

NOVO SÍTIO ESPELEOLÓGICO EM SISTEMAS FERRUGINOSOS, NO VALE DO RIO PEIXE BRAVO, NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL

NEW SPELEOLOGICAL SITE IN FERRUGINOUS SYSTEMS, RIO PEIXE BRAVO VALLEY, NORTHERN MINAS GERAIS, BRAZIL

Felipe Fonseca do Carmo(1), Flávio Fonseca do Carmo(1), André Augusto Rodrigues Salgado(2) & Claudia Maria Jacobi(1)

(1) Departamento de Biologia Geral, ICB, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte-MG.

(2) Departamento de Geografia, IGC, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte-MG.

Contatos: felipecave@yahoo.com.br; carmo.flaviof@gmail.com; geosalgado@yahoo.com.br; jacobi@icb.ufmg.br.

Resumo

Os afloramentos ferruginosos conhecidos como cangas estão entre os geossistemas mais ameaçados do Brasil devido a sua distribuição restrita e geneticamente associada aos principais depósitos de minério de ferro do país. Atualmente destacam-se dois complexos espeleológicos nesse litotipo, onde já foram diagnosticadas mais de 1.500 cavidades, localizadas em Carajás (PA) e no Quadrilátero Ferrífero (MG). Recentemente foi descoberto um novo sítio espeleológico distribuído ao longo do Vale do Rio Peixe Bravo, Bacia do Rio Jequitinhonha (MG). Os processos de dissolução presentes nas cavidades e ainda atuantes nos afloramentos caracterizam este geossistema como um sistema cárstico. Até o momento foram observados cerca de 60 vestíbulos de cavidades desenvolvidas em diversos litotipos ferruginosos, sendo que 21 já foram aferidas e georreferenciadas. A maioria está inserida nas encostas dos extensos platôs capeados pelas cangas. Algumas cavidades apresentaram vários salões e galerias de grande volume quando comparadas às cavernas ferruginosas já descritas. Além da espeleometria notável, destacam-se também prováveis registros paleontológicos e arqueológicos, tais como possíveis icnofósseis e sulcos na rocha semelhantes a figuras geométricas. Esta área reveste-se de elevada relevância ambiental para a região, devendo ser considerada prioritária para a criação de novas unidades de conservação, em especial por abrigar um geossistema subterrâneo ainda pouco conhecido.

Palavras-Chave: cangas; carste ferruginoso; cavernas; vale do Rio Peixe Bravo.

Abstract

Ironstone outcrops known as cangas are among the most threatened Brazilian geosystems, due to their restricted distribution and genetic association with the main iron ore deposits in the country. Currently, two ironstone speleological complexes stand out. They are located in Carajás (PA) and Quadrilátero Ferrífero (MG) regions, with more than 1,500 cavities identified. Here a new speleological site, located along the valley of Peixe Bravo river, Jequitinhonha river basin (Minas Gerais State), is described. The dissolution processes in the cavities, and still active on the outcrops, characterize this geosystem as a karstic system, with nearly 60 vestibules of caves developed in diverse iron lithotypes. Twenty one cavities have been measured and georeferenced, mainly located in the slopes of the extensive plateaus topped by cangas. Some cavities show several halls and galleries which appear large compared to the ferruginous caves previously described. Besides the notable speleometry these caves present probable paleontological and archaeological records, such as possible ichnofossils and grooves on the rock resembling geometrical figures. This area is of high environmental relevance for the region and should be a priority for the creation of new protected areas, in particular due to its poorly known underground ecosystem.

Key-Words: ironstone outcrops, ferruginous karst, caves; Rio Peixe Bravo valley.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil concentra algumas das maiores ocorrências mundiais de formações ferríferas (KLEIN, 2005), uma denominação genérica para

rochas que exibem valores superiores a 15% de óxidos de ferro (SGARBI, 2007). Nessas formações ocorrem alguns dos maiores depósitos de minério de ferro conhecidos, representando quase 20% das reservas globais. Esse potencial geológico situa o

país em segundo lugar na produção mundial desse minério, que em 2010 foi de 370 milhões de toneladas (IBRAM, 2010). Associadas geneticamente às formações ferríferas, e recobridoras, encontram-se as couraças ferruginosas conhecidas como cangas. Esses afloramentos ferruginosos ocorrem geralmente nas porções mais altas do relevo, sobre os principais depósitos de minério de ferro do Brasil, notadamente sobre aqueles localizados no Quadrilátero Ferrífero/MG; na Serra de Carajás/PA; e na Morraria de Urucum/MS (DORR, 1969; WALDE, 1986).

Um relevante patrimônio geoambiental, arqueológico e biológico ainda pouco conhecido está associado às cangas e as formações ferríferas (CARMO, 2010). Este importante patrimônio espeleológico, que até recentemente era negligenciado, é caracterizado por gênese, tipologia e mineralogia peculiares (AULER; PILÓ, 2005) pois, ao contrário da maior parte das cavidades, não se desenvolveu em rochas carbonáticas. As primeiras descrições de cavernas em cangas/formações ferríferas no Brasil foram realizadas pelos naturalistas Aimé Pissis e William Henwood em meados do século XIX (AULER; PILÓ, 2005). Na década de 1930, Aníbal Mattos chamou a atenção para a ocorrência de grutas em substratos de canga, que muitas vezes abrigavam restos de animais, sendo consideradas importantes para manutenção do registro fóssil (MATTOS, 1939). Em meados da década de 80, iniciou-se o cadastramento de cavernas ferruginosas na Serra de Carajás/PA e deu início aos primeiros trabalhos de bioespeleologia, além de pesquisas arqueológicas, realizados pelo Museu Paraense Emílio Goeldi com a participação do Grupo Espeleológico Paraense (MOREIRA; PAIVA, 1988; PINHEIRO; MAURITY, 1988).

Em Minas Gerais, as cavernas ferruginosas começaram a ganhar destaque em trabalhos científicos nesta última década, com pesquisas em bioespeleologia (FERREIRA, 2005; SOUZA-SILVA, 2008) e geoespeleologia (AULER; PILÓ, 2005). De acordo com o Centro Nacional de Estudos e Manejo de Cavernas (CECAV, 2011), nas localidades onde existem as formações ferríferas há um potencial muito alto de existirem cavernas (acima de 80%). Até 2005, conhecia-se para o Brasil aproximadamente 300 cavernas em formações ferríferas e cangas (AULER; PILÓ, 2005). Atualmente, esses litotipos abrigam quase 20% das cavidades oficialmente cadastradas no país (PILÓ; AULER, 2009). Desta forma, as cangas e as formações ferríferas compõem um geossistema ferruginoso único quando se consideram o potencial

espeleológico, os depósitos minerais e, por conseguinte, as pressões geoeconômicas.

