



Spelagon Consultoria-ME



FERROUS RESOURCES DO BRASIL S/A

Análise de Relevância de Cavidades

Mina Viga



AGOSTO 2012
BELO HORIZONTE/MG



FERROUS RESOURCES DO BRASIL S/A

ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DE CAVIDADES

MINA VIGA

Belo Horizonte – MG

AGOSTO 2012



EQUIPE TÉCNICA

Coordenador Geral

Mariana B. Timo	Eng. Ambiental/Espeleóloga	CREA MG 91.733 D
-----------------	----------------------------	------------------

Topografia das cavidades

Carla Acácio	Analista Ambiental/Espeleóloga	MG-6.679.538
Edenir C. Moreira	Geógrafo/Espeleólogo	MG-11.279.996
Fabício G. Muniz	Geógrafo/Espeleólogo	MG-14.600.678
Frederico Augusto Ribeiro	Eng. Ambiental/Espeleólogo	CREA MG 107.395/D
Leonardo V. da Silva	Geógrafo/Espeleólogo	MG-14.259.954
Rubens Pereira Silva	Espeleólogo	SBE 1470

Geoespeleologia

Juliana Barbosa Timo	Geóloga	CREA MG 106.978/D
Silmar Onofre de Oliveira	Eng. Geólogo/Espeleólogo	CREA MG 113.997/LP

Bioespeleologia

Antonia Figueira Van Koken	Bióloga/ Invertebrados	CRBio ES 42800/02
Isabel Sanches da Silva	Bióloga/Quirópteros	CRBio 76735/04-D
Leonardo Henrique Dias da Silva	Biólogo/Quirópteros	CRBio 70399/04-P
Luiz Gustavo Souto Soares	Biólogo/ Invertebrados	CRBio MG 57339/04
Tiago Fernandes Carrijo	Biólogo/Invertebrados	CRBio 64.863/01-D



Auxiliares

Talles Guedes de Matos	Auxiliar de Campo	MG 14.648.233
Willyan Carvalho	Auxiliar de Campo	MG-8153402

Digitalização dos Croquis e Fichas

Aira C. Ferreira Pinto Silva	Geógrafa	CREA MG 94.840/D
Aline Barbosa de Souza	Estagiária	MG 15.852.932
Diego Raphael Alves Santos	Estagiário	MG 9.124.850
Felipe Lomas Verdin	Estagiário	MG 13.361.223
Fernando Alves Guimarães	Estagiário	MG 11.633.999
Pablo Vinícius Silva Santos	Estagiário	MG 17.038.009

Equipe de Sistematização de Dados

Carla Acácio	Analista Ambiental/Espeleóloga	MG-6.679.538
Juliana Barbosa Timo	Geóloga/Espeleóloga	CREA MG 106.978/D
Mariana B. Timo	Eng. Ambiental/Espeleóloga	CREA MG 91.733 D



EMPREENDIMENTO

Razão Social	FERROUS RESOURCES DO BRASIL S/A. – MINA VIGA
Processo	DNPM 2.771/1935
Endereço	Zona Rural – Congonhas – MG
CNPJ	08.852.207/0003-68

Gerência Responsável pela Coordenação do Contrato

Empresa	FERROUS RESOURCES DO BRASIL S/A. – MINA VIGA
Endereço	Av. Raja Gabáglia, 959 – Luxemburgo, BH – MG CEP 30380-403001
Contato	Scheilla Samartini Gonçalves scheilla.samartini@ferrous.com.br Alaor de Paula Pessoa alaor.pessoa@ferrous.com.br
Telefone	(31) 3519 – 6097, (31) 9955 – 6647 (31) 3503-8797



EMPRESA CONTRATADA

Razão Social	Spelayon Consultoria – ME
Endereço	Avenida Amazonas, 1306 – sala 202, Barro Preto, Belo Horizonte – MG
Contato	Mariana Barbosa Timo mariana@spelayonconsultoria.com.br Rubens Pereira da Silva rubenspereirasilva@yahoo.com.br
Telefone	(31) 3335 5783 / (31) 2531 5783
E.mail	spelayon@spelayonconsultoria.com.br



APRESENTAÇÃO

O presente documento refere-se ao relatório da Análise de Relevância de cavidades localizadas no entorno da MINA VIGA, de propriedade da FERROUS RESOURCES DO BRASIL S/A, no município de Congonhas, MG.

A região está inserida no domínio de rochas do Quadrilátero Ferrífero. O estudo contempla 20 cavidades inseridas na unidade geomorfológica denominada Quadrilátero Oeste. Dezoito cavidades estão localizadas na litologia das formações siliciclásticas e duas cavidades estão localizadas na litologia das formações ferríferas.

Foi realizada topografia de detalhe, bioespeleologia e geoespeleologia das cavidades encontradas durante a prospecção. Os trabalhos desenvolvidos têm como objetivo analisar o meio físico e biótico das cavernas, além do ambiente como um todo. Foram avaliados os atributos morfológicos, espeleométricos, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, além de aspectos sócio-econômicos, culturais e o estado de conservação das cavernas e de seu entorno.

Com o estudo pretende-se obter a classificação de cada caverna em relação ao grau de relevância por meio de comparação sob enfoque local e regional. Na escala local foi considerado o conjunto de cavernas conhecidas na Unidade Geomorfológica Quadrilátero Oeste. Na escala regional foi considerada a Unidade Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero.

As informações aqui apresentadas vêm atender ao Decreto Federal 6.640, seguindo a metodologia estabelecida pela Instrução Normativa nº2, do Ministério do Meio Ambiente, de 20 de agosto de 2009.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
1 OBJETIVO	21
2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	22
3 ASPECTOS FISIOGRAFICOS.....	24
3.1 Clima.....	24
3.2 Vegetação	25
3.3 Hidrografia.....	27
3.4 Aspectos Geomorfológicos.....	28
3.5 Geologia Regional.....	28
4 ESPELEOLOGIA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	32
4.1 Unidade Espeleológica Sob Enfoque Regional.....	32
4.2 Unidade Geomorfológica Sob Enfoque Local	35
4.3 Definição das Amostras Regional e Local	36
5 PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA.....	37
6 TOPOGRAFIA DE CAVIDADES	40
6.1 Metodologia.....	40
6.1.1 Etapa de Campo.....	40
6.1.2 Etapa de Escritório	42
6.2 Identificação das Cavidades.....	42
7 GEOESPELEOLOGIA.....	46
7.1 Metodologia.....	46
7.2 Geologia Local	47
7.3 Inserção na paisagem	50
7.4 Litologia e Estruturas.....	51
7.5 Hidrologia	54
7.6 Morfologia	57
7.7 Depósitos sedimentares	64
7.8 Gênese das Cavidades	69
8 DESCRIÇÃO DAS CAVIDADES	71
9 BIOESPELEOLOGIA	103



9.1	Invertebrados Cavernícolas	103
9.1.1	Metodologia	105
9.1.2	Resultados e discussão	110
9.1.3	Características das cavidades	133
9.1.4	Conclusões	140
9.2	Quirópteros	150
9.2.1	Metodologia	151
9.2.2	Resultados e discussão	153
9.2.3	Características das cavidades	156
9.2.4	Conclusões	167
10	ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DE CAVIDADES	170
10.1	Metodologia	170
10.1.1	Discriminação Litológica	171
10.1.2	Definição das Escalas Local e Regional	171
10.1.3	Cálculos Espeleométricos	174
10.1.4	Os cálculos de Riqueza de Espécies, Abundância Relativa de Espécies e Diversidade de Substratos Orgânicos	181
10.1.5	Os Graus de Relevância das Cavidades	183
10.2	Classificação final da relevância das cavidades estudadas	184
10.2.1	Classificação de Relevância Máxima	184
10.2.2	Classificação das cavidades em grau alto, médio ou baixo	185
11	BIBLIOGRAFIA	195

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapas topográficos das cavidades analisadas.	i
Anexo 2: Espécies encontradas nas cavidades estudadas e respectivos números de indivíduos.	i
Anexo 3: Lista de cavidades utilizadas no cálculo espeleométrico	iii
Anexo 4: Comparação entre os resultados dos métodos de cálculo espeleométrico – IN2/2009 X Logaritmo[Ln(x)]	iv
Anexo 5: Levantamento Bioespeleológico de Invertebrados das cavidades CV 10; CV 11; CV 12, CV 13/17, CV 14, CV 15, CV 20 e CV 21	vii



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Acesso ao empreendimento.....	22
Figura 2: Temperatura média do estado de Minas Gerais.....	24
Figura 3: Mapa das áreas prioritárias para a conservação no Estado de Minas Gerais. A seta indica a área 85- Quadrilátero Ferrífero, área de importância biológica especial.	26
Figura 4: Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero. Destaque em amarelo para a localização da área de estudo.....	29
Figura 5: Coluna estratigráfica da região do Quadrilátero Ferrífero (Modificada de Alkmim & Marshak 1998).....	30
Figura 6: Localização das Cavidades na Unidade Espeleológica Quadrilátero Ferrífero.	34
Figura 7: Detalhe dos limites da Unidade Geomorfológica Quadrilátero Oeste (modificado de Oliveira <i>et. al</i> , 2011).....	35
Figura 8: Perfil esquemático indicando as feições morfológicas mais freqüentes nas cavernas analisadas.	62
Figura 9: Esquema ilustrativo da metodologia de coleta empregada para o ambiente externo.....	108
Figura 10: Abundância média de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com duas campanhas).....	128
Figura 11: Riqueza média de morfoespécies de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com duas campanhas).....	128
Figura 12: Riqueza média de morfoespécies de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com apenas uma campanha).....	129
Figura 13: Abundância média de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com apenas uma campanha).....	129
Figura 14: Temperatura (°C) em função das cavidades estudadas.....	132
Figura 15: Umidade relativa do ar (%) em função das cavidades estudadas.	132
Figura 16: Temperatura (°C) em função das cavidades estudadas (apenas uma campanha).....	133
Figura 17: Umidade relativa do ar (%) em função das cavidades estudadas (apenas uma campanha).....	133



Figura 18: Ordem Odonata, onde: A) Subordem Zygoptera, Família Coenagrionidae, Gênero <i>Argia</i> sp.; B) Subordem Anisoptera, Família Aeshnidae, Gênero <i>Staurophlebia</i> sp.....	136
Figura 19: <i>Goniosoma vatrax</i> (A – juvenil; B – adulto); Ctenidae (C); <i>Enoploctenus</i> sp. (D).	141
Figura 20: Reduviidae sp. 2 (A); Polyphagidae sp. (B); fezes de mamífero (C); <i>Endecous</i> sp. (D).	142
Figura 21: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Araneidae, Gênero <i>Alpaida</i> sp.	142
Figura 22: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero <i>Enoploctenus</i> sp.....	143
Figura 23: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero <i>Enoploctenus</i> sp. imaturo.	143
Figura 24: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero <i>Isoctenus</i> sp.	144
Figura 25: Classe Arachnida, Ordem Opiliones.	144
Figura 26: Classe Insecta, Ordem Diptera, Família Dolichopodidae.....	145
Figura 27: Classe Insecta, Ordem Diptera, Família Tipulidae.....	145
Figura 28: Classe Insecta, Ordem Hemiptera, Gênero <i>Zelus</i> sp. Imaturo.	146
Figura 29: Classe Insecta, Ordem Hymenoptera, Família Formicidae.....	146
Figura 30: Classe Insecta, Ordem Lepidoptera, Família Noctuidae.....	147
Figura 31: Classe Insecta, Ordem Odonata, Família Aeshnidae, Gênero <i>Staurophlebia</i> sp.....	147
Figura 32: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae.	148
Figura 33: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae, Gênero <i>Eidmanacris</i> sp.	148
Figura 34: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae, Gênero <i>Endecous</i> sp.....	149
Figura 35: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae, Gênero <i>Strinatia</i> sp.....	149
Figura 36: Classe Diplopoda, Ordem Spirostreptida, Família Pseudonannolenidae, Gênero <i>Pseudonannolene</i> sp.	150
Figura 37: Histograma da distribuição do parâmetro projeção horizontal, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.	175



Figura 38: Histograma da distribuição do parâmetro área, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.....	175
Figura 39: Histograma da distribuição do parâmetro volume, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.....	175
Figura 40: Distribuição Normal.....	176
Figura 41: Histogramas dos logaritmos do parâmetro projeção horizontal, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.....	177
Figura 42: Histogramas dos logaritmos do parâmetro área, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.....	177
Figura 43: Histogramas dos logaritmos do parâmetro volume, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.....	178
Figura 44: Riqueza média de invertebrados encontrados no interior das cavidades estudadas (com duas campanhas). Foram consideradas riquezas médias aquelas dentro do intervalo da média $\pm$ desvio padrão (24 ± 14); riqueza alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores.	182
Figura 45: Riqueza média de invertebrados encontrados no interior das cavidades estudadas (apenas uma campanha). Foram consideradas riquezas médias aquelas dentro do intervalo da média $\pm$ desvio padrão (11 ± 4); riqueza alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores.	182
Figura 46: Fluxograma de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas, segundo a Instrução Normativa nº 02/2009, do MMA.....	184

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Quartzito na CV 19.	49
Foto 2: Canga detrítica na CV 06.....	49
Foto 3: Encosta formada por afloramentos e matacões rolados e basculados de quartzito.....	51
Foto 4: Quebra brusca do relevo na borda do platô de canga.....	51
Foto 5: Veio de quartzo (em destaque) discordante com a foliação do quartzito, Caverna SPE01.	53
Foto 6: Foliação do quartzito evidenciada pela erosão diferencial, na CV 14.....	53
Foto 7: Itabirito no final da CV 05, em destaque os planos de bandamento.	54
Foto 8: Canga compacta na CV 06.	54
Foto 9: Surgência intermitente observada em Caverna SPE01.....	56
Foto 10: Escoamento perene na Caverna 16.....	56



Foto 11: Drenagem perene saindo da Caverna 02.....	56
Foto 12: Sumidouro no final do conduto da Caverna 04.....	56
Foto 13: Uma das entradas da CV 8/916.	59
Foto 14: Conduto amplo e com teto alto na CV 13/17.....	59
Foto 15: Conduto estreito e apertado na CV 07.	59
Foto 16: Painéis formados por gotejamento localizado na CV 8/9/16.	61
Foto 17: Teto e paredes arredondadas que podem ter sido erodidas pela ação da água.	61
Foto 18: Feições alveolares observadas no teto da CV 13/17.	61
Foto 19: Clarabóia no teto da CV 19.....	61
Foto 20: Entrada da CV 05.	63
Foto 21: Canalículo no final da CV 05.....	63
Foto 22: CV 06 com teto baixo.....	63
Foto 23: Entrada da CV 8/9/16, coberta por matacões rolados.	65
Foto 24: Sedimentos do tipo areia a seixos no leito de drenagem perene, CV 8/9/16.	65
Foto 25: Sedimentos cascalhentos na CV 05.....	65
Foto 26: Sedimentos finos trazidos para dentro da CV 05 por meio de canalículo.	65
Foto 27: Coralóides com crescimento ramificado na CV 03.	67
Foto 28: Coralóides arredondados na CV 01.	67
Foto 29: Coralóides dispersos sobre bloco na CV 8/9/16.....	67
Foto 30: Crosta de cor preta na parede da CV 8/9/16.....	67
Foto 31: Cortina no conduto principal da CV 8/9/16.	68
Foto 32: Microtravertinos formados por sedimentos inconsolidados na CV 01.....	68
Foto 33: Microtravertinos consolidados, além de cortinas e pingentes, CV 8/9/16.	68
Foto 34: Travertinos na parte superior dos escorrimentos, CV 8/9/16.....	68
Foto 35: Vista geral da entrada.	72
Foto 36: Detalhe da entrada, T ₀	72
Foto 37: Vista de T ₂ para T ₄	72
Foto 38: Vista de T ₄ para T ₀	72
Foto 39: Detalhe de microtravertinos.	72
Foto 40: Detalhe de coralóides.	72
Foto 41: Detalhe da queda d'água.....	74
Foto 42: Vista de T ₁₄ para T ₁₅	74
Foto 43: Detalhe do dique.....	74
Foto 44: Vista de T ₁₆ para T ₁₇	74



Foto 45: Manchas de guamo.	74
Foto 46: Detalhe de coralóides.	74
Foto 47: Vista da entrada principal.....	75
Foto 48: Vista de T5 para T0.	75
Foto 49: Vista de T1 para T2.	76
Foto 50: Entrada secundaria em T2.....	76
Foto 51: Vista de T0 para T5.	76
Foto 52: Coralóides próximos à T3.	76
Foto 53: Vista de T0 para T1.	77
Foto 54: Vista de T1 para T2.	77
Foto 55: Vista de T2 para T3.	77
Foto 56: Vista de T3 para T2.	77
Foto 57: Vista de T3 para T4.	78
Foto 58: Detalhe do sumidouro.	78
Foto 59: Vista geral da entrada da cavidade.	79
Foto 60: Vista de T0.....	79
Foto 61: Vista de T0 para T1.	79
Foto 62: Vista de T2 para T3.	79
Foto 63: Detalhe de T3.	79
Foto 64: Vista de T2 para T1.	79
Foto 65: Vista de T1 para T0.	80
Foto 66: Escarpa onde está inserida a cavidade.....	80
Foto 67: Detalhe de T0.	81
Foto 68: Vista de T1 para T2.	81
Foto 69: Vista de T4 para T3.	81
Foto 70: Vista de T4 para T7.	81
Foto 71: Vista de T12 para R1.	81
Foto 72: Vista de T14 para R3.	81
Foto 73: Presença de carvão.	81
Foto 74: Fezes de tamanduá.	81
Foto 75: Localização da cavidade em.....	83
Foto 76: Coralóides observados no interior.....	83
Foto 77: Entrada da cavidade CV 07.	83
Foto 78: Interior da cavidade.	83
Foto 79: Uma das entradas da cavidade.....	85



Foto 80: Salão amplo, drenagem perene.	85
Foto 81: Detalhe do espeleotema único.	85
Foto 82: Microtravertinos em espeleotema.	85
Foto 83: Salão de alta volumetria.	85
Foto 84: Conduto esrodido pela drenagem.	85
Foto 85: Coralóides pretos.	85
Foto 86: Alvéolos nas paredes.	85
Foto 87: Entrada da cavidade.	87
Foto 88: Veios de quartzo no interior da cavidade.	87
Foto 89: Entrada da cavidade.	88
Foto 90: Depósitos clásticos autogênicos	88
Foto 91: Detalhe microcoraloides.	88
Foto 92: Galhos e sedimentos carregados.	88
Foto 93: Interior da CV 11.	88
Foto 94: Microcoralóides.	88
Foto 95: Entrada da cavidade.	89
Foto 96: Detalhe alvéolos.	89
Foto 97: Entrada da cavidade.	91
Foto 98: Detalhe piso da cavidade.	91
Foto 99: Entrada da caviidade.	92
Foto 100: Interior da CV 14.	92
Foto 101: Desenvolvimento predominante	92
Foto 102: Legenda em direção a boca principal	92
Foto 103: Parede com aspecto alveolar.	92
Foto 104: Microcoralóides na CV 14.	92
Foto 105: Entrada da cavidade.	93
Foto 106: Interior da CV 15.	93
Foto 107: Interior da CV 15.	94
Foto 108: Bloco abatido na interior da.	94
Foto 109: Uma das entradas da CV-18.	95
Foto 110: Interior da cavidade	95
Foto 111: Detalhe coralóides.	95
Foto 112: Detalhe raízes no interior da	95
Foto 113: Entrada da cavidade.	96
Foto 114: Interior da CV 19.	96



Foto 115: Entrada da Caverna.	97
Foto 116: Interior da CV 20.	97
Foto 117: Detalhe do corte triangular.	97
Foto 118: Detalhe coralóide.	97
Foto 119: Uma das entradas da caverna.	98
Foto 120: Detalhe do piso da caverna.	98
Foto 121: Entrada da Caverna.	100
Foto 122: Detalhe da água empoeirada e do gotejamento.	100
Foto 123: Entrada da Caverna.	101
Foto 124: Detalhe da poça localizada no fim.	101
Foto 125: Depósito de guano no interior da caverna.	101
Foto 126: Espeleotema do tipo coralóide.	101
Foto 127: Vista da entrada do abrigo CV 23.	102
Foto 128: Interior do abrigo CV 23.	102
Foto 129: Coleta externa – transecto de 20m ²	109
Foto 130: Rede de Neblina montada na entrada na caverna 04.	152
Foto 131: Termohidrómetro.	152
Foto 132: <i>Peromyscus macrotis</i>	157
Foto 133: <i>Glossophaga soricina</i>	159
Foto 134: Vista da CV 07 e entorno.	159
Foto 135: Vista da CV 07 e destaque para entrada e reentrâncias.	159
Foto 136: <i>Desmodus rotundus</i> na parede da caverna.	160
Foto 137: Vista de guano no piso da caverna.	160
Foto 138: Vista dorsal de <i>P. lineatus</i>	161
Foto 139: Vista frontal de <i>P. lineatus</i> , com detalhes do rosto.	161
Foto 140: Jovem de <i>D. rotundus</i> na parede da.	161
Foto 141: Vista do guano com sementes de Piperaceae na parede da.	162
Foto 142: Vista da colônia de <i>P. lineatus</i> , no teto da.	163
Foto 143: Vista do guano na parede da caverna.	164
Foto 144: Pontos de guano antigo espalhados pela parede da.	164
Foto 145: Vista da entrada da caverna, período chuvoso.	165
Foto 146: Rede de neblina aberta.	165
Foto 147: <i>P. macrotis</i> observado durante período de seca.	165
Foto 148: <i>P. macrotis</i> observado durante período chuvoso.	165



Foto 149: Rede de neblina (em destaque), fechando a entrada da cavidade, coleta de período de seca	166
Foto 150: Vista da entrada da cavidade, período chuvoso.....	167
Foto 151: Rede de neblina armada.....	167
Foto 152: Duas fêmeas de <i>P. macrotis</i> com filhote, e um outro indivíduo (ao meio). 167	
Foto 153: Indivíduo de <i>P. macrotis</i> ,.....	167

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Localização do Empreendimento em Minas Gerais.....	23
Mapa 2: Caminhamento espeleológico e localização das cavidades identificadas.	39
Mapa 3: Mapa de Localização das Cavidades.	45
Mapa 4: Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, focado na área de estudo.	49
Mapa 5: Localização das cavidades com seus respectivos graus de relevância.	194

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Características meteorológicas principais em termos anuais.	24
Tabela 2: Dados espeleométricos das cavidades do Projeto Viga.	43
Tabela 3: Classificação das cavidades quanto ao grupo de rochas e litologia (coordenadas em UTM – Datum SAD69 – zona 23S).....	51
Tabela 4: Comparação da terminologia da classificação de categorias ecológicas, de acordo com o esquema de Sket (2008).	104
Tabela 5: Localização das cavidades.....	105
Tabela 6: Lista de táxons e respectivos especialistas responsáveis pela identificação da área 1.	106
Tabela 7: Taxonomistas, especialistas em cada grupo de organismos encontrados na coleção de referência.....	107
Tabela 8: Espécies encontradas nas cavidades estudadas. As cavidades 10, 11, 12, 13/17, 14, 15, 20 e 21 foram amostradas apenas na época seca, sendo necessária ainda uma campanha na época chuvosa.	112
Tabela 9: Espécies de invertebrados registrados na área externa às cavidades.....	120
Tabela 10: Informações registradas em cada cavidade.	130
Tabela 11: Tabela de espécies capturadas no período de seca e chuva.	153
Tabela 12: Presença ou ausência de quirópteros/guano, na primeira e segunda campanha.....	153
Tabela 13: Tabela de espécies capturadas no período de seca e chuva.	154



Tabela 14: Presença ou ausência de quirópteros/guano, na primeira e segunda campanha.....	154
Tabela 15: Sexo e estado reprodutivo das espécies capturadas na Caverna 6.	158
Tabela 16: Dados biométricos do animal capturado na caverna.....	160
Tabela 17: Comparação da relevância do atributo projeção horizontal.	172
Tabela 18: Comparação da relevância do atributo desnível.	173
Tabela 19: Cálculo dos dados espeleométricos da amostra regional de rochas siliciclásticas, considerando a metodologia proposta na IN MMA nº 02/2009.....	175
Tabela 20: Cálculo dos dados espeleométricos da amostra regional de rochas ferríferas, considerando a metodologia proposta na IN MMA nº 02/2009.....	176
Tabela 21: Estatística dos logaritmos considerando os parâmetros espeleométricos para rochas siliciclásticas da unidade espeleológica considerada para este estudo.	178
Tabela 22: Estatística dos logaritmos considerando os parâmetros espeleométricos para rochas ferríferas da unidade espeleológica considerada para este estudo.	178
Tabela 72: Classificação final das cavernas da Mina Viga.	185
Tabela 73: Classificação parcial cavernas Mina Viga.	190



INTRODUÇÃO

A preocupação com a preservação, conservação e utilização dos recursos naturais de forma sustentável no Brasil obteve maior destaque a partir da criação, em 31 de agosto de 1981, da Lei n.º 6.938, a qual estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA. Para garantir a execução dos instrumentos da PNMA, foi estabelecida a Lei n.º 7.735 de 22 de fevereiro de 1989, que criou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, o qual absorveu atribuições de vários órgãos ambientais existentes até então.

Em 1990 foi criado o Decreto Federal 99.556, o qual também dispõe sobre a proteção das cavidades naturais e dá outras providências. Segundo esta norma legal, entende-se como cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo penetrável pelo homem, com ou sem abertura identificada. Popularmente conhecido como caverna, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem. Desde que a sua formação haja ocorrido por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou do tipo de rocha encaixante. Nesta designação estão incluídos todos os termos regionais, tais como gruta, lapa, toca, abismo, fuma e buraco.

O citado Decreto prevê a obrigatoriedade da elaboração de estudo de impacto ambiental para as ações ou os empreendimentos de qualquer natureza, ativos ou não, temporários ou permanentes, previstos em áreas de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas ou de potencial espeleológico, os quais, de modo direto ou indireto, possam ser lesivos a essas cavidades.

O Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, sofreu algumas modificações em 7 de novembro de 2008, através do Decreto Nº 6.640. Essa alteração permite uma nova classificação para as cavidades naturais subterrâneas, que 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, avaliados sob enfoque regional e local. O § 1º do Art. 5º-A estabelece que o órgão ambiental competente, no âmbito do processo de licenciamento ambiental, deverá classificar o grau de relevância da cavidade natural subterrânea, observando os critérios estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente. Desta forma em 20 de agosto de 2009 o Ministério do Meio Ambiente publicou a Instrução Normativa Nº 02 com o objetivo de estabelecer a



metodologia para a classificação das cavidades naturais subterrâneas, em graus de relevância.

Neste documento será apresentado o relatório da Análise de Relevância referente às cavidades presentes na área diretamente afetada e entorno do empreendimento mineral denominado MINA VIGA. A empresa contratante é a FERROUS RESOURCES DO BRASIL S/A, que visa lavra e beneficiamento de ferro no município de Congonhas, estado de Minas Gerais. A elaboração deste relatório foi feita segundo os preceitos estabelecidos na legislação ambiental vigente, em especial o Decreto 6.640/2008, que altera o Decreto 99.556/1990 e a Instrução Normativa n.º 2 do MMA, de 20 de agosto de 2009.



1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a descrição, topografia, análise do meio físico e biótico e valoração das cavidades naturais subterrâneas existentes no entorno da MINA VIGA, de propriedade da empresa FERROUS RESOURCES DO BRASIL S/A.

O estudo das áreas com potencial espeleológico, de acordo com o disposto na Constituição Federal/88 art. 20, inciso X, Decreto n.º 99.556, de 01/10/1990 com alterações promovidas pelo Decreto 6.640/08, Portaria IBAMA n.º 887, de 15/06/1990, Resolução CONAMA n.º 237 de 19/12/1997, Resolução CONAMA n.º 347, de 13/09/2004, IN n.º 100, de 05/06/2006 e IN n.º 2, de 20/08/2009, visa à:

- Promover o conhecimento do potencial espeleológico da área de estudo;
- Proteger a caverna, a flora e a fauna a ela associada;
- Proteger o sistema hidrológico e hidrogeológico de áreas cársticas ou pseudo-cársticas, principalmente áreas de recarga;
- Proteger áreas ou locais que possuem atributos de valor naturais, sociais ou culturais;
- Disciplinar o uso de áreas cársticas e pseudo-cársticas definindo parâmetros a serem utilizados no controle de acesso e na implantação de infra-estrutura de uso turístico, se for o caso;
- Propor medidas de controle dos efeitos negativos advindos da ação antrópica, bem como alternativas de recuperação de áreas degradadas;
- Estimular a prática de educação ambiental.

2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A Mina Viga tem sua maior parte localizada no município de Congonhas e uma parte menor, no município de Jeceaba. O local onde se encontra a mina denomina-se Fazenda dos Coelhos, Espinheiros e Prazeres, e encontra-se pelas coordenadas 611.634 E / 7.732.608 N. Os municípios de Congonhas e Jeceaba estão localizados na região do Quadrilátero Ferrífero, na porção centro sul do estado de Minas Gerais. Os municípios estão inseridos na região de planejamento Central, na microrregião de Conselheiro Lafaiete.

O acesso é feito através da BR-040 sentido Belo Horizonte / Rio de Janeiro, estando o município de Congonhas a 89 Km de Belo Horizonte. Após o Posto da Polícia Rodoviária de Congonhas deve-se tomar o acesso norte do município, a partir de conversão para direita. Esta entrada situa-se a poucos metros após o posto policial.

A partir deste ponto deve orientar-se pelas indicações de acesso até a CSN - Casa de Pedra, que faz divisa com a área da Fazenda dos Coelhos e Espinheiros. No último trevo, já nas proximidades da portaria da CSN, deve-se tomar o sentido oeste, em direção a Jeceaba, e a partir deste ponto pode-se contabilizar cerca de 1,5 km até a portaria de acesso do Projeto Mina Viga. A Figura 1 mostra o croqui de localização onde se insere a Mina Viga. Já o Mapa1, ilustra a localização do empreendimento tendo como referência Belo Horizonte.

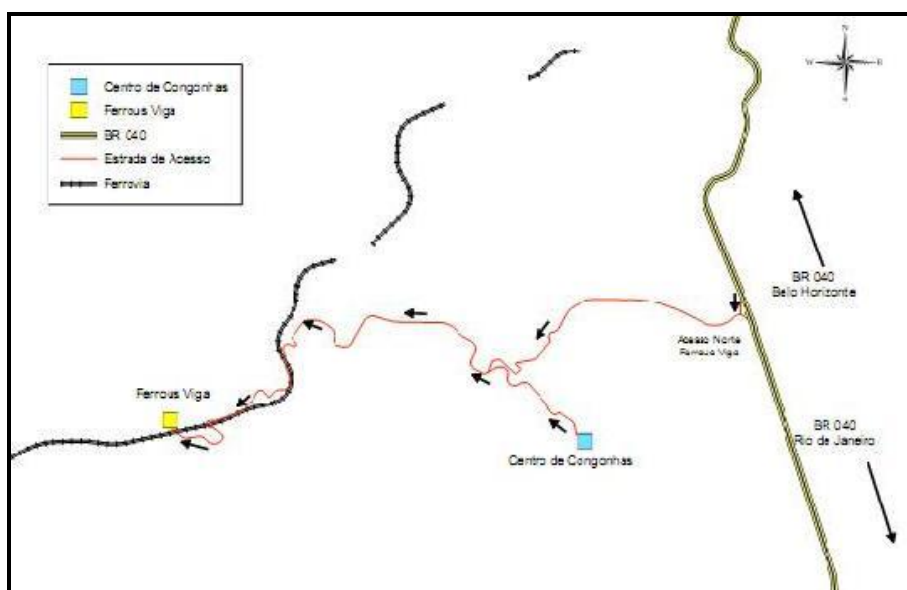
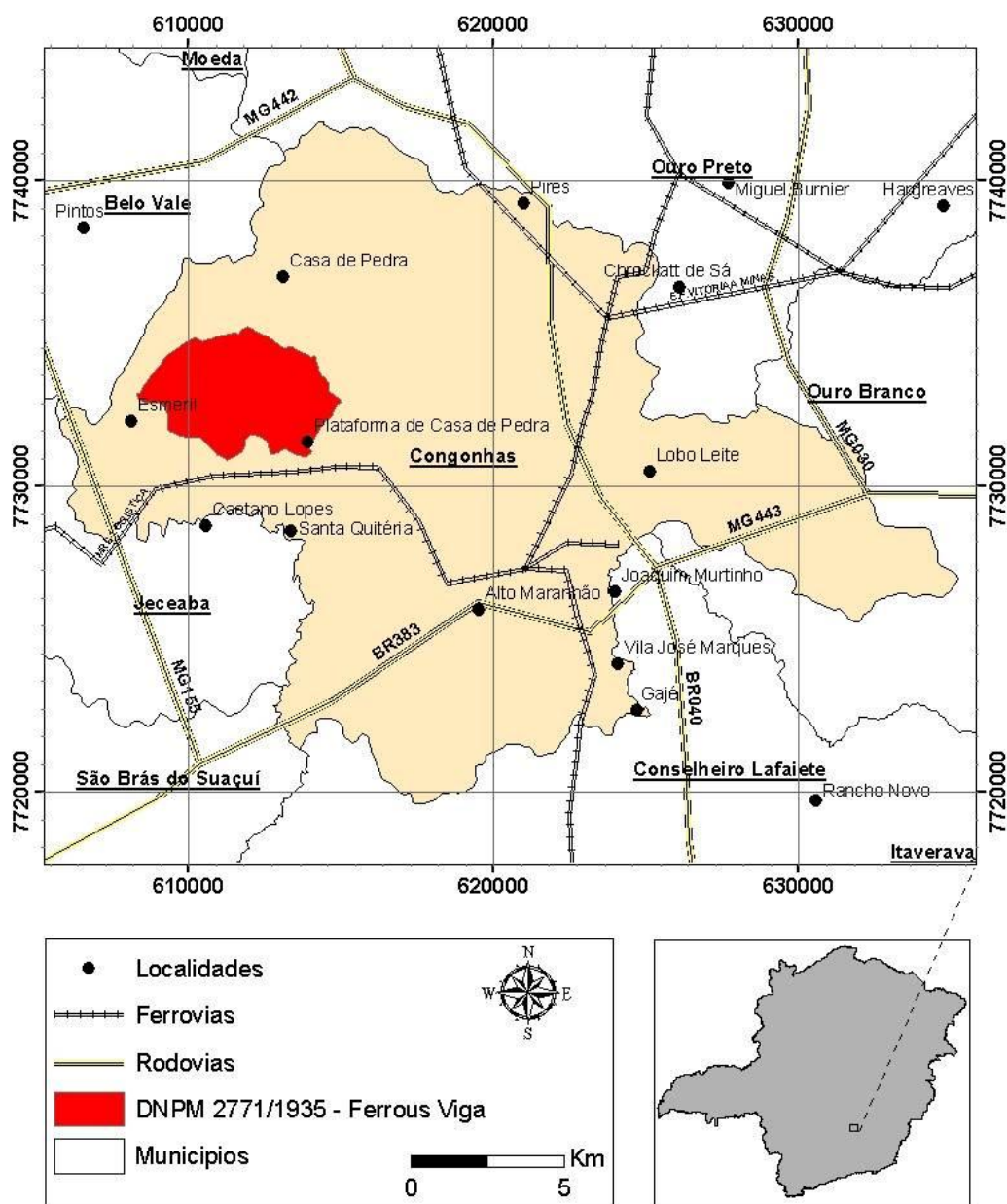


Figura 1: Acesso ao empreendimento.



Mapa de Localização Congonhas - MG



Mapa 1: Localização do Empreendimento em Minas Gerais.



3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3.1 Clima

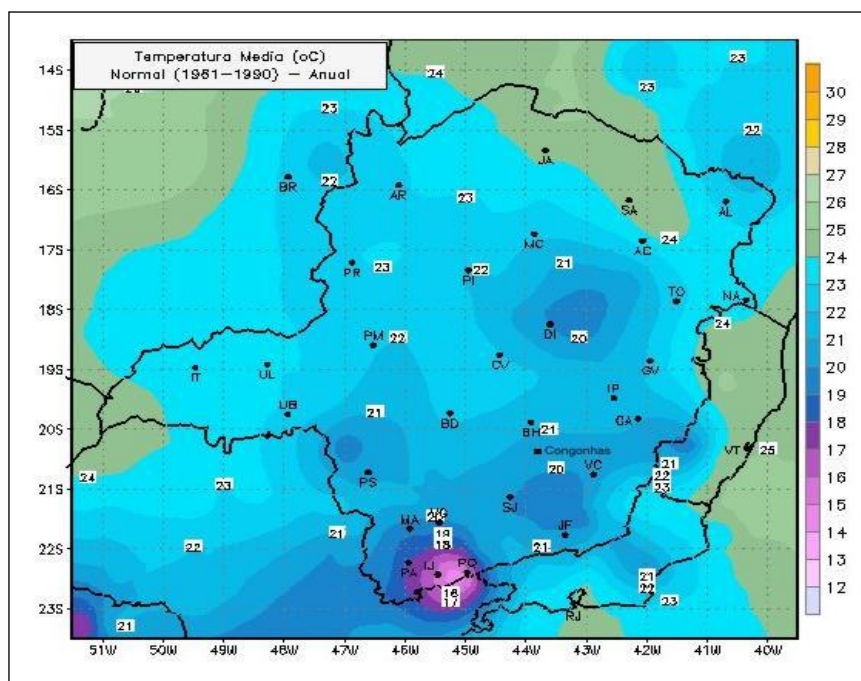
O clima da região é do tipo mesotérmico úmido, segundo a classificação de Koeppen, com inverno seco e verão temperado.

Tabela 1: Características meteorológicas principais em termos anuais.

Parâmetro	Valor
Temperatura média anual	20,5°
Temperatura mínima média anual	14,5°
Temperatura máxima média anual	25,5°
Umidade relativa média anual	950 mm

A região, pela sua posição geográfica, está sob influência de massas polares e de outros sistemas atmosféricos derivados de frentes.

As estações correspondentes ao outono e à primavera não são bem caracterizadas pela sua posição intertropical. De acordo com o Departamento Nacional de Meteorologia – DNMET, as normais de temperatura apontam uma média anual de 20,5° C, conforme apresentado na Figura 2, ocorrendo temperaturas mais baixas nos meses de maio a agosto e mais altas nos meses de outubro a março. As condições topográficas da área, pela variação de altitudes, são responsáveis pela redução das temperaturas no verão e inverno.



Fonte: Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos



O regime pluviométrico desta área é tipicamente tropical, apresentando uma média anual de 2.132 mm. O período chuvoso ocorre nos meses de outubro a março, destacando-se o mês de dezembro com o maior índice e o período seco de abril a setembro com o menor índice no mês de agosto. Por outro lado, a forte radiação solar incidente sobre a região, a qual se encontra regularmente distribuída ao longo do ano, devido à posição latitudinal da bacia, proporciona níveis consideráveis de evapotranspiração, que atinge o valor anual de 950 mm.

Os ventos predominantes na área têm sua origem no núcleo das altas pressões subtropicais, atuante durante todo o ano e responsável pela manutenção da estabilidade do tempo e da circulação atmosférica, alterando-se, somente, por ocasião de invasões de correntes perturbadas. Os ventos apresentam velocidades máximas anuais em torno de 35 km/h, sendo que, podem ser observadas, eventualmente, velocidades de rajada da ordem de 85 km/h, com duração de dois minutos. A velocidade média anual é da ordem de 10 km/h.

3.2 Vegetação

O município de Congonhas-MG está inserido na região conhecida como Quadrilátero Ferrífero, localizado no extremo sul da Cadeia do Espinhaço. O Quadrilátero Ferrífero é considerado pelo Atlas de Biodiversidade de Minas Gerais como área de “importância biológica especial” para a conservação da biodiversidade no Estado (Drummond *et al.* 2005). A área do Projeto VIGA localiza-se mais precisamente no extremo meridional da Serra da Moeda, recentemente decretada, em parte, como Monumento Natural Estadual Serra da Moeda, pelo Ministério público Estadual e o Governo do Estado (MPMG, 2010).

Essa região está inserida em uma zona de transição entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado, dois dos mais diversos e ameaçados ecossistemas do mundo (Myers *et al.*, 2000), apresentando características da flora e da fauna de ambos. A vegetação presente na região consiste em um mosaico de tipos de vegetação, a Floresta Estacional Semidecidual Montana que ocorre na base das serras e nas grotas, em diferentes estágios de regeneração, entremeada por formações de Cerrado e Campo Rupestre em solo ferruginoso que ocorrem nas encostas e topos das serras.

Os campos rupestres se destacam pela enorme diversidade florística e mais ainda pelo elevado número de endemismos, ou seja, de espécies que só ocorrem nestes



ambientes. Muitas vezes, devido à ocorrência disjunta desta formação, algumas espécies são endêmicas de áreas específicas e restritas ao longo da cadeia. O Espinhaço é reconhecidamente o centro de diversidade e endemismo de vários grupos de plantas, como canelas-de-ema (Velloziaceae) e sempre-vivas (Eriocaulaceae), com cerca de 90% das espécies sendo endêmicas dessa região (Jacobi e Carmo, 2008; Rapini *et al.*, 2008). É estimado que existam mais de 4.000 espécies de plantas na cadeia, entretanto este número pode ser bem maior, à medida que novos estudos são realizados. Aproximadamente um quarto das espécies vegetais descobertas no país entre 1997 e 2002 foram provenientes dos campos rupestres (Rapini *et al.*, 2008).

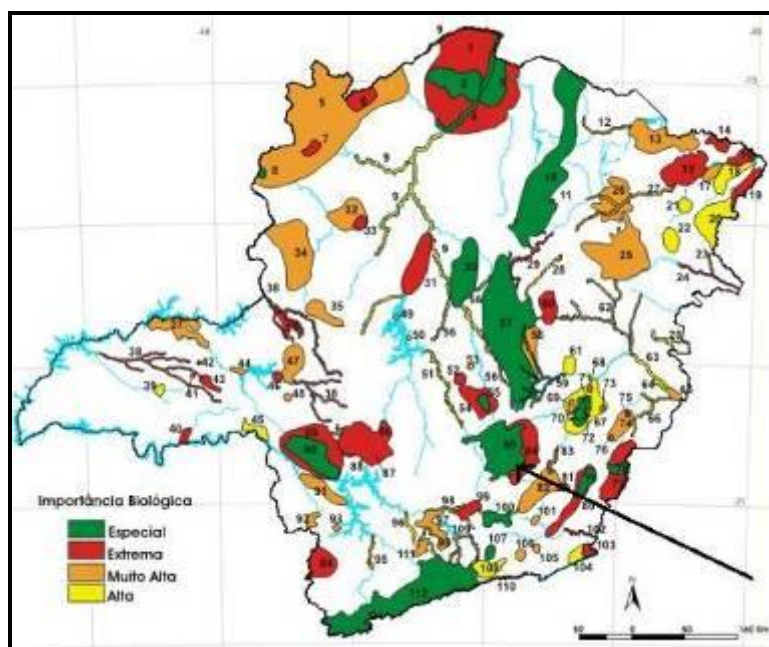


Figura 3: Mapa das áreas prioritárias para a conservação no Estado de Minas Gerais. A seta indica a área 85- Quadrilátero Ferrífero, área de importância biológica especial.

Nesta região estão os campos rupestres ferruginosos, também conhecidos como campos sobre canga. Os campos ferruginosos são uma formação muito peculiar, que apresentam alta diversidade vegetal e elevada taxa de endemismos, mesmo quando comparado a outros tipos de afloramentos rochosos, como os de quartzitos. Entretanto é um dos ecossistemas menos estudados de Minas Gerais, embora um dos mais ameaçados. Para exemplificar a enorme diversidade desta formação, em quatro pesquisas recentemente realizadas nas serras do Quadrilátero, foram identificadas em uma área que não chega a 260 ha, 458 espécies de plantas vasculares, representando 86 famílias (Jacobi e Carmo, 2008).



3.3 Hidrografia

O município de Congonhas está inserido na Macro Região Hidrográfica do São Francisco. Um dos mais importantes rios brasileiros, o rio São Francisco é fundamental pelo volume de água transportada de regiões com grande potencial hídrico para o semiárido brasileiro, onde este recurso é escasso. Com 2.700 km, o rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e escoar no sentido Sul-Norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para o Sudeste, chegando ao Oceano Atlântico na divisa entre Alagoas e Sergipe. Devido à sua extensão e aos diferentes ambientes que percorre, a região está dividida em Alto, Médio, Sub-Médio e Baixo São Francisco. A região estudada está localizada no Alto São Francisco, mais precisamente na bacia hidrográfica do alto rio Paraopeba que é um importante afluente do rio São Francisco.

O rio Paraopeba percorre aproximadamente 537 km, desde sua nascente no município de Cristiano Ottoni até a sua foz no lago da represa de Três Marias, no município de Felixlândia. A principal sub-bacia que compõe a bacia do Paraopeba, na área estudada é a do rio Maranhão. Na região do empreendimento, este apresenta padrão meandrante, com formação de pequenas planícies de inundação. As drenagens que compõem a bacia do rio Maranhão, apresentam geometria com o padrão dendrítico, podendo apresentar retilíneas devido ao controle estrutural. O rio Maranhão, vindo do município de Conselheiro Lafaiete, atravessa toda a região urbana de Congonhas até desaguar no rio Paraopeba. Próximo ao ponto de encontro com o rio Paraopeba, o rio Maranhão recebe o córrego Bichento, com nascente na serra do Batateiro.

Na área da Pilha Sul, está o trecho mais jusante do córrego do Bichento, antes deste desaguar no rio Maranhão. Nesse trecho o córrego se encontra bastante assoreado por sedimentos provenientes de porções a montante onde foi instalada a linha férrea, e de processos erosivos laminares e de voçorocamento em sua margem. Nas proximidades das cavidades CV07 e CV21 ocorre o córrego do Bichento, cujas águas drenam a área da CSN à montante. Esse córrego flui em sentido norte-sul e verte diretamente suas águas para a margem direita do rio Maranhão. Todo o escoamento da água de chuva na área da microbacia a montante das cavidades é drenada para o córrego do Bichento. Na cavidade CV07 pode ser observado um fluxo de água intermitente em seu interior. Esse fluxo é de pequena vazão e é formado pelo deflúvio superficial que é acumulado na vertente, durante o período chuvoso.



3.4 Aspectos Geomorfológicos

O Quadrilátero Ferrífero é um conjunto de relevo dobrado e fortemente dissecado pela erosão, rebaixado na parte central e elevado nas bordas, onde há ocorrência de serras. As cotas altimétricas predominantes estão entre 800 e 900 metros, sendo que ao sul ocorrem freqüentemente linhas de cristas que ultrapassam 1.400 metros de altitude. O processo de dissecação na área é marcado por um nítido controle estrutural, com intensidade controlada pela diferença litológica e atuação de processos tectônicos. Contrastes bastante significativos alternam áreas aplainadas com picos e cristas elaboradas em quartzitos, xistos e itabiritos e grandes escarpamentos geralmente orientados por fraturas.

As cristas são distintas pela altimetria elevada, assim como pela continuidade e extensão da forma. Elas estão associadas aos processos estruturais de elaboração do relevo, como falhas normais, falhas de empurrão ou fatores predominantemente litológicos. A preservação de porções elevadas do relevo é favorecida pela existência de extensas áreas cobertas por resistentes crostas ferruginosas, também chamadas de canga ou laterita, que recobrem tanto o topo de superfícies aplainadas, quanto diversos níveis das vertentes (Varajão, 1988). Estas couraças detrítico-lateríticas constituem uma superfície impermeável bastante resistente ao intemperismo físico e químico, e são resultantes da laterização de colúvios e tálus.

Os vales constituem a parte central do Quadrilátero Ferrífero, possuindo aspectos diferenciados, que abrangem desde as formas colinosas um pouco alongadas e de topos convexizados a formas de topos aguçados e até tabulares, com vertentes de comprimento de rampa reduzido, caracterizadas por elevada declividade e topos não coincidentes, com vários níveis altimétricos. Os níveis de base do Quadrilátero Ferrífero são estabelecidos pelos rios das Velhas, principalmente na sua parte central, e Paraopeba, a oeste. A diferença de altitude entre os interflúvios e os talvegues ultrapassa, às vezes, algumas centenas de metros. O traçado dos cursos fluviais evidencia que os mesmos se adaptam, às fraturas impressas nas rochas.

3.5 Geologia Regional

Em termos regionais, a área investigada situa-se no setor sudoeste do Quadrilátero Ferrífero. Do ponto de vista geotectônico, o Quadrilátero Ferrífero está inserido na Província São Francisco, situando-se no extremo sul da área ocupada pelo Cráton de



mesmo nome (Almeida 1977, Almeida & Hassuy 1984). Compreende quatro grandes conjuntos litológicos: o embasamento formado por complexos metamórficos arqueanos, o greenstonebelt Supergrupo Rio das Velhas e a sequência metassedimentar do Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi. Além de rochas máficas intrusivas e coberturas cenozóicas.

O mapa simplificado com a distribuição das litologias no Quadrilátero Ferrífero e a localização da área de estudo pode ser visualizado na figura a seguir. As cavidades de interesse para este relatório se inserem no conjunto de rochas do Supergrupo Minas.Grupo Itacolomi.

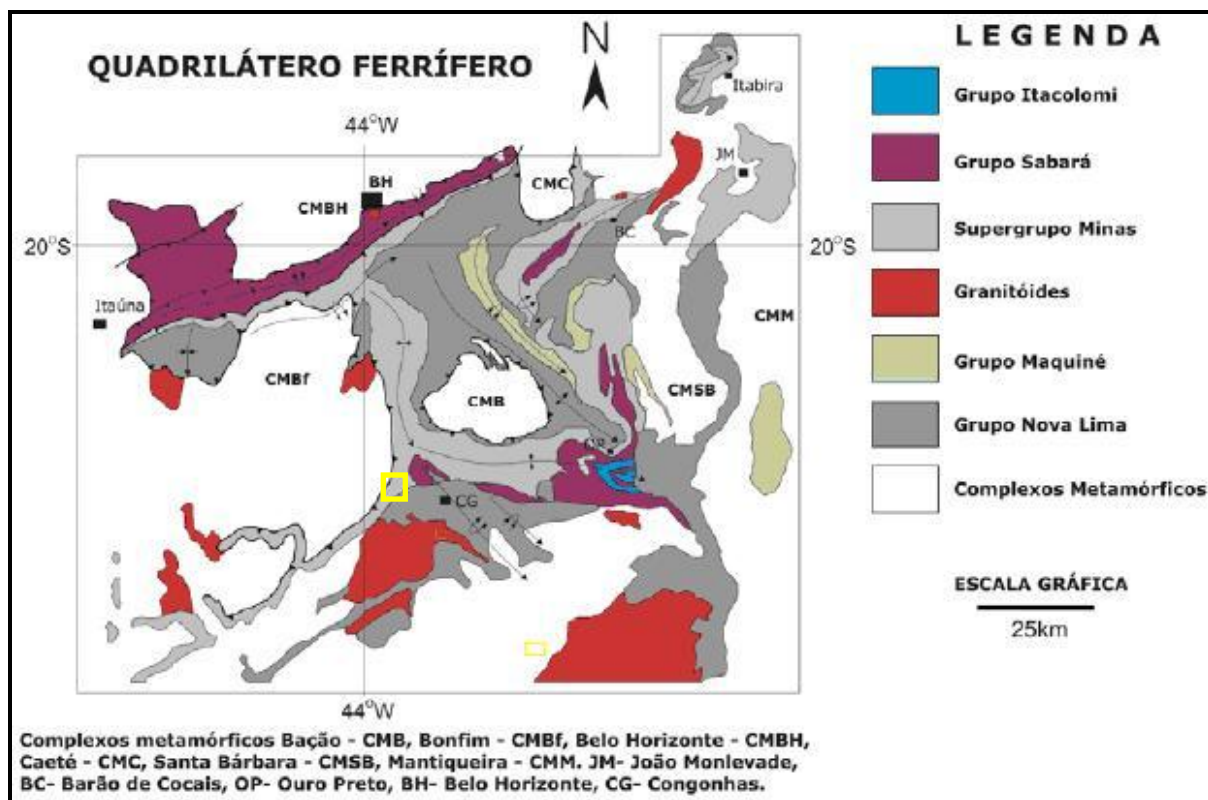


Figura 4: Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero. Destaque em amarelo para a localização da área de estudo.

Supergrupo Minas

O Supergrupo Minas é uma sequência metassedimentar de idade paleoproterozóica (Babinski et al 1991; Machado et al, 1989) constituída por xistos, quartzitos, dolomitos e formação ferrífera, assentadas discordantemente sobre gnaisses e mica-xistos. A proposição estratigráfica de Dorr (1969) com a incorporação dos resultados alcançados pelos estudos de Renger et al (1994), Almeida et al (2002 e 2003a) e Almeida (2003) é composta por cinco grandes grupos que atingem mais de 4.000 m



de espessura de sedimentos.

A base da unidade é ocupada pelo Grupo Tamanduá cuja seção tipo ocorre na serra do Tamanduá, 5 km a norte de Barão de Cocais. O Grupo Caraça, que repousa discordantemente sobre as unidades vulcanossedimentares do Supergrupo Rio das Velhas, é constituído de duas formações: a Formação Moeda, inferior, e a Formação Batatal, superior. O Grupo Itabira compreende duas formações: a Formação Cauê, inferior, que abriga os maiores depósitos de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero e a Formação Gandarela, superior. O Grupo Piracicaba é constituído pelas seguintes formações: Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro. A unidade superior do Supergrupo Minas é constituída pelo Grupo Sabará.

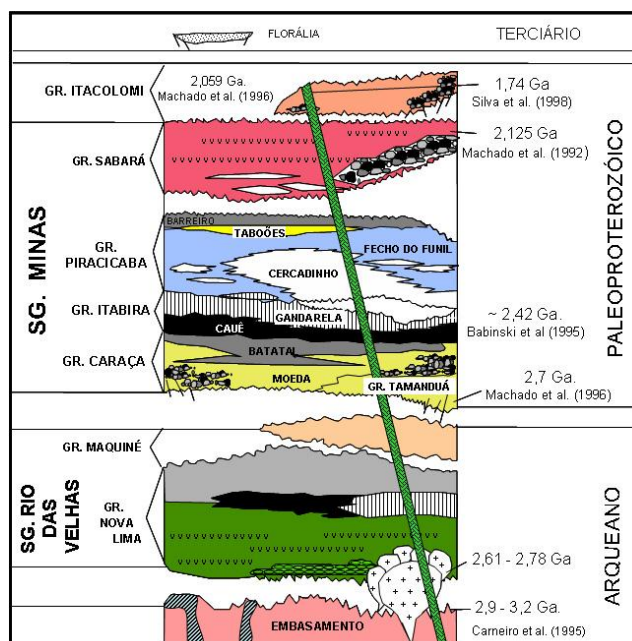


Figura 5: Coluna estratigráfica da região do Quadrilátero Ferrífero (Modificada de Alkmim & Marshak 1998).

Embora o Supergrupo Minas esteja separado do Supergrupo Rio das Velhas por discordância estrutural e estratigráfica, o grau metamórfico que afetou o Supergrupo Minas não difere muito da unidade sotoposta sendo caracterizada por metamorfismo da fácies xisto-verde atingindo a fácies anfibolito nas porções leste, sudeste e nordeste do QF.

Geologia Estrutural

Alkmim & Marshak (1998) com base em dados geocronológicos e relações de campo propuseram quatro eventos responsáveis pela formação das estruturas identificadas



por eles no Quadrilátero Ferrífero. Segundo os autores, o primeiro evento apresenta estruturas com direção NE-SW, está relacionado a uma compressão e seria o resultado da Orogênese Transamazônica. O segundo evento é caracterizado por uma extensão regional. Resultou na arquitetura em domos e quilhas, é entendido como um colapso orogenético do evento Transamazônico e seria o responsável pela deposição dos sedimentos do Grupo Itacolomi.

O terceiro evento de natureza extensional, seria o responsável pela abertura da Bacia do Espinhaço e pela intrusão dos diques de diabásio que cortam as rochas do Quadrilátero Ferrífero (Alkimim & Marshak 1998). O quarto evento apresenta natureza compressional, formando estruturas com direção Norte-Sul. Este evento é denominado de Orogênese Brasileira ou Pan-Africana e foi responsável pela formação do Supercontinente Gondwana.



4 ESPELEOLOGIA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

As primeiras investigações espeleológicas no Brasil remetem ao século XIX, e foram realizadas por naturalistas e viajantes, como Lund, 1835-1844, Liais, 1872, Burmeister, 1850-1852, entre outros (Piló, 1998). Os estudos pioneiros ocorreram na região cárstica de Lagoa Santa/MG, que representa uma das mais importantes regiões brasileiras em termos de paisagem cárstica carbonática. Desde então, os estudos espeleológicos se espalharam pelo território nacional, embora tenham permanecido concentrados em áreas de ocorrência de rochas carbonáticas (calcários e dolomitos). As pesquisas em outras formações eram pontuais e realizadas por poucos espeleólogos.

Esse cenário sofreu uma grande mudança após os anos 2000. Desde então o aquecimento do mercado ligado ao minério de ferro, associado ao rigor dos órgãos de licenciamento ambiental em relação aos empreendimentos minerários, têm proporcionado um crescimento cada vez mais intenso dos estudos espeleológicos em áreas de ocorrência do minério de ferro e da canga no Brasil (Auler & Piló, 2005).

No Quadrilátero Ferrífero, os primeiros trabalhos científicos específicos publicados sobre o assunto vieram através do norte americano George Simmons, em 1963. O trabalho clássico de Simmons (1963) contempla diversas cavidades na Serra do Batateiro, na Serra do Tamanduá, no Morro da Queimada e na Serra do Curral. Além da descrição, Simmons elabora um interessante modelo genético e detalha a mineralogia das grutas. Em trabalho complementar, Simmons (1968) detalha a mineralogia de fosfatos encontrados em caverna na Serra do Tamanduá. Breves menções são também efetuadas em trabalhos de síntese como o de Dorr (1969).

4.1 Unidade Espeleológica Sob Enfoque Regional

A unidade espeleológica do Quadrilátero Ferrífero situa-se no extremo sul do Cráton do São Francisco (Almeida, 1977), uma porção antiga da crosta parcialmente coberta por sequências, paleo e mesoproterozóicas (Dorr 1969, Marshak & Alkmim 1989, Alkmim & Marshak 1998). Segundo Oliveira *et. al* 2011 a delimitação da Província Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero de enfoque regional foi condicionada ao Supergrupo Minas (Dorr, 1969) e às rochas cronocorrelatas (CPRM, 2001). Esta unidade é contemplada por três formas de ocorrência de cavernas, vinculadas à três grupos de rochas (ferríferas, siliciclásticas e carbonáticas).



A maior ocorrência de cavidades está registrada no grupo das rochas ferríferas, com mais de 500 cavernas em cangas, minério de ferro, itabiritos, hematita compacta e laterita. Seguido pelo grupo das rochas siliciclásticas, com cerca de 100 cavidades em quartzitos e conglomerados. Por último, estão as rochas carbonáticas com poucas cavidades em dolomitos e calcários. Os depósitos de minérios de ferro do QF estão condicionados por fatores tectônicos, morfoclimáticos e litológicos, onde as coberturas de canga/laterita são responsáveis pela existência da maioria das cavernas do grupo.

As cavernas inseridas na formação ferrífera e na canga são em geral de pequenas dimensões, poucas vezes superando 100 m de projeção horizontal. Em torno de 70% das cavidades nesta formação no Quadrilátero Ferrífero estão no intervalo entre 20-30 m de projeção horizontal (Auler & Piló, 2007). A maior caverna nesses litotipos, até o momento, encontra-se na Serra da Piedade, com aproximadamente 400m de projeção horizontal.

O potencial brasileiro em termos de cavernas em quartzito é enorme. No Quadrilátero Ferrífero existem várias unidades geológicas que apresentam esta litologia, contudo o principal distrito espeleológico localiza-se na Serra do Caraça. Segundo Dutra (2001), dentre os picos mais elevados da Serra do Caraça destacam-se o Pico do Sol com 2.072 m e o Pico do Inficionado com 2.068 m de altitude. Nos quartzitos do Pico do Inficionado desenvolvem-se grandes abismos e cavidades, dentre as cavidades destaca-se a Gruta do Centenário, a maior do mundo em quartzito (Dutra, 2001).

Dentro da unidade espeleológica QF – Conceição foram delimitadas dez unidades geomorfológicas (Oliveira *et. al*, 2011), de acordo com o definido na IN: “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” (art. 14 §1). A demarcação das unidades geomorfológicas foi feita com base no critério litológico-fisiográfico (através da utilização do Supergrupo Minas) e em sua continuidade espacial (presença de planície de inundação, com áreas mais arrasadas). As unidades definidas foram assim denominadas:

- Serra da Serpentina,
- Itabira,
- João Monlevade,



- Serra da Piedade,
- Quadrilátero Oeste,
- Serra Azul,
- Morrarias de Dom Bosco,
- Serra do Gandarela,
- Serra de Ouro Preto - Antônio Pereira e
- Escarpa Oriental do Caraça.

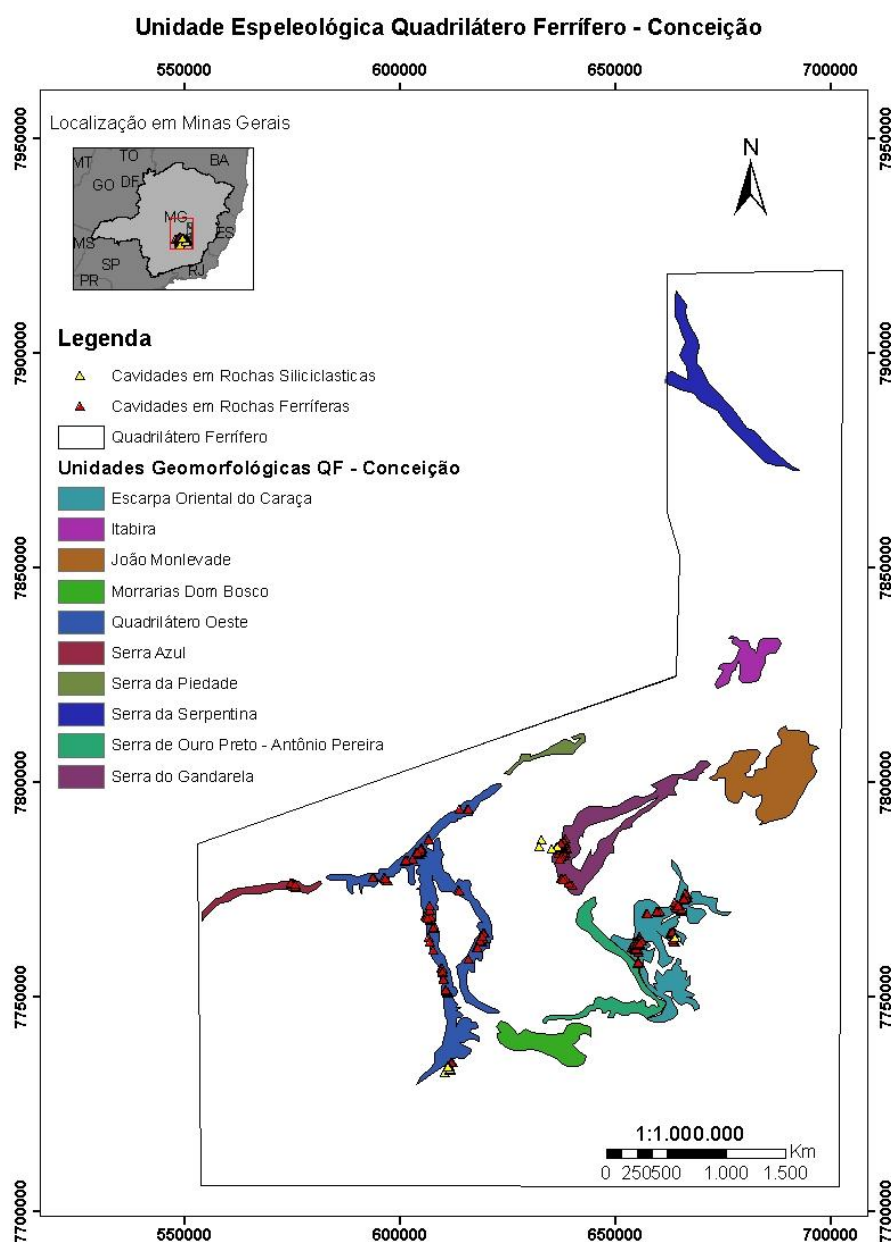


Figura 6: Localização das Cavernas na Unidade Espeleológica Quadrilátero Ferrífero.



4.2 Unidade Geomorfológica Sob Enfoque Local

As cavidades da MINA VIGA, objeto deste relatório, estão situadas na unidade geomorfológica Quadrilátero Oeste que possui 391km² de área e se localiza na borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, imediatamente a sul de Belo Horizonte, seguindo até as cidades de Jeceaba e Congonhas. Trata-se de uma unidade geomorfológica de serra com continuidade espacial, embora apresente inflexões em sua direção e variações de toponímia – Serras do Curral, Moeda e Itabirito (Oliveira *et. al*, 2011).

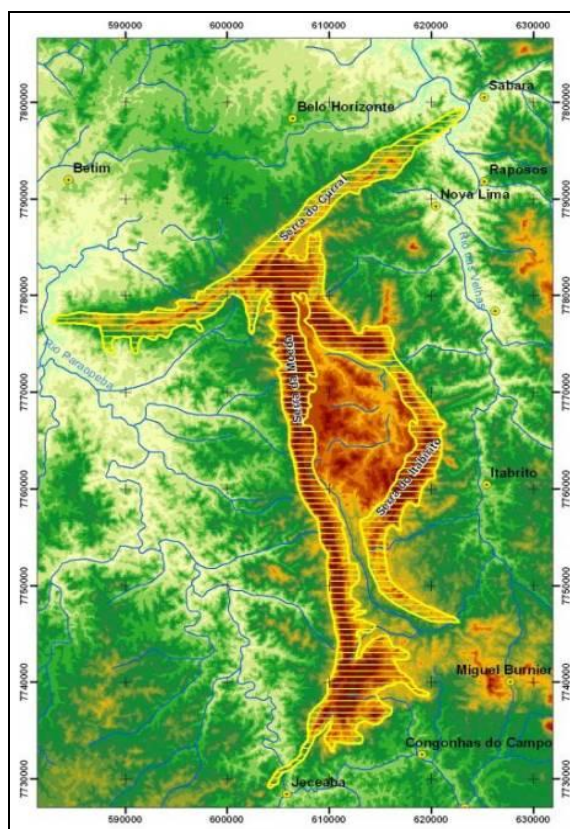


Figura 7: Detalhe dos limites da Unidade Geomorfológica Quadrilátero Oeste (modificado de Oliveira *et. al*, 2011).

