

GEOESPELEOLOGIA E PRINCIPAIS ASPECTOS ESPELEOGENÉTICOS DAS GRUTAS BAIXADA DAS CRIOULAS I E II, ITAMBÉ DO MATO DENTRO, MINAS GERAIS.

Fabiana Fabri¹, Augusto Auler², Allan Calux³, Roberto Cassimiro³ &
Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin⁴

1 - Instituto do Carste, Rua Espírito Santo, 2628/31, Lourdes, CEP: 30160-032 - Belo Horizonte, MG. fpfabri@yahoo.com.br

2 - Instituto do Carste, Rua Kepler, 385/04, Santa Lúcia, CEP: 30360-240 - Belo Horizonte, MG. aauler@gmail.com;

3 - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Av. Antônio Carlos, 6.627, Pampulha, CEP: 31270-902, Belo Horizonte, MG. ascalux@gmail.com; r_cassimiro@yahoo.com.br;

4 - Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6.627, Pampulha, CEP: 31270-901-Belo Horizonte, MG. chaugustin@hotmail.com

Recebido em 15 de abril de 2013; aceito em 30 de agosto de 2013

RESUMO: O presente trabalho apresenta os resultados da caracterização geoespeleológica das Grutas Baixada das Crioulas I e II, bem como os principais aspectos espeleogenéticos associada a este sistema cárstico desenvolvido em rochas quartzíticas. Há, ainda hoje, grande controvérsia em torno da denominação de formas de relevo em rochas não carbonáticas, que apresentam similitudes com aquelas desenvolvidas em relevo cárstico. Entre essas formas, destacam-se aquelas desenvolvidas em rochas quartzíticas. Onze cavernas desenvolvidas em rochas desta litologia em um conjunto montanhoso situado no município de Itambé do Mato Dentro, bordo leste da Serra do Espinhaço Meridional (MG), foram localizadas e analisadas. Elas foram estudadas com o objetivo principal de compreender os processos de formação inerentes a essas feições. As cavernas Gruta Baixada das Crioulas I e Gruta Baixada das Crioulas II formam um interessante sistema cárstico na região, com importantes atributos morfológicos, litológicos, estruturais e de depósitos endocársticos. A Gruta Baixada das Crioulas I destaca-se por seus atributos morfométricos, pois a caverna supera os 1000m de desenvolvimento horizontal e 75m de desnível, medidas estas bastante representativas em se tratando de cavernas desenvolvidas em rochas quartzíticas, tanto em Minas Gerais, quanto no Brasil.

PALAVRAS CHAVE: geoespeleologia, sistema cárstico, quartzito, Serra do Espinhaço.

ABSTRACT: GEOSPELEOLOGY AND MAIN SPELEOGENETIC ASPECTS OF BAIXADA DAS CRIOULAS I AND II CAVES, ITAMBÉ DO MATO DENTRO, MINAS GERAIS. This research presents the results of the geoespeleological characterization of the caves Gruta Baixada das Crioulas I and II, as well as the main speleogenetic aspects associated to this karst system developed in quartzite rocks. There are still controversies about the denomination of features developed in non-carbonate rocks that present similarities with those developed in karstic relief. Among these features, those developed in quartzite rocks can be highlighted. Eleven caves formed in quartzite rocks were found in a mountainous location in the municipality of Itambé do Mato Dentro, the eastern border of Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais State. They were studied with the objective to understand the inherent processes involved in their formation and development. The caves Gruta Baixada das Crioulas I and Gruta Baixada das Crioulas II form a karst system with important morphological, lithological, structural and endokarst deposits that are characteristic of karstic forms. That is the case of the Gruta Baixada das Crioulas I which is outstanding because of its morphometric attributes with a length of more than 1000m and a depth of approximately 75m. These measures are fairly representative when compared to other caves in quartzite located not only in Minas Gerais but also in Brazil.

KEYWORDS: geoespeleology, karst system, quartzite, Serra do Espinhaço.

1. INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço apresenta cavernas importantes desenvolvidas em rochas siliciclásticas (Brichta *et al.*, 1980; Wiegand *et al.*, 2004; Cruz *et al.*, 1999). No município de Itambé do Mato Dentro - MG, na porção sudeste dessa província, onze cavernas desenvolvidas em rochas quartzíticas foram objeto de estudos por Fabri (2011). A pesquisa teve o objetivo de identificar características comuns a essas feições que pudessem ser indicativos de um padrão evolutivo. Entre as cavernas estudadas, foram estudadas a Gruta Baixada das Crioulas I, com desenvolvimento (projeção horizontal) de 1.074 m e desnível de 75 m, o que é bastante representativo em se tratando de cavernas em quartzito em Minas Gerais e mesmo no Brasil (Fabri, 2011).

Em termos hidrológicos, essa caverna também se destaca em relação a maioria das feições cársticas

da região, devido a sua conexão, por meio de fluxo superficial, com a Gruta Baixada das Crioulas II, o que constituiria segundo Karmann & Sánchez (1979), um sistema cárstico local. Essas cavernas apresentam diversidade morfológica em seu interior, e características importantes no que diz respeito aos atributos litológicos, estruturais e de depósitos endocársticos.

O presente trabalho apresenta os resultados da caracterização geoespeleológica das Grutas Baixada das Crioulas I e II, bem como, os principais aspectos espeleogenéticos identificados nessas cavernas.

2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

A área que cobre o estudo das Grutas Baixadas da Crioulas I e II e das demais cavidades (Tabela 1) encontradas na região, localiza-se em um conjunto montanhoso no município de Itambé do Mato Dentro, situado a aproximadamente 100 km de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais (Figura 1).

Foram identificadas na área (Grossi-Sad *et al.* 1997), as seguintes unidades geológicas: (i) os terrenos arqueanos gnáissico - graníticos-migmatíticos do Complexo Dona Rita; (ii) as rochas metassedimentares relacionadas ao Proterozóico Médio, do Supergrupo Espinhaço e (iii) as intrusões de metadiabásios a metagabros na forma de diques e sills do Proterozóico Médio e/ou Superior, representadas pela Suíte Metabásica Pedro Lessa (Figura 1).

A sequência metassedimentar ocupa uma área expressiva representada pela Formação Sopa Brumadinho, e se encontra subdividida informalmente em três unidades (Figura 1): a Unidade Serra do Lobo composta por quartzitos e metaconglomerados, a Unidade Rio Preto com quartzitos micáceos e xistos, sendo individualizados os principais níveis de fosfatos e a Unidade Itambé do Mato Dentro com quartzitos finos, compostos por filmes sericíticos e ferruginosos (Grossi-Sad *et al.* 1997).

Em termos geomorfológicos, a área estudada localiza-se na borda leste do Planalto do Espinhaço Meridional, caracterizado por uma sequência de *hogbacks*, orientados aproximadamente na direção norte-sul (Pflug, 1965; Uhlein, 1991).

Tabela 1 - Cavernas localizadas no município de Itambé do Mato Dentro. (Fabri, 2011).

Nº	ID Fig.1	Cavernas	Coordenadas UTM23S/SAD 69		Projeção Horizontal (m)	Desnível (m)
			N	E		
1	1	Gruta da Braúna Seca	7.852.893	665.102	37	7
2	2	Baixada das Crioulas I	7.853.631	672.862	1074	75
3	3	Baixada das Crioulas II	7.853.583	673.059	205	13,5
4	4	Gruta dos Milagres II	7.850.686	675.724	149	17
5	5	Toca do Funil I	7.849.054	679.690	21	4
6	5	Toca do Funil II	7.849.054	679.690	106	29
7	6	Toca do Gentio	7.848.947	679.991	14	2
8	7	Gruta dos Milagres I	7.849.656	683.048	225	14
9	8	Abrigo das Pinturas	7.849.576	683.355	65	8
10	9	Toca da Esteira	7.848.930	683.629	96	28
11	10	Toquinha	7.848.930	683.629	6	1,5

