

PRIMEIROS REGISTROS DE PALEOTOCAS DESENVOLVIDAS EM FORMAÇÕES FERRÍFERAS, MINAS GERAIS, BRASIL

FIRST RECORDS IN DEVELOPED PALEOTOCAS IN FERRIFEROUS FORMATIONS, MINAS GERAIS,
BRAZIL

Felipe Fonseca do Carmo (1), Flávio Fonseca do Carmo (1), Francisco Sekiguchi Buchmann (2),
Heinrich Theodor Frank (3) & Claudia Maria Jacobi (1)

(1) Laboratório de Interação Animal-Planta, ICB, UFMG.

(2) Laboratório de Estratigrafia e Paleontologia, UNESP.

(3) Instituto de Geociências, UFRGS.

Contatos: felipecave@yahoo.com.br; paleotocas@gmail.com; heinrich.frank@ufrgs.br.

Resumo

Paleotocas são estruturas encontradas na forma de túneis ou galerias escavadas em rochas alteradas ou não. Estas estruturas são atribuídas às escavações feitas por mamíferos fossoriais gigantes, que habitavam a América do Sul durante o Terciário e o Quaternário. Este trabalho descreve três novas ocorrências de paleotocas no estado de Minas Gerais, o que amplia o conhecimento sobre as áreas de ocorrências conhecidas para o Brasil. Além disso, essa região conhecida como Rio Peixe Bravo, norte de Minas, aumenta sua relevância ambiental, uma vez que os registros de icnofósseis podem ser considerados inéditos para o Brasil, devido ao litotipo em que foram encontrados, primeiro em substrato ferruginoso.

Palavras-Chave: Vale do Peixe Bravo, carste ferruginoso, cavernas, icnofóssil.

Abstract

Palaeoburrows are structures shaped as tunnels or galleries dug in altered or unaltered rocks. These structures are attributed to digging by gigantic fossorial mammals that inhabited South America during the Tertiary and Quaternary. This work describes three new occurrences of palaeoburrows in Minas Gerais state, widening the knowledge on occurrence areas for Brazil. Furthermore, the findings enhance the environmental relevance of the region, known as Rio Peixe Bravo (North of Minas Gerais) because it is the first record of these ichnofossils in a ferruginous lithotype.

Key-words: Peixe Bravo Valley, ferruginous karst, caves, ichnofossil.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, um relevante patrimônio geoambiental, arqueológico e biológico pouco conhecido está associado às cangas e as formações ferríferas (CARMO, 2010). Destaca-se, neste geossistema ferruginoso (*sensu* JACOBI *et al.*, no prelo), um expressivo sistema espeleológico, com mais de 1500 cavernas cadastradas na última década (PILO; AULER, 2009; CECAV, 2011). Este importante patrimônio espeleológico, que até recentemente era desconhecido, é caracterizado por possuir uma gênese, tipologia e mineralogia peculiares (AULER; PILO, 2005). No Brasil, os principais estudos espeleológicos em litotipos ferruginosos foram realizados no estado do Pará, região de Carajás (MOREIRA; PAIVA, 1988; PINHEIRO; MAURITY, 1988; CUNHA JR *et al.*, 2007; PILO; AULER, 2009) e no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais (FERREIRA, 2005;

AULER; PILO, 2005; SOUZA-SILVA, 2008; SOUZA-SILVA *et al.*, 2011).

Frank (2010) destaca que entre as muitas cavernas brasileiras algumas tiveram sua origem como paleotocas. Paleotocas são estruturas de bioerosão em ambiente continental encontradas na forma de túneis escavadas em rochas alteradas ou não, apresentam seções elípticas ou circulares com 0,7 a 3,0 m de diâmetro e centenas de metros de comprimento. Estas estruturas são de moradia temporária ou permanente, atribuídas a escavação por mamíferos fossoriais gigantes, que habitavam a América do Sul durante o Terciário e o Quaternário. Quando as paleotocas ocorrem preenchidas por sedimentos são denominadas de crotovinas; se estiverem com o teto desabado são chamadas de dolinas ou trincheiras. (BUCHMANN *et al.*, 2003; 2009). Dentro dessas galerias é possível observar marcas nas paredes, identificadas como as marcas das garras durante a escavação, marcas da impressão

da carapaça, e marcas de polimento durante a passagem do animal pela galeria, que trazem evidências do comportamento desses animais; e são importantes por potencialmente conterem fósseis em seu interior, tornando-se valiosas fontes para estudos paleoecológicos e paleobiológicos das possíveis espécies que as formaram (BUCHMANN *et al.*, 2010).

A ausência de restos fósseis no interior das galerias impede a identificação precisa do organismo responsável por sua escavação. As dimensões das galerias, as marcas de escavação e marcas de osteodermos presentes ao longo das galerias sugerem pelo menos dois escavadores: a) mamíferos xenartros dasipodídeos (tatus-gigantes) no caso de galerias com diâmetro entre 0,7 e 1,4 m, e b) mamíferos xenartros milodontídeos (preguiças-gigantes) no caso das galerias com diâmetro de até 4 m. A idade das paleotocas está entre 3 milhões de anos e , devido a ocorrência em depósitos pleistocênicos, não se descarta a possibilidade de idades próximas a 10ka (BUCHMANN *et al.* 2009).