O segmento da Serra do Curral corresponde ao alinhamento de direção nordeste, na porção norte da unidade. Apresenta 47 km de extensão e seus limites são dados pelas planícies fluviais dos rios Paraopeba e das Velhas, localizados em suas extremidades sudoeste e nordeste, respectivamente (Oliveira *et. al*, 2011).

Na porção central da Serra do Curral se juntam as serras da Moeda e de Itabirito, que seguem para sul, a primeira mais a oeste e a segunda a leste. A Serra da Moeda, com 51 km de extensão, é delimitada em sua porção sul, próximo à cidade de Jeceaba, por rochas do embasamento num relevo mais arrasado e trabalhado pelo mesmo Rio das Velhas, em sua porção mais a montante. Já a Serra de Itabirito é interrompida em sua



extremidade sul pelas planícies das cabeceiras do Rio das Velhas. Entre as serras da Moeda e Itabirito há uma região quase tão acidentada quanto estas, sustentadas por metassedimentos do Grupo Piracicaba, que compreende uma unidade geomorfológica de morrotes (Oliveira *et. al*, 2011).

4.3 Definição das Amostras Regional e Local

A escala regional de análise é composta pela unidade espeleológica denominada Província Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero. Todas as litologias observadas nas cavidades deste relatório serão analisadas considerando a mesma unidade espeleológica, contudo serão analisadas separadamente de acordo com o grupo de rochas, conforme estabelecido na legislação vigente.

Para as formações ferríferas, a amostra regional é composta por 265 cavidades distribuídas da seguinte forma: 59 cavidades localizadas na Escarpa Oriental do Caraça, 109 cavidades localizadas no Quadrilátero Oeste, 30 cavidades localizadas na Serra Azul e 67 cavidades localizadas na Serra do Gandarela.

Para as formações siliciclásticas a amostra é relativamente pequena, devido à indisponibilidade de dados. No Quadrilátero Ferrífero estão disponíveis dados de 46 cavidades em rochas siliciclásticas, incluindo as analisadas neste relatório. Entretanto, a maioria não possui os valores de área e volume. Para que todos os parâmetros espeleométricos sejam analisados, foram utilizadas para compor a amostra regional somente as cavidades do banco de dados que possuíam disponíveis todos os dados (projeção horizontal, área, desnível e volume). Desta forma, a amostra regional utilizada foi reduzida e é composta por 24 cavidades distribuídas da seguinte forma: 01 cavidade localizada na Escarpa Oriental do Caraça, 18 cavidades localizadas no Quadrilátero Oeste e 05 cavidades localizadas na Serra do Gandarela.

A escala local de análise, definida para as cavidades da MINA VIGA da FERROUS, foi a unidade geomorfológica denominada Quadrilátero Oeste. Todas as litologias observadas nas cavidades analisadas neste relatório serão analisadas considerando a mesma unidade geomorfológica, contudo serão analisadas separadamente, conforme estabelecido na legislação vigente.

Para as formações ferríferas, a amostra local é composta por 109 cavidades, sendo que destas 2 estão sendo analisadas neste relatório. Para as formações siliciclásticas, a amostra local é composta pelas 18 cavidades analisadas neste relatório.



5 PROSPECÇÃO ESPELEOLÓGICA

O trabalho de prospecção espeleológica, apresentado em resumo a seguir, foi realizado pela empresa Brandt Meio Ambiente¹, quando da elaboração do EIA/RIMA para a formalização do pedido de Licença Prévia do Projeto VIGA da FERROUS. A prospecção realizada na área em estudo contemplou o projeto conceitual do empreendimento, representado pelas estruturas maiores de Cava, Pilhas, Barragens, Diques, Planta Industrial, Adutora, Aqueduto, Rejeitoduto e Captação de Água. Também foi percorrida uma área de 250 m no entorno dessas estruturas, de forma a atender a orientação da legislação vigente. O objetivo do levantamento espeleológico é o de identificar cavidades naturais (cavernas) existentes nas áreas afetadas pelas atividades minerárias a serem realizadas.

No decorrer das atividades de campo foram identificadas vinte e três cavernas, sendo que apenas duas se encontram dentro dos limites da ADA (área diretamente afetada) da Cava e duas apresentam seus raios de proteção legal interferentes com a Pilha Sul (de acordo com o arranjo final do projeto conceitual da Mina Viga, repassado pela Ferrous). O inventário espeleológico foi realizado em concordância com os seguintes procedimentos:

a) Análise da cartografia

Com o objetivo de determinar com precisão as áreas de maior relevância a serem prospectadas, ou seja, áreas com maior potencial de ocorrência de cavernas, os trabalhos de prospecção foram precedidos de um estudo cartográfico da região, com ênfase na interpretação geológica. Em áreas onde a litologia ou os padrões morfológicos do relevo apresentam maior potencial de ocorrência de cavernas, o caminhamento da prospecção deve ser realizado detalhadamente, a fim identificar o maior número possível de cavernas. Em áreas onde a litologia ou os padrões morfológicos do relevo apresentam baixo potencial de ocorrência de cavernas, o caminhamento da prospecção deve ser realizado de forma extensiva. Também foram utilizadas imagens de satélite e ortoFoto com escalas médias de 1:2.500, abrangendo a área do decreto minerário, bem como o projeto conceitual do empreendimento contendo a demarcação dos limites das ADA's.

b) Prospecção

¹ BRANDT MEIO AMBIENTE. EIA/RIMA – Projeto Mina VIGA. Congonhas. Junho 2009. P. 149-240.



A prospecção foi realizada por equipe de dois espeleólogos e registrada através de linhas de caminhada em GPS da marca Garmin, modelos Legend e GPSMAP 60 CSX. A precisão da tomada de coordenadas é em média de 10 metros e o datum utilizado foi o SAD'69. A precisão das linhas de caminhada e coordenadas tomadas em campo variaram em função da cobertura vegetal e/ou da ocorrência de céu encoberto. Em áreas de boa visibilidade com relevo pouco acidentado e/ou com vegetação rasteira anotou-se em imagem de satélite a abrangência visual em campo, permitindo assim a otimização dos trabalhos de caminhada. Em áreas de vegetação fechada foram realizados caminhamentos sistemáticos no sentido da drenagem de modo a se verificar a presença de fendas, drenagens capturadas ou feições propícias à ocorrência de cavernas. Também foram realizados caminhamentos transversais ao sentido da drenagem em pontos onde se verificou a presença de escarpas rochosas.

c) Elaboração de croquis e breve descrição de cavernas

Quando da identificação de cavidades foram elaborados croquis em escala da planta baixa, além de registro Fotográfico. Uma breve caracterização de cada caverna também foi realizada, na qual foram descritos atributos como litologia, presença de espeleotemas, fraturas condicionantes e sedimentação.

d) Elaboração do relatório final

Após as atividades de campo os croquis foram digitalizados e redesenhados em plataforma CAD. Os caminhamentos foram transferidos do GPS através do programa TrackMaker a um formato .dxf e anexado a este relatório de modo a permitir a elaboração de um mapa de caminhada sobre imagem de satélite em escala apropriada. Por fim, foi realizada a construção do relatório final contendo a descrição das cavernas identificadas bem como os métodos utilizados na etapa de campo.

No

Mapa 2 pode ser observado o caminhada espeleológico realizado durante a etapa de prospecção e a localização das cavernas identificadas. As coordenadas e os dados espeleométricos das cavernas serão mais bem detalhados no item “Topografia de Cavernas”, a seguir.



6 TOPOGRAFIA DE CAVIDADES

O mapeamento espeleológico, ou espeleotopografia, caracteriza-se pelo conjunto de medidas de ângulos e de distâncias que possibilitam a construção de um mapa (planta baixa), o qual contenha seções longitudinais (perfis) e transversais (cortes), definindo assim a visão da caverna em três planos de projeções diferentes. Dessa maneira, o mesmo é essencialmente quantitativo e através dele podemos definir a projeção horizontal, o desnível, a área e o volume de uma caverna, ou seja, seus dados espeleométricos.

Além disso, através da espeleotopografia é possível analisar a morfologia de cada cavidade, seus padrões de desenvolvimento, controles estruturais, faciologia de espeleotemas e seu possível aproveitamento turístico. Outra função importante da espeleotopografia é servir como base para a confecção de outros mapas temáticos como geoespeleológico, meteorológico, biológicos e entre outros.

6.1 Metodologia

O mapeamento espeleológico é realizado em duas fases distintas: uma em campo, onde é feito o levantamento topográfico e os croquis; e outra no escritório, onde os dados são tratados e os mapas digitalizados. Para este trabalho a equipe de topografia contou com quatro espeleólogos, os quais se revezaram entre si nas funções de topógrafos e croquistas.

6.1.1 Etapa de Campo

O primeiro passo para o mapeamento de uma cavidade é a exploração da mesma, pois só assim é possível ter uma boa visão do arcabouço espeleomorfológico e escolher de maneira adequada a escala de trabalho compatível com o nível de detalhamento desejado. A topografia é iniciada a partir do último “pingo d’água” antes da entrada da cavidade, e este é definido pela linha d’água da mesma. Observadas estas nuances inicia-se o mapeamento.

Existem vários métodos de mapeamento e dificilmente apenas um deles é utilizado, haja vista que uma mesma cavidade geralmente apresenta diferentes comportamentos



morfológicos ao longo de seu desenvolvimento. A combinação de dois ou mais métodos é o ideal. Para a realização deste trabalho utilizou-se os métodos abaixo relacionados:

- ✓ *“Poligonais Abertas”*: no qual as estações topográficas estão dispostas segundo o eixo principal de desenvolvimento da caverna e as distâncias entre as estações devem ser controladas de acordo com o detalhamento desejado. Quanto maior o número de estações, maior será o erro acumulado;
- ✓ *“Poligonais Fechadas”*: no qual as estações topográficas estão dispostas de forma que, quando interligadas, formarão uma poligonal fechada. Este método é utilizado para calcular-se o erro de fechamento de uma poligonal;
- ✓ *“Irradiação”*: utilizado quando, a partir de uma estação topográfica central, irradiam-se visadas para as laterais de um conduto ou salão, sendo que não ocorre a continuação da topografia nestes pontos.

Outro método existente, o da *“Triangulação”*, não foi utilizado neste levantamento topográfico. O caminhar da topografia seguiu o método de bases fixas.

Além dos métodos de topografia supracitados, o mapeamento efetuado norteou-se pelo sistema elaborado pela British Cave Research Association – BCRA para a definição do grau de precisão dos mapas confeccionados. Este sistema (BCRA) utiliza-se de dois critérios de diferenciação: um representado por números, para a precisão instrumental; e outro alfabético, para a precisão de detalhamento. A combinação dos dois critérios de avaliação resulta em um código alfanumérico que define a precisão do mapa.

Nas cavidades cuja topografia foi realizada em campanha anterior, foram efetuadas topografia espeleológica com grau de precisão BCRA 4D. Nas demais cavidades, cuja topografia foi realizada em campanha recente, o grau BCRA atingido foi o 5D. Em todas as cavernas a topografia foi precedida por uma exploração detalhada e seguida de representação gráfica precisa, contendo planta baixa, cortes, perfis, escala numérica, orientação magnética, localização geográfica e registro Fotográfico.

Em virtude de a planta baixa ser uma projeção plana horizontal, há necessidade de que as distâncias medidas em terrenos inclinados sejam corrigidas para uma representação fiel das distâncias. Dessa forma, com auxílio de uma calculadora



científica, os cálculos necessários para esta correção já foram efetuados em campo, possibilitando a elaboração dos croquis já com as distâncias reais.

Equipamentos Utilizados

Os instrumentos e recursos cartográficos utilizados para realizar a topografia das cavidades da área de estudo foram bússola e clinômetro Brunton; trena a laser; trena de modelo PVC de 30 metros; trena de metal de 5 metros; GPS Garmin 60CSx; bases topográficas de papel com 3,5cmx6,5cm, as quais foram removidas ao final de cada mapeamento; caderneta e planilha topográfica; calculadora científica, papel milimetrado; transferidor e escalímetro. O registro Fotográfico das cavidades foi realizado com câmera Sony Cyber Shot e as devidas descrições das Fotos e observações foram anotadas em planilhas de campo específicas.

6.1.2 Etapa de Escritório

Durante a etapa de escritório foram digitalizados os croquis e efetuados os cálculos espeleométricos. Para tanto utilizou-se o software *AutoCAD 2009*.

6.2 Identificação das Cavidades

As 23 cavidades encontradas pela prospecção espeleológica foram identificadas pela Spelayon Consultoria para dar início à topografia espeleológica. Durante os levantamentos de campo para a topografia das cavidades, constatou-se a conexão das cavernas CV08, CV09 e CV16. Resultando na maior cavidade da área de estudo, a qual possui 214,15 m de projeção horizontal. Da mesma forma, foi constatada a junção das cavidades CV13 e CV17. A cavidade SPE01 foi identificada durante o levantamento de campo desta etapa.

A cavidade CV23 foi classificada como abrigo devido às pequenas dimensões da sua projeção horizontal em relação à largura da boca. Nesta cavidade não houve estudos espeleológicos, sendo que a descrição geral e registro Fotográfico da mesma serão apresentados no item “Descrição das Cavidades”.

As cavidades CV05 e CV06 se encontram dentro dos limites da ADA (área diretamente afetada) da Cava e duas (CV07 e CV21) apresentam seus raios de proteção legal interferentes com a Pilha Sul (de acordo com o arranjo final do projeto



conceitual da Mina Viga, repassado pela Ferrous).

Devido a junção de algumas cavidades e a identificação de outra, a amostra analisada neste relatório é composta por 20 cavernas. Na tabela abaixo estão destacadas as características espeleométricas das cavidades da área de estudo. No Mapa 3 pode ser observada a localização de cada cavidade na foto aérea da região. Os croquis topográficos de todas as cavidades em análise podem ser observado no Anexo 1 deste relatório.

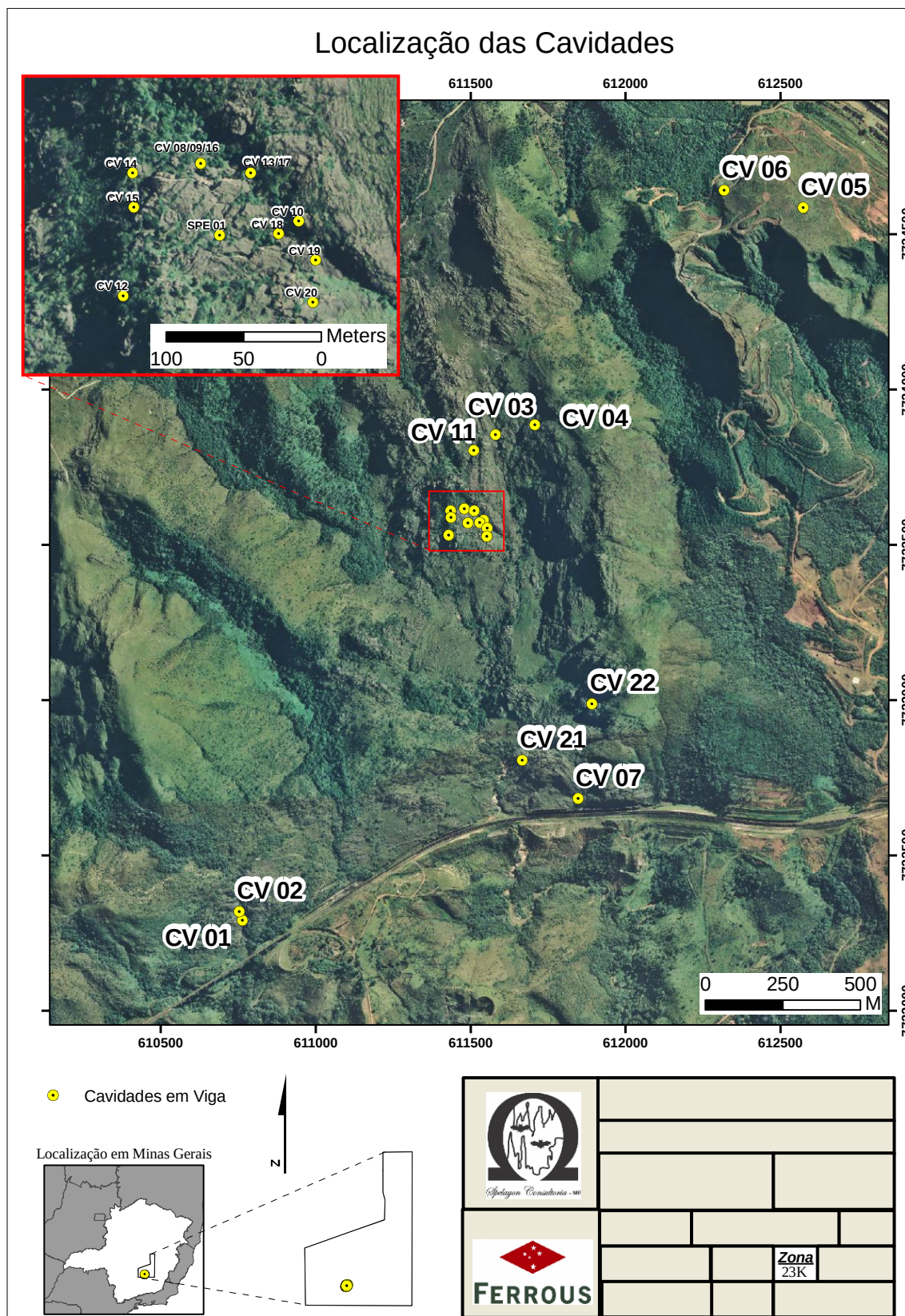
Tabela 2: Dados espeleométricos das cavidades do Projeto Viga.

Nome	UTM_E	UTM_N	Altitude	PH (m)	Desnível (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)	Litologia
CV 01	610765	7732292	946	13,08	4,79	36,53	58,16	Quartzito
CV 02	610754	7732320	965	44,99	4,43	177,05	400,26	Quartzito
CV 03	611581	7733856	1163	19,25	2,74	44,16	45,45	Quartzito
CV 04	611707	7733887	1190	12,02	5,26	52,6	67,32	Quartzito
CV 05	612573	7734587	1271	11,15	0,59	14,54	16,72	Canga e Itabirito
CV 06	612318	7734643	1267	46,51	1,34	152,5	183	Canga
CV 07	611847	7732684	943	9,9	2,18	47,96	23,5	Quartzito
CV 08/CV 09/CV 16	611480	7733617	1096	214,15	41,31	1104,71	2187,72	Quartzito
CV 10	611543	7733580	1097	8	3,32	29	67,86	Quartzito
CV 11	611511	7733805	1159	13,14	1,7	51,82	54,41	Quartzito
CV 12	611430	7733532	1120	8,79	2,43	38,32	63,22	Quartzito
CV 13/CV 17	611512	7733611	1098	37,62	5,61	118,66	547,02	Quartzito
CV 14	611436	7733611	1126	9,82	4,23	17,29	24,37	Quartzito
CV 15	611437	7733589	1129	5,22	1,16	8,98	8,53	Quartzito
CV 18	611530	7733572	1093	10,77	8,42	146,31	197,51	Quartzito
CV 19	611554	7733555	1122	12,75	6,89	51,88	129,7	Quartzito
CV 20	611552	7733528	1092	10,32	3,55	20,97	46,34	Quartzito
CV 21	611667	7732807	988	7,89	1,12	18,1	17,37	Quartzito
CV 22	611892	7732989	1077	34,32	5,93	82,86	128,43	Quartzito
CV 23	611814	7733144	1086	-	-	-	-	Quartzito
SPE 01	611492	7733571	1129	38,45	4,31	127,06	280,8	Quartzito



Spelayon Consultoria-ME





Mapa 3: Mapa de Localização das Cavernas.



7 GEOESPELEOLOGIA

A descrição física e o estudo geológico dos espaços subterrâneos são os objetivos da geoespeleologia, um conjunto de disciplinas que permite estudar a origem e evolução das cavernas, a chamada espeleogênese. Para tanto, as cavidades da área de estudo foram analisadas quanto à localização geomorfológica, hidrologia, geologia, depósitos sedimentares existentes, aspectos sócio-econômicos e estado de conservação.

A descrição destas características dará subsídio para a valoração das cavidades e a consequente classificação quanto ao grau de relevância geoespeleológica.

7.1 Metodologia

Inicialmente foi feito o levantamento do contexto regional da área de estudo e uma caracterização dos aspectos fisiográficos onde as mesmas se inserem. Conforme o posicionamento geográfico, a área foi classificada quanto à unidade espeleológica e unidade geomorfológica a que pertence. Foi feita também uma busca por informações a respeito de cavidades naturais subterrâneas existentes no domínio espeleológico da área de estudo.

Foi disponibilizado pelo empreendimento dados da prospecção espeleológica realizada pela empresa Brandt Meio Ambiente durante os levantamentos para o diagnóstico ambiental apresentado no EIA/RIMA para a formalização do pedido de Licença Prévia da MINA VIGA de responsabilidade da empresa FERROUS.

Através da análise cartográfica dos pontos encontrados na prospecção foi possível fazer um reconhecimento prévio da área de estudo, com avaliação da localização geográfica e dos acessos até as cavernas, assim como os impedimentos físicos, desníveis abruptos, escarpas, drenagens, platôs e litologia prevista.

O trabalho de campo foi realizado por uma geóloga, um geógrafo e um auxiliar de campo. Os equipamentos utilizados foram: martelo Gedore, bússola tipo Brunton, GPS Garmin modelo 60csx map, capacete Montana, lanterna de cabeça e de mão. Foi avaliada a importância dos atributos físicos de cada caverna e preenchida uma ficha de descrição geoespeleológica.

Para análise geoespeleológica diversos atributos devem ser avaliados. A geomorfologia da área de estudo foi descrita observando a inserção das cavidades na paisagem. O relevo acidentado das regiões de serra pode ser classificado em baixa,



média e alta vertente, de acordo com a posição na encosta. Outros aspectos como a presença de escarpas rochosas, drenagens superficiais, inclinação da vertente, etc, também foram avaliados. A litologia onde as cavidades se inserem foi descrita com uma completa caracterização dos tipos de rocha aflorantes. As estruturas observadas, como fraturas, juntas de alívio, dobras e o bandamento também foram descritos.

As discontinuidades são importantes fatores que condicionam a percolação de água no interior do maciço rochoso. Além disso, as mesmas podem intervir na gênese e desenvolvimento das cavernas. A morfologia leva em consideração o padrão planimétrico da cavidade, buscando correlação com dados estruturais e litológicos. Foi analisada a planta baixa, corte e perfil das cavernas, relacionando sua forma com a gênese e evolução.

A quantidade de água presente em cada cavidade também foi observada com objetivo de determinar a dinâmica hidrológica. Feições como condensação, percolação, surgências e sumidouros são importantes no processo de formação das cavidades. Depósitos sedimentares podem ser divididos em químicos e detríticos. Os químicos são os espeleotemas, que dão beleza cênica ao ambiente cavernícola. Estes foram descritos quanto a sua forma, diversidade e configuração. Os detríticos são sedimentos terrígenos depositados no piso, e foram classificados quanto à granulometria e distribuição nos condutos. Depósitos orgânicos como a serrapilheira foram brevemente descritos.

7.2 Geologia Local

A área em estudo encontra-se no extremo sudoeste do Quadrilátero Ferrífero. As cavernas analisadas estão inseridas no domínio de rochas do Supergrupo Minas, com predomínio de rochas da Formação Moeda e subordinadamente rochas da Formação Cauê em associação a cobertura laterítica recente.

A Formação Moeda faz parte do Grupo Caraça e é constituída por metaconglomerados; filitos; quartzitos de grãos finos a grossos com conteúdos variáveis de sericita; e moscovita. O quartzito tem coloração esbranquiçada, de granulação grossa, foliado devido à grande quantidade de sericita. O filito é cinza claro, com granulação muito fina, foliado e com tato sedoso.

A Formação Cauê pertence à base do Grupo Itabira e abriga os maiores depósitos de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Compreende rochas como itabirito



(usualmente com laminação de quartzo e hematita, às vezes de magnetita, dolomita e anfibólio), itabirito dolomítico, itabirito anfibolítico e pequenas lentes de xisto, filito e marga. Itabiritos (Eschwege 1833) são formações ferríferas metamórficas e fortemente oxidadas, apresentando descontinuamente corpos de minério de alto teor (>64% Fe), de morfologia mais ou menos lenticular e dimensões variáveis desde alguns decímetros até centenas de metros. A rocha que aflora nas cavidades é bandada em níveis centimétricos intercalados, ricos em ferro e sílica.

A Cobertura Cenozóica, também chamada de canga, compõe os topos de serra com uma morfologia aplainada na forma de platô. Recobre parte da área, ocorrendo sobre as rochas da Formação Cauê. Os depósitos de canga do Quadrilátero Ferrífero têm uma espessura média entre 2 e 10m, são compactos e resistentes a erosão mecânica. Nas bordas do platô as rupturas do relevo formam escarpas verticais, onde se desenvolve grande parte das cavidades neste litotipo. Chapadas de canga são depósitos elúvio-coluvionares com seixos, calhaus e matacões de formação ferrífera e hematita com matriz argilosa-laterítica. Também ocorrem na forma de solo laterítico residual. Dorr (1969) apresenta uma classificação para as cangas do Quadrilátero Ferrífero - MG: (i) canga normal, contendo entre 20 – 80% de fragmentos detríticos de hematita ou itabirito ocorrendo em encostas com inclinação de até 20% sobre itabiritos; (ii) canga rica, consistindo em um aglomerado de hematita composto por fragmentos angulares ou arredondados de granulometria variando desde seixo até matacão, no qual o cimento preenche interstícios ou está presente em quantidade bastante apenas para manter os fragmentos coesos, e (iii) canga química, contendo muito pouco, por volta de 5 – 10% de material detrítico comportando fragmentos em geral menores do que 1 cm e muita limonita, ocorrendo comumente em locais afastados da Formação Cauê.

Na cavidade CV 05 ocorre contato geológico entre a cobertura de canga, no topo, e o itabirito, na base. Este contato é discordante e erosivo, com um grande hiato deposicional entre as unidades. De acordo com a composição dos litotipos observados na área de estudo, as 20 cavernas foram diferenciadas em dois grupos de rocha: o grupo das rochas siliciclásticas, com 18 cavernas, e o das rochas ferríferas, apenas com 2 cavernas. Cada grupo de rocha reage de forma particular frente aos processos erosivos que condicionam a formação de cavernas. A localização das cavidades analisadas no contexto geológico pode ser observada no Mapa 4, abaixo.

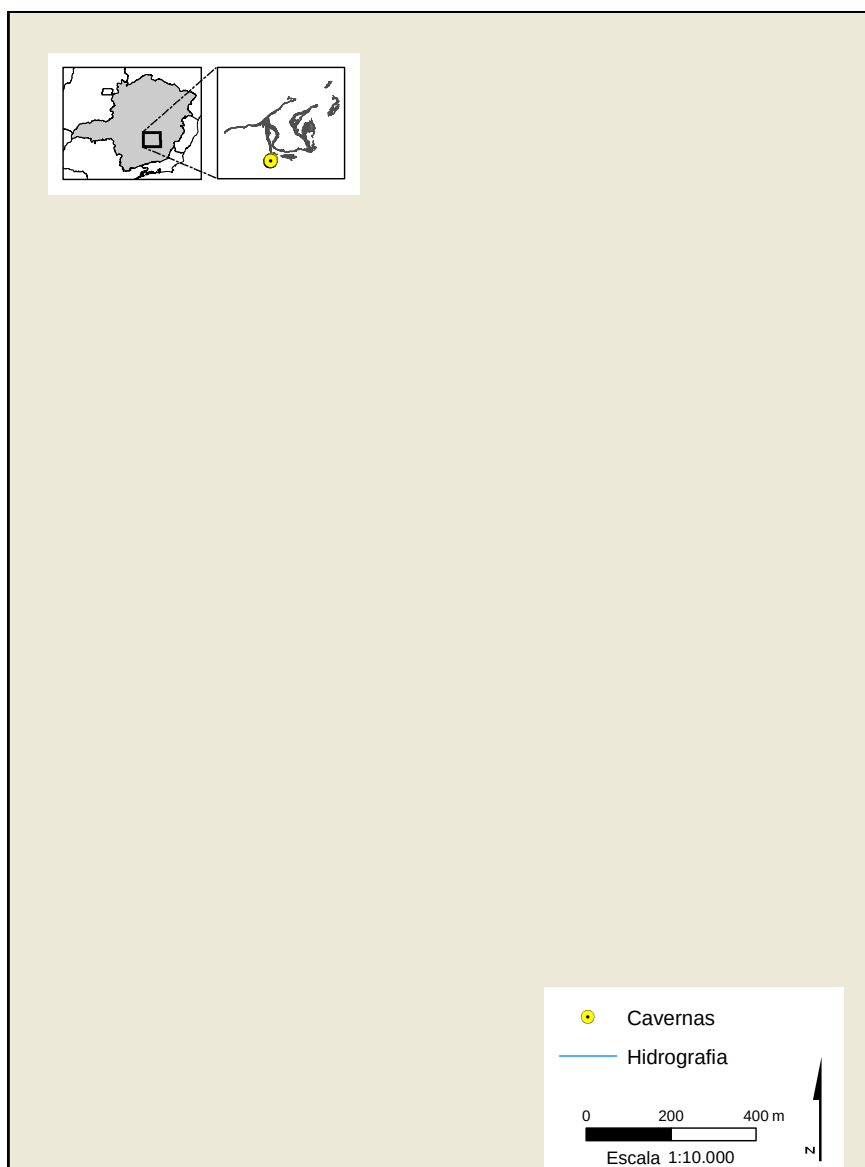


Foto 1: Quartzito na CV 19.



Foto 2: Canga detrítica na CV 06.

Fonte: Juliana Timo, 2012



Mapa 4: Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, focado na área de estudo.



7.3 Inserção na paisagem

Rochas Siliciclásticas

Foram observados dois domínios distintos: 10 cavidades estão desenvolvidas em meio a matacões abatidos e sobrepostos depositados na encosta (CV 01, CV 02, CV 03, CV 10, CV 11, CV 15, CV 13/17, CV 19, CV 21 e CV 22) e 8 cavidades estão desenvolvidas na base de expressivos afloramentos rochosos (CV 04, CV 07, CV 12, CV 14, CV 8/9/16, CV 18, CV 20 e SPE01). O depósito de tálus recobre parte da encosta da serra e é formado por matacões gigantescos sobrepostos, inseridos em meio aos afloramentos. Esses fragmentos de rocha são angulosos e estão parcialmente envoltos por solo. As cavidades deste domínio se desenvolvem nos espaços vazios gerados entre os matacões e o solo. Já os afloramentos são significativos maciços rochosos que predominam no topo da serra, mas ocorrem em toda a encosta. As cavidades se inserem na base da escarpa, em fendas na rocha ou acompanhando a foliação.

De acordo com o posicionamento altimétrico, as cavidades estão inseridas entre as cotas 943m e 1.190m e podem ser divididas em baixa, média e alta vertente, sendo a superfície do terreno em alta declividade. Estão em baixa vertente 2 cavidades a CV 01 e CV 02. Em média vertente estão posicionadas 10 cavidades, quais sejam, CV 07, CV 10, CV 8/9/16, CV 13/17, CV 18, CV 19, CV 20, CV 21, CV 22 e SPE01. Em alta vertente estão as outras 6 cavidades (CV 03, CV 04, CV 11, CV 12, CV 14 e CV 15).

Rochas Ferríferas

As duas cavidades inseridas no grupo de rochas ferríferas estão em um terceiro domínio geomorfológico relacionado à resistente cobertura laterítica. A canga ocorre em pacotes com 2 a 3 metros de espessura, recobrando o itabirito como um platô no topo e encosta de serra. Esta cobertura forma extensas áreas de relevo suave com uma morfologia de chapada de canga. Nas bordas do platô de canga formam-se desníveis abruptos, onde a quebra brusca do relevo gera escarpas verticalizadas que apresentam extensas continuidades laterais. Estes locais são propícios para o desenvolvimento de cavidades.

As cavernas CV 05 e CV 06 estão posicionadas na quebra do platô de canga, todas localizadas em alta vertente. Essas cavernas são as mais elevadas do conjunto estudado, com cota de aproximadamente 1.270m.



Foto 3: Encosta formada por afloramentos e matacões rolados e basculados de quartzito.



Foto 4: Quebra brusca do relevo na borda do platô de canga.

Fonte: Juliana Timo, 2012

7.4 Litologia e Estruturas

A área em estudo encontra-se no extremo sudoeste do Quadrilátero Ferrífero. As cavernas analisadas estão inseridas no domínio de rochas do Supergrupo Minas, com predomínio de rochas da Formação Moeda e subordinadamente rochas da Formação Cauê em associação a cobertura laterítica recente.

Ocorrem expressivos afloramentos, com pontos de alta declividade em escarpas com rochas expostas. Foram observadas rochas metassedimentares como quartzito e itabirito; e sedimentos recentes como a canga, depósitos de tálus e colúvio.

Tabela 3: Classificação das cavidades quanto ao grupo de rochas e litologia (coordenadas em UTM – Datum SAD69 – zona 23S).

Nome	Coordenada E	Coordenada N	Altitude (m)	Litologia
CV 01	610765	7732292	953	Quartzito
CV 02	610754	7732320	964	Quartzito
CV 03	611581	7733856	1.163	Quartzito
CV 04	611707	7733887	1.190	Quartzito
CV 05	612573	7734587	1.271	Canga/Itabirito
CV 06	612318	7734643	1.267	Canga
CV 07	611847	7732684	943	Quartzito
CV 08_09_16	611480	7733617	1.096	Quartzito
CV 10	611543	7733580	1.097	Quartzito
CV 11	611511	7733805	1.159	Quartzito
CV 12	611430	7733532	1.120	Quartzito



CV 14	611512	7733611	1.126	Quartzito
CV 15	611436	7733611	1.129	Quartzito
CV 13_17	611437	7733589	1.098	Quartzito
CV 18	611530	7733572	1.093	Quartzito
CV 19	611554	7733555	1.122	Quartzito
CV 20	611552	7733528	1.092	Quartzito
CV 21	611667	7732807	988	Quartzito
CV 22	611892	7732989	1.077	Quartzito
SPE1	611814	7733144	1.129	Quartzito

Rochas Siliciclásticas

Em grande parte da área aflora um quartzito compacto, observado em 18 das 20 cavernas analisadas. A coloração é esbranquiçada com partes avermelhadas devido ao intemperismo. A granulação varia de fina a média na maior parte da rocha, com certa quantidade de minerais micáceos. O quartzito apresenta forte grau de deformação, com textura foliada devido à presença da mica. Ocorrem níveis centimétricos mais resistentes à erosão, que se sobressaem no afloramento de quartzito e são concordantes à foliação. Esses níveis ocorrem com espessamento métrico e apresentam ligeira diferença na composição e granulação, com presença de minerais micáceos ferruginosos em aglomerados, como pórfiros de tamanho areia muito grossa.

Foram observados ainda veios de quartzo leitoso de espessura centimétrica, dispostos ora de forma discordante e ora de forma concordante com a foliação. Em alguns pontos os veios de quartzo apresentam forma sigmoidal. A rocha está disposta em camadas onde podem ser observados estratos discretos, devido ao grau de intemperismo. Este litotipo pode ser associado à Formação Moeda do Grupo Caraça.

As estruturas observadas nas rochas siliciclásticas são fraturas e foliação. Essas descontinuidades são determinantes no desenvolvimento das cavidades, que são condicionadas principalmente pela interseção das estruturas.

Os planos de fratura aferidos apresentam duas direções principais nas cavidades visitadas. A fratura mais freqüente tem direção preferencial E-W com mergulho mediano para sul, variando entre 50 e 65 graus. Este plano é bastante repetitivo e



pode condicionar o desenvolvimento de cavidades. Outro plano de fratura constante nas cavidades tem orientação NE-SW, com mergulho de alto ângulo ora para NW e ora para SE. Os planos de foliação das cavidades analisadas em quartzito foram medidos e sua atitude é constante com direção principal N-S e mergulho mediano para leste, variando entre 35 e 65 graus.



Foto 5: Veio de quartzo (em destaque) discordante com a foliação do quartzito, Caverna SPE01.



Foto 6: Foliação do quartzito evidenciada pela erosão diferencial, na CV 14.

Fonte: Juliana Timo, 2012

Rochas Ferríferas

No extremo nordeste da área foi observada rocha metassedimentar de origem química como o itabirito, observado apenas na CV 05. Ocorre em escarpa de rocha bastante intemperizada, coberta por cobertura laterítica. A textura do itabirito é bandada em níveis centimétricos intercalados com diferença na composição, o que define a variação na coloração. Bandas quartzosas são esbranquiçadas e bandas ricas em hematita são cinza escuro, ambas com granulação fina. Essa rocha corresponde à Formação Cauê.

A cobertura laterítica recente recobre o itabirito na maior parte da região alta da serra, na forma de um platô. Além da CV 05 a canga também ocorre na CV 06, porém nesta última é a única litologia observada. O litotipo está semi-intemperizado com aspecto compacto. É formado por clastos de formação ferrífera, cimentados por matriz limonítica. Os clastos apresentam tamanho de seixo a grânulo, são subangulosos e estão caoticamente distribuídos em meio à matriz. A matriz, que ocorre em pequena quantidade, é constituída pela limonita (hematita + goethita + água).

As estruturas observadas nas cavidades ferríferas foram fraturas e planos de bandamento, além do contato geológico. As discontinuidades são de grande



importância no desenvolvimento de cavernas, principalmente em minério de ferro e canga, pois condicionam a circulação da água no interior da rocha, como também contribuem para a atuação de processos de abatimentos de blocos do teto e paredes.



Foto 7: Itabirito no final da CV 05, em destaque os planos de bandamento.

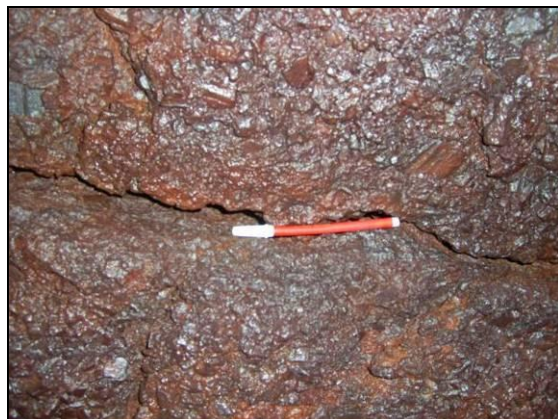


Foto 8: Canga compacta na CV 06.

Fonte: Juliana Tímo, 2012

O contato geológico, observado na CV 05, é uma significativa descontinuidade condicionante do desenvolvimento das cavidades ferríferas. Além de ser uma importante superfície para percolação da água, ocorre diferença de reologia ou competência entre os materiais, contribuindo para a erosão diferencial. A canga, que sempre ocorre no topo, apresenta grande compacidade e resistência à erosão. Já o itabirito, que predomina na base, encontra-se muitas vezes alterado e friável. Essa diferença de competência pode facilitar o desenvolvimento de cavidades por erosão mecânica e abatimento. A superfície de contato da canga é irregular e tem a mesma direção da vertente.

Os planos de fratura também são importantes descontinuidades que podem condicionar o desenvolvimento de espaços subterrâneos. Principalmente na canga as fraturas e diáclases facilitam a circulação de água. Por ser uma rocha com ausência de deformação, a orientação das fraturas nesta litologia não segue um padrão. A superfície da fratura não é homogênea, com mudanças na orientação do plano.

Planos de bandamento foram observados no itabirito. É uma descontinuidade muito persistente e repetitiva. Foi medido o plano de bandamento no afloramento de itabirito da CV 05 e sua atitude é 110/60.

7.5 Hidrologia

Foi avaliada a presença de corpos hídricos nas cavernas, além das águas de



percolação e condensação, com o objetivo de determinar a dinâmica hidrológica. As cavernas existentes na área estão hospedadas em rochas quartzíticas, nas formações ferríferas e cangas. Trata-se, portanto, de um pseudo-carste, e não de um ambiente cárstico tal como o mesmo é definido.

O ambiente cárstico é caracterizado pela escassez, ou até mesmo ausência de drenagens superficiais, havendo predomínio de drenagem subterrânea. Esta drenagem subterrânea forma uma intrincada rede, com sistemas de circulação bastante complexos, com presença de rios subterrâneos, surgências e sumidouros, onde prevalece a dissolução como agente formador das cavernas e onde as feições endocársticas (cavernas, dolinas, rios subterrâneos) condicionam a formação do relevo externo (exocarste).

Na área em estudo, dominada por rochas siliciclásticas, ocorre uma rede de drenagens superficiais. Nas encostas da serra grandes matacões acumulam na vertente e o fluxo de água corre soterrado entre os fragmentos. Localmente, quando ocorrem no interior das cavernas, cursos d'água se tornam subterrâneos. Porém não foi observada uma comunicação entre os canais de drenagem, sendo que não caracteriza um sistema ou rede de cursos d'água subterrâneos.

Todo o deflúvio superficial das áreas onde estão as cavernas escoam para tributários do rio Maranhão. A área das cavernas CV 01 e CV 02 é drenada pela micro-bacia do córrego Cruz. A maioria das cavernas é drenada pela micro-bacia do córrego do Bichento. Já o escoamento superficial das cavernas CV 05 e CV 06 flui para N-NW em direção à micro-bacia do córrego Casa de Pedra.

Rochas Siliciclásticas

Nas rochas siliciclásticas a água ocorre na maioria das cavidades. Não foi observada nenhuma feição hidrológica, apenas nas cavernas CV 12, CV 14, CV 15, CV 20 e CV 21. Nas demais cavernas ocorre água na forma de condensação, surgência, lago, sumidouro, escoamento, gotejamento, empoçamento, percolação e drenagem ativa.

A condensação ocorre apenas em 4 das 18 cavernas analisadas em quartzito (CV04, CV16, CV22, SPE01). Ocorre de forma localizada nas paredes e teto como de gotículas de água. Uma feição comum é o gotejamento, que ocorre em 61% das cavernas siliciclásticas de forma localizada, aproveitando planos de descontinuidade. A percolação é freqüente em 56% das cavernas siliciclásticas e pode estar associada



ao gotejamento na maioria das cavidades. Em alguns condutos o gotejamento e a percolação constante de água forma empoçamentos, observados em 50% da amostra.



Foto 9: Surgência intermitente observada em Caverna SPE01

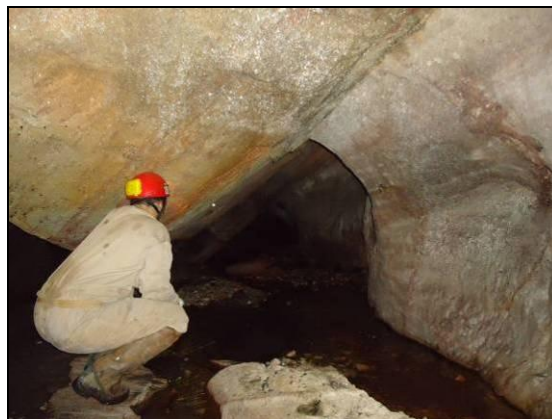


Foto 10: Escoamento perene na Caverna 16.

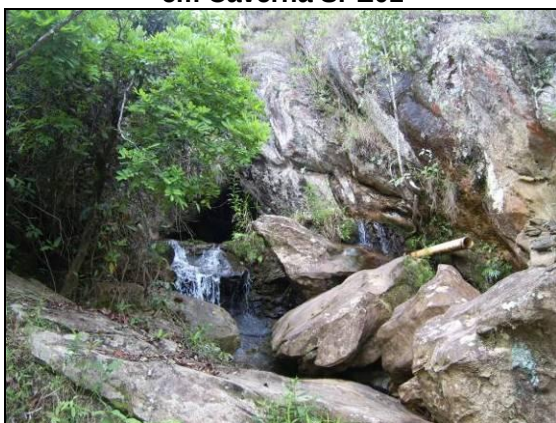


Foto 11: Drenagem perene saindo da Caverna 02.



Foto 12: Sumidouro no final do conduto da Caverna 04.

Fonte: Juliana Timo, 2012

Surgências foram observadas em 5 cavernas (CV 01, CV 02, CV 04, CV 8/9/16 e SPE01), representando 28% da amostra em quartzito, todas de caráter intermitente. São pequenas nascentes observadas em paredes e piso com baixo fluxo de água, mas significativa para as cavidades. Escoamento ocorre em 11 das 18 cavidades em rocha siliciclástica, representando 61% da amostra. São fluxos de água que passam pelas cavidades, adentram na porção mais montante do conduto e fluem direção à jusante, saindo da cavidade na forma de uma calha de drenagem ou na forma de sumidouro. Os sumidouros foram observados em 33% da amostra. Os escoamentos e surgências formam empoçamentos no interior dos condutos e quando represada a água se acumula na forma de pequenos lagos, observados em 4 cavidades (CV 02, CV 07, CV 8/9/16 e CV 22).

Escoamento perene ocorre em 6 cavidades (CV 01, CV 02, CV03, CV 8/9/16, CV 18 e



SPE01) desenvolvidas em rochas siliciclástica. O fluxo é moderado e escoar por toda a extensão dos condutos. Destaque para as cavernas CV 02 e CV 8/9/16, onde a água ocorre na forma de diversas feições e promove a formação de espeleotemas. Na cavidade CV 02 foi construído um barramento no local de saída da água do interior do conduto. É um impacto na cavidade, onde se formou um lago artificial

Rochas Ferríferas

Em cavernas ferríferas não é comum observar drenagem interna e, quando ocorre, a maioria é de caráter intermitente (ativa apenas durante a estação chuvosa). Na canga, as cavidades ocorrem de forma rasa no terreno, sendo influenciadas pela infiltração e deflúvio das águas pluviais. Foram observados escoamento, gotejamento e percolação, todos de caráter intermitente, nas duas cavidades inseridas nesta litologia (CV 05 e CV 06).

Na caverna CV 05 foi observada percolação de água com baixo fluxo no final do conduto, em uma parte da parede com o piso. Essa percolação é temporária e ocorre através de uma fratura, carreando sedimentos para dentro da cavidade. Na caverna CV 06 foi observado um escoamento de água temporário que entra por uma das bocas, com origem na escarpa fora da cavidade. O teto é marcado por várias fraturas, que permite intensa percolação e gotejamento de água pluvial no interior do salão principal. Essa quantidade de água que entra na cavidade por fraturas no teto também gera um escoamento temporário.

7.6 Morfologia

A avaliação da planta baixa revela as pequenas dimensões da maioria das cavernas do conjunto estudado. Apenas 6 entre as 20 cavernas (30%) tiveram valores de projeção horizontal maiores que 20m. Destaque para a caverna CV 8/9/16, com 214 m de projeção horizontal, desenvolvida em rocha siliciclástica e condicionada pela erosão fluvial. Em rochas ferríferas, destaque para a caverna CV 06 com 46,5 m de projeção horizontal, que representa o segundo maior valor de todo o conjunto.

Rochas Siliciclásticas

O contorno da planta baixa das 18 cavernas em rochas siliciclásticas analisadas foi classificado quanto ao seu padrão planimétrico, sendo encontrado: retilíneo (67%), espongiiforme (11%), curvilíneo (11%) e reticular (11%).



O padrão planimétrico retilíneo foi observado em 12 cavidades, representando 67% da amostra. Destacam-se as cavidades CV 04 e CV 18 que tem conduto único e seguindo orientação constante. As duas cavidades são condicionadas por planos de descontinuidade do quartzito. Na caverna CV 04 os planos de foliação condicionam o desenvolvimento do conduto, já a caverna CV 18 segue a orientação de um plano de fratura. A presença das descontinuidades pode explicar o padrão regular de desenvolvimento.

O padrão planimétrico de 2 cavernas (11%) foi definido como espongiforme (CV 8/9/16 e SPE 01). Nestas cavidades foi identificada grande irregularidade no contorno da planta baixa, ocorre mais de um salão, desenvolvimento em mais de um nível e canalículos ocorrem em grande quantidade. Destaque para a caverna CV 8/9/16, com diversos níveis e salões, além de condutos ramificados.

Padrão planimétrico curvilíneo ocorre em 2 cavernas, 11% da amostra. O contorno da base do conduto apresenta forma sinuosa e aproximadamente regular. As cavidades CV12 e CV19 exemplificam este tipo de padrão. Também 2 cavernas apresentaram padrão planimétrico reticular (11% da amostra). As cavernas CV03 e CV14 possuem mais de um conduto orientado claramente pelas estruturas do quartzito.

O grupo de cavernas desenvolvidas em rochas siliciclásticas apresenta entrada em escarpa rochosa com altura da boca variando de 1m, nas cavidades CV 07 e CV 11, até 7m, nas cavidades CV 17 e CV 19, porém predominam alturas de 1 a 2m. No interior das cavernas deste grupo os condutos são em grande parte apertados, estreitos e com teto alto, condicionados por estruturas do quartzito. Em algumas porções o teto fica localmente baixo. Exceções podem ser encontradas nas cavidades CV 07 e CV 11 que são apertadas, estreitas e com teto muito baixo. As cavernas em quartzito apresentam, na maioria dos casos, única entrada, porém ocorrem cavernas com duas entradas. Em 5 cavernas (CV 01, CV 11, CV 12, CV 18 e CV 21) foram observadas diversas entradas, com grande quantidade de luz no interior dos condutos.

Quanto à morfologia dos cortes, prevalecem os irregulares, sem forma definida. Porém cortes triangulares são muito freqüentes, com piso muito mais largo que o teto. Os cortes lenticulares, com extremidades afinadas em relação ao centro do conduto, também foram observados em alguns condutos. A maioria das cavidades apresenta apenas um nível de desenvolvimento, mas na caverna CV 8/9/16 foram observados níveis inferiores e superiores. A inclinação da superfície das cavidades foi avaliada e



em rochas siliciclásticas a maioria tem piso com alta declividade. O piso apresenta declividade tanto ascendente como descendente para o interior da cavidade, dependendo da localização da entrada. A declividade acompanha a inclinação da encosta. Algumas cavernas apresentaram piso horizontalizado, como as cavernas CV 03 e CV 15.



Foto 13: Uma das entradas da CV 8/916.



Foto 15: Conduto estreito e apertado na CV 07.



Foto 14: Conduto amplo e com teto alto na CV 13/17.

Fonte: Juliana Timo, 2012

No conjunto de cavidades que foram formadas por abatimento de matacões, cavernas CV 15, CV 19 e CV 21, o teto e as paredes são irregulares. Nas cavidades formadas em afloramentos de quartzito os condutos tendem a ser mais regulares, condicionados pela orientação de estruturas da rocha, cavernas CV 04, CV 07, CV 8/9/16 e SPE01. Quando ocorre fluxo constante de água no interior destas cavidades, parte das paredes e piso sofre ação da erosão pela passagem da drenagem. Nas cavernas CV 04 e CV 8/9/16 podem ser observados condutos com paredes arredondadas e regulares, possivelmente esculpida pela erosão da água sob pressão.

A análise da morfologia do ambiente cavernícola pode indicar os processos geradores dos espaços subterrâneos. Vestígios dos agentes erosivos que atuaram para o



desenvolvimento das cavernas são chamados estruturas espeleogenéticas. Neste sentido, os canalículos foram considerados estruturas espeleogenéticas, pois revelam condutos centimétricos no interior da rocha. Os canalículos ocorrem em abundância em rochas siliciclásticas e podem contribuir na formação da porosidade, que facilita a circulação de água e transporte de sedimento.

Além dos canalículos, foram observadas freqüentes marcas arredondadas no teto e paredes. São feições alveolares formadas através da erosão pela passagem da água. Feições arredondadas também foram observadas no piso, como painéis ou marmitas. Essas feições podem ter sido formadas por gotejamento localizado e pontual. Não foram notadas estruturas espeleogenéticas raras nem morfologia única entre o conjunto analisado. As feições morfológicas observadas foram canalículo, clarabóia, pilar, patamar, alvéolo, pendente e pontões estruturais.

Clarabóias são as feições mais comuns, ocorrendo em 72% das cavidades analisadas. São aberturas no teto das cavidades, geradas por abatimento de parte da superfície do terreno. O posicionamento raso em relação à superfície faz com que seja freqüente o desenvolvimento desta feição. Neste grupo de rochas siliciclásticas é intenso o processo de abatimento e basculamento de grandes matacões que pode gerar clarabóias e facilitam a circulação de água pluvial. Na caverna CV 13/17 ocorre uma clarabóia bastante expressiva, desenvolvida na porção mais alta do conduto.

Em 61% das cavernas foram observadas feições alveolares; 11 das 18 cavernas em rochas siliciclásticas apresentaram essas feições nas paredes e teto. São irregularidades de forma arredondada, como um conjunto de buracos impressos na rocha. Tem dimensões centimétricas e podem ter sido formadas pela ação erosiva da água. Em algumas cavernas foram observadas erosões circulares no piso, impressas na rocha. São painéis ou marmitas que podem ter sido geradas pelo intenso gotejamento localizado.

Canalículos foram observados em 44% das rochas siliciclásticas. Podem aparecer na junção da parede com o piso, na parede e até no teto. Além disso, alguns condutos têm sua terminação na forma de canalículos. São canais de pequenas dimensões que se desenvolvem para o interior da rocha. Estes canais transportam sedimentos finos da rocha para dentro das cavidades.

O pilar é uma porção de rocha reliquia que se estende do teto até o piso. São partes



preservadas da erosão durante o desenvolvimento dos condutos e foram observados em 2 cavernas (CV 14 e CV 22). Destaque para a caverna CV 14, onde ocorrem dois condutos paralelos ao longo de toda a extensão da cavidade separados por um pilar.



Foto 16: Painéis formados por gotejamento localizado na CV 8/9/16.



Foto 17: Teto e paredes arredondadas que podem ter sido erodidas pela ação da água.

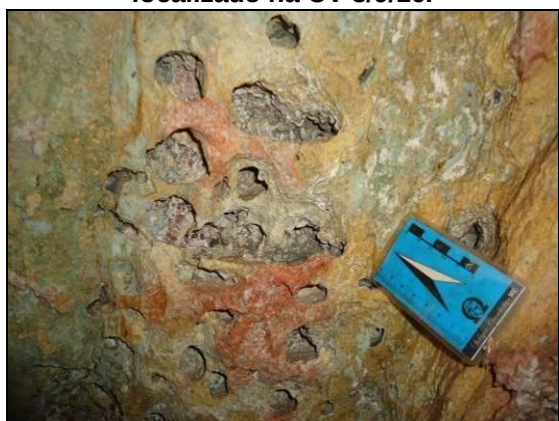


Foto 18: Feições alveolares observadas no teto da CV 13/17.

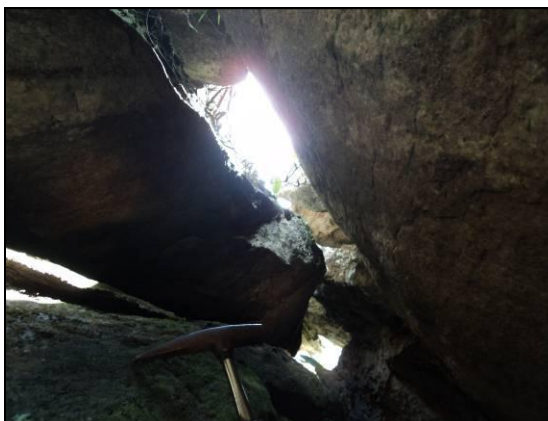


Foto 19: Clarabóia no teto da CV 19.

Fonte: Juliana Timo, 2012

Os pendentes são massas rochosas que pronunciam do teto e, no caso das rochas siliciclásticas, são formados por partes de matacões encaixados nas partes superiores dos condutos. Esta feição ocorre em 39% das cavidades.

Os pontões estruturais são semelhantes aos pendentes, porém tem forma retangular provocada pelas estruturas da rocha encaixante. A interseção de planos de descontinuidade repetitivos, como clivagem e foliação, geram abatimentos de fragmentos com forma angulosa. Foram observados pontões estruturais em 8 cavernas desenvolvidas em rochas siliciclásticas.

Patamares são formados por desnível abrupto seguido por superfície horizontalizada na parte superior. Essas diferenças de nível geram alto gradiente hidráulico e o



conseqüente aumento da erosão. Foram observados patamares em 8 cavernas.

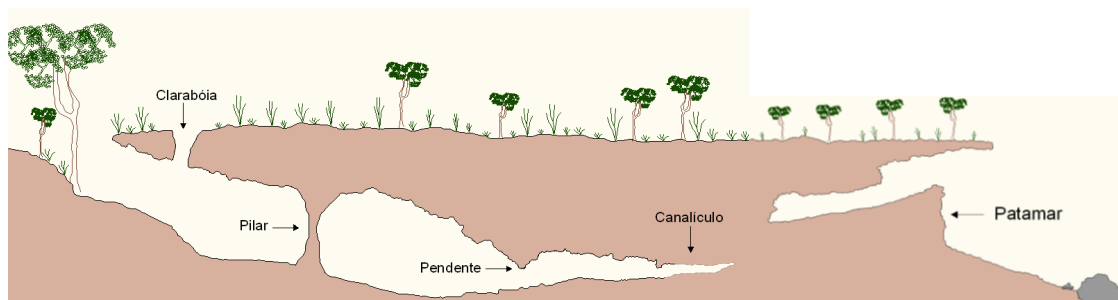


Figura 8: Perfil esquemático indicando as feições morfológicas mais frequentes nas cavernas analisadas.

Rochas Ferríferas

O contorno da planta baixa das 2 cavernas em rochas ferríferas analisadas foi classificado quanto ao seu padrão planimétrico, sendo encontrado: retilíneo na CV 05 e indefinido na CV 06.

Na CV 05 o padrão planimétrico é retilíneo com conduto único. A cavidade segue orientação constante, com diversas reentrâncias se formando perpendicularmente à direção principal do conduto. A CV 06 foi classificada com padrão planimétrico indefinido, devido à complexidade das formas observadas em planta baixa.

O grupo de cavernas desenvolvidas em rochas ferríferas apresenta entrada em escarpa rochosa com altura da boca de até 2m na CV 06. No interior das cavernas deste grupo os condutos apresentam teto baixo. Em algumas porções o teto fica localmente mais elevado. Quanto à morfologia dos cortes, prevalecem os irregulares, porém cortes lenticulares com extremidades afinadas em relação ao centro do conduto são frequentes. As duas cavidades apresentam apenas um nível de desenvolvimento. A inclinação da superfície foi avaliada nas cavidades em rochas ferríferas. A CV 05 apresenta piso horizontalizado, já a CV 06 tem piso com inclinação ascendente para o interior do conduto e acompanha a inclinação da vertente. No conjunto de cavidades avaliado o teto e as paredes são irregulares.

A análise da morfologia do ambiente cavernícola pode indicar os processos geradores dos espaços subterrâneos. Vestígios dos agentes erosivos que atuaram para o desenvolvimento das cavernas são chamados estruturas espeleogenéticas. Neste sentido, os canaliculos foram considerados estruturas espeleogenéticas, pois revelam condutos centimétricos no interior da rocha. Os canaliculos ocorrem em abundância em rochas ferríferas e podem contribuir na formação da porosidade, que facilita a



circulação de água e transporte de sedimento. Não foram notadas estruturas espeleogenéticas raras nem morfologia única entre o conjunto analisado.



Foto 20: Entrada da CV 05.



Foto 22: CV 06 com teto baixo.

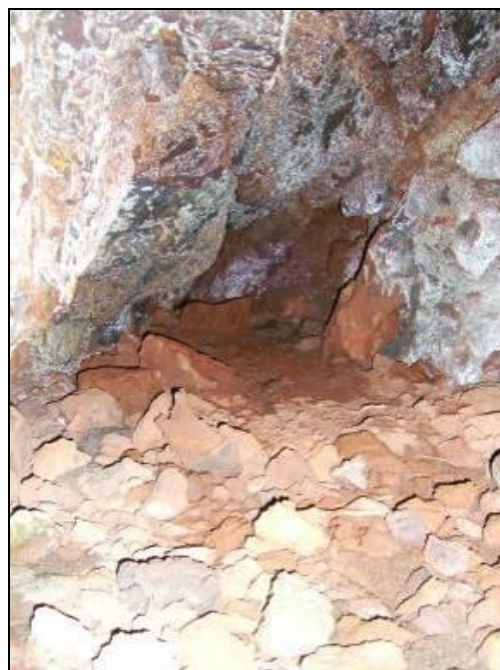


Foto 21: Canalículo no final da CV 05.

Fonte: Juliana Timo, 2012

As feições morfológicas observadas foram canalículos, pilares e pendentes, que ocorrem nas duas cavidades. Canalículos podem aparecer na junção da parede com o piso, na parede e até no teto. Alguns condutos têm sua terminação na forma de canalículos. São canais de pequenas dimensões que se desenvolvem para o interior da rocha. Estes canais transportam sedimentos finos da rocha para dentro das cavidades.

O pilar é uma porção de rocha reliquiar que se estende do teto até o piso. São partes preservadas da erosão durante o desenvolvimento dos condutos. Pendentes são massas rochosas que pronunciam do teto e podem representar a evolução dos pilares. Com o progressivo desenvolvimento dos condutos a base do pilar pode ser erodida e resta uma porção de rocha pendente do teto.



7.7 Depósitos sedimentares

Os sedimentos podem registrar informações importantes a respeito do processo de formação e evolução dos espaços subterrâneos. Depósitos sedimentares podem ser detríticos ou químicos.

Os sedimentos detríticos são produtos da alteração de rocha pré-existente que sofreu transporte e posterior deposição. De acordo com a sua granulometria podem ser sedimentos finos, tamanho argila e/ou silte; sedimentos clásticos, tamanho grânulos, seixos e/ou blocos e os fragmentos maiores são os matacões. Estes também podem ser classificados conforme sua natureza. Sedimentos autóctones foram formados dentro da cavidade e sedimentos alóctones foram formados fora da cavidade, mas sofreram transporte e deposição no interior.

Os sedimentos químicos também são chamados de espeleotemas. São formados por processos de dissolução da rocha encaixante da cavidade e precipitação deste material no teto, piso e paredes. Os tipos de espeleotemas podem variar de acordo com o modo ocorrência da água no ambiente subterrâneo. Águas circulantes como gotejamentos e percolação, podem formar espeleotemas do tipo pingente, cortina, coluna, escorrimento, microtravertinos. A água estagnada pode gerar principalmente algumas crostas. Já a exudação ou condensação de água nas paredes e teto podem formar principalmente os coralóides. Os espeleotemas ornamentam o espaço subterrâneo e fornecem a beleza cênica das cavidades. Podem ser observados também depósitos sedimentares orgânicos. São principalmente folhas e galhos de árvores acumulados nas entradas.

No conjunto de cavidades analisado, entre os sedimentos detríticos predominam os grosseiros depositados no piso, tanto em rochas siliciclásticas como em rochas ferríferas. Destacando as cavidades CV 13/17 e CV 19 onde matacões cobrem toda a superfície. Na maior parte das cavernas os blocos e matacões estão dispersos e os depósitos de sedimentos finos ocorrem em pontos localizados dos condutos.

A caverna CV 8/9/16, que pertence ao grupo de rochas siliciclásticas, é muito ampla e com drenagem perene cortando toda a sua extensão, portanto ocorrem diversos tipos de depósitos sedimentares. Predominam os matacões abatidos do teto, porém ao longo da drenagem ocorrem cascalhos, no leito, e próximo ao local de sumidouro ocorre o acúmulo de sedimentos finos, como um banco de areia. Na menor parte das



cavidades analisadas predomina sedimentos finos depositados no piso, o que pode ser observado dentro do grupo de rochas siliciclásticas nas cavernas CV 12 e CV 14. São depósitos de areia de forma horizontalizada, como terraços.

Na CV 05, que pertence ao grupo de rochas ferríferas, há diferentes depósitos detríticos, apesar de sua pequena extensão. Matacões predominam dispersos ao longo da cavidade. Junto às paredes ocorre cascalho, e no fundo do conduto, onde há uma percolação intermitente de água, ocorre deposição de material silto-argiloso transportado do interior da canga. Areias e seixos ocorrem de forma subordinada associados ao leito das drenagens.



Foto 23: Entrada da CV 8/9/16, coberta por matacões rolados.



Foto 24: Sedimentos do tipo areia a seixos no leito de drenagem perene, CV 8/9/16.



Foto 25: Sedimentos cascalhentos na CV 05.



Foto 26: Sedimentos finos trazidos para dentro da CV 05 por meio de canalículo.

Fonte: Juliana Tímo, 2012

Com relação à natureza dos sedimentos detríticos em rochas siliciclásticas a maioria tem caráter alóctone, sendo que em algumas cavidades podem ser diferenciados os dois tipos de procedência. Nas cavernas desenvolvidas na vertente e influenciadas pelo abatimento de matacões, ocorre grande transporte de sedimentos grosseiros. Ocorre também abatimento de blocos no interior das cavernas. O sedimento tipo areia a grânulo tem origem alóctone, levado para dentro da cavidade pelas drenagens.



Em rochas ferríferas predominam os sedimentos autóctones devido à posição da entrada da cavidade. Voltada para jusante da vertente, não há aporte de sedimentos externos para o interior da cavidade. Ocorrem abatimentos de parte das paredes e teto. Com relação ao grau de arredondamento os fragmentos são em maior parte subangulosos, indicando o curto transporte até a deposição.

Com relação aos sedimentos químicos, em rochas siliciclásticas foram observados coralóides, crosta ferruginosa, escorrimentos, cortinas, coluna, microtravertinos e travertinos. Apenas na caverna CV 04 não foram observados espeleotemas. O coralóide foi o depósito mais freqüente, em 19 das 20 cavidades analisadas. O travertino foi observado apenas na CV 8/9/16 e foi considerado um espeleotema único. Em rochas ferríferas foram observados crosta ferruginosa, coralóides e escorrimentos.

Rochas Siliciclásticas

Coralóides foram observados em 94% das cavidades desenvolvidas em rochas siliciclásticas. Os coralóides ocorrem de forma restrita e localizada, todos com tamanho variando de milímetros até centímetros. A cor predominante é cinza escuro a preto, porém ocorrem aglomerados de coralóides brancos e uma transição entre as duas cores com variações de cinza. A forma dos coralóides pode ser acicular ou com extremidade mais arredondada. Os de forma acicular são mais comuns e se desenvolvem em aglomerados, com crescimento ramificado. Já os coralóides arredondados tem crescimento mais individual. Destaque para a caverna SPE01, onde foram observados diversos tipos de coralóides.

A crosta ferruginosa também é comum, notada em 39% das cavidades em rochas siliciclásticas. Ocorre de forma localizada nos condutos, em parte da parede ou sobre blocos, sempre associada à percolação de água. Esta crosta tem cor preta com tonalidade avermelhada a alaranjada formando uma cobertura.

