foram identificadas espécies que certamente são novas para a ciência, sendo elas: *Neocarus* sp nov e *Laelaps* sp nov.

Ordem	Coorte	Família	Gênero	Espécie	Indivíduos	Cavidade	Localidade	m E	m N	Data de coleta
Opilioscarida		Opilioscaridae	Neocarus	sp nov.	1	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	cavemicolous	1	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Trombidiformes		Trombiculidae		sp1	1	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Trombidiformes		Neothrombididae		sp1	1	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	sp1	2	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Sarcoptiformes	Oribatida			sp1	2	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Sarcoptiformes	Oribatida			sp3	1	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Mesostigmata		Macronyssidae	Lepronyssoides	sp1	3	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	0207685	22/03/2018
Mesostigmata		Macronyssidae	Lepronyssoides	sp1	7	VAC-07	Padre Carvalho, MG	757555	0208838	19/03/2018
Mesostigmata		Laelapidae	Laelaps	sp nov.	1	VAC-07	Padre Carvalho, MG	757555	0208838	19/03/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	sp1	1	VAC-11	Padre Carvalho, MG	754596	0207375	25/03/2018
Ixodida		Ixodidae	Amblyomma	sp	2	VAC-11	Padre Carvalho, MG	754596	0207375	25/03/2018
Mesostigmata		Macronyssidae	Lepronyssoides	sp1	1	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	21/03/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	cavemicolous	2	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	21/03/2018
Trombidiformes		Erythraeidae	Charletonia	sp1	1	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	21/03/2018
Trombidiformes		Erythracaridae	Erythracarus	sp1	3	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	21/03/2018
Mesostigmata		Macrochelidae	Macrocheles	sp1	4	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	21/03/2018
Mesostigmata		Laelapidae	Laelaps	sp nov.	1	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	21/03/2018
Opilioscarida		Opilioscaridae	Neocarus	sp nov	1	VAC-23	Padre Carvalho, MG	746629	0210203	20/03/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	sp1	1	VAC-23	Padre Carvalho, MG	746629	0210203	20/03/2018
Trombidiformes		Trombiculidae		sp1	1	VAC-23	Padre Carvalho, MG	746629	0210203	20/03/2018
Sarcoptiformes	Oribatida			sp2	1	VAC-25	Padre Carvalho, MG	754669	0206913	22/03/2018
Mesostigmata		Laelapidae	Cosmolaelaps	sp1	1	VAC-26	Padre Carvalho, MG	750141	0210691	22/03/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	sp1	1	VAC-26	Padre Carvalho, MG	750141	0210691	22/03/2018
Mesostigmata		Laelapidae	Laelaps	sp nov	3	VAC-26	Padre Carvalho, MG	750141	0210691	22/03/2018
Ixodida		Ixodidae	Amblyomma	sp	1	VAC-07	Padre Carvalho, MG	757555	0208838	09/08/2018
Trombidiformes		Smaridae	Trichosmanis	sp1	1	VAC-11	Padre Carvalho, MG	754596	0207375	06/08/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	cavemicolous	1	VAC-11	Padre Carvalho, MG	754596	0207375	06/08/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	cavemicolous	1	VAC-11	Padre Carvalho, MG	754596	0207375	06/08/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	sp1	2	VAC-11	Padre Carvalho, MG	754596	0207375	06/08/2018
Trombidiformes		Erythracaridae	Erythracarus	sp1	3	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	06/08/2018
Mesostigmata		Macronyssidae	Lepronyssoides	sp1	1	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	06/08/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	sp1	2	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	06/08/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	cavemicolous	1	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	0209588	06/08/2018
Trombidiformes		Erythracaridae	Erythracarus	sp1	4	VAC-25	Padre Carvalho, MG	754669	0206913	09/08/2018
Mesostigmata		Macronyssidae	Lepronyssoides	sp1	1	VAC-26	Padre Carvalho, MG	750141	0210691	07/08/2018
Ixodida		Argasidae	Ornithodoros	cavemicolous	1	VAC-26	Padre Carvalho, MG	750141	0210691	07/08/2018

Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi  
 Biólogo - Doutor em Ecologia  
 CRBio:104159/4



*Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi*



CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS  
Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação  
Coleção de Referência de Fauna de Solo da Paraíba

João Pessoa, 08 de outubro de 2018.

CRFS-PB nº 02/2018

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Permuta ( <i>Exchange</i> );                      | <input type="checkbox"/> Devolução ( <i>Return</i> ) |
| <input type="checkbox"/> Para identificação ( <i>For identification</i> ); | <input type="checkbox"/> Doação ( <i>Gift</i> )      |
| <input type="checkbox"/> Empréstimo  | <input checked="" type="checkbox"/> Depósito         |

Declaro para os devidos fins que recebi e identifiquei espécimes da ordem Collembola conforme lista abaixo. O material foi coletado em cavidades naturais subterrâneas localizadas no município de Padre Carvalho (Minas Gerais), na área do “Projeto Vale do Rio Pardo - Barragem Vacarias”, da empresa Sul Americana de Metais S.A. O levantamento faunístico foi realizado pela empresa Brandt Meio Ambiente. Não foram identificados espécimes troglóbios ou com características morfológicas que revelem especialização decorrente do isolamento no ambiente subterrâneo. Morfótipos que certamente correspondem a espécies novas são: *Lepidonella* sp1 e *Pseudosimella* sp2 e *Pararrhopalites* sp14.