Trabalhos realizados com essas estruturas no país são mencionados em grande maioria para a região sul, principalmente para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e poucas ocorrências no estado de São Paulo e Paraná (BERGQVIST; MACIEL, 1994; BUCHMANN *et al.*, 2003; BUCHMANN *et al.*, 2008; FRANK *et al.*, 2008a,b; BUCHMANN *et al.*, 2009; FRANK, 2010). Neste trabalho será apresentado o registro de três paleotocas desenvolvidas em rochas ferruginosas no estado de Minas Gerais.

2.ÁREA DE ESTUDO

Um Diagnóstico Ambiental dos geossistemas ferruginosos, realizado pela Universidade Federal de Minas Gerais em parceria com o Núcleo Interinstitucional de Estudos e Ações Ambientais do Norte de Minas (NIEA-NM), o Ministério Público e a Polícia Ambiental de Taiobeiras, está em andamento na zona rural dos municípios de Rio Pardo de Minas, Serranópolis de Minas, Fruta de Leite, Grão-Mogol e Riacho dos Machados, norte de Minas Gerais. As cavidades fazem parte de um novo sítio espeleológico descrito (CARMO *et al.*, 2010) e localizado na região conhecida como Vale do Rio Peixe Bravo.

Regionalmente, a geologia é representada pelas unidades proterozóicas do Grupo Macaúbas (Supergrupo São Francisco), constituído predominantemente por quartzitos, filitos e

diamictitos. 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 predominantemente por diamictitos hematíticos, diamictitos cinza, quartzitos hematíticos e xistos hematíticos subordinados (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. Estudos aprofundados no Vale do Rio Peixe Bravo devem ser iniciados com urgência uma vez que esta localidade representa o novo Pólo Mineral de Minas Gerais. Suas reservas geológicas foram estimadas em 20 bilhões de toneladas, colocando-a entre as maiores jazidas de minério de ferro do Brasil (SEDE, 2011).

3. MÉTODO

As cavernas foram georreferenciadas com GPS Garmin, utilizando suas entradas como referência. Nos condutos onde foram observados registros de marcas de garras foi realizada a topografia -metro a metro- da largura e da altura, seguindo Buchmann *et al.* (2009). Foi mensurado o desenvolvimento linear de cada caverna e confeccionado o croqui de planta baixa. Foram mensuradas as alturas, em relação ao substrato atual da caverna, das marcas de garras.

4. RESULTADOS

Em três cavernas foram encontrados registros de marcas de garras (icnofóssil) e condutos provavelmente formados por ação biogênica, por animal da extinta megafauna pleistocênica. A seguir serão descritas as cavernas e caracterizados os condutos/paleotocas.

4.1. Caverna Teto de Coral

Esta caverna, localizada nas coordenadas 16°5'7.45''S e 42°43'20.72''W, possui uma entrada em formato de portal, ou seja, altura maior do que a largura. Contém uma projeção linear de 40 metros, onde há um salão central amplo e um único conduto, com cerca de 10 metros, localizado na parte distal, identificado como uma paleotoca devido ao seu formato cilíndrico (Fig.1).

As medições no conduto indicaram uma altura máxima de 2,5 metros e uma mínima de 1,8 metros. As larguras máxima e mínima,

respectivamente, foram 3,7 e 2,2 metros. A figura 3 mostra a localização da paleotoca dentro da cavidade.

4.2. Caverna dos Três Buracos

É uma caverna localizada nas coordenadas 16°2'48.59''S e 42°42'52.64''W, formada por apenas um conduto linear, com comprimento de 37 metros. Sua formação ocorre no contato canga/saprólito e se desenvolve seguindo a linha de drenagem da escarpa de canga. Provavelmente toda a cavidade seja uma paleotoca devido às marcas de garras encontradas em seu interior (Fig.4). Não foi realizada topografia nesta caverna.

4.3. Caverna do Mocororô

Cavidade localizada nas coordenadas 16°00'36.74''S e 42°42'13.13''W, com 80 metros de extensão linear e amplos condutos irregulares, atingindo uma altura máxima de 5 metros no salão central (Fig.5). Em toda sua extensão interna havia marcas de garras, alguns setores apresentaram riscos paralelos bem definidos, mas a grande maioria se

apresenta de maneira entrelaçada (Fig.6). A menor altura dessas marcas de garras foi no nível do solo e a maior atingiu 3,1 metros (Fig.7). Apenas um conduto apresentou marcas em suas laterais e no teto, que possui morfologia circular (Fig. 8 e 9).

5. DISCUSSÃO

As paleotocas encontradas no Brasil se enquadram na classificação de cavidades naturais subterrâneas, ou seja, são cavernas (FRANK *et al.*, 2010), portanto devem ser resguardadas pelos parâmetros legais de proteção do patrimônio espeleológico. Esses mesmos autores classificam as paleotocas de acordo com seu grau de preservação e abundância em quatro tipos: a) formado pelas paleotocas integralmente preservadas, sem preenchimento e cuja seção é praticamente circular, sem apresentar feições de colapso de teto nem de erosão do piso; b) formado por paleotocas que sofreram a erosão por águas correntes; c) formado pelas paleotocas parcialmente preenchidas por sedimentos; d) formado por paleotocas integralmente preenchidas, denominadas de crotovinas.