Cortinas foram descritas em 3 das 18 cavidades analisadas em rochas siliciclásticas (CV 02, CV 8/9/16 e CV 22). O desenvolvimento deste espeleotema está diretamente relacionado com a percolação de água. São sedimentos químicos que pendem do teto e precipitam como delgada camada aproximadamente retilínea. Ocorre de forma localizada, com coloração escura a preta e tamanho centimétrico. Na CV 8/9/16 a cortina é mais expressiva, observada em parte do teto do conduto principal.



Foto 27: Coralóides com crescimento ramificado na CV 03.



Foto 28: Coralóides arredondados na CV 01.



Foto 29: Coralóides dispersos sobre bloco na CV 8/9/16.



Foto 30: Crosta de cor preta na parede da CV 8/9/16.

Fonte: Juliana Timo, 2012

Escrimentos foram observados em 5 cavernas em rochas siliciclásticas (CV 01, CV 02, CV 10, CV 8/9/16 e CV 22). São depósitos químicos formados nas paredes, com intrínseca relação com a percolação de água. A coloração varia de avermelhada a cinza escura e a ocorrência é restrita. Nas cavidades CV 01, CV 02 e CV 8/9/16 foi observado o desenvolvimento de microtravertinos na superfície dos escorrimentos.

Nas cavernas CV 01 e CV 02 os escorrimentos e microtravertinos são formados por sedimentos e não são produto de recristalização como ocorre na formação dos espeleotemas “clássicos”. Estes microtravertinos não são sólidos e se desmancham ao toque. Provavelmente foram formados devido ao fluxo laminar lento, que carrega material fino proveniente da própria rocha quartzítica, e os deposita na forma de microtravertinos. Estes foram observados principalmente sobre blocos abatidos situados em locais que recebem fluxo d’água apenas nos períodos chuvosos, mas também ocorrem com menor frequência nas paredes da caverna.

Na CV 8/9/16 os escorrimentos e microtravertinos são consolidados e tem coloração



alaranjada. Estão impressos sobre matacões e parte da parede do conduto principal, ao longo da drenagem perene. Os espeleotemas estão dispostos em patamares, como lustres, e em formas arredondadas. Nas extremidades inferiores dos escorrimentos formam-se cortinas e pingentes devido à aglomeração dos sedimentos nas terminações. Em alguns pontos foi observado que o pingente atinge o piso, formando colunas. Nas partes superiores dos escorrimentos se formam travertinos. São pequenas bacias de dimensões centimétricas, onde há empoçamento de água e depósito de areia fina no fundo. O travertino foi considerado espeleotema único, pois foi observado apenas na CV 8/9/16 em todo o conjunto estudado. A coloração vermelha a alaranjada se destaca na cavidade que se desenvolve em rocha de coloração clara.



Foto 31: Cortina no conduto principal da CV 8/9/16.



Foto 32: Microtravertinos formados por sedimentos inconsolidados na CV 01.



Foto 33: Microtravertinos consolidados, além de cortinas e pingentes, CV 8/9/16.

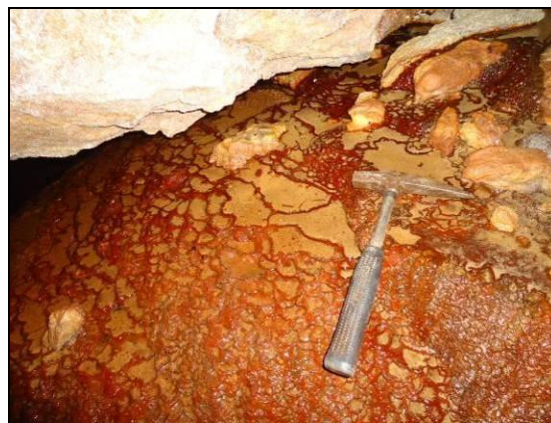


Foto 34: Travertinos na parte superior dos escorrimentos, CV 8/9/16.

Fonte: Juliana Timo, 2012

Rochas Ferríferas

Coralóides foram observados tanto na CV 05 como na CV 06. Têm tamanhos variando de milimétrico a centimétrico, cor amarronzada a cinza escuro e ocorrem de forma



localizada. O crescimento dos coralóides é ramificado e em aglomerados.

Crosta ferruginosa também ocorre nas duas cavidades. São depósitos químicos de coloração alaranjada que ocorrem de forma localizada. Recobrem matacões e parte do piso.

Escorrimento foi observado em um ponto da CV 06. Ocorre na parede do salão principal, com coloração alaranjada a avermelhada.

7.8 Gênese das Cavidades

Rochas Siliciclásticas

Foram observados dois domínios distintos no grupo de rochas siliciclásticas: 10 cavidades estão desenvolvidas em meio à matacões sobrepostos, depositados na encosta (CV 01, CV 02, CV 03, CV 10, CV 11, CV 15, CV 13/17, CV 19, CV 21 e CV 22), e 8 cavidades estão desenvolvidas na base de expressivos afloramentos rochosos (CV 04, CV 07, CV 12, CV 14, CV 8/9/16, CV 18, CV 20 e SPE01).

O depósito de tálus recobre parte da encosta da serra e é formado por matacões gigantescos sobrepostos, inseridos em meio aos afloramentos. As cavidades deste domínio se desenvolvem nos espaços vazios gerados entre os matacões e o solo. Já os afloramentos são significativos maciços rochosos que predominam no topo da serra, mas ocorrem em toda a encosta. As cavidades se inserem na base da escarpa, em fendas na rocha ou acompanhando a foliação.

A gênese de cavernas desenvolvidas em rochas siliciclásticas pode ser explicada em duas etapas. De acordo com Corrêa Neto *et al.* (1993), inicialmente uma lenta dissolução da sílica no contato entre os grãos de quartzo formariam espaços vazios. Este processo teria atuado na interseção de fraturas com os planos de foliação e/ou acamamento durante um prolongado período de estabilidade do nível de base e baixo gradiente freático. O segundo estágio é atribuído a um rebaixamento relativo do nível frático, onde o gradiente e a velocidade do fluxo são aumentados. Nesta fase, condutos cilíndricos (*pipes*) são formados pela remoção mecânica de grãos de quartzo.

Os canalículos ocorrem em grande quantidade nas cavernas em rochas siliciclásticas.



Foram consideradas estruturas espeleogenéticas, pois podem representar o início do processo de desenvolvimento e a continuidade da evolução dos espaços subterrâneos. Outra estrutura espeleogenética observada apenas em rochas siliciclásticas pode ser denominada alvéolos ou *scallops*, são marcas arredondadas associadas à constante passagem de água. Em cavidades cujo piso é inclinado de forma concordante à vertente, o que predomina na amostra analisada, a remoção de sedimentos detríticos do interior para o meio externo é facilitada, ampliando os condutos.

A grande quantidade de drenagens observadas, mesmo que intermitentes, influencia no processo de desenvolvimento dos condutos. As estruturas geológicas são planos ou superfícies de descontinuidade que condicionam a circulação de água e conseqüente erosão, tanto mecânica como química. A foliação e as fraturas são as principais estruturas observadas.

Rochas Ferríferas

Vários autores discutem os processos de desenvolvimento e evolução das cavidades em minério de ferro. De acordo com Piló & Auler (2005) a espeleogênese em minério de ferro e canga ocorre em duas etapas distintas, a primeira delas com predominância de processos dissolutivos (químicos) e a segunda sob a ação de processos erosivos (físicos). A porosidade inicial é gerada devido à lixiviação de horizontes de carbonato e sílica, levando à criação de zonas de baixa densidade, ricas em ferro no interior da rocha (Ribeiro, 2003).

Depois que se inicia a etapa erosiva do processo de formação das cavernas e que se estabelece uma saída comunicativa com o exterior, os processos físicos são incrementados. O material de granulometria fina será aportado para o interior via canalículos e posteriormente evacuado para o exterior. Esta fase, aliada a processos de abatimento de blocos, é responsável pela maior parte da morfologia observada nas cavernas. Na CV 05 foi observada a deposição de material fino proveniente do interior da rocha, via canalículo, devido à circulação em fraturas de água temporária.

Os canalículos ocorrem nas duas cavidades ferríferas. Foram consideradas estruturas espeleogenéticas, pois podem representar o início do processo de desenvolvimento e a continuidade da evolução dos espaços subterrâneos. O piso inclinado de forma concordante à vertente favorece a remoção de sedimentos detríticos do interior para o



meio externo, ampliando os condutos.

As estruturas geológicas, que condicionam a circulação de água e conseqüente erosão nas rochas ferríferas, foram o contato geológico e as fraturas. As cavernas inserem-se em encosta formada por itabirito com cobertura de canga. Nas bordas do chamado platô de canga, quebras bruscas de relevo geram altos gradientes hidráulicos que intensificam a capacidade de erosão da água. O contato geológico forma uma superfície irregular que favorece os processos erosivos, assim como as fraturas e diáclases

Os processos principais de formação destas cavernas foram a erosão e o transporte, e não a dissolução propriamente dita. Em nenhuma das cavernas avaliadas foi observada gênese única ou rara.

8 DESCRIÇÃO DAS CAVIDADES

Para a inserção dos dados deste levantamento, fez-se uma caracterização geral das cavidades encontradas. A relação com o meio (sumidouro, ressurgência, surgência, posição no paredão ou dolina, etc.), a localização e dados gerais permitirão uma avaliação da dimensão da questão em análise.

❖ CV 01 – UTM: 610765 E / 7732292 N / 946 Z

Seu acesso apresenta um elevado grau de dificuldade, através de terreno íngreme, vegetação densa, blocos e afloramentos de quartzito. A litologia presente é quartzito compacto com granulometria de fina a média. Apresenta um bom estado de conservação. Com relação ao entorno da caverna, tem-se a presença de uma drenagem em rocha quartzítica e afloramentos de quartzitos.

Com relação à morfologia, a cavidade possui planta baixa linear, perfil longitudinal inclinado, cortes transversais triangulares e irregulares. As dimensões da cavidade são de 13,08 m de projeção horizontal, 4,79 m de desnível, 36,53 m² de área e 58,16 m³ de volume. Trata-se de uma caverna que se formou por abatimento de blocos e pela presença de um pequeno fluxo d'água.



Foto 35: Vista geral da entrada.



Foto 36: Detalhe da entrada, T₀.



Foto 37: Vista de T₂ para T₄.



Foto 38: Vista de T₄ para T₀.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.



Foto 39: Detalhe de microtravertinos.



Foto 40: Detalhe de coralóides.

Com relação aos depósitos químicos apresenta pequena ocorrência de espeleotemas. Sendo observada a presença de coralóides, microtravertinos e crosta mineralizada. Quanto aos depósitos clásticos, estes são representados por blocos, matacões,



cascalhos, seixos e material arenoso.

Foi observada a presença de escoamento de fluxo perene, além de água na forma de gotejamento. Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade. Como descrição geral pode-se dizer que se considerando o descrito e observado em campo, a caverna possui como atributo de destaque a presença de fluxo d'água.

❖ **Caverna 02 – UTM: 610754 E / 7732320 N / 965 Z**

É uma cavidade do tipo caverna, situada em meia encosta. A litologia presente é constituída por quartzito muito compacto com granulometria fina a média. Seu acesso apresenta um elevado grau de dificuldade, através de terreno íngreme, vegetação densa, blocos e afloramentos de quartzito. Apresenta um bom estado de conservação.

No entorno da caverna observam-se tipologias florestais tais como campo rupestre e floresta estacional semi-decidual Montana, presença de afloramentos de quartzito e presença de um curso d'água.

Com relação à morfologia, a cavidade possui planta baixa linear ramificada, perfil longitudinal horizontal e inclinado, cortes transversais triangulares e retangulares. Possui 44,99 m de projeção horizontal, 4,43 m de desnível, 177,05 m² de área e 400,26 m³ de volume. A cavidade foi formada pelo abatimento de grandes blocos, com a presença de um fluxo d'água. No local em que o curso de água sai da cavidade foi feito um dique.

Apresenta média ocorrência de espeleotemas. Foi observada a presença de coralóides, cortina, crosta ferruginosa e microtravertinos. Quanto aos depósitos clásticos em seu piso foram encontrados blocos decamétricos e métricos, matacões, seixos e sedimento arenoso.

Foi observada a presença de água nas formas de gotejamento, percolação, empoçamento e escoamento de fluxo perene. Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade. Considerando o descrito e observado em campo, a caverna possui como atributo de destaque a presença de um fluxo d'água.



Foto 41: Detalhe da queda d'água entre T12 e T13.



Foto 42: Vista de T14 para T15.



Foto 43: Detalhe do dique.

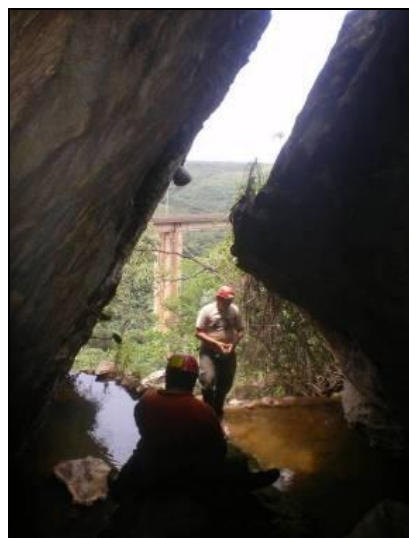


Foto 44: Vista de T16 para T17.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.



Foto 45: Manchas de guamo.



Foto 46: Detalhe de coralóides.

❖ CV 03 – UTM: 611581 E / 7733856 N / 1163 Z

Seu acesso apresenta médio nível de dificuldade, através de mata densa, campos de altitude e encosta íngreme. A litologia presente é composta por quartzito com granulometria de média a grossa. Apresenta um bom estado de conservação. No



entorno da caverna, foi observada uma tipologia florestal de campo rupestre, presença de afloramentos de quartzito e nas margens da drenagem tem-se uma vegetação mais exuberante.

Com relação à morfologia, a cavidade possui planta baixa linear ramificada, perfil longitudinal horizontal, cortes transversais triangulares e retangulares. Possui 19,25 m de projeção horizontal, 2,74 m de desnível, 44,16 m² de área e 45,45 m³ de volume. Trata-se de uma pequena caverna formada pelo abatimento de blocos, com um curso d'água passando em seu interior.

Apresenta pouca ocorrência de espeleotemas. Sendo observado apenas coralóides. Quanto aos depósitos clásticos foram encontrados no piso da cavidade blocos abatidos, sedimento arenoso inconsolidado, cascalhos e seixos no leito da drenagem.

Foi observada a presença de água na forma de escoamento perene, percolação, empoçamento e gotejamento. Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 47: Vista da entrada principal.



Foto 48: Vista de T5 para T0.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.



Foto 49: Vista de T1 para T2.



Foto 50: Entrada secundária em T2.



Foto 51: Vista de T0 para T5.



Foto 52: Coralóides próximos à T3.

❖ **CV 04 – UTM: 611707 E / 7733887 N / 1190 Z**

É uma cavidade do tipo caverna, situada na base do maciço. A litologia presente é composta por quartzito com granulometria de fina a média. Seu acesso apresenta médio nível de dificuldade, através de mata densa, campos de altitude e encosta íngreme. Apresenta um bom estado de conservação.

Com relação à morfologia, a cavidade possui planta baixa linear, perfil longitudinal inclinado e cortes transversais retangulares. Trata-se de uma pequena cavidade com conduto único com 12,02 m de projeção horizontal, 5,26 m de desnível, 52,60 m² de área e 67,32 m³ de volume.



Não foi observada a presença de espeleotemas. Quanto aos depósitos clásticos foram encontrados blocos abatidos, cascalhos e seixos de quartzito e sedimento silto-arenoso.

Foi observada a presença de água nas formas de gotejamento, percolação, emposamento, condensação e fluxo temporário. Próximo ao final da caverna tem-se a presença de um sumidouro intermitente. Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.

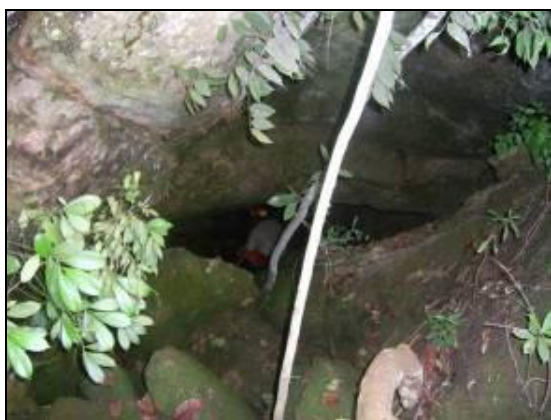


Foto 53: Vista de T0 para T1.



Foto 54: Vista de T1 para T2.



Foto 55: Vista de T2 para T3.



Foto 56: Vista de T3 para T2.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.



Foto 57: Vista de T3 para T4.



Foto 58: Detalhe do sumidouro.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.

❖ CV 05 – 612573 E / 7734587 N / 1271 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada em meia encosta. A litologia presente é itabirito alterado superficialmente e canga. Seu acesso é fácil por meio de estrada de acesso em seguida por trilha em campo de canga. Apresenta um bom estado de conservação. No entorno da caverna, foi observado uma tipologia vegetacional de campo ferruginoso.

Com relação à morfologia, trata-se de uma pequena cavidade desenvolvida em conduto único. Possui planta baixa linear, perfil longitudinal horizontal, cortes transversais irregulares. Possui 11,15 m de projeção horizontal, 0,59 m de desnível, 14,54 m² de área e 16,72 m³ de volume.

Como espeleotemas, foram observados pouquíssimos coralóides de tamanho milimétricos e crosta ferruginosa. Quanto aos depósitos clásticos foram encontrados blocos, cascalhos e matacões de itabirito.

Não foi observada a presença de água. Não foi encontrada nenhuma ocorrência de vestígios e/ou registros paleontológicos ou arqueológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 59: Vista geral da entrada da cavidade.



Foto 60: Vista de T0.



Foto 61: Vista de T0 para T1.



Foto 62: Vista de T2 para T3.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.



Foto 63: Detalhe de T3.



Foto 64: Vista de T2 para T1.



Foto 65: Vista de T1 para T0.



Foto 66: Escarpa onde está inserida a cavidade.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.

❖ CV 06 – UTM: 612318 E / 7734643 N / 1267 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada à meia encosta. A litologia presente é a canga. Seu acesso é fácil por meio de estrada de acesso. Apresenta um bom estado de conservação. No entorno da caverna, tem-se uma tipologia vegetacional de campo ferruginoso.

Com relação à morfologia, a cavidade apresenta dimensão considerável, planta baixa linear ramificada, perfil longitudinal horizontal e inclinado, cortes transversais triangulares e retangulares. Possui 46,51 m de projeção horizontal, 1,34 m de desnível, 152,5 m² de área e 183 m³ de volume.

Quanto aos depósitos químicos foram observados coralóides, crosta ferruginosa e escorrimentos inconsolidados. Os depósitos clásticos encontrados foram blocos, matacões, calhaus, seixos, cascalhos e sedimento ferruginoso arenoso.

Foi observada a presença de água nas formas de gotejamento e percolação além de fluxo efêmero gerado pela água de chuva. Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 67: Detalhe de T0.



Foto 68: Vista de T1 para T2.



Foto 69: Vista de T4 para T3.



Foto 70: Vista de T4 para T7.



Foto 71: Vista de T12 para R1.

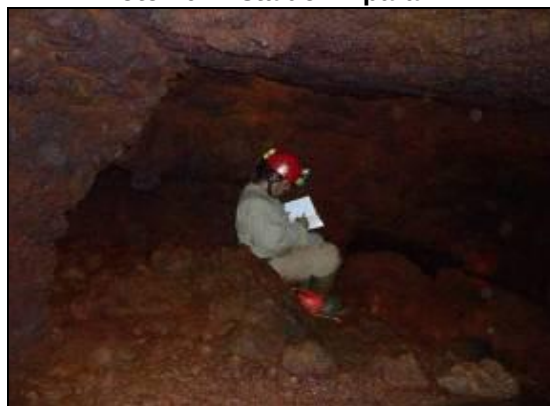


Foto 72: Vista de T14 para R3.



Foto 73: Presença de carvão.



Foto 74: Fezes de tamanduá.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.



❖ **CV 07 – UTM: 611847 E / 7732684 N / 943 Z**

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente na escarpa em encosta. A litologia presente é o quartzito compacto. Como risco, podemos destacar o piso escorregadio e a presença de blocos soltos. Localiza-se bem próxima à estrada de ferro e apresenta bom estado de conservação.

Não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação, as quais condicionam os condutos onde estão inseridas.

Com relação à morfologia, a cavidade possui um padrão planimétrico indefinido. As paredes e teto são irregulares, assim como as seções transversais. Possui 9,9 m de projeção horizontal, 2,18 m de desnível, 47,96 m² de área e 23,5 m³ de volume. O piso é descendente para o interior da cavidade, apresentando alta declividade. As feições morfológicas observadas foram pontões estruturais, alvéolos, patamar e canalículos. Sua gênese é fruto da ampliação de canalículos e erosão fluvial.

Com relação aos depósitos químicos, estes são representados por uma pequena quantidade de coralóides cinzas, aciculares e milimétricos, os quais estão dispostos de maneira pontual. Não apresentam valor científico. Os depósitos clásticos se caracterizam por seixos subarredondados de origem alóctone, os quais foram carregados pela drenagem e depositados no fundo da cavidade. Também não possuem valor científico.

Quanto às feições hídricas, ocorre drenagem intermitente com formação de um lago e gotejamento. Foi observada também a presença de água de percolação. A cavidade possui alta influência sobre o sistema hidrológico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 75: Localização da cavidade em relação à Ferrovia da MRS.



Foto 76: Coralóides observados no interior da cavidade.



Foto 77: Entrada da cavidade CV 07.



Foto 78: Interior da cavidade.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ CV 08/CV 09/CV 16 – UTM: 611480 N / 7733617 E / 1096 Z

Durante os trabalhos de espeleometria constatou-se a conexão das cavidades CV 08, CV 09 e CV 16 resultando na maior cavidade da área de estudo, a qual possui 214,15 m de projeção horizontal, 41,31 m de desnível, 1104,71 m² de área e 2187,72 m³ de volume.

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente e inserida na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna, a presença de desníveis superiores a 2 m no interior da cavidade, buracos mascarados, piso escorregadio, fendas e muitos blocos soltos. Apresenta bom estado de conservação.

A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação. É uma cavidade bastante volumosa, seu teto é alto e os condutos amplos. Seu padrão planimétrico é espongiiforme e as feições morfológicas identificadas foram clarabóia, patamar, canalículos, pendentes, pontões estruturais e alvéolos. O piso é descendente



para o interior, as paredes e o teto são irregulares, assim como o padrão de seus cortes transversais.

Quanto aos depósitos químicos, foi identificada a presença de coralóides em grande quantidade e distribuídos por toda a cavidade. Há diversos tipos de coralóides; o predominante é de cor preta e chega a até 3 cm. Foram observadas também cortinas, crosta branca e crosta ferruginosa. Como espeleotema único foi identificado um travertino ferruginoso, o qual cobre parte da drenagem, junto com o mesmo foram identificados microtravertinos, escorrimento, coluna e pingentes.

Com relação aos depósitos clásticos, foi observada a presença de matacões subangulosos e areia, ambos de origem autóctone e localizados de maneira esparsa. Foi observada também a presença de cones de sedimento, cones de sedimento cascalhentos e terraços. Não apresenta gênese única ou rara; é a drenagem que condiciona seu desenvolvimento de acordo com a fratura. Sua gênese se deu pela ampliação de canalículos e pela erosão fluvial.

Em relação à hidrologia, há uma drenagem perene com fluxo médio de água passando por toda a cavidade. As feições hidrológicas observadas foram água de percolação e condensação com influência significativa, lago perene, gotejamento, empoçamento, sumidouro perene e surgência perene com escoamento. Dessa maneira, devido à hidrologia, a cavidade possui alta influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade. Trata-se de uma cavidade grande e muito bonita, a qual atinge reconhecimento local do seu valor cênico.



Foto 79: Uma das entradas da cavidade.



Foto 80: Salão amplo, drenagem perene.



Foto 81: Detalhe do espeleotema único.



Foto 82: Microtravertinos em espeleotema.



Foto 83: Salão de alta volumetria.

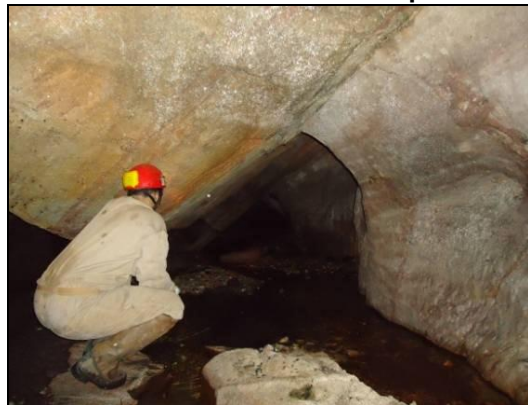


Foto 84: Conduto esrodido pela drenagem.



Foto 85: Coralóides pretos.

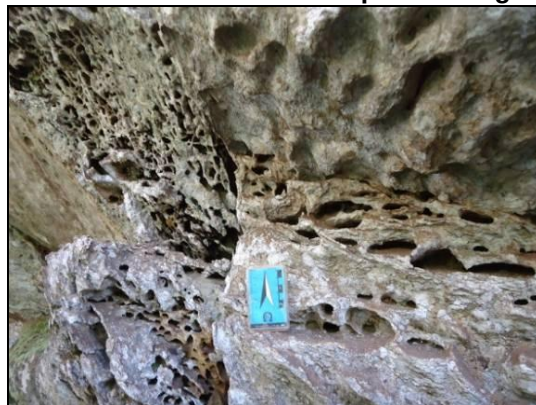


Foto 86: Alvéolos nas paredes.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.



❖ **CV 10 – UTM: 611543 E / 7733580 N / 1097 Z**

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente e inserida na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna, a presença de blocos soltos e piso escorregadio. Apresenta bom estado de conservação.

A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação. O padrão planimétrico desta cavidade é retilíneo, seu piso é ascendente para o interior e as paredes e teto irregulares. Possui 8 m de projeção horizontal, 3,32 m de desnível, 29 m² de área e 67,86 m³ de volume.

Os espeleotemas observados foram crosta branca, escorrimento e coralóides, os quais são deposições químicas comuns em contexto local e não configuram interesse científico. Os depósitos clásticos estão representados, na parte superior, por matacões empilhados e, na parte inferior onde ocorre a drenagem, predominam areia e seixos de origem alóctone. Foi identificada ainda a presença de cone de sedimentos cascalhentos. Não apresenta gênese única ou rara, sendo a mesma definida por ampliações de canalículos, erosão fluvial e abatimentos.

Com relação à hidrologia, foi observada a presença de água de percolação, escoamento temporário, gotejamento e poças. Foi identificada também uma surgência temporária no meio da cavidade. Dessa maneira, devido à hidrologia, esta cavidade exerce alta influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 87: Entrada da cavidade.



Foto 88: Veios de quartzo no interior da cavidade.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ **CV 11 – UTM: 611511 E 7733805 N / 1159 Z**

É uma cavidade do tipo caverna, situada na alta vertente em escarpa na encosta. Como risco, destaca-se a presença de blocos soltos e piso escorregadio. Seu estado de conservação é bom.

A litologia presente é o quartizito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação.

O padrão planimétrico desta cavidade é indefinido. O piso possui inclinação suave e é descendente para o interior, as paredes e teto são irregulares. As feições morfológicas observadas foram clarabóia, pontões estruturais e alvéolos. Quanto aos dados espeleométricos possui 13,14 m de projeção horizontal, 1,7 m de desnível, 51,82 m² de área e 54,41 m³ de volume.

Como depósitos químicos foram identificados coralóides milimétricos de cor preta dispostos de maneira pontual que não apresentam interesse científico. Foi observada também crosta branca. Os depósitos clásticos estão representados por calhaus subangulosos de origem alóctone, os quais são carregados para interior da cavidade pela drenagem. A gênese desta cavidade é resultado de abatimentos e erosão fluvial.

Com relação à hidrologia, foi identificada a presença de drenagem intermitente. As feições observadas foram escoamento temporário, gotejamento, sumidouro temporário, poças e também a presença de água de percolação com influência sobre os atributos da cavidade. Dessa maneira, devido à hidrologia, esta cavidade exerce alta influência sobre o sistema cárstico.



Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 89: Entrada da cavidade.



Foto 90: Depósitos clásticos autogênicos e alogênico.



Foto 91: Detalhe microcoraloides.



Foto 92: Galhos e sedimentos carregados por água pluvial.



Foto 93: Interior da CV 11.



Foto 94: Microcoralóides.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ CV 12 – UTM: 611430 E / 7733532 N / 1120 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada em alta vertente na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna e de blocos soltos em seu interior. Seu estado de conservação é bom.



A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação.

Com relação à morfologia, a cavidade possui um padrão planimétrico curvilíneo. O piso é horizontal, as paredes e teto são irregulares e o padrão das seções transversais é triangular. As feições morfológicas observadas foram alvéolos, canalículos e pendentes. Esta cavidade possui várias entradas e não possui zona afótica. Quanto aos dados espeleométricos, esta cavidade possui 8,79 m de projeção horizontal, 2,43 m de desnível, 38,32 m² de área e 63,22 m³ de volume.

Com relação aos depósitos químicos, estes são representados por uma pequena quantidade de coralóides pretos, arredondados e centimétricos, os quais estão dispostos de maneira pontual. Ocorre também crosta branca cobrindo parte da rocha. Não configuram valor científico. Os depósitos clásticos são representados por areia de origem alóctone, disposta por todo o piso da cavidade, não configurando valor científico. O desenvolvimento do espaço subterrâneo é fruto da ampliação de canalículos e de desenvolvimento condicionado à fratura.

Nesta cavidade não há drenagem e não foram observadas demais feições hidrológicas. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a cavidade exerce baixa influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 95: Entrada da cavidade.



Foto 96: Detalhe alvéolos.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ CV 13/CV 17 – UTM: 611512 E / 7733611 N / 1098 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente na escarpa em encosta.



Como risco, podemos destacar o piso escorregadio e a presença de fendas. Seu estado de conservação é bom.

A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação.

Com relação à morfologia, a cavidade possui padrão planimétrico retilíneo. O piso é ascendente para o interior da cavidade, possuindo alta declividade. As paredes e teto são irregulares e o padrão das seções transversais é triangular. Esta cavidade possui entrada nas duas extremidades. As feições morfológicas observadas foram clarabóia, alvéolos e canalículos.

Esta cavidade é fruto da junção das cavidades CV 13 e CV 17, dessa maneira, com relação aos dados espeleométricos, esta cavidade possui 37,62 m de projeção horizontal, 5,61 m de desnível, 118,66 m² de área e 547,02 m³ de volume.

Os depósitos clásticos se caracterizam por matacões subangulosos de origem alóctone, arranjos de maneira dispersa pela cavidade, não configuram valor científico. Com relação aos depósitos químicos, estes são representados por crosta branca, por coralóides milimétricos de cor preta e por coralóides de cor branca, formando crostas nos níveis cristalizados. Os espeleotemas estão dispostos de maneira pontual, são comuns em contexto local e não configuram valor científico. Tem como gênese a ampliação de canalículos e abatimentos.

Esta cavidade não apresenta drenagem, há apenas feições localizadas do tipo gotejamento e também água de percolação com influência sobre os atributos da cavidade. Assim, com relação à hidrologia, a caverna exerce baixa influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 97: Entrada da cavidade.



Foto 98: Detalhe piso da cavidade.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ **CV 14 – UTM: 611436 E / 7733611 N / 1126 Z**

É uma cavidade do tipo caverna, situada em alta vertente na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna e de blocos soltos em seu interior. A cavidade está em bom estado de conservação.

A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação.

Com relação à morfologia, a cavidade possui um padrão planimétrico reticular. A parede é regular, o teto é alto e irregular e o padrão das seções transversais é irregular. O piso é descendente para o interior da cavidade. As feições morfológicas observadas foram pontões estruturais e clarabóia. Quanto aos dados espeleométricos, esta cavidade possui 9,82 m de projeção horizontal, 4,23 m de desnível, 17,29 m² de área e 24,37 m³ de volume.

Com relação aos depósitos químicos, estes são representados por coralóides e crostra branca, os quais são comuns em contexto local e não configuram valor científico. Os depósitos clásticos são representados por areia de origem alóctone, disposta por todo o piso da cavidade, não configurando valor científico. Sua gênese é condicionada por fraturas e ampliação de canalículos.

Nesta cavidade não há drenagem e não foram observadas demais feições hidrológicas. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a cavidade exerce baixa influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.

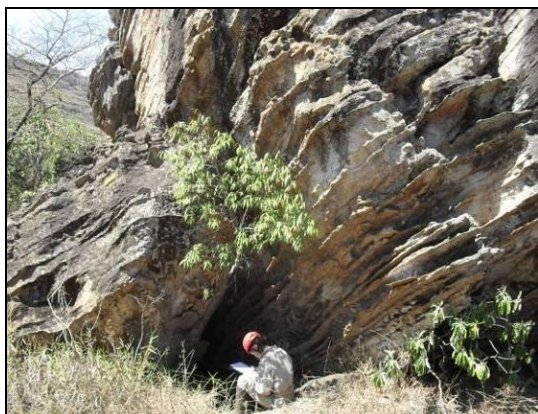


Foto 99: Entrada da caviidade.



Foto 100: Interior da CV 14.



Foto 101: Desenvolvimento predominante da CV 14.



Foto 102: Legenda em direção a boca principal.



Foto 103: Parede com aspecto alveolar.

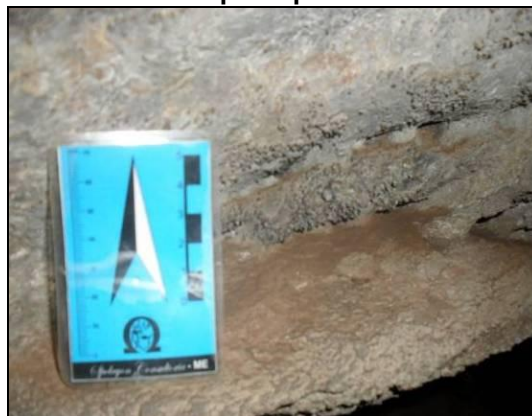


Foto 104: Microcoralóides na CV 14.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ CV 15 – UTM: 611437 E / 7733589 N / 1129 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada em alta vertente na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna, piso escorregadio e blocos soltos. A cavidade está em bom estado de conservação. A litologia presente é o quartzito e não foram observadas estruturas geológicas de interesse científico.



Com relação à morfologia, a cavidade possui um padrão planimétrico retilíneo. O piso é predominantemente horizontal, possuindo suave declive em direção ao interior. As paredes e teto são irregulares, assim como as seções transversais. As feições morfológicas observadas foram clarabóia e pendentes. Quanto aos dados espeleométricos, esta cavidade possui 5,22 m de projeção horizontal, 1,16 m de desnível, 8,98 m² de área e 8,53 m³ de volume.

Quanto aos depósitos químicos, estes são representados por coralóides, crosta ferruginosa e crosta branca, os quais são comuns em contexto local e não configuram valor científico. Os depósitos clásticos, os quais não apresentam interesse científico, são de origem alóctone. Estão representados por matacões aglomerados na entrada da cavidade e areia no restante da mesma. O desenvolvimento do espaço subterrâneo é fruto de abatimentos.

Nesta cavidade não há drenagem e não foram observadas demais feições hidrológicas. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a cavidade exerce baixa influência sobre o sistema cárstico. Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 105: Entrada da cavidade.



Foto 106: Interior da CV 15.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.



Foto 107: Interior da CV 15.



Foto 108: Bloco abatido na interior da CV 15.

❖ CV 18 – UTM: 611530 E / 7733572 N / 1093 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna, piso escorregadio e blocos soltos. Seu estado de conservação é bom.

A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação.

Com relação à morfologia, a cavidade possui padrão planimétrico retilíneo. O piso é ascendente para o interior da cavidade. A parede é regular, o teto irregular e o padrão das seções transversais triangular. As feições morfológicas observadas foram clarabóia, patamar, pontões estruturais, alvéolos e canalículos. Possui 10,77 m de projeção horizontal, 8,42 m de desnível, 146,31 m² de área e 197,51 m³ de volume.

Os depósitos químicos são representados por crosta branca, crosta ferruginosa e grande quantidade de coralóides milimétricos a centimétricos de cor preta. Os espeleotemas presentes são comuns em contexto local e não apresentam valor científico. Os depósitos clásticos se caracterizam por matacões angulosos de origem autóctone, arranjados de maneira esparsa por toda a cavidade, não apresentam valor científico. O desenvolvimento do espaço subterrâneo se deu pela ampliação de canalículos e erosão por água condicionada por plano de fratura.

Com relação à hidrologia, foi identificada uma drenagem perene, cujo fluxo é médio e passa por toda a cavidade, ora desaparece, ora aflora, configurando sumidouros e ressurgências. As feições hidrológicas observadas foram escoamento perene e surgência perene com escoamento. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a



caverna exerce alta influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 109: Uma das entradas da CV-18.



Foto 110: Interior da cavidade

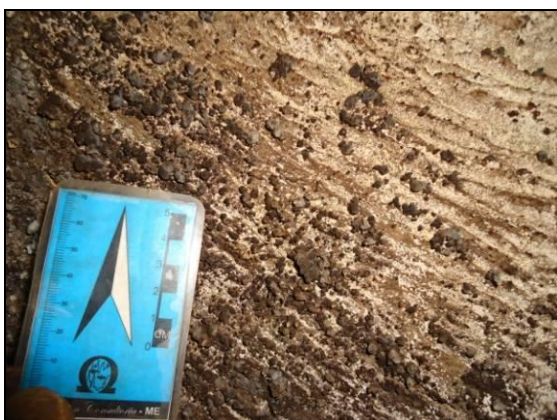


Foto 111: Detalhe coralóides.



Foto 112: Detalhe raízes no interior da cavidade.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ CV 19 – UTM: 611554 E / 7733555 N / 1122 Z

É uma cavidade do tipo caverna situada em média vertente. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos, desníveis superiores a 2 m, piso escorregadio e blocos soltos. A cavidade está em bom estado de conservação.

A litologia presente é o quartzito e não foram observadas estruturas geológicas de interesse científico.

Com relação à morfologia, a cavidade possui um padrão planimétrico retilíneo. As paredes, teto e o padrão das seções transversais são irregulares. O piso é ascendente para o interior da cavidade. As feições morfológicas observadas foram pontões



estruturais, clarabóia, patamar e alvéolos. Quanto aos dados espeleométricos, esta cavidade possui 12,75 m de projeção horizontal, 6,89 m de desnível, 51,88 m² de área e 129,7 m³ de volume.

Os depósitos químicos foram observados, de maneira pontual, coralóides, crostra branca e crosta ferruginosa, os quais são comuns em contexto local e não configuram valor científico. Os depósitos clásticos são representados por matações de origem autóctone e alóctone, dispersos por toda a cavidade, não apresentando valor científico. A gênese desta cavidade é resultado de abatimentos.

Com relação à hidrologia, foi identificada uma drenagem intermitente cuja influência é significativa. As feições hidrológicas observadas foram escoamento temporário, empoçamento, água de percolação com presença significativa e surgência intermitente com baixo fluxo de água. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a cavidade exerce alta influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 113: Entrada da cavidade.



Foto 114: Interior da CV 19.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ CV 20 – UTM: 611552E / 7733528N / 1092 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente e inserida na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna e a presença de blocos soltos em seu interior. Seu estado de conservação é bom. A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação.



Com relação à morfologia, o padrão planimétrico desta cavidade é retilíneo e seu piso é ascendente para o interior. A parede e o teto regulares e o padrão das seções transversais é triangular. Quanto aos dados espeleométricos, esta cavidade possui 10,32 m de projeção horizontal, 3,55 m de desnível, 20,97 m² de área e 46,34 m³ de volume.



Foto 115: Entrada da Cavidade.



Foto 116: Interior da CV 20.

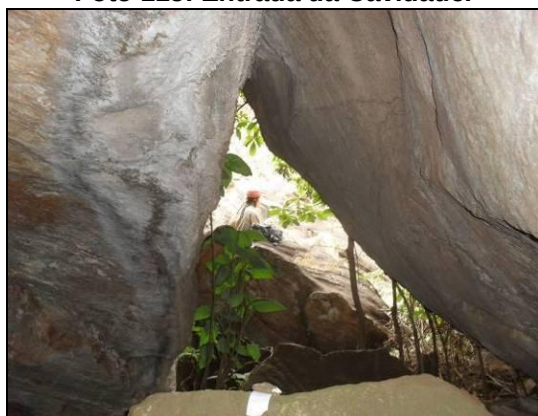


Foto 117: Detalhe do corte triangular da CV 20.



Foto 118: Detalhe coralóide.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

Os espeleotemas observados foram coralóides, localizados pontualmente e em pequena quantidade, são deposições químicas comuns em contexto local e não configuram interesse científico. Os depósitos clásticos, os quais estão representados por matações angulosos de origem autóctone e alóctone, não apresentam interesse científico. Não apresenta gênese única ou rara, sendo a mesma definida por ampliações de canalículos e abatimentos.

Nesta cavidade não há drenagem e não foram observadas demais feições hidrológicas. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a cavidade exerce baixa influência sobre o sistema cárstico. Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim



como o seu uso pela comunidade.

❖ **CV 21 – UTM: 611667 E / 7732807 N / 988 Z**

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente e inserida na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de blocos soltos e o piso escorregadio. Apresenta bom estado de conservação.

A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico; em meio a diversos afloramentos ocorrem matacões abatidos, os quais formam a cavidade.

Com relação à morfologia, o padrão planimétrico desta cavidade é retilíneo e seu piso é ascendente para o interior. A parede é irregular e o teto, formado por um único matacão rolado, é regular. O padrão das seções transversais é lenticular. Possui 7,89 m de projeção horizontal, 1,12 m de desnível, 18,1 m² de área e 17,37 m³ de volume.

Quanto aos espeleotemas foram observados apenas coralóides pontuais. Os depósitos clásticos não apresentam interesse científico, e são representados por areia de origem alóctone, distribuída por toda a cavidade, e por poucos matacões, dispostos de maneira pontual. Não apresenta gênese única ou rara, sendo a mesma definida por abatimentos.

Não há drenagem e não foram observadas demais feições hidrológicas. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a cavidade exerce baixa influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 119: Uma das entradas da cavidade.



Foto 120: Detalhe do piso da cavidade.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.



❖ CV 22 – UTM: 611892 E / 7732989 N / 1077 Z

É uma cavidade do tipo caverna, situada em média vertente e inserida na escarpa em encosta. Como risco, podemos destacar a presença de blocos soltos e o piso escorregadio. Seu estado de conservação é bom.

A litologia presente é o quartzito e não há estrutura geológica de interesse científico, a cavidade é formada parte em afloramento e parte por depósito de tálus.

Com relação à morfologia, o padrão planimétrico desta cavidade é espongiforme. Seu piso é predominantemente horizontal, entretanto em alguns pontos torna-se ascendente para o interior e com alta inclinação. A parede e teto são irregulares, assim como o padrão das seções transversais. Possui 34,32 m de projeção horizontal, 5,93 m de desnível, 82,86 m² de área e 128,43 m³ de volume.

Os espeleotemas observados foram coralóides, localizados pontualmente e em pequena quantidade; crosta ferruginosa, cobrindo um matacão; escorrimento, localizado em dois pontos da cavidade; microtravertinos, localizados na superfície dos escorrimentos e uma pequena cortina, formada em um ponto do escorrimento. São deposições químicas comuns em contexto local e não configuram interesse científico. Os depósitos clásticos, os quais estão representados por matações, calhaus e areia, de origem autóctone e alóctone, não apresentam interesse científico. A cavidade não apresenta gênese única ou rara, sendo a mesma definida por ampliações de canalículos, erosão fluvial e abatimentos.

Com relação à hidrologia, foi observada uma drenagem intermitente de origem pluvial cuja influência sobre os atributos da cavidade. As feições hidrológicas identificadas foram escoamento temporário, gotejamento, lago temporário, empoçamento e água de percolação e condensação com influência sobre a cavidade. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a cavidade exerce alta influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta cavidade é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.



Foto 121: Entrada da Caviidade.

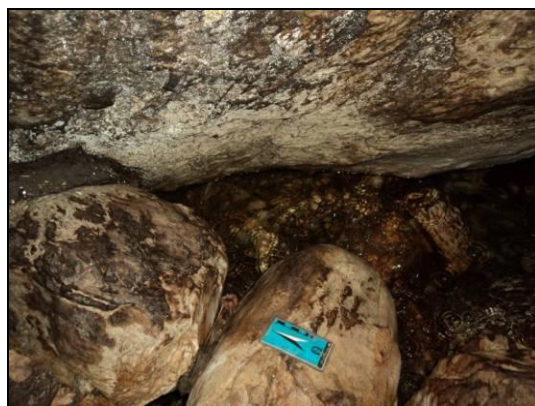


Foto 122: Detalhe da água empoçada e do gotejamento.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

❖ **SPE 01 – UTM: 611492 E / 7733571 N / 1129 Z**

A cavidade SPE-01 foi identificada durante o levantamento topográfico realizado nas cavidades supracitadas. Trata-se de uma cavidade do tipo caverna situada em alta vertente. Como risco, podemos destacar a presença de marimbondos nas proximidades da caverna, piso escorregadio, desnível superior a 2 m e blocos soltos. Apresenta bom estado de conservação.

A litologia presente é o quartizito e não há estrutura geológica de interesse científico, sendo observadas apenas estruturas tectônicas do tipo fratura e foliação.

Com relação à morfologia, a cavidade possui padrão planimétrico esponjiforme. O piso é descendente para o interior da cavidade, possuindo alta declividade. A parede, o teto e o padrão das seções transversais são irregulares. As feições morfológicas observadas foram clarabóia, patamar, pontões estruturais, alvéolos e canalículos. Possui 38,45 m de projeção horizontal, 4,31 m de desnível, 127,06 m² de área e 280,8 m³ de volume.

Com relação aos depósitos químicos, estes são representados por crosta branca e por coralóides em grande quantidade. Os espeleotemas presentes são comuns em contexto local e não apresentam valor científico. Os depósitos clásticos se caracterizam por matacões angulosos de origem autóctone, arranjados de maneira esparsa por toda a cavidade, e por areia, localizada no fundo do salão, não apresentam valor científico. A cavidade não apresenta gênese única ou rara, sendo esta definida por ampliação de canalículos e erosão por água.



Foto 123: Entrada da Caverna.



Foto 124: Detalhe da poça localizada no fim da caverna.



Foto 125: Depósito de guano no interior da caverna.



Foto 126: Espeleotema do tipo coralóide.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

Com relação à hidrologia, foi identificada, no fundo da caverna, uma drenagem perene cujo fluxo é pequeno. As feições hidrológicas observadas foram gotejamento, sumidouro perene, surgência perene com escoamento, empoçamento e condensação com influência significativa sobre os atributos da caverna. Dessa maneira, com relação à hidrologia, a caverna exerce alta influência sobre o sistema cárstico.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. A relevância histórico-cultural desta caverna é ausente, assim como o seu uso pela comunidade.

❖ CV 23 - UTM: 611814 E / 7733144 N / 1086 Z

A “caverna” CV 23 trata-se de abrigo situado em base de maciço. Está localizado em área de vegetação arbórea, próxima a campo cerrado. A litologia presente é o quartzito.

O abrigo possui desenvolvimento linear de aproximadamente 6 metros com altura da entrada principal em torno de 4 metros. Apresenta uma grande linha d’água com aproximadamente 15 m. O piso é em grande parte inclinado. No fundo do abrigo foi



observada a presença de uma drenagem de pequeno fluxo. Outras feições hidrológicas como gotejamento e percolação não foram observadas.

Os depósitos clásticos se caracterizam por sedimentos finos, seixos e blocos decimétricos. Grande quantidade de matéria orgânica foi observada. Ocorre pequena quantidade de coralóides.

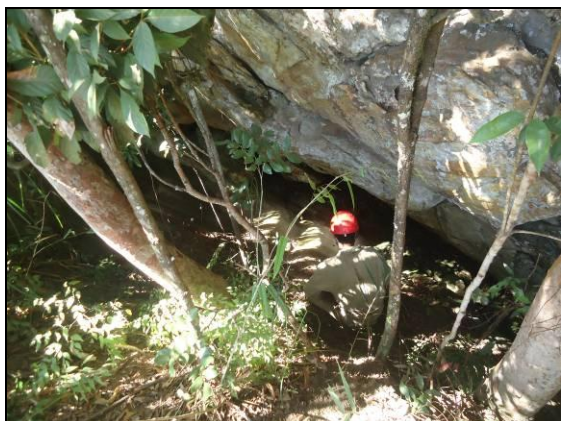


Foto 127: Vista da entrada do abrigo CV 23

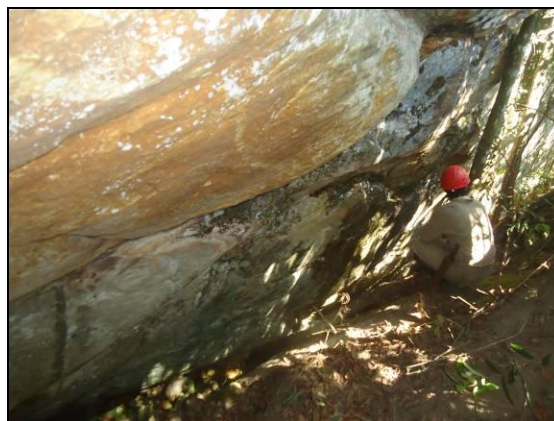


Foto 128: Interior do abrigo CV 23

Fonte: Arquivo Spelayon, 2012.

Não foram observados vestígios arqueológicos nem paleontológicos. Apresenta bom estado de conservação. Por se tratar de abrigo, nesta cavidade não houve levantamento espeleométrico, bioespeleológico e geoespeleológico e, portanto, não será valorado nesta análise de relevância.



9 BIOESPELEOLOGIA

9.1 Invertebrados Cavernícolas

O ambiente cavernícola pode ser caracterizado por apresentar uma tendência à estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz em alguns pontos (Howarth, 1983; Poulson & White, 1969; Barr, 1967). Como a luminosidade é um fator limitante no interior da caverna, esse ambiente pode ser dividido em três categorias: (i) zona eufótica ou de entrada: região caracterizada pela incidência direta de luz próxima à entrada da caverna; (ii) zona disfótica ou de penumbra: região que recebe luz indiretamente; e (iii) zona afótica: região com completa ausência de luz (Poulson & White, 1969; Barr, 1968; Vandel, 1964). Organismos que possuem maior tolerância à luz podem ser mais encontrados nas zonas próximas à entrada, já organismos com maior sensibilidade à luz podem ser encontrados em locais mais profundos (Culver & Pipan, 2010).

Essa ausência de luz em algumas zonas das cavernas faz com que organismos fotossintetizantes não se estabeleçam nesses locais (Gomes *et al.*, 2000). Dessa forma, a fonte de recursos na maioria dos sistemas cavernícolas é quase exclusivamente importada do meio externo (Barr, 1968; 1967; Mohr & Poulson, 1966). Esses recursos podem chegar ao meio cavernícola por três vias principais: (i) pela água, através de chuvas que escorrem pelas fendas, clarabóias, rios subterrâneos ou mesmo pela inclinação da porta de entrada; (ii) pelo vento, através das fendas, clarabóias ou porta de entrada; e (iii) carreado por animais, na forma de fezes ou cadáveres que servirão de base para teias alimentares de muitos organismos cavernícolas (Culver, 1982).

Além da luminosidade, a distribuição dos organismos no interior das cavernas pode ser influenciada por outros fatores, dentre os principais, recursos alimentares, umidade e temperatura (Poulson & White 1969). O tipo e a qualidade do recurso e a forma de disseminação no sistema são determinantes importantes da composição e abundância da fauna cavernícola (Ferreira, 2004). Além disso, os recursos alimentares provenientes do meio externo mantêm populações de organismos de todos os níveis tróficos presentes nas cavernas (Trajano, 2000; Ferreira & Martins, 1999).

Uma ampla variedade de organismos pode ser encontrada em ambientes subterrâneos por diversas razões, inclusive por acaso ou por acidente. Existem os organismos que utilizam esse ambiente temporariamente, considerados visitantes



temporários, e os que utilizam permanentemente, considerados residentes. Assim, um dos principais interesses no estudo da fauna cavernícola é verificar se existem espécies que dependem exclusivamente desse ambiente e possuam características como ausência e/ou redução dos olhos, despigmentação e apêndices alongados que indiquem essa especialização. Como organismos que não habitam o ambiente subterrâneo compartilham essas características por convergência adaptativa, foi proposto um sistema de classificação (Sistema Schiner-Racovitza), adaptado por Sket, 2008, que considera além dessas características, a distribuição do organismo limitada a cavernas. As categorias consideradas por esse sistema de classificação são apresentadas resumidamente na Tabela 4.

Tabela 4: Comparação da terminologia da classificação de categorias ecológicas, de acordo com o esquema de Sket (2008).

Categoria	Definição	Sinonímia
Troglóbio	Residente permanente obrigatório de hábitat subterrâneo	Troglóbio
Eutroglófilo	Residente permanente facultativo de hábitat subterrâneo	Troglófilo (Barr, Schiner-Racovitza)
Subtroglófilo	Residente facultativo ou obrigatório de hábitat subterrâneo, mas associado com a superfície para alguma parte do ciclo de vida	Troglófilo (Schiner-Racovitza); troglóxico (Barr)
Troglóxico	Espécies que aparecem esporadicamente no hábitat subterrâneo	Acidental (Barr), troglóxico (Schiner-Racovitza)

Comparações com Schiner-Racovitza (Schiner, 1854; Racovitza, 2006) e Barr (1968).

De acordo com o sistema de classificação descrito acima, a fauna pode apresentar organismos residentes ou visitantes do ambiente cavernícola. O estudo desta fauna permite verificar a ocorrência de espécies troglóbias (definidas pelo sistema de classificação descrito acima), troglomórficas (apresentam caracteres que apontam para uma especialização ao ambiente cavernícola: ausência de olhos, despigmentação, alongamento de apêndices, etc), assim como a riqueza e abundância das espécies, interações que determinam estas riquezas e abundância, além de espécies novas, espécies raras, espécies ameaçadas de extinção. Atributos esses que devem ser considerados de acordo com a instrução normativa nº 2, de 20 de agosto de 2009, estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente para classificar as cavidades em graus de relevância.



9.1.1 Metodologia

Área de Estudo

O estudo está sendo realizado em cavidades naturais subterrâneas, localizadas em áreas pertencentes à empresa Ferrous Viga, no município de Congonhas, Minas Gerais. O conjunto em análise soma 20 cavidades divididas em duas áreas que foram estudadas em momentos distintos. Na primeira área até o presente momento foram contempladas duas campanhas internas (nas estações seca e chuvosa) e uma campanha externa (na estação seca), em 6 cavidades naturais subterrâneas (CV01, CV02, CV03, CV04, CV05 e CV06). Na segunda área estão inseridas as outras 14 cavidades naturais subterrâneas. Nesta área existe ainda o abrigo CV23 que, devido a sua pequena projeção horizontal em relação ao tamanho da entrada, foi desconsiderado da análise de relevância. Na segunda área os estudos contemplaram duas campanhas internas (nas estações seca e chuvosa) nas cavidades CV07, CV08/09/16, CV18, CV19, CV22 e SPE01 e uma campanha interna (estação seca) nas cavidades CV10, CV11, CV12, CV13/17, CV14, CV15, CV20 e CV21. Todas as cavidades da segunda área também apresentam uma campanha externa (na estação seca). As cavidades estudadas estão listadas na tabela 5.

Tabela 5: Localização das cavidades.

Cavidade	Coordenadas	Cavidade	Coordenadas
CV 01	610765 / 7732292	CV 13/17	611512 / 7733611
CV 02	610754 / 7732320	CV 14	611436 / 7733611
CV 03	611581 / 7733856	CV 15	611437 / 7733589
CV 04	611707 / 7733887	CV 18	611530 / 7733572
CV 05	612573 / 7734587	CV 19	611554 / 7733555
CV 06	612318 / 7734643	CV 20	611552 / 7733528
CV 07	611847 / 7732684	CV 21	611667 / 7732807
CV 08_09_16	611480 / 7733617	CV 22	611892 / 7732989
CV 10	611543 / 7733580	CV 23	611814/7733144
CV 11	611511 / 7733805	SPE01	611492 / 7733571
CV 12	611430 / 7733532		

COLETA DE DADOS NA ÁREA 1

Para o levantamento bioespeleológico de invertebrados, as cavidades foram divididas em três zonas: eufótica, disfótica e afótica. Foram consideradas como eufótica, zonas



onde havia incidência direta de luz, disfótica onde ainda havia claridade, mas apenas indireta, e afótica, onde não havia presença alguma de luz. Esta diferenciação teve como objetivo qualificar e quantificar possíveis preferências dos invertebrados por determinadas regiões dentro das cavidades.

A área total das cavidades foi vasculhada e amostrada até a uma altura de 2 metros. Foram anotadas para cada amostra, a zona da caverna onde foram encontrados e a temperatura e umidade registrada na hora da coleta. A temperatura e umidade do ar foram medidas em todas as zonas existentes em cada cavidade com o auxílio de um termohigrômetro.

Os invertebrados coletados foram colocados em álcool 90% para fixação e conservação, e levados para o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, onde foram encaminhados aos especialistas de cada táxon para identificação, bem como para análise de possíveis endemismos. Os táxons e os respectivos responsáveis pelas identificações estão listados na Tabela 6.

Tabela 6: Lista de táxons e respectivos especialistas responsáveis pela identificação da área 1.

Táxon	Especialista responsável
Araneae	Gustavo P. Perroni e Dr. Antonio D. Brescovitt
Coleoptera, Carabidae	MSc. Guilherme Ide Marques dos Santos
Coleoptera, outros	Dra. Simone Policena Rosa
Diptera	Camila Conti
Hymenoptera, Formicidae	Flávia de Araujo Esteves
Orthoptera	Msc. Luiz Gustavo Souto Soares
Lepidoptera	MSc. Simeão de Souza Moraes
Opiliones	Dr. Ricardo Pinto da Rocha
Demais invertebrados	MSc. Tiago Fernandes Carrijo

COLETA DE DADOS NA ÁREA 2

Para o levantamento dos invertebrados foi utilizado o método de coleta manual (Ferreira, 2004). A coleta manual envolve a busca na maior diversidade possível de ambientes encontrados no interior da gruta (por exemplo, substrato rochoso, banco de sedimento, depósitos de guano, detritos vegetais, raízes) nos quais os organismos foram capturados manualmente, com o auxílio de pincel e pinças.



A área total de cada cavidade até a uma altura de 2 metros foi amostrada e informações adicionais obtidas para os organismos coletados foram anotadas, tais como: zanação e eventuais comportamentos e interações ecológicas observadas durante o levantamento faunístico.

Para registrar a temperatura e umidade relativa do ar no interior das cavidades foi utilizado termohigrômetro digital. O registro do lux foi feito por meio de um luxímetro digital e as medições foram realizadas em três pontos: 1 - pingô d'água; 2 e 3 - interior da cavidade.

Os invertebrados coletados foram colocados em álcool 92,6% para fixação e conservação. O material foi triado e armazenado em álcool 70% buscando possíveis endemismos e troglomorfismos. Os organismos coletados foram comparados de acordo com coleção de referência, e identificados ao menor nível taxonômico possível. Essa coleção trata-se de materiais coletados em outras localidades e foi identificada anteriormente por especialistas (Tabela 7).

Tabela 7: Taxonomistas, especialistas em cada grupo de organismos encontrados na coleção de referência.

Grupo	Taxonomista	Instituição
Araneae	Antonio Brescovit	Butantan
Auchenorrhyncha	Gervásio Silva Carvalho	PUCRS
Chilopoda	Amazonas Chagas	MNRJ
Diplopoda	João Paulo Barbosa	Butantan
Diptera	José Albertino Rafael	INPA
Formicidae	Ricardo Ribeiro de Castro Solar	UFV
Hymenoptera	Celso Oliveira Azevedo	UFES
Opiliones	Ricardo Pinto-da-Rocha	USP
Orthoptera	Edson Zefa	UFPelotas

O mais prudente seria que todo o material fosse identificado por taxonomistas, de acordo com cada grupo. Porém a maioria dos artrópodes parece não despertar interesse nos estudos científicos, sejam de conservação, ecológicos e taxonômicos. Apenas alguns grupos, como mamíferos, peixes, besouros, aranhas, que são maiores e mais vistosos, atraem mais atenção dos cientistas, e consequentemente existe



pouco conhecimento acumulado sobre a maioria dos invertebrados terrestres e muitas espécies foram sequer descritas, assim como informações sobre essas espécies também são muito escassas. Desta forma, análises a níveis taxonômicos superiores são feitas na tentativa de suprir a necessidade do conhecimento ao menos à nível da quantidade de morfoespécies, estimando a diversidade e contribuindo para a conservação desses ambientes.

COLETA DE DADOS NA ÀREA EXTERNA

Coletas no ambiente externo (epígeo) das cavidades foram realizadas. Desta forma, até o presente momento foi realizada uma campanha na estação seca, no mês de julho de 2012, e em dezembro de 2012 será realizada uma campanha chuvosa. O levantamento dos invertebrados está sendo realizado utilizando o método de coleta manual (Ferreira, 2004). Para determinar a área a ser amostrada, foi traçado um transecto de 10 metros (com auxílio de corda e trena) partindo do pingo d'água da caverna. A coleta na estação seca foi realizada ao longo desse transecto e a 1 metro de cada lado do transecto (Figura 9 e Foto 129), e uma nova coleta na estação chuvosa será realizada no mesmo transecto.

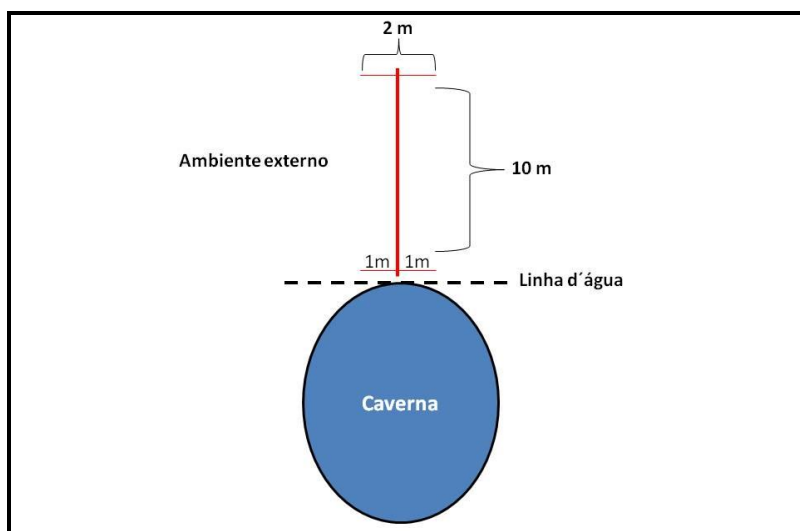


Figura 9: Esquema ilustrativo da metodologia de coleta empregada para o ambiente externo.



Foto 129: Coleta externa – transecto de 20m².

Além disso, informações como temperatura, umidade e luminosidade foram registradas ao longo do transecto, com a finalidade de comparação com o ambiente hipógeo.

Os invertebrados coletados na campanha seca foram colocados em álcool 92,6% para fixação e conservação. O material foi triado e armazenado em álcool 70% buscando possíveis endemismos e troglomorismos. Os organismos coletados foram comparados de acordo com coleção de referência (Tabela 7), e identificados ao menor nível taxonômico possível.

ANÁLISE DOS DADOS

- A riqueza média nas cavidades estudadas foi obtida dentro do intervalo das médias $\pm$ desvio padrão. A riqueza foi considerada alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores. As médias das riquezas foram feitas comparando-se as cavidades de mesma litologia sob enfoque local. Para isso foi utilizada a fórmula $M=Rt/Nc$, onde: M – média da riqueza; Rt – Soma das riquezas das cavidades estudadas; Nt – número de cavernas amostradas. Após o cálculo da média foi feito o cálculo do desvio padrão com a seguinte fórmula:

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

Onde: x – média da amostra; n – tamanho da amostra.



- A abundância relativa de espécies foi calculada utilizando indivíduos das espécies com adultos de tamanho corporal igual ou maior que 1 cm. Através da abundância destas espécies nas cavernas estudadas, foram calculadas as médias $\pm$ desvio padrão para obter os intervalos de valores para as abundâncias baixa, média e alta, como explicado abaixo:

(1) abundância mínima de cada espécie foi considerada como o menor valor encontrado da determinada espécie; (2) abundância máxima como o maior valor encontrado; (3) abundância média foi à soma das abundâncias da determinada espécie dividida pela quantidade de cavernas onde a espécie ocorreu; (4) o desvio padrão foi calculado e somado com a média para que o valor de abundância relativa alta fosse estabelecido para cada espécie.

As espécies que possuíam abundância alta em determinada caverna foram somadas e feita sua porcentagem de acordo com a fórmula $AB = N \cdot 100 / N_t$, onde: AB= Abundância relativa de espécies por caverna; N= Número de espécies com abundância alta; N_t = Número total de espécies encontradas na caverna. A partir do valor (%) encontrado, seguiu-se a nota de corte estipulada pela Instrução Normativa.

Assim, as cavidades que possuíam 30% ou mais de espécies com abundância alta foram classificadas com abundância relativa de espécies alta. Cavidades com 10 a 20% abundância relativa média e até 10% abundância relativa baixa. Espécies que apresentaram ocorrência em apenas uma cavidade foram automaticamente consideradas como de abundância alta.

9.1.2 Resultados e discussão

Diversidade encontrada

Foram observadas até o presente momento 194 morfoespécies, distribuídas em 4 classes de artrópodes – *Classe Arachnida*: Acari (7 morfoespécies), Araneae (37 morfoespécies), Diplura (1 morfoespécie), Opiliones (4 morfoespécies), Opilioacarida (1 morfoespécie); Palpigradi (1 morfoespécie); Pseudoscorpiones (2 morfoespécies); *Classe Chilopoda* (1 morfoespécie); *Classe Diplopoda* (5 morfoespécies); *Classe Malacostraca*: Isopoda (3 morfoespécies); *Classe Hexapoda (Insecta)*: Blattodea (2 morfoespécies), Coleoptera (17 morfoespécies), Collembola (4 morfoespécies), Diptera (19 morfoespécies), Ephemeroptera (5 morfoespécie), Hemiptera (17



morfoespécies), Hymenoptera (26 morfoespécies), Isoptera (6 morfoespécies), Lepidoptera (5 morfoespécie), Microcoryphia (1 morfoespécie); Neuroptera (1 morfoespécie); Odonata (4 morfoespécies), Orthoptera (10 morfoespécies), Psocoptera (8 morfoespécies), Trichoptera (3 morfoespécies), Siphonophorida (1 morfoespécie). Além de Arthropoda, também foi registrado o grupo Oligochaeta (1 morfoespécie). Vide tabela 8.