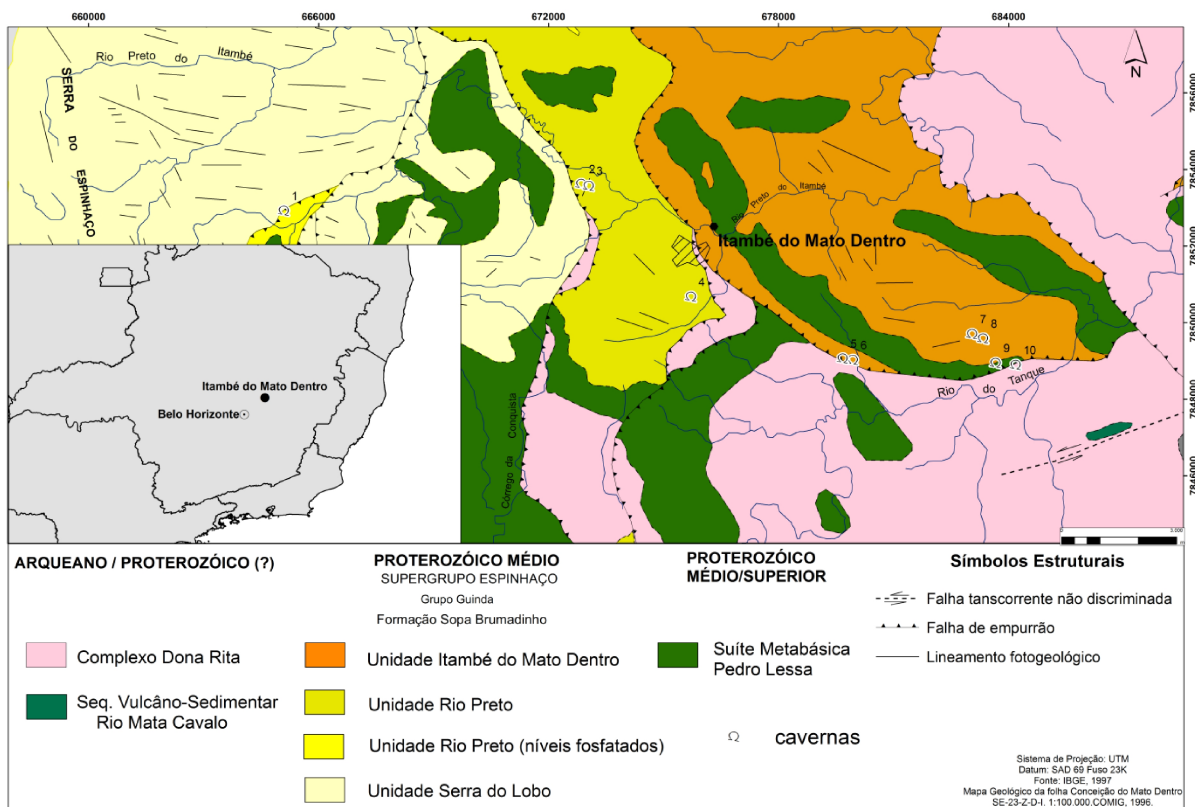


Figura 1 - Geologia da área de estudo. Fonte: IBGE (1997); COMIG (1996).

Os quartzitos da Formação Sopa Brumadinho que afloram na região exibem variações litológicas proeminentes, refletidas no condicionamento que exercem nas formas de relevo. A Unidade Serra do Lobo é constituída por rochas pouco suscetíveis a erosão, que contribuiu para que esta se destaque na paisagem. Já as unidades Rio Preto e Itambé do Mato Dentro caracterizam-se por apresentar relevo relativamente mais rebaixado e pouco acidentado. A rede de drenagem é marcada por um forte controle estrutural, sobretudo por falhas e fraturas (Grossi-Sad *et al.*, 1997; Fabri, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O método adotado neste trabalho pode ser resumido em duas etapas: (i) Mapeamento espeleotopográfico e (ii) Coleta de dados geológicos.

3.1. Espeleotopografia de cavernas

Os instrumentos utilizados para o mapeamento das cavidades foram bússola e clinômetro Suunto de leitura direta e trena a laser. O grau de topografia empregado é o 4C, conforme a proposição da *British Cave Research Association*– BCRA.