Figura 1. Caverna Teto de coral. A) Entrada da cavidade. B) Salão central com destaque para o único conduto da caverna. C) Paleotoca, com uma extensão de 10 m. D) Final do conduto, onde nota-se uma ampliação no volume o que pode indicar uma câmara de giro.

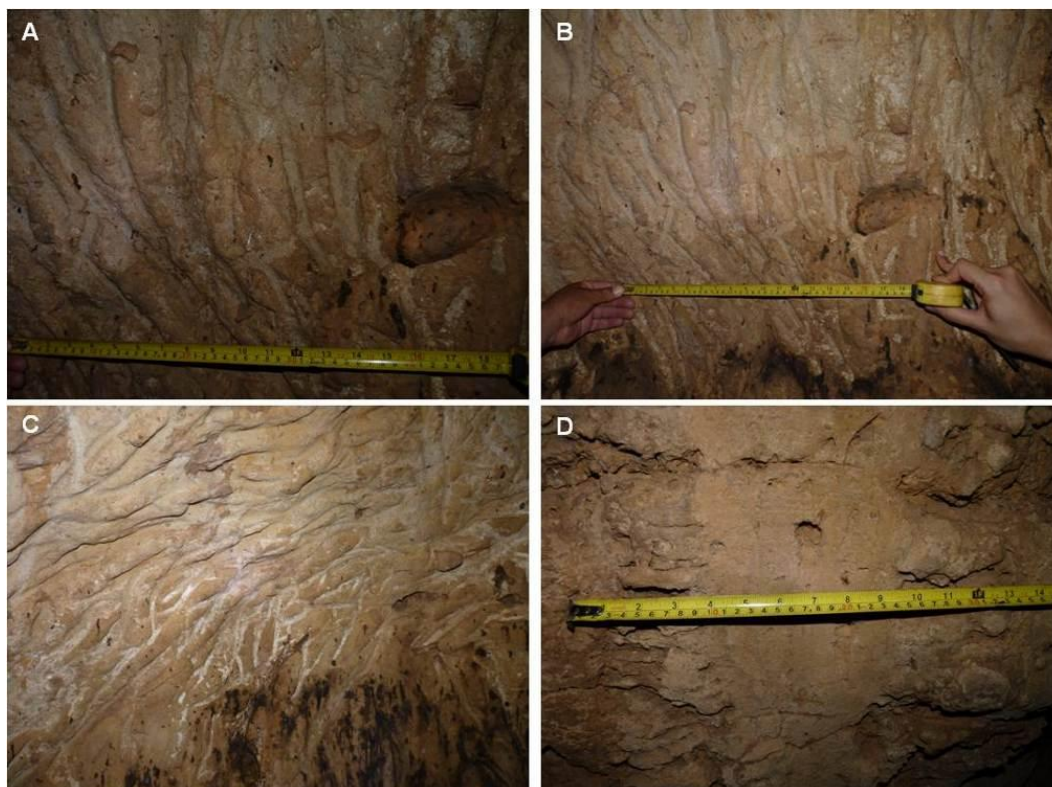


Figura 2. Caverna Teto de Coral. Marcas de garras. A e B) Registro nas paredes. C) Registro no teto. D) Partes do conduto possuem uma textura lisa, identificado como a superfície de polimento devido ao atrito do animal quando se locomovia.

