

MORFOLOGIA CÁRSTICA DO MACIÇO QUARTZÍTICO DA GRUTA DO SALITRE, DIAMANTINA – MG

Hernando Baggio

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM
hernandobaggio@yahoo.com.br

Fernanda Cristina Rodrigues de Souza

Graduada em Geografia
f.cristina65@yahoo.com.br

Wallace Magalhães Trindade

Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES
wallacegeografo@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo caracterizar a morfologia cárstica desenvolvida em rochas silicatadas – quartzitos da Gruta do Salitre em Diamantina-MG, inserida nos domínios litológicos do Supergrupo Espinhaço – Grupo Guinda (Formação Sopa Brumadinho). As bases metodológicas seguiram três etapas de trabalho: primeiramente a revisão bibliográfica e cartográfica, a interpretação de imagens satélite; pesquisas de dados secundários no Cadastro Nacional de Cavernas e Sociedade Brasileira de Espeleologia e a tabulação de dados. A segunda etapa consistiu de três campanhas de campo – 2009, 2010 e 2011 – prospecção; levantamento da morfologia cárstica e feições espeleológicas, observação e interpretação entre fatores litoestruturais, o carste e a deposição espeleológica. A terceira etapa consistiu-se em interpretação dos resultados obtidos, uso do software ArcGis 9.3. Constatou-se que a gênese da gruta do Salitre está relacionada ao processo de dissolução química. A deposição e o desenvolvimento das microfieções estão associados ao direcionamento das linhas estruturais (SW-NE), que contribuíram para a percolação hídrica no maciço e esta, juntamente com os demais agentes intempéricos, ocasionaram a dissolução química do quartzito. As semelhanças entre as características cársticas desenvolvidas em rochas carbonáticas e não carbonáticas demonstram que a geomorfologia da área de estudo deve ser considerada carste e não pseudocarste. Afinal, a diferença corresponde apenas ao tamanho dos espeleotemas, devido às propriedades e composição mineralógica da rocha, uma vez que, litologias carbonáticas possuem maior friabilidade.

Palavras-chave: Gruta do Salitre, Diamantina, geomorfologia cárstica, dissolução química.

KARST MORPHOLOGY OF GRUTA DO SALITRE QUARTZITE MASSIVE, DIAMANTINA – MG

ABSTRACT

The aim of this paper is to characterize the karst morphology developed in silicate rocks of Gruta do Salitre, in Diamantina-MG, inserted in the lithology domain of Espinhaço Supergroup, Guinda Group – Sopa Brumadinho Formation. The methodological base was developed in three stages: literature and mapping review, satellite images interpretation; secondary data research in the Caves National Register and the Speleology Brazilian Society and data tabulation. The second stage consisted of three field campaigns - 2009, 2010 and 2011 – prospection; karst morphology and speleological features research, litho-structural factors observation and interpretation, karst and speleological deposition. The third phase was the interpretation of results, use of the software ArcGIS 9.3. It was found out that the genesis of the Gruta do Salitre is related to processes of chemical dissolution. The deposition and development of micro-

Recebido em 25/11/2011

Aprovado para publicação em 21/08/2012

features are associated with the direction of structural lines (SW-NE), which contributed to the massive water percolation and this, together with the other weathering agents, caused the chemical dissolution of the quartzite. The similarities between the karst characteristics developed in carbonate and not carbonate rocks show that the geomorphology of the study area should be considered as karst and not as pseudokarst. After all, the difference corresponds only to the size of speleothems, due to the properties and mineralogical composition of the rock, since carbonate lithologies have higher friability.

Keywords: Gruta do Salitre, Diamantina, karst geomorphology, Chemistry dissolution.

INTRODUÇÃO

O estudo sobre os ambientes cársticos não carbonáticos é um tema recente na carstologia mundial, cujo desenvolvimento induz a questionamentos sobre o conceito de carste e debates acerca da gênese destes ambientes. Portanto, é importante ressaltar que o estudo do carste está em pleno desenvolvimento, e que diversas alterações estão no centro das discussões espeleológicas. Neste contexto, destacam-se debates acerca da revisão do conceito de pseudocarste e o abandono da designação da geomorfologia cárstica conforme o tipo litológico, mas mediante as características fisiográficas e o processo de dissolução.

Diversos estudos na África, Venezuela e outros países mostram a existência de morfologias cársticas em litologias não carbonáticas e apontam que a gênese destas corresponde ao mesmo processo que ocorre em rochas carbonáticas. Esses trabalhos mencionam registros de dissolução da rocha e feições semelhantes às verificadas no carste carbonático. Isso corrobora com a tese de que as morfologias tipicamente cársticas, encontradas em rochas silicatadas originadas do processo de dissolução, não devem ser consideradas pseudocarste.

No Brasil, os estudos do carste não carbonático são ainda incipientes e as principais referências são: Hardt (2003, 2009); Auler (2004); Willems *et al.*, (2004, 2008); Rodet *et al.*, (2009); Moraes (2009); Uagoda *et al.*, (2006); Borghi (2007) e Travassos *et al.*, (2007,2008,2009). Estes estudos analisam o carste desenvolvido, principalmente em arenitos e quartzitos das regiões de São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Roraima. Com isso, percebe-se a importância de se desenvolver pesquisas sobre o carste em ambientes não carbonáticos, com a finalidade de contribuir para a ampliação do conhecimento sobre o patrimônio espeleológico nacional.