3.2. Coleta de dados geológicos

Em campo foram coletados dados diversos para o estudo das feições endocársticas. No interior das cavernas foram realizados os seguintes procedimentos:

(i) detalhamento geomorfológico com objetivo de identificar e caracterizar os aspectos físicos, por meio da análise da morfologia dos condutos e de microformas;

(ii) detalhamento geoestrutural das cavernas buscando efetuar o reconhecimento e medição de planos estruturais;

(iii) descrição e análise dos depósitos clásticos e químicos, além de fatores hidrológicos que pudessem elucidar questões relevantes a interpretação genético-evolutiva das cavidades;

(iv) coleta de amostras de rocha no interior das cavidades para produção de lâminas delgadas com objetivo de realizar as análises mineralógicas e das características texturais dos quartzitos, bem como dos processos de alteração. As lâminas foram cortadas perpendicularmente ao plano de foliação da rocha e analisadas em microscópio óptico;

(v) coleta de amostras de espeleotemas para análises por difração de raio-X (modelo XPERT-PRO, anodo de cobre).

Por fim, foi realizada a análise e o cruzamento dos dados, para realizar a caracterização geoespeleológica e a interpretação dos resultados.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização Geoespeleológica

A Gruta Baixa das Crioulas I possui 1.074 m de projeção horizontal e 75 m de desnível. Compõe a parte de montante no sistema cárstico, com entrada principal na alta vertente, desenvolvendo-se em direção ao vale de um curso d'água, afluente da margem direita do rio Preto do Itambé. A Gruta Baixada das Crioulas II apresenta 205 m de desenvolvimento e 13,5 m de desnível. A entrada principal é na baixa vertente, a 662m de altitude. A conexão hidrológica entre as duas cavernas é realizada através de um trecho superficial, que escoia em direção ao Rio Preto do Itambé (Figura 2).

A Gruta Baixada das Crioulas I apresenta em planta, trechos com elevado grau de sinuosidade devido à presença de pilares, mas principalmente por mudanças no controle estrutural dos condutos, entre mergulho e direção dos planos de acamamento e foliação. Com base na análise dos diagramas de roseta (Figura 3), percebe-se que há correlação entre a orientação dos condutos (N0-10E) e das fraturas (N0-10E).

Entretanto, foi possível perceber, no campo, que o controle estrutural é exercido principalmente através dos planos de acamamento e foliação. Os condutos tendem a seguir alternadamente a direção e o mergulho desses planos, proporcionando bruscas mudanças ao longo de seu percurso. Já os condutos retilíneos são condicionados, predominantemente, pela direção dos planos de acamamento e foliação e, por vezes, fraturas subverticais.

Essas mudanças estruturais também exercem influência no perfil longitudinal da caverna, proporcionando fortes inclinações ao longo de suas galerias (Figura 2). Nas galerias condicionadas pela direção dos planos do acamamento e foliação é possível perceber trechos alternados entre poços e corredeiras. Aquelas controladas pela direção do acamamento tendem a formar rampas ou “escorregadores”. Os trechos encachoeirados incidem em condutos onde ocorrem mudanças no controle estrutural entre mergulho e direção dos planos de foliação e acamamento.

A Gruta Baixada das Crioulas I possui dez entradas que se concentram a noroeste da cavidade muitas condicionadas pelos planos do bandamento e da foliação que apresentam maiores inclinações, que podem atingir mais de 60º (Figura 2). Próximas às entradas ocorrem várias dolinas elípticas com cerca de 3 m de diâmetro, aparentemente conectadas com a caverna por meio de fluxo subterrâneo.