Atenciosamente,

Douglas Zeppelini PhD. MSc. Bel.  
Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação  
Coleção de Referência de Fauna de Solo da Paraíba  
Depto. Biologia, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas

Família	Gênero	Espécie	Indivíduos	Cavidade	Localidade	m E	m N	Data de coleta
Paronellidae	<i>Cyphoderus</i>	<i>similis</i>	2	VAC-06	Padre Carvalho, MG	754693	8207685	22/03/2018
Paronellidae	<i>Lepidonella</i>	<i>sp1</i>	1	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	8209588	21/03/2018
Entomobryidae	<i>Pseudosinella</i>	<i>sp2</i>	2	VAC-20	Padre Carvalho, MG	757003	8209588	21/03/2018
Sminthuridae	<i>Pararrhopalites</i>	<i>sp14</i>	1	VAC-25	Padre Carvalho, MG	754669	8206913	22/03/2018
Paronellidae	<i>Lepidonella</i>	<i>sp1</i>	1	VAC-25	Padre Carvalho, MG	754669	8206913	22/03/2018
Entomobryidae	<i>Seira</i>	<i>brasilliana</i>	1	VAC-25	Padre Carvalho, MG	754669	8206913	09/08/2018
Entomobryidae	<i>Seira</i>	<i>brasilliana</i>	1	VAC-25	Padre Carvalho, MG	754669	8206913	09/08/2018

---

Universidade Estadual da Paraíba, Campus V (UEPB) - Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação - Departamento de Biologia, CCBSA.  
Rua Horacio Trajano, S/N - Bairro Cristo Redentor, CEP: 58070-450, Joao Pessoa, PB -Brasil

## **ANEXO 10 – CADASTRO TÉCNICO FEDERAL**



Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
1577257	11/09/2018	11/09/2018	11/12/2018

**Dados básicos:**

CPF: 055.227.186-17

Nome: THIAGO FERREIRA LIMA

**Endereço:**

logradouro: RUA SANTA FÉ

N.º: 66

Bairro: CAIÇARA

CEP: 30770-430

Complemento: 502

Município: BELO HORIZONTE

UF: MG

**Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras  
e Utilizadoras de Recursos Ambientais - CTF/APP**

Código	Descrição
23-8	Ferrovia
23-5	Linha de Transmissão
23-12	Mineração
23-15	outras atividades sujeitas a licenciamento não especificadas anteriormente
23-7	Rodovia

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subproduto: florestais e faunísticos.

**Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental - CTF/AIDA**

Código CBO	Ocupação	Área de Atividade
2513-05	Geógrafo	Realizar pesquisas geográficas
2513-05	Geógrafo	Avaliar os processos de produção do espaço
2513-05	Geógrafo	Tratar informações geográficas em base georeferenciada

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.

A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental - CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	MYWCYIU9HDB4I3FP
-----------------------	------------------

## **ANEXO 11 – ART**



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**  
 Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977  
**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais**

**CREA-MG**

Via da Obra/Serviço  
 Página 1/1

**ART de Obra ou Serviço**  
**14201800000004880885**  
 EQUIPE À ART  
 14201800000004866930

1. Responsável Técnico  
**THIAGO FERREIRA LIMA**  
 Título profissional:  
 GEOGRAFO;

RNP: 1406969656  
 Registro: 04.0.0000111985  
 Registro: 16885

Empresa contratada:  
**BRANDT MEIO AMBIENTE LTDA**

2. Dados do Contrato  
 Contratante: **SUL AMERICANA DE METAIS S.A**  
 Logradouro: **AVENIDA AVENIDA FLORIPES CRISPIM**  
 Cidade: **SALINAS**  
 Contrato:  
 Valor: **1.415.756,54** Tpo de contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO**

Bairro: **NOVO PANORAMA**  
 UF: **MG**  
 CEP: **39560000**

CNPJ: **08.289.492/0001-99**  
 Nº: **001287**  
 CEP: **39560000**

3. Dados da Obra/Serviço  
 Logradouro: **AVENIDA AVENIDA FLORIPES CRISPIM**

Bairro: **NOVO PANORAMA**  
 UF: **MG**  
 CEP: **39560000**

Nº: **001287**  
 CEP: **39560000**

Cidade: **SALINAS**  
 Data de início: **27/12/2017** Previsão de término: **27/03/2019**  
 Finalidade: **AMBIENTAL**  
 Proprietário: **SUL AMERICANA DE METAIS S.A**

CNPJ: **08.289.492/0001-99**

4. Atividade Técnica  
 1 - COORDENAÇÃO  
 ESTUDO, MEIO AMBIENTE, ESTUDO IMPACTO AMBIENTAL E REL. IMPACTO 1.00 un  
 AMBIEN.-EIA/RIMA

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

5. Observações  
**COORDENAÇÃO DOS ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS DA BARRAGEM DO RIO VACA RIA, AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ESPELEOLÓGICO DO BLOCO 8.**  
 6. Declarações

7. Entidade de Classe

**ASSOC. DOS PROFISSIONAIS GEÓGRAFOS DO ESTADO DE**

8. Assinaturas

Dados serem verdadeiras as informações acima

*Bea Horizonte* 19 de *NOVEMBRO* de 2018  
*Thiago P. Lima* **CREA-MG 111985D** de 2018  
**Geógrafo**

**THIAGO FERREIRA LIMA** RNP: 1406969656

**SUL AMERICANA DE METAIS S.A** CNPJ: 08.289.492/0001-99

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
 - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-mg.org.br](http://www.crea-mg.org.br) ou [www.confrea.org.br](http://www.confrea.org.br)  
 - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.  
 VALOR DA OBRA: R\$ 1.415.756,54. ÁREA DE ATUAÇÃO: MEIO AMBIENTE.



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

Valor da ART: **82,94**

Registrada em: **12/11/2018**

Valor Pago: **82,94**

Nosso Número: **000000004747321**