A justificativa deste estudo fundamenta-se na importância de se desenvolver pesquisas sobre o sistema cárstico em rochas silicatadas, uma vez que os estudos desenvolvidos sobre essa temática, realizados por pesquisadores ingleses, franceses e alemães, são ainda escassos. Assim, este estudo tem como objetivo apresentar as principais feições morfológicas do carste do Maciço da Gruta do Salitre. Localizado no município de Diamantina – MG e desenvolvido em rochas quartzíticas do Supergrupo Espinhaço.

METODOLOGIA, ETAPAS, MATERIAIS E TÉCNICAS DA PESQUISA

O planejamento da pesquisa envolveu procedimentos específicos aplicados em metodologias para pesquisas em áreas cársticas. O método utilizado se caracteriza como uma abordagem de caráter quantitativo. Com o objetivo de nortear a pesquisa, algumas atividades são consideradas de suma importância no planejamento do projeto metodológico entre as quais: levantamento bibliográfico e cartográfico; planejamento das atividades para as campanhas de campo, utilização de métodos estatísticos e programas específicos para dar suporte à interpretação e quantificação dos resultados obtidos. A seguir, descrevem-se as três principais etapas e suas técnicas utilizadas nesta pesquisa (Figura 1).

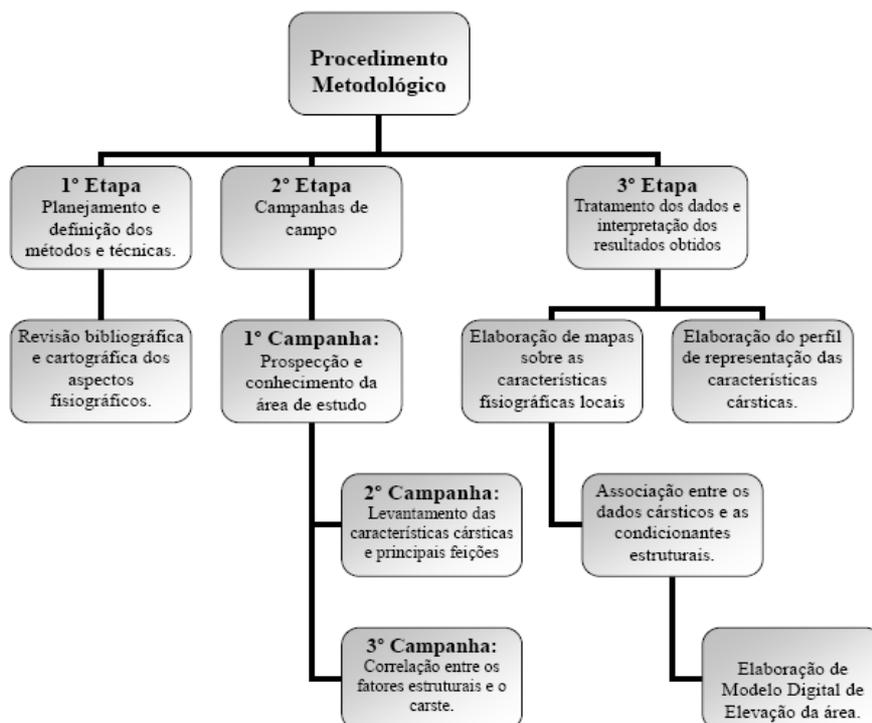
Primeira etapa: pesquisa em gabinete – os levantamentos bibliográficos e cartográficos constituíram-se em uma ampla pesquisa e revisão sobre os levantamentos e estudos no que diz respeito aos ambientes cársticos e sobre os aspectos do meio físico, econômico e socioambiental no contexto regional e local da área pesquisada. Foi efetuado um levantamento no Cadastro Nacional de Cavernas - CNC e Sociedade Brasileira de

Espeleologia - SBE. Além desse material foram utilizadas fotografias aéreas, escala 1:60.000, resultantes do acordo Brasil/Estados Unidos – projeto USAF-AST-10 de 1964/66 e imagens orbitais de satélite disponibilizado pelo Google Earth, o que possibilitou uma análise conjunto/espacial da área de estudo. As informações cartográficas basearam-se nas seguintes cartas topográficas: folhas (SE-23-Z-A-33-III) na escala de 1:100.000, do Serviço Geográfico do Exército (SGE, primeira impressão de 1969); consultada com o objetivo de analisar as condições topomorfológicas da área investigada. Para a descrição geológica utilizou-se como apoio os mapas elaborados pela Companhia Mineradora do Estado de Minas Gerais - COMIG e pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM – Projeto Espinhaço, na escala 1: 100.000 (impressão de 2003). A base cartográfica dos mapas foi elaborada através da interpolação de curvas de imagens Geotiff obtidas pela The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM na escala 1:250.000 – Datum WGS 84 e distribuídas pela National Aeronautics and Space Administration - NASA.

Segunda etapa: campanhas de campo – os levantamentos de campo seguiram os procedimentos definidos na primeira etapa. Realizaram-se três campanhas de campo com duração de três dias cada, nos meses de outubro de 2009, abril de 2010 e março 2011, a fim, de verificar a dinâmica hidrológica nos períodos climáticos (estação seca e úmida). A primeira campanha teve cunho prospectivo, conhecimento fisiográfico da área, georreferenciamento, levantamento das características e elaboração de registros icnográficos. A segunda campanha teve como objetivo a caracterização e registro das principais feições cársticas e espeleotemas existentes, utilizou-se uma Ficha de Caracterização de Cavidades proposta por Dias (2009). Na terceira campanha foi realizada a correlação entre os fatores estruturais e o desenvolvimento do carste. A partir da identificação da existência e direcionamento das linhas estruturais é possível analisar a possibilidade de uma correlação entre estruturas geológicas e a direção e orientação dos depósitos espeleológicos.