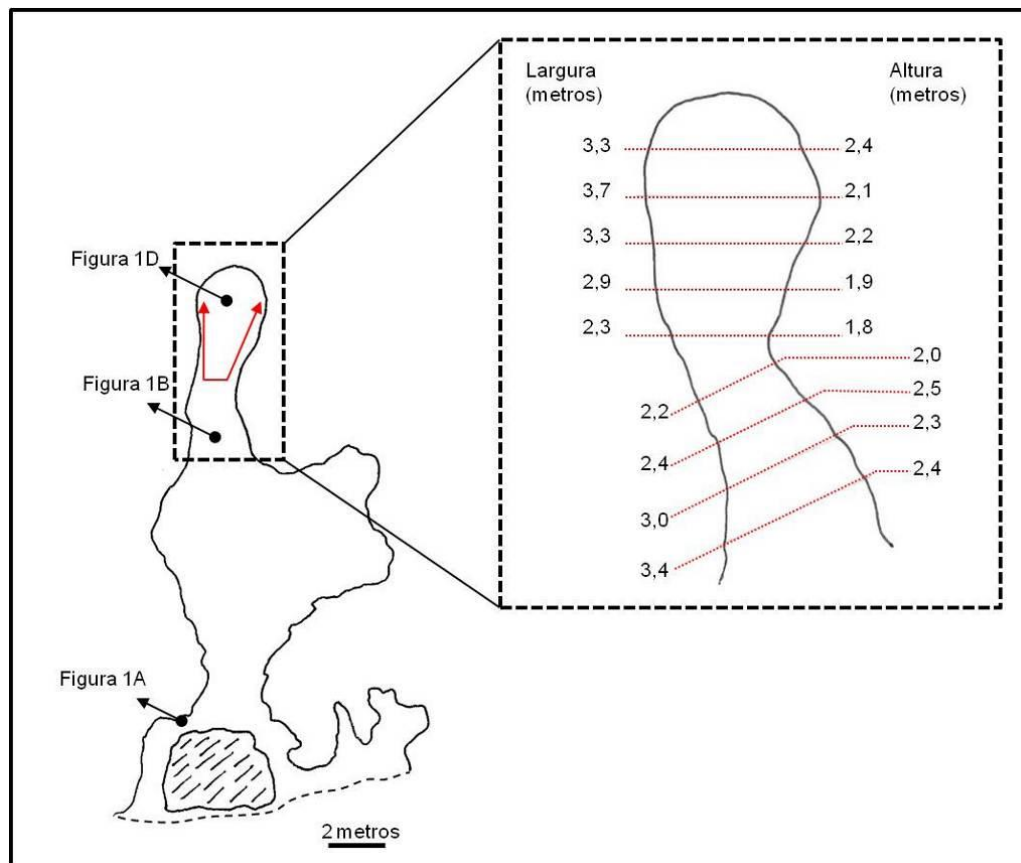


Figura 3. Croqui da caverna Teto de Coral, com destaque para o conduto onde foram aferidas as medidas de largura e altura a cada metro linear a partir do eixo central da galeria. As marcas de garras foram identificadas apenas nos primeiros cinco metros do conduto, indicadas pelas setas vermelhas.

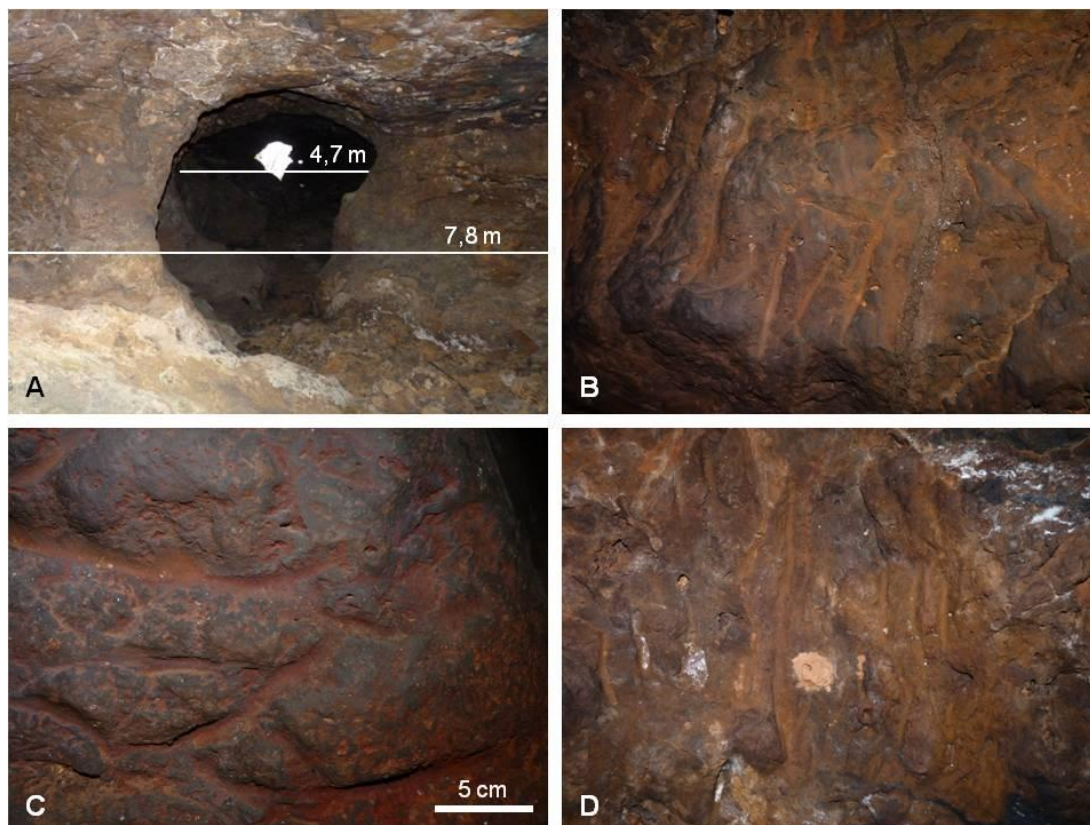


Figura 4. Caverna dos Três Buracos. A) Foto do único conduto da caverna, com larguras distintas, seguindo um desenvolvimento retilíneo. B, C e D) Registros de marcas de garras nas paredes. Nota-se que há registros diretamente na canga (C), fato notável devido à dureza desse litotipo.