Um estudo do Ministério das Minas e Energia (MME, 2010), embasado no cenário internacional favorável ao mineralnegócio, prevê que a produção anual de minério de ferro alcance 1,1 bilhão de toneladas até 2030. Isso corresponderia, anualmente, a uma produção equivalente à produção brasileira de toda a década de 1990. Para atingir essa meta serão investidos no setor mineral quase US\$ 40 bilhões no período 2010-2014. Esta realidade econômica otimista, entretanto, pode gerar uma degradação ambiental com consequências irreversíveis para os geossistemas ferruginosos e o patrimônio ambiental associado. A situação se agrava quando as jazidas estão localizadas em regiões que ainda não foram alvo de estudos espeleológicos e ao mesmo tempo estão contempladas em políticas públicas de exploração mineral. Esse cenário pode ser exemplificado pelo novo Polo Mineral do Norte de Minas Gerais, cujas reservas geológicas foram estimadas em 20 bilhões de toneladas, colocando-as entre as maiores jazidas no mundo (SEDE, 2011). Essas reservas estão distribuídas principalmente na região entre os municípios de Porteirinha, Rio Pardo de Minas e Riacho dos Machados (VILELA, 1986). Auler; Piló (2005) comentam não haver menção à existência de cavernas naqueles depósitos de minério de ferro, o que ainda é uma realidade, de acordo com os bancos de dados dos registros de cavidades do CECAV (2011) e da Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE (2010).

O objetivo deste trabalho é descrever um novo sítio espeleológico ferruginoso localizado no Vale do Rio Peixe Bravo, região de Riacho dos Machados, no estado de Minas Gerais, suas potencialidades e vulnerabilidades.

2. CONTEXTO GEOGRÁFICO DO VALE DO RIO PEIXE BRAVO

A geologia da região deste estudo é representada pelas unidades do Grupo Macaúbas (Supergrupo São Francisco), constituído predominantemente por diamictitos, quartzitos e filitos. Esse Grupo compõe a unidade estratigráfica relacionada ao preenchimento do rifte neoproterozoico desenvolvido nos limites da faixa de dobramentos Araçuai. Duas unidades litoestratigráficas subdividem o Grupo Macaúbas, uma unidade basal denominada Formação Rio Peixe Bravo e uma superior denominada Formação Nova Aurora (NOCE *et al.*, 1997; UHLEIN *et al.*, 2007). Esta formação é caracterizada pelo enriquecimento em hematita, encerrando enormes depósitos do tipo

Rapitan (NOCE *et al.*, 1997). Morfológicamente, trata-se de uma área de extensas chapadas dissecadas por meio de um novo ciclo de denudação (VILELA, 1986).

Localmente, o geossistema cangas/formações ferríferas está associado ao membro Riacho Poções (Formação Nova Aurora). Essa unidade atinge uma espessura de até 600 m e constitui-se, de acordo com Vilela (1986), predominantemente por diamictitos hematíticos, quartzitos hematíticos e xistos hematíticos subordinados (VILELA, 1986). Segundo Vilela *et al.* (1978), os diamictitos hematíticos, que constituem o minério de ferro, apresentam bandeamento e são formados por leitos de quartzo contendo cristais de hematita, que se alternam com leitos de hematita associada à sericita e clorita. Grande parte de toda essa sequência de litotipos hematíticos está sob uma extensa cobertura de canga, que frequentemente atinge cerca de 30 m de espessura. Superficialmente, as cangas apresentam fragmentos detríticos de minério rico e são compostas geralmente por limonita pura (VILELA, 1986).

As altitudes dos platôs de canga variam entre 850 e 950 m, ocorrendo um desnível de até 80 m em relação às superfícies terciárias contíguas. O Vale do Rio Peixe Bravo está inserido na região do Semi-Árido brasileiro, caracterizado pelo déficit hídrico e

isoieta das precipitações médias anuais de 800 mm (MIN, 2005).

3. DIAGNÓSTICO ESPELEOLÓGICO

Um diagnóstico, iniciado em junho de 2010, está sendo realizado nos geossistemas ferruginosos contidos em uma área aproximada de 500 km² (entre 15°50' e 16°15' S e 42°37' e 42°52' W) e localizada nos municípios de Riacho dos Machados, Rio Pardo de Minas, Grão-Mogol, Fruta de Leite e Serranópolis, norte de Minas Gerais (Fig.1). Extensas escarpas de cangas (Fig. 2), resultado do atual estágio de rejuvenescimento do relevo, foram observadas ao longo de um trecho de 30 km do Rio Peixe Bravo à montante de sua foz no Rio Vacaria, Bacia do Rio Jequitinhonha. Nesse trecho, até o momento, foram observados cerca de 60 vestíbulos de cavidades, com diâmetros estimados maiores que 1 m, desenvolvidas nos geossistemas ferruginosos. A maioria desses vestíbulos estão inseridos na alta e média vertente das escarpas (Fig.3). Caminhamentos foram realizados em menos de 2% da área de cangas, onde foram identificadas 21 cavernas e diagnosticados o desenvolvimento linear, utilizando o princípio da descontinuidade (RUBBIOLI; MOURA, 2005), presença de espeleotemas, litologia e estado de conservação da paisagem do entorno.



Figura 1. Localização do sítio espeleológico descrito no presente trabalho (linha pontilhada). Adaptado de Sistema Integrado de Informação Ambiental/SEMAD-MG.



Figura 2. Escarpas de canga ao longo do Vale do Rio Peixe Bravo, que chegam a ultrapassar 30 metros de altura. Na parte esquerda da figura encontra-se um veículo como escala. Foto: Flávio Fonseca.



Figura 3. Exemplos de vestíbulos visualizados em toda a região caracterizados pelo difícil acesso. Fotos: Flávio Fonseca.