Terceira etapa: tabulação dos dados, geração e confecção dos mapas, os dados foram tratados, elaborou-se os perfis através do programa Corel Draw X3, utilizou-se o software ArcGis 9.2 para o cruzamento dos dados geração dos mapas e do Modelo Digital de Elevação – SRTM/ NASA.

Figura 1: Esquema geral apresentando as etapas metodológicas



Org: Souza, F.C.R. (2010).

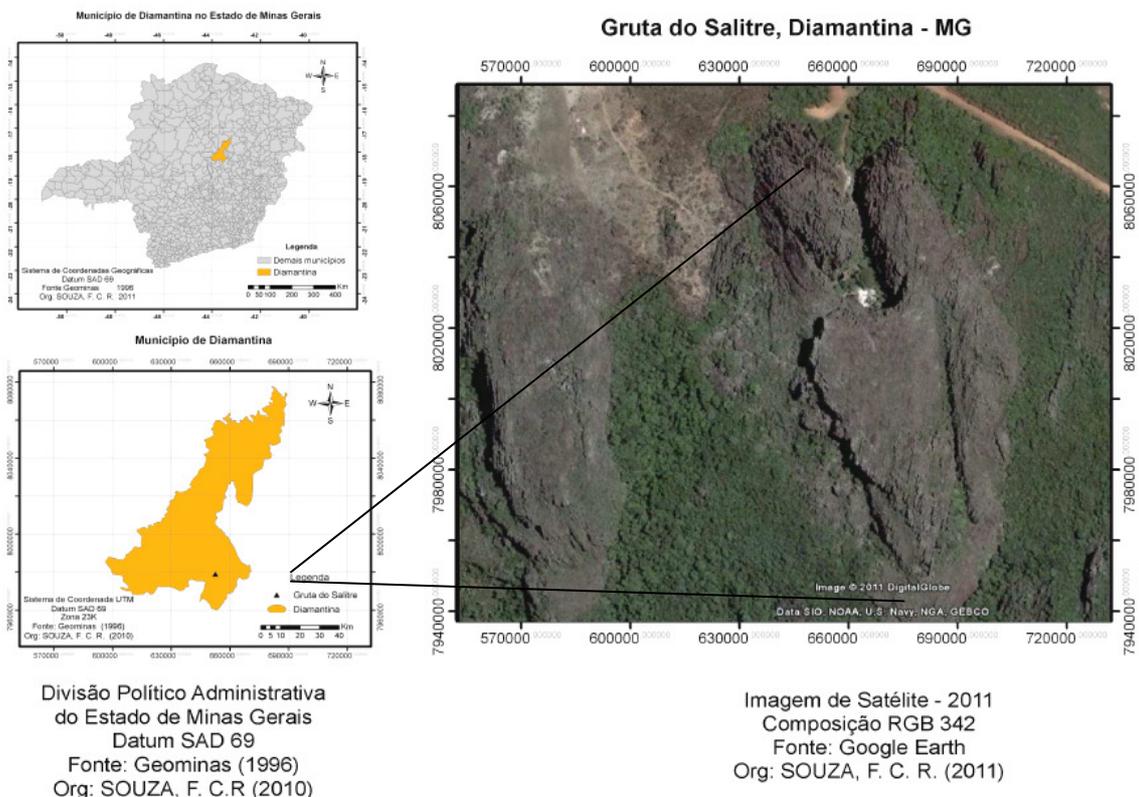
LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS

O município de Diamantina está localizado na Mesorregião do Rio Jequitinhonha. O município ocupa uma área total de 3981 km² e dista 298 km da capital mineira. O acesso ao município é feito pelas rodovias federais BR-259 e BR-367. A cidade está situada a uma altitude média de 1.280 m. O maciço da Gruta do Salitre localiza-se a SE da sede municipal, distando-se 9 km do sítio urbano, localizado no quadrilátero delimitado pelas coordenadas UTM: 0687393E e 7962317S. O acesso ao sítio é feito por estrada vicinal relativamente bem conservada (Figura 2).

Segundo a classificação de Köppen (1948), o tipo climático para a região é o Cwb (Tropical de Altitude). O regime térmico é caracterizado por temperaturas médias mensais: janeiro gira em torno de 24°C a 23°C e nos meses de junho e julho oscilam entre 18°C a 17°C, a média pluviométrica anual é de 1.304 mm. O tipo vegetacional é composto predominantemente por espécies vegetais dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, com suas várias fitofisionomias: Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Campos Rupestres, Campos Limpos, Matas Ciliares/Galeria e Formações Campestres (IEF/PERPRETO, 2004).

Segundo Christóforo (2006), dentro do quadro litogeomórfico regional desenvolveu-se a cobertura pedológica constituída pelas seguintes classes de solos: Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Húmicos e Flúvicos, Gleissolos Melânicos, Gleissolos Háplicos, Latossolo Vermelho, Latossolo Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Nitossolos Vermelhos. Estes fatores fisiográficos contribuem de forma significativa para a dinâmica e desenvolvimento do ambiente cárstico local.

Figura 2: mapas com a localização da área de estudo, mostrando a inserção do sítio geomorfológico no contexto estadual, municipal e local.



CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

A Serra do Espinhaço se comporta como o maior divisor hidrográfico entre as bacias do centro-leste brasileiro e a do rio São Francisco. O planalto do Espinhaço é caracterizado como um conjunto de "terras altas" estando orientado no sentido N-S. Segundo Saadi (1995) a denominação "serra" esconde, no entanto, uma realidade fisiográfica que seria mais bem

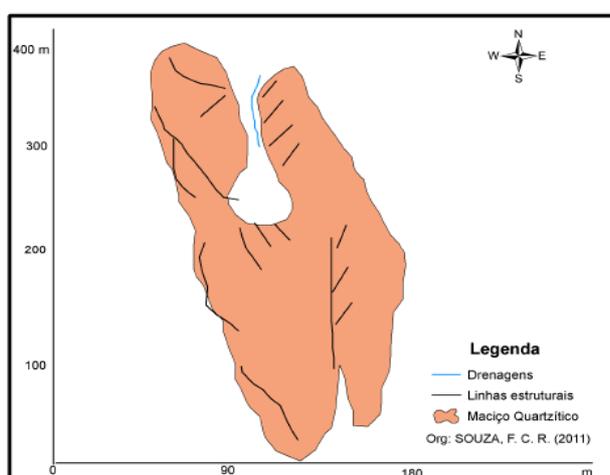
definida pelo termo “planalto”. A Serra do Espinhaço é composta pelos compartimentos dos planaltos meridional e setentrional, com direções gerais SSE-NNW e SSW-NNE, respectivamente, separados por uma zona deprimida alongada na direção NW-SE (SAADI, 1995). Apesar dos compartimentos terem resultado do mesmo processo geotectônico, correspondem a dois planaltos litoestruturais e morfologicamente diferenciados. O compartimento meridional, no qual está localizada a área de estudo, inicia-se nas nascentes do rio Cipó, próximo a Belo Horizonte e se estende até o município de Couto de Magalhães - MG. A altitude média da superfície situa-se em torno de 1.200m tendo como ponto culminante o Pico do Itambé - 2.062m/alt. Do ponto de vista geológico, a característica fundamental da Serra do Espinhaço Meridional é a predominância absoluta dos quartzitos que em toda extensão do compartimento, compõem uma cobertura rígida, no entanto, densamente fraturada e cisalhada. As formas de relevo resultantes de sua esculturação pela dissecação fluvial são representadas majoritariamente por cristas, escarpas e vales profundos, adaptados às direções tectônicas estruturais (SAADI, 1995). A evolução geomorfológica da Serra do Espinhaço foi condicionada pelos fatores estruturais, morfoestruturais, morfotectônicos e paleoclimáticos, as superfícies de aplainamento paleogênicas encontram-se representadas pelos planaltos com alinhamentos de cristas, sinclinais, anticlinais, *hog-baks* e monadnocks quartzíticos (AUGUSTIN *et al.*, 2011).

RESULTADOS

A Gruta do Salitre corresponde a uma cavidade natural subterrânea, desenvolvida em rochas quartzíticas do Supergrupo Espinhaço – Grupo Guinda – Formação Sopa Brumadinho, catalogada no Cadastro Nacional de Cavernas - CNC com o código MG-360. A gruta dista 10 km do centro histórico de Diamantina, localizada no distrito de Extração e, situa-se no portal de entrada do Circuito Estrada Real.

Brichta *et al.*, (1980) associa a gênese da gruta, principalmente aos processos mecânicos. Genser *et al.*, (1977 apud Willens *et al.*, 2008), Willens *et al.*, (2007, 2008), Souza *et al.*, (2010), por sua vez, atribuem aos processos de dissolução química à gênese das feições cársticas e o desenvolvimento da Gruta do Salitre. Em campo, verificou-se que a gênese da cavidade foi influenciada inicialmente por arranjos estruturais, sistemas de falhas na morfologia, individualização dos maciços e blocos abatidos, porém, o desenvolvimento dos espeleotemas resultou do processo de dissolução química. Ou seja, inicialmente houve a influência das condicionantes estruturais que, fraturaram o maciço, facilitando a percolação da água e a dissolução química, responsável pelo desenvolvimento dos espeleotemas (Figura 3).

Figura 3: planta baixa da Gruta do Salitre, mostrando os principais eixos estruturais.



Fonte: Souza, F.C.R. (2011)

Souza *et al.*, (2010), ao caracterizar o sistema cárstico da Gruta do Salitre, afirma que, nesses ambientes há feições cársticas que confirmam o processo de dissolução química da rocha e, são semelhantes às identificadas em litologias carbonáticas, guardando-se as devidas proporções. Isso, em função das principais condicionantes geológicas e fisiográficas de cada área (Figura 4).

Figura 4: morfologia cárstica, a foto (A) mostra o relevo cárstico desenvolvido em rochas carbonáticas, foto (B) a morfologia do maciço do Salitre, desenvolvida em rochas quartzíticas. Quando comparados, percebem-se semelhanças entre ambas as feições. Em destaque, à direita, no centro do círculo, há uma pessoa escalando o maciço.



Fonte: Baggio, (2011).

As principais feições cársticas mapeadas na Gruta do Salitre são feições superficiais (maciços residuais, dolina de abatimento, torres, verrugas, banquetas, tafonis, kamenitzas entre outros) e feições subterrâneas (salões, microespeleotemas, cúpulas de teto, sumidouro, ressurgência, sedimentos clásticos, espeleotemas, cúpulas, verrugas, banquetas etc.). O sistema cárstico da Gruta do Salitre foi compartimentado em dois ambientes principais: o superficial composto pelo maciço principal, o canyon e a dolina de colapso e o subterrâneo, composto pelas cavidades e salões.