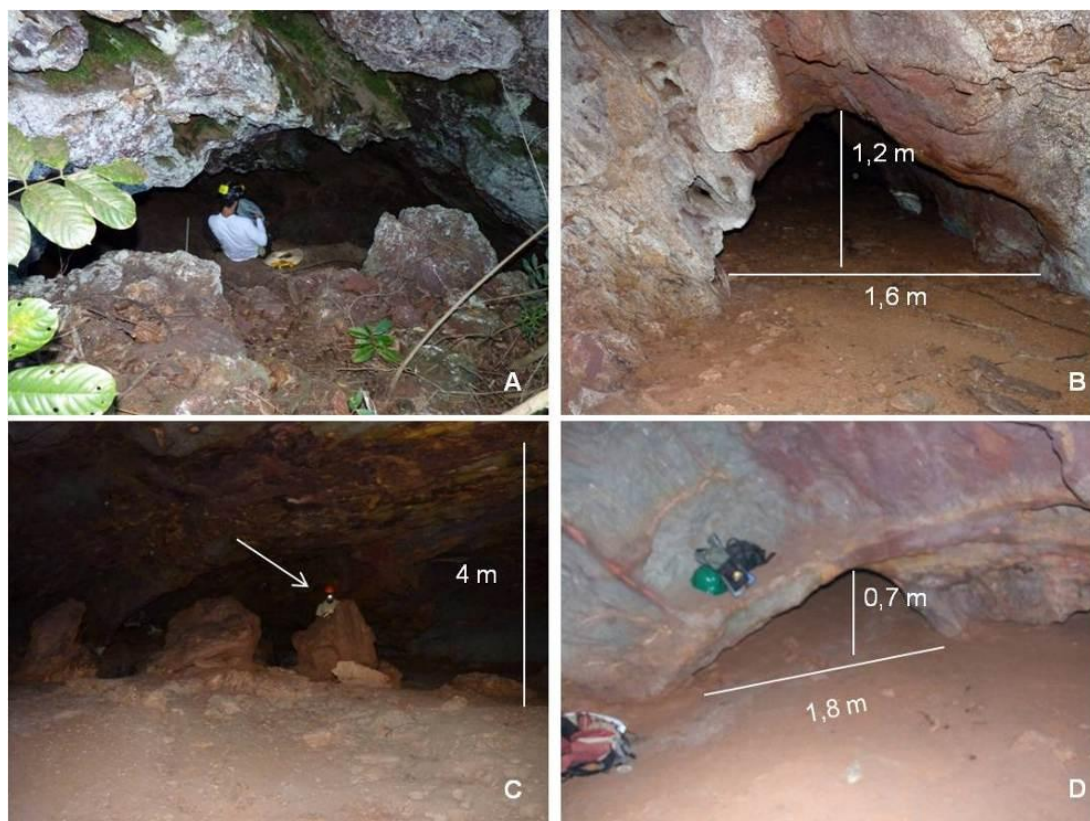


Figura 5. Caverna do Mocarorô. A) Entrada da caverna com grau de inclinação descendente e com grandes blocos de abatimento. B) Entrada para o salão central. C) Salão central, a seta demonstra uma pessoa como referência de altura. D) Passagem atualmente estreita para o último conduto onde foi registrada a maior altura das garras.

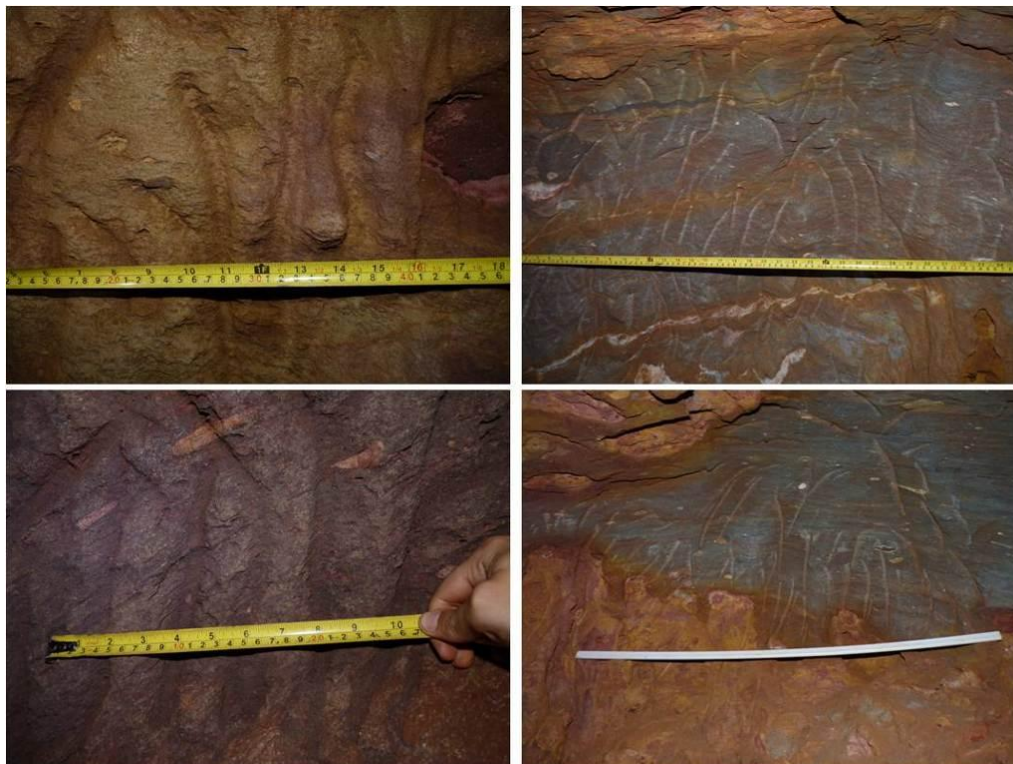


Figura 6. Caverna do Mocarorô. As marcas de garras foram observadas em toda a extensão das paredes internas da caverna. A barra branca indica 1 metro.