A maioria das entradas das cavidades diagnosticadas situou-se na base das escarpas, enquanto que num segundo grupo as entradas localizaram-se nas bordas próximas à superfície do platô de canga. Do total de cavernas identificadas, 14 (67%) apresentaram desenvolvimento linear menor que 40 m e três (14%) maior do que 100 m (valor máximo de aproximadamente 160 m). Apesar dos registros de cavidades em formações ferríferas com desenvolvimentos parecidos e até de maiores proporções no Quadrilátero Ferrífero e em Carajás, onde se encontra a maior caverna nestes litotipos no Brasil, 372 m de projeção horizontal (PILÓ; AULER, 2009), o que diferencia essa nova área é o volume das cavernas. De forma geral se têm relatado para outras regiões ferruginosas cavidades muito rasas, condutos estreitos e superficiais em relação ao platô de canga (SIMMONS, 1963; PINHEIRO;

MAURITY, 1988; AULER; PILÓ, 2005; FERREIRA, 2005; ATZINGEN *et al.*, 2009). No Vale do Peixe Bravo, entretanto, a maioria das cavernas registradas se destaca pelos amplos salões e condutos. Mesmo aquelas que não ultrapassaram 40 metros de desenvolvimento linear apresentam salões que superam 6 metros de altura. Esta característica física também pode ser relatada para a zona de entrada. As cavidades ferruginosas são conhecidas pelas suas entradas estreitas nas bordas de canga devido a processos erosivos, ou pequenas entradas verticais onde o manto da canga sofre um colapso sobre parte de um conduto incluso, provavelmente formado por processo de dissolução, gerando assim uma entrada (SIMMONS, 1963). Mas o que se tem observado para as cavernas recém-descobertas são entradas com expressivas dimensões tanto em largura quanto altura (Fig. 4).



Figura 4. Algumas entradas registraram mais de 8 metros de altura. A seta indica uma pessoa como escala.
Fotos: Flávio Fonseca.

As duas maiores cavernas da região, caverna do Lajedo I (Fig. 5) e caverna do Lajedo II (Fig. 6), com desenvolvimento de 120 e 160 metros respectivamente, encontram-se em um mesmo afloramento de canga. De acordo com relatos dos moradores, estas duas cavidades se conectavam. A entrada da caverna Lajedo I se posiciona na alta vertente, enquanto que a entrada da Lajedo II se posiciona na baixa vertente, seguindo a linha de drenagem subterrânea. Ao visitar as cavidades, percebe-se que vários condutos da primeira caverna se encontram assoreados, provavelmente pela sedimentação contínua provocada por um curso d'água perene em seu interior, o que poderia ter interrompido a comunicação entre as cavidades. Porém, alguns condutos de menor dimensão, no final da Lajedo I, apresentavam correntes de ar que seguiam um fluxo ascendente, indicando uma possível ligação com a outra cavidade. Uma investigação geoespeleológica e um levantamento topográfico mais precisos ajudariam a esclarecer se

realmente são duas ou se há apenas uma grande caverna.

Quanto à morfologia, as cavernas foram agrupadas em dois tipos, seguindo Piló; Auler (2009): cinco cavernas com padrão planimétrico retilíneo, formadas por um único conduto que geralmente não ultrapassou 10 m de extensão e 13 cavernas com padrão irregular e apresentando mais de um salão, todas com desenvolvimento linear superior a 10 m. Foram observados ainda três abrigos, tendo destaque a Lapa dos Cactos com aproximadamente 28 metros (Fig. 7).

A maioria das cavidades diagnosticadas desenvolveu-se na interface canga/diamictito hematítico. Foram ainda observadas cavernas em xistos hematíticos, em formações ferríferas bandadas e em material intensamente alterado e enriquecido em ferro, cuja rocha-mãe ainda não foi identificada (Tab. 1 e Fig. 8).

Tabela 1. Composição química de rochas (determinada por fluorescência de raios-X) onde algumas cavernas estão inseridas. Valores em porcentagem

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	MnO
Xisto hematítico	0,55	0,38	99,1	<0,01	<0,1	0,12	0,02	<0,1	0,05	<0,01
Canga	8,44	2,71	80,6	0,04	<0,1	0,24	0,52	<0,1	0,03	0,03
Rocha alterada	39,1	8,12	39,5	0,06	0,21	0,41	2,24	0,14	0,88	0,02

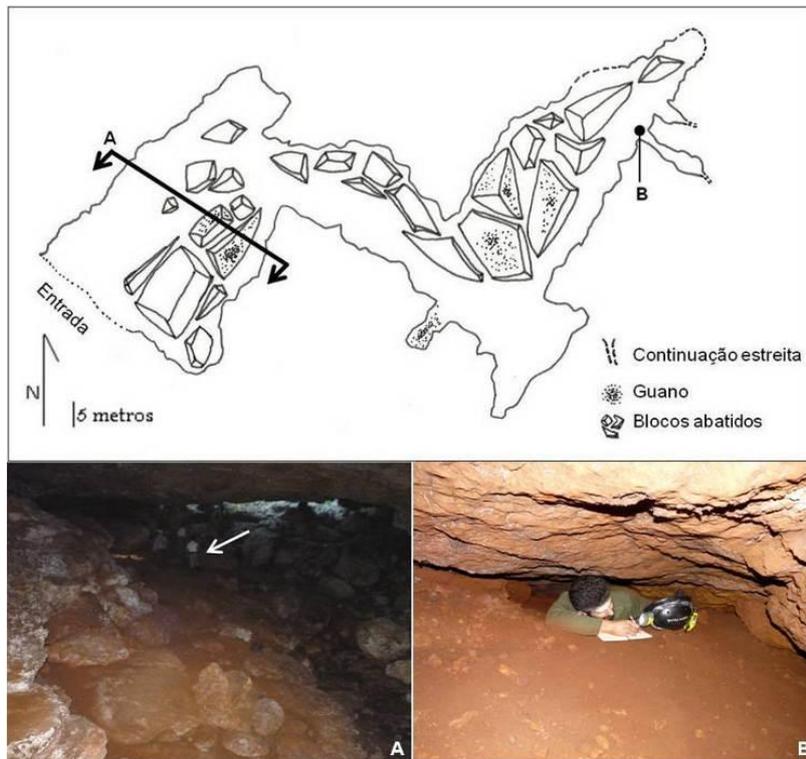


Figura 5. Croqui da caverna Lajedo I. A) Indicação do amplo salão de entrada, atingindo mais de 6 metros de altura. A seta indica uma pessoa como escala. B) Pequeno conduto com fluxo de ar, indicando uma provável ligação com outra cavidade. Fotos: Flávio Fonseca.