Algumas cavidades anteriormente consideradas como sem importância bioespeleológica foram estudadas até o presente momento apenas na época seca, sendo necessária uma nova campanha na época chuvosa. Na Tabela 8 é apresentado o número de indivíduos coletados em todas as espécies, por cavidade. A lista com o número de indivíduos por espécie de invertebrados, considerando apenas os indivíduos maiores que 1cm, pode ser visualizada no Anexo 2.

A diversidade de invertebrados coletados na área externa às cavidades até o momento foi 162 morfoespécies, distribuídas em 4 classes de artrópodes – *Classe Arachnida*: Acari (8 morfoespécies), Araneae (27 morfoespécies), Diplura (1 morfoespécie); Palpigradi (1 morfoespécie), Pseudoscorpiones (1 morfoespécie); *Classe Chilopoda* (2 morfoespécies); *Classe Diplopoda* (2 morfoespécies); *Classe Hexapoda (Insecta)*: Blattodea (4 morfoespécies), Coleoptera (8 morfoespécies), Collembola (12 morfoespécies), Diptera (14 morfoespécies), Hemiptera (25 morfoespécies), Hymenoptera (35 morfoespécies), Isoptera (2 morfoespécies), Lepidoptera (2 morfoespécies), Mantodea (2 morfoespécies), Neuroptera (2 morfoespécies), Orthoptera (9 morfoespécies), Psocoptera (4 morfoespécies). A nomenclatura das morfoespécies é a mesma para as espécies epígeas e hipógeas. Na tabela 9 as espécies estão separadas pela proximidade com as cavidades.

Não foram registradas nas cavidades estudadas, em nível de invertebrados, sobre espécies vetores de doenças e/ou patogênicas. Além disso, de acordo com o biólogo Tiago Fernandes Carrijo, responsável pelas coletas nas cavidades CV 05 e CV 06, não foram encontrados táxons novos no interior das mesmas.



Tabela 8: Espécies encontradas nas cavidades estudadas. As cavidades 10, 11, 12, 13/17, 14, 15, 20 e 21 foram amostradas apenas na época seca, sendo necessária ainda uma campanha na época chuvosa.

Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8_9_16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Acari	Acari sp.								2					6	3		24	4	2		
Acari	Acari sp.1										1										
Acari	Acari sp.10		1																		
Acari	Acari sp.11						1														
Acari	Acari sp.5										3										
Acari	Acari sp.7									1											
Acari	Acari sp.9													1							
Araneae	Alpaida sp.1						1														
Araneae	Alpaida sp.2							4		1										1	
Araneae	Alpaida sp.3		2																		
Araneae	Araneae sp.									1							1				
Araneae	Araneae sp.13													1							
Araneae	Araneae sp.15									1											
Araneae	Araneus sp.									1						1					
Araneae	Corythalia sp.1						4	2					3	3					1		
Araneae	Corythalia sp.2																2				
Araneae	Ctenidae sp.1						1														
Araneae	Ctenidae sp.2		1																		
Araneae	Deinops sp.		1	1																	
Araneae	Dipluridae sp.								2											1	
Araneae	Dipluridae sp.2									1											
Araneae	Enoploctenus cyclothorax								3											9	
Araneae	Enoploctenus sp.			2	1			1			1					2					1
Araneae	Isoctenus imaturo																			1	



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Araneae	<i>Isoctenus</i> sp.								6												1
Araneae	Linyphiidae sp.				3																
Araneae	<i>Mesabolivar</i> sp.1			2	1		9	2	14		3		1				1			8	4
Araneae	<i>Mesabolivar</i> sp.2			7	2																
Araneae	<i>Ochyrocera</i> sp.							1	3	3			3			1	1			1	1
Araneae	<i>Phoneutria</i> sp.								1												
Araneae	Pisauridae sp.		1	2																	
Araneae	<i>Plato</i> sp.1		7	2	13		15														70
Araneae	<i>Plato</i> sp.2								222												
Araneae	Salticidae sp.1		1		2		2												1		
Araneae	Salticidae sp.2		1																		
Araneae	<i>Scytodes</i> sp.		1				4										2				
Araneae	Theridiidae sp.1	1	3																		
Araneae	Theridiidae sp.2	1					6														
Araneae	Theridiidae sp.3								4												
Araneae	<i>Theridion</i> sp.1							3													
Araneae	<i>Theridion</i> sp.2										6				1	1				6	5
Araneae	<i>Theridion</i> sp.3																			1	
Araneae	<i>Theridion</i> sp.4								5												
Araneae	<i>Thymoites</i> sp.								4												
Blattodea	Blattidae sp.1												3								
Blattodea	Blattodea imaturo																1				
Blattodea	Polyphagidae sp.			1	1	1	12														
Chilopoda	Chilopoda sp.																			1	1
Coleoptera	Carabidae sp.1				1																
Coleoptera	Carabidae sp.2				1																



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Coleoptera	Coleoptera sp.								82												
Coleoptera	<i>Copelatus</i> sp.				1																
Coleoptera	Dystiscidae sp.1								17												4
Coleoptera	Dystiscidae sp.2							6	13												
Coleoptera	Dystiscidae sp.3								8												
Coleoptera	Elateridae sp.						1														
Coleoptera	Elmidae sp.					1															
Coleoptera	<i>Gyretes</i> sp.			1																	
Coleoptera	<i>Helochaeres</i> sp.			1																	
Coleoptera	Pselaphidae sp.1						2														
Coleoptera	Pselaphidae sp.2				1																
Coleoptera	Scolytidae sp.		1																		
Coleoptera	Staphylinidae sp.1		4																		
Coleoptera	Staphylinidae sp.2								1												
Coleoptera	Staphylinidae sp.3																			1	
Collembola	Entomobryidae sp.1		1				1														
Collembola	Entomobryidae sp.2				1			3	51		11		3		1		2	5	4	6	10
Collembola	Entomobryidae sp.3												1								
Collembola	Collembola sp.								4												
Diplopoda	Diplopoda sp.									1											
Diplopoda	Polydesmida sp.				1															1	
Diplopoda	<i>Pseudonannolene</i> sp.1		2				16		27											1	7
Diplopoda	<i>Pseudonannolene</i> sp.2								2												
Diplopoda	Spirostreptida sp.								1												
Diplura	Campodeidae sp.									1											
Diptera	Caliphoridae sp.																			1	



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Diptera	Cecidomyiidae sp.			15				3			3					1			1		1
Diptera	Culicidae sp.							11	2					2		3	1			1	4
Diptera	Dolichopodidae sp.																		12	2	
Diptera	Drosophilidae sp.								29	2		1	1			55	4				21
Diptera	Muscidae sp.							1	4		3		2		1		1		1		
Diptera	Mycetophilidae sp.									1											
Diptera	Phoridae sp.						11		12												
Diptera	Psychodidae sp.				6		2														
Diptera	Psychodidae sp.									1	1							1			
Diptera	Sarcophagidae sp.																1			1	1
Diptera	Sciaridae sp.1							6									3				1
Diptera	Sciaridae sp.2								1							1	1			109	
Diptera	Sciaridae sp.3								5	1											
Diptera	Sciaridae sp.4								1												
Diptera	Simuliidae sp.							130			3		1					1		21	
Diptera	Sphaerocidae sp.		1																		
Diptera	Tabanidae sp.																				1
Diptera	Tipulidae sp.		1	3				3	25	1		1			1	4					11
Ephemeroptera	Baetidae sp.										1						1				
Ephemeroptera	Leptophlebiidae sp.1			6																	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae sp.2			1																	
Hemiptera	Brachymetra sp.		17																		
Hemiptera	Cercopidae sp.				1																
Hemiptera	Cicadellidae sp.														1						
Hemiptera	Cixiidae imaturo									1											
Hemiptera	Cixiidae sp.															3					



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hemiptera	Cydnidae sp.						2														
Hemiptera	Emesinae sp.								1												
Hemiptera	Hemiptera sp.				1																
Hemiptera	Membracidae sp.													7							
Hemiptera	Mesoveliidae sp.									20											
Hemiptera	Notonectidae sp.			1																	
Hemiptera	Pentatomidae sp.						2														
Hemiptera	Reduviidae sp.1		1																		
Hemiptera	Reduviidae sp.2				3																
Hemiptera	Trepobates sp.		14																		
Hemiptera	Zelus imaturo										2								1		
Hemiptera	Zelus sp.								1												1
Hymenoptera	Acromyrmex sp.1			2																	24
Hymenoptera	Acromyrmex sp.2																		1		
Hymenoptera	Azteca sp.																13				
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.1								1												
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.3											1									
Hymenoptera	Camponotus sp.3												1								1
Hymenoptera	Camponotus sp.4		3				5														
Hymenoptera	Ectatomma sp.																			1	
Hymenoptera	Eurytomidae sp.								1												
Hymenoptera	Hymenoptera sp.1								1			1									
Hymenoptera	Hypoponera sp.1																			3	
Hymenoptera	Hypoponera sp.2								5							2					
Hymenoptera	Hypoponera sp.3																			5	
Hymenoptera	Hypoponera sp.4								2												



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hymenoptera	<i>Hypoponera</i> sp.5				1																
Hymenoptera	<i>Hypoponera</i> sp.6					2															
Hymenoptera	<i>Labidus</i> sp.						3						1							12	
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.3									1											
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.4																				
Hymenoptera	<i>Neivamyrmex</i> sp.									1											
Hymenoptera	<i>Ochetomyrmex</i> sp.												1								
Hymenoptera	<i>Paratrechina</i> sp.		2																		
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.1			2					2					4							
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.2								1												
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.				2	1	6														
Hymenoptera	Sphecidae sp.														1			1	1		
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.1																				
Hymenoptera	Vespidae sp.		1																		
Isopoda	Cylistidae sp.																			1	
Isopoda	Isopoda sp.1		1																		
Isopoda	Isopoda sp.2			1																	
Isoptera	<i>Anoplotermes</i> sp.			20																	
Isoptera	<i>Atlantitermis</i> sp.				1																
Isoptera	<i>Heterotermes sulcatus</i>				1	3															
Isoptera	Isoptera sp.													11							
Isoptera	<i>Nasutitermes</i> sp.							1120												2	
Isoptera	<i>Rugitermes</i> sp.		4																		
Lepidoptera	<i>Hypena</i> sp.									1											
Lepidoptera	Noctuidae sp.							2	1	2		1				4					1
Lepidoptera	Pterophoridae sp.		2																		



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Lepidoptera	Tineidae sp.1								2							1					
Lepidoptera	Tineidae sp.2								1												
Microcoryphia	Microcoryphia sp.															1					
Neuroptera	Mirmeleontidae imaturo											33			50				12		
Odonata	Aeshna sp.			4																	
Odonata	Argia sp.								9												
Odonata	Coenagrionidae sp.		2																		
Odonata	Staurophlebia sp.								6												
Oligochaeta	Oligochaeta sp.								1											1	
Opilioacarida	Opilioacarida sp.								2												
Opiliones	Acropiliops sp.																			1	
Opiliones	Eusarcus sp.																			3	
Opiliones	Goniosoma vatrax		1			1	9														
Opiliones	Spinopilar sp.			1																	
Orthoptera	Eidmanacris sp.1				3		6														
Orthoptera	Eidmanacris sp.2						3														
Orthoptera	Eidmanacris sp.3								2												
Orthoptera	Endecous sp.		5	1	6		15		59											4	12
Orthoptera	Ensifera imaturo								1												
Orthoptera	Gryllidae sp.1													1							
Orthoptera	Nemobiinae sp.								2												
Orthoptera	Phalangopsidae sp.								11								2			1	
Orthoptera	Phoremia sp.								1												
Orthoptera	Strinatia sp.			8			1		5		3						1			1	1
Palpigradi	Palpigradi sp.								1				2							2	
Pseudoscorpiones	Pseudoscorpiones sp.																				



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Pseudoscorpiones	Pseudoscorpionida sp.				1	1	1														
Psocoptera	Lepidopsocidae sp.3															1					
Psocoptera	Loneura sp.1	5		1	6																
Psocoptera	Loneura sp.2						1														
Psocoptera	Psocidae sp.												1								
Psocoptera	Psocoptera imaturo								3	5	6	2	2			2	2	2	2	1	
Psocoptera	Psocoptera sp.1		1		1																
Psocoptera	Psocoptera sp.2		5	1																	
Psocoptera	Ptiloneuridae sp.							1	7		1			1		2	3			4	2
Siphonophorida	Siphonophorida sp.		1				3														
Trichoptera	Philopotamidae sp.								2							5					1
Trichoptera	Psychomyiidae imaturo								2												
Trichoptera	Psychomyiidae sp.			1																	



Tabela 9: Espécies de invertebrados registrados na área externa às cavidades.

Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Acari	Acari sp.			10		1		5	6			2	3		5	1			3		6
Acari	Acari sp.1						3													2	
Acari	Acari sp.2						1														
Acari	Acari sp.3	1																			
Acari	Acari sp.4				5																
Acari	Acari sp.5													1			6				
Acari	Acari sp.6													1							
Acari	Acari sp.8									2											
Araneae	Araneae sp.		1	2				1						1							
Araneae	Araneae sp.1																			1	
Araneae	Araneae sp.10													1							
Araneae	Araneae sp.11																	1			
Araneae	Araneae sp.12														1						
Araneae	Araneae sp.14														1						
Araneae	Araneae sp.2								2											1	
Araneae	Araneae sp.3								1												
Araneae	Araneae sp.4					1										1	1				
Araneae	Araneae sp.5																				1
Araneae	Araneae sp.6					1		2													
Araneae	Araneae sp.7	1		1																	
Araneae	Araneae sp.8	1																			
Araneae	Araneae sp.9				1																
Araneae	Corythalia sp.			2	1		1									1					
Araneae	Ctenidae sp.						1														
Araneae	Dipluridae sp.1																			1	



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Araneae	Dipluridae sp.2									1											
Araneae	Enoploctenus sp.									1											
Araneae	Isoctenus sp.									1											1
Araneae	Mesabolivar sp.				1		1													1	2
Araneae	Ochyrocera sp.								1	1			2								3
Araneae	Salticidae sp.										1	1	2	1	1		1		1		
Araneae	Salticidae sp.1					1															
Araneae	Salticidae sp.2												1								
Araneae	Scytodes sp.			1						1											
Araneae	Theridion sp.									1	1								1	1	
Blattodea	Blattidae sp.2											1									
Blattodea	Blattodea imaturo			7																	
Blattodea	Blattodea sp.1								1												
Blattodea	Blattodea sp.2									3											
Chilopoda	Chilopoda sp.1												1								
Chilopoda	Chilopoda sp.2									1											
Chilopoda	Chilopoda sp.3									1										1	
Coleoptera	Coleoptera sp.1					1															
Coleoptera	Staphylinidae sp.2	1																			
Coleoptera	Tenebrionidae imaturo														1						
Coleoptera	Coleoptera sp.2															1					
Coleoptera	Pselaphinae sp.																				2
Coleoptera	Staphylinidae sp.1										2										
Coleoptera	Staphylinidae sp.3									2											
Coleoptera	Staphylinidae sp.4									1											
Collembola	Collembola sp.1							2	2											2	1



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Collembola	Collembola sp.2																			4	
Collembola	Collembola sp.3								1												
Collembola	Collembola sp.5															1					
Collembola	Collembola sp.6	4																			
Collembola	Entomobryidae sp.1								8												
Collembola	Entomobryidae sp.2	1			4	1	10	15		9			1		4	42	1				7
Collembola	Entomobryidae sp.3	2				1					31										
Collembola	Entomobryidae sp.4		17																		
Collembola	Entomobryidae sp.5	21																			
Collembola	Isotomidae sp.								2												
Collembola	Collembola sp.4				1																
Diplopoda	Diplopoda imaturo																			1	
Diplopoda	Diplopoda sp.								1	1			2								
Diplura	Campodeidae sp.								1				11								
Diptera	Cecidomyiidae sp.									1											
Diptera	Culicidae sp.	3	6	3																1	
Diptera	Diptera sp.1										6										
Diptera	Diptera sp.2	3																			
Diptera	Diptera sp.3						3														
Diptera	Dolichopodidae sp.																		30		
Diptera	Drosophilidae sp.																		7		
Diptera	Muscidae sp.		1		3				1		1	2	2	1	1	7			1	4	1
Diptera	Phoridae sp.	2										1									2
Diptera	Sarcophagidae sp.										1			1		1			1		
Diptera	Sciaridae sp.3															1					
Diptera	Simuliidae sp.		1	5	7		15					2		1		4	1	1	4	3	



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Diptera	Tabanidae sp.								1			1									1
Diptera	Tipulidae sp.																				
Hemiptera	Berytidae sp.																				
Hemiptera	Cicadellidae imaturo									1											
Hemiptera	Cicadellidae sp.		1		2	4	22	3			1					1	3	1		1	
Hemiptera	Cixiidae imaturo	1																			
Hemiptera	Cixiidae sp.					1															
Hemiptera	Geocoridae sp.										1										
Hemiptera	Hemiptera imaturo		1		2	1	2				2										
Hemiptera	Hemiptera sp.1					5															
Hemiptera	Hemiptera sp.2				1																
Hemiptera	Hemiptera sp.3			1																	
Hemiptera	Hemiptera sp.4																				1
Hemiptera	Hemiptera sp.5	1																			
Hemiptera	Hemiptera sp.6	1																			
Hemiptera	Heteroptera imaturo					1			1									1			
Hemiptera	Heteroptera sp.1					1		1													
Hemiptera	Heteroptera sp.2						3														
Hemiptera	Heteroptera sp.3					1		2													
Hemiptera	Heteroptera sp.4					1															
Hemiptera	Heteroptera sp.5												1				3				
Hemiptera	Heteroptera sp.6														1						
Hemiptera	Membracidae sp.				40									18							
Hemiptera	Mesoveliidae sp.										42										
Hemiptera	Pentatomidae sp.						1														
Hemiptera	Reduviidae sp.1	1																			



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hemiptera	Reduviidae sp.2												1								
Hymenoptera	Apis sp.						1									1					
Hymenoptera	Azteca sp.				3																
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.1	2	4			1	1														
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.2					1		4				19									
Hymenoptera	Camponotus sp.1					2	2														
Hymenoptera	Camponotus sp.2						20														
Hymenoptera	Camponotus sp.3			6	2	3	1				1			2	3	1				2	
Hymenoptera	Cephalotes sp.				7																
Hymenoptera	Crematogaster sp.1																1				
Hymenoptera	Crematogaster sp.2	3			12		29	7		1	1		1								
Hymenoptera	Ectatoma sp.			1																	
Hymenoptera	Hymenoptera sp.2					1															
Hymenoptera	Hymenoptera sp.3				1																
Hymenoptera	Hymenoptera sp.4			1									2								
Hymenoptera	Hymenoptera sp.5																				1
Hymenoptera	Hypoponera sp.1							1												1	
Hymenoptera	Hypoponera sp.2													1							
Hymenoptera	Linepithema sp.1																				1
Hymenoptera	Linepithema sp.2																				
Hymenoptera	Linepithema sp.3																	3			
Hymenoptera	Linepithema sp.4			10																	
Hymenoptera	Meliponini sp.																				
Hymenoptera	Ochetomyrmex sp.					3			1							2					
Hymenoptera	Oligomyrmex sp.														1						
Hymenoptera	Paratrechina sp.1				1	55	4	7												1	1



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hymenoptera	<i>Paratrechina</i> sp.2						1														
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.1			1						1	1										
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.2				4													4	2		
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.3													1							
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.										1				4	11				3	
Hymenoptera	Sphecidae sp.																			1	
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.1								200				1			2					
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.2					3	8		1									1			
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.3												8								
Hymenoptera	Vespididae sp.											1									
Isoptera	Isoptera sp.				2				1	30								4			
Isoptera	<i>Nasutitermes</i> sp.					16		50													
Lepidoptera	Tineidae sp.3				1																
Lepidoptera	Tineidae sp.4				1																
Mantodea	Mantodea sp.1												1								
Mantodea	Mantodea sp.2													1							
Neuroptera	Chrysopidae imaturo					1															
Neuroptera	Mirmeleontidae imaturo											23			3					6	
Orthoptera	Acrididae sp.		1			2															
Orthoptera	<i>Amanayara</i> sp.								2												
Orthoptera	<i>Grillus</i> sp.					2	1														
Orthoptera	Gryllidae sp.2					1		1													
Orthoptera	imaturo						1														
Orthoptera	<i>Phoremia</i> sp.									4											
Orthoptera	<i>Strinatia</i> sp.											1									
Orthoptera	Tettigoniidae sp.		1																		



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Orthoptera	Zuchiella sp.								1												
Palpigradi	Palpigradi sp.								3				1							3	
Pseudoscorpiones	Pseudoscorpiones sp.									2											
Psocoptera	Dasydemellidae sp.					3															
Psocoptera	Psocidae sp.									2			3								
Psocoptera	Psocoptera imaturo				3		2		2	2		2	6	1			5	3			1
Psocoptera	Ptiloneuridae sp.												1						1		



Troglóbios ou troglomórficos encontrados

A origem de um organismo troglóbio se dá por populações epígeas ou troglófilas que tenham sido isoladas geograficamente ou geneticamente, e restringidas ao ambiente cavernícola. Apesar do grande aumento nos estudos nas regiões tropicais, cavernas tropicais ainda são pobres em organismos troglóbios (Mitchell 1969, Howarth 1980), em comparação à região temperada; fato que pode ser explicado pela hipótese de um menor isolamento no período do Pleistoceno (Mitchell 1969), sendo os efeitos da glaciação pouco nítidos e a diversificação da fauna troglóbia muito menor do que em regiões temperadas. Na região tropical, o percentual da fauna troglóbia é maior em regiões montanhosas, onde as flutuações pleistocênicas foram mais pronunciadas (Peck 1974).

Em complementação às flutuações pleistocênicas viria a grande quantidade de aporte energético - a maior disponibilidade favorece uma menor pressão seletiva para sua aquisição (Mitchell 1969) e o clima - a quantidade de cavernas na região tropical que apresentam uma atmosfera saturada adequada para a ocorrência de organismos “estenohigróbicos”, como os troglóbios, é menor do que na região temperada (Howarth 1980), conferindo uma menor ocorrência de troglóbios na região tropical, em comparação com a região temperada.

A caracterização de uma espécie como troglóbia é dificultada na região tropical pela falta de conhecimento da fauna epígea, e muitas vezes pela utilização errônea de troglomorfismos como indicativos de uma espécie ser troglóbia (sem conhecer totalmente sua distribuição).

As espécies de Collembola, Palpigradi e Scolopendromorpha (Chilopoda) anteriormente classificadas como troglomórficas foram encontradas no ambiente epígeo, portanto foi constatado que elas não são restritas aos ambientes subterrâneos. Sendo assim, após o conhecimento da ocorrência dessas espécies também em ambientes epígeos, desconectados com o meio cavernícola, pode-se constatar que não se tratam de espécies troglóbias e/ou troglomórficas, sendo apenas espécies com hábitos fossoriais.

Análises dos dados

Todos os dados coletados em cada cavidade encontram-se na Tabela 8.



As cavidades do presente estudo, que foram amostradas em duas campanhas (seca e chuvosa) apresentaram um intervalo de variação na riqueza entre 3 e 58 morfoespécies (Figura 10), e a abundância com intervalo de variação entre 7 e 1298 indivíduos (Figura 11). A caverna CV08/09/16 foi a que apresentou a maior riqueza (58 morfoespécies).

As cavidades do presente estudo, que foram amostradas apenas na campanha seca, tiveram a análise da riqueza e abundância de espécies calculadas separadamente do restante da amostra. Essas apresentaram um intervalo de variação entre 6 e 17 morfoespécies (Figura 12), e a abundância com intervalo de variação entre 14 e 60 indivíduos (Figura 13).

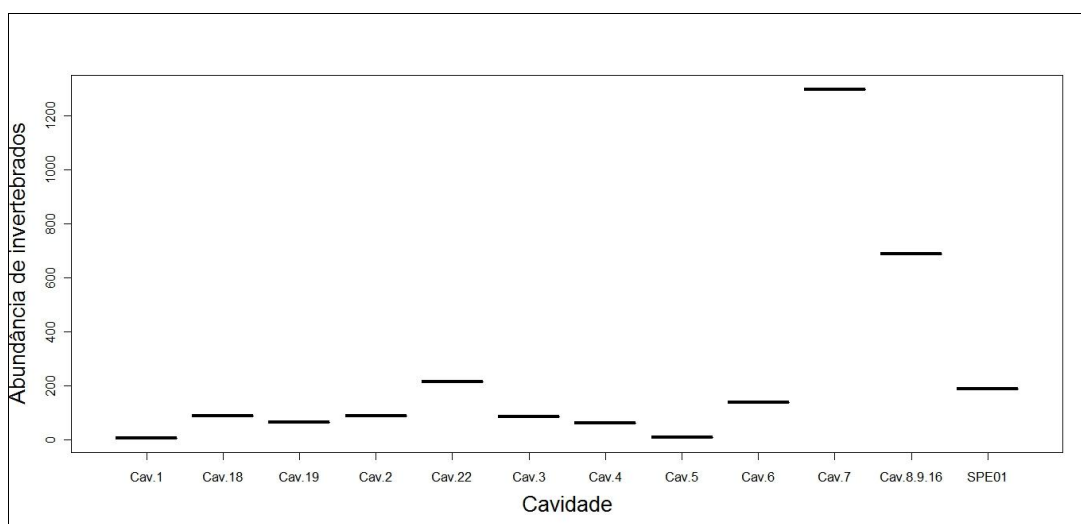


Figura 10: Abundância média de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com duas campanhas).

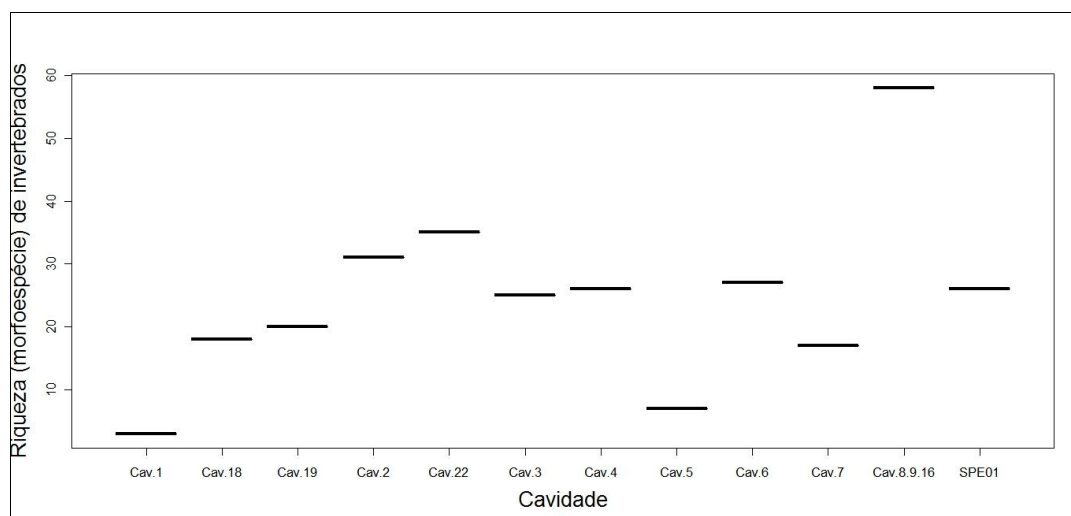


Figura 11: Riqueza média de morfoespécies de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com duas campanhas).

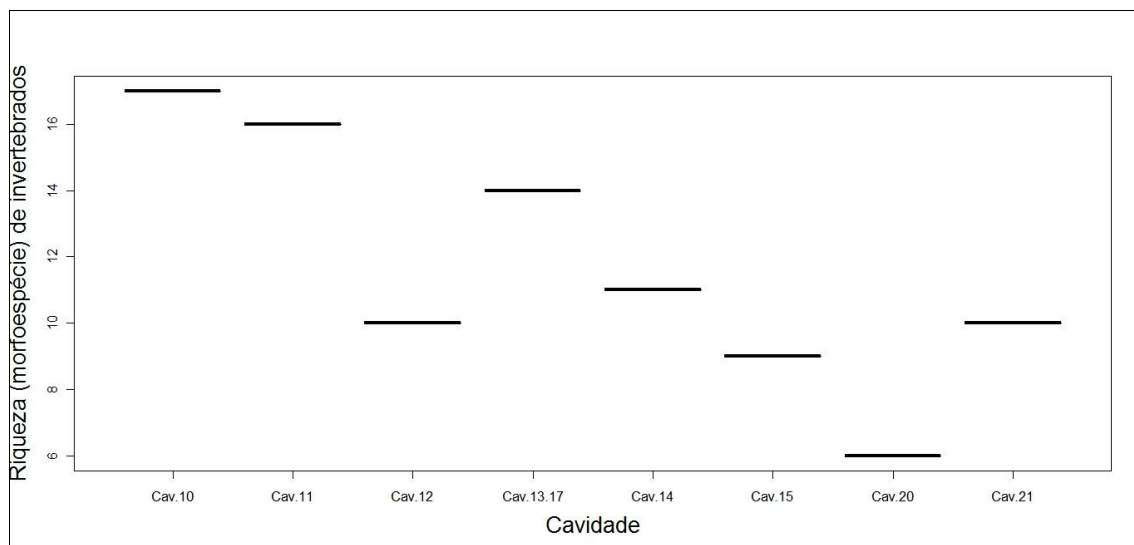


Figura 12: Riqueza média de morfoespécies de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com apenas uma campanha).

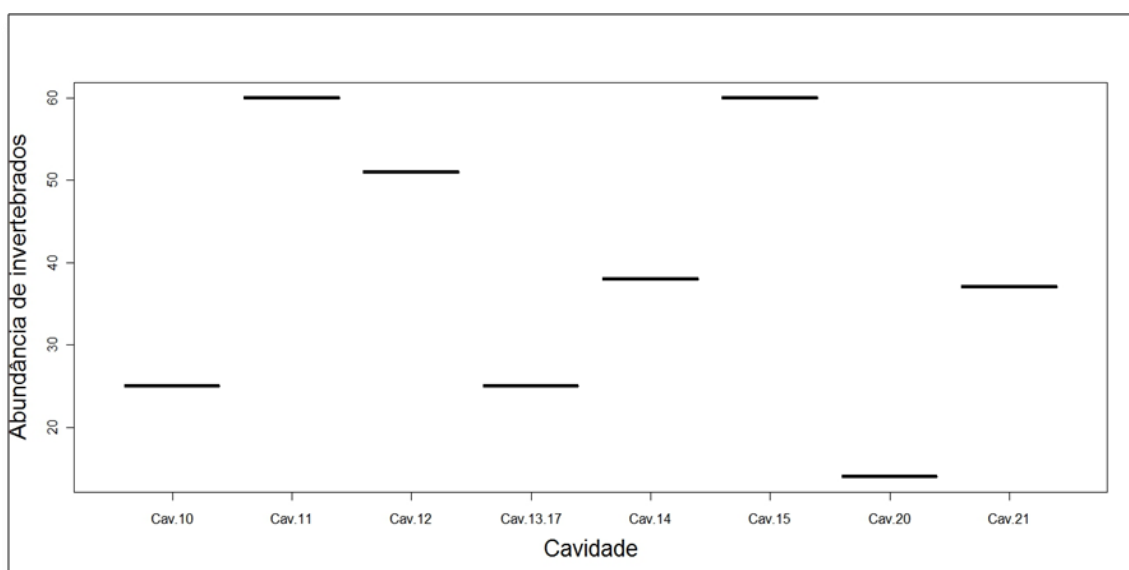


Figura 13: Abundância média de invertebrados em função das cavidades estudadas (cavidades com apenas uma campanha).



Tabela 10: Informações registradas em cada cavidade.

Cavidade	Riqueza	Zonação	Recursos	Outras características
CV 01	3	Eufótica	Detritos	Blocos abatidos sobre cachoeira
CV 02	31	Eufótica, disfótica e afótica	Detritos	Blocos abatidos sobre cachoeira
CV 03	25	Eufótica e disfótica	Detritos, raízes	Blocos abatidos
CV 04	26	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal, raízes	
CV 05	7	Eufótica	Fezes	
CV 06	27	Eufótica e disfótica	Guano, fezes	
CV 07	17	Eufótica, disfótica e afótica	Detritos, material vegetal	
CV 8_9_16	58	Eufótica, disfótica e afótica	Material vegetal, guano hematófago, raízes	Singularidade da fauna - Odonata
CV 10	17	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal, raízes	Influência do ambiente externo
CV 11	16	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal	Influência do ambiente externo
CV 12	10	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal	Influência do ambiente externo
CV 13/17	14	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal, raízes	Influência do ambiente externo
CV 14	11	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal	Influência do ambiente externo



CV 15	9	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal, raízes	Influência do ambiente externo
CV 18	18	Eufótica e disfótica	Raízes, detritos	Presença de drenagem, abrigo, substrato de blocos
CV 19	20	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal, raízes	Influência externa, formação por abatimento de blocos
CV 20	6	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal	Influência do ambiente externo
CV 21	10	Eufótica	Detritos, material vegetal	Influência do ambiente externo
CV 22	35	Eufótica, disfótica e afótica	Detritos, raízes	
CV 23	17	Eufótica e disfótica	Detritos, material vegetal	
SPE 01	26	Eufótica, disfótica e afótica	Guano de hematófago, material vegetal	Presença de drenagem



A temperatura média registrada no interior das cavidades com duas campanhas foi de 18.1°C (Figura 14) e a umidade média relativa do ar no interior das cavidades foi de 75% (Figura 15). Já nas cavidades com apenas uma campanha, a temperatura média registrada foi de 18.6°C (Figura 16) e a umidade média relativa do ar foi de 61% (Figura 17).

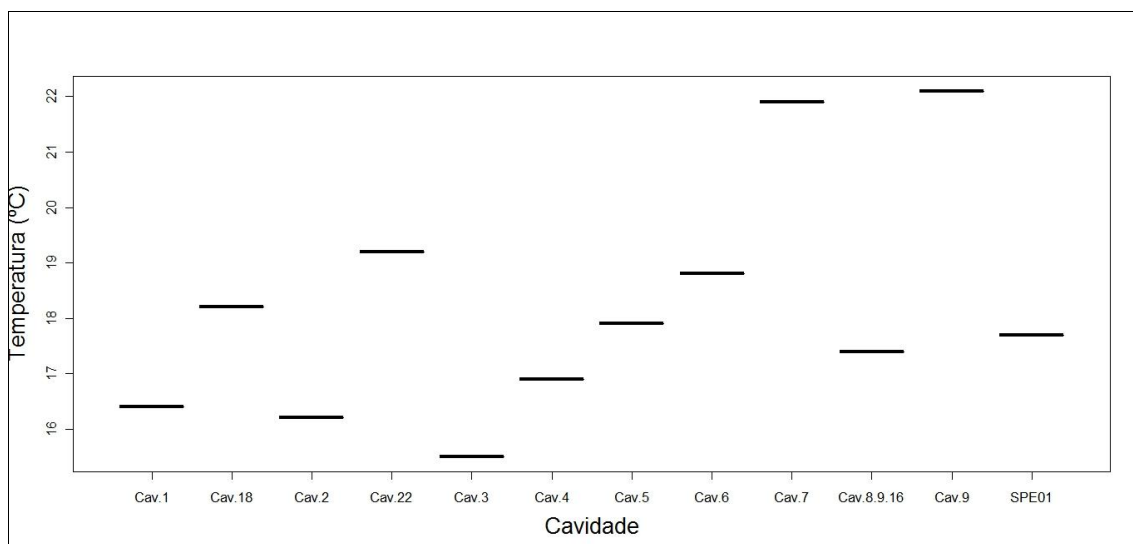


Figura 14: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) em função das cavidades estudadas.

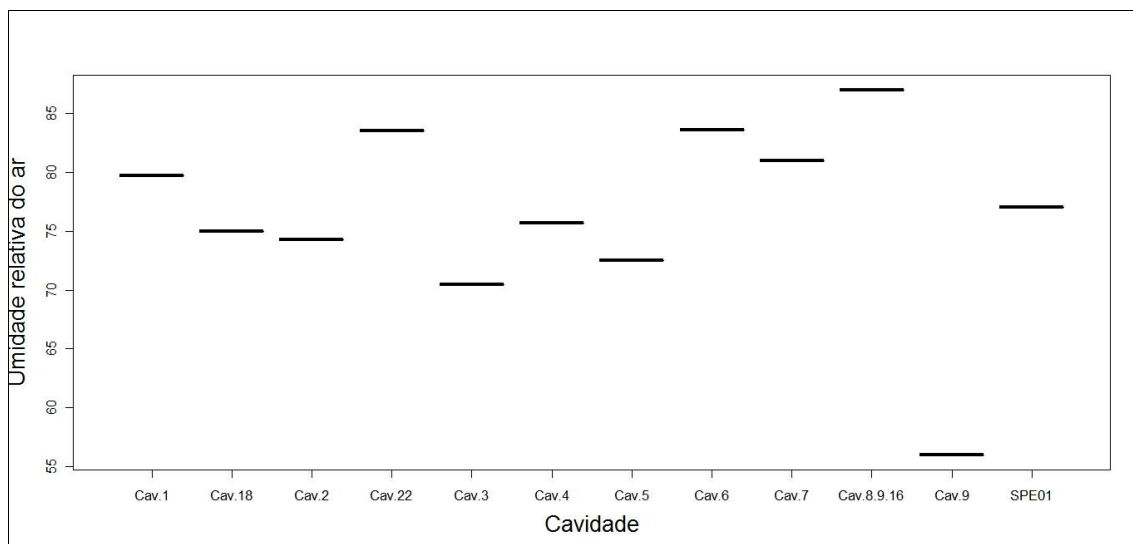


Figura 15: Umidade relativa do ar (%) em função das cavidades estudadas.

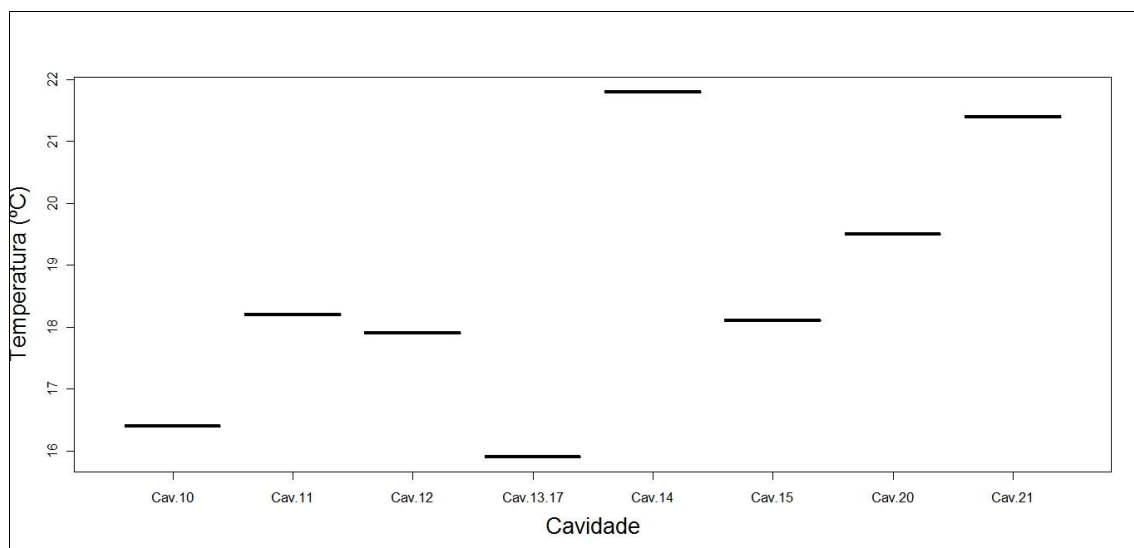


Figura 16: Temperatura (°C) em função das cavidades estudadas (apenas uma campanha).

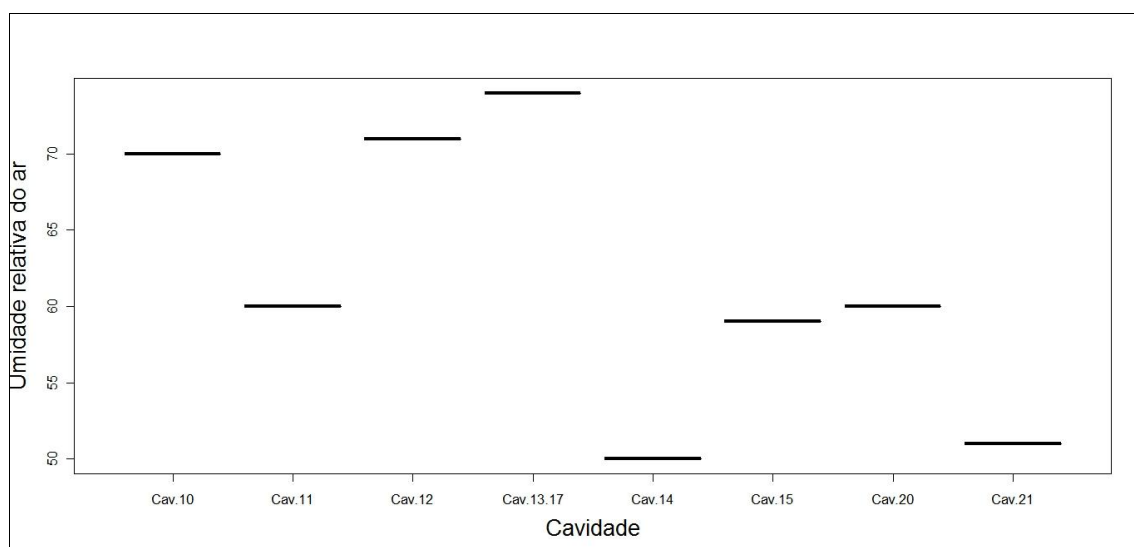


Figura 17: Umidade relativa do ar (%) em função das cavidades estudadas (apenas uma campanha).

9.1.3 Características das cavidades

❖ Caverna 1

Devido ao fato da caverna estar dentro da drenagem, praticamente não existe depósitos de sedimento. Além disso, essa caverna possui entradas de luz e ventilação em diversas paredes, proporcionando pouco, ou nenhum ambiente estável, independente do meio externo.



❖ Caverna 2

A caverna se desenvolve sobre a calha fluvial, e possui duas grandes entradas que causam grande interferência externa de luz e ventilação em quase toda sua extensão. Possui um pequeno lago em uma das entradas e duas pequenas zonas afóticas.

❖ Caverna 3

A caverna possui várias entradas de luz e ventilação por toda sua extensão, causando bastante interferência externa. É inserida em uma pequena drenagem intermitente, com pequenas poças se formando, o que levou à uma grande diversidade de insetos que fazem uso da água para completar seus ciclos de vida, como os coleópteros *Gyrestes* sp. (Gyrinidae) e *Helochares* sp. (Hydrophilidae), e as espécies de Odonata (*Aeshna* sp., Aeshnidae), Ephemeroptera (Leptophlebiidae) e Trichoptera (Psychomyidae). Havia ainda presença de serapilheira, raízes e sedimentos, levando a encontrar cupins (*Anoplotermes* sp., Isoptera) em madeira morta dentro da caverna.

❖ Caverna 4

Ao contrário das demais cavernas, esta possui a entrada na extremidade mais alta de modo que todo o material transportado se acumula no interior da mesma, assim como a água da chuva e drenagem temporária, que se acumula em pequenas poças d'água. Apesar disso, a caverna é relativamente pequena, e possui interferências diretas do meio externo em toda sua extensão.

❖ Caverna 5

Caverna de pequeno porte, com formação em minério de ferro, com presença apenas de zona eufótica.

❖ Caverna 6

Caverna com formação em minério de ferro, com maior zona afótica e por isso com menor influência do meio externo no microclima interior, com gotejamento em toda sua extensão. Presença de morcegos (e guano), e fezes de mamíferos de grande porte.

❖ Caverna 7

A vegetação do entorno é campo rupestre, Cerrado. A zonação da caverna é completa, apresentando as zonas eufótica, disfótica e afótica, predominando a zona eufótica. Os recursos orgânicos são representados por troncos. Há indícios de



inundação em períodos de fortes chuvas (material vegetal agarrado nas paredes). Foram registrados 452 lux no pingo d'água, 51 lux e 0 lux no interior. A temperatura média registrada foi 19,2°C e a umidade relativa do ar foi 75%.

❖ **Cavidade 8/9/16**

A cavidade dita como 8 interliga-se com a 9 e a 16, portanto foram consideradas como a mesma cavidade.

A vegetação do entorno é mata de galeria, Cerrado. A zonação da cavidade é completa, apresentando as zonas eufótica, disfótica e afótica, predominando a zona afótica. Os recursos orgânicos são representados por troncos, serapilheira, guano de morcego hematófago, raízes e material vegetal.

Vale destacar que foi observado material vegetal preso nas paredes da cavidade, o que indica inundações e enxurradas em épocas de fortes chuvas. Há um pequeno curso d'água no interior da cavidade abrigando algumas espécies aquáticas, destacando-se náíades da subordem Anisoptera e Zygoptera (Ordem Odonata) (Figura 18).

Libélulas de pequeno porte, como no caso as pertencentes à subordem Zygoptera, são mais susceptíveis à variações de temperatura ambiental e incidência solar. Esses insetos apresentam comportamento de termorregulação e sua atividade é dependente do calor. Como não foram encontrados vestígios de emergência das náíades (não foram observados adultos e nem exúvias), e por elas terem sido observadas na zona afótica (temperatura em torno de 18°C), conclui-se que as náíades prossigam no curso d'água até o ambiente externo, em busca do calor necessário para o primeiro voo.

Como riachos e outros corpos d'água recebem influência direta dos processos decorrentes na bacia onde estão localizados pode-se considerar tanto a cavidade quanto o ambiente ao redor com qualidade ambiental, visto que esse curso d'água abriga odonatas, e que essas são fortemente afetadas pelas condições físico-químicas da água (e.g. pela mudança do pH).

Foram registrados 460 lux no pingo d'água e 0 lux no interior. A temperatura média registrada na época seca foi 16,9°C e a umidade relativa do ar foi 86%. Na época chuvosa, a temperatura média registrada foi 16,9°C e a umidade relativa do ar foi 86%.



Figura 18: Ordem Odonata, onde: A) Subordem Zygoptera, Família Coenagrionidae, Gênero *Argia* sp.; B) Subordem Anisoptera, Família Aeshnidae, Gênero *Staurophlebia* sp.

❖ Caverna 10

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonation é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. Foram registrados 717 lux no pingo d'água e 46,7 lux no interior. A cavidade é formada por abatimento de blocos, com clarabóias e fendas, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 16,4°C e a umidade relativa do ar foi 70%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca.

❖ Caverna 11

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonation é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona disfótica. Foram registrados 6.030 lux no pingo d'água e 42 lux no interior. A cavidade é formada por



abatimento de blocos, com clarabóias e fendas, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 18,2°C e a umidade relativa do ar foi 60%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca.

❖ Caverna 12

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. Foram registrados 2.750 lux no pingo d'água e 189,2 lux no interior. A cavidade é formada por abatimento de blocos, apresentando grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 17,9°C e a umidade relativa do ar foi 71%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca.

❖ Caverna 13/17

A vegetação do entorno é mata de galeria, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação próximo à essa cavidade. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. Foram registrados 2.820 lux no pingo d'água e 128,7 lux no interior. A cavidade é formada por abatimento de blocos com características de abrigo, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 15,9°C e a umidade relativa do ar foi 74%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca.

❖ Caverna 14

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. Foram registrados 6.564 lux no pingo d'água e 768 lux no interior. A cavidade é formada por dois blocos encostados com abertura no teto em toda sua extensão, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 21,8°C e a umidade relativa do ar foi 50%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca.

❖ Caverna 15

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na



região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. Foram registrados 205.000 lux no pingo d'água e 934 lux no interior. A cavidade é formada por dois blocos encostados com abertura no teto em toda sua extensão, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 18,1⁰C e a umidade relativa do ar foi 59%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca.

❖ Caverna 18

A vegetação do entorno é mata de galeria, Cerrado. A zonação da cavidade é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. Os recursos orgânicos são representados por raízes, serapilheira e material vegetal. Há um pequeno curso d'água no interior da cavidade e indícios de inundação em períodos de fortes chuvas (material vegetal agarrado em paredes).

Foram registrados 2.327 lux no pingo d'água, 721 lux e 63 lux no interior. A temperatura média registrada na época seca foi 16,8⁰C e a umidade relativa do ar foi 70%. Na época chuvosa, a temperatura média registrada foi 19,6⁰C e a umidade relativa do ar foi 80%.

❖ Caverna 19

A vegetação do entorno é campo rupestre, Cerrado. A zonação da cavidade é incompleta, apresentando apenas a zona eufótica. Os recursos orgânicos são representados por serapilheira, raízes, vegetação e musgos.

A temperatura média registrada na época seca foi 22,6⁰C e a umidade relativa do ar foi 38%. Na época chuvosa, a temperatura média registrada foi 21,7⁰C e a umidade relativa do ar foi 74%.

❖ Caverna 20

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. Foram registrados 5.790 lux no pingo d'água e 491 lux no interior. A cavidade é formada por abatimento de blocos, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 19,5⁰C e a umidade relativa do ar foi 60%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na



estação seca.

❖ Caverna 21

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando apenas a zona eufótica. Foram registrados 3.100 lux no pingo d'água e 328 lux no interior. A cavidade é formada por um pequeno bloco suspenso por sedimentos, com teto de mais ou menos 0,80 m, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 21,4°C e a umidade relativa do ar foi 51%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca.

❖ Caverna 22

A vegetação do entorno é campo rupestre, Cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação da cavidade é completa, apresentando as zonas eufótica, disfótica e afótica, predominando a zona disfótica. Os recursos orgânicos são representados por serapilheira e raízes. Foi registrada ainda a presença de gotejamento.

Foram registrados 2.340 lux no pingo d'água, 72 lux e 0 lux no interior. A temperatura média registrada na época seca foi 18,4°C e a umidade relativa do ar foi 77%. Na época chuvosa, a temperatura média registrada foi 20°C e a umidade relativa do ar foi 90%.

❖ Caverna 23

Essa cavidade é um abrigo e, portanto não entrará na análise de relevância. As características observadas foram vegetação do entorno de campo rupestre, cerrado. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica. Foram registrados 9.600 lux no pingo d'água e 132 lux no interior. A temperatura média registrada na época seca foi 21,4°C e a umidade relativa do ar foi 62%.

❖ Caverna SPE 01

A vegetação do entorno é campo rupestre, Cerrado. A zonação da cavidade é completa, apresentando as zonas eufótica, disfótica e afótica, predominando a zona afótica. Os recursos orgânicos são representados por guano de morcego hematófago e material vegetal. Há um pequeno curso d'água no interior da cavidade e indícios de inundação em períodos de fortes chuvas (material vegetal agarrado nas paredes). O



substrato da cavidade é formado por blocos, não apresentando sedimentos.

Foram registrados 520 lux no pingo d'água e 0 lux no interior. A temperatura média registrada na época seca foi 16,5°C e a umidade relativa do ar foi 79%. Na época chuvosa, a temperatura média registrada foi 18,9°C e a umidade relativa do ar foi 75%.

9.1.4 Conclusões

As cavidades estudadas na área de estudo não apresentam grandes dimensões em relação ao seu desenvolvimento linear. Muitas são formadas por abatimento de blocos. Como em algumas cavidades não foram realizadas duas campanhas de campo, os dados foram analisados em separado, comparando-se as cavidades em que foram realizadas duas campanhas em um grupo e outro grupo com as cavidades com apenas uma campanha. Portanto, ao finalizar as campanhas é provável que as médias de valores mudem.

Em relação ao grupo de cavidades com duas campanhas, até o presente momento apenas a cavidade CV08/09/16 apresentou alta riqueza de espécies. Foi registrada alta abundância relativa de espécies nas cavidades CV03 e CV08/09/16. Nenhuma dessas cavidades apresentou alta diversidade de substratos orgânicos. Em relação ao grupo de cavidades com apenas uma campanha, até o presente momento as cavidades CV10 e CV11 apresentaram alta riqueza de espécies. Foi registrada alta abundância relativa de espécies apenas na cavidade CV11. Nenhuma dessas cavidades apresentou alta diversidade de substratos orgânicos.

As espécies anteriormente caracterizadas apresentando características troglomórficas, como despigmentação, ausência de olhos e apêndices alongados (Palpigradi, Collembola e Scolopendromorpha) foram encontradas no ambiente externo, portanto não devem ser consideradas como espécies troglomórficas. Sendo assim, não foram registradas espécies troglóbias e/ou troglomórficas nas cavidades estudadas. Também não foram registrados táxons novos, espécies vetores de doenças ou patogênicas.

As coletas externas foram realizadas em apenas uma estação do ano, sendo indicado repetir a amostragem na época chuvosa. Algumas cavidades anteriormente consideradas como sem importância bioespeleológica (cavidades CV10, CV11, CV12, CV13/17, CV14, CV15, CV20, CV21), também foram estudadas apenas na época seca, e é recomendado que uma nova campanha seja realizada na época chuvosa.



Fotos área 1

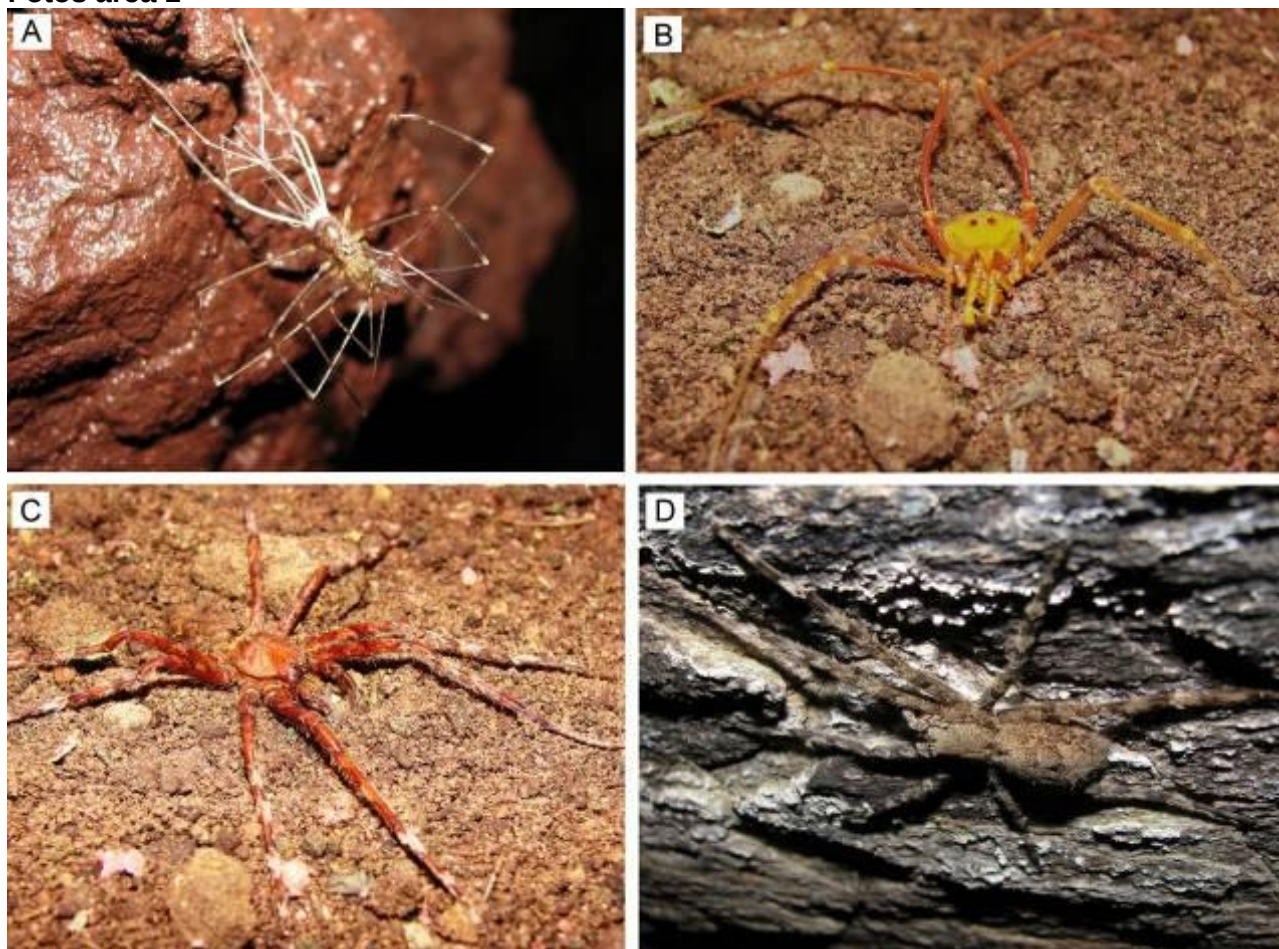


Figura 19: *Goniosoma vatrax* (A – juvenil; B – adulto); Ctenidae (C); *Enoploctenus* sp. (D).



Figura 20: Reduviidae sp. 2 (A); Polyphagidae sp. (B); fezes de mamífero (C); *Endecous* sp. (D).

Fotos da área 2



Figura 21: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Araneidae, Gênero *Alpaida* sp.



Figura 22: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero *Enoploctenus* sp.



Figura 23: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero *Enoploctenus* sp. imaturo.



Figura 24: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero *Isoctenus* sp.

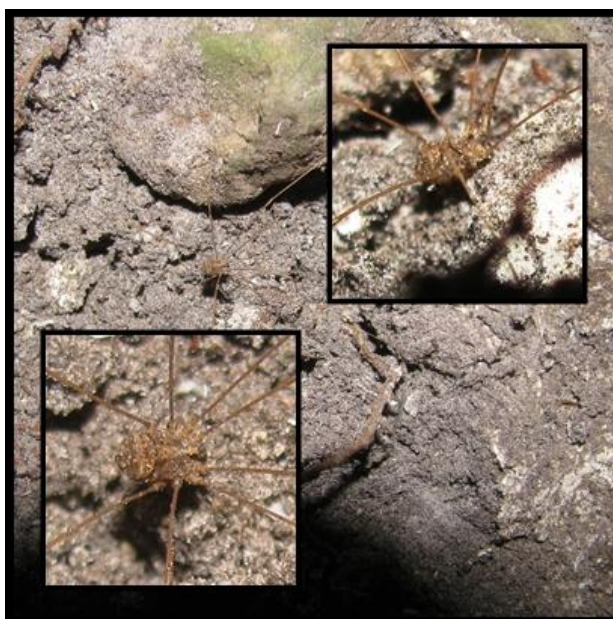


Figura 25: Classe Arachnida, Ordem Opiliones.



Figura 26: Classe Insecta, Ordem Diptera, Família Dolichopodidae.



Figura 27: Classe Insecta, Ordem Diptera, Família Tipulidae.



Figura 28: Classe Insecta, Ordem Hemiptera, Gênero *Zelurus* sp. Imaturo.



Figura 29: Classe Insecta, Ordem Hymenoptera, Família Formicidae.



Figura 30: Classe Insecta, Ordem Lepidoptera, Família Noctuidae.



Figura 31: Classe Insecta, Ordem Odonata, Família Aeshnidae, Gênero *Staurophlebia* sp.



Figura 32: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae.

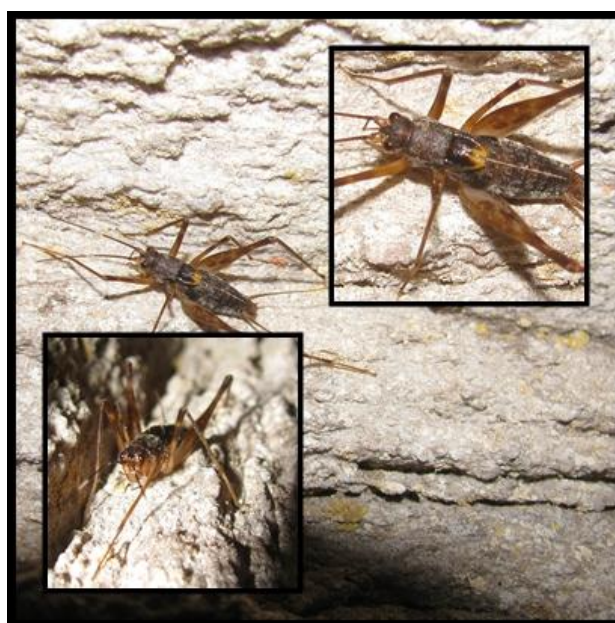


Figura 33: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae, Gênero *Eidmanacris* sp.



Figura 34: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae, Gênero *Endecous* sp.



Figura 35: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae, Gênero *Strinatia* sp.



Figura 36: Classe Diplopoda, Ordem Spirostreptida, Família Pseudonannolenidae, Gênero *Pseudonannolene* sp.

9.2 Quirópteros

Os morcegos são animais de hábito noturno e compõem a ordem Chiroptera, que é a segunda maior ordem em riqueza de espécies de mamíferos. A ordem Chiroptera possui dezoito famílias, duzentos e dois gêneros e mil cento e vinte espécies (SIMMONS, 2005) distribuídas em praticamente todos os ambientes, exceto nos pólos e em algumas ilhas do Pacífico (HILL & SMITH, 1988). No Brasil são conhecidas nove famílias, sessenta e quatro gêneros e cento e sessenta e sete espécies (REIS et al., 2006).

A ordem é dividida em duas subordens, a Megachiroptera e a Microchiroptera. A primeira corresponde aos morcegos de grande porte e hábito frugívoro ou nectarívoro. Os mesmos estão compreendidos em uma única família (Pteropodidae), são encontrados apenas no velho mundo e não se orientam pela ecolocalização (SIMMONS, 2005).

Os Microchiropteros são morcegos de porte relativamente pequeno, que possuem todos os hábitos alimentares de sua ordem. Estes animais se orientam com o auxílio da ecolocalização o que permite uma localização mais precisa do alimento.

No Brasil existem cerca de 168 espécies de Microchirópteros, que estão distribuídas em nove famílias: Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Momoopidae,



Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Thyropteridae, Vespertilionidae (REIS et al., 2007; MIRANDA et al., 2007).

Devido ao diversificado hábito alimentar, os morcegos possuem uma grande importância ecológica, no controle da população de insetos, peixes, anfíbios e roedores. São ótimos polinizadores, bem como os principais agentes da dinâmica de regeneração de florestas através da dispersão de sementes (PERACCHI et al., 2006).

De acordo com Kunz (1982), morcegos podem utilizar como abrigos diferentes locais como fendas de rochas, ocos e folhas de árvores, buracos no solo e cavernas, sendo estas habitadas por muitas espécies de morcegos (TRAJANO, 1985, 1996; BREDT et al., 2000).

Cavernas são refúgios essenciais para muitas espécies de morcegos, pois oferecem um ambiente para a reprodução, criação dos filhotes, interações sociais e a proteção contra adversidades climáticas ou contra predadores. Os habitantes das mesmas podem formar numerosos grupos, também chamadas de colônias ou co-habitarem com outras espécies (PERACCHI et al., 2006). Mais de vinte espécies podem ser registradas em amostragens em cavernas (TRAJANO, 1985; BREDT et al., 2000) e 25% das espécies brasileiras já foram coletadas em cavernas (TRAJANO, 1995).

Assim, as condições de um abrigo influenciam diretamente nas taxas de natalidade e mortalidade, tornando-o especialmente importante para a sobrevivência de uma espécie e influenciando assim a distribuição e abundância de muitas espécies (KUNZ, 1982).

9.2.1 Metodologia

Da mesma forma que o levantamento dos invertebrados cavernícolas, o levantamento dos quirópteros também foi realizado em duas etapas distintas. O estudo foi realizado em 20 cavidades naturais subterrâneas localizadas na área do Projeto VIGA da empresa FERROUS, no município de Congonhas, MG.

A primeira etapa contemplou as cavidades CV 01, CV 02, CV 03, CV 04, CV 05 e CV 06, sendo realizadas duas campanhas, uma na estação chuvosa (outubro de 2009) e outra na estação seca (junho de 2010). Esta etapa foi realizada sob a responsabilidade técnica do biólogo Leonardo Henrique Dias da Silva.



A segunda etapa contemplou as demais cavidades, sendo também realizadas duas campanhas, uma na estação seca (setembro de 2011) e outra na estação chuvosa (fevereiro de 2012). As cavidades estudadas são as mesmas analisadas pela equipe de invertebrados cavernícolas. Esta etapa foi realizada sob a responsabilidade técnica da bióloga Isabel Sanches da Silva.

Caracterização da Etapa 1 de Coleta

Nas cavernas onde foi observada a presença de colônias, a amostragem foi realizada com o auxílio de redes de neblina de 6 m x 2,5 x 20 mm. As mesmas foram montadas na parte exterior da cavidade, procurando cobrir a entrada/saída da mesma, no período de transição crepuscular – noturno. Estas últimas permaneceram montadas até o momento em que a colônia foi identificada. Dos animais capturados, foram observados o sexo e o estado reprodutivo.

Para aferir a temperatura e umidade no interior de cada cavidade utilizou-se o termohidrômetro.



Foto 130: Rede de Neblina montada na entrada na cavidade 04.



Foto 131: Termohidrômetro.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.

Caracterização da Etapa 2 de Coleta

Nas cavernas onde foi observada a presença de colônias, a amostragem foi realizada utilizando-se redes de neblina de 6 m x 2,5 x 20 mm. Os pontos de instalação das redes foram escolhidos observando a área de passagem dos morcegos, sendo geralmente a entrada da cavidade ou em parte de sua zona eufótica. Foi instalada uma rede por entrada e/ou clarabóia das cavidades onde foram registrados vestígios e/ou indivíduos da Ordem Chiroptera. As mesmas foram abertas antes da busca ativa. Dessa forma buscou-se capturar algum indivíduo que pudesse se afugentar durante o



trabalho dentro da cavidade, possibilitando assim sua captura para devidos procedimentos de identificação e análise em campo. Durante os trabalhos de busca ativa, as redes permaneceram abertas por 30 minutos.

Os morcegos capturados foram identificados no campo, com auxílio das chaves de identificação disponibilizadas por VIZOTTO & TADDEI (1973) e EMMONS & FEER (1997). Desses indivíduos anotou-se o nome da espécie; a data de captura; horário; condição climática; sexo; categoria etária; condição reprodutiva; peso, e as seguintes medidas de comprimento, antebraço, orelha e pé. A categoria etária foi verificada através da ossificação das epífises das falanges, classificando os indivíduos em jovens ou adultos. As medidas e peso foram obtidos com auxílio de paquímetro de precisão de 0,02 mm, e pesola de 100g, respectivamente.