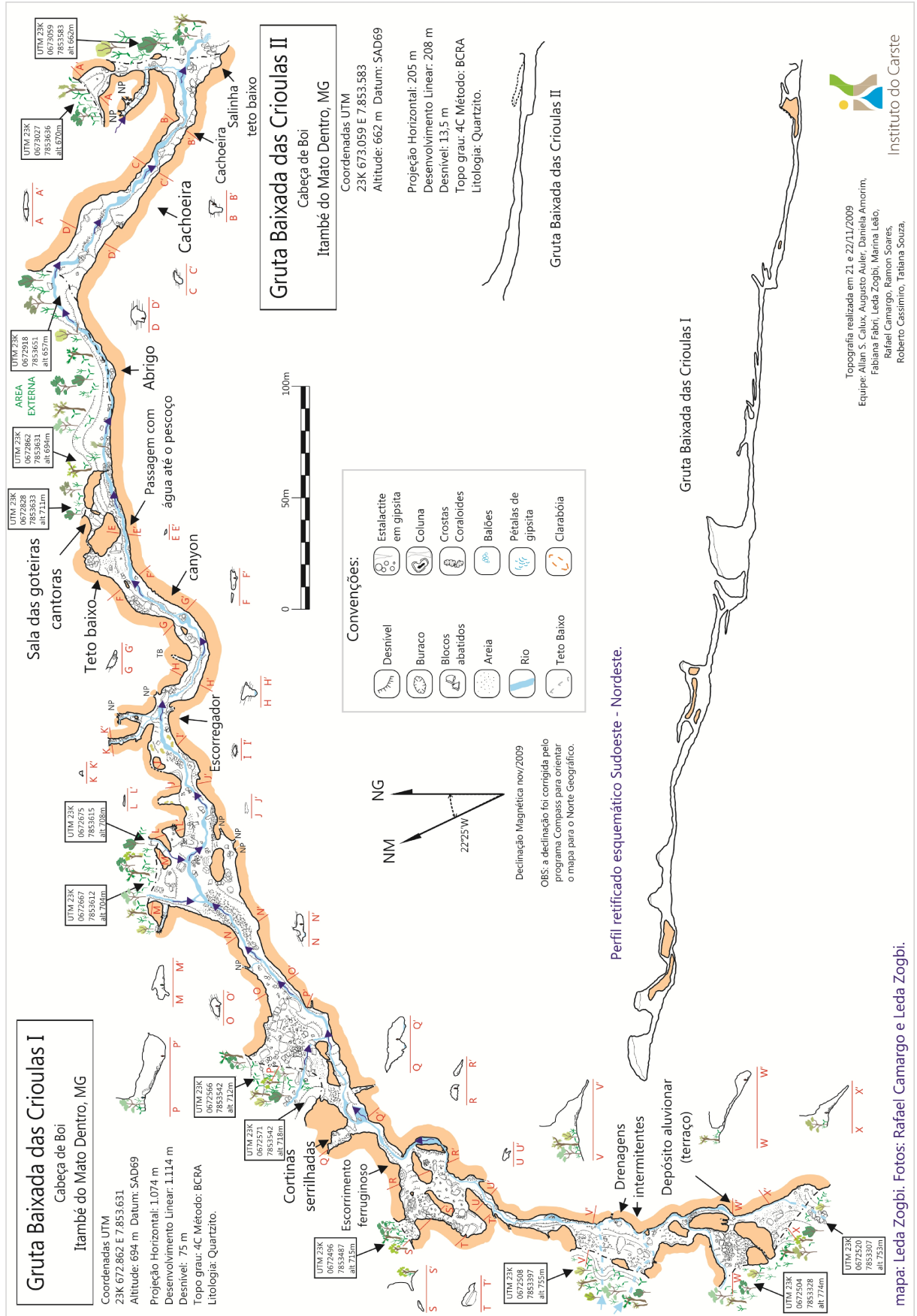


Figura 2 - Mapa do Sistema Cárstico Baixada das Crioulas. (Fabri, 2011).

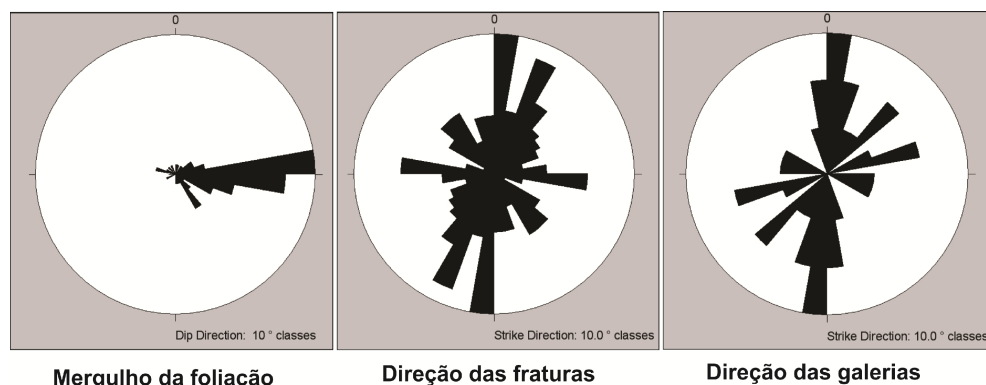


Figura 3 - Diagramas de roseta da Gruta Baixada das Crioulas I. (Fabri, 2011).