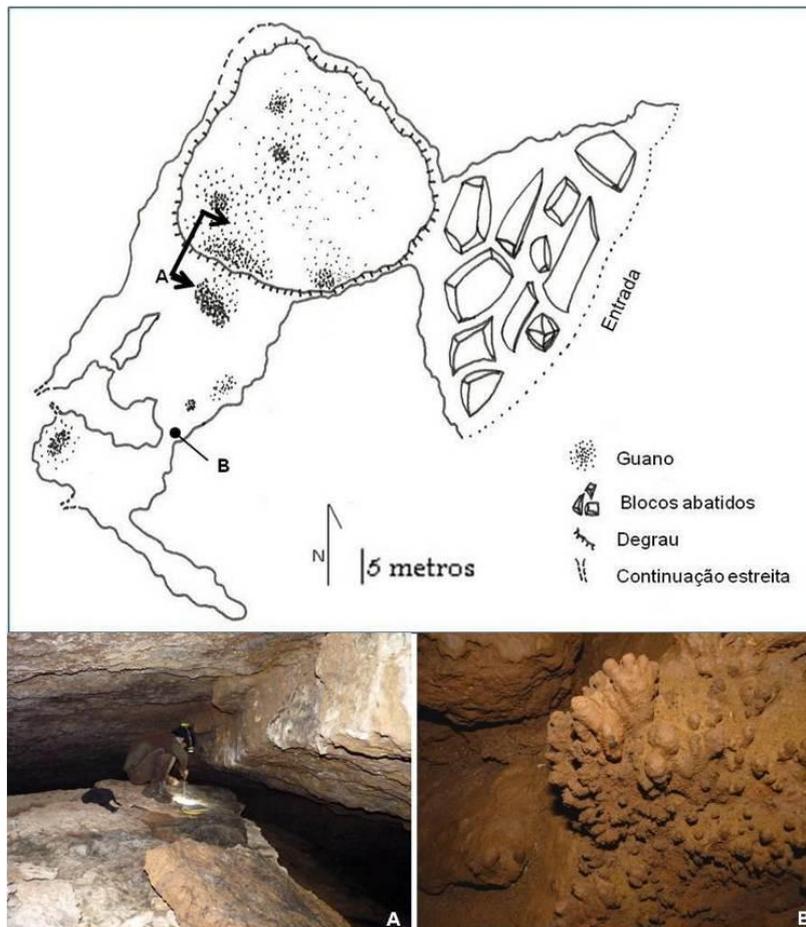


Figura 6. Croqui da caverna Lajedo II. A) Registro de uma fratura no teto, gerando um salão com um imenso bloco abatido. B) Depósito químico encontrado no piso da caverna, com estruturas digitiformes dimensionadas em sete centímetros de altura. Fotos: Flávio Fonseca.

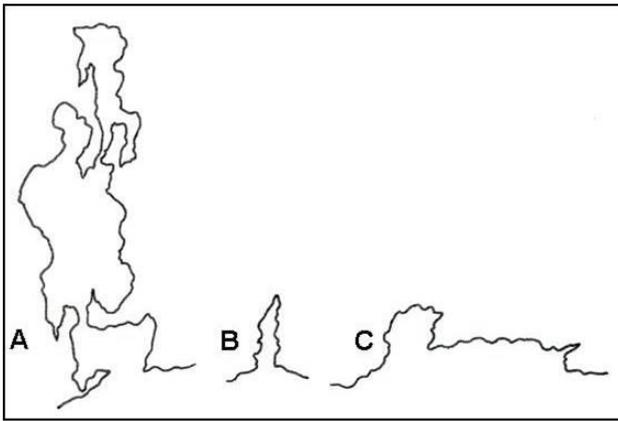


Figura 7. Padrões morfológicos planimétricos das cavernas do Vale do Rio Peixe Bravo (MG). A) Padrão irregular. B) Padrão Retilíneo. C) Abrigo.

3.1. Espeleotemas

Os depósitos químicos foram observados em todas as cavidades analisadas. A maioria desses registros também já foi descrita para as cavernas de Carajás e do Quadrilátero Ferrífero, tais como

coraloides, crostas, pingentes, escorrimentos, eflorescências e cortinas (MAURITY; KOTSCHOUBEY, 2005; PILÓ; AULER, 2005; CUNHA JR *et al.*, 2007; ATZINGEN *et al.*, 2009), sendo os coraloides e as crostas os mais frequentes.

As cavidades com extensão inferior a 20 metros apresentaram basicamente espeleotemas do tipo coralóide, principalmente na zona de entrada. Nas cavernas de Carajás, Piló; Auler (2009) também descrevem que há maior intensidade de coraloides em locais com fluxo de ar mais acentuado e ainda propõem uma gradação tipológica de espeleotemas influenciadas por incidência de luz, fluxo de ar e soluções. Corroborando os achados desses autores para as cavernas de Carajás, em locais onde havia uma estabilidade ambiental e umidade elevada estavam presentes estruturas como escorrimento, cortinas e estruturas semelhantes a microtravertinos. Algumas deposições apresentaram formatos e texturas pouco comuns quando comparados aos registros já mencionados em cavernas ferruginosas (Fig. 9).



Figura 8. A) Caverna inserida no diamictito hematítico. B) Paredes formadas por bandamentos hematíticos. C) Gruta inserida na canga. D) Caverna em rocha alterada. Fotos: Flávio Fonseca.