9.2.2 Resultados e discussão

Etapa 1

Das 6 cavidades visitadas para levantamento da quirópteroфаuna, apenas 2 cavidades tiveram algum indício da presença de morcegos, sendo esse indício confirmado através de registro visual dos espécimes, restos alimentares ou guano.

Duas famílias foram representadas no estudo das cavidades, os *Emballorunidae* e os *Phyllostomidae*, sendo a primeira representada por uma espécie com dois indivíduos de *P. macrotis*, identificados através de registro visual/Fotográfico; e representando a segunda família, o registro de colônias de duas espécies diferentes, *G. soricina* e *A. caudifera*.

Tabela 11: Tabela de espécies capturadas no período de seca e chuva.

Família	Espécie	Número de indivíduos
Phyllostomidae	<i>Anoura caudifera</i>	6
	<i>Glossophaga soricina</i>	4
Emballorunidae	<i>Peropteryx macrotis</i>	2

Tabela 12: Presença ou ausência de quirópteros/guano, na primeira e segunda campanha.

Cavidades	Coleta em período seco		Coleta em período chuvoso	
	Registro de guano	Registro de quirópteros	Registro de guano	Registro de quirópteros
CV 01	+	-	-	-
CV 02	-	+ (<i>Peropteryx macrotis</i>)	-	-
CV 03	-	-	-	-



CV 04	-	-	-	-
CV 05	-	-	-	-
CV 06	-	+ (<i>Glossophaga soricina</i>)	-	+ (<i>Anoura caudifera</i>)

Etapa 2

Das 14 cavidades visitadas para levantamento da quiróptero-fauna, 61,5% tiveram algum indício da presença de morcegos, sendo esse indício confirmado através de registro visual dos espécimes, restos alimentares ou guano. Acredita-se que os morcegos possam utilizar as cavidades próximas à sua área de forrageio de forma não padronizada, ou seja, com rotatividade entre os vários abrigos, deixando por lá seus vestígios, que indicam o uso do ambiente, mesmo que de forma provisória. Esse uso pode ocorrer em coabitação, ou seja, com a distribuição convergente de várias espécies para o mesmo abrigo, onde torna-se possível perceber vestígios de animais com hábitos alimentares diferentes, ou até o registro visual de espécies diferentes num mesmo abrigo. Dentre as cavidades com indícios de quiróptero-fauna, foi possível identificar em 62,5% a presença dos animais através de registro visual/captura, de apenas um indivíduo ou colônia.

Duas famílias foram representadas no estudo das cavidades, os *Emballorunidae* e os *Phyllostomidae*, sendo a primeira representada por uma espécie, aproximadamente quatorze indivíduos de *P. macrotis*, identificados através de registro visual/Fotográfico; e representando a segunda família, o registro de colônias de duas espécies diferentes, *P. lineatus* e *D. rotundus*.

Tabela 13: Tabela de espécies capturadas no período de seca e chuva.

Família	Espécie	Número de indivíduos
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	22
	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	12
Emballorunidae	<i>Peropteryx macrotis</i>	14

Tabela 14: Presença ou ausência de quirópteros/guano, na primeira e segunda campanha.

Cavidades	Coleta em período seco		Coleta em período chuvoso	
	Registro de guano	Registro de quirópteros	Registro de guano	Registro de quirópteros
CV 07	-	-	-	-
CV 08/09/16	+	+ (<i>Desmodus rotundus</i> e <i>Platyrrhinus lineatus</i>)	+	+ (<i>Desmodus rotundus</i>)



CV 10	+	-	-	-
CV 11	-	-	-	-
CV 12	-	-	-	-
CV 13/17	-	+ (<i>Platyrrhinus Lineatus</i>)	-	-
CV 14	-	-	-	-
CV 15	+	-	-	-
CV 18	+	-	-	-
CV 19	-	+ (<i>Peropteryx macrotis</i>)	-	+ (<i>Peropteryx macrotis</i>)
CV 20	-	+ (espécie sem identificação)	-	-
CV 21	-	-	-	-
CV 22	-	+ (<i>Peropteryx macrotis</i>)	-	+ (<i>Peropteryx macrotis</i>)
SPE 01			-	-

A família Emballonuridae, da qual pertence a espécie *Peropteryx macrotis* (Wagner, 1843), apresenta como características morfológicas principais o pequeno tamanho corporal, olhos relativamente grandes, focinho alongado e orelhas largamente triangulares, ligeiramente pontiagudas ou arredondadas no ápice, geralmente providas de dobras paralelas na face interna das pinas e trago simples e curto. A membrana interfemural é bem desenvolvida e quando estendida tem comprimento maior ou igual ao das pernas. A cauda é curta e perfura a membrana na sua face superior ficando a cauda com a extremidade livre (SCULLY et al., 2000). Com hábito alimentar bem especializado, os morcegos dessa família apresentam cúspides em forma de “W”, apropriadas para triturar os pequenos insetos que capturam em pleno voo (KALKO, 1995). *P. macrotis* não consta na lista vermelha de espécie ameaçada de extinção (IUCN) em nenhuma categoria.

A família Phyllostomidae apresenta como característica marcante a presença de uma folha nasal membranosa em forma de lança ou folha na extremidade do focinho (VIEIRA, 1942; VIZOTTO & TADDEI, 1973; NOWAK, 1994; MEDELLIN et al, 1997; apud REIS et al 2006). A Subfamília Glossophaginae está representada no Brasil por oito gêneros e 14 espécies. São morcegos que evoluíram para uma dieta essencialmente baseada em néctar, e que tem seus aspectos mais marcantes associados a essa especialização (Freeman, 1995; Solmsen, 1998; Tschapka & Dressler, 2002). Pertencente à Tribo Glossophagini, *Anoura caudiffer* tem como características principais focinho longo com acentuado prognatismo; o uropatágio



estreito, semicircular e dotado de franja pouco desenvolvida em sua margem posterior, com cauda; apresenta coloração marrom a marrom-acinzentada, sendo mais clara no ventre. Com ampla distribuição para o Brasil, essa espécie só não apresenta registros formais para o bioma Caatinga (Williams & Genoways, 1980; Simmons & Voss, 1998).

Os indivíduos da Subfamília Desmodontinae, apesar de fazerem parte da mesma família acima descrita, não possuem em evidência a característica mais marcante do grupo, já que sua folha nasal é reduzida. *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) é a espécie mais comum e abundante de morcego vampiro. A pelagem é bastante macia, geralmente cinza brilhante, podendo apresentar também tons avermelhados, dourados ou alaranjados (BERNARD, 2005). *D. rotundus* é frequentemente encontrado em área de criação de animais como gado, por preferirem o sangue de mamíferos de grande porte. Com isso áreas de pastagem, além de reduzirem a variedade das fontes de alimento de outras espécies de morcegos, como néctar, frutos e insetos, ainda favorecem o aumento no número de morcegos hematófagos, fato esse negativo tanto pelo desequilíbrio provocado, quanto pelo risco de contaminação pelo vírus da raiva, já que estes morcegos são potenciais transmissores da doença (BERNARD, 2005).

9.2.3 Características das cavidades

❖ CV 01

Caverna hospedada em quartzito com a presença de blocos abatidos e uma drenagem em seu interior. Presença de guano seco e ausência de zona afótica.

Não foi observada a presença de morcegos nesta cavidade, porém, o encontro de guano seco indica o uso da cavidade como abrigo temporário.

❖ CV 02

Caverna hospedada em quartzito, onde ocorrem blocos abatidos, ausência de zona afótica e a presença de um pequeno lago no interior da mesma. Foi encontrada uma colônia de *Peropteryx macrotis*, morcego de difícil captura, pois segundo alguns autores consegue detectar a presença da rede de neblina (FENTON et al, 1992), e de acordo com Bradbury & Veherencamp (1976), possui habito alimentar exclusivamente insetívoro.

Na oportunidade foram observados dois indivíduos da espécie, não sendo possível sua captura por conta das condições físicas da cavidade.



Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.

Foto 132: *Pteropus macrotis*.

❖ CV 03

Cavidade hospedada em quartzito, com blocos abatidos e pouca zona afótica. Ocorreu a diminuição do nível de água de uma campanha para a outra. Não foi observada a presença de morcegos nesta cavidade.

❖ CV 04

Caverna situada no quartzito, com abatimento de blocos, possui pouca zona afótica. Não foi observada presença de morcegos nesta cavidade.

❖ CV 05

Caverna situada em canga. Ausência de zona afótica. Não foi observada presença de morcegos nesta cavidade.

❖ CV 06

Caverna hospedada em canga, onde foram encontradas duas colônias de morcego em épocas sazonais distintas. Uma colônia composta de seis indivíduos de *Anoura caudifera* foi observada na época chuvosa. Apenas um indivíduo foi capturado, sendo este fêmea lactante. A outra colônia é composta por quatro indivíduos de *Glossophaga soricina* e foi observada na época da seca. Nesta oportunidade dois indivíduos foram capturados.

Anoura caudifera é um morcego de pequeno porte que se alimenta preferencialmente de néctar, de uma grande variedade de vegetais, incluindo Leguminosae (SANZIMA, 1976), Passifloraceae (SANZIMA & SANZIMA, 1987), Lobeliaceae (SANZIMA, et al., 1994), Bombaceae (FICHER, et al., 1992), Bromeliaceae (SANZIMA, et al. 1995),



Marcgraviaceae (SANZIMA & SANZIMA, 1980), Mirtaceae (TEXEIRA & PERACCHI, 1996), Fabaceae, Litraceae, Malvaceae e Rubiaceae (SANZIMA, et al., 1999), além de se alimentarem ocasionalmente de frutos e insetos. (SANZIMA, 1976; TEXEIRA & PERACCHI, 1996; ZORTÉA, 2006).

Com o auxílio da metodologia utilizada foi capturado um indivíduo fêmea de *Anoura caudifera*. O mesmo foi coletado para identificação precisa, contudo no momento da captura ocorreu uma forte chuva impossibilitando Fotografar o animal.

Glossophaga soricina, possui pequeno porte e se alimenta de várias espécies vegetais, tais como Tiliacea (SANZIMA, 1982), Passifloraceae (BUZATO & FRANCO, 1992), Leguminosae (SILVA et al., 1996; SANZIMA et al., 1999), Bombaceae (SILVA & PERACCHI, 1995), Myrtaceae (SILVA et al., 1996), Lythraceae (SILVA & PERACCHI, 1999; PERINI et al., 2003), Gentianaceae (MACHADO et al., 1998) e Bigoniaceae (MACHADO & VOGEL, 2004).

G. soricina é um importante polinizador de uma Solanaceae epífita ocorrente em mata atlântica (WENDT, et al., 2001), além de se alimentarem de frutos de Solonaceae, Melastomaceae e Elaeocarpanaceae e insetos. (WILLIG et al., 1993; BREDET et al., 2002).

Foi constatada a presença de guano no interior da caverna.

As duas espécies encontradas no local, não constam na lista brasileira e nem mineira de animais ameaçados de extinção. Ambas têm grande distribuição no estado e suas colônias apresentam número baixo de indivíduos.

Tabela 15: Sexo e estado reprodutivo das espécies capturadas na Caverna 6.

Espécie	Sexo	Estado reprodutivo
<i>Glossophaga soricina</i>	Macho	Jovem
<i>Glossophaga soricina</i>	Macho	Escrotado
<i>Anoura caudifera</i>	Fêmea	Lactante

Foto 133: *Glossophaga soricina*.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2010.

❖ CV 07

A cavidade apresenta conduto de teto baixo e entrada larga, de aproximadamente 4 metros, perpendicular ao sentido da inclinação da encosta, com pronunciado afunilamento em direção ao interior. O piso se inclina lateralmente na direção sul, acompanhando a inclinação da encosta. Duas reentrâncias facilitam o acesso à parte interna da cavidade.

Durante o tempo de exposição das redes e a busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi capturado nem observado nenhum indivíduo da Ordem Chiroptera, bem como nenhum vestígio desses animais, como restos alimentares e guano.

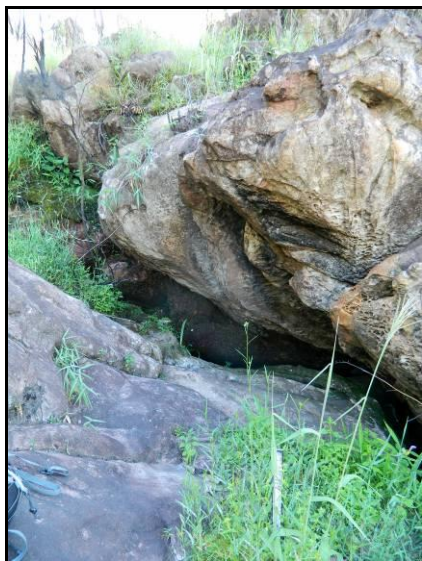


Foto 134: Vista da CV 07 e entorno.



Foto 135: Vista da CV 07 e destaque para entrada e reentrâncias.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2012.

❖ CV 08/09/16

No período de busca ativa dentro da cavidade, na campanha de campo referente ao período de seca, observou-se uma colônia com aproximadamente dez indivíduos identificados através de registro Fotográfico, como pertencentes à espécie *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810). Também foi possível observar pontos com acúmulo de guano dentro da cavidade, o que pode indicar que o número de indivíduos da colônia possa ser maior que o estimado.



Foto 136 *Desmodus rotundus* na parede da cavidade.



Foto 137: Vista de guano no piso da cavidade.

Em outro salão dessa mesma cavidade observou-se uma colônia com aproximadamente sete indivíduos pertencentes à espécie *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810). Durante o período de exposição das redes dentro da cavidade, foi possível capturar um indivíduo, do qual foram feitas as análises morfométricas e observadas características que constatarem o indivíduo como de fato pertencente a espécie acima citada.

Tabela 16: Dados biométricos do animal capturado na cavidade.

Espécie	Sexo	Classe etária	Estágio reprodutivo	Antebraço (mm)	Orelha (mm)	Pé (mm)	Peso (g)
<i>P. lineatus</i>	Macho	Adulto	Escrotado	46,0	15,0	10,0	33,0

Foto 138: Vista dorsal de *P. lineatus*

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

Foto 139: Vista frontal de *P. lineatus*, com detalhes do rosto.

Nas coletas de campo realizadas durante o período chuvoso, foi possível observar uma colônia de *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) com aproximadamente quatorze indivíduos, sendo eles doze adultos e dois jovens. As identificações de espécie e classe estaria foram realizadas através de registro visual e Fotográfico, a fim de se evitar o contato com o animal, que apresenta alto risco de transmissão do vírus da raiva.



Fonte: Arquivo Spelayon, 2012.

Foto 140: Jovem de *D. rotundus* na parede da cavidade.

❖ CV 10

Durante o período de busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi encontrado nenhum exemplar da Ordem Chiroptera.

Entretanto, foi encontrado material caracterizado como guano, em pouca quantidade e com aparência velha, dentro da cavidade, durante coleta do período de seca. Neste material foi possível notar sementes de frutos da Família Piperaceae, alimento comum para quirópteros com hábito alimentar frugívoro, o que indica a utilização do ambiente pelos mesmos.



Fonte: Arquivo Spelayon, 2011.

Foto 141: Vista do guano com sementes de Piperaceae na parede da cavidade.

❖ CV 11

Durante o tempo de exposição das redes e a busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi capturado nem observado nenhum indivíduo da Ordem Chiroptera, nem mesmo vestígios desses animais, como restos alimentares e guano.

❖ CV 12

Durante o tempo de exposição das redes e a busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi capturado nem observado nenhum indivíduo da Ordem Chiroptera, nem mesmo vestígios desses animais, como restos alimentares e guano.

❖ CV 13/17

No período de busca ativa dentro da cavidade, durante campanha de campo do período de seca, observou-se uma colônia com aproximadamente cinco indivíduos



identificados através de registro Fotográfico, como pertencentes à espécie *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810). Entretanto, não foi possível capturar nenhum indivíduo durante o período de exposição das redes dentro da cavidade. Nas coletas de campo realizadas no período chuvoso, não foi encontrado nenhum exemplar da Ordem Chiroptera.



Foto 142: Vista da colônia de *P. lineatus*, no teto da cavidade.

❖ CV 14

Durante o tempo de exposição das redes e a busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi capturado nem observado nenhum indivíduo da Ordem Chiroptera, nem mesmo vestígios desses animais, como restos alimentares e guano.

❖ CV 15

Durante o período de busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi encontrado nenhum exemplar da Ordem Chiroptera. Entretanto, foi encontrado material caracterizado como guano, em pouca quantidade e com aparência velha, dentro da cavidade, durante coleta do período de seca, porém sem destinação de características específicas.



Foto 143: Vista do guano na parede da cavidade.

❖ **CV 18**

Durante o período de busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi encontrado nenhum exemplar da Ordem Chiroptera. Entretanto, foi encontrado material caracterizado como guano, em pouca quantidade e com aparência velha, dentro da cavidade, durante coleta do período de seca, porém sem distinção de características específicas.



Foto 144: Pontos de guano antigo espalhados pela parede da cavidade.

❖ **CV 19**

Durante o período de busca ativa dentro da cavidade, em ambas as campanhas de

campo (período de seca e chuva), foi possível observar alguns indivíduos, identificados através de registro visual, como pertencentes a espécie *Peropteryx macrotis* (Wagner, 1843). Entretanto não foi possível capturá-los, nem mesmo na rede de neblina instalada em uma das entradas da cavidade.



Foto 145: Vista da entrada da cavidade, período chuvoso.



Foto 146: Rede de neblina aberta dentro da cavidade, na área de passagem dos morcegos.



Foto 147: *P. macrotis* observado durante período de seca.



Foto 148: *P. macrotis* observado durante período chuvoso.

Fonte: Arquivo Spelayon, 2011/2012.

❖ CV 20

Durante a coleta do período de seca, foi possível perceber a ocupação da cavidade por quirópteros, entretanto não conseguiu-se obter registro visual ou Fotográfico, nem mesmo a captura dos indivíduos com a rede de neblina armada na entrada da cavidade. Na coleta de dados do período de chuva, não foi capturado nem observado



nenhum indivíduo da Ordem Chiroptera, nem mesmo vestígios desses animais, como restos alimentares e guano.



Foto 149: Rede de neblina (em destaque), fechando a entrada da cavidade, coleta de período de seca

❖ CV 21

Durante o tempo de exposição das redes e a busca ativa dentro da cavidade, nas campanhas de campo dos períodos de seca e chuva, não foi capturado nem observado nenhum indivíduo da Ordem Chiroptera, nem mesmo vestígios desses animais, como restos alimentares e guano.

❖ CV 22

Durante a busca ativa dentro da cavidade, na coleta referente ao período de seca, foi possível perceber aproximadamente três indivíduos da Ordem Chiroptera. Os animais se afugentaram com a presença humana e saíram da cavidade. Já durante período de chuva, foram observados cinco indivíduos de quirópteros, sendo eles três adultos e dois filhotes lactentes, identificado através de registro visual como pertencentes à espécie *Peropteryx macrotis*.

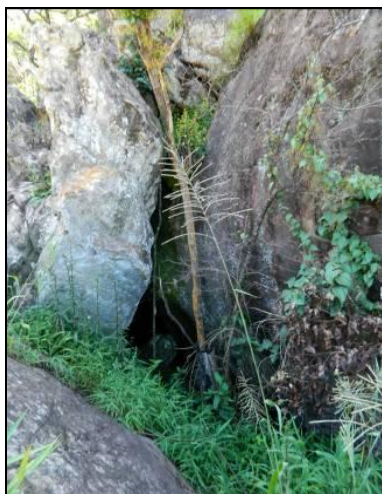


Foto 150: Vista da entrada da cavidade, período chuvoso.

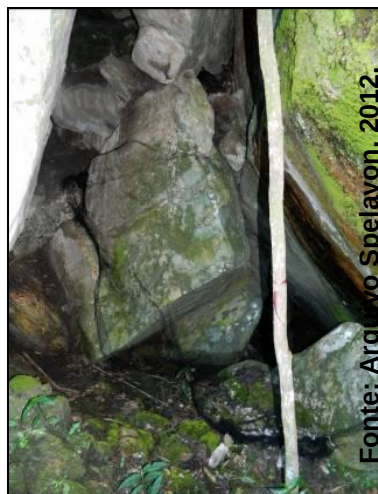


Foto 151: Rede de neblina armada na entrada da cavidade.



Foto 152: Duas fêmeas de *P. macrotis* com filhote, e um outro indivíduo (ao meio).



Foto 153: Indivíduo de *P. macrotis*, em destaque.

❖ SPE 01

A caverna é formada por um conduto com alinhamento seguindo para o interior da cavidade, possuindo alta declividade. A parede, o teto e o padrão das seções transversais são irregulares. Foi identificada, no fundo da cavidade, uma drenagem perene cujo fluxo é pequeno. A vegetação de entorno é de campo rupestre com árvores de médio porte próximas da entrada, a cerca de 20 metros. Não houve registros para quiropterofauna nesta cavidade.

9.2.4 Conclusões

Os morcegos assim como o ambiente em que eles vivem, e a fauna como um todo, estão protegidos por lei no Brasil, conforme o Artigo 1 da Lei de número 5197, de 3 de



Janeiro de 1967 onde está claro que: “os animais de qualquer espécie, em qualquer fase de seu desenvolvimento, e que vivem naturalmente fora de cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são de propriedade do Estado, sendo proibida sua utilização, perseguição, destruição e caça”.

A preservação das cavidades, principalmente aquelas que se mostraram importantes como abrigos para a comunidade de quirópteros, pode favorecer a biodiversidade, conservar o ambiente peculiar local, formado pelas cavernas de origem quartzítica com relevante importância ambiental e beleza cênica, e assim contribuir com a conservação e bem estar dos morcegos naturais dessa região.

Durante as atividades do presente levantamento, nenhuma espécie rara, vulnerável ou criticamente ameaçada de extinção foi capturada. Todas as espécies registradas na área em estudo estão em conformidade com a literatura especializada, em relação à área de ocorrência, medidas morfométricas e período de reprodução.

As cavidades CV 19 e CV 22 foram classificadas com importância acentuada sob enfoque local e regional, já que foi possível constatar uma “população residente de quirópteros” (*P. macrotis*), e os mesmos apresentam “função ecológica importante”, diretamente relacionada com o hábito alimentar da espécie (insetívora), classificando as cavidades assim, com grau de relevância alta para quiropterofauna.

A cavidade CV 08/09/16, foi classificada, com enfoque regional de importância baixa, e enfoque local de importância acentuada, já que durante as coletas de dados (campanha de seca e chuva), foi possível constatar uma “população residente de quirópteros”, entretanto os mesmos não apresentam “função ecológica importante” (*D. rotundus*), atributo necessário para elevar o grau de relevância da cavidade. Outra colônia de morcegos foi encontrada na mesma cavidade, esta espécie apresenta “função ecológica importante” (*P. lineatus*), entretanto, foi registrada somente na campanha do período de seca, não podendo ser considerada uma “população residente de quirópteros”. Permanece desta forma a cavidade com grau de relevância média.

Nas cavidades CV 01, CV10, CV15 e CV18 foram encontrados vestígios de quirópteros, como guano ou restos alimentares, apenas em uma campanha de coleta de dados. Desta forma não foram caracterizadas como abrigo para quiropterofauna, devido a não constatação da “população residente de quirópteros”. Estas cavidades



foram classificadas, de acordo com a metodologia proposta, com enfoque regional e local de importância baixa, sendo assim, com grau de relevância baixa para quiropterofauna.

As cavidades CV 02, CV 06, CV 13/17 e CV 20, foram classificadas, com enfoque regional de importância baixa e enfoque local de importância acentuada, ou seja, com grau de relevância média, já que somente em uma das duas campanhas de campo foi possível registrar a presença de quirópteros usando a cavidade como abrigo. Desta forma não se pode afirmar que esta seja uma “população residente de quirópteros”, de acordo com a tabela de atributos para classificação das cavidades. Vale ressaltar que a cavidade CV 06 não se enquadra no atributo de “população residente de quirópteros”, pois as colônias visualizadas na campanha do período chuvoso e a colônia visualizada no período seco são de espécies diferentes (época chuvosa: *Anoura caudifera*; época seca: *Glossophaga soricina*), desta forma não fazem parte do atributo em questão.

Já as demais cavidades (CV 03, CV 04, CV 05, CV 07, CV 11, CV 12, CV 14, CV 21 e SPE 01), foram classificadas sob enfoque regional e local, como de importância baixa, sendo assim, com grau de relevância baixa para quiropterofauna, já que durante o período de estudo, estas áreas não apresentaram indícios de sua utilização como abrigo por animais da Ordem Chiroptera.



10 ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DE CAVIDADES

10.1 Metodologia

De acordo com o Decreto 6.640 em seu Artigo 1o, §o, “A análise dos atributos geológicos, para a determinação do grau de relevância, deverá ser realizada comparando cavernas da mesma litologia”. O primeiro passo foi a discriminação das litologias das cavernas. O segundo passo foi a definição das escalas local e regional de análise. Os atributos estabelecidos pelo novo instrumento jurídico deverão ser avaliados sob os enfoques regional e local.

A IN 2, no seu Art. 14, §1º, define para o enfoque local uma unidade geomorfológica que apresenta 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. Também na IN 2 foi dada uma nova definição para o enfoque regional, ou seja, uma 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, vales cegos, lapiás e cavernas, delimitada por um conjunto de fatores ambientais específicos para a sua formação. Essa área homogênea foi definida como unidade espeleológica.

O terceiro passo consistiu na realização de pesquisas na bibliografia especializada, composta por revistas e anais de congressos de espeleologia, bem como, ao Banco de Dados do CECAV, no intuito de levantar dados regionais (dados secundários) para atender à IN MMA 02/2009. Constatou-se que os dados espeleométricos e de bioespeleologia são muito poucos e que a Base do CECAV ainda não reflete a realidade, ficando nítida a necessidade de colocar em operação o CANIE – Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas. A obtenção dos dados primários se deu através de levantamento de campo, seguindo-se as orientações da IN IBAMA nº 02/2009.

Finalmente o último passo foi extrair dos dados primários e secundários selecionados para a análise de relevância das cavidades deste relatório. Estes dados foram compilados em tabelas para a realização das análises estatísticas de cada grupo de estudo, quais sejam topografia, geoespeleologia e bioespeleologia.

Posteriormente, as informações e os dados coletados foram inseridos na tabela de relevância da Instrução Normativa N°2/2009. Cada atributo foi avaliado com relação a



sua importância para a cavidade sob enfoque local e regional.

10.1.1 Discriminação Litológica

As 20 cavidades analisadas foram agrupadas em dois grupos litológicos, quais sejam formações ferríferas e formações siliciclásticas. Devido à pouca disponibilidade de dados sobre cavernas no Brasil optou-se, para fins comparativos, agrupá-las em um conjunto amostral, incluindo as possíveis variações oriundas do grau de alteração desses litotipos.

Na formação ferrífera, as cavidades apresentaram litologias de itabirito e canga. Este grupo conta com 2 cavidades, CV 05 e CV 06.

Nas formações siliciclásticas foram agrupadas as cavidades desenvolvidas em rochas quartzíticas. Este grupo conta com as 18 cavidades restantes da amostra estudada.

10.1.2 Definição das Escalas Local e Regional

De acordo com o Decreto 6640/2008 regulamentado pela Instrução Normativa (IN) nº 02/2009 do MMA, as cavidades naturais subterrâneas devem ser classificadas segundo seu grau de relevância, considerando a importância dos atributos biológicos, físicos e socioeconômicos em relação ao universo local e regional em que estão inseridas. Para o enfoque local, deve-se considerar a “unidade geomorfológica” que apresente continuidade espacial e contemple, no mínimo, a área de influência da cavidade (art. 14 §2). E para o enfoque regional, deverá levar-se em consideração a “unidade espeleológica”, definida como área de homogeneidade fisiográfica, podendo conter diversas formas de relevo cárstico e pseudocárstico, delimitada pelo conjunto de fatores ambientais específicos para a sua formação (art. 14 §3).

Com o intuito de possibilitar a uniformidade em todo o território nacional, no que diz respeito à comparação destes atributos, fez-se necessária a criação de unidades geomorfológicas e espeleológicas. Oliveira *et al* 2011 estabeleceram a unidade espeleológica “Quadrilátero Ferrífero – Conceição”, que engloba dez unidades geomorfológicas. Extrapolando o limite do Quadrilátero Ferrífero para norte, a unidade compreende, além do QF, a região de Conceição do Mato Dentro. Sua delimitação foi baseada no trabalho do USGS-DNPM e em dados da CPRM (2001), os quais correlacionam temporalmente rochas do QF com as dessa região.

Como Escala Regional, adotou-se, no presente trabalho, a **Província Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero** e, como Escala Local, a **Unidade Geomorfológica**



Quadrilátero Oeste.

Para as formações ferríferas, a amostra regional é composta por 265 cavidades distribuídas da seguinte forma: 59 cavidades localizadas na Escarpa Oriental do Caraça, 109 cavidades localizadas no Quadrilátero Oeste, 30 cavidades localizadas na Serra Azul e 67 cavidades localizadas na Serra do Gandarela.

Já para as formações siliciclásticas, a amostra regional é bem restrita. Há disponível para consulta dados de um universo amostral composto por 46 cavidades. Entretanto, destas 46 cavidades, 18 são objeto deste estudo e das 28 restantes apenas 06 possuem todos dados espeleométricos disponíveis, ou seja, valores de projeção horizontal, desnível, área e volume. Sendo assim, optou-se por utilizar como amostra regional um universo composto por 24 cavidades, que são: as 18 deste estudo mais as 06 que possuem os dados completos. Esta amostra está distribuída da seguinte forma: 01 cavidade localizada na Escarpa Oriental do Caraça, 18 cavidades localizadas no Quadrilátero Oeste e 05 cavidades localizadas na Serra do Gandarela.

Para demonstrar que a não utilização das 22 cavidades que não possuem os dados espeleométricos de área e de volume não alterou significativamente os parâmetros de projeção horizontal e desnível que ficaram com o universo amostral reduzido, apresentamos abaixo uma tabela comparativa:

Tabela 17: Comparação da relevância do atributo projeção horizontal.

Cavidade	Relevância Regional com 28 cavidades amostradas	Relevância Regional com 46 cavidades amostradas
CV 1	Médio	Médio
CV 2	Alto	Médio
CV 3	Médio	Médio
CV 4	Médio	Médio
CV 07	Médio	Médio
CV 08/09/16	Alto	Alto
CV 10	Médio	Médio
CV 11	Médio	Médio
CV 12	Médio	Médio
CV 14	Médio	Médio
CV 15	Baixo	Baixo



CV 13/17	Médio	Médio
CV 18	Médio	Médio
CV 19	Médio	Médio
CV 20	Médio	Médio
CV 21	Médio	Médio
CV 22	Médio	Médio
SPE 01	Médio	Médio

Tabela 18: Comparação da relevância do atributo desnível.

Cavidades	Relevância Regional com 28 cavidades amostradas	Relevância Regional com 46 cavidades amostradas
CV 1	Médio	Médio
CV 2	Médio	Médio
CV 3	Médio	Médio
CV 4	Médio	Médio
CV 07	Médio	Médio
CV 08/09/16	Alto	Alto
CV 10	Médio	Médio
CV 11	Baixo	Baixo
CV 12	Médio	Médio
CV 14	Médio	Médio
CV 15	Baixo	Baixo
CV 13/17	Médio	Médio
CV 18	Médio	Médio
CV 19	Médio	Médio
CV 20	Médio	Médio
CV 21	Baixo	Baixo
CV 22	Médio	Médio
SPE 01	Médio	Médio

A escala local de análise definida para as cavidades do Projeto MINA VIGA da FERROUS foi a unidade geomorfológica denominada Quadrilátero Oeste. Todas as litologias observadas nas cavidades analisadas neste relatório serão analisadas considerando a mesma unidade geomorfológica, contudo serão analisadas separadamente, conforme estabelecido na legislação vigente.

Para as formações ferríferas, a amostra local é composta por 109 cavidades, sendo que destas, 2 estão sendo analisadas neste relatório. Para as formações siliciclásticas,



a amostra local é composta pelas 18 cavidades analisadas neste relatório.

10.1.3 Cálculos Espeleométricos

A Spelayon apresentará dois métodos para o cálculo espeleométrico. Será apresentado o método estabelecido na IN 02/2009 e também o método da distribuição lognormal, desenvolvido pela empresa como alternativa a um erro gerado pelo método da IN 02/2009.

Metodologia IN 02/2009

Para o cálculo das variáveis espeleométricas, a Instrução Normativa nº 2/2009 do Ministério do Meio Ambiente estabelece que os limites entre as classes de relevância devem ser estabelecidos levando-se em conta a média (μ) e o desvio padrão (σ) do conjunto de cavidades tomado como referência. Desta forma, para efeito de classificação da relevância, serão considerados baixos os valores menores ou iguais a ($\leq [\mu - \sigma]$). Serão considerados altos os valores maiores ou iguais a ($\geq [\mu + \sigma]$). Serão considerados médios valores entre ($[\mu - \sigma] < x < [\mu + \sigma]$).

Foram elaborados histogramas para demonstrar a distribuição dos valores da amostra regional selecionada para esta análise de relevância. Os valores brutos de projeção horizontal, área e volume das cavidades podem ser visualizados nos gráficos abaixo. Sendo que na horizontal estão os valores reais de cada atributo e na vertical a quantidade de cavernas que apresentou o determinado valor.

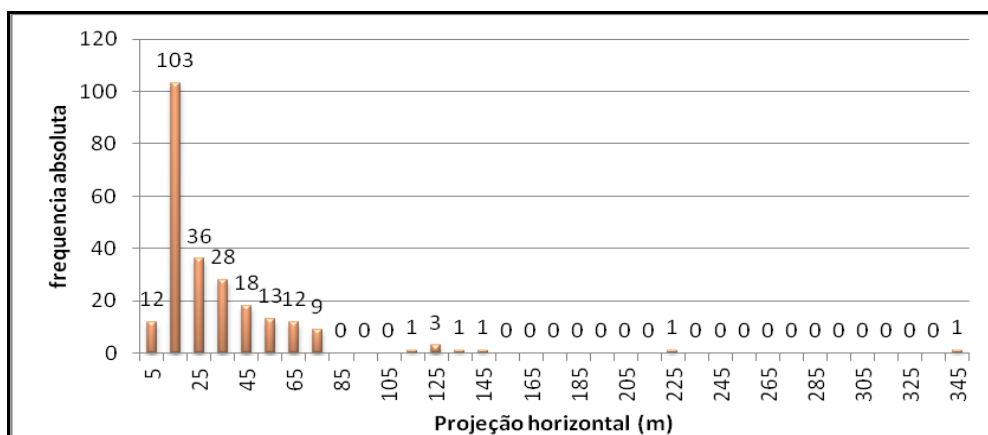




Figura 37: Histograma da distribuição do parâmetro projeção horizontal, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.

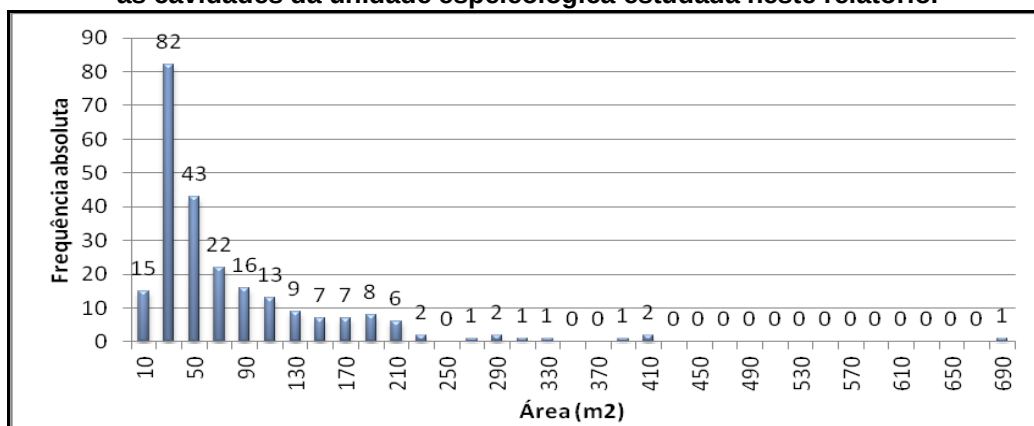


Figura 38: Histograma da distribuição do parâmetro área, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.

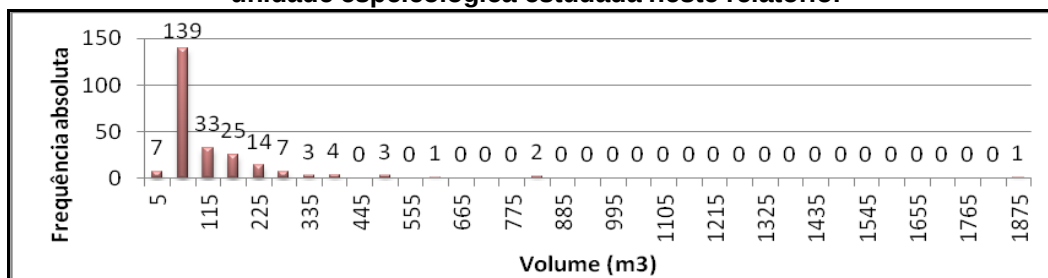


Figura 39: Histograma da distribuição do parâmetro volume, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.

Pode-se observar que a distribuição da amostra de cavidades é fortemente assimétrica em cada uma das variáveis espeleométricas consideradas. Existe grande discrepância, onde algumas cavidades apresentam valores muito elevados em relação à maioria.

Considerando a metodologia estabelecida pela IN MMA nº 02/2009, foi calculada para a amostra regional média e desvio padrão de todos os parâmetros espeleométricos. O desvio padrão foi maior que a média em todos os parâmetros, gerando números negativos para o limite inferior $[\mu - \sigma]$. Nesta situação, nenhuma caverna se enquadraria na categoria de baixa relevância. Isto pode se observado na Tabela 19, para o grupo das rochas siliciclásticas, e na

Tabela 20, para o grupo das rochas ferríferas.

Tabela 19: Cálculo dos dados espeleométricos da amostra regional de rochas siliciclásticas, considerando a metodologia proposta na IN MMA nº 02/2009.

Parâmetros Espeleométricos	Parâmetros Estatísticos	Número de Cavernas na Classe
----------------------------	-------------------------	------------------------------



	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	Baixa	Média	Alta
Proj. Horizontal	28,83	47,28	-18,45	76,11	0	22	2
Área	112,31	224,26	-111,94	336,57	0	22	2
Volume	216,17	448,91	-232,74	665,07	0	22	2

Tabela 20: Cálculo dos dados espeleométricos da amostra regional de rochas ferríferas, considerando a metodologia proposta na IN MMA nº 02/2009.

Parâmetros Espeleométricos	Parâmetros Estatísticos				Número de Cavernas na Classe		
	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	Baixa	Média	Alta
Proj. Horizontal	27,00	32,01	-5,01	59,00	0	242	23
Área	71,01	80,29	-9,28	151,30	0	230	35
Volume	85,58	114,21	-28,63	199,80	0	232	33

Segundo Sad (2007), a classificação baseada no desvio padrão, somente faz sentido quando se tem uma distribuição normal, ou seja, simétrica. Uma amostra com distribuição normal segue a curva de Gauss, representada na Figura abaixo.

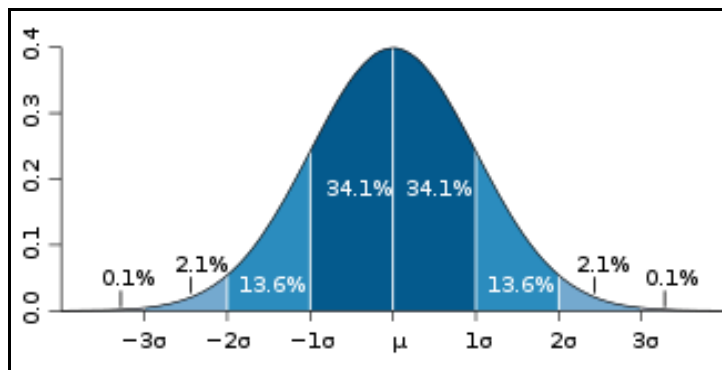


Figura 40: Distribuição Normal.

Na curva de Gauss, verifica-se que 15,8% da população situa-se abaixo do limite inferior $[\mu - \sigma]$; 15,8% são maiores que o limite superior $[\mu + \sigma]$ e 68,2% se enquadram na faixa intermediária.

Devido ao alto grau de assimetria que a amostra das cavidades apresenta a curva de Gauss não pode ser utilizada. A distribuição dos valores de cada parâmetro espeleométrico não segue a distribuição normal. A utilização deste método para o conjunto amostral em questão representa uma distorção ao conceito embutido na distribuição gaussiana e não tem nenhum significado estatístico. Os valores de desvio padrão maiores que a média é um reflexo da falha na utilização do método.



Metodologia Utilizando Logarítimo

O problema de distribuições assimétricas é tratado na estatística clássica, sendo que a mais conhecida das distribuições assimétricas é a distribuição lognormal. Segundo Sad (2007), se X é a variável com distribuição assimétrica e se $\ln(X)$ for uma variável com distribuição normal, dizemos que a distribuição de X é lognormal. Assim, para verificar se as variáveis em estudo apresentam distribuições lognormais, foram elaborados os histogramas dos logaritmos naturais destas variáveis, representados nas Figuras abaixo. Foi utilizada a mesma amostra regional selecionada para esta análise de relevância.

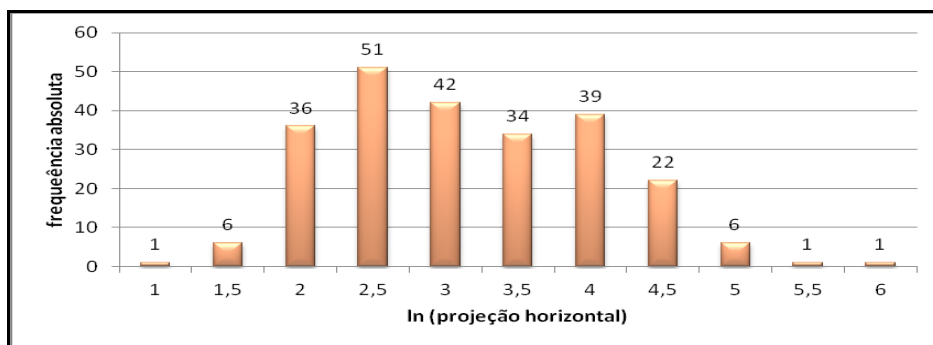


Figura 41: Histogramas dos logaritmos do parâmetro projeção horizontal, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.

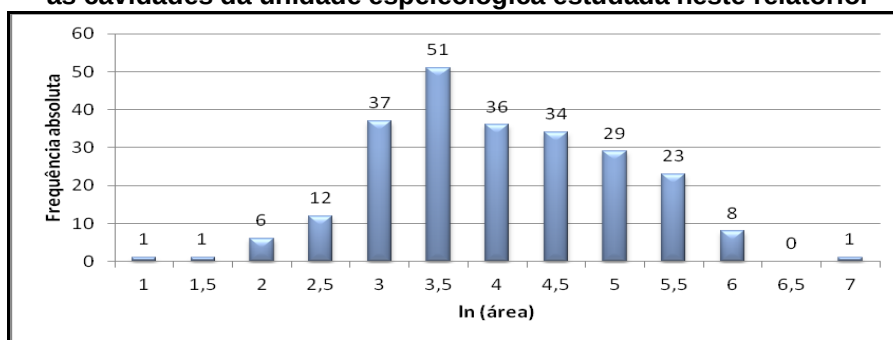


Figura 42: Histogramas dos logaritmos do parâmetro área, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.

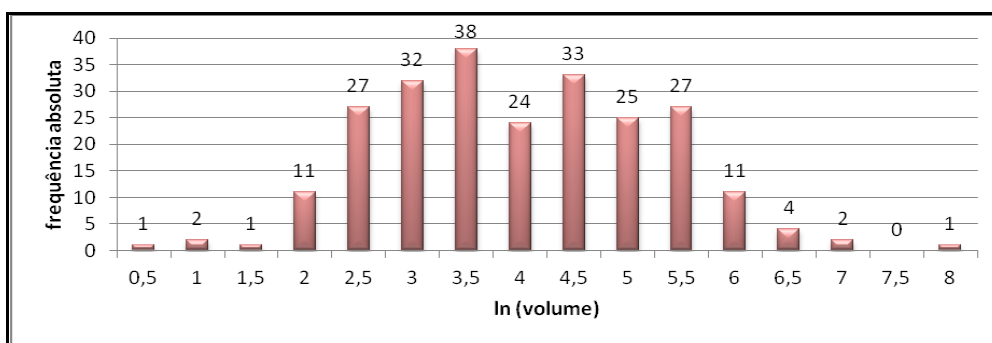




Figura 43: Histogramas dos logaritmos do parâmetro volume, considerando as cavidades da unidade espeleológica estudada neste relatório.

Verifica-se que as distribuições dos logaritmos naturais se enquadram razoavelmente no padrão normal, o que configura a distribuição lognormal das variáveis originais.

Tomando-se por base a média e desvio padrão dos logaritmos naturais de cada uma das variáveis em análise, os limites podem ser calculados pelas expressões:

$$\text{Limite inferior} = e^{(\mu - \sigma)}$$

$$\text{Limite superior} = e^{(\mu + \sigma)}$$

$$\text{Média} = e^{\mu}$$

Considerando a metodologia utilizando o logaritmo, foi calculada para a amostra regional média e desvio padrão de todos os parâmetros espeleométricos. Estes dados estatísticos podem ser observados na Tabela 21 para o grupo das rochas siliciclásticas e na Tabela 22 para o grupo das rochas ferríferas.

Tabela 21: Estatística dos logaritmos considerando os parâmetros espeleométricos para rochas siliciclásticas da unidade espeleológica considerada para este estudo.

	Parâmetros estatísticos do $\ln(x)$				Limites		Número de cavernas na classe		
	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	inferior	superior	baixa	média	alta
Proj. Horizontal	2,74	0,93	1,81	3,67	6,09	39,32	1	15	2
Área	3,87	1,13	2,74	5,00	15,47	148,89	4	18	2
Volume	4,24	1,40	2,84	5,64	17,10	280,30	3	18	3

Tabela 22: Estatística dos logaritmos considerando os parâmetros espeleométricos para rochas ferríferas da unidade espeleológica considerada para este estudo.

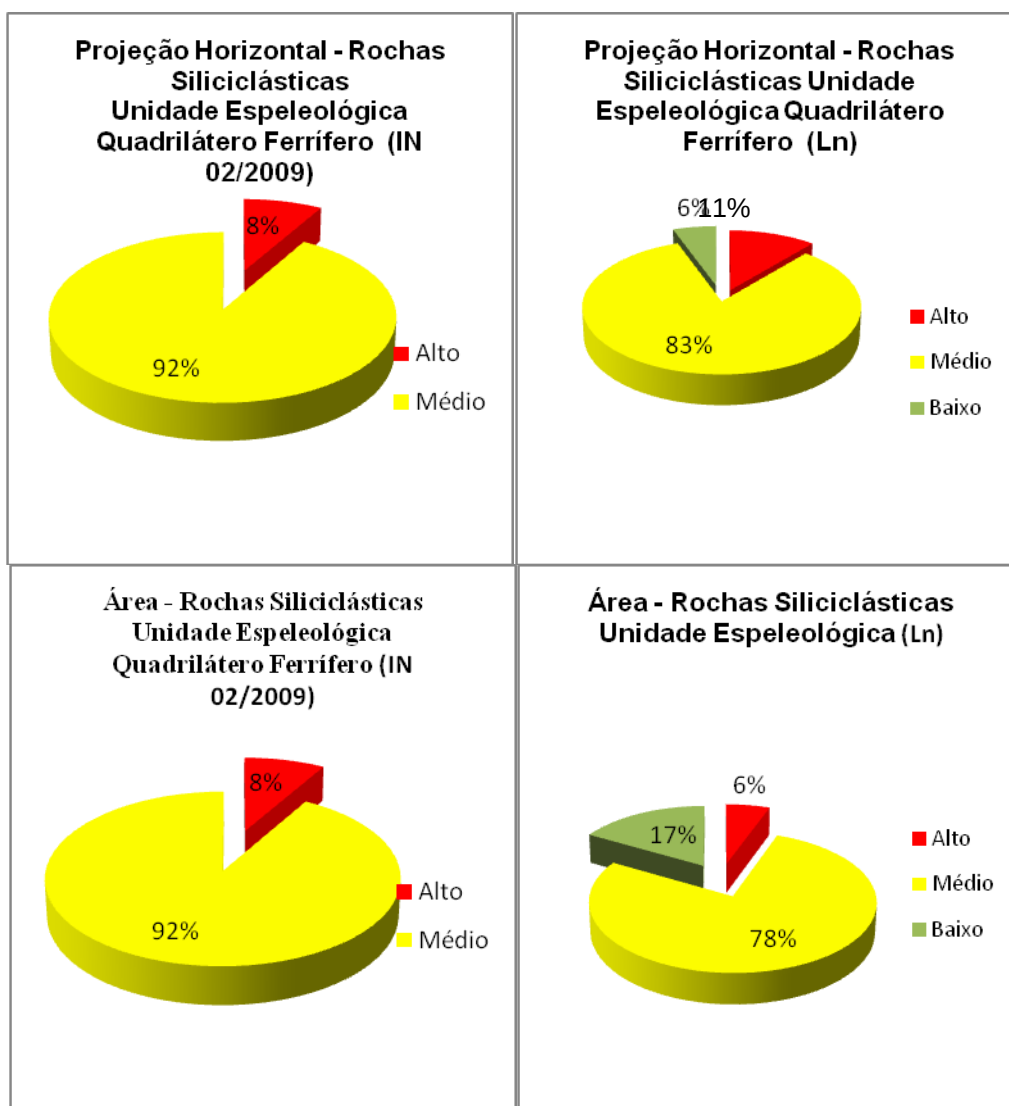
	Parâmetros estatísticos do $\ln(x)$				Limites		Número de cavernas na classe		
	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	inferior	superior	baixa	média	alta
Proj. Horizontal	2,89	0,88	2,01	3,76	7,45	43,14	47	166	52
Área	3,76	1,02	2,74	4,78	15,42	119,61	41	177	47
Volume	3,75	1,23	2,52	4,98	12,40	144,76	46	166	53



Metodologia IN 02/2009 X Metodologia Utilizando Logarítmo

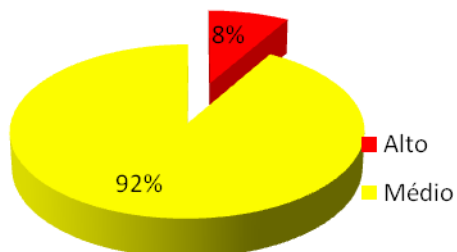
Comparando-se os resultados dos dois métodos, nota-se que, além do método da distribuição log-normal possibilitar a classificação da cavidade natural subterrânea com baixo valor em qualquer um dos três parâmetros espeleométricos analisados, foi possível também aumentar o número de cavidades classificadas com alto valor dos parâmetros espeleométricos.

A seguir é desmonstrada a diferença percentual dos dados espeleométricos para cada uma das metodologias. Foi feita a classificação em alta, baixa ou média relevância para as cavidades inseridas em rocha siliciclásticas e, na sequência, os gráficos das diferenças para o grupo das rochas ferríferas. Ambas compreendem o universo regional, delimitado pela unidade espeleológica.

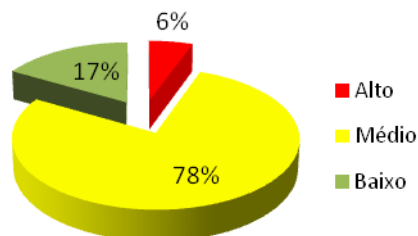




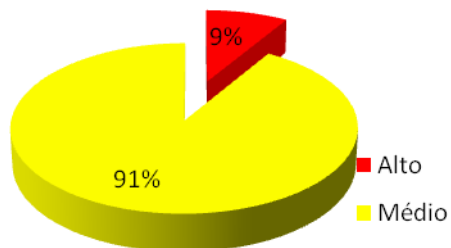
Volume - Rochas Siliciclásticas
Unidade Espeleológica
Quadrilátero Ferrífero (IN
02/2009)



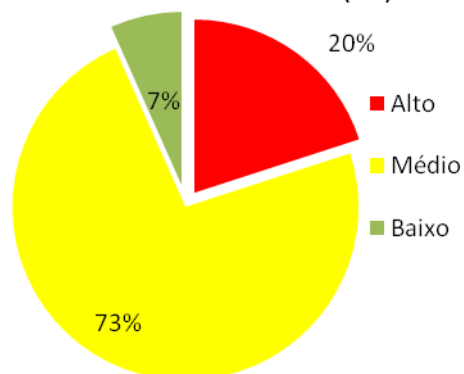
Volume - Rochas Siliciclásticas
Unidade Espeleológica (Ln)



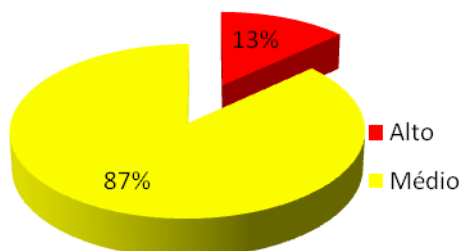
Projeção Horizontal - Rochas Ferríferas
Unidade Espeleológica
Quadrilátero Ferrífero (IN
02/2009)



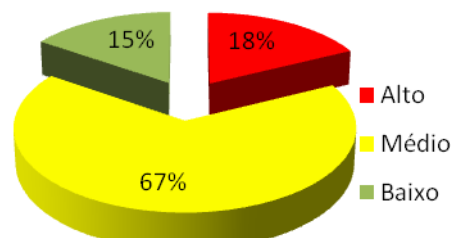
Projeção Horizontal - Rochas Ferríferas
Unidade Espeleológica
Quadrilátero Ferrífero (Ln)

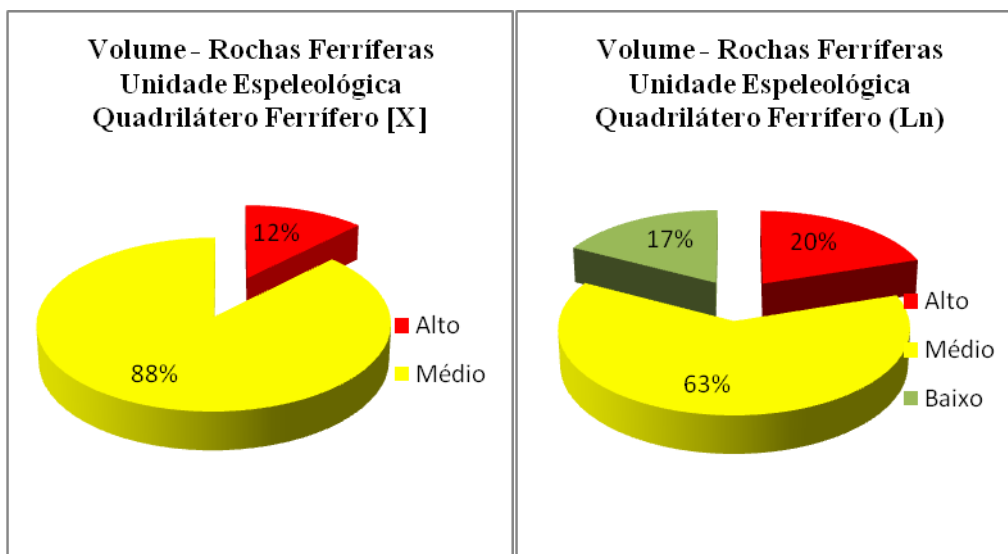


Área - Rochas Ferríferas
Unidade Espeleológica
Quadrilátero Ferrífero [X]



Área - Rochas Ferríferas
Unidade Espeleológica
Quadrilátero Ferrífero (Ln)





Nota-se que a dispersão dos dados é maior quando é utilizado o método do logarítimo, independente do tamanho do conjunto analisado. O que possibilita a amostra apresentar os três tipos de classe definidas pela IN; baixa, média e alta. No Anexo 4 é apresentada a lista de cavidades estudadas com a comparação entre os resultados dos dois métodos de cálculo espeleométrico.

Diante do acima exposto, considera-se o método Lognormal o mais adequado para a análise dos dados espeleométrico de cavidades naturais subterrâneas. Uma vez que a distribuição Lognormal é estatisticamente correta para uma amostra tão assimétrica e também atende à IN 02/2009.

10.1.4 Os cálculos de Riqueza de Espécies, Abundância Relativa de Espécies e Diversidade de Substratos Orgânicos

Foram consideradas riquezas médias aquelas dentro do intervalo da média $\pm$ desvio padrão das cavidades encontradas na área do presente projeto; riqueza alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores (Figuras 44 e 45).

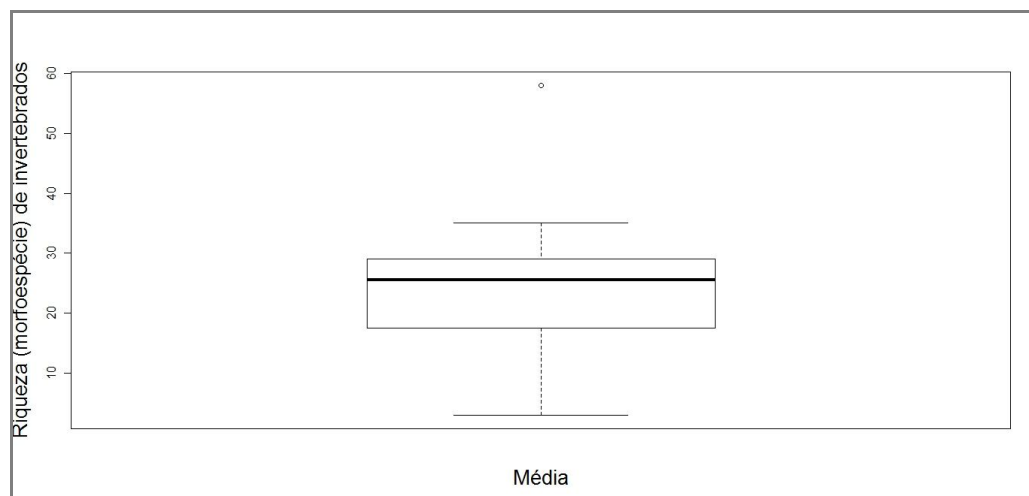


Figura 44: Riqueza média de invertebrados encontrados no interior das cavidades estudadas (com duas campanhas). Foram consideradas riquezas médias aquelas dentro do intervalo da média $\pm$ desvio padrão (24 ± 14); riqueza alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores.

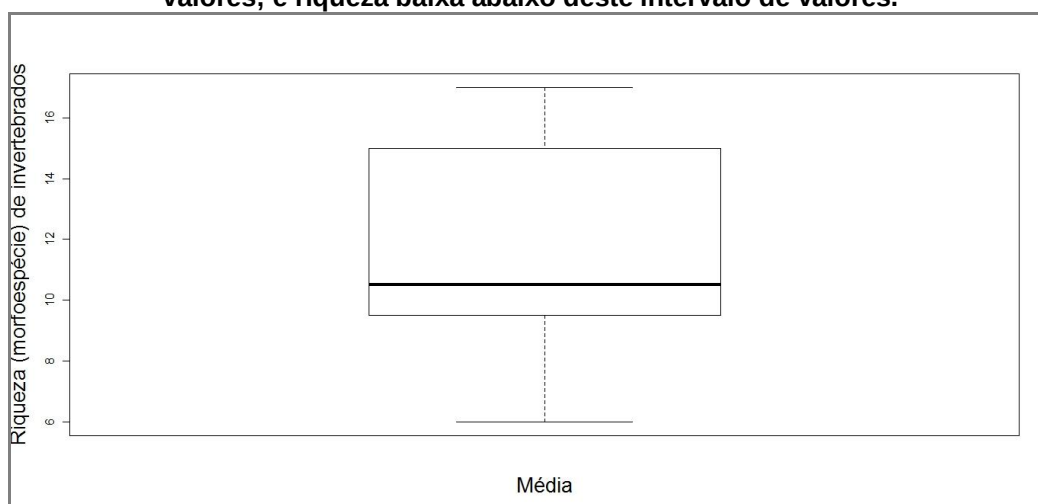


Figura 45: Riqueza média de invertebrados encontrados no interior das cavidades estudadas (apenas uma campanha). Foram consideradas riquezas médias aquelas dentro do intervalo da média $\pm$ desvio padrão (11 ± 4); riqueza alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores.

A abundância relativa de espécies foi calculada utilizando indivíduos das espécies cujos adultos possuam tamanho corporal igual ou maior que 1 cm. Através da abundância destas espécies nas cavernas estudadas, foram calculadas as médias $\pm$ desvio padrão para obter os intervalos de valores para as abundâncias baixa, média e alta. Assim, as cavidades que possuíam 30% ou mais espécies com abundância alta foram classificadas com abundância relativa de espécies alta. Cavidades com 10 a 20% abundância relativa média e até 10% abundância relativa baixa. Espécies que apresentaram ocorrência em apenas uma cavidade foram automaticamente consideradas como de alta abundância.



A diversidade de substratos orgânicos foi definida de acordo com a avaliação qualitativa dos substratos, sendo considerados 7 tipos diferentes: guano, material vegetal, detritos, raízes, carcaças, fezes de vertebrados não-voadores, bolotas de regurgitação. Se houver a presença de 4 a 7 tipos, a diversidade foi considerada alta e de apenas 1 a 3 foi considerada baixa.

Como em algumas cavidades não foram realizadas duas campanhas de campo, os dados quantitativos (cálculo de riqueza e abundância) foram analisados em separado, comparando-se as cavidades em que foram realizadas duas campanhas em um grupo e outro grupo com as cavidades com apenas uma campanha. Portanto, ao finalizar as campanhas é provável que as médias de valores mudem.

10.1.5 Os Graus de Relevância das Cavidades

As cavidades com grau de relevância máximo não podem ser objeto de impactos negativos irreversíveis. A utilização de uma cavidade classificada como sendo 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 6.640).

Impactos irreversíveis em cavidades de relevância alta deverão ser compensados pelo empreendedor através da preservação de duas cavernas com o mesmo grau de relevância, de mesma litologia (preferencialmente) e com atributos similares à que sofreu o impacto, as quais serão consideradas cavidades testemunho, ou seja, de preservação permanente. 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 cavidades de relevância média que sofrerem impactos 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 cavidades 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.

Esses parâmetros serão apresentados quando da análise das cavernas estudadas neste relatório. A Figura abaixo apresenta o fluxograma para a classificação do grau de relevância das cavidades, segundo a legislação vigente.

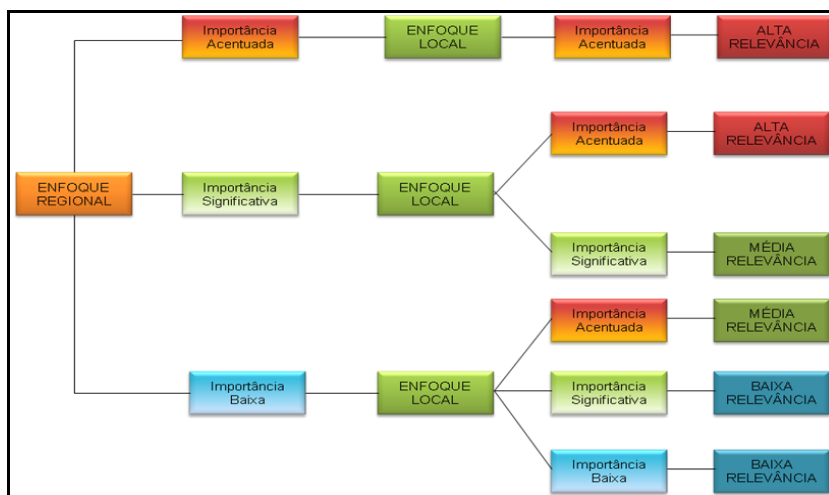


Figura 46: Fluxograma de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas, segundo a Instrução Normativa nº 02/2009, do MMA.

10.2 Classificação final da relevância das cavidades estudadas

10.2.1 Classificação de Relevância Máxima

A cavidade CV 08/09/16 foi classificada como de máxima relevância devido à presença dos atributos “Espeleotemas únicos” e “Dimensões Notáveis em extensão,



área e volume”.

10.2.2 Classificação das cavidades em grau alto, médio ou baixo

Primeiramente é importante ressaltar que das vinte cavidades apresentadas neste relatório, oito ainda não possuem a segunda campanha de bioepeleologia. Desta forma, mesmo que apresentadas de maneira integrada ao longo deste relatório, nesta parte serão apresentadas duas análises de relevância separadas, ou seja, uma final, contemplando as cavidades CV 01, CV 02, CV 03, CV 04, CV 05, CV 06, CV 07, CV 08/09/16, CV 18, CV 19, CV 22 E SPE 01, onde já foram realizados todos os estudos, e outra parcial, contemplando as outras oito cavidades restantes: CV 10, CV 11, CV 12, CV 13/17, CV 14, CV 15, CV 20 e CV 21. A relevância final destas cavidades será apresentada em outro relatório, quando os estudos de bioespeleológicos estiverem concluídos.

Destaca-se também que apesar de ter sido apresentado nos itens 10.2.1 e 10.2.2 duas metodologias para os cálculos espeleométricos (utilizando logarítimos e o método da IN 2/2009), na classificação final dos graus de relevância será utilizada apenas uma. O método do logarítmo foi escolhido para definir a relevância dos parâmetros espeleométricos. A amostra representada pelo conjunto de cavidades naturais subterrâneas apresenta dados com distribuição assimétrica, sendo que o método log-normal é considerado mais correto neste caso. Comparando-se os resultados dos dois métodos, nota-se que, além do método da distribuição log-normal possibilitar a classificação da cavidade natural subterrânea com baixo valor em qualquer um dos parâmetros espeleométricos analisados, foi possível também aumentar o número de cavidades classificadas com alto valor dos parâmetros espeleométricos.

Das cavidades com os estudos concluídos nenhuma apresentou baixo grau de relevância. A cavidade CV 05 apresentou relevância média e as demais cavidades possuem relevância alta. Os atributos, referentes à IN 2, os quais classificaram estas cavidades estão dispostos na tabela abaixo:

Tabela 23: Classificação final das cavidades da Mina Viga.

