



ANAIS do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Brasília-DF, 20-23 de Abril de 2022



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

ARAÚJO, A. V.; DANTAS, M. A. T.; SILVA, L. A.; COSTA, J. P.; ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. Avaliação preliminar da preservação diferencial de bioclastos na Toca do Angico, Bahia, Brasil In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. *Anais...* Campinas: SBE, 2022. p.499-505. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_499-505.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA PRESERVAÇÃO DIFERENCIAL DE BIOCLASTOS NA TOCA DO ANGICO, BAHIA, BRASIL

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE DIFFERENTIAL PRESERVATION OF BIOCLASTS IN THE
"TOCA DO ANGICO" CAVE, BAHIA, BRASIL

André Vieira de ARAÚJO (1,2,3); Mário André Trindade DANTAS (1,4); Laís Alves SILVA (1); João Paulo da COSTA (1); Hermínio Ismael de ARAÚJO-JÚNIOR (1).

- (1) Sociedade Espeológica Azimute. Campo Formoso/BA;
- (2) Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro/RJ;
- (3) Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina/PE;
- (4) Laboratório de Ecologia e Geociências, Universidade Federal da Bahia (IMS/CAT), Vitória da Conquista/BA.

Contatos: andre.vieira@ifsertao-pe.edu.br ; matdantas@yahoo.com.br ; allveslais@gmail.com ; joaopdacosta1988@gmail.com ; herminio.ismael@yahoo.com.br .

Resumo

Apesar da importância, os mecanismos pelos quais bioclastos são acumulados e modificados não são sistematicamente examinados em ambientes cársticos brasileiros. A Toca do Angico é uma caverna calcária localizada no município de Campo Formoso no Estado da Bahia que apresenta, ao longo do seu conduto principal, depósitos de sedimentos contendo bioclastos com diferentes histórias tafonômicas. Realizou-se nesse estudo a descrição preliminar da acumulação e preservação de bioclastos de diferentes formas em uma mesma caverna. Foram feitas observações entre 2016 e 2019 e os bioclastos foram caracterizados de acordo com seu estado de preservação. Foram identificados três tipos de registros tafonômicos: ossos de vertebrados fragmentados e abradidos litificados em brechas calcárias no teto da caverna; conchas de gastrópodes empacotadas em sedimentos compactados nas paredes do conduto principal; e um depósito com sedimentos inconsolidados formando um paleopiso contendo ossos de mamíferos de médio e grande porte (*Mylyodontidae* indeterminado e *Panthera onca*). Os depósitos indicam processos de entrada de clastos e bioclastos por eventos de enchentes, além de erosão e precipitação de calcita nesses depósitos ao longo da história geológica dessa caverna. Ressalta-se a necessidade de estudos para demonstrar se esses depósitos são singenéticos ou representam múltiplos eventos, o que tem implicações importantes tanto para o entendimento da formação de brechas em cavernas quanto para reconstruções paleoambientais.

Palavras-Chave: Paleontologia; Caverna; Tafonomia.

Abstract

*Despite their importance, the mechanisms by which bioclasts are accumulated and modified are not systematically examined in Brazilian karst environments. The Toca do Angico is a limestone cave located in the municipality of Campo Formoso, in the State of Bahia, which has sedimentary deposits along its main conduit containing bioclasts with different taphonomic histories. In this study, the preliminary description of the accumulation and preservation of bioclasts of different forms in the same cave was carried out. Observations were made between 2016 and 2019 and the bioclasts were characterized according to their state of preservation. Three types of taphonomic records were identified: lithified vertebrate abraded and broken bones in limestone breccia in the cave ceiling; gastropod shells in compacted sediment in the walls of the main conduit; and a deposit of unconsolidated sediments forming a paleofloor containing bones of mid- and large-sized mammals (indeterminate *Mylyodontidae* and *Panthera onca*). The deposits indicate that processes of flood events were responsible for the presence of clasts and bioclasts in the cave, as well as to the erosion and calcite precipitation in these deposits throughout the geological history of this cave. We emphasize the need for studies to demonstrate whether these deposits are syngenetic or represent multiple events, which has important implications both for understanding of the formation of breccias in caves and for paleoenvironmental reconstructions.*

Keywords: Paleontology; cave; Taphonomy.