O CARSTE QUARTZÍTICO DA GRUTA DO SALITRE

A Gruta do Salitre é uma cavidade natural subterrânea que compõe a atual paisagem regional. Desenvolvida em rochas quartzíticas da Formação Sopa - Brumadinho encontra-se orientada no sentido NW-SE. O maciço da Gruta do Salitre é controlado estruturalmente por linhas de falhas, juntas, fraturas e, encontra-se bastante cisalhado. O maciço é entrecortado por um canyon, posicionado como uma falha rúptil orientada no sentido (N-S), com aproximadamente 125m de comprimento. As escarpas exibem estruturas superimpostas a rocha, com falhas, fraturas e veios como mostra a (Figura 5).

Os maciços quartzíticos no entorno do complexo do Salitre possuem feições cársticas com sistemas de karrens horizontais e verticais, karrens alveolares, alvéolos ou tafonis e kamenitzas, evidências registradas do processo de dissolução química. Nos afloramentos rochosos do Espinhaço Meridional é comum a presença de karrens alveolares cuja gênese esta relacionada à ação química e biológica. Na entrada do canyon, flanco direito do maciço da Gruta do Salitre, encontram-se alvéolos com diâmetros médios entre 10 cm a 15 cm. Os registros geológicos e geomorfológicos locais mostram uma correlação entre os alvéolos, a formação de microespeleotemas e o direcionamento preferencial das linhas estruturais. A Figura 6 mostra a compartimentação do sistema cárstico da Gruta do Salitre, dividida em três unidades fisiográficas diferenciadas: 1) o canyon que dá acesso à clarabóia e à gruta; 2) a dolina de colapso; 3) os salões (figura 6).

O canyon do Salitre (1) representa uma importante feição estrutural que, além da representatividade geológica, geomorfológica, biológica e paisagística possui relevância histórica, uma vez que os escravos rebelados se refugiavam entre os labirintos rochosos do maciço. O canyon do Salitre posiciona-se como uma falha rúptil de direção N-S, com aproximadamente 125 m de comprimento e largura de 10 a 15 m. As escarpas do canyon exibem estruturas superimpostas a rocha, com dobras e falhas com pequenos rejeitos, atingindo em alguns locais 50 m de altura. O canyon do Salitre não possui uma drenagem superficial específica, entretanto, notou-se a presença de vegetação arbórea exuberante, inferindo-se sobre a existência de um sistema hidrológico subsuperficial ativo na área.

Geologicamente, a evolução tectônica do canyon do Salitre está ligada diretamente ao rifte Espinhaço, cuja sedimentação iniciou-se no final do Paleoproterozóico dando início a formação de uma bacia (~1,752 Milhões de anos - Ma), fechamento da bacia por esforços compressivos e geração do Orógeno Espinhaço em torno de (~1,250 Ma) (SAADI, 1995).

Figura 5 - (A) vista do interior do maciço, destacando-se a estrutura ruiforme na porção superior da escarpa, (B) rocha quartzítica, apresentando nichos de karrens alveolares e coalescências alveolares - Gruta do Salitre.



Fonte: Baggio, (2010).

Figura 6: Imagem orbital do Maciço do Salitre, mostrando os compartimentos cársticos: (1) o canyon; (2) a dolina de colapso; (3) os salões.



Fonte: www.googleearth.com.br. Org: Baggio, (2010).

Figura 7: foto (A), visada frontal da entrada principal do canyon, posicionada como uma falha rúptil orientada do sentido N-S. Foto (B), entrada lateral para o canyon, notar a presença de blocos abatidos preenchendo o corredor secundário.



Fonte: Baggio, (2010).

A DOLINA DE COLAPSO DA GRUTA DO SALITRE

A dolina de colapso da Gruta do Salitre encontra-se conectada ao canyon. Caracteriza-se por apresentar uma forma semicircular e morfologicamente apresenta-se como uma depressão fechada. O piso da dolina em alguns locais é constituído por areia de coloração branca (N 8 - Carta de Munsell, 1981) de granulometria média/fina. Nas áreas próximas aos afloramentos rochosos, o piso encontra-se recoberto por uma camada de argila de descalcificação de coloração acinzentada. No interior da dolina, está instalada uma vegetação de porte arbóreo/alto, o extrato superior atinge aproximadamente 12 m de altura. As bordas da dolina são compostas por paredões escalonados que a delimitam, possuem aproximadamente 80 m de altura e são constituídos por vários planos de fraturas, com dimensões significativas em alguns pontos. Do lado direito da dolina, sentido do canyon para os salões, há uma falha expressiva, com 45 cm de largura e 18 m de comprimento.

Figura 8: foto (1) vista do interior da dolina de colapso, notar a imponente clarabóia permitindo à entrada de luz solar, no interior notar a vegetação de porte arbóreo alto. Foto (2a) fratura vertical no quartzito, (2b) falha orientada no sentido NW-SE.