Cavidades	Atributos classificatórios	Importância do Atributo	Grau de Relevância
-----------	----------------------------	-------------------------	--------------------



CV 01	-Lago ou drenagem subterrânea perene; -Alta influência sobre o sistema cárstico; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Muitos tipos de espeleotema ou processos de deposição; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Baixa riqueza de espécies; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio volume da cavidade em relação às da mesma unidade geomorfológica; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 02	-Alta projeção horizontal; -Alta área da projeção horizontal; -Alto volume da cavidade -Lago ou drenagem subterrânea perene; -Alta influência sobre o sistema cárstico; -Média riqueza de espécies; -Muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA
CV 03	-Lago ou drenagem subterrânea perene; -Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição química;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA
CV 04	-Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico; -Média riqueza de espécies; -Lago ou drenagem subterrânea intermitente com	Acentuada sob enfoque local e	ALTA



	- influência acentuada; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;	regional; Acentuada sob ênfase local.	
CV 05	-Média projeção horizontal; -Médio volume; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Baixa riqueza de espécies; - Baixa abundância relativa de espécies; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;	Significativa sob ênfase local e regional; Significativa sob ênfase local.	MÉDIA
CV 06	-Alta projeção horizontal; -Alta área da projeção horizontal; -Alto volume; -Média riqueza de espécies; -Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição; - Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade; -Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência;	Acentuada sob ênfase local e regional; Acentuada sob ênfase local.	ALTA
CV 07	-Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico; -Média riqueza de espécies; -Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica;	Acentuada sob ênfase local e regional e Acentuada sob ênfase local.	ALTA



	-Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição química; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;		
CV 8/9/16	-Dimensões Notáveis; -Espeleotemas Únicos;	Relevância Máxima.	Máxima
	-Alta riqueza de espécies; -Presença de composição singular da fauna; -Alta projeção horizontal; -Alta área da projeção horizontal; -Alto Volume; -Lago ou drenagem subterrânea perene; -Muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição; -Configuração notável dos espeleotemas; -Alta influência sobre o sistema cárstico; -População residente de quirópteros; -Reconhecimento local do valor estético/cênico da cavidade; -Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade; -Alto desnível; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Alto denível da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	
CV 18	-Lago ou drenagem subterrânea perene; -Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA



	mesma unidade geomorfológica; - Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;		
CV 19	-Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante; -Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -População residente de quirópteros; -Média riqueza de espécies; -Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; - Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA
CV 22	-Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante; -Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico; -População residente de quirópteros; -Média riqueza de espécies; -Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; - Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA



SPE 01	-Lago ou drenagem subterrânea perene; -Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Alto Volume; -Baixa diversidade de substratos orgânicos; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química.	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA
---------------	---	---	-------------

A seguir será apresentada a relevância parcial das cavidades cuja segunda campanha de bioespeleologia ainda será realizada. É importante ressaltar que todos os atributos, com exceção dos de natureza bioespeleológica, permanecerão inalterados. Entretanto, quando os estudos bioespeleológicos estiverem completos esta relevância parcial possivelmente sofrerá alterações. Nesta análise preliminar todas as cavidades apresentaram alto grau de relevância.

Tabela 24: Classificação parcial cavidades Mina Viga.

CV 10	-Alta riqueza de espécies; -Alta influência sobre o sistema cárstico; -Média abundância relativa de espécies; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; - Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA
--------------	--	---	-------------



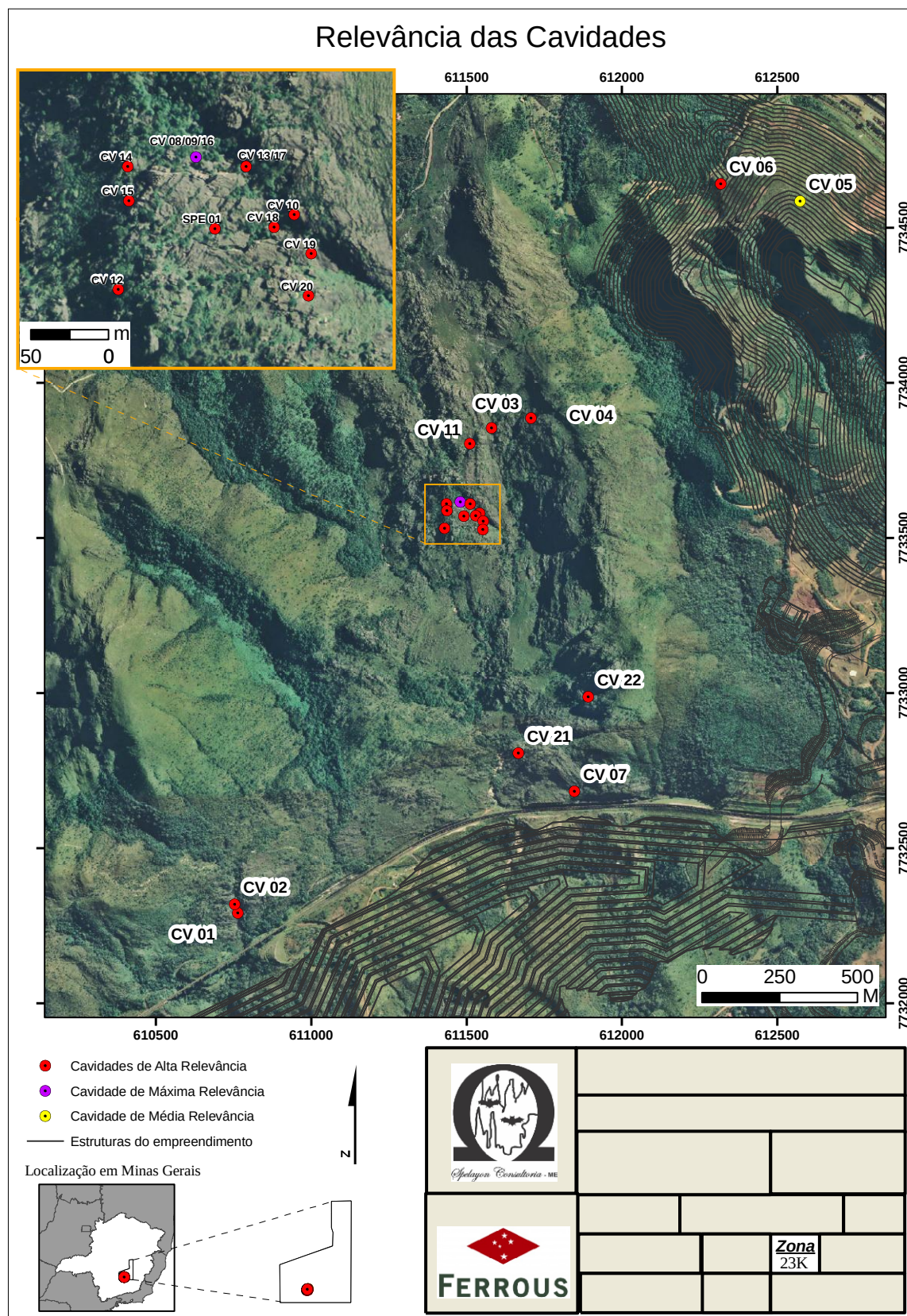
	-Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;		
CV 11	-Alta riqueza de espécies; -Alta abundância relativa de espécies; -Alta influência sobre o sistema cárstico; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; - Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA
CV 12	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Baixa abundância relativa de espécies; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 13_17	-Alto Volume; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA



	-Baixa abundância relativa de espécies; - Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição; - Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;		
CV 14	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Média abundância relativa de espécies; - Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 15	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média abundância relativa de espécies; -Muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 20	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Baixa riqueza de espécies; -Baixa abundância relativa de espécies; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 21	-Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume;	Significativa sob enfoque local e	ALTA



	-Média riqueza de espécies; -Baixa abundância relativa de espécies; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	regional; Acentuada sob ênfase local.	
--	---	---	--



Mapa 5: Localização das cavernas com seus respectivos graus de relevância.



11 BIBLIOGRAFIA

AMBIENTAL BRASIL. **Origem e Formação das Cavernas**. Disponível em: [http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/inde.html&conteudo=./at ural/cavernasbrasil.html](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/inde.html&conteudo=./at%20ural/cavernasbrasil.html). Acesso em: 10 de janeiro de 2008.

ALKMIM, F.F.; MARSHAK, S.. **Transamazonian Orogeny in the Sourthern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero**. Precambrian Research. 90 (1998) 29-58. 1998.

ALMEIDA, D. S. **Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. 1996**. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

ALMEIDA, F.F.M., 1977. **O Cráton do São Francisco**. Rev.Bras. Geoc., 7:349-364.

AUBRÉVILLE, A. **As florestas do Brasil – estudo fitogeográfico florestal**. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, 11, p. 210-232,1959.

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, pagina 8.

AULER, A.S.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. 2001. **As grandes cavernas do Brasil**. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 227p.

AULER, A. **Espeleologia: Noções Básicas**. São Paulo: Redespeleo Brasil, 2005. 102p.

AULER, A.S. **Protocolo de estudos ambientais em regiões com cavidades naturais subterrâneas e indicativo jurídico**. PROJETO BRA/01/039 – Relatório 1, 2 e 3. Apoio à reestruturação do Setor Energético. Programa das Nações Unidas para o



Desenvolvimento – PNUD, Ministério de Minas e Energia – MME, 2006. 50p

BARBOSA, G. V., 1961. **Noticias sobre o Karst na Mata de Pains**. Belo Horizonte: Boletim Mineiro de Geografia, No 2/3 - Ano II, p.3-21.

BARBOSA, G.V. 1980 **.Superfície de erosão no Quadrilátero Ferrífero Minas Gerais**. Revista Brasileira de Geociências 10 (1): 89-101 março.

BARR, T. C. JR., 1968. **Cave ecology and evolution of troglobites**. Evolutionary Biology 2: 35-102.

BARR, T. C. JR. 1967. **Observations on the Ecology of caves**. The American Naturalist 101 (922): 475-491.

BARR, T. C. & KUEHNE, R. A., 1971. **Ecological studies in the Mammoth Cave ecosystems of Kentucky**. II. The ecosystem. Annales de Spéléologie 26: 47-96.

BARROS, R. S. M.; BISAGGIO, E. L.; BORGES, R. C., 2006. **Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em fragmentos florestais urbanos no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, sudeste do Brasil**. Biota Neotropica. 6(1).

BECKER, M. & DALPONTE, J.C. **Rastros de Mamíferos Silvestres Brasileiros: um guia de campo**. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 1991.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A., 2004. **Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, oeste do Paraná, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia. 21 (4): 943- 954.

BRANDT MEIO AMBIENTE. 2009. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Projeto Mina VIGA**. VIGA Mineração e Engenharia Ltda. Congonhas – MG.

CARDOSO, F. H. e IANNI, ° **Homem e Sociedade: Leituras Básicas de Sociologia Geral**.

CEMIG. **Guia Ilustrado de Animais do Cerrado de Minas Gerais**. 2.º edição. Editare

COELHO, A.; PILÓ, L.B.; AULER, A.; BESSI, R. 2010. **Espeleologia da Área do Projeto Apolo, Quadrilátero Ferrífero, MG**. Carste Consultores Associados. PA COPAM 11.654/2008/001/2009 – Mina Apolo.



COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO. **A Bacia Hidrográfica do São Francisco**, disponível em www.cbhsaofrancisco.org.br. Acesso em 07/04/2005.

CULVER, D. C., 1982. **Cave Life, Evolution and Ecology**. Cambridge, Massachussets and London, England, Harvard University Press. 189p.

DEL RIO, Vicente e OLIVEIRA, de Livia. **Percepção Ambiental, Experiência Brasileira**; editora UFSCAR, 2ª edição, 1999.

DEUTSCH, L.A. **O Mundo dos Animais: Guia Ilustrado: Mamíferos II**. São Paulo: Nova Cultural, 1990.

DORR, J.N.; **Physiographic, stratigraphic, and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil**. USGS Prof.Paper 641(A), 110p. ; 1969.

Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental. **Projeto: TCLD Mina do Engenho – UTM do Pires**. CERN: Maio, 2005.

Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Imapacto Ambiental. **Projeto Barragem de CONTENÇÃO DE REJEITOS**. GEOMIL: Julho, 2005.

Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Imapacto Ambiental. **Projeto de Expansão Mina da Jangada**. CERN: Julho, 2005.

FANI, Ana. **O lugar no/do mundo**. Hucitec: São Paulo, 1996

FEAM – **Nosso Rio, Nossa Gente: Percepção e Comportamento Ambiental da População da Bacia do Rio das Velhas** - Principais Descobertas/ Fundação Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. – Belo Horizonte; 1998.

FERREIRA, R. L., 2004. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. Tese de Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

FERRREIRA, R. L.; KAWAMURA, E. M.; PONTES, G. B.; ALMEIDA, S. S. P.; ARAÚJO, V. A.; TEIXEIRA, V. R. C., 2005. **Ecologia populacional de Goniosoma sp. (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae) em uma caverna ferruginosa do município de Ouro Preto, MG**. Revista Brasileira de Zoociências 7 (2): 203-216



FERREIRA, R. L. & HORTA, L. C. S., 2001. ***Natural and Human Impacts on Invertebrate Communities in Brazilian Caves***. Revista Brasileira de Biologia 61(1):7-17.

FERRETTI, A. R. et al. ***Classificação das espécies arbóreas em grupos ecofisiológicos para vegetação com nativas no estado de São Paulo***. Florestar Estatístico, v.3, n.7.

FILHO, O. B. Amorim – ***“Topofilia, Topofobia e Topocídio em Minas Gerais”***. In: Percepção Ambiental, Experiência Brasileira, DEL RIO, Vicente e OLIVEIRA, de Livia; editora UFSCAR, 2a edição, 1999.

FREIRE, W. ***Proteção do Patrimônio Espeleológico e possibilidade de supressão de cavidades naturais subterrâneas***. 2005. Disponível em: http://www.institutowilliamfreire.org.br/?id_pagina=40. Acesso em 18 de julho 2012.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DE BELO HORIZONTE. ***Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora do estado de Minas Gerais***. Organizadores: Miriam Pimentel Mendonça e Livia Vanucci Lins. Belo Horizonte: 2000. 160p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). ***Cobertura vegetal e uso do solo***. In: _____. Estudos integrados de recursos naturais: bacia do alto São Francisco e parte central da área mineira da SUDENE. Belo Horizonte, 1986.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). ***Levantamento da cobertura vegetal e uso do solo***. Projeto VIDA. Belo Horizonte, 1994. (Relatório).

GAIR, J.E. 1962. ***Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima quadrangles***. U.S. Geological Survey Professional Paper, 341-A:l-87.

GILBERT, J. D; DANIELPOL, L. & STANFORD, J. A., 1994. ***Groundwater ecology***. San Diego, California Academic Press Limited, 571p.

GINES, A & GINES, J., 1992. ***Karst phenomena and biospeleological environments***, p. 31- 5. In: MUS. NAC. CIENC. NATUR.(ED.). The natural history of biospeleology, onografias. Madrid, Spain. 677p.

GOMES, F. T. M. C.; FERREIRA, R. L. & JACOBINI, C. M., 2000. ***Comunidade de***



artrópodes de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura. Revista Brasileira de Zoociências 2 (1): 77-96.

GUIMARÃES, Regina Maia; RODARTE, Deborah Alvarenga; **Uso e Ocupação do Solo e Vegetação-Serra Azul – MG**; FEAM-MG; 2003.

GUILD, P.W. 1960 . **Geologia e Recursos Minerais do Distrito de Congonhas, Estado de Minas Gerais**. Ministério da Agricultura, Rio Janeiro. Memória nº 1, 213 p. Tradução de Barbosa, Aluizio Licínio .

HOLSINGER, J. R. & CULVER, D. C., 1982. **The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of Eastern Tennessee: Zoogeography and Ecology**. Brimleyana 14: 1-162.

HOLSINGER, J. R., 1988. **Troglobites: the evolution of cave-dwelling organisms**. American Scientist 76: 146-153.

HOWARTH, F. G., 1993. **High-stress subterranean habitats and evolutionary change in cave-inhabiting arthropods**. The American Naturalist 142: 565-577.

HOWARTH, F. G. 1983. **Ecology of caves arthropods**. Annual Review of Entomology 28: 365-389.

HOWARTH, F. G., 1979. **The Zoogeography of specialized cave animals: a bioclimatic model**. Evolution 34 (2): 394-406.

IBAMA. 1994. **Manual de Anilhamento de Aves Silvestres**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

INDEX KEWENSIS. **Plantarum Phanerogamarum**. Oxford: Herbarium of the Botanical Gardens Kew, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2**. Disponibilidade e acesso: <<http://www.ibge.gov.br>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO.2003. **Contribuição do IBRAM para o Zoneamento Ecológico Econômico e o Planejamento Ambiental de Municípios Integrantes da APA Sul RMBH**. Belo Horizonte.322p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Projeto Águas de Minas**, relatório de 2004. Disponível em www.igam.mg.gov.br.



- JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo, Ed. Nacional, 1985. 77p.
- LINO, C. F. 2001. **Cavernas: O Fascinante Brasil Subterrâneo**. São Paulo, Editora Gaia.
- LORENZI, H., 1992. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Vol. 1. Ed. Plantarum.
- LORENZI, H., 1998. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Vol. 2. Nova Odessa, São Paulo: Ed. Plantarum.
- LUDWING, J.A. & REYNOLDS, J. F., 1988. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York, Wiley, 325p.
- MARANGON, L. C. **Florística e fitossociologia de área de Floresta Estacional Semidecidual visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no Município de Viçosa, MG**. 1999. 135f. (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1993. 246 p.
- MARTINS, S. V. **Aspectos da dinâmica de clareiras em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas, SP**. 1999. 214f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- MEIRA NETO, J. A. A.; et al. **Estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana em área diretamente afetada pela usina hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais**. Revista Árvore, v.21, n. 3, p. 337-344, 1997.
- MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. **Composição florística do estrato herbáceo-arbustivo de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa-MG**. Revista Árvore, v. 24, n. 4, p. 407-416, 2000.
- MOHR, C. E. & POULSON, T. L., 1966. **The life of the cave**. McGraw-Hill Book, New York, 232 pp.
- MUELLER - DUMBOIS, D., ELLENBERG, H. **Aims and methods vegetation**



ecology. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

NETTO, S. P. e BRENA, D. A. **Inventário Florestal.** Curitiba, PR, 1993, 247 p.

O'ROURKE J. E. 1957. **The Stratigraphy of the metamorphic rocks of the Rio de Pedras and Gandarela Quadrangles, Minas Gerais, Brazil.** University of Wisconsin, Wisconsin, Ph.D. Thesis, 106 p.

p.73-77, 1995.

PAULA, A. **Alterações florísticas e fitossociológicas da vegetação arbórea numa Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa-MG.** 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

PERACCHI, A. L.; LIMA, I. P.; REIS, N. R.; NOGUEIRA, M. R.; ORTÊNCIO FILHO, H. Ordem Chiroptera. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Eds.). **Mamíferos do Brasil. 2 ed.** Londrina: Nelio R. dos Reis, 2011. p.155-234.

POUGH, F.H.; HEISER, J.B. & MACFARLAND, W.N. 2003. **A vida dos vertebrados,** 3ª Edição. Atheneu Editora, São Paulo.

POULSON, T. L & WHITE, W. B., 1969. **The cave environment.** Science 165: 971-981.

PROUS, X., 2005. **Entradas de cavernas: interfaces de biodiversidade entre ambientes externos e subterrâneos. Distribuição dos artrópodes da Lapa do Mosquito, Minas Gerais.** Dissertação de mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 110pp.

PROUS, X., FERREIRA, R. L. & MARTINS, R. P., 2004. **Ecotone delimitation: apigean-hypogean transition in cave ecosystems.** Austral Ecology 29:374-382.

R Development Core Team (2008). R: **A Language and Environment for Statistical Computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3- 00051-003, URL <http://www.Rproject.org>

RICKLEFS, R.F. (5ª ed) 2003. **Economia da Natureza.** Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan,

RIZZINI, C. T. **Preliminares Acerca das Formações Vegetais e do**



Reflorestamento no Brasil Central. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviços de Informações Agrícolas, 1962.

ROLFF, P. A. M. A., 1971. **Morfologia Cárstica no Bambuí de Arcos-MG.** Ouro Preto: Revista da Sociedade Excursionista e Espeleológica. EM/UFOP, Nº 3: 25-30.

SANTOS, E. **Anfíbios e Répteis do Brasil: Vida e Costumes.** 4.º edição. Editora Vila Rica.

SANTOS, E. Zoologia Brasília. **Entre o Gambá e o Macaco.** v.6. Belo Horizonte: Itatiaia,

SANTOS, Luciano Gomes; CARVALHO, Leandro César; CRUZ, Claudinei Oliveira; - MACHADO, Roberto Ferreira Machado; TORRES, Bárbara Valadão; **Levantamento de passivos ambientais e diagnostico ambiental das mineradoras da Serra do Itatiaiuçu;** ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

SENRA, L. C. **Composição Florística e estrutura fitossociológica de um fragmento florestal da Fazenda Rancho Fundo, na Zona da Mata – Viçosa, MG.** 2000. 78 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SEVILHA, A. C. et al. **Fitosociologia do estrato arbóreo de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face Sudoeste), Viçosa (MG).** Revista Árvore, v. 25, n. 4, p. 431-443, 2001.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira.** Rio de Janeiro:Ed. Nova Fronteira.

SILVA, A. P. B., 2008. **Enriquecimento trófico em ambientes subterrâneos e suas aplicações para a conservação da biodiversidade e invertebrados aquáticos.** Dissertação de mestrado em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.

SILVA, F. J., 2006. **Invertebrados de cavernas do Distrito Federal: diversidade, distribuição temporal e espacial.** Tese de doutorado em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, 121pp.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; FONTES, N. R. L.; PAULA A. **Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de Floresta**



Semidecidual Submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosaderal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Árvore, v. 24, n. 4, p. 397-405, 2000.

SILVA, A. F.; FONTES, N. R. L.; LEITÃO FILHO, H. F. **Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais.** Revista Árvore, v. 24, n. 4, p. 397-405, 2000.

SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O., BARBIN, D. & VILLA NOVA, N. A., 1976. **Manual de Ecologia dos insetos.** Ed. Agr. Ceres, Piracicaba, SP, 418pp.

SIMONS, G.E. & MAXWELL, C.H. 1961. **Grupo Tamanduá da Série Rio das Velhas.** Rio de Janeiro, DNPM/DGM. 30p. (*Boletim 211*).

SOUZA, A. L., LEITE, H.G. **Regulação da produção em florestas inequidâneas.** Viçosa, UFV, 1993. 147p.

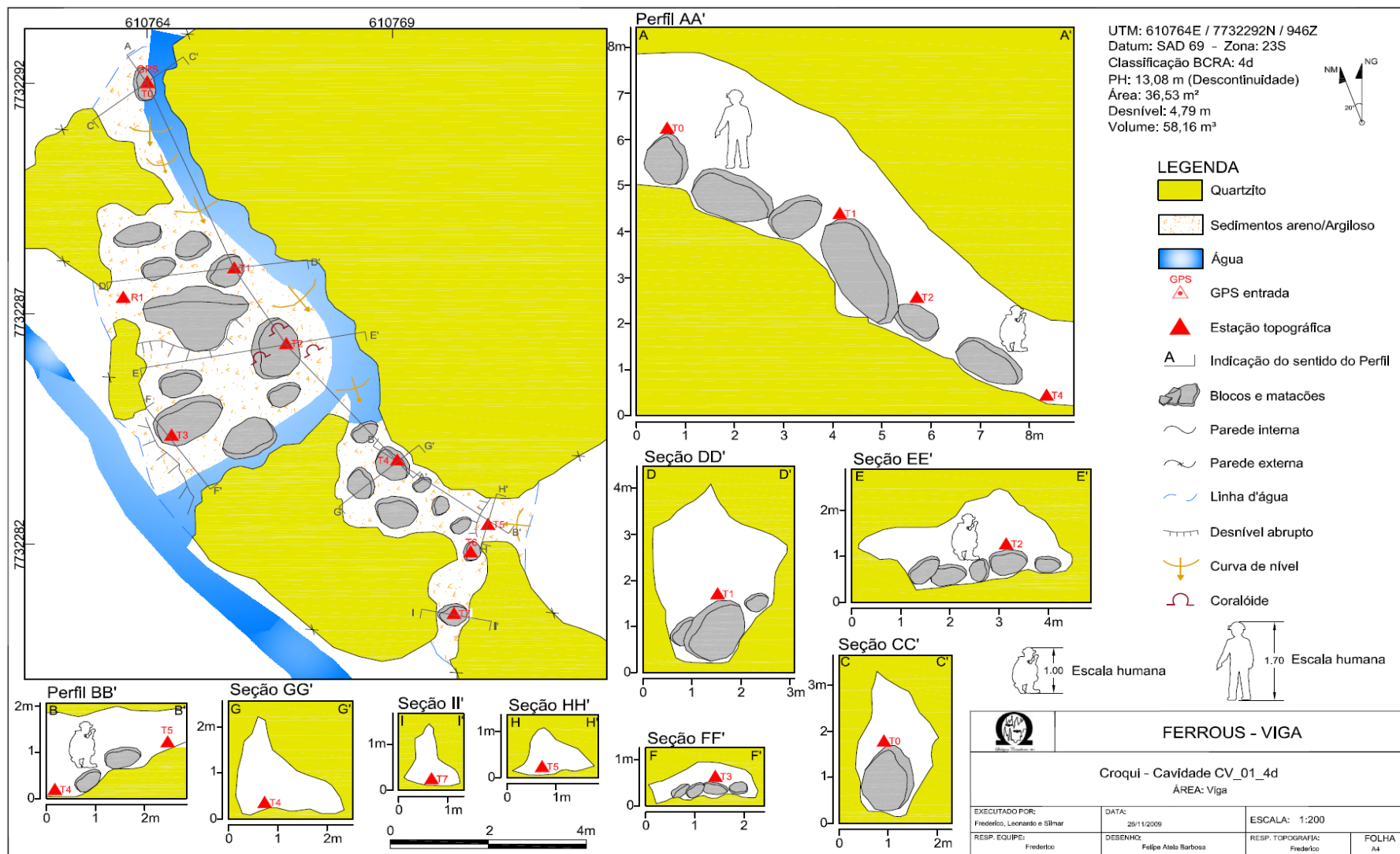
TAMURA, K., DUDLEY, J., NEI, M. & KUMAR, S. 2007. **MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0.** Molecular Biology and Evolution. 24: 1596-1599.

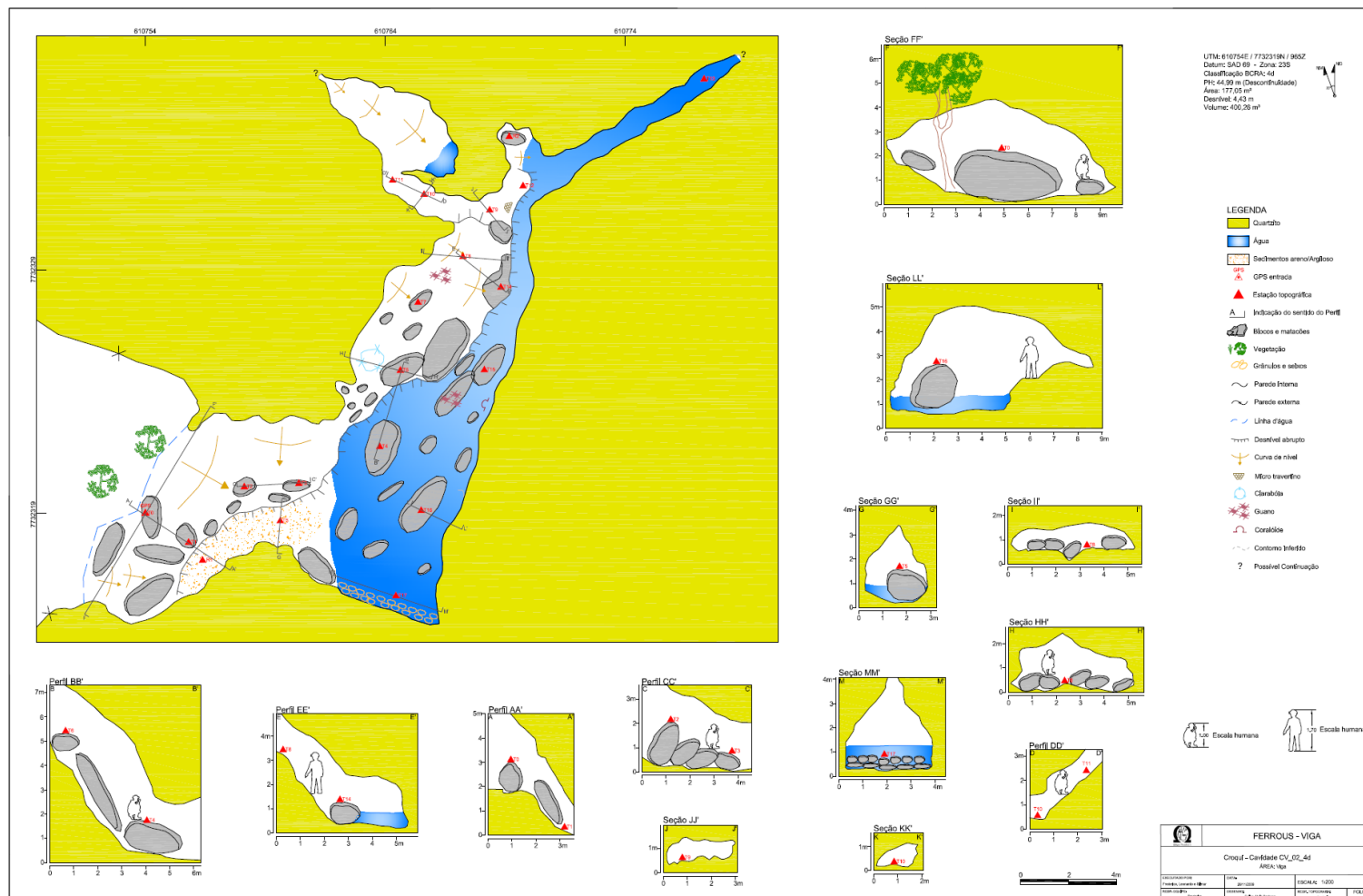
http://www.zee.mg.gov.br/zee_externo

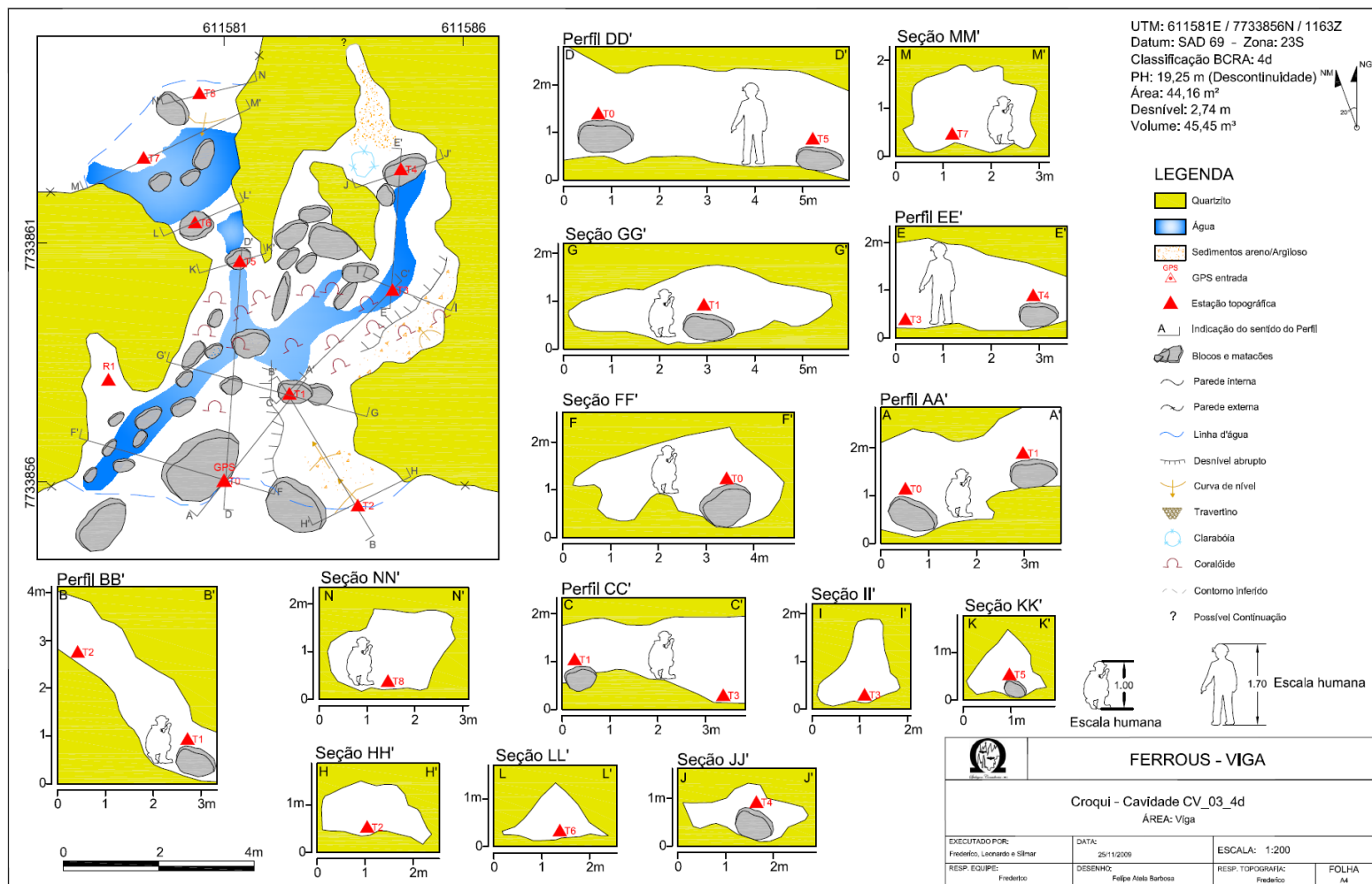
http://www.pasteur.saude.sp.gov.br/informacoes/informacoes_02.htm. Acessado em 31/07/2012.

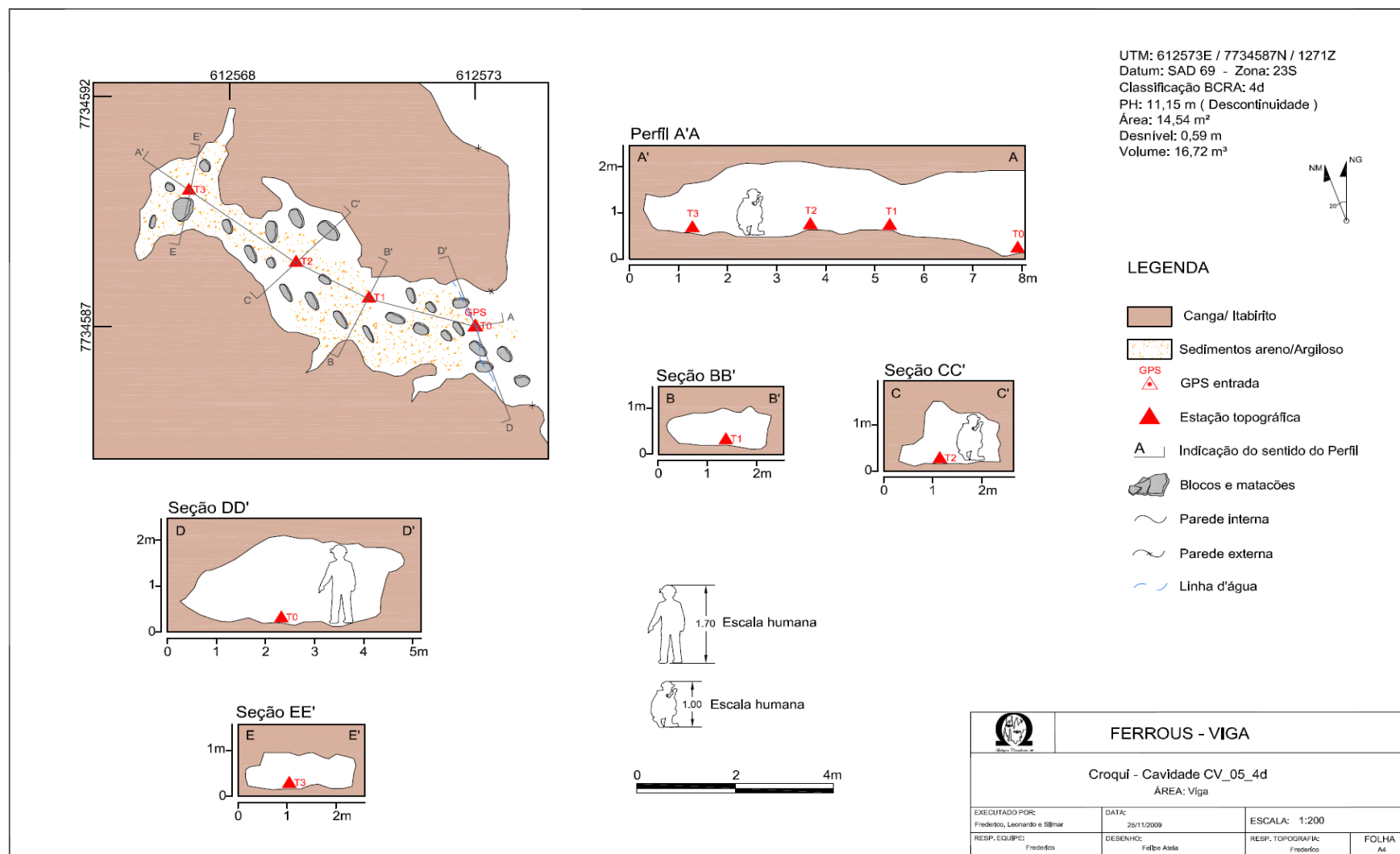


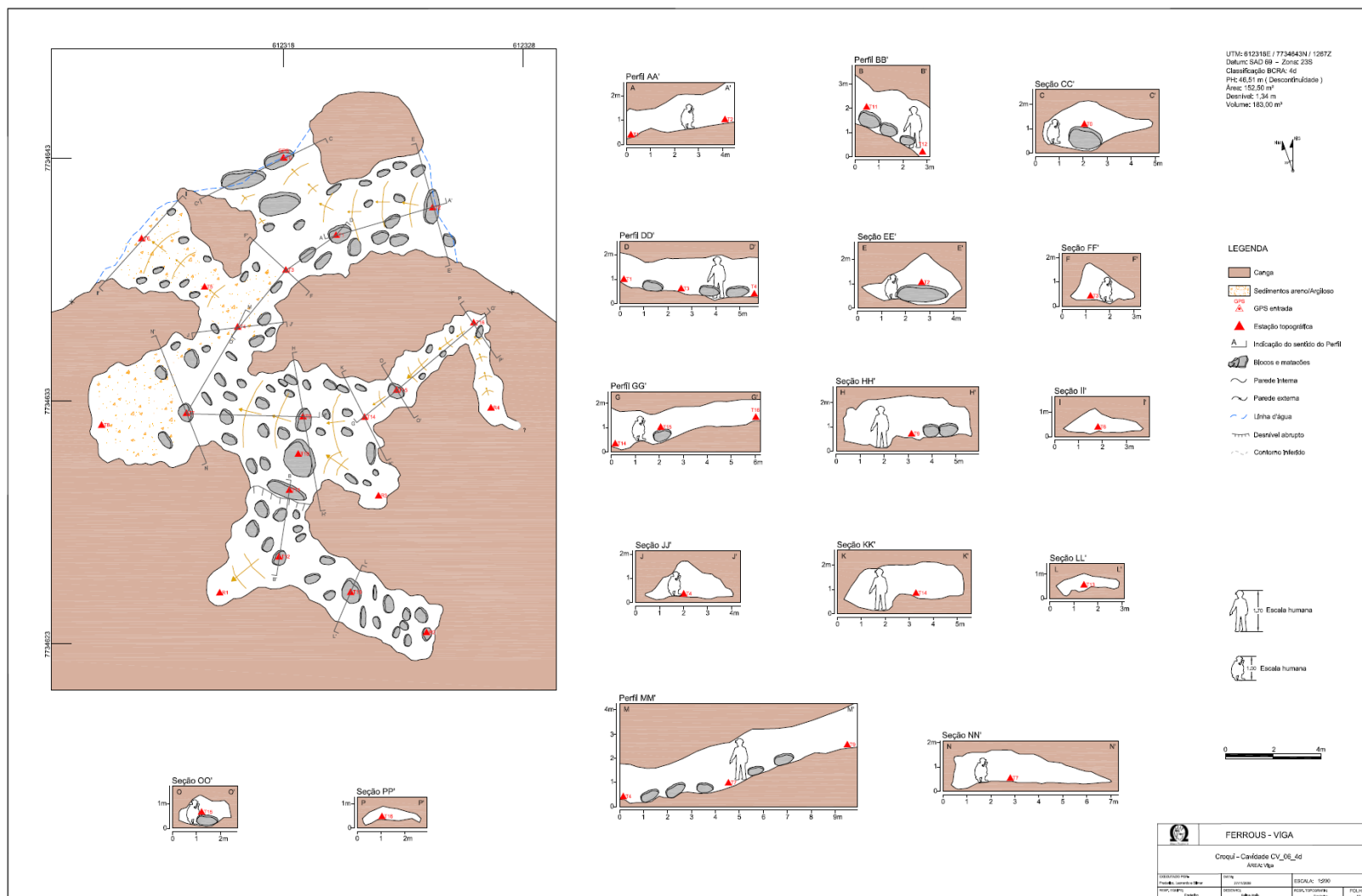
Anexo 1: Mapas topográficos das cavidades analisadas.

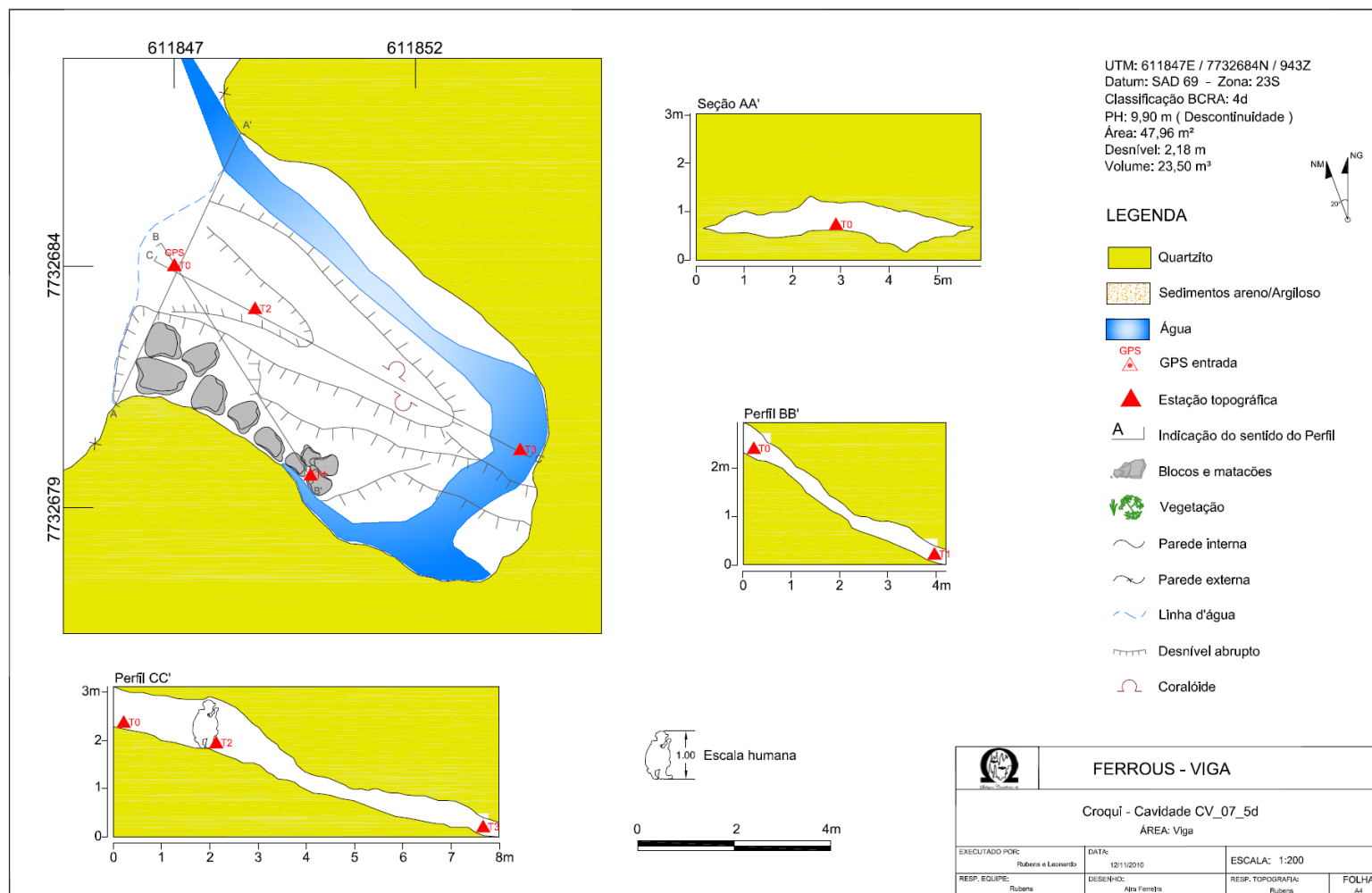


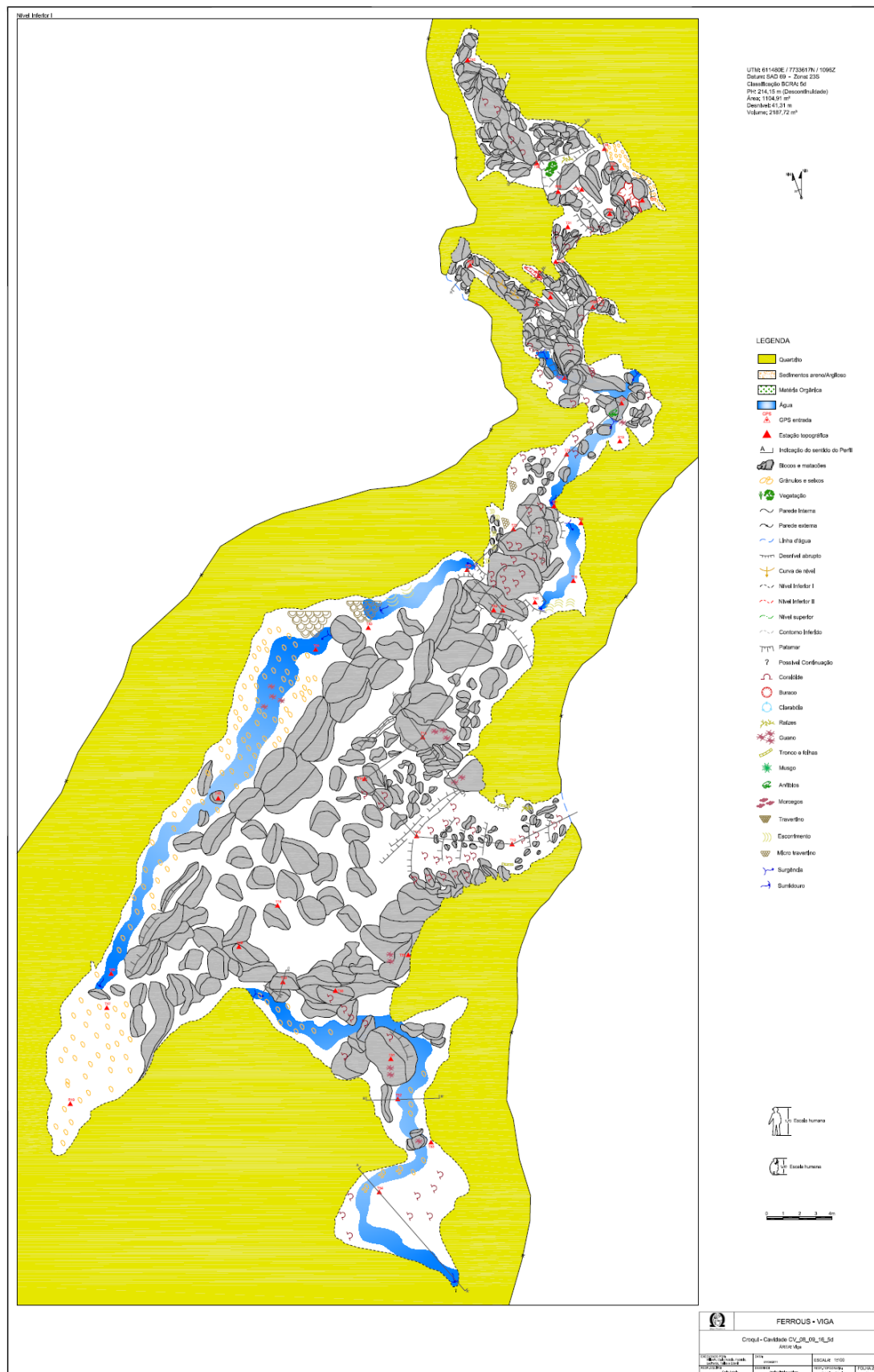


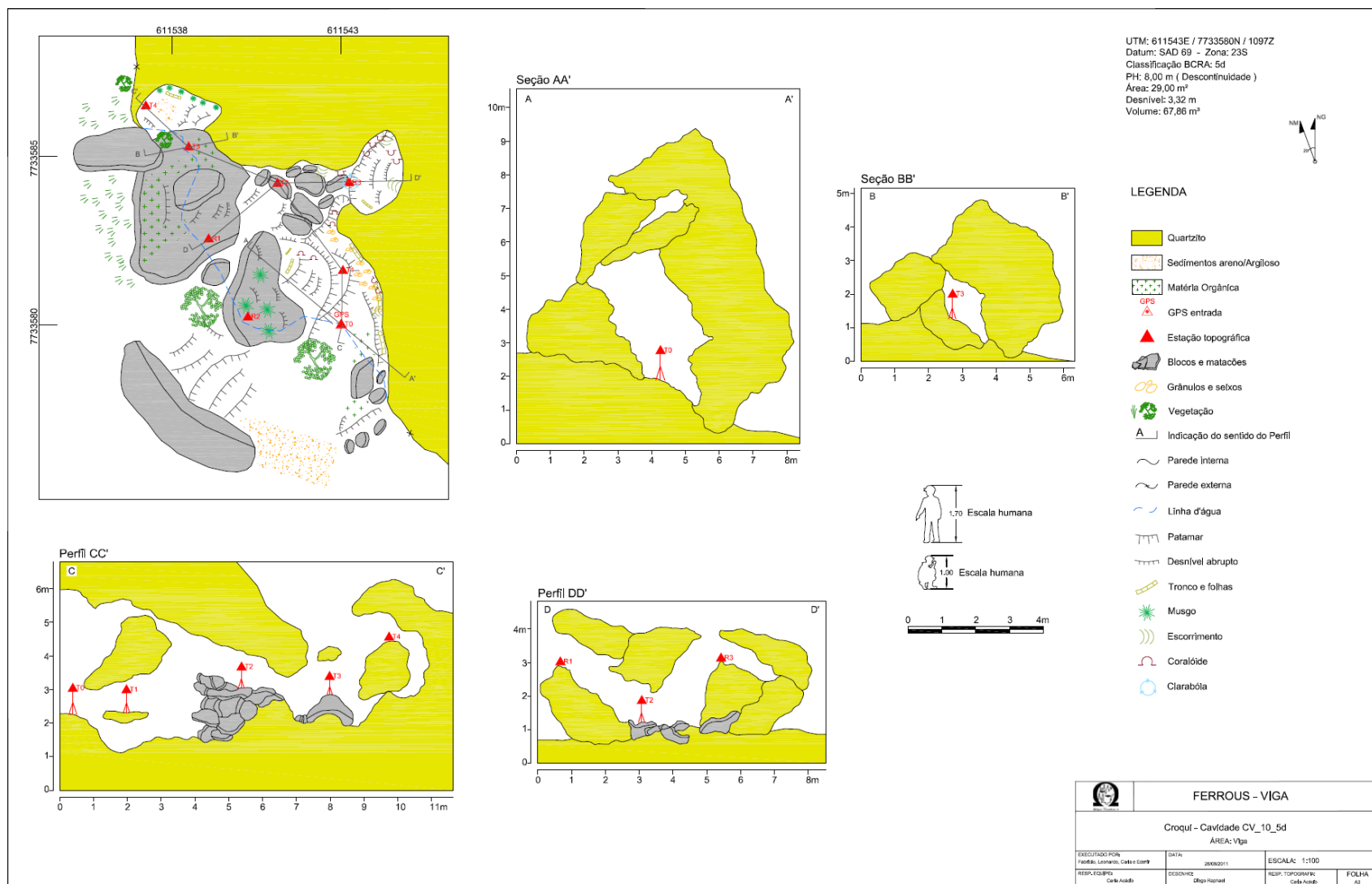


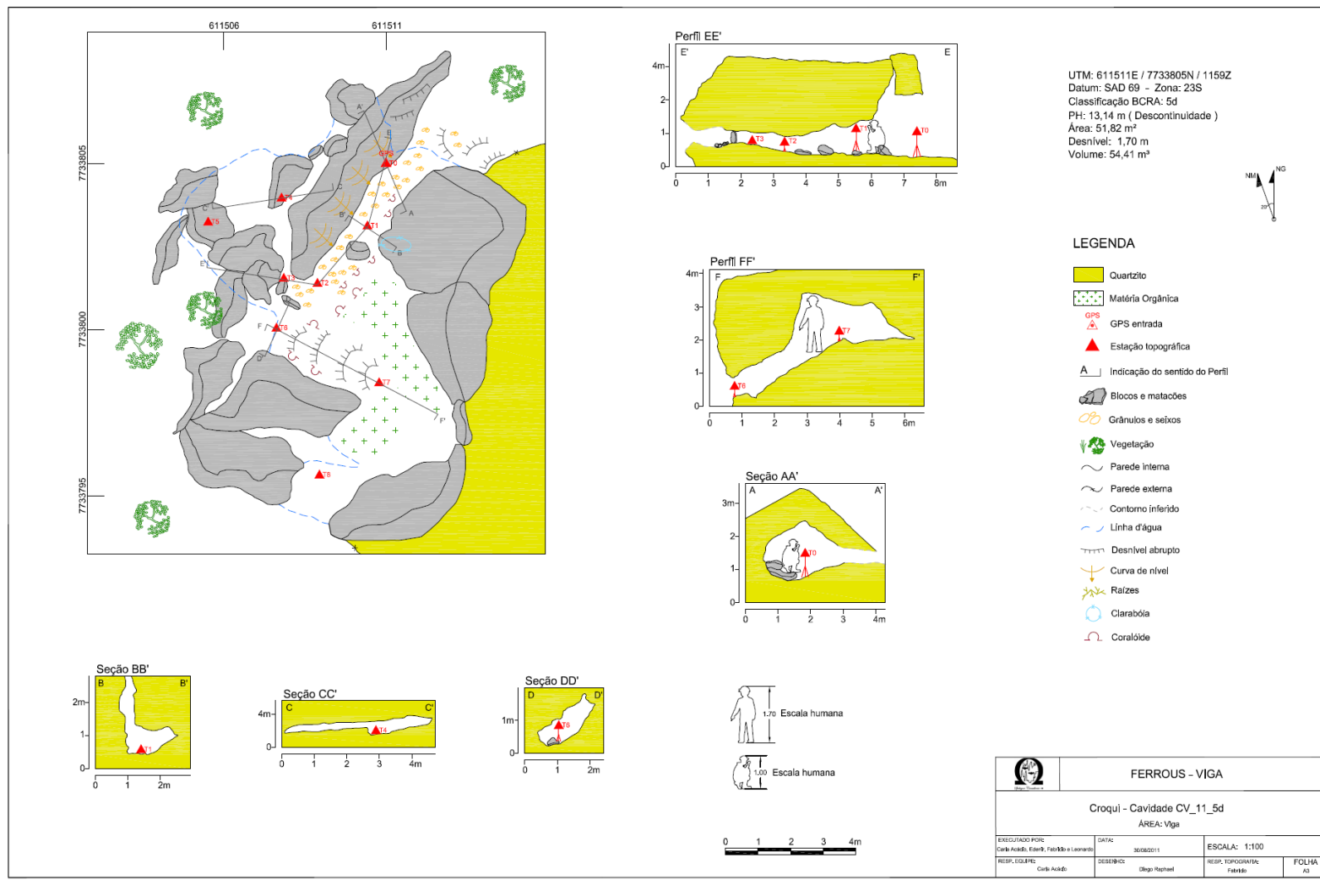


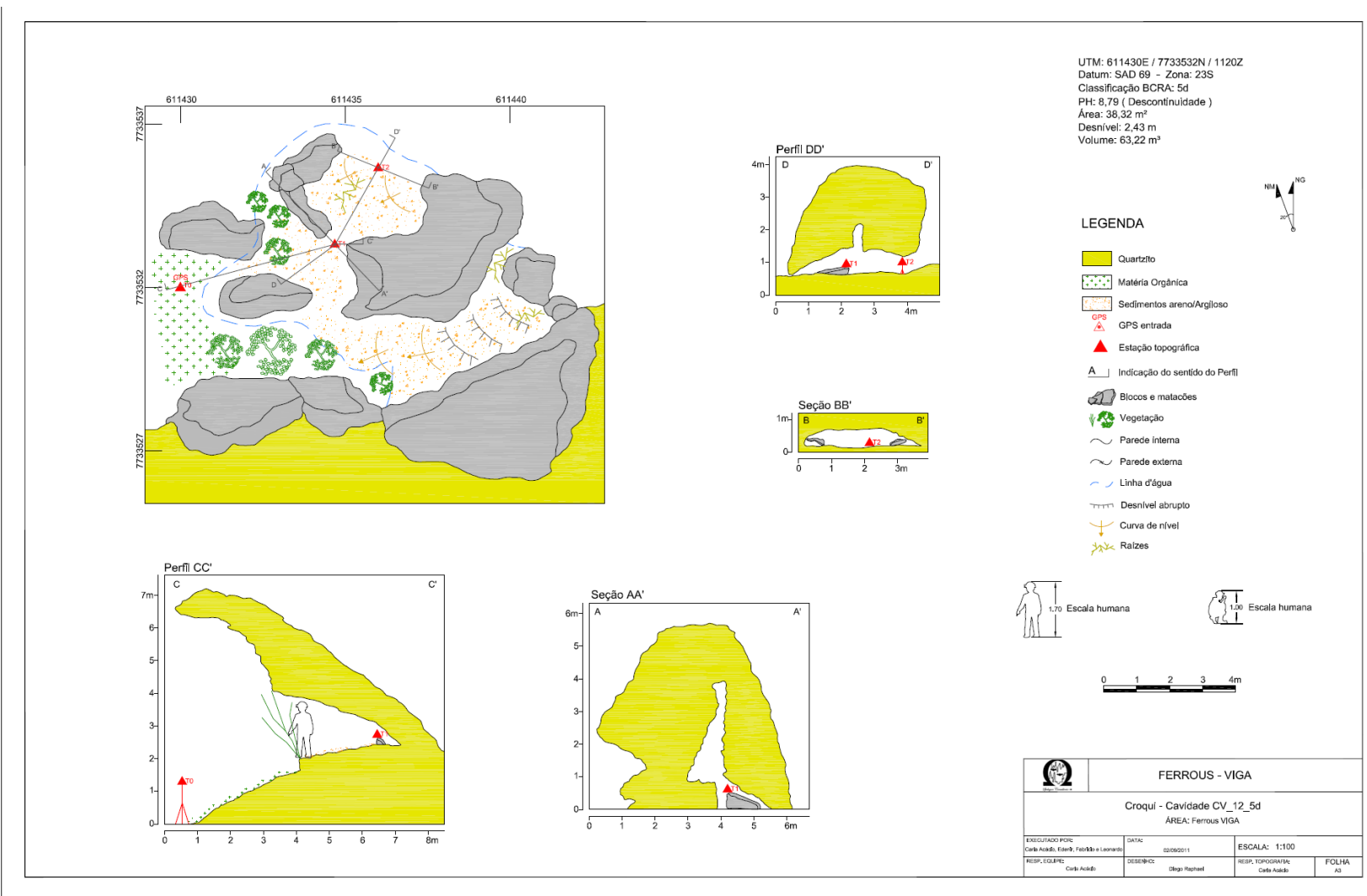


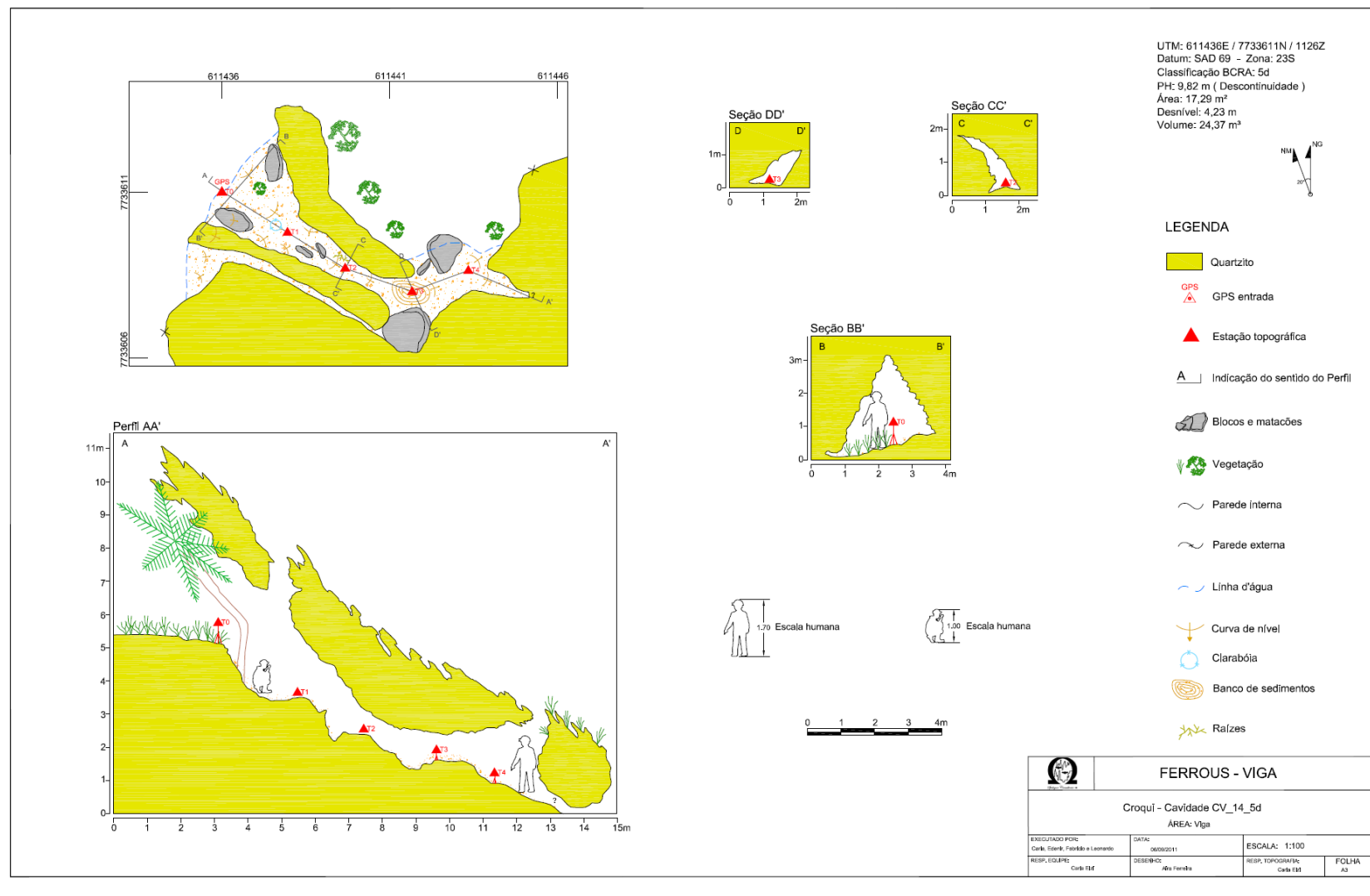


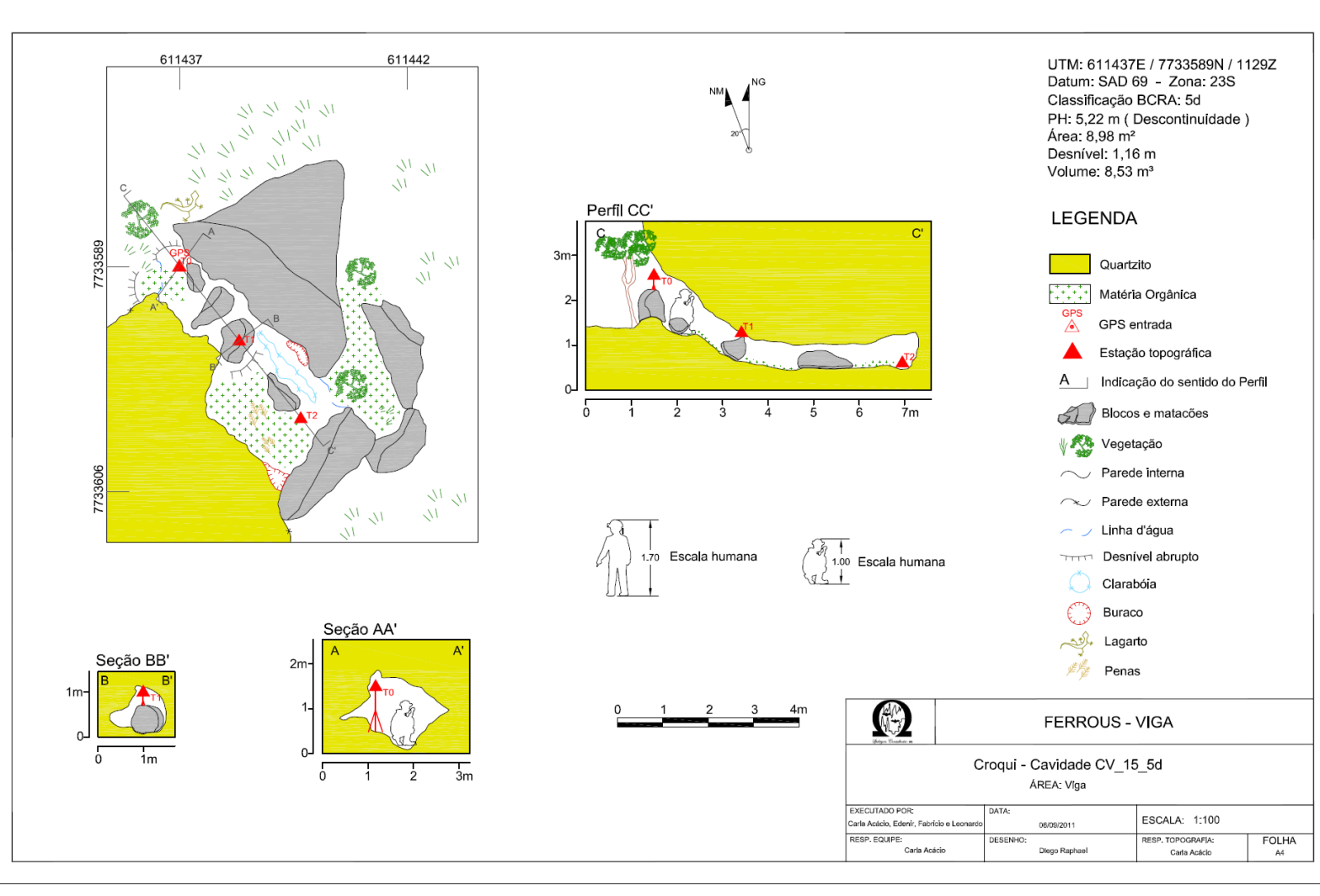


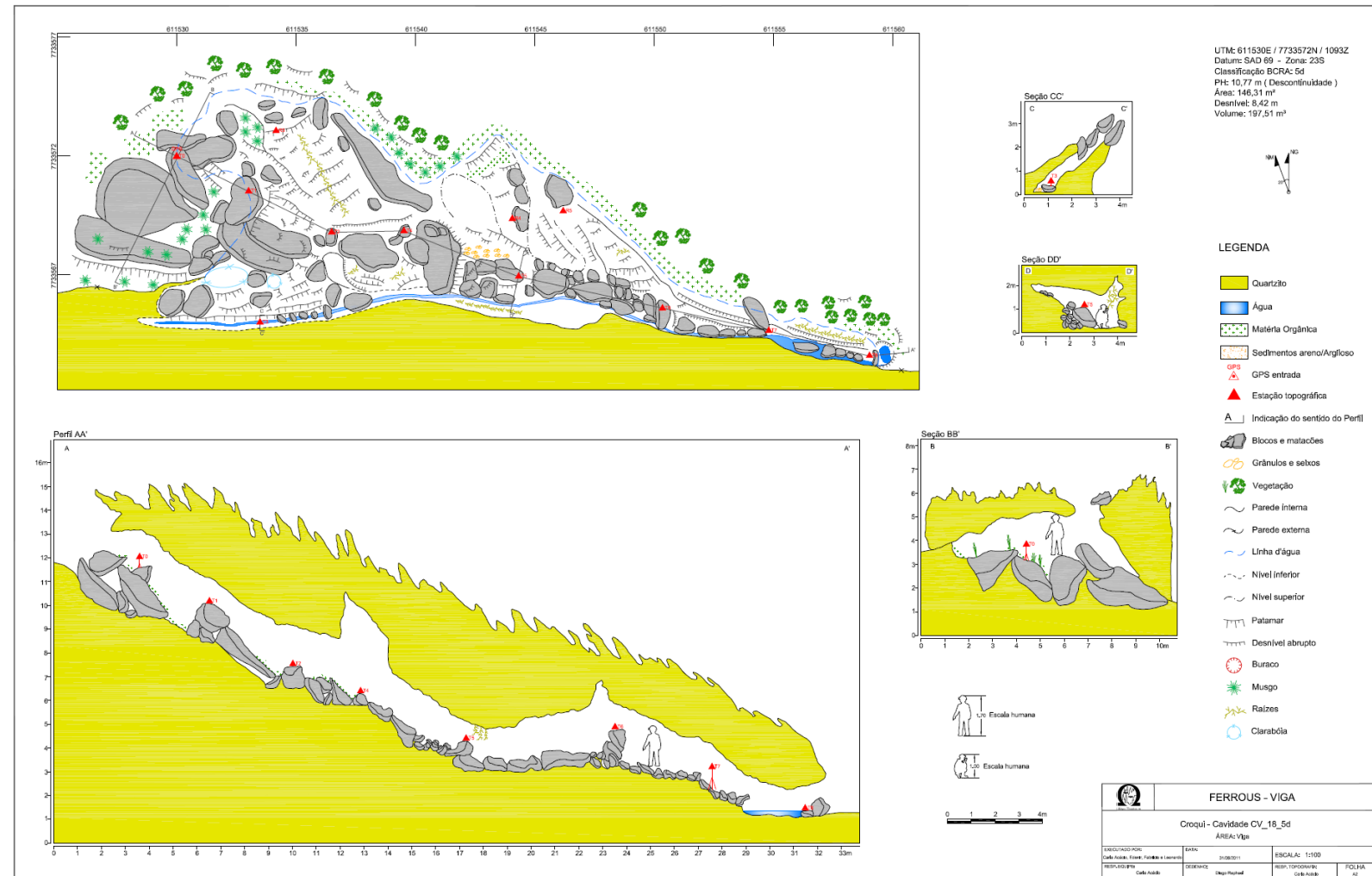


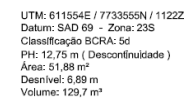






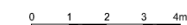
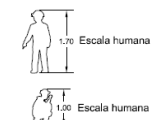