1. INTRODUÇÃO

Apesar da importância das cavernas como ambiente de acumulação de fósseis, e sua presença nas publicações de registro paleontológicos do Quaternário brasileiro (e.g. HUBBE *et al.*, 2011; CASTRO *et al.*, 2014), estudos relacionados à preservação dos restos fósseis em cavernas são escassos (e.g. SILVA *et al.*, 2019; ELTINK *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2020).

A preservação de fósseis no ambiente cavernícola depende da dinâmica dos depósitos sedimentares que podem ser: clásticos, quando partículas sedimentares são carregadas do ambiente externo e depositadas no interior da caverna; ou químicos, em geral formados pela precipitação de carbonato de cálcio que se depositam sobre o piso, parede e teto, e podem criar um ambiente protetor para bioclastos como conchas, ossos e dentes (VASCONCELOS & BITTENCOURT, 2018).

Em análises de assinaturas tafonômicas os ossos são tratados como partículas sedimentares ou bioclastos (HOLZ & SIMÕES, 2002), constituindo uma importante ferramenta para os estudos sedimentológicos. Os bioclastos e registros tafonômicos analisados preliminarmente neste estudo foram realizados na caverna Toca do Angico no município de Campo Formoso, Estado da Bahia. Esta caverna já foi alvo de estudos bioespeleológicos (ARAÚJO & PEIXOTO, 2015) e atualmente tem sido reportada em estudos paleontológicos (COSTA *et al.*, 2020; DANTAS *et al.*, 2022). Examinamos aqui fatores relacionados a aspectos espeleogenéticos influenciando a deposição e preservação de bioclastos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Toca do Angico (UTM 0335780E, 8850326N), uma caverna calcária situada na formação geológica do Grupo Una. Está localizada em uma fazenda a 26 km da sede do município de Campo Formoso, na bacia de drenagem do Rio Salitre. A vegetação predominante é de Caatinga e o solo raso (AULER *et al.*, 2009).

A caverna apresenta mais de uma entrada com alguns blocos abatidos e desprendidos do teto (Figura 1). A maior parte das galerias possui um teto alto e em alguns pontos apresenta abismos ou claraboias que permitem a entrada de luz de forma direta. A caverna é pouco visitada e encontra-se em bom estado de preservação, embora presente na entrada sinais de depredação (ARAÚJO & PEIXOTO, 2015).

Os depósitos com bioclastos foram descritos, mas apenas bioclastos em sedimentos inconsolidados foram coletados: um crânio de onça

(*Panthera onca*) depositado na coleção do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina/PE (LIF0001), um fragmento de ulna de uma preguiça Mylodontidae (LEG 2286) e um fragmento de fêmur de mamífero não identificado (LEG 2287), ambos depositados na coleção Paleontológica do Laboratório de Ecologia e Geociências do Instituto Multidisciplinar em Saúde da Universidade Federal da Bahia, Vitória da Conquista/BA. Os demais bioclastos que se encontram litificados ou que necessitem de escavação não foram removidos dos depósitos.

Foram realizadas descrições das feições e caracterização dos registros tafonômicos de acordo com a literatura especializada. As feições bioestratinômicas foram identificadas através de modificações, como: quebra (SHIPMAN, 1981), representatividade esquelética (MAZZA *et al.*, 2004), abrasão (SHIPMAN, 1981), intemperismo (BEHRENSMEYER, 1978), integridade física (BEHRENSMEYER, 1991), modificações biogênicas e grau de empacotamento dos bioclastos.