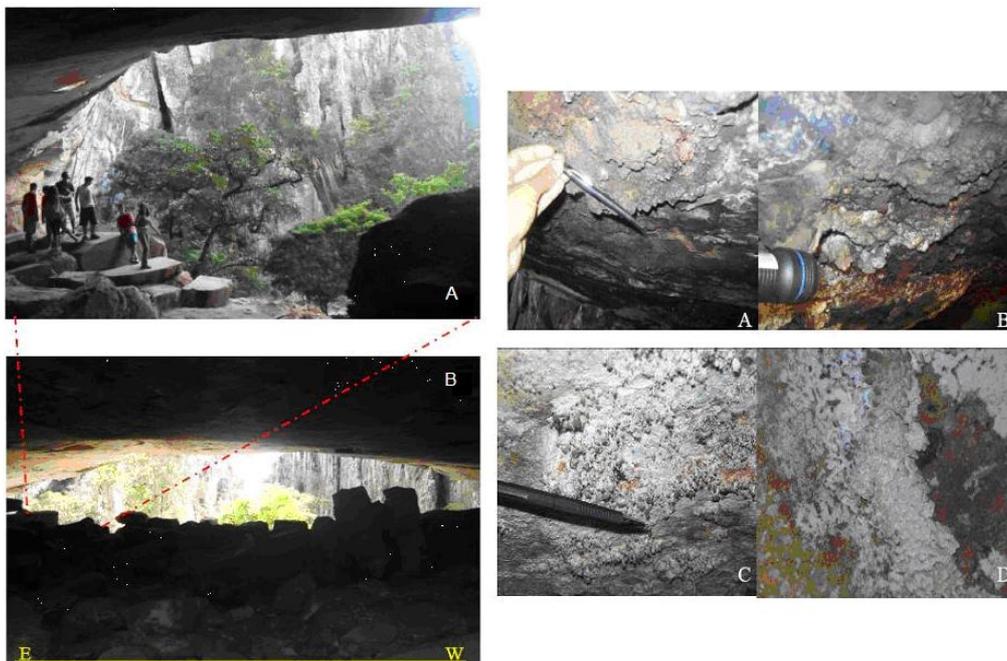
Fonte: Baggio, (2010).

SALÕES DA GRUTA DO SALITRE

A Gruta do Salitre possui dois salões principais que se posicionam em dois paleoníveis diferenciados (1 e 2). A gênese dos paleoníveis está associada à mudança no nível de base local, ocasionando uma nova dinâmica no eixo de dissolução da rocha. Denomina-se

como paleonível 1 o salão principal, de fácil acesso; e o paleonível 2 corresponde ao salão secundário, de acesso mais complexo. O salão I da Gruta do Salitre possui topograficamente formato afunilado e forma semicircular. A entrada principal da cavidade possui orientação preferencial E-W; o perfil transversal possui forma ogival, semicircular, ou seja, equivalente a um ângulo de 180°, possuindo dimensões de mais 120 m de comprimento, 30 m de altura na parte central e 70 m de profundidade. Diversas microfeições espeleológicas ao longo do piso e do teto demonstram que a gênese da Gruta do Salitre é resultado do processo de dissolução da rocha quartzítica. O piso é composto por blocos abatidos de dimensões variadas, sedimentos clásticos, biológicos e microfeições espeleológicas que estão concentradas em áreas restritas e de acesso complexo, preservando-os, uma vez que isso inibe a ação antrópica predatória. No teto, existe uma película mineral delgada, descrita por Willems (2008) como pirolusita - Óxido de Manganês (MnO_2). Essa película concentra-se principalmente no lado esquerdo do salão sentido (entrada – fundo), notou-se também, a presença de óxido de ferro (FeO_3). As diversas microfeições cársticas existentes resultam do processo de dissolução como mostra a Figura 9.

Figura 9: as fotos do quadrante esquerdo (A e B) mostram uma visada parcial da galeria e do salão I, a foto (A) mostra o acesso lateral ao salão principal, os blocos escalonados na base servem de degraus. Na foto (B) tem-se uma visão geral do salão principal (paleonível 1) notar a presença de blocos abatidos na entrada do salão. As fotos do quadrante direito (A, B, C e D) mostram as microfeições localizadas no teto do salão I.



Fonte: Souza, F.C.R. (2010).

A entrada do salão II (paleonível 2) localiza-se à direita da entrada do salão principal. O acesso é complexo, em função dos declives topográficos abruptos e do elevado número de blocos abatidos. A forma transversal da entrada do salão secundário é irregular, com dimensões de 2 m de largura, 1,5 m de altura. Entretanto o interior do salão possui forma elíptica horizontal e suas dimensões ampliam-se para 25 m de largura e 15 m de extensão na parte central. Essa área é caracterizada pela zona de penumbra e pela presença de diversas microfeições espeleológicas no piso, teto e paredes da galeria. Entre as principais feições enumeram-se: cúpulas, microestalagmites, blocos abatidos e drenagem perene no interior do salão. Essas microfeições possuem coloração amarela (2,5YR 8/8), branca (N 8) tons de cinza (N6 A 5GY 6/0) ou tons de marrom e seu desenvolvimento está relacionado ao direcionamento das linhas de fratura NE-SW. As cúpulas de dissolução localizadas na parte E do salão II são semelhantes às desenvolvidas em litologias carbonáticas, estando associadas aos alinhamentos estruturais, sinalizando processos de dissolução química que podem ter ocorrido em função do movimento hídrico da zona freática no teto da cavidade.

Os blocos abatidos preenchem o piso das galerias e estão ornamentados de espeleotemas subhorizontalizados. A parede do teto da caverna é ornamentada por conjuntos de microespeleotemas, existe um fluxo de água que, percola a parede rochosa do teto da caverna, demonstrando que a mesma encontra-se ativa (Figura 10).

Figura 10: microestalagmites localizados no teto do Salão II. A foto (A) mostra as dimensões e as microfieções dos espeleotemas. Na foto (B) nota-se o processo de desenvolvimento dos espeleotemas condicionados ao direcionamento das linhas estruturais (SW-NE) e à percolação de água nas fraturas da rocha.



Fonte: Trindade, W. M. (2011).