LEGENDA

- | | |
|--|--------------------------------|
| | Quartzito |
| | Sedimentos areno/Argiloso |
| | Matéria Orgânica |
| | GPS entrada |
| | Estação topográfica |
| | Indicação do sentido do Perfil |
| | Blocos e matações |
| | Grânulos e seixos |
| | Vegetação |
| | Musgo |
| | Parede interna |
| | Parede externa |
| | Linha d'água |
| | Desnível abrupto |
| | Ciarabóla |
| | Coralíde |
| | Feces de animais |



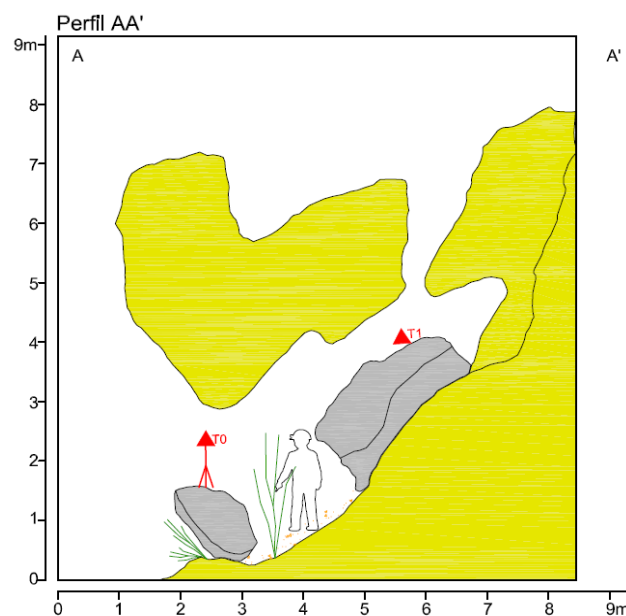
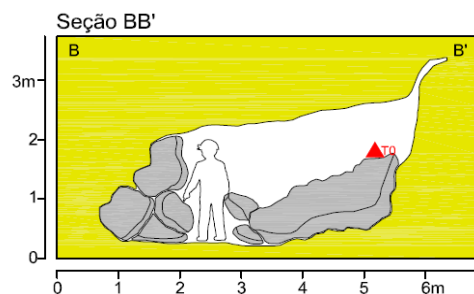
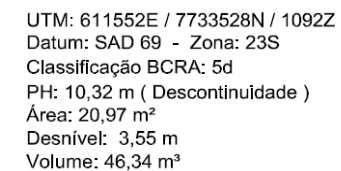
FERROUS - VIGA

Croqui - Cavidade CV_19_5d
ÁREA: Viga

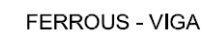
EXECUTADO POR: Cada. Edmundo, Fausto, Leonardo	DATA: 02/12/2011	ESCALA: 1:100	
RESP. EQUIPO: Cada.	DISENHO: Fausto e Edmundo	RESP. TOPOGRAFIA: A. Leonardo	FOLHA: 1

Av. Amazonas, nº 1306, Salas 7, 202 e 203. Barro Preto.
Belo Horizonte/MG. CEP: 30180-003
CNPJ: 08.704706/0001-46 – Tel.: (31) 3335.5783 /
2531.5783





	Quartzito
	Sedimentos areno/Argiloso
	Matéria Orgânica
	Vegetação
	GPS entrada
	Estação topográfica
	Indicação do sentido do Perfil
	Blocos e matações
	Parede interna
	Parede externa
	Linha d'água
	Coralóide
	Contorno inferior

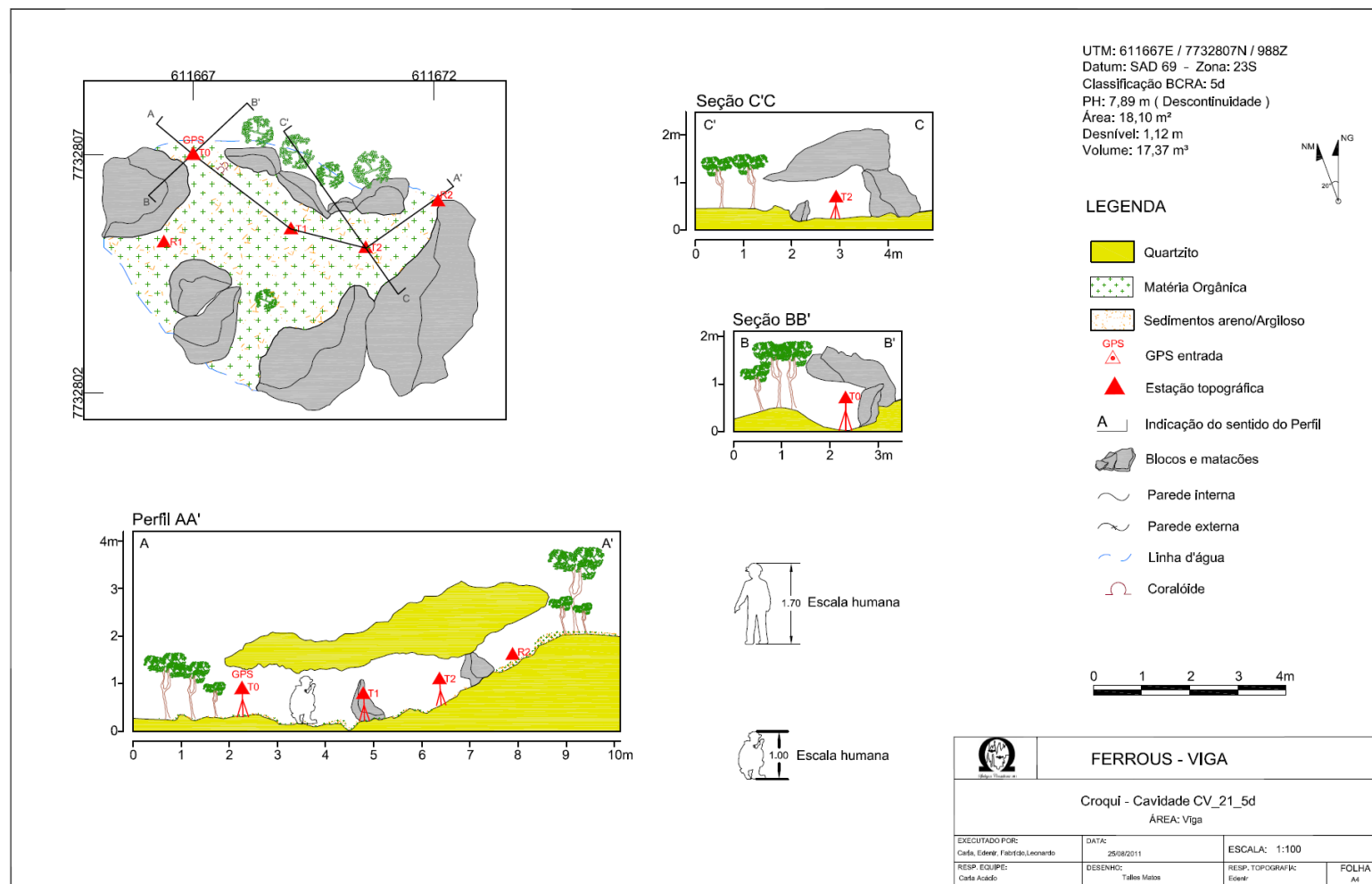


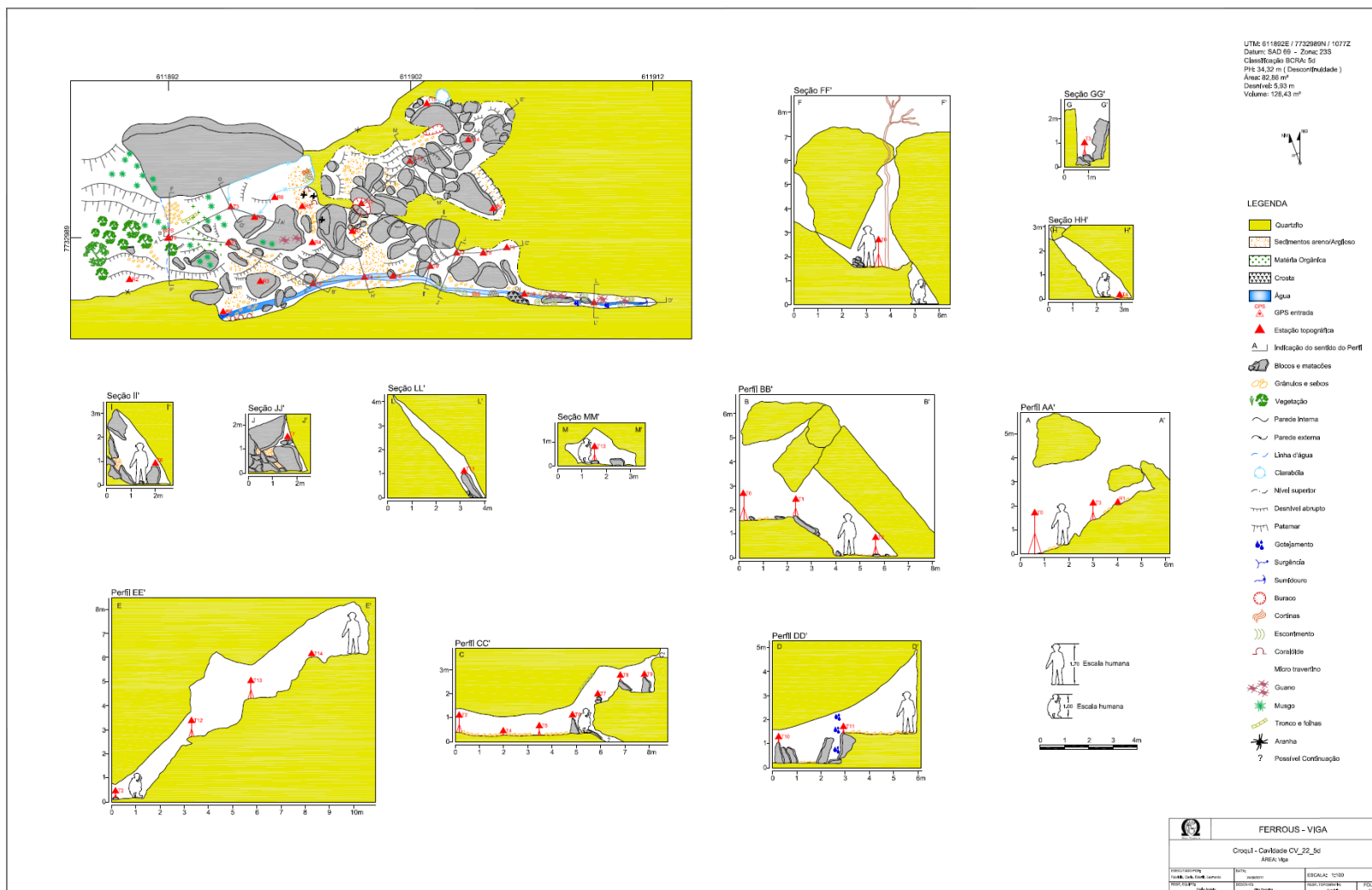
Croqui - Cavity CV_20_5d
ÁREA: Viga

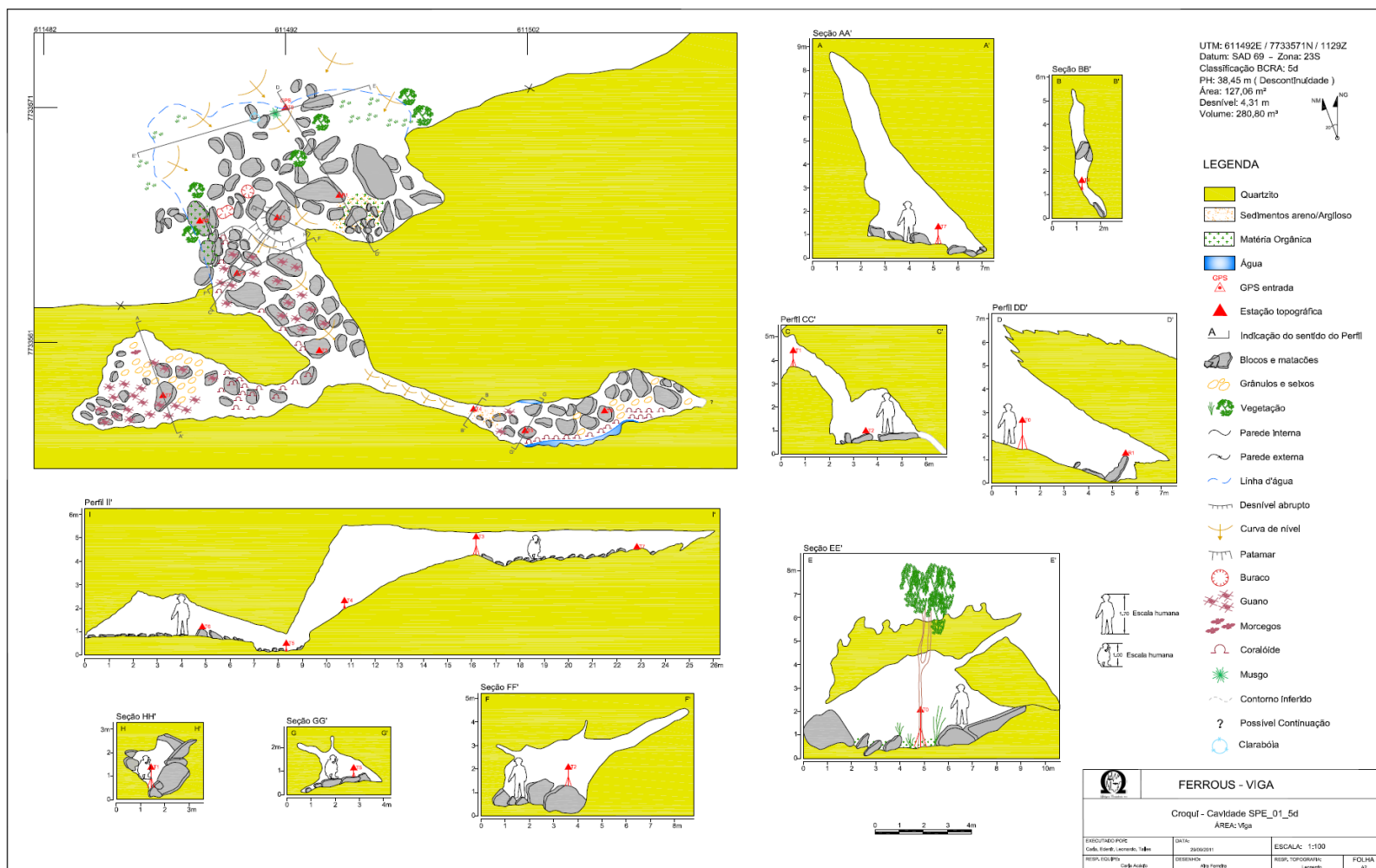
EXECUTADO POR: Carla Acácio, Ederir, Fabrício, Leonardo	DATA: 01/09/2011	ESCALA: 1:100	
RESP. EQUIPE: Carla Acácio	DESENHO: Ederir e Diego	RESP. TOPOGRAFIA: Carla Acácio	FOLHA A4

Av. Amazonas, nº 1306, Salas 7, 202 e 203. Barro Preto.
Belo Horizonte/MG. CEP: 30180-003
CNPJ: 08.704706/0001-46 – Tel.: (31) 3335.5783 /
2531.5783











Anexo 2: Espécies encontradas nas cavidades estudadas e respectivos números de indivíduos.



Espécies encontradas nas cavidades estudadas. As cavidades 10, 11, 12, 13/17, 14, 15, 20 e 21 foram amostradas apenas na época seca para os invertebrados, sendo necessária ainda uma campanha na época chuvosa.

Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Acari	Acari sp.								2					6	3		24	4	2		
Acari	Acari sp.1											1									
Acari	Acari sp.10		1																		
Acari	Acari sp.11						1														
Acari	Acari sp.5											3									
Acari	Acari sp.7									1											
Acari	Acari sp.9													1							
Araneae	Alpaida sp.1							1													
Araneae	Alpaida sp.2								4		1										1
Araneae	Alpaida sp.3		2																		
Araneae	Araneae sp.										1						1				
Araneae	Araneae sp.13														1						
Araneae	Araneae sp.15										1										
Araneae	Araneus sp.										1					1					
Araneae	Corythalia sp.1							4	2				3	3						1	
Araneae	Corythalia sp.2																2				
Araneae	Ctenidae sp.1						1														
Araneae	Ctenidae sp.2		1																		
Araneae	Deinops sp.		1	1																	
Araneae	Dipluridae sp.								2											1	
Araneae	Dipluridae sp.2									1											
Araneae	Enoploctenus cyclothorax								3											9	
Araneae	Enoploctenus sp.			2	1			1			1					2					1
Araneae	Isoctenus imaturo																			1	



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Araneae	<i>Isoctenus</i> sp.								6												1
Araneae	Linyphiidae sp.				3																
Araneae	<i>Mesabolivar</i> sp.1			2	1		9	2	14		3		1				1			8	4
Araneae	<i>Mesabolivar</i> sp.2			7	2																
Araneae	<i>Ochyrocera</i> sp.							1	3	3			3			1	1			1	1
Araneae	<i>Phoneutria</i> sp.								1												
Araneae	Pisauridae sp.		1	2																	
Araneae	<i>Plato</i> sp.1		7	2	13		15														70
Araneae	<i>Plato</i> sp.2								222												
Araneae	Salticidae sp.1		1		2		2												1		
Araneae	Salticidae sp.2		1																		
Araneae	<i>Scytodes</i> sp.		1				4										2				
Araneae	Theridiidae sp.1	1	3																		
Araneae	Theridiidae sp.2	1					6														
Araneae	Theridiidae sp.3								4												
Araneae	<i>Theridion</i> sp.1							3													
Araneae	<i>Theridion</i> sp.2											6			1	1				6	5
Araneae	<i>Theridion</i> sp.3																			1	
Araneae	<i>Theridion</i> sp.4								5												
Araneae	<i>Thymoites</i> sp.								4												
Blattodea	Blattidae sp.1												3								
Blattodea	Blattodea imaturo																1				
Blattodea	Polyphagidae sp.			1	1	1	12														
Chilopoda	Chilopoda sp.																			1	1
Coleoptera	Carabidae sp.1				1																
Coleoptera	Carabidae sp.2				1																



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Coleoptera	Coleoptera sp.								82												
Coleoptera	<i>Copelatus</i> sp.				1																
Coleoptera	Dystiscidae sp.1								17												4
Coleoptera	Dystiscidae sp.2							6	13												
Coleoptera	Dystiscidae sp.3								8												
Coleoptera	Elateridae sp.						1														
Coleoptera	Elmidae sp.					1															
Coleoptera	<i>Gyretes</i> sp.			1																	
Coleoptera	<i>Helochares</i> sp.			1																	
Coleoptera	Pselaphidae sp.1						2														
Coleoptera	Pselaphidae sp.2				1																
Coleoptera	Scolytidae sp.		1																		
Coleoptera	Staphylinidae sp.1		4																		
Coleoptera	Staphylinidae sp.2								1												
Coleoptera	Staphylinidae sp.3																			1	
Collembola	Entomobryidae sp.1		1				1														
Collembola	Entomobryidae sp.2				1			3	51		11		3		1		2	5	4	6	10
Collembola	Entomobryidae sp.3													1							
Collembola	Collembola sp.								4												
Diplopoda	Diplopoda sp.									1											
Diplopoda	Polydesmida sp.				1															1	
Diplopoda	<i>Pseudonannolene</i> sp.1		2				16		27											1	7
Diplopoda	<i>Pseudonannolene</i> sp.2								2												
Diplopoda	Spirostreptida sp.								1												
Diplura	Campodeidae sp.									1											
Diptera	Caliphoridae sp.																			1	



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Diptera	Cecidomyiidae sp.			15				3			3					1			1		1
Diptera	Culicidae sp.							11	2					2		3	1			1	4
Diptera	Dolichopodidae sp.																		12	2	
Diptera	Drosophilidae sp.								29	2		1	1			55	4				21
Diptera	Muscidae sp.							1	4		3		2		1		1		1		
Diptera	Mycetophilidae sp.									1											
Diptera	Phoridae sp.						11		12												
Diptera	Psychodidae sp.				6		2														
Diptera	Psychodidae sp.									1	1							1			
Diptera	Sarcophagidae sp.																	1		1	1
Diptera	Sciaridae sp.1							6										3			1
Diptera	Sciaridae sp.2								1							1	1			109	
Diptera	Sciaridae sp.3								5	1											
Diptera	Sciaridae sp.4								1												
Diptera	Simuliidae sp.							130			3		1					1		21	
Diptera	Sphaerocidae sp.		1																		
Diptera	Tabanidae sp.																				1
Diptera	Tipulidae sp.		1	3				3	25	1		1			1	4					11
Ephemeroptera	Baetidae sp.										1							1			
Ephemeroptera	Leptophlebiidae sp.1			6																	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae sp.2			1																	
Hemiptera	Brachymetra sp.		17																		
Hemiptera	Cercopidae sp.				1																
Hemiptera	Cicadellidae sp.														1						
Hemiptera	Cixiidae imaturo									1											
Hemiptera	Cixiidae sp.															3					



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hemiptera	Cydnidae sp.						2														
Hemiptera	Emesinae sp.								1												
Hemiptera	Hemiptera sp.				1																
Hemiptera	Membracidae sp.													7							
Hemiptera	Mesoveliidae sp.									20											
Hemiptera	Notonectidae sp.			1																	
Hemiptera	Pentatomidae sp.						2														
Hemiptera	Reduviidae sp.1		1																		
Hemiptera	Reduviidae sp.2				3																
Hemiptera	Trepobates sp.		14																		
Hemiptera	Zelurus imaturo										2								1		
Hemiptera	Zelurus sp.								1												1
Hymenoptera	Acromyrmex sp.1			2																	24
Hymenoptera	Acromyrmex sp.2																		1		
Hymenoptera	Azteca sp.																13				
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.1									1											
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.3												1								
Hymenoptera	Camponotus sp.3													1							1
Hymenoptera	Camponotus sp.4		3				5														
Hymenoptera	Ectatomma sp.																			1	
Hymenoptera	Eurytomidae sp.								1												
Hymenoptera	Hymenoptera sp.1								1			1									
Hymenoptera	Hypoponera sp.1																			3	
Hymenoptera	Hypoponera sp.2								5							2					
Hymenoptera	Hypoponera sp.3																			5	
Hymenoptera	Hypoponera sp.4								2												



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hymenoptera	<i>Hypoponera</i> sp.5				1																
Hymenoptera	<i>Hypoponera</i> sp.6					2															
Hymenoptera	<i>Labidus</i> sp.						3						1							12	
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.3									1											
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.4																				
Hymenoptera	<i>Neivamyrmex</i> sp.									1											
Hymenoptera	<i>Ochetomyrmex</i> sp.												1								
Hymenoptera	<i>Paratrechina</i> sp.		2																		
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.1			2					2					4							
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.2								1												
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.				2	1	6														
Hymenoptera	Sphecidae sp.														1			1	1		
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.1																				
Hymenoptera	Vespidae sp.		1																		
Isopoda	Cylistidae sp.																			1	
Isopoda	Isopoda sp.1		1																		
Isopoda	Isopoda sp.2			1																	
Isoptera	<i>Anoplotermes</i> sp.			20																	
Isoptera	<i>Atlantitermis</i> sp.				1																
Isoptera	<i>Heterotermes sulcatus</i>				1	3															
Isoptera	Isoptera sp.													11							
Isoptera	<i>Nasutitermes</i> sp.							1120												2	
Isoptera	<i>Rugitermes</i> sp.		4																		
Lepidoptera	<i>Hypena</i> sp.									1											
Lepidoptera	Noctuidae sp.							2	1	2		1				4					1
Lepidoptera	Pterophoridae sp.		2																		



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Lepidoptera	Tineidae sp.1								2							1					
Lepidoptera	Tineidae sp.2								1												
Microcoryphia	Microcoryphia sp.															1					
Neuroptera	Mirmeleontidae imaturo											33			50				12		
Odonata	Aeshna sp.			4																	
Odonata	Argia sp.								9												
Odonata	Coenagrionidae sp.		2																		
Odonata	Staurophlebia sp.								6												
Oligochaeta	Oligochaeta sp.								1											1	
Opilioacarida	Opilioacarida sp.								2												
Opiliones	Acropiliops sp.																			1	
Opiliones	Eusarcus sp.																			3	
Opiliones	Goniosoma vatrax		1			1	9														
Opiliones	Spinopilar sp.			1																	
Orthoptera	Eidmanacris sp.1				3		6														
Orthoptera	Eidmanacris sp.2						3														
Orthoptera	Eidmanacris sp.3								2												
Orthoptera	Endecous sp.		5	1	6		15		59											4	12
Orthoptera	Ensifera imaturo								1												
Orthoptera	Gryllidae sp.1													1							
Orthoptera	Nemobiinae sp.								2												
Orthoptera	Phalangopsidae sp.								11								2			1	
Orthoptera	Phoremia sp.								1												
Orthoptera	Strinatia sp.			8			1		5		3						1			1	1
Palpigradi	Palpigradi sp.								1				2							2	
Pseudoscorpiones	Pseudoscorpiones sp.																				



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Pseudoscorpiones	Pseudoscorpionida sp.				1	1	1														
Psocoptera	Lepidopsocidae sp.3															1					
Psocoptera	Loneura sp.1	5		1	6																
Psocoptera	Loneura sp.2						1														
Psocoptera	Psocidae sp.												1								
Psocoptera	Psocoptera imaturo								3	5	6	2	2			2	2	2	2	1	
Psocoptera	Psocoptera sp.1		1		1																
Psocoptera	Psocoptera sp.2		5	1																	
Psocoptera	Ptiloneuridae sp.							1	7		1			1		2	3			4	2
Siphonophorida	Siphonophorida sp.		1				3														
Trichoptera	Philopotamidae sp.								2							5					1
Trichoptera	Psychomyiidae imaturo								2												
Trichoptera	Psychomyiidae sp.			1																	



Espécies de invertebrados registrados na área externa às cavidades.

Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Acari	Acari sp.			10		1		5	6			2	3		5	1			3		6
Acari	Acari sp.1						3													2	
Acari	Acari sp.2						1														
Acari	Acari sp.3	1																			
Acari	Acari sp.4				5																
Acari	Acari sp.5													1			6				
Acari	Acari sp.6													1							
Acari	Acari sp.8									2											
Araneae	Araneae sp.		1	2				1						1							
Araneae	Araneae sp.1																			1	
Araneae	Araneae sp.10													1							
Araneae	Araneae sp.11																	1			
Araneae	Araneae sp.12														1						
Araneae	Araneae sp.14														1						
Araneae	Araneae sp.2								2											1	
Araneae	Araneae sp.3								1												
Araneae	Araneae sp.4					1										1	1				
Araneae	Araneae sp.5																				1
Araneae	Araneae sp.6					1		2													
Araneae	Araneae sp.7	1		1																	
Araneae	Araneae sp.8	1																			
Araneae	Araneae sp.9				1																
Araneae	Corythalia sp.			2	1		1									1					
Araneae	Ctenidae sp.						1														
Araneae	Dipluridae sp.1																			1	



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Araneae	Dipluridae sp.2									1											
Araneae	Enoploctenus sp.									1											
Araneae	Isoctenus sp.									1											1
Araneae	Mesabolivar sp.				1		1													1	2
Araneae	Ochyrocera sp.								1	1			2								3
Araneae	Salticidae sp.										1	1	2	1	1		1		1		
Araneae	Salticidae sp.1					1															
Araneae	Salticidae sp.2												1								
Araneae	Scytodes sp.			1						1											
Araneae	Theridion sp.									1	1								1	1	
Blattodea	Blattidae sp.2											1									
Blattodea	Blattodea imaturo			7																	
Blattodea	Blattodea sp.1									1											
Blattodea	Blattodea sp.2									3											
Chilopoda	Chilopoda sp.1												1								
Chilopoda	Chilopoda sp.2									1											
Chilopoda	Chilopoda sp.3									1										1	
Coleoptera	Coleoptera sp.1					1															
Coleoptera	Staphylinidae sp.2	1																			
Coleoptera	Tenebrionidae imaturo														1						
Coleoptera	Coleoptera sp.2															1					
Coleoptera	Pselaphinae sp.																				2
Coleoptera	Staphylinidae sp.1										2										
Coleoptera	Staphylinidae sp.3									2											
Coleoptera	Staphylinidae sp.4									1											
Collembola	Collembola sp.1							2	2											2	1



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Collembola	Collembola sp.2																			4	
Collembola	Collembola sp.3								1												
Collembola	Collembola sp.5															1					
Collembola	Collembola sp.6	4																			
Collembola	Entomobryidae sp.1								8												
Collembola	Entomobryidae sp.2	1			4	1	10	15		9			1		4	42	1				7
Collembola	Entomobryidae sp.3	2				1					31										
Collembola	Entomobryidae sp.4		17																		
Collembola	Entomobryidae sp.5	21																			
Collembola	Isotomidae sp.								2												
Collembola	Collembola sp.4				1																
Diplopoda	Diplopoda imaturo																			1	
Diplopoda	Diplopoda sp.								1	1			2								
Diplura	Campodeidae sp.								1				11								
Diptera	Cecidomyiidae sp.									1											
Diptera	Culicidae sp.	3	6	3																1	
Diptera	Diptera sp.1										6										
Diptera	Diptera sp.2	3																			
Diptera	Diptera sp.3						3														
Diptera	Dolichopodidae sp.																		30		
Diptera	Drosophilidae sp.																		7		
Diptera	Muscidae sp.		1		3				1		1	2	2	1	1	7			1	4	1
Diptera	Phoridae sp.	2										1									2
Diptera	Sarcophagidae										1			1		1			1		



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
	sp.																				
Diptera	Sciaridae sp.3															1					
Diptera	Simuliidae sp.		1	5	7		15					2		1		4	1	1	4	3	
Diptera	Tabanidae sp.								1			1									1
Diptera	Tipulidae sp.																				
Hemiptera	Berytidae sp.																				
Hemiptera	Cicadellidae imaturo									1											
Hemiptera	Cicadellidae sp.		1		2	4	22	3			1					1	3	1		1	
Hemiptera	Cixiidae imaturo	1																			
Hemiptera	Cixiidae sp.					1															
Hemiptera	Geocoridae sp.										1										
Hemiptera	Hemiptera imaturo		1		2	1	2				2										
Hemiptera	Hemiptera sp.1					5															
Hemiptera	Hemiptera sp.2				1																
Hemiptera	Hemiptera sp.3			1																	
Hemiptera	Hemiptera sp.4																				1
Hemiptera	Hemiptera sp.5	1																			
Hemiptera	Hemiptera sp.6	1																			
Hemiptera	Heteroptera imaturo					1			1									1			
Hemiptera	Heteroptera sp.1					1		1													
Hemiptera	Heteroptera sp.2						3														
Hemiptera	Heteroptera sp.3					1		2													
Hemiptera	Heteroptera sp.4					1															
Hemiptera	Heteroptera sp.5												1			3					
Hemiptera	Heteroptera sp.6														1						



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hemiptera	Membracidae sp.				40									18							
Hemiptera	Mesoveliidae sp.										42										
Hemiptera	Pentatomidae sp.						1														
Hemiptera	Reduviidae sp.1	1																			
Hemiptera	Reduviidae sp.2												1								
Hymenoptera	Apis sp.						1									1					
Hymenoptera	Azteca sp.				3																
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.1	2	4			1	1														
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.2					1		4				19									
Hymenoptera	Camponotus sp.1					2	2														
Hymenoptera	Camponotus sp.2						20														
Hymenoptera	Camponotus sp.3			6	2	3	1				1			2	3	1				2	
Hymenoptera	Cephalotes sp.				7																
Hymenoptera	Crematogaster sp.1																1				
Hymenoptera	Crematogaster sp.2	3			12		29	7		1	1		1								
Hymenoptera	Ectatoma sp.			1																	
Hymenoptera	Hymenoptera sp.2					1															
Hymenoptera	Hymenoptera sp.3				1																
Hymenoptera	Hymenoptera sp.4			1									2								
Hymenoptera	Hymenoptera sp.5																				1
Hymenoptera	Hypoponera sp.1							1												1	
Hymenoptera	Hypoponera sp.2													1							
Hymenoptera	Linepithema sp.1																				1
Hymenoptera	Linepithema sp.2																				



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.3																	3			
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.4			10																	
Hymenoptera	Meliponini sp.																				
Hymenoptera	<i>Ochetomyrmex</i> sp.					3			1							2					
Hymenoptera	<i>Oligomyrmex</i> sp.														1						
Hymenoptera	<i>Paratrechina</i> sp.1				1	55	4	7												1	1
Hymenoptera	<i>Paratrechina</i> sp.2						1														
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.1			1						1	1										
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.2				4												4	2			
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.3													1							
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.										1				4	11			3		
Hymenoptera	Sphecidae sp.																		1		
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.1								200				1			2					
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.2					3	8		1								1				
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.3												8								
Hymenoptera	Vespidae sp.											1									
Isoptera	Isoptera sp.				2				1	30								4			
Isoptera	<i>Nasutitermes</i> sp.					16		50													
Lepidoptera	Tineidae sp.3				1																
Lepidoptera	Tineidae sp.4				1																
Mantodea	Mantodea sp.1												1								
Mantodea	Mantodea sp.2													1							
Neuroptera	Chrysopidae imaturo					1															
Neuroptera	Mirmeleontidae imaturo											23			3				6		
Orthoptera	Acrididae sp.		1			2															



Taxa	Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 8 9 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	CV SPE01
Orthoptera	Amanayara sp.								2												
Orthoptera	Grillus sp.					2	1														
Orthoptera	Gryllidae sp.2					1		1													
Orthoptera	imaturo						1														
Orthoptera	Phoremia sp.									4											
Orthoptera	Strinatia sp.											1									
Orthoptera	Tettigoniidae sp.		1																		
Orthoptera	Zuchiella sp.								1												
Palpigradi	Palpigradi sp.								3				1							3	
Pseudoscorpiones	Pseudoscorpiones sp.									2											
Psocoptera	Dasydemellidae sp.					3															
Psocoptera	Psocidae sp.									2			3								
Psocoptera	Psocoptera imaturo				3		2		2	2		2	6	1			5	3			1
Psocoptera	Ptiloneuridae sp.												1						1		



Número de indivíduos por espécie de invertebrados. Estão sendo consideradas apenas espécies com indivíduos maiores que 1cm.

Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 08_09_16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	SPE01
Acropiliops sp.																			1	
Aeshna sp.			4																	
Alpaida sp.		2																		
Alpaida sp.1							1													
Alpaida sp.2								4		1										1
Araneus sp.										1					1					
Argia sp.								9												
Baetidae sp.										1						1				
Blattidae sp.1												3								
Blattodea imaturo																1				
Caliphoridae sp.																			1	
Camponotus sp.		3				5														
Camponotus sp.3													1							1
Cercopidae sp.				1																
Chilopoda sp.***																			1	1
Cicadellidae sp.														1						
Cixiidae imaturo									1											
Cixiidae sp.															3					
Coenagrionidae sp.		2																		
Ctenidae sp.1						1														
Ctenidae sp.2		1																		
Deinops sp.		1	1																	
Diplopoda sp.									1											
Dipluridae sp.								2											1	
Dipluridae sp.2									1											



Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 08 09 16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	SPE01
<i>Ectatomma</i> sp.																			1	
<i>Eidmanacris</i> sp.3								2												
<i>Eidmanacris</i> sp.1				3		6														
<i>Eidmanacris</i> sp.2						3														
Emesinae sp.								1												
<i>Endecous</i> sp.		5	1	6		15		59											4	12
<i>Enoploctenus cyclothorax</i>								3											9	
<i>Enoploctenus</i> sp.			2	1			1			1					2					1
Ensifera imaturo								1												
Eurytomidae sp.								1												
<i>Eusarcus</i> sp.																			3	
<i>Goniosoma vatrax</i>		1			1	9														
Gryllidae sp.1													1							
<i>Gyretes</i> sp.			1																	
<i>Helochares</i> sp.			1																	
Hemiptera sp.				1																
Hymenoptera sp.1								1			1									
<i>Hypena</i> sp.									1											
<i>Isoctenus</i> imaturo																			1	
<i>Isoctenus</i> sp.								6												1
Leptophlebiidae sp.1			6																	
Leptophlebiidae sp.2			1																	
Membracidae sp.													7							
<i>Mesabolivar</i> sp.1			2	1		9	2	14		3		1				1			8	4
<i>Mesabolivar</i> sp.2			7	2																
Microcoryphia sp.															1					



Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 08	CV 09	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	SPE01
Mirmeleontidae imaturo												33			50				12		
Mycetophilidae sp.										1											
Noctuidae sp.							2	1	2			1				4					1
Notonectidae sp.			1																		
Ochyrocera sp.							1	3	3				3			1	1			1	1
Oligochaeta sp.								1												1	
Paratrechina sp.		2																			
Pentatomidae sp.						2															
Phalangopsidae sp.								11									2			1	
Philopotamidae sp.								2								5					1
Phoneutria sp.								1													
Polydesmida sp.				1																1	
Polyphagidae sp.			1	1	1	12															
Pseudonannolene sp.1		2				16		27												1	7
Pseudonannolene sp.2								2													
Psychomyiidae sp.			1																		
Psychomyiidae imaturo								2													
Pterophoridae sp.		2																			
Reduviidae sp.1		1																			
Reduviidae sp.2				3																	
Sarcophagidae sp.																	1			1	1
Scytodes sp.		1				4											2				
Sphecidae sp.															1			1	1		
Spinopilar sp.			1																		
Spirostreptida sp.								1													
Staurophlebia sp.								6													



Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 08	CV 09	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CV 21	CV 22	SPE01
<i>Strinatia</i> sp.			8			1		5		3							1			1	1
Tabanidae sp.																					1
Tineidae sp.1								2								1					
Tineidae sp.2								1													
Tipulidae sp.		1	3				3	25	1		1				1	4					11
Vespidae sp.		1																			
<i>Zelurus</i> imaturo												2							1		
<i>Zelurus</i> sp.								1													1

Número de indivíduos por espécie de quirópteros por cavidade

Espécie	CV 01	CV 02	CV 03	CV 04	CV 05	CV 06	CV 07	CV 08_09_16	CV 10	CV 11	CV 12	CV 13/17	CV 14	CV 15	CV 18	CV 19	CV 20	CAV 21	CAV 22	CAV SPE01
<i>Anoura caudifera</i>						6														
<i>Desmodus rotundus</i>								14												
<i>Glossophaga soricina</i>						4														
<i>Peropteryx macrotis</i>		2														3			5	
<i>Platyrrhinus lineatus</i>								7				5								



Anexo 3: Lista de cavidades utilizadas no cálculo espeleométrico



Lista das cavidades utilizadas no cálculo espeleométrico para rochas siliciclásticas

CAVIDADE	PH (m)	DESNÍVEL (m)	ÁREA (m)	VOLUME (m)	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA
CV 01	13,08	4,79	36,53	58,16	Quadrilátero Oeste
CV 02	44,99	4,43	177,05	400,26	Quadrilátero Oeste
CV 03	19,25	2,74	44,16	45,45	Quadrilátero Oeste
CV 0 4	12,02	5,26	52,6	67,32	Quadrilátero Oeste
CV 07	9,9	2,18	47,96	23,5	Quadrilátero Oeste
CV 08 09 16	214,15	41,31	1104,91	2187,72	Quadrilátero Oeste
CV 18	10,77	8,42	146,31	197,51	Quadrilátero Oeste
CV 19	12,75	6,89	51,88	129,7	Quadrilátero Oeste
CV 22	34,32	5,93	82,86	128,43	Quadrilátero Oeste
SPE 01	38,45	4,31	127,06	280,8	Quadrilátero Oeste
CV 10	8	3,32	29	67,86	Quadrilátero Oeste
CV 11	13,14	1,7	51,82	54,41	Quadrilátero Oeste
CV 12	8,79	2,43	38,32	63,22	Quadrilátero Oeste
CV 13 17	37,62	5,61	118,66	547,02	Quadrilátero Oeste
CV 14	9,82	4,23	17,29	24,37	Quadrilátero Oeste
CV 15	5,22	1,16	8,98	8,53	Quadrilátero Oeste
CV 20	10,32	3,55	20,97	46,34	Quadrilátero Oeste
CV 21	7,89	1,12	18,1	17,37	Quadrilátero Oeste
FN-06	140	24	424	730	Escarpa Oriental do Caraça
AP-50	7,2	1,8	23	9	Serra do Gandarela
AP-51	6,7	1,4	11	20	Serra do Gandarela
AP-67	6,3	6	25	19	Serra do Gandarela
AP-68	9,3	2,6	25	43	Serra do Gandarela
RFA-01	11,9	4,2	13	19	Serra do Gandarela

Lista das cavidades utilizadas no cálculo espeleométrico para rochas ferríferas

CAVIDADE	PH (m)	DESNÍVEL (m)	ÁREA (m)	VOLUME (m)	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA
Caverna 5	11,15	0,59	14,54	16,72	Quadrilátero Oeste
Caverna 6	46,51	1,34	152,5	183	Quadrilátero Oeste
CM 01	31	1	70	62	Quadrilátero Oeste
CM 02	14	1,6	25	19	Quadrilátero Oeste
CM 03	35	2,4	113	146	Quadrilátero Oeste
CM 20	15	1,6	23	14	Quadrilátero Oeste
CX 03	23,5	2,5	60	57	Quadrilátero Oeste
CX 04	45	8,5	147	132	Quadrilátero Oeste
CX 05	16,4	4	22	21	Quadrilátero Oeste
CX 06	30	4,5	88	80	Quadrilátero Oeste
FN 12	46,6	4,8	187	487	Quadrilátero Oeste
FN 13	73	14	322	780	Quadrilátero Oeste
FN 14	9,4	3,4	23	29	Quadrilátero Oeste
FN 15	6,7	0,4	9,6	8	Quadrilátero Oeste
MJ 01	43	3,6	162	140,7	Quadrilátero Oeste
MJ 02	32	1,4	45	59,6	Quadrilátero Oeste
MJ 03	14	2,5	18	19,9	Quadrilátero Oeste
MJ 04	46	6,3	97	44	Quadrilátero Oeste
MP 02	19,8	1,8	51,71	100,38	Quadrilátero Oeste
MP 03	12,5	3,25	43,1	49,3	Quadrilátero Oeste
MP 04	54,25	8,8	174,8	271,76	Quadrilátero Oeste
MP 06	10,43	1	12,95	16,59	Quadrilátero Oeste



MP 07	34,29	4,1	104,24	103,26	Quadrilátero Oeste
MP 08	122,5	9,1	302,35	336,88	Quadrilátero Oeste
MP 09	21	2,5	45,98	58,25	Quadrilátero Oeste
MP 10	64,6	3,55	194,6	185,97	Quadrilátero Oeste
MP 11	29,9	2,7	75,13	105,74	Quadrilátero Oeste
MP 12	36,23	3,4	107,05	144,84	Quadrilátero Oeste
MP 13	11,07	1,5	25,54	24,38	Quadrilátero Oeste
MP 14	12,33	0,6	28,97	13,51	Quadrilátero Oeste
MP 15	8,2	4,1	23,3	31,3	Quadrilátero Oeste
MP 16	15,7	0,85	79,35	156,32	Quadrilátero Oeste
MP 17	9,9	0,2	25,08	28,84	Quadrilátero Oeste
MS 01	18	3,4	40	90	Quadrilátero Oeste
MS 02	29	1	46	58	Quadrilátero Oeste
MS 04	33,83	8,4	103	124,63	Quadrilátero Oeste
MS 05	27	1,4	65	102	Quadrilátero Oeste
MS 07	6	0,6	26,6	25,5	Quadrilátero Oeste
MS 08	67,09	2,68	142,03	133,51	Quadrilátero Oeste
MS 08	37	5,6	128,7	130	Quadrilátero Oeste
MS 09	37	1,8	84	80	Quadrilátero Oeste
MS 09	31,8	1,4	83,3	91,2	Quadrilátero Oeste
MS 10	15	2,2	38	40	Quadrilátero Oeste
MS 10	5,2	0,6	22,3	18,7	Quadrilátero Oeste
MS 11	9	1	26,4	7,5	Quadrilátero Oeste
MS 13	47	6,4	118	156	Quadrilátero Oeste
MS 15	22	1,8	27	17	Quadrilátero Oeste
MS 17	61	6,4	180	207	Quadrilátero Oeste
MS 18	13	1,4	32	28	Quadrilátero Oeste
MS 19	109	10,4	389,3	463,27	Quadrilátero Oeste
MS 21/22/23	127	5,4	198	180	Quadrilátero Oeste
MS 24	47	1	32	30	Quadrilátero Oeste
MS 25	57,77	3,8	155,13	181,5	Quadrilátero Oeste
MS 26/27	68	3	157	200	Quadrilátero Oeste
MS 29	22,63	5,2	88,2	125,24	Quadrilátero Oeste
MS 30	45	6	138	186	Quadrilátero Oeste
MS 31	35,23	7,5	190,97	228,85	Quadrilátero Oeste
MS 32	13	0,3	30	22	Quadrilátero Oeste
QDF_JGD_A_CAV0001	36,8	6,8	209	384	Quadrilátero Oeste
QDF_JGD_B_CAV0001	23	3,2	59,1	104	Quadrilátero Oeste
QDF_JGD_B_CAV0002	20	1	34	26	Quadrilátero Oeste
RM 03	33,5	1,43	134,38	200,23	Quadrilátero Oeste
RM 04	34,28	3,49	122,92	157,34	Quadrilátero Oeste
RM 08	61	3	195	377	Quadrilátero Oeste
RM 09	28	2,4	48	74	Quadrilátero Oeste
RM 10	12	1,6	22	28	Quadrilátero Oeste
RM 13	32	2,4	58	122	Quadrilátero Oeste
RM 15	30	1,2	45	71	Quadrilátero Oeste
RM 17	23	9	106	200	Quadrilátero Oeste
RM 18	28	1,2	47	45	Quadrilátero Oeste
RM 22	12	1	46	88	Quadrilátero Oeste
RM 26	25	7	47	80	Quadrilátero Oeste
RM 28	13	5	17	31	Quadrilátero Oeste
RM 31	40	2,2	55	60	Quadrilátero Oeste
RM 32	18	0,8	23	12	Quadrilátero Oeste



RM 33	68,3	2,4	220,83	351,12	Quadrilátero Oeste
RM 34	38	2,4	120	152	Quadrilátero Oeste
RM 38	56	2,4	104	146	Quadrilátero Oeste
RM 39	72	3,2	114	73	Quadrilátero Oeste
RM 40	25	2,9	45	34	Quadrilátero Oeste
SC 01	25	3,2	52	87	Quadrilátero Oeste
SC 03	49	4	90	59	Quadrilátero Oeste
SC 05	42	1,2	74	68	Quadrilátero Oeste
SC 09	42	3,4	100	140	Quadrilátero Oeste
SC 10	11	0,8	24	29	Quadrilátero Oeste
VL - 01	5,4	0,2	8,1	6,2	Quadrilátero Oeste
VL - 02	50	10,6	224,4	381,5	Quadrilátero Oeste
VL - 03	9,8	0,15	13	30	Quadrilátero Oeste
VL - 04	19,5	1,5	32	33,5	Quadrilátero Oeste
VL - 05	8,8	0,9	25	32,5	Quadrilátero Oeste
VL - 06	6,1	1	4,1	7,6	Quadrilátero Oeste
VL - 07	5	1	6,1	6,4	Quadrilátero Oeste
VL - 08	2,5	0,6	3,3	1,4	Quadrilátero Oeste
VL - 09	30	1,8	93,8	166,5	Quadrilátero Oeste
VL - 10	48	3,8	120,4	113,2	Quadrilátero Oeste
VL - 11	8	0,7	10,9	7,1	Quadrilátero Oeste
VL - 12	69,1	2,4	207,4	248,8	Quadrilátero Oeste
VL - 13	22,8	0,9	57,6	58	Quadrilátero Oeste
VL - 14	10,5	2,1	37,8	34,6	Quadrilátero Oeste
VL - 15	6,8	0,3	16,4	17,8	Quadrilátero Oeste
VL - 18	77	8,2	143	161	Quadrilátero Oeste
VL - 23	15	0,6	43	62,9	Quadrilátero Oeste
VL - 25	10	1,2	20,8	22,5	Quadrilátero Oeste
VL - 27	42,2	4,2	55	71,5	Quadrilátero Oeste
VL - 29	51,9	4,8	138,8	166,5	Quadrilátero Oeste
VL - 31	14,1	1,1	27,4	35,6	Quadrilátero Oeste
VL - 32	44,2	5,3	81,2	93,4	Quadrilátero Oeste
VL - 35	49,1	10,5	96,2	105,3	Quadrilátero Oeste
VL - 36	36,4	1,9	64,1	57,6	Quadrilátero Oeste
BR 43	9,95	0,16	22,11	47,75	Escarpa Oriental do Caraça
BR 77	6,75	2,24	15,71	10,52	Escarpa Oriental do Caraça
BR 78	8,18	2,07	44,17	45,42	Escarpa Oriental do Caraça
BR 79	7,73	1,7	23,68	14,91	Escarpa Oriental do Caraça
BR 80	10,64	0,53	10,89	18,79	Escarpa Oriental do Caraça
BR 81	8,86	3,16	35,11	54,77	Escarpa Oriental do Caraça
BR 82	8,37	2,71	23,79	12,13	Escarpa Oriental do Caraça
BR 87	7,11	1,29	60,45	206,13	Escarpa Oriental do Caraça
BR 89	13,91	2,26	38,66	28,22	Escarpa Oriental do Caraça
BR 90	10,31	1,24	30,28	19,98	Escarpa Oriental do Caraça
CH 31/BR 76	10,46	5,68	48,11	43,29	Escarpa Oriental do Caraça
MRI 01	15,69	5,9	86,1	120,54	Escarpa Oriental do Caraça
MRI 05	7,69	1,04	22,97	32,38	Escarpa Oriental do Caraça
P 01	6,32	0,24	14,9	18,92	Escarpa Oriental do Caraça
P 05	13,26	1,13	19,84	16,07	Escarpa Oriental do Caraça
CH 01	7,4	0,7	19,3	9,45	Escarpa Oriental do Caraça
CH 02	7,4	0,7	16,7	25,8	Escarpa Oriental do Caraça
CH 03	14,1	0,5	23,8	14,3	Escarpa Oriental do Caraça
CH 04	11,1	0,9	13,4	12,3	Escarpa Oriental do Caraça



CH 05	9,2	1	24,1	24,8	Escarpa Oriental do Caraça
CH 06	6,9	0,7	12,9	10,1	Escarpa Oriental do Caraça
CH 07	116	14	392	580	Escarpa Oriental do Caraça
CH 08	16,5	1	72	100,8	Escarpa Oriental do Caraça
CH 09	13	3,4	63	201	Escarpa Oriental do Caraça
CH 10	8,8	1,9	20,7	16,2	Escarpa Oriental do Caraça
CH 11	28,9	9	139,4	260,6	Escarpa Oriental do Caraça
CH 12	5,85	1,9	16,5	23,1	Escarpa Oriental do Caraça
CH 13	11,5	5	26,5	58,3	Escarpa Oriental do Caraça
CH 14	39	1,4	116	153	Escarpa Oriental do Caraça
CH 15	7	0,7	12	7,6	Escarpa Oriental do Caraça
CH 16	9	0,8	17	111	Escarpa Oriental do Caraça
CH 17	10,7	0,5	27,2	16,3	Escarpa Oriental do Caraça
CH 18	27	1,7	104	110	Escarpa Oriental do Caraça
CH 19	17,5	4,2	68,3	129,7	Escarpa Oriental do Caraça
CH 20	20	2,4	53	61	Escarpa Oriental do Caraça
CH 21	23	1	60	73	Escarpa Oriental do Caraça
CH 22	13,5	2	36	36	Escarpa Oriental do Caraça
CH 24	20	3,6	61	50	Escarpa Oriental do Caraça
CH 25	6,4	2,5	21	11	Escarpa Oriental do Caraça
CH 26	8,8	5	15	21	Escarpa Oriental do Caraça
CH 27	5,3	4	16	32	Escarpa Oriental do Caraça
CH 28	22,7	6,4	69,3	130,1	Escarpa Oriental do Caraça
CH 29	13	6,4	32	38	Escarpa Oriental do Caraça
CH 30	14,6	1,8	23,1	25,6	Escarpa Oriental do Caraça
CH 31	8,5	4,2	36	42	Escarpa Oriental do Caraça
CH 32	11	2,2	38	52	Escarpa Oriental do Caraça
CH 33	10	1,4	31	32	Escarpa Oriental do Caraça
CH 34	7	0,6	18,3	12,3	Escarpa Oriental do Caraça
CH 35	10,28	2,1	20,5	19,5	Escarpa Oriental do Caraça
FN 01	10,4	7,6	22	14	Escarpa Oriental do Caraça
FN 02	6	3	9	5	Escarpa Oriental do Caraça
FN 03	27,4	4,6	68	88	Escarpa Oriental do Caraça
FN 04	10,5	1,2	15	14	Escarpa Oriental do Caraça
FN 05	65	10,4	180	340	Escarpa Oriental do Caraça
FN 07	6	3,6	7,5	10	Escarpa Oriental do Caraça
FN 08	7,5	0,4	17	8	Escarpa Oriental do Caraça
FN 09	23	4	56	24	Escarpa Oriental do Caraça
FN 10	9,5	1,4	16	20	Escarpa Oriental do Caraça
FN 11	10,6	1,4	16	12	Escarpa Oriental do Caraça
A-01	26,8	4	91,2	25,6	Serra Azul
A-02	4,2	0,6	4,1	2,7	Serra Azul
A-03	4	1,2	5,1	3,3	Serra Azul
A-04	3,8	1	5	6,2	Serra Azul
A-05	6	0,8	5,6	6,3	Serra Azul
A-06	22	3	43,4	25,54	Serra Azul
A-13	3	0,8	2,6	4,6	Serra Azul
A-14	6,4	2	7,5	6,6	Serra Azul
Abrigo AVG - 12	4,8	1,2	17,5	7,3	Serra Azul
Abrigo das Formigas	6	0,8	13,9	6,2	Serra Azul
AVG-02	55	2,4	287,14	54,8	Serra Azul
AVG-03	18,4	2	51,5	22,7	Serra Azul
AVG-03 A	5	1	6,7	1,5	Serra Azul



AVG-03 B	8,8	1,2	23,8	8,5	Serra Azul
AVG-04 – Gruta das Formigas	60,4	2,2	276,6	23,2	Serra Azul
AVG-05 – Gruta da Água Benta	67	1,4	264,2	35,8	Serra Azul
AVG-05 - Sul	33,8	2,2	129,1	24,38	Serra Azul
AVG-05 A	10	0,6	33,8	15,4	Serra Azul
AVG-06 A Sul	2,4	1	10,6	7,6	Serra Azul
AVG-06 Sul	7	0,6	31,4	14	Serra Azul
AVG-07 - Sul	6,2	1,2	16,3	10,7	Serra Azul
AVG-07 A Norte	5	0,6	33,8	15,4	Serra Azul
AVG-07 Norte	4,2	0,6	15,5	5,6	Serra Azul
AVG-08 – Sul	34,4	5	83,8	39,1	Serra Azul
AVG-08 A - Sul	6,8	0,4	15,4	11,06	Serra Azul
AVG-09	3,6	0,6	4,5	2	Serra Azul
AVG-12	73,2	2,8	178,8	41,6	Serra Azul
AVG-13	7	1	22,9	9	Serra Azul
AVG-14	49	2,6	146,5	60,3	Serra Azul
Gruta Triangulo	11,4	3,4	34,7	27,3	Serra Azul
AP 01	14	1,6	32	38	Serra do Gandarela
AP 02	9	3	97,2	301	Serra do Gandarela
AP 03	54,3	6,6	107,6	121	Serra do Gandarela
AP 04	5,8	0,8	18,8	29	Serra do Gandarela
AP 05	8,1	1	15,9	12	Serra do Gandarela
AP 06	42,5	6	55	38	Serra do Gandarela
AP 07	17,5	1,2	28,6	24	Serra do Gandarela
AP 08	14,3	0,8	16	7	Serra do Gandarela
AP 09	218	9,6	391,6	472	Serra do Gandarela
AP 10	16,5	1,2	47,4	59	Serra do Gandarela
AP 11	14,5	0,4	31,8	33	Serra do Gandarela
AP 12	9,8	1,8	26,5	19	Serra do Gandarela
AP 13	28,8	2,2	121	165	Serra do Gandarela
AP 14	12	0,6	36,6	55	Serra do Gandarela
AP 15	34,4	3	98	235	Serra do Gandarela
AP 16	5	0,8	16,2	14	Serra do Gandarela
AP 17	7,8	1	15,5	12	Serra do Gandarela
AP 18	27,3	0,7	36	29	Serra do Gandarela
AP 19	40	2,4	49	70	Serra do Gandarela
AP 20	50,8	4	74	153	Serra do Gandarela
AP 21	56,2	4,8	210	257	Serra do Gandarela
AP 22	20,5	2,5	64	50	Serra do Gandarela
AP 23	14,7	1,5	27	31	Serra do Gandarela
AP 24	5,9	0,6	10	13	Serra do Gandarela
AP 25	36	1,7	62	43	Serra do Gandarela
AP 26	12,3	0,4	47,8	36	Serra do Gandarela
AP 27	5,1	1,7	7,4	9	Serra do Gandarela
AP 28	17	2,8	25,4	19	Serra do Gandarela
AP 29	68,6	11,6	161	240	Serra do Gandarela
AP 30	9	1,6	30	24	Serra do Gandarela
AP 31	6,8	0,3	14	8	Serra do Gandarela
AP 32	9,3	0,8	27	15	Serra do Gandarela
AP 33	9,7	1,6	21,5	27	Serra do Gandarela
AP 34	10,2	0,7	14	12	Serra do Gandarela
AP 35	8,8	1	24	16	Serra do Gandarela
AP 36	52	3,6	71,4	52	Serra do Gandarela



AP 37	27	0,3	74	65	Serra do Gandarela
AP 38	345	6,8	676	798	Serra do Gandarela
AP 39	18,2	0,6	43	86	Serra do Gandarela
AP 40	15,8	1,8	33	30	Serra do Gandarela
AP 41	9,6	6	35	21	Serra do Gandarela
AP 42	10,7	2	30	22	Serra do Gandarela
AP 43	8,9	2	13,3	11	Serra do Gandarela
AP 44	11,3	2	20,4	14	Serra do Gandarela
AP 45	16	6	55	73	Serra do Gandarela
AP 46	17,3	1,4	25	14	Serra do Gandarela
AP 47	22,2	2,8	69	82	Serra do Gandarela
AP 48	6,3	0,6	10,5	10	Serra do Gandarela
AP 52	9	2	23	20	Serra do Gandarela
AP 53	8,7	3,4	31	34	Serra do Gandarela
AP 54	7,3	1	11	9	Serra do Gandarela
AP 55	12,7	1	15	7	Serra do Gandarela
AP 56	31	5,2	86	210	Serra do Gandarela
AP 63	7	1,2	13	17	Serra do Gandarela
AP 64	7	1,4	18	14	Serra do Gandarela
AP 65	33,4	8	94	154	Serra do Gandarela
AP 66	20,3	4	104	117	Serra do Gandarela
SG 02	48,8	1	136,7	202	Serra do Gandarela
SG 07	51,4	1,1	185	314,5	Serra do Gandarela
SG 10	44,8	2,5	169,1	253,6	Serra do Gandarela
SG 15	120	9	190	156	Serra do Gandarela
SG 16	68,4	5,8	157	219	Serra do Gandarela
SG 20	43,8	2,4	82	55	Serra do Gandarela
SG 32	30,7	9,6	86,6	84	Serra do Gandarela
SG 37	58,5	14	215	215	Serra do Gandarela
SG 43	53	8,4	170	127	Serra do Gandarela
SG 51	55,6	4,8	179	286,4	Serra do Gandarela



**Anexo 4: Comparação entre os resultados dos métodos de cálculo espeleométrico –
IN2/2009 X Logarítimo[Ln(x)]**



Rochas Siliciclásticas

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo PH

CAVIDADE	PH (m)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 1	13,08	médio	médio	médio	médio
CV 2	44,99	médio	alto	médio	alto
CV 3	19,25	médio	médio	médio	médio
CV 4	12,02	médio	médio	médio	médio
CV 07	9,9	médio	médio	médio	médio
CV 08/09/16	214,15	alto	alto	alto	alto
CV 10	8	médio	médio	médio	médio
CV 11	13,14	médio	médio	médio	médio
CV 12	8,79	médio	médio	médio	médio
CV 14	9,82	médio	médio	médio	médio
CV 15	5,22	médio	baixo	médio	baixo
CV 13/17	37,62	médio	médio	médio	médio
CV 18	10,77	médio	médio	médio	médio
CV 19	12,75	médio	médio	médio	médio
CV 20	10,32	médio	médio	médio	médio
CV 21	7,89	médio	médio	médio	médio
CV 22	34,32	médio	médio	médio	médio
SPE 01	38,45	médio	médio	médio	médio

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo Desnível

CAVIDADE	DESNÍVEL (m)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 1	4,79	baixo	alto	baixo	alto
CV 2	4,43	baixo	alto	baixo	alto
CV 3	2,74	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 4	5,26	baixo	alto	baixo	alto
CV 07	2,18	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 08/09/16	41,31	alto	alto	alto	alto
CV 10	3,32	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 11	1,7	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 12	2,43	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 14	4,23	baixo	alto	baixo	alto
CV 15	1,16	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 13/17	5,61	baixo	alto	baixo	alto
CV 18	8,42	alto	alto	alto	alto
CV 19	6,89	alto	alto	alto	alto
CV 20	3,55	baixo	baixo	baixo	baixo



CV 21	1,12	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 22	5,93	baixo	alto	baixo	alto
SPE 01	4,31	baixo	alto	baixo	alto

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo Área

CAVIDADE	ÁREA (m)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 1	36,53	médio	médio	médio	médio
CV 2	177,05	médio	alto	médio	alto
CV 3	44,16	médio	médio	médio	médio
CV 4	52,6	médio	médio	médio	médio
CV 07	47,96	médio	médio	médio	médio
CV 08/09/16	1104,91	alto	alto	alto	alto
CV 10	29	médio	médio	médio	médio
CV 11	51,82	médio	médio	médio	médio
CV 12	38,32	médio	médio	médio	médio
CV 14	17,29	médio	médio	médio	baixo
CV 15	8,98	médio	baixo	médio	baixo
CV 13/17	118,66	médio	médio	médio	médio
CV 18	146,31	médio	médio	médio	médio
CV 19	51,88	médio	médio	médio	médio
CV 20	20,97	médio	médio	médio	médio
CV 21	18,1	médio	médio	médio	baixo
CV 22	82,86	médio	médio	médio	médio
SPE 01	127,06	médio	médio	médio	médio

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo Volume

CAVIDADE	VOLUME (m)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 1	58,16	médio	médio	médio	médio
CV 2	400,26	médio	alto	médio	alto
CV 3	45,45	médio	médio	médio	médio
CV 4	67,32	médio	médio	médio	médio
CV 07	23,5	médio	médio	médio	médio
CV 08/09/16	2187,72	alto	alto	alto	alto
CV 10	67,86	médio	médio	médio	médio
CV 11	54,41	médio	médio	médio	médio
CV 12	63,22	médio	médio	médio	médio
CV 14	24,37	médio	médio	médio	médio
CV 15	8,53	médio	baixo	médio	baixo
CV 13/17	547,02	médio	alto	médio	alto
CV 18	197,51	médio	médio	médio	médio



CV 19	129,7	médio	médio	médio	médio
CV 20	46,34	médio	médio	médio	médio
CV 21	17,37	médio	médio	médio	baixo
CV 22	128,43	médio	médio	médio	médio
SPE 01	280,8	médio	alto	médio	médio

Rochas Ferríferas

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo PH

CAVIDADE	PH (m)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 5	11,15	médio	médio	médio	baixo
CV 6	46,51	médio	alto	médio	médio

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo Desnível

CAVIDADE	DESNÍVEL (m)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 5	0,59	baixo	baixo	baixo	baixo
CV 6	1,34	baixo	baixo	baixo	baixo

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo Área

CAVIDADE	ÁREA (m ²)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 5	14,54	médio	baixo	médio	baixo
CV 6	152,5	alto	alto	médio	alto

Comparação entre os métodos IN 02/2009 e [Ln(x)] - Atributo Volume

CAVIDADE	VOLUME (m ³)	Classificação Regional (IN 02/2009)	Classificação Regional [Ln(x)]	Classificação Local (IN 02/2009)	Classificação Local [Ln(x)]
CV 5	16,72	médio	médio	médio	baixo
CV 6	183	médio	alto	médio	médio



Spelavon Consultoria-ME



**Anexo 5: Levantamento Bioespeleológico de Invertebrados das cavidades
CV 10; CV 11; CV 12, CV 13/17, CV 14, CV 15, CV 20 e CV 21**





Spelavon Consultoria-ME



LEVANTAMENTO BIOESPELEOLÓGICO DE INVERTEBRADOS

**Empresa FERROUS VIGA
Congonhas – Minas Gerais – Brasil**

Relatório Final

Responsável Técnico
Luiz Gustavo Souto Soares
Mestre em Entomologia - UFV
CRBio – 57339/04-D

Guarapari - ES, 18 de Janeiro de 2013.