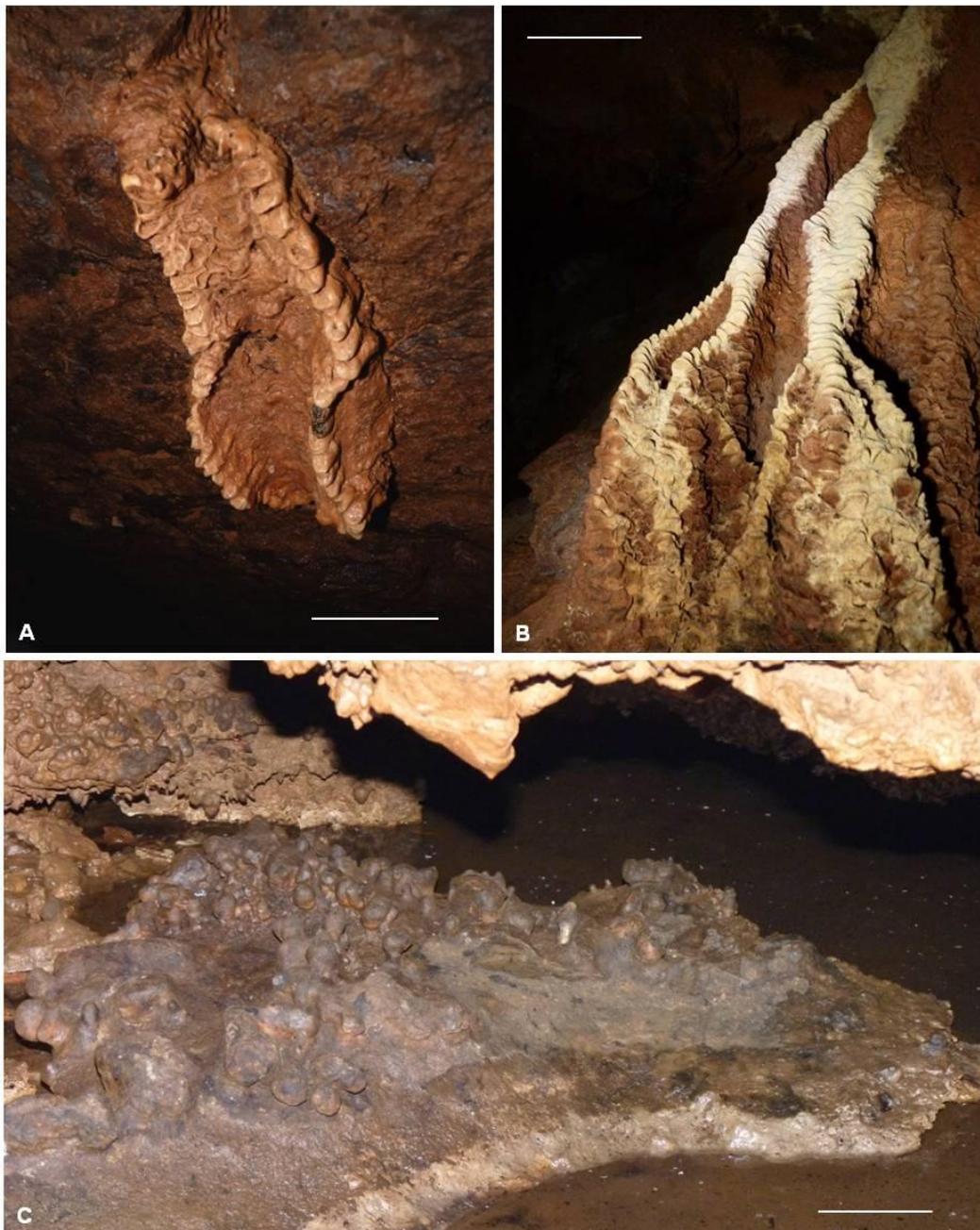


Figura 9. A) Espeleotema no teto da caverna. A simetria de suas estruturas se assemelha aos dentes de uma mandíbula (escala 5 centímetros). B) Deposição tipo “cortina”. Sua coloração esbranquiçada destaca uma constituição pouco comum em cavernas ferruginosas (escala 20 centímetros). C) Espeleotemas no piso da caverna semelhantes a estalagmites (escala 15 centímetros). Fotos: Flávio Fonseca.

3.2. Potencial paleontológico e arqueológico

Sulcos na rocha distribuídos em grandes áreas foram observados no interior de algumas cavernas. Alguns desses assemelham-se a registros de garras (icnofósseis) em paleotocas já registradas para o sul e sudeste do Brasil (BUCHMANN *et al*, 2009). Além das marcas nas paredes, alguns condutos das cavernas poderiam ter sua origem através de escavações, isso por que foi possível observar que o seu formato circular, com ranhuras nas paredes, diferenciava-se em relação aos outros condutos da mesma caverna (Fig. 10).

Outro conjunto de sulcos também encontrado nas cavernas lembra registros arqueológicos da arte rupestre descritos por Silva (1997), sendo representados por vários conjuntos de grafismos geométricos, principalmente traços paralelos em posições ritmadas (Fig. 11).

Além das ranhuras nas paredes, destacou-se em algumas cavernas o acúmulo de fragmentos ósseos (Fig. 12), os quais ainda carecem de uma análise acurada para definir se trata-se de material fóssil ou se são restos orgânicos recentes.



Figura 10. Ranhuras nas paredes parecidas com marcas de garras (escala 5 centímetros). Fotos: Flávio Fonseca.

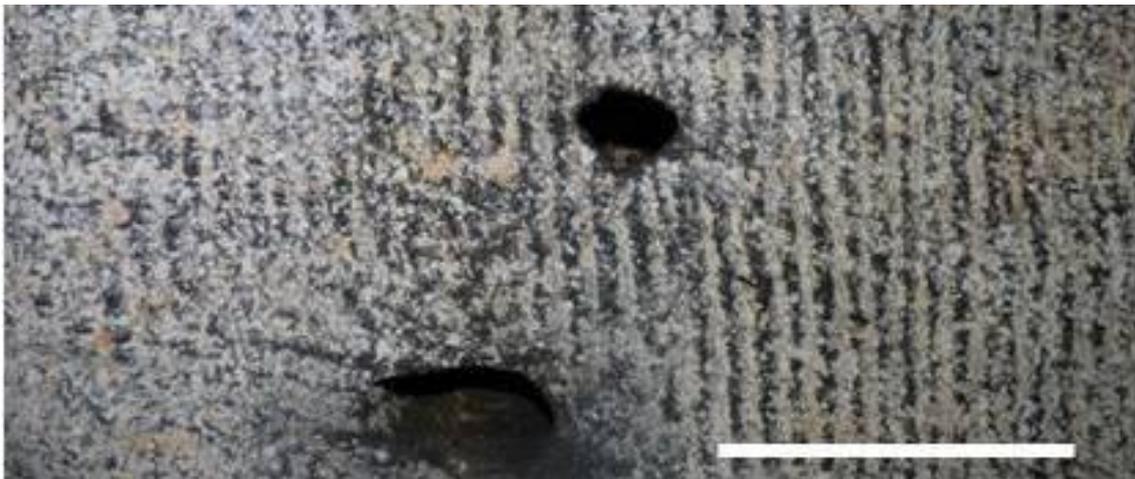


Figura 11. Traços paralelos e em disposições ritmadas (escala 10 centímetros). Fotos: Flávio Fonseca.