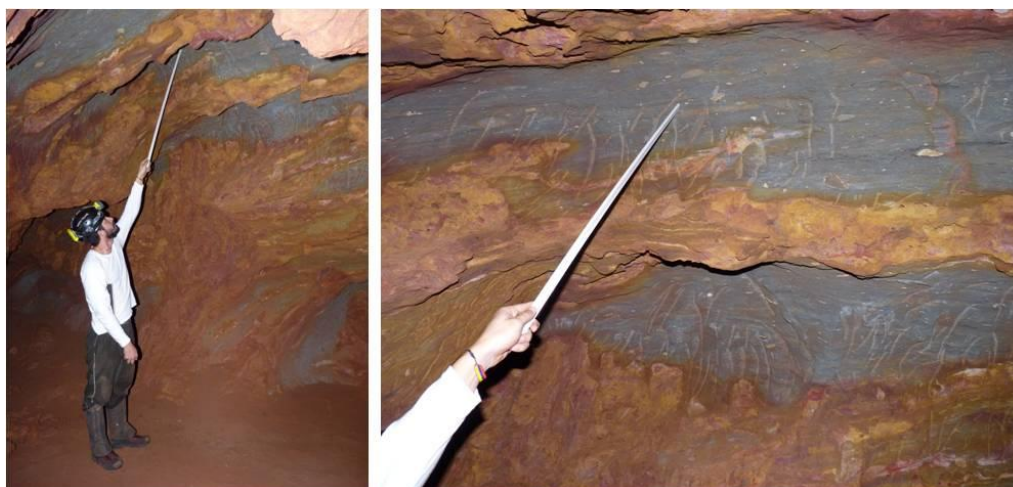


Figura 7. Caverna do Mocarorô. Registro das marcas das garras alcançando 3,1 metros de altura.



Figura 8. Caverna do Mocarorô. Conduto formado pela megafauna pleistocênica. As marcas de garras foram registradas em todo o seu interior, incluindo o teto da galeria. Nota-se uma forma circular do conduto.