1 BIOESPELEOLOGIA

1.1 Introdução

Invertebrados

O ambiente cavernícola pode ser caracterizado por apresentar uma tendência à estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz em alguns pontos (Howarth, 1983; Poulson & White, 1969; Barr, 1967). Como a luminosidade é um fator limitante no interior da caverna, esse ambiente pode ser dividido em três categorias: (i) zona eufótica ou de entrada: região caracterizada pela incidência direta de luz próxima à entrada da caverna; (ii) zona disfótica ou de penumbra: região que recebe luz indiretamente; e (iii) zona afótica: região com completa ausência de luz (Poulson & White, 1969; Barr, 1968; Vandel, 1964). Organismos que possuem maior tolerância à luz podem ser mais encontrados nas zonas próximas à entrada, já organismos com maior sensibilidade à luz podem ser encontrados em locais mais profundos (Culver & Pipan, 2010).

Essa ausência de luz em algumas zonas das cavernas faz com que organismos fotossintetizantes não se estabeleçam nesses locais (Gomes *et al.*, 2000). Dessa forma, a fonte de recursos na maioria dos sistemas cavernícolas é quase exclusivamente importada do meio externo (Barr, 1968; 1967; Mohr & Poulson, 1966). Esses recursos podem chegar ao meio cavernícola por três vias principais: (i) pela água, através de chuvas que escorrem pelas fendas, clarabóias, rios subterrâneos ou mesmo pela inclinação da porta de entrada; (ii) pelo vento, através das fendas, clarabóias ou porta de entrada; e (iii) carregado por animais, na forma de fezes ou cadáveres que servirão de base para teias alimentares de muitos organismos cavernícolas (Culver, 1982).

Além da luminosidade, a distribuição dos organismos no interior das cavernas pode ser influenciada por outros fatores, dentre os principais, recursos alimentares, umidade e temperatura (Poulson & White 1969). O tipo e a qualidade do recurso e a forma de disseminação no sistema são determinantes importantes da composição e abundância da fauna cavernícola (Ferreira, 2004). Além disso, os recursos alimentares



provenientes do meio externo mantêm populações de organismos de todos os níveis tróficos presentes nas cavernas (Trajano, 2000; Ferreira & Martins, 1999).

Uma ampla variedade de organismos pode ser encontrada em ambientes subterrâneos por diversas razões, inclusive por acaso ou por acidente. Existem os organismos que utilizam esse ambiente temporariamente, considerados visitantes temporários, e os que utilizam permanentemente, considerados residentes. Assim, um dos principais interesses no estudo da fauna cavernícola é verificar se existem espécies que dependem exclusivamente desse ambiente e possuam características como ausência e/ou redução dos olhos, despigmentação e apêndices alongados que indiquem essa especialização. Como organismos que não habitam o ambiente subterrâneo compartilham essas características por convergência adaptativa, foi proposto um sistema de classificação (Sistema Schiner-Racovitza), adaptado por Sket, 2008, que considera além dessas características, a distribuição do organismo limitada a cavernas. As categorias consideradas por esse sistema de classificação são apresentadas resumidamente na Tabela 1.

Tabela 25: Comparação da terminologia da classificação de categorias ecológicas, de acordo com o esquema de Sket (2008).

Categoria	Definição	Sinonímia
Troglóbio	Residente permanente obrigatório de hábitat subterrâneo	Troglóbio
Eutroglófilo	Residente permanente facultativo de hábitat subterrâneo	Troglófilo (Barr, Schiner-Racovitza)
Subtroglófilo	Residente facultativo ou obrigatório de hábitat subterrâneo, mas associado com a superfície para alguma parte do ciclo de vida	Troglófilo (Schiner-Racovitza); troglógeno (Barr)
Troglógeno	Espécies que aparecem esporadicamente no hábitat subterrâneo	Acidental (Barr), troglógeno (Schiner-Racovitza)



Comparações com Schiner-Racovitza (Schiner, 1854; Racovitza, 2006) e Barr (1968).

De acordo com o sistema de classificação descrito acima, a fauna pode apresentar organismos residentes ou visitantes do ambiente cavernícola. O estudo desta fauna permite verificar a ocorrência de espécies troglóbias (definidas pelo sistema de classificação descrito acima), troglomórficas (apresentam caracteres que apontam para uma especialização ao ambiente cavernícola: ausência de olhos, despigmentação, alongamento de apêndices, etc), assim como a riqueza e abundância das espécies, interações que determinam estas riquezas e abundância, além de espécies novas, espécies raras, espécies ameaçadas de extinção, atributos que devem ser considerados de acordo com a instrução normativa nº2, de 20 de agosto de 2009, estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente para classificar as cavidades em graus de relevância.

1.2 Metodologia

1.2.1 Invertebrados

1.2.1.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em cavidades naturais subterrâneas, localizadas em duas áreas pertencentes à empresa Ferrous Viga, no município de Congonhas, Minas Gerais. Na primeira área foram contempladas duas campanhas internas (nas estações seca e chuvosa) e duas campanhas externas (nas estações seca e chuvosa), em 6 cavidades naturais subterrâneas, já apresentadas em relatório anterior. Na segunda área os estudos também contemplaram duas campanhas internas (nas estações seca e chuvosa) e duas campanhas externas (nas estações seca e chuvosa), em 15 cavidades naturais subterrâneas, apresentadas em relatório anterior. O presente estudo descreve 8 cavidades (Tabela 2) que ficaram faltando informações da segunda campanha.



Tabela 26: Localização das cavidades estudadas.

Cavidade	Coordenadas
10	611519 / 7733593
11	611503 / 7733805
12	611426 / 7733530
13/17	611482 / 7733643
14	611429 / 7733617
15	611430 / 7733590
20	611548 / 7733544
21	611663 / 7732807

1.2.1.2 Coleta de dados

Para o levantamento dos invertebrados foi utilizado o método de coleta manual (Ferreira, 2004). A coleta manual envolve a busca na maior diversidade possível de ambientes encontrados no interior da gruta (por exemplo, substrato rochoso, banco de sedimento, depósitos de guano, detritos vegetais, raízes) nos quais os organismos foram capturados manualmente, com o auxílio de pincel e pinças.

A área total de cada cavidade até a uma altura de 2 metros foi amostrada e informações adicionais obtidas para os organismos coletados foram anotadas, tais como: zonação e eventuais comportamentos e interações ecológicas observadas durante o levantamento faunístico.

Para registrar a temperatura e umidade relativa do ar no interior das cavidades foi utilizado termohigrometro digital.

Os invertebrados coletados foram colocados em álcool 92,6% para fixação e conservação. O material foi triado e armazenado em álcool 70% buscando possíveis endemismos e troglomorfismos. Os organismos coletados foram comparados de acordo com coleção de referência, e identificados ao menor nível taxonômico possível. Essa coleção trata-se de materiais coletados em outras localidades e foi identificada anteriormente por especialistas (Tabela 3).



Tabela 27: Taxonomistas, especialistas em cada grupo de organismos encontrados na coleção de referência.

Grupo	Taxonomista	Instituição
Araneae	Antonio Brescovit	Butantan
Auchenorrhyncha	Gervásio Silva Carvalho	PUCRS
Chilopoda	Amazonas Chagas	MNRJ
Diplopoda	João Paulo Barbosa	Butantan
Diptera	José Albertino Rafael	INPA
Formicidae	Ricardo Ribeiro de Castro Solar	UFV
Hymenoptera	Celso Oliveira Azevedo	UFES
Opiliones	Ricardo Pinto-da-Rocha	USP
Orthoptera	Edson Zefa	UFPelotas

O mais prudente seria que todo o material fosse identificado por taxonomistas, de acordo com cada grupo. Porém a maioria dos artrópodes parece não despertar interesse nos estudos científicos, sejam de conservação, ecológicos e taxonômicos. Apenas alguns grupos, como mamíferos, peixes, besouros, aranhas, que são maiores e mais vistosos, atraem mais atenção dos cientistas, e consequentemente existe pouco conhecimento acumulado sobre a maioria dos invertebrados terrestres e muitas espécies foram sequer descritas, assim como informações sobre essas espécies também são muito escassas. Desta forma, análises a níveis taxonômicos superiores são feitas, na tentativa de tentar suprir a necessidade do conhecimento ao menos à nível da quantidade de morfoespécies, estimando a diversidade e contribuindo para a conservação desses ambientes.



1.2.1.3 Coleta de dados na área externa

Coletas no ambiente externo (epígeo) das cavidades foram realizadas. Desta forma, foi realizada uma campanha na estação seca, no mês de julho de 2012, e uma campanha na estação chuvosa em dezembro de 2012. O levantamento dos invertebrados foi realizado utilizando o método de coleta manual (Ferreira, 2004). Para determinar a área a ser amostrada, foi traçado um transecto de 10 metros (com auxílio de corda e trena) partindo do pingo d'água da caverna. As coletas foram realizadas ao longo desse transecto e a 1 metro de cada lado do transecto (Figura 1 e 2).

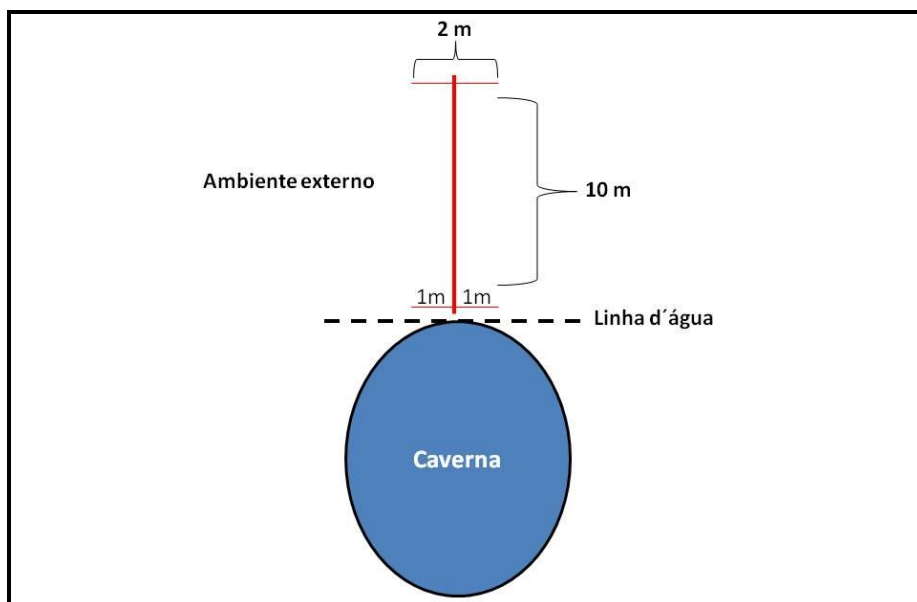


Figura 47: Esquema ilustrativo da metodologia de coleta empregada para o ambiente externo.



Figura 48: Coleta externa – transecto de 20m².

Além disso, informações como temperatura e umidade foram registradas ao longo do transecto, com a finalidade de comparação com o ambiente hipógeo.

Os invertebrados coletados foram colocados em álcool 92,6% para fixação e conservação. O material foi triado e armazenado em álcool 70% buscando possíveis endemismos e troglomorfismos. Os organismos coletados foram comparados de acordo com coleção de referência (Tabela 4), e identificados ao menor nível taxonômico possível.

1.2.1.4 Análise dos dados

- A riqueza média nas cavidades estudadas foi obtida dentro do intervalo das médias $\pm$ desvio padrão. A riqueza foi considerada alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores. As médias das riquezas foram feitas comparando-se as cavidades de mesma litologia sob enfoque local. Para isso foi utilizada a fórmula $M=Rt/Nc$, onde: M – média da



riqueza; Rt – Soma das riquezas das cavidades estudadas; Nt – número de cavernas amostradas. Após o cálculo da média foi feito o cálculo do desvio padrão com a seguinte fórmula:

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

Onde: x – média da amostra; n – tamanho da amostra.

- A abundância relativa de espécies foi calculada utilizando indivíduos das espécies com adultos de tamanho corporal igual ou maior que 1 cm. Através da abundância destas espécies nas cavernas estudadas, foram calculadas as médias $\pm$ desvio padrão para obter os intervalos de valores para as abundâncias baixa, média e alta, como explicado abaixo:

(1) abundância mínima de cada espécie foi considerada com o menor valor encontrado da determinada espécie; (2) abundância máxima com o maior valor encontrado; (3) abundância média foi a soma das abundâncias da determinada espécie dividida pela quantidade de cavernas onde a espécie ocorreu; (4) o desvio padrão foi calculado e somado com a média para que o valor de abundância relativa alta fosse estabelecido para cada espécie.

As espécies que possuíam abundância alta em determinada caverna foram somadas e feita sua porcentagem de acordo com a fórmula $AB = N \cdot 100 / Nt$, onde: AB= Abundância relativa de espécies por caverna; N= Número de espécies com abundância alta; Nt= Número total de espécies encontradas na caverna. A partir do valor (%) encontrado, seguiu-se a nota de corte estipulada pela Instrução Normativa.

Assim, as cavidades que possuíam 30% ou mais de espécies com abundância alta foram classificadas com abundância relativa de espécies alta. Cavidades



com 10 a 20% abundância relativa média e até 10% abundância relativa baixa. Espécies que apresentaram ocorrência em apenas uma cavidade foram automaticamente consideradas como de abundância alta.

1.3 Resultados e discussão

1.3.1 Invertebrados

1.3.1.1 Diversidade encontrada

Para o presente grupo de cavidades aqui apresentadas foram registradas 84 morfoespécies, distribuídas em 3 classes de artrópodes – *Classe Arachnida*: Acari (5 morfoespécies), Araneae (17 morfoespécies), Palpigradi (1 morfoespécie); *Classe Diplopoda* (1 morfoespécie); *Classe Hexapoda (Insecta)*: Blattodea (1 morfoespécie), Coleoptera (1 morfoespécie), Collembola (3 morfoespécies), Diplura (1 morfoespécie), Diptera (10 morfoespécies), Ephemeroptera (1 morfoespécie), Hemiptera (7 morfoespécies), Hymenoptera (20 morfoespécies), Isoptera (1 morfoespécie), Lepidoptera (4 morfoespécies), Neuroptera (1 morfoespécie); Orthoptera (4 morfoespécies), Psocoptera (4 morfoespécies), Trichoptera (1 morfoespécie). Além de Arthropoda, também foi registrado o grupo Oligochaeta (1 morfoespécie). (Tabela 5).

A diversidade de invertebrados coletados na área externa às cavidades foi 244 morfoespécies, distribuídas em 5 classes de artrópodes – *Classe Arachnida*: Acari (8 morfoespécies), Araneae (37 morfoespécies); Palpigradi (1 morfoespécie), Pseudoscorpiones (1 morfoespécie); *Classe Chilopoda* (3 morfoespécies); *Classe Diplopoda* (3 morfoespécies); *Classe Symphyla* (1 morfoespécie); *Classe Hexapoda (Insecta)*: Blattodea (6 morfoespécies), Coleoptera (17 morfoespécies), Collembola (13 morfoespécies), Diplura (1 morfoespécie), Diptera (18 morfoespécies), Ephemeroptera (2 morfoespécies), Hemiptera (40 morfoespécies), Hymenoptera (57 morfoespécies), Isoptera (3



morfoespécies), Lepidoptera (7 morfoespécies), Mantodea (2 morfoespécies), Neuroptera (2 morfoespécies), Odonata (3 morfoespécies), Orthoptera (11 morfoespécies), Psocoptera (6 morfoespécies), Trichoptera (1 morfoespécie). Além de Arthropoda, também foi registrado o grupo Oligochaeta (1 morfoespécie) (Tabela 6).

Não foram registradas nas cavidades estudadas espécies vetores de doenças e/ou patogênicas.



Tabela 28: Espécies e suas respectivas abundâncias encontradas nas cavidades estudadas.

Taxa	Espécie	Cv. 10	Cv. 11	Cv. 12	Cv. 13/17	Cv. 14	Cv. 15	Cv. 20	Cav. 21
Acari	Acari sp.				1	9	3	5	4
Acari	Acari sp.1			1					
Acari	Acari sp.5			9					
Acari	Acari sp.7	1							
Acari	Acari sp.9					1			
Araneae	<i>Alpaida</i> sp.2		1						
Araneae	Araneae sp.		1						
Araneae	Araneae sp.13						1		
Araneae	Araneae sp.15		1						
Araneae	Araneae sp.21						1		
Araneae	Araneae sp.22						1		
Araneae	<i>Araneus</i> sp.		1						
Araneae	<i>Corythalia</i> sp.1				3	3			
Araneae	Dipluridae sp.2	1							
Araneae	<i>Enoploctenus</i> sp.		1		1				
Araneae	<i>Mesabolivar</i> sp.1	2	3		1				2
Araneae	<i>Nephila</i> sp.							1	
Araneae	<i>Ochyrocera</i> sp.	4			6				
Araneae	Salticidae sp.1								1
Araneae	<i>Scytodes</i> sp.	2	1	1	2		2		
Araneae	<i>Theridion</i> sp.1	2	4						



Araneae	<i>Theridion</i> sp.2			8	1	1	1		3
Blattodea	Blattidae sp.1				3				
Coleoptera	Staphylinidae sp.2				1				
Collembola	Entomobryidae sp.2	1	17	1	9		14	6	4
Collembola	Entomobryidae sp.3					1			
Collembola	Sminturidae sp.					2			
Diplopoda	Diplopoda sp.	1							
Diplura	Campodeidae sp.	1							
Diptera	Cecidomyiidae sp.	1	10	2		1		3	1
Diptera	Culicidae sp.			1		3			
Diptera	Dolichopodidae sp.		31						12
Diptera	Drosophilidae sp.	2		1	1				
Diptera	Muscidae sp.		4		2		1		2
Diptera	Mycetophilidae sp.	1							
Diptera	Psychodidae sp.	1	1				2	1	1
Diptera	Sciaridae sp.3	1							
Diptera	Simuliidae sp.		3		1			1	
Diptera	Tipulidae sp.	2		1	1		1		
Ephemeroptera	Baetidae sp.		1						
Hemiptera	Cicadellidae sp.						1		
Hemiptera	Cixiidae imaturo	1							
Hemiptera	Cixiidae sp.1	1							
Hemiptera	Cixiidae sp.2							1	



Hemiptera	Membracidae sp.					7			
Hemiptera	Mesoveliidae sp.		20						
Hemiptera	<i>Zelurus</i> imaturo			3			1		1
Hymenoptera	Apidae sp.							1	
Hymenoptera	<i>Azteca</i> sp.								21
Hymenoptera	<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1							
Hymenoptera	<i>Brachymyrmex</i> sp.3				1				
Hymenoptera	<i>Camponotus</i> sp.3					2		1	
Hymenoptera	<i>Ectatomma</i> sp.		1						
Hymenoptera	Formicidae sp.1				1				
Hymenoptera	Hymenoptera sp.1			1					
Hymenoptera	Hymenoptera sp.7				1				
Hymenoptera	<i>Labidus</i> sp.				1				
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.3	1		4					
Hymenoptera	<i>Neivamyrmex</i> sp.	1							
Hymenoptera	<i>Ochetomyrmex</i> sp.				1				
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.1					6		1	
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.2	1							
Hymenoptera	<i>Pseudomyrmex</i> sp.								1
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.1						1		
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.2			2			9		
Hymenoptera	Sphecidae sp.						1	1	4
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.1							1	



Isoptera	Isoptera sp.				1	11	200		
Lepidoptera	<i>Hypena</i> sp.	1							
Lepidoptera	Lepidoptera sp.4		2						
Lepidoptera	Noctuidae sp.	2		1					3
Lepidoptera	Tineidae sp.1							1	
Neuroptera	Mirmeleontidae imaturo			236			130		19
Oligochaeta	Oligochaeta sp.					1			
Orthoptera	<i>Endecous</i> sp.	1	1						
Orthoptera	Gryllidae sp.1					1			
Orthoptera	<i>Phoremia</i> sp.				1				
Orthoptera	<i>Strinatia</i> sp.		3						
Palpigradi	Palpigradi sp.	1			2				
Psocoptera	Lepidopsocidae sp.3				1			1	
Psocoptera	Psocidae sp.				1				
Psocoptera	Psocoptera imaturo	17	6	2	2	1	3	2	2
Psocoptera	Ptiloneuridae sp.		1	1	1	2	1	1	
Trichoptera	Philopotamidae sp.		1						



Tabela 29: Espécies de invertebrados registrados na área externa às cavidades.

Acari	Acari sp.
Acari	Acari sp.1
Acari	Acari sp.2
Acari	Acari sp.3
Acari	Acari sp.4
Acari	Acari sp.5
Acari	Acari sp.6
Acari	Acari sp.8
Araneae	Araneae sp.
Araneae	Araneae sp.1
Araneae	Araneae sp.10
Araneae	Araneae sp.11
Araneae	Araneae sp.12
Araneae	Araneae sp.14
Araneae	Araneae sp.15
Araneae	Araneae sp.16
Araneae	Araneae sp.17
Araneae	Araneae sp.18
Araneae	Araneae sp.19
Araneae	Araneae sp.2
Araneae	Araneae sp.20
Araneae	Araneae sp.21
Araneae	Araneae sp.22
Araneae	Araneae sp.3
Araneae	Araneae sp.4

Araneae	Araneae sp.5
Araneae	Araneae sp.6
Araneae	Araneae sp.7
Araneae	Araneae sp.8
Araneae	Araneae sp.9
Araneae	Araneus sp.
Araneae	Corythalia sp.
Araneae	Ctenidae sp.
Araneae	Dipluridae sp.1
Araneae	Dipluridae sp.2
Araneae	Enoploctenus sp.
Araneae	Isocetus sp.
Araneae	Mesabolivar sp.
Araneae	Nephila sp.
Araneae	Ochyrocera sp.
Araneae	Salticidae sp.
Araneae	Salticidae sp.1
Araneae	Salticidae sp.2
Araneae	Scytodes sp.
Araneae	Theridion sp.
Blattodea	Blattidae sp.2
Blattodea	Blattodea imaturo
Blattodea	Blattodea sp.1
Blattodea	Blattodea sp.2

Blattodea	Blattodea sp.3
Blattodea	Blattodea sp.4
Chilopoda	Chilopoda sp.1
Chilopoda	Chilopoda sp.2
Chilopoda	Chilopoda sp.3
Coleoptera	Coleoptera sp.1
Coleoptera	Coleoptera sp.10
Coleoptera	Coleoptera sp.3
Coleoptera	Coleoptera sp.4
Coleoptera	Coleoptera sp.5
Coleoptera	Coleoptera sp.7
Coleoptera	Dystiscidae sp.1
Coleoptera	Tenebrionidae imaturo
Coleoptera	Coleoptera sp.2
Coleoptera	Coleoptera sp.6
Coleoptera	Coleoptera sp.8
Coleoptera	Coleoptera sp.9
Coleoptera	Pselaphinae sp.
Coleoptera	Staphylinidae sp.1
Coleoptera	Staphylinidae sp.2
Coleoptera	Staphylinidae sp.3
Coleoptera	Staphylinidae

	sp.4
Collembola	Collembola sp.1
Collembola	Collembola sp.2
Collembola	Collembola sp.3
Collembola	Collembola sp.5
Collembola	Collembola sp.6
Collembola	Entomobryidae sp.1
Collembola	Entomobryidae sp.2
Collembola	Entomobryidae sp.3
Collembola	Entomobryidae sp.4
Collembola	Entomobryidae sp.5
Collembola	Isotomidae sp.
Collembola	Sminturidae
Collembola	Collembola sp.4
Diplopoda	Diplopoda imaturo
Diplopoda	Diplopoda sp.
Diplopoda	Polydesmida
Diplura	Campodeidae sp.
Diptera	Cecidomyiidae sp.
Diptera	Culicidae sp.



Diptera	Diptera sp.1
Diptera	Diptera sp.2
Diptera	Diptera sp.3
Diptera	Diptera sp.4
Diptera	Diptera sp.5
Diptera	Dolichopodidae sp.
Diptera	Drosophilidae sp.
Diptera	Muscidae sp.
Diptera	Phlebotominae
Diptera	Phoridae sp.
Diptera	Psychodidae
Diptera	Sarcophagidae sp.
Diptera	Sciaridae sp.3
Diptera	Simuliidae sp.
Diptera	Tabanidae sp.
Diptera	Tipulidae sp.
Ephemeroptera	Ephemeridae
Ephemeroptera	Ephemeroptera imaturo
Hemiptera	Berytidae sp.
Hemiptera	Cicadellidae imaturo
Hemiptera	Cicadellidae sp.1
Hemiptera	Cicadellidae sp.2
Hemiptera	Cicadellidae

	sp.3
Hemiptera	Cicadellidae sp.5
Hemiptera	Cicadellidae sp.4
Hemiptera	Cixiidae imaturo
Hemiptera	Cixiidae sp.1
Hemiptera	Cixiidae sp.2
Hemiptera	Cixiidae sp.3
Hemiptera	Geocoridae sp.
Hemiptera	Hemiptera imaturo
Hemiptera	Hemiptera sp.1
Hemiptera	Hemiptera sp.2
Hemiptera	Hemiptera sp.3
Hemiptera	Hemiptera sp.4
Hemiptera	Hemiptera sp.5
Hemiptera	Hemiptera sp.6
Hemiptera	Heteroptera imaturo
Hemiptera	Heteroptera sp.1
Hemiptera	Heteroptera sp.10
Hemiptera	Heteroptera sp.11
Hemiptera	Heteroptera sp.12
Hemiptera	Heteroptera sp.13
Hemiptera	Heteroptera

	sp.2
Hemiptera	Heteroptera sp.3
Hemiptera	Heteroptera sp.4
Hemiptera	Heteroptera sp.5
Hemiptera	Heteroptera sp.6
Hemiptera	Heteroptera sp.7
Hemiptera	Heteroptera sp.8
Hemiptera	Heteroptera sp.9
Hemiptera	Membracidae sp.
Hemiptera	Mesoveliidae sp.
Hemiptera	Pentatomidae sp.
Hemiptera	Reduviidae sp.1
Hemiptera	Reduviidae sp.2
Hemiptera	Tingidae sp.
Hemiptera	Zelus imaturo
Hymenoptera	Acromyrmex sp.
Hymenoptera	Anochetus sp.
Hymenoptera	Apidae sp.
Hymenoptera	Azteca sp.
Hymenoptera	Bombini sp.
Hymenoptera	Brachymyrmex sp.1

Hymenoptera	Brachymyrmex sp.2
Hymenoptera	Camponotus sp.1
Hymenoptera	Camponotus sp.2
Hymenoptera	Camponotus sp.3
Hymenoptera	Camponotus sp.4
Hymenoptera	Cephalotes sp.
Hymenoptera	Crematogaster sp.1
Hymenoptera	Crematogaster sp.2
Hymenoptera	Ectatomma sp.
Hymenoptera	Formicidae sp.1
Hymenoptera	Formicidae sp.2
Hymenoptera	Formicidae sp.3
Hymenoptera	Hymenoptera sp.2
Hymenoptera	Hymenoptera sp.3
Hymenoptera	Hymenoptera sp.4
Hymenoptera	Hymenoptera sp.5
Hymenoptera	Hymenoptera sp.6
Hymenoptera	Hymenoptera sp.7
Hymenoptera	Hymenoptera sp.8



Hymenoptera	<i>Hypoconera</i> sp.1
Hymenoptera	<i>Hypoconera</i> sp.2
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.1
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.2
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.3
Hymenoptera	<i>Linepithema</i> sp.4
Hymenoptera	Meliponini sp.
Hymenoptera	<i>Ochetomyrmex</i> sp.
Hymenoptera	<i>Odontomachus</i> sp.
Hymenoptera	<i>Oligomyrmex</i> sp.
Hymenoptera	<i>Pachycondyla</i> sp.
Hymenoptera	<i>Pachycondyla</i> sp.
Hymenoptera	<i>Paratrechina</i> sp.1
Hymenoptera	<i>Paratrechina</i> sp.2

Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.1
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.2
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.3
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.4
Hymenoptera	<i>Pheidole</i> sp.5
Hymenoptera	<i>Pseudomyrmex</i> sp.
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.1
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.2
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.3
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.4
Hymenoptera	<i>Solenopsis</i> sp.5
Hymenoptera	Sphecidae sp.
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.1
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.2
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.3
Hymenoptera	<i>Tapinoma</i> sp.4
Hymenoptera	Vespididae sp.
Isoptera	Isoptera sp.
Isoptera	<i>Nasutitermes</i> sp.
Isoptera	Termitidae

Lepidoptera	Lepidoptera sp.1
Lepidoptera	Lepidoptera sp.2
Lepidoptera	Lepidoptera sp.3
Lepidoptera	Lepidoptera sp.4
Lepidoptera	Lepidoptera sp.5
Lepidoptera	Tineidae sp.3
Lepidoptera	Tineidae sp.4
Mantodea	Mantodea sp.1
Mantodea	Mantodea sp.2
Neuroptera	Chrysopidae imaturo
Neuroptera	Mirmeleontidae imaturo
Odonata	Anisoptera imaturo
Odonata	<i>Argia</i> sp.
Odonata	Zygoptera imaturo
Oligochaeta	Haplotaxida
Orthoptera	Acrididae sp.
Orthoptera	<i>Amanayara</i> sp.

Orthoptera	<i>Endecous</i> sp.
Orthoptera	Gryllidae sp.1
Orthoptera	Gryllidae sp.2
Orthoptera	imaturo
Orthoptera	Orthoptera imaturo
Orthoptera	<i>Phoremia</i> sp.
Orthoptera	<i>Strinatia</i> sp.
Orthoptera	Tettigoniidae sp.
Orthoptera	<i>Zuchiella</i> sp.
Palpigradi	Palpigradi sp.
Pseudoscorpiones	Pseudoscorpiones sp.
Psocoptera	Dasydemellidae sp.
Psocoptera	Lepidopsocidae
Psocoptera	Psocidae sp.
Psocoptera	Psocoptera imaturo
Psocoptera	Ptiloneuridae
Psocoptera	Ptiloneuridae sp.
Symphyla	Symphyla sp.
Trichoptera	Trichoptera



1.3.1.2 Troglóbios ou troglomórficos encontrados

A origem de um organismo troglóbio se dá por populações epígeas ou troglófilas que tenham sido isoladas geograficamente ou geneticamente, e restringidas ao ambiente cavernícola. Apesar do grande aumento nos estudos nas regiões tropicais, cavernas tropicais ainda são pobres em organismos troglóbios (Mitchell 1969, Howarth 1980), em comparação à região temperada; fato que pode ser explicado pela hipótese de um menor isolamento no período do Pleistoceno (Mitchell 1969), sendo os efeitos da glaciação pouco nítidos e a diversificação da fauna troglóbia muito menor do que em regiões temperadas. Na região tropical, o percentual da fauna troglóbia é maior em regiões montanhosas, onde as flutuações pleistocênicas foram mais pronunciadas (Peck 1974).

Em complementação às flutuações pleistocênicas viria a grande quantidade de aporte energético - a maior disponibilidade favorece uma menor pressão seletiva para sua aquisição (Mitchell 1969) e o clima - a quantidade de cavernas na região tropical que apresentam uma atmosfera saturada adequada para a ocorrência de organismos “estenohigróbicos”, como os troglóbios, é menor do que na região temperada (Howarth 1980), conferindo uma menor ocorrência de troglóbios na região tropical, em comparação com a região temperada.

A caracterização de uma espécie como troglóbia é dificultada na região tropical pela falta de conhecimento da fauna epígea, e muitas vezes pela utilização errônea de troglomorfismos como indicativos de uma espécie ser troglóbia (sem conhecer totalmente sua distribuição).

Nenhuma cavidade na área de estudo do presente trabalho apresentou espécies troglóbias e/ou troglomórficas.



1.3.1.3 Análises dos dados

Todos os dados coletados em cada cavidade encontram-se na Tabela 6.

As cavidades do presente estudo apresentaram um intervalo de variação na riqueza entre 16 e 26 morfoespécies (Figura 3), e a abundância com intervalo de variação entre 28 e 374 indivíduos (Figura 4). As cavernas 10 e 13/17 foram as que apresentaram a maior riqueza (26 morfoespécies).

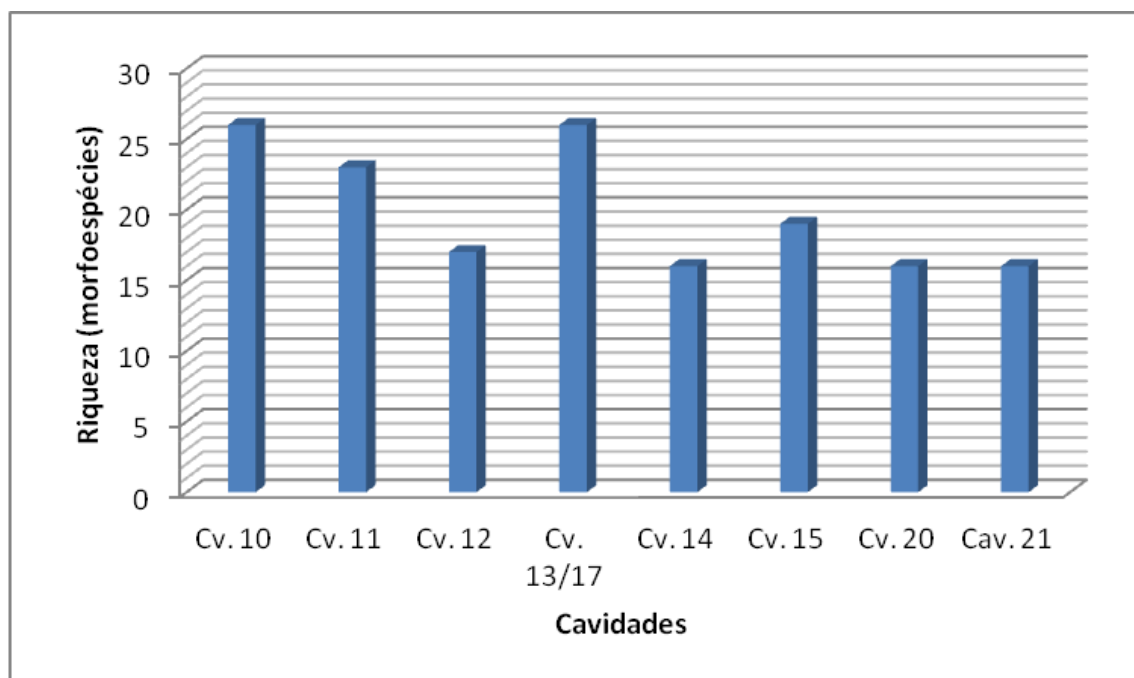


Figura 49: Riqueza média de morfoespécies de invertebrados em função das cavidades estudadas.

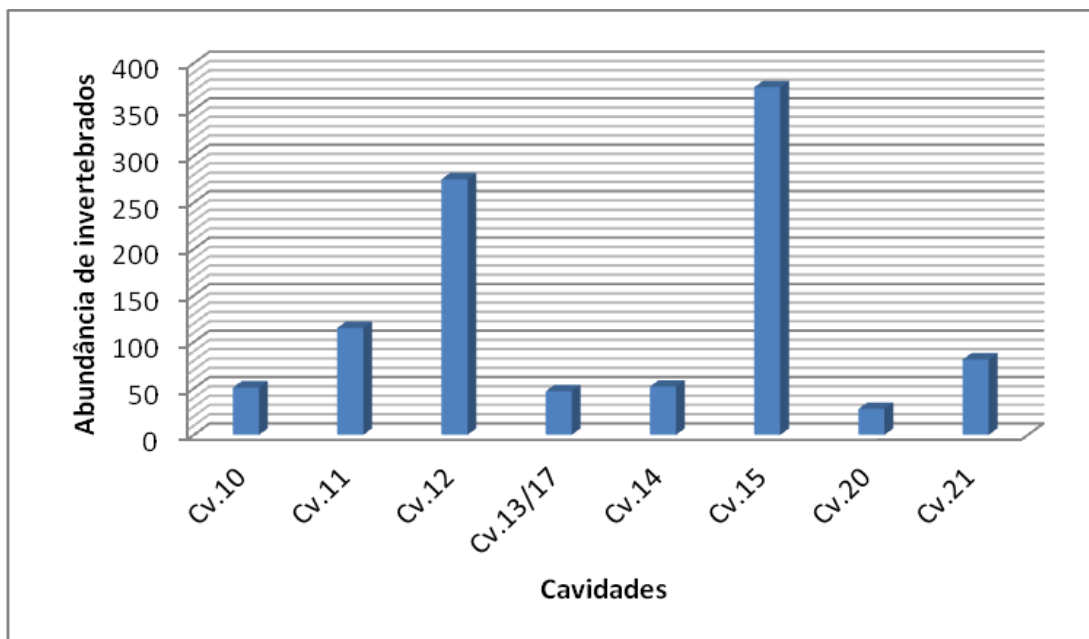


Figura 50: Abundância média de invertebrados em função das cavidades estudadas.



Tabela 30: Informações registradas em cada cavidade.

Cavidade	Riqueza	Zonação	Recursos	Outras características
10	26	eufótica e disfótica	detritos, material vegetal, raízes	influência do ambiente externo
11	23	eufótica e disfótica	detritos, material vegetal	influência do ambiente externo
12	17	eufótica e disfótica	detritos, material vegetal	influência do ambiente externo
13/17	26	eufótica e disfótica	detritos, material vegetal, raízes	influência do ambiente externo
14	16	eufótica e disfótica	detritos, material vegetal	influência do ambiente externo
15	19	eufótica e disfótica	detritos, material vegetal, raízes	influência do ambiente externo
20	16	eufótica e disfótica	detritos, material vegetal	influência do ambiente externo
21	16	eufótica	detritos, material vegetal	influência do ambiente externo



A temperatura média registrada no interior das cavidades foi de 20,4°C (Figura 5) e a umidade média relativa do ar no interior das cavidades foi de 69% (Figura 6).

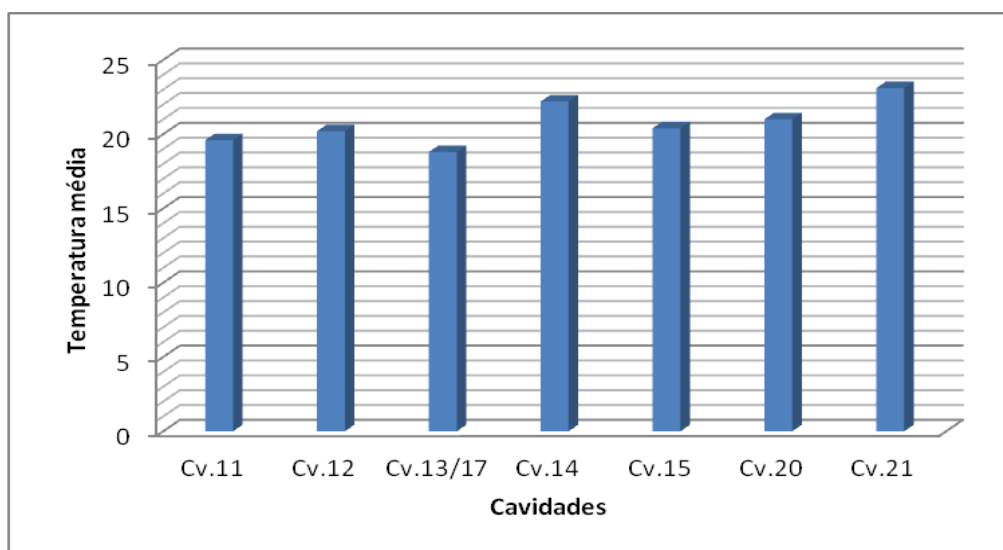


Figura 5: Temperatura média (°C) em função das cavidades estudadas.

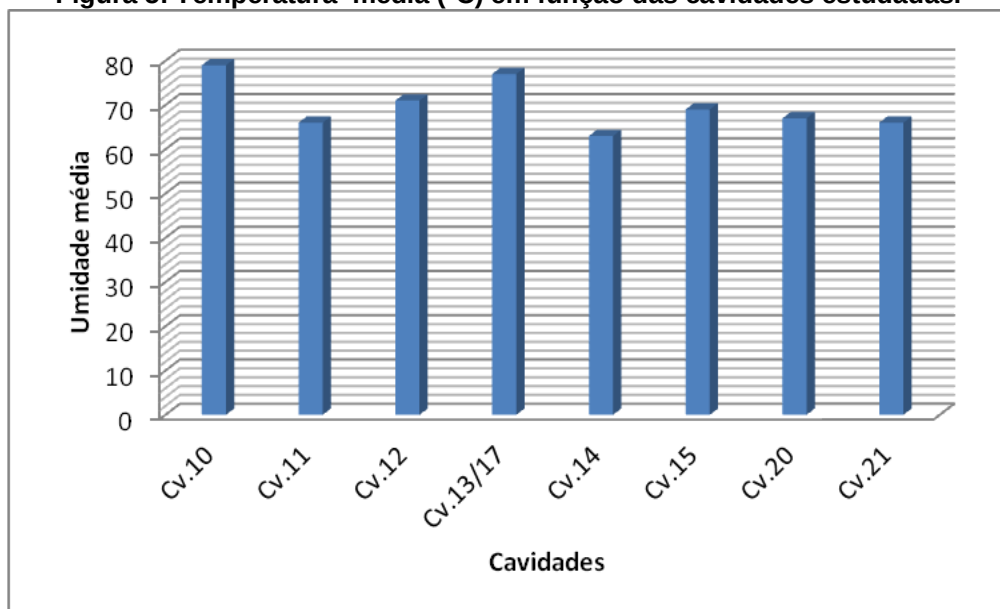


Figura 6: Umidade relativa do ar (%) em função das cavidades estudadas.



1.3.1.4 Características das cavidades

✓ **Caverna 10**

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. A cavidade é formada por abatimento de blocos, com clarabóias e fendas, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 16,4⁰C e a umidade relativa do ar foi 70% e na época chuvosa foi 20,7⁰C e a umidade relativa do ar foi 88%.

✓ **Caverna 11**

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona disfótica. A cavidade é formada por abatimento de blocos, com clarabóias e fendas, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 18,2⁰C e a umidade relativa do ar foi 60%. Foi realizada coleta nessa cavidade apenas na estação seca e na época chuvosa foi 23⁰C e a umidade relativa do ar foi 72%.

✓ **Caverna 12**

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. A cavidade é formada por abatimento de blocos, apresentando grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 17,9⁰C e a umidade relativa do ar foi 71% e na



Snelavon Consultoria-ME



época chuvosa foi 22,6°C e a umidade relativa do ar foi 71%.





✓ **Caverna 13/17**

A vegetação do entorno é mata de galeria, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação próximo à essa cavidade. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. A cavidade é formada por abatimento de blocos com características de abrigo, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 15,9⁰C e a umidade relativa do ar foi 74% e na época chuvosa foi 21,7⁰C e a umidade relativa do ar foi 81%.

✓ **Caverna 14**

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. A cavidade é formada por dois blocos encostados com abertura no teto em toda sua extensão, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 21,8⁰C e a umidade relativa do ar foi 50% e na época chuvosa foi 22,6⁰C e a umidade relativa do ar foi 76%.

✓ **Caverna 15**

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. A cavidade é formada por dois blocos encostados com abertura no teto em toda sua extensão, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 18,1⁰C e a umidade relativa do ar foi 59% e na época chuvosa foi 22,7⁰C e a umidade relativa do ar foi 80%.



Snelavon Consultoria-ME





✓ **Caverna 20**

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando as zonas eufótica e disfótica, predominando a zona eufótica. A cavidade é formada por abatimento de blocos, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 19,5⁰C e a umidade relativa do ar foi 60% e na época chuvosa foi 22,6⁰C e a umidade relativa do ar foi 74%.

✓ **Caverna 21**

A vegetação do entorno é campo rupestre, cerrado. Houve um grande incêndio na região na época seca, queimando toda a vegetação. A zonação é incompleta, apresentando apenas a zona eufótica. A cavidade é formada por um pequeno bloco suspenso por sedimentos, com teto de mais ou menos 0,80 m, apresentando assim grande influência do meio externo na interior da cavidade. A temperatura média registrada na época seca foi 21,4⁰C e a umidade relativa do ar foi 51% e na época chuvosa foi 24,9⁰C e a umidade relativa do ar foi 81%.



1.4 Conclusões

Todas as cavidades apresentaram média riqueza de espécies e não foi registrada alta abundância relativa de espécies.

As cavidades estudadas apresentaram baixa diversidade de substratos orgânicos (detritos, material vegetal e raízes).

Não foram registradas espécies troglóbias e/ou troglomórficas nas cavidades estudadas. Também não foram registrados táxons novos, espécies vetores de doenças ou patogênicas.



2 ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DAS CAVIDADES

2.1 Cálculos de Riqueza de Espécies, Abundância Relativa de Espécies e Diversidade de Substratos Orgânicos das duas áreas estudadas.

Foram consideradas riquezas médias aquelas dentro do intervalo da média $\pm$ desvio padrão das cavidades encontradas na área do presente projeto; riqueza alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores (Figura 7).

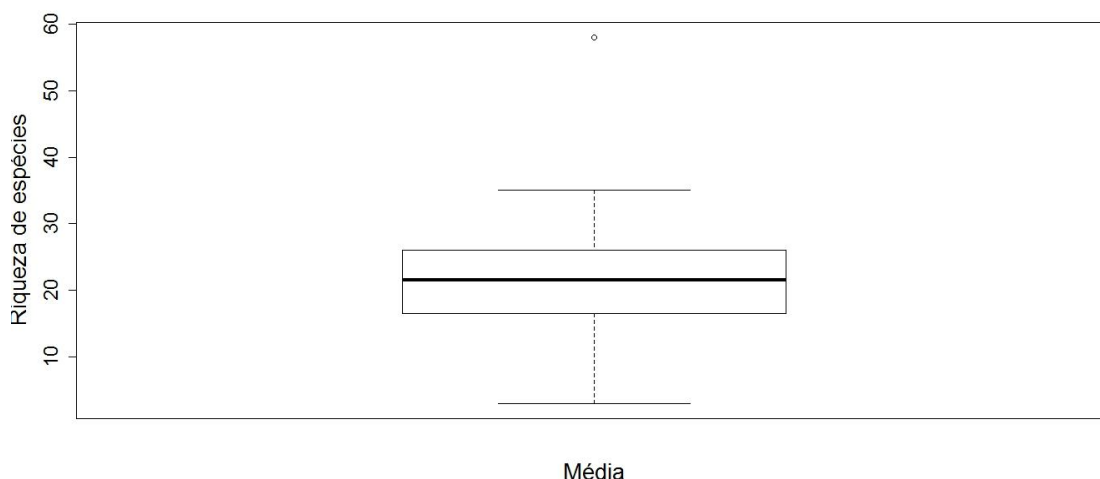


Figura 7: Riqueza média de invertebrados encontrados no interior das cavidades estudadas. Foram consideradas riquezas médias aquelas dentro do intervalo da média $\pm$ desvio padrão (22 ± 11); riqueza alta acima deste intervalo de valores; e riqueza baixa abaixo deste intervalo de valores.

A abundância relativa de espécies foi calculada utilizando indivíduos das espécies cujos adultos possuam tamanho corporal igual ou maior que 1 cm. Através da abundância destas espécies nas cavernas estudadas, foram calculadas as médias $\pm$ desvio padrão para obter os intervalos de valores para as abundâncias baixa, média e alta. Assim, as cavidades que possuíam 30% ou mais espécies com abundância alta foram classificadas com abundância



relativa de espécies alta. Cavidades com 10 a 20% abundância relativa média e até 10% abundância relativa baixa. Espécies que apresentaram ocorrência em apenas uma cavidade foram automaticamente consideradas como de alta abundância.

A diversidade de substratos orgânicos foi definida de acordo com a avaliação qualitativa dos substratos, sendo considerados 7 tipos diferentes: guano, material vegetal, detritos, raízes, carcaças, fezes de vertebrados não-voadores, bolotas de regurgitação. Se houver a presença de 4 a 7 tipos, a diversidade foi considerada alta e de apenas 1 a 3 foi considerada baixa.

2.2 Graus de Relevância das Cavidades

2.2.1 Relevância Máxima

Entende-se por cavidade natural subterrânea com relevância máxima aquela que possui pelo menos um dos atributos listados na Tabela 31.

Tabela 31: Atributos considerados de Relevância Máxima.

Atributos biológicos considerados de relevância máxima	Variável	
	Presente	Ausente
VI. Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais.		X
VII. Habitat essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos.		X
VIII. Habitat de troglóbio raro		X
IX. Interações ecológicas únicas		X



Nenhuma das cavidades estudadas neste relatório apresentou atributos de relevância máxima ao serem analisados os parâmetros biológicos. Não foi registrada a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção constantes na lista e interações ecológicas únicas nas cavidades estudadas.

Em nenhuma das cavidades estudadas foram encontradas espécies troglóbias, ou seja, espécies que possuem caracteres apomórficos e especializações adquiridas aleatoriamente por meio de mutações e que são mantidos devido ao isolamento genético no meio subterrâneo. Por não haver espécie troglóbia, consequentemente também não há troglóbios endêmicos, relictos e raros.

Como observado na tabela 9, as cavernas em estudo não apresentam características muito favoráveis para a manutenção de espécies troglóbias, mas mesmo se o ambiente fosse favorável, os processos evolutivos mencionados acima não dependem das características do habitat para que estes ocorram. Estas características apenas favorecem a manutenção de populações troglóbias, com ambientes com pouca flutuação na temperatura e umidade, zonas de escuridão total, entre outros.

2.2.2 Relevâncias Alto, Médio e Baixo

✓ *Importância Acentuada sob Enfoque Local e Regional*

A Tabela 32 apresenta a síntese dos atributos biológicos analisados em termos de importância acentuada sob enfoque local e regional.

Tabela 32: Atributos biológicos considerados de importância acentuada sob enfoque local e regional para classificação do grau de relevância.

Atributos biológicos considerados de importância acentuada sob enfoque local e regional	Variável	
	Presente	Ausente



I. Localidade Tipo		X
II. Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante		X
III. Presença de táxons novos		X
IV. Alta riqueza de espécies		X
V. Alta abundância relativa de espécies		X
VI. Presença de composição singular da fauna		X
VII. Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos		X
VIII. Presença de espécies troglomórficas		X
IX. Presença de troglóxeno obrigatório		X
X. Presença de população excepcional em tamanho		X
XI. Presença de espécie rara		X

Em nenhuma das cavidades estudadas foram encontradas espécies troglóbias, ou troglomórficas. Características consideradas como troglomorfismos, ou seja, caracteres adquiridos na história filogenética de uma linhagem de determinada espécie, surgidos aleatoriamente por mutações, não são compartilhados com espécies do ambiente epígeo e são mantidos justamente pelo isolamento genético no meio subterrâneo. Sendo assim, possíveis troglomorfismos não podem ser encontrados em espécies registradas no ambiente externo às cavidades. E caso seja encontrado em espécies do ambiente epígeo, não deve ser considerado como troglomorfismo.

Nenhuma das cavidades estudadas apresentou táxons novos e/ou raros e



localidade tipo, populações com função ecológica importante, troglóxenos e população excepcional em tamanho. Esses atributos são considerados presentes quando são registradas ocorrências que não são conhecidas e citadas na bibliografia e em outros estudos.

Os valores de riqueza foram obtidos de acordo com a estimativa de espécies encontradas, obtendo-se uma média e o desvio padrão do conjunto de cavidades presentes na área de estudo, incluindo as cavidades apresentadas anteriormente. Sendo assim, a riqueza foi considerada alta apenas acima de 33 espécies.

As abundâncias das espécies foram analisadas em separado, para cada espécie, e definido qual seria o valor a ser considerado como alta abundância. Após essa definição, foram somadas as espécies com alta abundância de cada cavidade, sendo que as espécies encontradas em apenas uma cavidade foram consideradas de alta abundância. Dessa forma, cavidades com mais de 30% de espécies com abundância alta foram consideradas com alta abundância relativa de espécies. Não foi registrada alta abundância relativa de espécies nas cavidades estudadas.

Presença de composição singular da fauna

Nenhuma cavidade apresentou composição singular da fauna.

✓ Importância Acentuada sob Enfoque Local

A Tabela 33 sintetiza os atributos bióticos considerados acentuados sob enfoque local.

Tabela 33: Atributos considerados de importância acentuada sob enfoque local para classificação de grau de relevância.

Atributos biológicos considerados de importância	Variável
---	-----------------



acentuada sob enfoque local	Presente	Ausente
I. População residente de quirópteros		
II. Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação		X
III. Alta diversidade de substratos orgânicos		X
IV. Média riqueza de espécies	10, 11, 12, 13/17, 14, 15, 20, 21	
V. Média abundância relativa de espécies	10, 14, 20	
VI. Constatação de uso da cavidade por espécies migratórias		X
VII. Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque local		X

Em nenhuma das cavidades estudadas foi registrado o uso por espécies silvestres e migratórias, singularidade dos elementos faunísticos e alta diversidade de substratos orgânicos.

Média riqueza de espécies

As cavidades que apresentaram entre 12 a 32 espécies foram consideradas com média riqueza de espécies. Esses valores foram obtidos de acordo com a estimativa de espécies encontradas, obtendo-se uma média e o desvio padrão do conjunto de cavidades da área de estudo.

Foi registrada uma média riqueza de espécies nas cavidades 10, 11, 12, 13/17, 14, 15, 20, 21.

Média abundância relativa de espécies



As abundâncias das espécies foram analisadas em separado, para cada espécie, e definido qual seria o valor a ser considerado como alta abundância. Após essa definição, foram somadas as espécies com alta abundância de cada cavidade, sendo que as espécies encontradas em apenas uma cavidade foram consideradas de alta abundância. Dessa forma, cavidades que apresentaram de 11 a 30% de espécies com abundância alta foram consideradas com alta abundância relativa de espécies.

Foi registrada média abundância relativa de espécies nas cavidades 10, 14, 20.

✓ Importância Significativa sob Enfoque Local e Regional

Os atributos biológicos que definem importância significativa sob enfoque local e regional encontram-se listados na Tabela 34.

Tabela 34: Atributos considerados de importância significativa sob enfoque local e regional para classificação de grau de relevância.

Atributos considerados para classificação de grau de relevância entre: alto, médio e baixo	Variável	
	Presente	Ausente
I. Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque regional		X

Não foi registrada a presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque regional nas cavidades estudadas.

✓ Importância Significativa sob Enfoque Local

A Tabela 35 lista os atributos biológicos adicionais que conferem importância



significativa sob a ótica do enfoque local.

Tabela 35: Atributos considerados de importância significativa sob enfoque local.

Atributos biológicos considerados de importância significativa sob enfoque local	Variável	
	Presente	Ausente
I. Baixa diversidade de substratos orgânicos	10, 11, 12, 13/17, 14, 15, 20, 21	
II. Baixa riqueza de espécies		X
III. Baixa abundância relativa de espécies	11, 12, 13/17, 15, 21	
IV. Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque local		X

Não foi registrada a presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque local nas cavidades estudadas.

Baixa diversidade de substratos orgânicos

Todas as cavidades apresentaram uma baixa diversidade de substratos orgânicos, ou seja, até 3 tipos de recursos foram registrados em cada cavidade estudada (material vegetal, detritos vegetais, raízes, carcaças, guano, fezes, bolotas de regurgitação).

Baixa riqueza de espécies

As cavidades que apresentaram até 11 espécies foram consideradas com baixa riqueza de espécies. Esses valores foram obtidos de acordo com a



estimativa de espécies encontradas, obtendo-se uma média e o desvio padrão do conjunto de cavidades da área de estudo.

Dessa forma, nenhuma cavidade apresentou baixa riqueza de espécies.

Baixa abundância relativa de espécies

As abundâncias das espécies foram analisadas em separado, para cada espécie, e definido qual seria o valor a ser considerado como alta abundância. Após essa definição, foram somadas as espécies com alta abundância de cada cavidade, sendo que as espécies encontradas em apenas uma cavidade foram consideradas de alta abundância. Dessa forma, cavidades que apresentaram apenas 10% das espécies com abundância alta foram consideradas com alta abundância relativa de espécies.

Foi registrada uma baixa abundância relativa de espécies nas cavidades 11, 12, 13/17, 15 e 21.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DAS CAVIDADES

Quanto aos atributos biológicos, nenhuma cavidade foi classificada como Relevância Máxima, nenhuma cavidade foi classificada com grau de Relevância Alto, 8 cavidades foram classificadas com grau de Relevância Média e nenhuma cavidade foi classificada com grau de Relevância Baixa (Tabela 36).

Tabela 36: Síntese da relevância das cavidades estudadas de acordo com a configuração de importância dos atributos biológicos.

Cavidades	Atributos classificatórios biológicos	Importância do atributo	Grau de Relevância
Cav 10	Média riqueza de espécies, Média abundância relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	Baixa sob enfoque regional e Acentuada sob enfoque local	MÉDIO
Cav 11	Média riqueza de espécies, Baixa abundância relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	Baixa sob enfoque regional e Acentuada sob enfoque local	MÉDIO
Cav 12	Média riqueza de espécies, Baixa abundância	Baixa sob enfoque	MÉDIO



	relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	regional e Acentuada sob enfoque local	
Cav 13/17	Média riqueza de espécies, Baixa abundância relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	Baixa sob enfoque regional e Acentuada sob enfoque local	MÉDIO
Cav 14	Média riqueza de espécies, Média abundância relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	Baixa sob enfoque regional e Acentuada sob enfoque local	MÉDIO
Cav 15	Média riqueza de espécies, Baixa abundância relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	Baixa sob enfoque regional e Acentuada sob enfoque local	MÉDIO
Cav 20	Média riqueza de espécies, Média abundância relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	Baixa sob enfoque regional e Acentuada sob enfoque local	MÉDIO
Cav 21	Média riqueza de espécies, Baixa abundância relativa de espécies, Baixa diversidade de recursos orgânicos	Baixa sob enfoque regional e Acentuada sob enfoque local	MÉDIO

Levando em consideração todos os atributos (físicos e biológicos) contemplados da IN nº2/2009, nenhuma das cavidades foi classificada com grau de relevância máximo, 08 cavidades foram classificadas com grau de relevância alto, nenhuma cavidade foi classificada com grau de relevância médio e nenhuma cavidade foi classificada com grau de relevância baixo. A classificação final das cavidades assim como os atributos que as levaram a tal classificação está presente na Tabela 37.

Tabela 37: Síntese da relevância das cavidades estudadas de acordo com a configuração de importância dos atributos físicos e biológicos.

Cavidade	Atributos Classificatórios	Importância	Grau de Relevância
CV 10	-Média riqueza de espécies; -Alta influência sobre o sistema cárstico; -Média abundância relativa de espécies; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; - Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA



	-Médio Volume; -Muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; -Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;		
CV 11	-Média riqueza de espécies; -Baixa abundância relativa de espécies; -Alta influência sobre o sistema cárstico; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; - Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA



	-Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;		
CV 12	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Baixa abundância relativa de espécies; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume da cavidade em relação às demais da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 13_17	-Alto Volume; -Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Baixa abundância relativa de espécies; - Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA



	- Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade;		
CV 14	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Média abundância relativa de espécies; Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 15	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média riqueza de espécies; -Baixa abundância relativa de espécies; -Muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA
CV 20	-Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima; -Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Média riqueza de espécies; -Média abundância relativa de espécies; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica;	Acentuada sob enfoque local e regional; Significativa sob enfoque local.	ALTA



	-Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;		
CV 21	-Média projeção horizontal; -Média área da projeção horizontal; -Médio Volume; -Média riqueza de espécies; -Baixa abundância relativa de espécies; -Média projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Média área da projeção horizontal em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Médio Volume em relação às demais cavidades da mesma unidade geomorfológica; -Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição;	Significativa sob enfoque local e regional; Acentuada sob enfoque local.	ALTA



4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARR, T. C. Jr. Cave ecology and evolution of troglobites. *Evolutionary Biology*, 2: 35-102, 1968.
- BARR, T. C. Observations on the ecology of caves. *American Naturalist*, Chicago, 101 (922): 474 – 489, 1967.
- CULVER, D. C. *Cave Life, Evolution and Ecology*. Cambridge. Massachussets and London, England, Harvard University Press. 189p, 1982.
- CULVER, D. C. & PIPAN, T. 2010. The biology of caves and other subterranean habitats. Oxford University Press, New York. 254 pp.
- FERREIRA, R. L. 2004. *A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos*. Tese de Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- FERREIRA R. L. & MARTINS R. P. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. *Tropical Zoology* 12: 231-252, 1999.
- GOMES, F. T. M. C.; FERREIRA, R. L. & JACOBINI, C. M. Comunidade de artrópodes de uma caverna calcária em área de mineração: composição e estrutura. *Revista Brasileira de Zoociências*, Juiz de Fora, V. 2 Nº 1, p77-96, 2000.
- HOWARTH, F. G. The zoogeography of specialized cave animais: A bioclimatic model. *Evolution*, 34(2): 394-406, 1980.
- HOWARTH, F. G. Ecology of caves arthropods. *Annual Review of Entomology*, 28: 365-389, 1983.
- MITCHELL, R. W. A comparision 01 temperate and tropical cave communities. *SWtern. Nat.*, 14(1): 73-88, 1969.
- MOHR. C. E. & POULSON, T. L. *The life of the cave*. McGraw-Hill Book, New York, 232 pp, 1966.
- PECK S.B. The invertebrate launa 01 tropical American caves, Parl. I: chilibrilo cave, Panamá. *Annls Spéleol.*, 26 (2) : 423-37., 1974.



POULSON, T. L. & WHITE, W. B. The cave environment. *Science*, 165: 971-981, 1969.

SKET, B. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals. *Journal of Natural History*. 42: 1549-63. 2008.

TRAJANO, E. Cave Faunas in the Atlantic Tropical Rain Forest: Composition, Ecology, and Conservation. *Biotropica* 32(4b): 882–893, 2000.

TRIPLEHORN, C. A. & JONNISON, N. F. Estudo dos insetos. Tradução da 7ª edição do Borror and Delong's introduction to the study of insects. Editora São Paulo: Cengage Learning. 809 pp. 2011.

VANDEL, A. Bioespéologie – La Biologie des animaux cavernicoles. Gauthier – Villars Éditeur, Paris, 619 pp, 1964.

WHITE, W, B. Geomorphology and hydrology of karst terrains. Oxford Univesity Press, New York, 1988.



Fotos



Figura 8: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Araneidae, Gênero *Alpaida* sp.



Figura 9: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero *Enoploctenus* sp.



Figura 10: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero *Enoploctenus* sp. imaturo.



Figura 11: Classe Arachnida, Ordem Araneae, Família Ctenidae, Gênero *Isoctenus* sp.



Figura 12: Classe Insecta, Ordem Diptera, Família Tipulidae.



Figura 13: Classe Insecta, Ordem Hemiptera, Gênero *Zelurus* sp. Imaturo.



Figura 14: Classe Insecta, Ordem Hymenoptera, Família Formicidae.



Figura 15: Classe Insecta, Ordem Lepidoptera, Família Noctuidae.



Figura 16: Classe Insecta, Ordem Orthoptera, Família Phalangopsidae, Gênero *Endecous* sp.