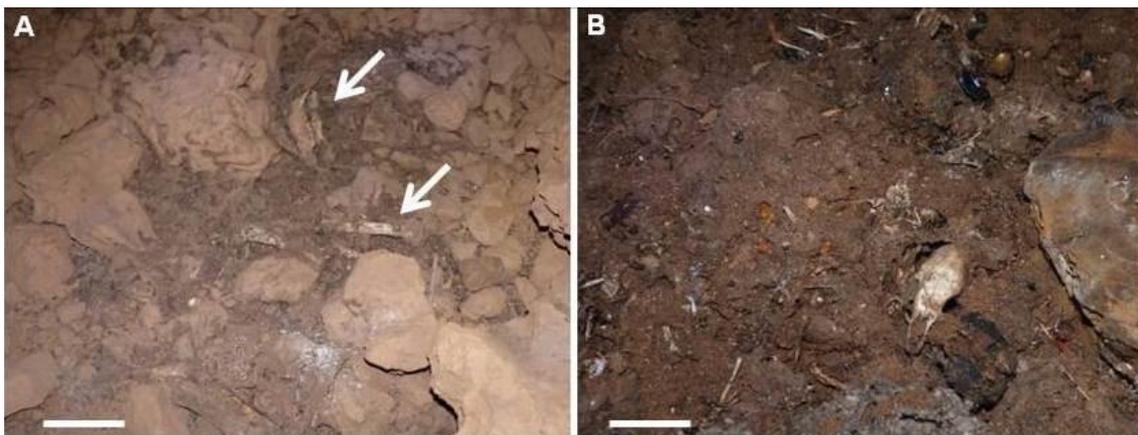


Figura 12. Registro de possível assembleia fóssil. A) Material inconsolidado, as setas indicam fragmentos de ossos (escala 20 centímetros). B) Área com acúmulo de ossos de pequenos mamíferos (escala 5 centímetros). Fotos: Flávio Fonseca.

4. SISTEMA CÁRSTICO FERRUGINOSO

Os extensos platôs formados pelas cangas representam as partes altas do relevo na região estudada. Esses platôs estão interconectados por vales e escarpas (Fig. 13). Macroformas características de um sistema cárstico como desfiladeiros (canyons), paredões com aspecto ruiforme e cavernas (HARDT, 2004) ocorrem frequentemente no Vale do Rio Peixe Bravo.

Pequenas depressões doliniformes foram encontradas na superfície das cangas. No interior de algumas cavernas foram observadas cúpulas de dissolução no teto e canais desenvolvidos perpendicularmente ao plano das paredes (Fig. 14) que se assemelham aos tubos cilíndricos descritos por Wray (2009). De acordo com esse autor, o conjunto de pequenos condutos cilíndricos constitui uma drenagem freática pouco documentada para quartzito e arenito. Considerando-se que estas macro

e microformas são típicas de ambientes cársticos, ou seja, ambientes onde o processo de dissolução é de fundamental relevância na construção da morfologia da paisagem, é possível levantar a hipótese de que a dissolução geoquímica teve papel pronunciado no modelado do relevo regional. Paralelamente, uma análise geomorfológica do Vale do Peixe Bravo demonstra a existência de uma considerável rede de drenagem subterrânea ou parcialmente subterrânea.

Nas cavidades diagnosticadas foram observadas drenagens subterrâneas perenes e temporárias e a presença de lagoas, o que por sua vez podem caracterizar as seguintes zonas hidrológicas no carste, seguindo Ford; Willians (1989), modificado em Hardt; Pinto (2009): zona vadosa subcutânea e de percolação por drenagem, zona de oscilação (epifreática) e zona freática rasa.

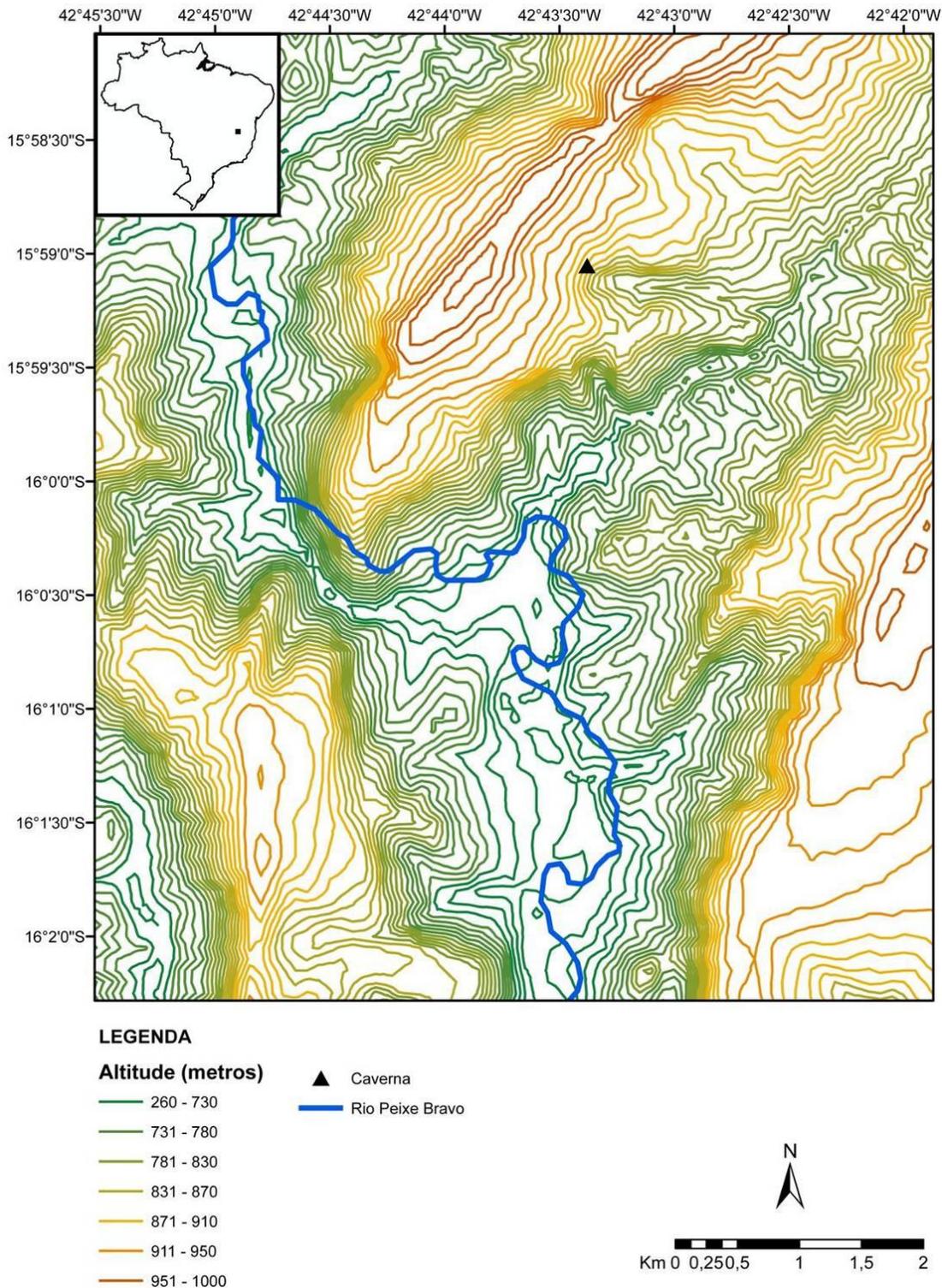


Figura 13 – Mapa planialtimétrico do setor setentrional do vale do Rio Peixe Bravo, MG. Em destaque, a localização das cavernas Lajedo I e II. Montante ao norte.