De forma geral, as entradas tendem a serem amplas formadas por abatimentos de blocos e posicionadas em nível superior em relação ao piso da caverna (Figura 4). Na parte externa, por onde o curso d'água da Gruta Baixada das Crioulas I se conecta à Gruta Baixada das Crioulas II, também foram observados registros de abatimentos rochosos (Figura 2).

A morfologia dos condutos assume diferentes formas, mas a mais recorrente é a morfologia alongada no sentido horizontal ou retangular (ver cortes transversais F, L, J, M, N e Q na Figura 2), orientadas segundo a direção ou mergulho do bandamento. Em determinadas passagens observa-se que a drenagem se encontra mais encaixada em decorrência do aproveitamento da direção do bandamento, que lhes confere maior poder de incisão. A seção em cânion, tipicamente encontrada em cavernas carbonáticas, também pode ser evidenciada no corte transversal H na Figura 2.

Depósitos arenosos, grânulos, seixos, calhaus e matacões, predominantemente de origem autóctone, se fazem presentes em praticamente toda a extensão da cavidade (Figura 2). Destaca-se a presença de depósito aluvionar situado nos trechos a montante na caverna e em posição mais elevada em relação ao canal de drenagem atual, como testemunho do antigo leito do rio, como pode ser visto na Figura 2. Esse depósito é composto por sedimentos mal selecionados, com presença de calhaus e seixos sub-angulosos a arredondados de quartzo e canga, em meio a um material composto, predominantemente por areia fina.

Depósitos químicos sob forma de espeleotemas diversos são abundantes no interior da caverna. Destacam-se coralóides de cor escura, estalactites, cortinas serrilhadas, além de microtravertinos. Fabri (2011) demonstrou através da análise de difratometria de raio -X, que os coralóides são compostos basicamente de sílica presente na forma de quartzo e opala-A.

A Figura 2 mostra também que a caverna tem como característica um curso d'água perene em quase toda a sua extensão, rede esta alimentada por tributários intermitentes e perenes, provenientes de condutos, canalículos e entradas. Outro aspecto que diz respeito à hidrologia é a presença, ao longo de toda a sua extensão, de inúmeros pontos de gotejamentos e condensação.

A Gruta Baixada das Crioulas II é formada por um conduto principal de padrão planimétrico aproximadamente retilíneo, que acompanha o mergulho das camadas da rocha (Figura 2). Possui duas amplas entradas e drenagem perene que intercepta toda a extensão do conduto. Em relação à morfologia dos condutos, observa-se o predomínio das seções em cânion (ver cortes transversais B, C e D na Figura 2).

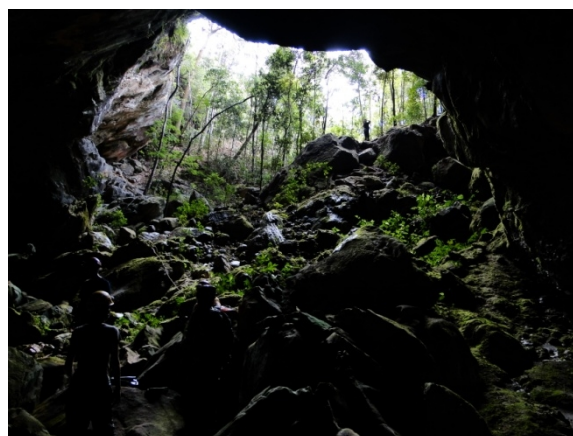


Figura 4 - Entrada posicionada em nível superior em relação ao piso da caverna. (Fabri, 2011).