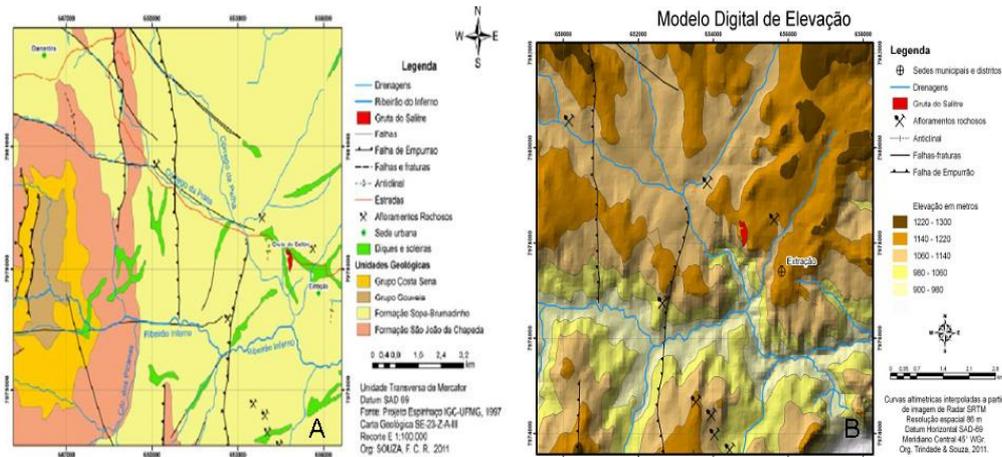
Existe uma drenagem subterrânea que drena o interior do salão secundário, encontra-se próxima a base lateral de fundo. Na estação seca a drenagem possui dimensões de 0,7 m de largura e 0,5 m de profundidade, na estação chuvosa, a drenagem apresenta 1,0 m de largura e 0,5 m de profundidade, dependendo da intensidade da pluviosidade, pode ocorrer *runoff*. A turbidez da água subterrânea na estação seca é baixa, a vazão permanece lenta durante toda essa estação climática, na estação chuvosa, nota-se situações contrária as descritas. O piso é ornamentado por diversas microfieções cársticas, pela areia fina branca (N 8) e, nas áreas de influência da drenagem subterrânea há sedimentos argilosos de coloração vermelha (2,5YR 5/8). As paredes e o teto são revestidos por microfieções de diversas colorações, distinguindo-se matiz de cinza (N6 a 5GY 6/0), branco (N 8), amarelo (2,5Y 8/8) e avermelhado (2,5YR 5/8). O teto do salão é ornamentado por um conjunto de coralóide o que, evidencia a existência de uma zona freática ativa. Portanto, as fieções da Gruta do Salitre estão correlacionadas ao processo de dissolução no sistema cárstico. A dinâmica atual do maciço cárstico da Gruta do Salitre encontra-se ativo.

CORRELAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS GEOLÓGICOS EXTERNOS E OS REGISTROS DE DISSOLUÇÃO QUÍMICA DO CARSTE

A interpretação dos registros de dissolução química demonstra que existem correlações entre a geologia estrutural e o desenvolvimento da geomorfologia cárstica, uma vez que, o carste corresponde a um sistema complexo e interligado. As linhas estruturais (falhas, fraturas, juntas, atitude estrutural, direção e mergulho das camadas) entre outros, são fatores estruturais que determinam a direção e a forma da deposição cárstica.

A Figura 11 mostra as unidades geológicas, linhas estruturais, bem como, a relação entre a hidrologia e o controle estrutural na área. Observou-se que, a direção da maioria das drenagens encontra-se relacionada ao controle estrutural dos falhamentos. As condicionantes geológicas estruturais são fatores que contribuem para a dinâmica hidrológica no sistema cárstico, condicionando o processo de dissolução química. Corpos subvulcânicos soleiras e diques relacionados à Fm. Sopa Brumadinho são freqüentes no Supergrupo Espinhaço, essas estruturas máficas, possuem composição mineralógica diferenciada que influenciam no processo de dissolução química. Tornam-se necessárias análises mais refinadas sobre a relação entre a composição mineralógica dos diques, soleiras e a dinâmica cárstica do sítio de estudo.

Figura 11: o mapa (A) mostra os elementos geológicos, estruturais e hidrológicos da área onde se encontra inserido o maciço da gruta do Salitre; em (B) o MDE, apresenta a posição altimétrica em que se encontra a Gruta do Salitre - 1.140 a 1.220 m/alt, notar, no modelo de elevação do terreno à esquerda, a atuação do processo de dissecação fluvial, individualizando os maciços.



Fonte: Projeto Espinhaço – COMIG, IGC/UFMG (1997). Org: Baggio (2011).

Portanto, existe uma correlação entre processos geológicos, os registros cársticos e espeleológicos. O desenvolvimento de microespeleotemas mostrado na (Figura 10) é um exemplo da cristalização mineral ocasionada a partir da dissolução química, que, por sua vez, relaciona-se aos condicionamentos geológicos estruturais locais. A ausência de grandes espeleotemas encontra-se correlacionado à litologia – dissolução química do quartzito que ocorre de forma mais lenta às verificadas em litologias carbonáticas. As fraturas encontradas na área de estudo correspondem aos diques e soleiras de diabásio que, podem ter alterados localmente o quartzito, tornando-o mais susceptível à dissolução química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características geomorfológicas da Gruta do Salitre demonstram que há uma semelhança entre as feições cársticas desenvolvidas em rochas carbonáticas e não carbonáticas. A análise dessas características juntamente com a presença de indicadores fisiográficos demonstra que, na caverna, os processos de dissolução química prevalecem. Esses fatores indicam que, a dissolução química ocorre em todos os tipos de rochas, carbonáticas ou não carbonáticas, portanto, a área de estudo deve ser considerada carste e não pseudocarste. Nota-se a existência de um conjunto de feições espeleológicas típicas de ambientes cársticos originados a partir da dissolução química tais como: karrens horizontais e verticais, banquetas, verrugas, torres, paredões, canyon, dolina de colapso, alvéolos de dissolução, corraloides, cúpulas, salões entre outras. Além disso, há diversos microespeleotemas distribuídos no teto, piso e paredes dos salões e, uma drenagem no interior do salão secundário. Isso demonstra que, a dinâmica do sistema cárstico da Gruta do Salitre encontra-se ativa. A interpretação geomorfológica do maciço da Gruta do Salitre, assim como, dos salões 1 e 2 demonstra a importância do sistema cárstico desse ambiente. Em razão disso, os estudos devem ser sistemáticos e multidisciplinares – geoquímica de superfície, hidrologia, pedologia, paleoclimáticos etc., além, da efetivação da proposta de criação da Unidade de Conservação - UC com o objetivo de garantir a preservação do patrimônio espeleológico municipal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio logístico das seguintes instituições: UFVJM/Laboratório de Geoquímica Ambiental, UFMG/IGC/CPMTC e, a todos que de certa forma contribuíram para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AUGUSTIN, C.H.R.R; BRÁULIO M. F; LEONARDO C. R. Mapeamento geomorfológico da

- Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, 19(2), 50-69, 2011 www.igc.ufmg.br/geonomos. Belo Horizonte: 2011. Acesso em: 20 out. 2011.
- BRICHTA, A; PATERNOSTER, K. SCHÖLL, W, U; TURISNSKY, F. Die Gruta do Salitre bei Diamantina, Minas Gerais, Brasilien, Kein, Einsturzloch. **Zeitschrift für Geomorphologie**. n.24. v. 2. Berlin: Stuttgart. P.236-242, Juni, 1980.
- COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS – COMIG. **Projeto Espinhaço**. Belo Horizonte: COMIG. 1997. 269p._CD. ROM.
- Christofaro, A.S. Serra do Espinhaço Meridional Paisagens e Ambientes. **Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM**. 2005. 272 p.
- DIAS, F. S. **Estudo do Aquífero Carbonático da Cidade de Barroso (MG): uma contribuição a gestão do manancial subterrâneo**. 2009. 150p. Tese (Doutorado em Geologia) Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2009.
- HARDT, R. **Formas Cársticas em Arenito: estudo de caso**. 2003. 53p. Monografia de Especialização. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2003.
- HARDT, R. Carste em Arenito: considerações gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27, 2003. Januária. **Anais eletrônicos**. Januária. 2003, p.163 – 167. Disponível em: <<http://www.sbe.com.br/anais27cbe/27cbe>>. Acesso em: 20 out. 2009.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS; PERPRETO – PARQUE ESTADUAL DO RIO PRETO. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Preto**. Encarte 4: Planejamento da Unidade de Conservação. Curitiba. 2004.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**. México. Fundo de Cultura Econômica. 1948.
- MUNSELL, A. H. **Soil Color Charts**. Baltimore. Maryland: Macbeth. 1981.
- SAADI, A. A. Geomorfologia da Serra do Espinhaço de Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.3. n. 1. p.41-63. 1995. Disponível em: <<http://www.igc.ufmg.br/geonomos/conteudo>>. Acesso em: 20 set. 2010.
- SOUZA, F.C.R; BAGGIO, H; TRINDADE, W.M. Carste em rochas quartzíticas da Gruta do Salitre. In: Congresso Brasileiro de Organização do Espaço, 1. Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro, 10. 2010. Rio Claro. **Anais**. Rio Claro; UNESP. P. 4982-4992. 2010.
- SOUZA, F.C.R; TRINDADE, W.M. Sistema Cárstico em Rochas Quartzíticas: estudo das características morfológicas da Gruta do Salitre em Diamantina-MG. Encontro Regional de Geografia, 8. 2010. Montes Claros. **Anais**. Montes Claros: UNIMONTES. 2010.
- TRAVASSOS, L.E.P; VARELA I.D. 2007. Legal aspects of the groundwater usage in the karst region of Minas Gerais, Brazil In: 15th, **International Karsological School**, ZRC-SAZU, Postojna. speleogenesis.info/directory/bibliography/karstbase. Acesso em: 01/02/2010.
- TRAVASSOS, L.E.P; SAMPAIO, J.L.D; GUIMARÃES, R.L., KOHLER, H.C., 2008, Solid waste disposal in the Environmental Protected Area of the Lagoa Santa Karst, Minas Gerais State, Brazil In: **EGU**, Vienna. speleogenesis.info/directory/bibliography/karstbase. Acesso: 01/02/2010.
- TRAVASSOS; L. E. P; KOHLER, H.C. 2009. HISTORICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A BRAZILIAN KARST REGION, **Acta carsologica**, 38, 2/3, p: 277 - 291. <http://carsologica.zrc-sazu.si/downloads/382/9Travassos.pdf>. Acesso em 15/01/2010.
- WILLEMS, L; RODET, J; POUCKET, A; MELO, S; RODET, M. J; COMPÉRE, P.H; HATERT, F; AULER, A. A. Karst in sandstones and quartzites of Minas Gerais, Brazil. **Cadernos Lab. Geológico de Laxe**, Belgium: Corunã. 33. p.127-138. 2008.
- WILLEMS, L; RODET, J; FOURNIEL, M; LAIGNEL, B; DUSAR, M. POUCKET, A; MASSEIL, N; DUSSARTE-BATISTA, L; COMPÉRE, P.H; EK, C. Polyphase karst system in Cretaceous chalk and calcarenite of the Belgian-Dutch border. Berlin Stuttgart: **Z. Geomorph** N.F. V.51. n° 3, p. 361-376. Sep./2007.