Figura 14. A) Rebaixamento da couraça de canga, semelhante ao processo de dolinamento. B) Zona freática rasa. A seta indica o nível da lâmina d'água. C) Drenagem intermitente em algumas cavidades, atestada pelo canal impresso no substrato. D) Dissolução da rocha por ação da drenagem subterrânea. Feições semelhantes a microtravertinos. E) Cúpulas de dissolução no teto de algumas cavernas sinalizando uma conexão vertical com o epicarste (escala 1 metro). F) Pequeno “tubo” horizontal na parede de uma cavidade (escala 15 centímetros).
Fotos: Flávio Fonseca.

Com base nas considerações acima expostas e filiando-se a um conceito de carste mais amplo, a exemplo daquele apresentado e discutido por Hardt *et al.* (2009), é possível afirmar que, no mínimo, a paisagem regional apresenta elementos morfológicos típicos das paisagens cársticas. Ou seja, a dissolução foi de fundamental importância na construção da paisagem natural. Vale ressaltar que, geneticamente, esta é uma característica relevante da área estudada, pois estas feições de dissolução são muito mais evidentes do que em outros geossistemas ferruginosos, como por exemplo, o Quadrilátero Ferrífero, MG. O conceito morfológico de carste, que independe do litotipo, *sensu* Hardt *et al.* (2009),

cita exemplos de carste em formações ferríferas no Gabão. No Brasil, vários trabalhos já descreveram feições cársticas em formações ferríferas na Serra de Carajás (MAURITY; KOTSCHOUBEY, 2005; ATZINGEN *et al.*, 2009) e no Quadrilátero Ferrífero (SIMMONS, 1963; PILÓ; AULER, 2005; SILVA; SALGADO, 2009).

5. VULNERABILIDADES E PERSPECTIVAS

A paisagem do Vale do Rio Peixe Bravo ainda não sofreu grandes intervenções humanas, ocorrendo extensas áreas com vegetação em bom estado de

conservação (Fig. 15). Essa condição provavelmente está relacionada ao relevo bastante acidentado e ao tipo de uso e ocupação do espaço, restrito à agricultura familiar em pequenas propriedades rurais.



Figura 15 – Rio do Peixe Bravo, municípios de Rio Pardo de Minas e Riacho dos Machados, MG.
Foto: Flávio Fonseca.

Entretanto, a vulnerabilidade das localidades que contêm os geossistemas ferruginosos pode ser afetada sobrepondo a distribuição dos títulos minerários de ferro de acordo com as fases do processo de definição e outorga da jazida, ou seja, fases de pesquisa geológica até o requerimento e concessão da lavra. Atualmente, as áreas outorgadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) às empresas mineradoras de ferro abrangem cerca de 350 km². *A priori*, pode-se estimar uma vulnerabilidade alta para as áreas de cangas, pois os títulos que estão em fase mais avançada (requerimento de lavra) recobrem uma área de aproximadamente 80 km² do geossistema ferruginoso, conforme consulta realizada em outubro de 2010 aos bancos de dados digitais do Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM/SEMAD) e do DNPM (SIGMINE/DNPM - Informações Geográficas da Mineração). Além

disso, de acordo com estudos do Plano Nacional de Mineração 2030 (MME, 2010), estima-se uma vida útil máxima de 29 anos para todas as reservas lavráveis de ferro conhecidas no país.

6. CONCLUSÃO

O Vale do Rio Peixe Bravo, considerando todo o potencial espeleológico e mineral, representa uma oportunidade única no que se refere à perspectiva de uso racional e da repartição dos benefícios dos recursos naturais. Talvez seja o primeiro caso no país em que o geossistema ferruginoso contendo uma megajazida ainda não explorada possa ser alvo de estudos ambientais sistemáticos. Esse novo sítio espeleológico atribui alta relevância ambiental para a região, sendo um novo alvo para criação de áreas de conservação desses sistemas ferruginosos pouco conhecidos. Logo, torna-se urgente aprofundar os estudos na região, bem como ampliar o arcabouço legal de proteção à área.

AGRADECIMENTOS

O Diagnóstico Ambiental está sendo desenvolvido em colaboração com o Ministério Público de Minas Gerais através da Coordenadoria Regional das Promotorias do Rio São Francisco, Sub-bacia do Rio Verde Grande e Bacia do Rio Pardo (PJSF) e com o Núcleo Interinstitucional de Estudos e Ações Ambientais do Norte de Minas (NIEA-NM). Os autores agradecem à Polícia Militar Ambiental do município de Taiobeiras (MG) pelo imprescindível apoio logístico e a Iara Campos pela elaboração do mapa. Agradecemos a Nilson Ferreira pelas valiosas contribuições durante os trabalhos de campo. Agradecemos aos dois revisores anônimos pelas excelentes contribuições. Felipe Fonseca agradece à CAPES pela bolsa de mestrado e à U.S. Fish & Wildlife Service pelo apoio financeiro em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATZINGEN, N.; CRESCENCIO, G.; CUNHA JR, W.R. Estudos espeleológicos na serra dos Carajás, município de Parauapebas-PA. *Boletim Técnico*, n.4, p.51-73, 2009.
- AULER A. S.; PILÓ, L. B. Introdução às cavernas em minério de ferro e canga. *O Carste*, v.17, n.3, p.70-72, 2005.
- BUCHMANN, F. S.; CARON, F.; LOPES, R. P. Traços fósseis (paleotocas e crotovinas) da megafauna extinta no Rio grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v.12, n.3, p. 247-256, 2009.