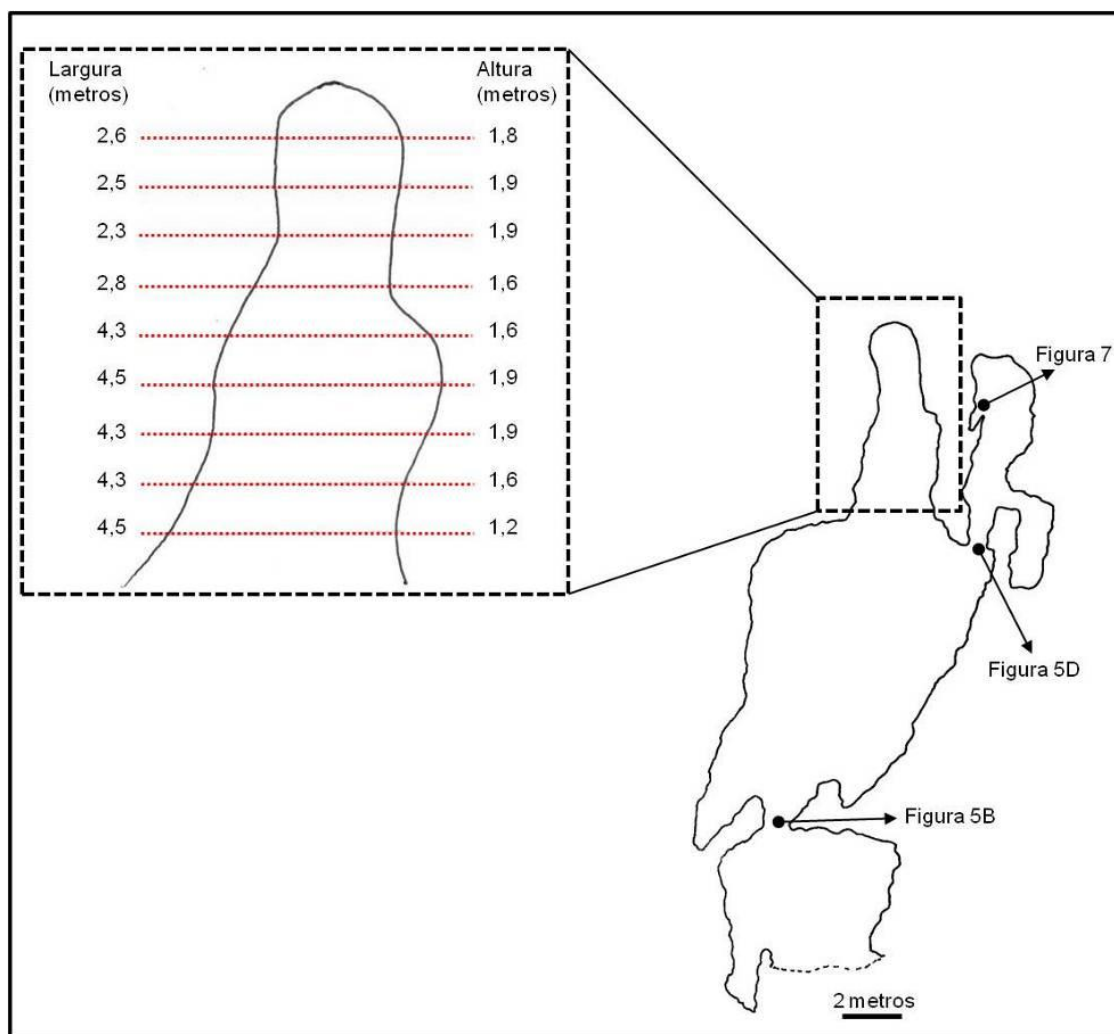


Figura 9. Croqui da caverna do Mocarorô, destacando o conduto onde foram aferidas as medidas de largura e altura, tomadas a cada metro a partir do eixo central da galeria.

O que se observou nas três cavidades do Vale do Rio Peixe Bravo foram paleotocas do grupo (a), ou seja, integralmente preservadas, e por isso consideradas raras. Além disso, duas dessas estruturas foram encontradas no interior de cavernas consideradas amplas para os sistemas ferruginosos, uma situação até então não descrita, em que o animal aproveitou a abertura de uma caverna já existente, e iniciou novas estruturas e condutos.

Buchmann *et al.* (2010) destacam a importância das paleotocas por representarem um grande potencial paleontológico, provavelmente contendo fósseis em seu interior. No caso das paleotocas do Peixe Bravo, por se tratarem de estruturas ocorrentes dentro de cavernas, o potencial paleontológico aumenta, uma vez que os condutos das cavernas se encontram em zona afótica e distante da entrada, o que dificulta a ação do intemperismo, facilitando a preservação de possíveis fragmentos fósseis. Além disso, a caverna do Mocarorô apresenta uma alta taxa de sedimentação

no solo, o que pode ter encobrido possíveis registros fósseis.

Os registros de icnofósseis do Vale do Rio Peixe Bravo (MG) podem ser considerados inéditos para o Brasil, considerando o litotipo em que foram encontrados (Tab. 1).

Frank *et al.* (2010), comentam que as paleotocas formam túneis que podem estar situados em sedimentos aluviais, rochas sedimentares ou no manto de alteração de rochas magmáticas e metamórficas. Desta forma, este registro para o norte de Minas é o primeiro em rochas ferruginosas, o que amplia a discussão sobre a origem e formação das paleotocas.

A utilização de substratos ferruginosos também demarca uma nova idéia sobre o potencial de escavação desses animais, uma vez que se observa registros de escavação diretamente na canga, fato notável devido à dureza desse litotipo.

Tabela 1. Substratos onde foram encontrados paleotocas e crotovinas no Brasil.

Ícnofóssil	Substrato	Estado
Crotoquina ¹	sedimento aluvial	Rio Grande do Sul
Crotoquina ²	areias quartzosas	Rio Grande do Sul
Crotoquina ⁵	basalto alterado	Rio Grande do Sul
Crotoquina ⁵	sedimento aluvial	Rio Grande do Sul
Crotoquina ⁵	areia siltico-argilosa	Rio Grande do Sul
Crotoquina ⁵	granito alterado	Rio Grande do Sul
Crotoquina ⁵	sedimento aluvial	São Paulo
Crotoquina ⁵	metacalcário alterado	São Paulo
Paleotoca ⁴	basalto alterado	Rio Grande do Sul
Paleotoca ⁵	sedimento aluvial	Rio Grande do Sul
Paleotoca ⁵	basalto alterado	Rio Grande do Sul
Paleotoca ⁶	arenito eólico	Rio Grande do Sul
Paleotoca ³	siltito permiano	Santa Catarina
Paleotoca ³	arenito jurássico	Santa Catarina
Paleotoca⁷	diamictito hematítico	Minas Gerais
Paleotoca⁷	formação ferrífera alterada	Minas Gerais
Paleotoca⁷	canga/saprólito	Minas Gerais

¹Bergqvist & Maciel (1994); ²Buchmann *et al.* (2003); ³Buchmann *et al.* (2008);

⁴Frank *et al.* (2008a,b); ⁵Buchmann *et al.* (2009); ⁶Frank (2010); ⁷Carmo *et al.* (presente trabalho).

6. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou os primeiros registros de paleotocas em substrato ferruginoso no Brasil. São paleotocas abertas, em excelente estado de preservação, possuindo abundantes marcas de garras, permitindo estudos futuros em detalhe com boas possibilidades de fazer moldes em silicone. A existência de marcas de garras em altura de até 3,1 metros as torna paleontologicamente significativas, pois nenhum tatu gigante da megafauna alcançaria tais alturas. Ainda, são registradas evidências que os

animais escavadores usavam cavernas pré-existentes para inserir suas tocas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Polícia Militar Ambiental do município de Taiobeiras (MG) pelo imprescindível apoio logístico. O autor Felipe Fonseca agradece a CAPES, pela bolsa de mestrado e a U.S.Fish & Wildlife Service pelo apoio financeiro das viagens em campo.

REFERÊNCIAS

- 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.
- BERGQVIST, L.P. & MACIEL, L. Ícnofósseis de mamíferos (crotovinas) na planície costeira do Rio Grande do Sul. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 1994. 66 (2): 189-197.
- BUCHMANN, F.S.C.; CARON, F.; LOPES, R.P. & TOMAZELLI, L.J. Traços fósseis (paleotocas e crotovinas) da megafauna extinta no Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congresso da ABEQUA, 9, **Anais**, 2003. Recife, CD-rom.
- BUCHMANN, F.S.C., FARIAS, D.S.E. & FORNARI, M. Ocupação das paleotocas de tatus gigantes extintos por índios do grupo Jê no sul de Santa Catarina, Brasil. In: Encontro do Núcleo Regional Sul da SAB, 6. **Resumos**, 2008, Tubarão, SAB, p.35.

- BUCHMANN, F.S.C.; LOPES, R.P. & CARON, F. Icnofósseis (paleotocas e crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no sudeste e sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. V.12, N.3, p. 247-256, 2009.
- BUCHMANN, F.S.C.; LOPES, R.P. & CARON, F. **Paleotoca do município de Cristal, RS – Registro da atividade fossorial de mamíferos gigantes extintos no sul do Brasil**. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M.; Sallun filho, W.; Queiroz, E.T.; (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 12/05/2010 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio048/sitio048.pdf>.
- 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.
- CARMO, F.F.; CARMO, F.F.; LELES, B.P. & JACOBI, C.M. **Primeiros registros de cavernas ferruginosas no norte de Minas Gerais**. SBE Notícias. Boletim Eletrônico da Sociedade brasileira de espeleologia. Ano 5, nº163. 2010.
- CECAV. **Base de dados**. Brasília, CECV, 2011. Disponível em: www.icmbio.gov.br/cecav. Acesso em: 5 mai. 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**, 2007. Ouro Preto: SBE/SEE, p.97-103.
- FERREIRA, R.L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**, v.17, n.3, p.106-115, 2005.
- FRANK, H.T.; BUCHMANN, F.S.C.; RIBEIRO, A.M.; LOPES, R.P.; CARON, F. & LIMA, L.G.. New palaeoburrows (ichnofossils) in the states of Rio Grande do Sul, Brazil (South-America). In: Reunião Regional de Paleontologia – Paleo. **Resumos**, 2008a. Porto Alegre, UFRGS, p.27.
- FRANK, H.T.; BUCHMANN, F.S.C.; RIBEIRO, A.M.; LOPES, R.P.; CARON, F. & LIMA, L.G.. Crotovine (filled palaeoburrows) patterns on the southeastern limit of the Paraná basin (Rio Grande do Sul, Brazil). In: Reunião Regional de Paleontologia – Paleo. **Resumos**, 2008b. Porto Alegre, UFRGS, p.26.
- FRANK, H.T. Caverna em Boqueirão do Leão (RS) é identificada como paleotoca. DOLINFORME. **Informativo Eletrônico GUPE**. Ano 1-nº7, 2010.
- FRANK, H.T.; CARON, F.; LIMA, L.G.; LOPES, R.P. & AZEVEDO, L.W. Paleotocas e o cadastro nacional de cavernas brasileiras – uma discussão. II Simpósio Sul-Brasileiro de Espeleologia. **Anais**, 2010. Ponta Grossa (PR), 1 CD-ROM.
- JACOBI, C.M., CARMO, F.F., CARMO, F.F. & CAMPOS, I.C. Iron geosystems: priority areas for conservation in Brazil. In: Tibbett, M. (Ed.) **Mining in Ecologically Sensitive Landscapes**. CSIRO, Collingwood, 2011. (no prelo).
- 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**, 1988. Belo Horizonte: SBE, p.142-150.
- PILÓ, L. B.; AULER, A. Geoespeleologia das cavernas em rochas ferríferas da região de Carajás, PA. Congresso Brasileiro de Espeleologia, 30, Montes Claros. **Anais**, 2009. Montes Claros: SBE, p.181-186,

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**, 1988. Belo Horizonte: SBE, p.179-186.

SEDE – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. **Notícias**. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/pt/noticias/580-polo-mineral-e-uma-nova-alternativa-de-desenvolvimento-para-o-norte-de-minas>. Acesso em: 10 mai. 2011.

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.

SOUZA-SILVA, M; MARTINS, R.P. & FERREIRA, R.L. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Biodiversity and Conservation**, edição eletrônica, 2011.

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, 1986. V. 2, p.111-120.