Assim como na Baixada das Crioulas I, o controle estrutural exerce grande influência no que diz respeito aos aspectos morfológicos da cavidade. A caverna apresenta condutos que se desenvolvem ao longo do mergulho dos planos de acamamento e também pela presença de fraturas tectônicas e atectônicas, subverticais. Tal comportamento pode ser evidenciado através da concordância aproximada entre essas três variáveis analisadas, representadas pelos diagramas de rosetas (Figura 5)

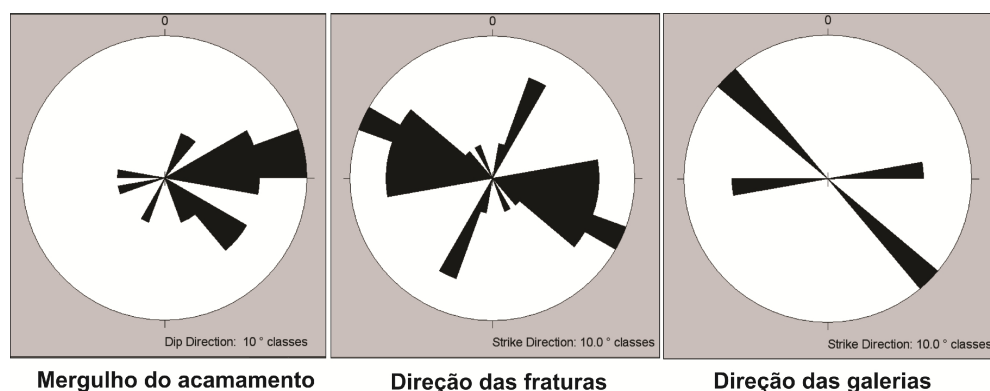


Figura 5 - Diagramas de roseta da Gruta Baixada das Crioulas II (Fabri, 2011)..

Outro aspecto importante está relacionado à presença de estratificação cruzada na parede da caverna, evidenciando a mudança de direção do mergulho dos planos de acamamento. Essa mudança possivelmente proporcionou a alteração do direcionamento do conduto principal, próximo à entrada, a jusante e na formação de desnível significativo no perfil longitudinal da cavidade, associada a um trecho encachoeirado (Figura 2).

4.2. Aspectos Espeleogenéticos

A partir da caracterização e análise geoespeleológica das cavernas Baixada das Crioulas I e II foi possível identificar aspectos espeleogenéticos importantes para o desenvolvimento dessas cavidades.

As cavernas ocorrem em condições de fundo de vale, superfície do terreno onde o escoamento concentrado é favorecido, considerada por Palmer (1991), como morfologia importante no desenvolvimento de cavernas carbonáticas. Segundo este mesmo autor, a importância da topografia para origem das cavernas carbonáticas decorre do fato de que grande parte das mesmas ser atualmente, ou originalmente alimentada por vales ou aprofundamento de vales.

Vales encaixados geram descarga hídrica elevada ao longo das passagens subterrâneas, resultando em uma maior eficiência na remoção de resíduos insolúveis (grãos de quartzo), bem como na dissolução da rocha. Fluxos de água lentos exercem pouca ação, pois logo se saturam perdendo sua ação corrosiva e capacidade de transporte (Palmer, 1991).

As mudanças no controle estrutural em ambas cavernas, que proporcionaram o desenvolvimento de trechos de corredeiras e encachoeirados, também representam um fator importante no aumento do gradiente hidráulico e, conseqüentemente, na aceleração dos processos químicos e físicos.

Quanto à influência litológica, o desenvolvimento dessas cavernas parece ocorrer preferencialmente, através dos planos de foliação ricos em sericita, mineral muito mais solúvel que o quartzo. Os resultados das análises de lâminas de quartzitos coletados no interior da Gruta Baixada das Crioulas I e analisadas por Fabri (2011) corroboram essa afirmativa, uma vez que os níveis sericíticos determinam o plano de foliação da rocha.

De acordo com Fabri (2011), através da análise das lâminas de rocha também foi possível observar variações na composição mineralógica dos quartzitos no interior da Gruta Baixada das Crioulas I, que influenciaram na dinâmica do desenvolvimento dos condutos. Os pilares representam feições remanescentes, provavelmente devido ao menor teor de sericita, em relação ao teto da galeria, que representa aquilo que foi dissolvido e erodido.

Os diferentes padrões morfológicos dos condutos denotam a ocorrência de processos distintos de formação e estágios de desenvolvimento das cavidades (Palmer, 1991). O padrão alongado na horizontal demonstra nitidamente o controle por planos de acamamento e foliação (Fabri, 2011). Já as seções em cânion indicam a ação de incisão vadosa (Palmer, 1991), provavelmente associado ao rebaixamento do nível de base regional.

Outro aspecto importante está relacionado a fatores genéticos mais recentes. As entradas laterais apresentam características que sugerem que as mesmas possuem gênese diferenciada, tais como: formação por abatimentos, são amplas e posicionadas em nível superior em relação ao piso da caverna (ver Figura 4).

A parte externa que conecta as duas cavernas, também é formada por abatimentos, evidenciando que essa área foi formada a partir de colapsos de

entradas. Este fato leva a concluir que no passado, as Grutas Baixadas das Crioulas I e II formavam uma única caverna. Sendo assim, os atuais processos de colapsos de entradas sugerem uma nova fase de evolução dessas cavidades, que podem levar a origem de novas cavernas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na caracterização e interpretação dos dados geoespeleológicos foi possível identificar um conjunto de fatores que contribuiu para a carstificação das Grutas Baixada das Crioulas I e II.

- cavernas originalmente alimentadas por vale ou por aprofundamento de vale;
- o desenvolvimento das cavidades seguem, preferencialmente o mergulho ou direção dos planos estratigráficos ricos em sericita;
- mudanças no controle estrutural das cavernas, possivelmente por influência da alteração de níveis mais ricos em sericita na composição desses planos, o que proporcionou fortes inclinações no perfil longitudinal das cavernas e o aumento do gradiente hidráulico;
- passagem da fase freática para vadosa, associada ao nível de base regional, indicada pela seção vertical dos condutos;
- processos recentes de colapsos de entradas, marcando uma nova fase evolutiva das cavidades, proporcionando a separação das Grutas Baixada das Crioulas I e II.

6. AGRADECIMENTOS:

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIF), pelo apoio financeiro (CRA

APQ 01652-09) e ao Instituto do Carste-MG pelo apoio logístico para a realização desta pesquisa.

6.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brichta, A., Paternoster, K., Scholl, W.U., Turinsky, F. 1980. Die Gruta do Salitre bei Diamantina, Minas Gerais, Brasilien, Kein "Einsturzloch". *Zeitschrift für Geomorphologie*, 24: 236-242.
- Cruz, L. V., Pereira Filho, M., Lopes, M. V. C. O.; Mourão, R. C. 1999. Avaliação Espeleológica da Serra Cabeça de Boi, Fazenda Ponte-Itambé do Mato Dentro-MG. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Espeleologia, p. 27.
- Fabri, F.P. 2011. *Estudo das cavernas quartzíticas da região de Itambé do Mato Dentro*. Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 179 p.
- Grossi Sad, J.H., Mourão, M.A.A., Guimarães, M.L.V., Knauer, L.G. 1997. *Geologia da Folha Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais, Escala 1:100.000*. Projeto Espinhaço em CD-Rom.
- Karmann, I., Sanchez, L. E. 1986. Speleological provinces in Brazil. In: International Congress of Speleology. In: *Anais*. Barcelona: UIS, p. 9.
- Palmer, A. N. 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103: 1 – 21.
- Pflug, R. 1965. A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais. *Dep. Nac. Prod. Mineral/Div. Geol. Mineralogia, Bol. 226*, Rio de Janeiro, 51 p.
- Suguio, K. 1999. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: passado + presente = Futuro?* Paulo's Editora. São Paulo, 366 p.
- Teixeira, W. 2003. *Decifrando a Terra*. São Paulo, Oficina de Texto. 557 pp.
- Uhlein, A. 1991. *Transição Craton - Faixa Araçuaí (Ciclo Brasileiro) no Estado de Minas Gerais. Aspectos estratigráficos e estruturais*. Tese de Doutorado, Instituto de geociências, Universidade de São Paulo, 259 p.
- Wiegand J., Fey M., Haus N., Karmann I. 2004. Investigações Geoquímicas e hidroquímicas da gênese de carste em arenitos e quartzitos da Chapada Diamantina e Quadrilátero Ferrífero (Brasil). *Z.d.t. Geol.Ges.* 155: 61-90.