- CARMO, F.F. **Importância Ambiental e Estado de Conservação dos Ecossistemas de Cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais**. 2010. 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- CECAV. **Base de dados**. Brasília, CECAV, 2011. Disponível em: www.icmbio.gov.br/cecav. Acesso em: 5 jan. 2011.
- CUNHA JR, W.R.; ATZINGEN, N.; CRESCENCIO, G. Estudos espeleológicos na serra dos Carajás, município de Parauapebas-PA. Congresso Brasileiro de Espeleologia, 29, Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto: SBE/SEE, 2007. p.97-103.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **SIGMINE: Informações Geográficas da Mineração**. Disponível em sigmine.dnpm.gov.br. Acesso em: 5 nov. 2010.
- DORR II, J. v. N. Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **USGS. Prof. Paper, 641-A**. Washington. 1969. 110 p.
- FERREIRA, R.L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**, v.17, n.3, p.106-115, 2005.
- FORD, D; WILLIAMS, P. **Karst geomorphology and hydrology**. London: Unwin Hyman, 1989.
- HARDT, R. **Aspectos da morfologia cárstica da Serra do Calcário – Cocalinho – MT**. Dissertação (Mestrado em Ocupação do Espaço). 2004. 98p. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- HARDT, R.; PINTO, S.A.F. Carste em litologias não carbonáticas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n. 2, p. 99-105, 2009.
- HARDT, R.; RODET, J.; PINTO, S. A. F.; WILLEMS, L. Exemplos de Carste em Arenito: Chapada dos Guimarães (MT) e Serra de Itaqueri (SP). **Espeleo-Tema**, v.20, n.1 e 2, p.7-23, 2009.
- IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 5ª Edição. Disponível em: www.ibram.org. Acesso em: 5 nov. 2010.
- KLEIN, C. 2005. Some Precambrian banded iron-formation (BIFs) from around the world: their age, geologic setting, mineralogy, metamorphism, geochemistry, and origin. **American Mineralogist**, v.90, p.1473-1499, 2005.
- MATTOS, A. **Pré-história Brasileira**. Vol. 137, Série 5. Ed. Companhia Editora Nacional- Coleção Brasileira, 1939. p.59-60.
- MAURITY, C. W. ; KOTSCHOUBEY, B. Evolução recente da cobertura de alteração no Platô N1 Serra dos Carajás-PA. Degradação, pseudocarstificação, espeleotemas. **O Carste**, v.17, n.3, p.78-91, 2005.
- MIN - Ministério da Integração Nacional/SDR. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semi-Árido Nordeste e do Polígono das Secas**. Brasília, 2005. p.33.
- MME - Ministério das Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Brasília, MME, v.1, 2010. 157 p.
- MOREIRA, J.R.A.; PAIVA, R.S. Levantamento bioespeleológico preliminar da Serra dos Carajás-PA-Brasil. Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe. 1, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: SBE, 1988. p.142-150.
- NOCE, C.M.; PEDROSA-SORES, A.C.; GROSSI-SAD, J.H.; BAARS, F.J.; GUIMARÃES, M.V.; MOURÃO, M.A.A.; OLIVEIRA, M.J.R.; ROQUE, N.C. Nova Subdivisão Estratigráfica Regional do

- Grupo Macaúbas na Faixa Araçuaí: O Registro de uma Bacia Neoproterozóica. **Boletim do Núcleo Minas Gerais-Sociedade Brasileira de Geologia**, v.14, 29-31, 1997.
- PILÓ L. B.; AULER A. S. Cavernas em minério de ferro e canga de Capão Xavier, Quadrilátero Ferrífero, MG. **O Carste**, v.17, n.3, p.92-105, 2005.
- PILÓ, L. B.; AULER, A. Geoespeleologia das cavernas em rochas ferríferas da região de Carajás, PA. Congresso Brasileiro de Espeleologia, 30, Montes Claros. **Anais**. Montes Claros: SBE, p.181-186, 2009.
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás Brasil. Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe. 1, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: SBE, p.179-186, 1988.
- RUBBIOLI, E.; MOURA, V. **Mapeamento de cavernas**: guia prático. São Paulo, Redespeleo Brasil, 2005. 92 p.
- SBE – Sociedade Brasileira de Espeleologia. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC)**. Campinas: SBE, 2011. Disponível em: www.cavernas.org.br. Acesso em: 5 de nov. 2010.
- SEDE – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. **Notícias**. Disponível em: www.desenvolvimento.mg.gov.br/pt/noticias/580-polo-mineral-e-uma-nova-alternativa-de-desenvolvimento-para-o-norte-de-minas. Acesso em: 10 jan. 2011.
- SGARBI, G.N.C. **Rochas sedimentares**. In: (Org.) SGARBI, G.N.C. Petrologia Macroscópica das Rochas ígneas, Sedimentares e Metamórficas. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. p. 273-446.
- SIAM/SEMAD - Sistema Integrado de Informação Ambiental. **SIG para Mineração**. Disponível em: www2.siam.mg.gov.br/webgis/mineracao/viewer.htm. Acesso em: 17 out. 2010.
- SILVA, J. R.; SALGADO, A. A. R. Mapeamento das unidades de relevo da Serra do Gandarela - Quadrilátero Ferrífero-/MG. **Geografias** (UFMG), v. 5, p.107-125, 2009.
- SILVA, M.M.C. As gravuras do complexo Montalvânia – Vale do Rio Cochá, MG. **Arquivos do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais**, v.17/18, 287-329, 1997.
- SIMMONS, G. C.1963. Canga Caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **O Carste**, v.17, n.3, p.74-77, 2005. (Traduzido por Augusto Auler).
- SOUZA-SILVA, M. **Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira**. 2008. 216 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- UHLEIN, A.; TROMPETTE, R.R.; EGYDIO-SILVA, M.; VAUCHEZ, A. A Glaciação Sturtiana (750 MA), a Estrutura do Rife Macaúbas-Santo Onofre e a Estratigrafia do Grupo Macaúbas, Faixa Araçuaí. **Geonomos**, v.15, n°1, 45-60 p.p., 2007.
- VILELA, O.V. **As jazidas de minério de ferro dos municípios de Porteirinha, Rio Pardo de Minas, Riacho dos Machados e Grão-Mogol, norte de Minas Gerais**. In: Schobbenhaus C. & Coelho C.E.S. Principais Depósitos Minerais do Brasil: Ferro e Metais da Indústria do Aço, v. 2, p.111-120, 1986.
- VILELA, O.V.; PENA, C.A.; BARSOTTI, T.M.; JORGE, A.S. **Prospecção das jazidas de minério de ferro dos municípios de Porteirinha, Rio Pardo de Minas, Riacho dos Machados e Grão-Mogol, norte de Minas Gerais**. Congresso Brasileiro de Geologia. 20, Recife. **Anais**. Recife: 1978. p.1914-1921.

WALDE, D.H.G. **Geologia do Ferro**. In: Schobbenhaus C. & Coelho C.E.S. Principais Depósitos Minerais do Brasil: Ferro e Metais da Indústria do Aço, v. 2, p. 3-6, 1986.

WRAY, R. A. L. Phreatic drainage conduits within quartz sandstone: Evidence from the Jurassic Precipice Sandstone, Carnarvon Range, Queensland, Australia. **Geomorphology**, v.110, 203–211, 2009.

Fluxo editorial:

Recebido em: 14.03.2011

Corrigido em: 19.06.2011

Aprovado em: 01.07.2011



A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp