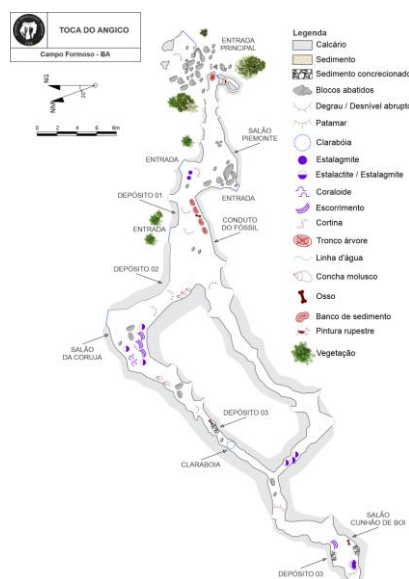


Figura 1 - Croqui da planta baixa da Toca do Angico.
Fonte: Autores.

Também foram observadas feições de alterações pós-soterramento físicas (quebras, rachaduras e deformações).

Utilizou-se Lyman (1994) na adoção dos termos “espécime” e “elemento esquelético”. Espécime refere-se a uma unidade de observação, completo (elemento esquelético) ou fragmento. Elemento esquelético corresponde à unidade anatômica do esqueleto (e.g. tíbia e úmero).

3. RESULTADOS

3.1. Descrição dos depósitos

No perfil esquemático da Figura 2 estão representados os três principais depósitos identificados na Toca do Angico, e descritos a seguir.

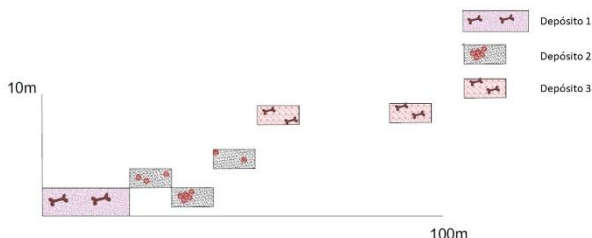


Figura 2 - Distribuição dos depósitos fossilíferos ao longo da Toca do Angico (Campo Formoso, Bahia). No eixo X, a distribuição longitudinal ao longo dos condutos, no eixo Y, a distribuição vertical.

Depósito 01. Compreende um pacote de sedimentos não totalmente consolidados de coloração castanha avermelhada que se estende lateralmente por 10 m e alcança 2 m de espessura. Em alguns trechos o pacote de sedimento repousa sobre um solo carbonatado formando um paleopiso (Figura 3).



Figura 3 - Visão geral do depósito 1.

No depósito 1 foram encontrados como bioclastos: um crânio de onça (*Panthera onca*; Figura 4A-B); um fragmento da epífise distal do fêmur direito de um mamífero indeterminado, com ausência do côndilo interno da tróclea e parte da fossa intercondiloide; um fragmento da ulna esquerda de um Mylodontidae indeterminado, sem a epífise distal, da porção distal da diáfise e do olécrano.

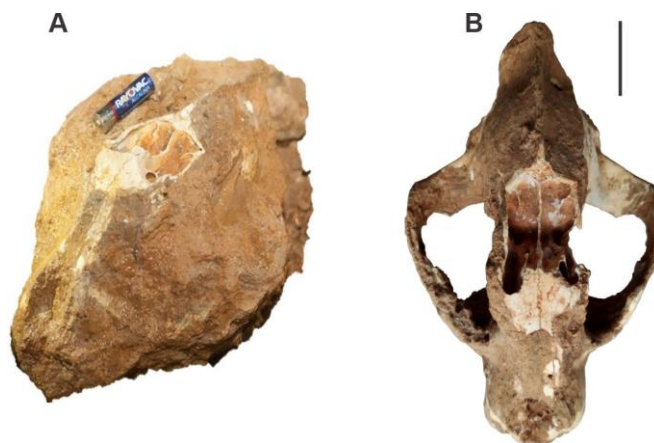


Figura 4 - Crânio de *P. onca* coberto com o sedimento original (A) e após preparação e remoção do sedimento (B).

Os bioclastos descritos foram encontrados soltos no piso e separados. Ambos os bioclastos foram encontrados completamente cobertos pela matriz de sedimentos que forma o depósito. Além dos espécimes coletados, dois outros fragmentos ósseos visíveis foram localizados no depósito sedimentar 01. Esses fragmentos estão parcialmente soterrados e necessitam de técnicas de escavação para remoção e, por essa razão, esses fragmentos não foram coletados.

Depósito 02. Compreende sedimentos bem compactados de matriz fina que se apresentam impregnados nas paredes de forma descontínua antes e depois do Salão da Coruja. Formam manchas de distintos formatos em diferentes alturas nas paredes de ambos os lados do conduto. Nos pontos mais baixos (0,5 m) a matriz é mais fina, nos pontos acima de 1,5 m frequentemente a matriz é mais avermelhada com clastos de granulação grossa (Figura 5).

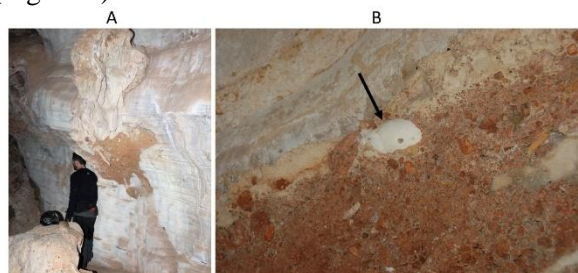


Figura 5 - (A) visão geral do depósito 2 na parede do conduto após os Salões da Coruja. (B) detalhe da matriz com clastos de granulação grossa e do bioclasto (seta).

No depósito 2 a concentração de bioclastos é considerada monotóxica (composto por um único gênero), representados por conchas de moluscos gastrópodes (*Megalobulimus* sp.; Figura 5B). Esses bioclastos são encontrados em dois diferentes tipos

de registros tafonômicos. Nos pacotes sedimentares localizados nas partes mais baixas das paredes, os bioclastos formam pacotes de 5 a 8 conchas com pouca ou nenhuma quebra e empacotadas com diferentes orientações em relação ao plano de deposição do sedimento (Figura 6).



Figura 6 - Bioclastos densamente empacotados em sedimento de matriz fina, encontrado nas partes mais baixas das paredes do depósito 2 antes do Salão da Coruja.

Já nos pacotes de sedimentos localizados nas partes mais altas as conchas são encontradas em sua maioria de forma fragmentadas e dispersas de forma caótica em matriz com clastos apresentando equivalência hidráulica com os bioclastos (Figura 7).



Figura 7 - Conchas de gastrópodes fragmentadas na matriz do sedimento do depósito 2 encontrados nas partes mais altas da parede do conduto após o Salão da Coruja.

Depósito 03. Esse depósito é constituído por uma mistura de solo, precipitações de calcário, fragmentos de rocha com clastos angulosos e ossos cimentados em uma matriz localizada no teto da caverna em dois diferentes pontos: o conduto da claraboia (Figura 8) e na parte mais distal da caverna (Figura 9).



Figura 8 - Visão geral do depósito 3 no teto da caverna com destaque no bioclasto apresentando quebra e abrasão.

Os bioclastos do depósito 3 são ossos fragmentados e retrabalhados com marcas de quebra e abrasão. A quebra observada em um osso longo é paralela à diáfise e identificada como pós-fossilização. Diversos fragmentos ósseos desse depósito demonstram um alto grau de abrasão (Figura 9).



Figura 9 - Detalhe dos bioclastos com alto grau de abrasão no depósito 3.

4. DISCUSSÃO

Cavernas são caracterizadas pela captura de drenagens superficiais. Essas drenagens passam a formar fluxo subterrâneo e o transporte de sedimento é parte indissociável dessas drenagens. **Em alguns** casos, eventos de tempestades inundam completamente os condutos e, nessas cavernas, a maior parte do transporte de sedimentos é episódica (HERMAN *et al.*, 2012; FORD & WILLIAMS, 2013).

Auler *et al.* (2009) destacam um conjunto de evidências que demonstram que cavernas como a Toca da Tiquara, a menos de 10 km da Toca do Angico, passaram por sequências de entrada de sedimentos clásticos, erosão de sedimentos e precipitação de espeleotemas em eventos cíclicos nos últimos 240 mil anos.

Todos os ossos de vertebrados encontrados nos depósitos 1 e 3 estão desarticulados, sugerindo algum período de exposição subárea (HOLZ & SIMÕES, 2002). Além disso, o crânio da onça encontrado no depósito 01 apresenta marcas de predação (Figura 10 A-C). Tal marca biogênica parece indicar que a morte do indivíduo se deu fora da caverna ou nas proximidades de sua entrada (áreas onde o possível vertebrado gerador dos traços pode acessar) e que, posteriormente, o espécime foi transportado.

A presença de ossos mais robustos e completos no depósito 01 pode indicar um evento hidráulico de menor energia e com menor transportabilidade dos bioclastos (i.e., curta distância de transporte). Esse mesmo tipo de evento, simultâneo ou não, pode estar relacionado a parte do depósito tipo 2 que acumulou conchas de moluscos densamente empacotadas em uma matriz de sedimento mais fino. Maior empacotamento de bioclastos é atribuído à desaceleração de fluxo que ocorre em águas rasas ou correntes fracas (FARIA & CARVALHO, 2019).

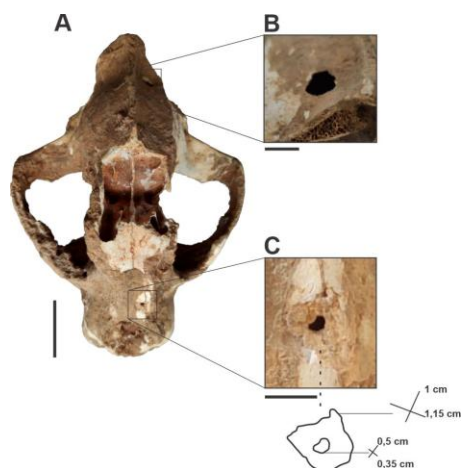


Figura 10 - *Panthera onca*: LIF001, crânio com marcas de predação. A) vista dorsal; B) marca no osso parietal em vista posterior; C) marca no osso nasal vista dorsal. Escala 5,0 cm.

No depósito 03 os bioclastos estão fragmentados e retrabalhados compreendendo a classe tafonômica 4 de Holz *et al.* (2000). A

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. V.; PEIXOTO, R. S. The impact of geomorphology and human disturbances on the faunal distributions in Tiquara and Angico Caves of Campo Formoso, Bahia, Brazil. *Ambient Science*, v. 2, n. 1, p. 25-30, 2015.

fragmentação destes bioclastos pode estar relacionada a fatores físicos sobretudo ao transporte e compressão (SILVA *et al.*, 2019). No entanto, as notáveis marcas de abrasão observadas nos bioclastos desse depósito indicam um processo de retrabalhamento nos ossos que podem ser relacionados a eventos erosivos. Quebras e abrasão podem representar duas fases da história sedimentar dos bioclastos: pré e pós fossilização. Uma ligada a deposição e outra a fase erosiva (HUBBE *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2019).

5. CONCLUSÕES

Esse trabalho é uma abordagem inicial que carece de estudos quantitativos para uma maior resolução tafonômica, no entanto pode se registrar de forma preliminar diferentes histórias tafonômicas em uma mesma caverna.

Espécimes pouco alterados ou inalterados por agentes destrutivos indicativos de um evento de transporte de baixa energia; Espécimes de Conchas fragmentadas com algum grau de empacotamento e pouca alteração por abrasão indicando um outro evento, de transporte, mas com as mesmas características de fluxo lento; espécies parcialmente cobertas por calcita com abrasão moderada a intensa localizados no teto dos condutos pode ser um indicativo que os condutos já foram obstruídos em eventos de inundação e processos erosivos posteriores removeram os sedimentos e retrabalharam os bioclastos.

Portanto, os três diferentes tipos de depósitos observados na Toca do Angico podem ser reflexo de múltiplos eventos de acumulação de bioclastos.

A identificação de múltiplos eventos e diferentes histórias tafonômicas tem implicações importantes para reconstruções paleoambientais.

6. AGRADECIMENTOS

A todos os integrantes da Sociedade Espeleológica Azimute que tem relevante papel nos trabalhos espeleológicos e de divulgação das cavernas de Campo Formoso, Bahia.

- AULER, A.S.; SMART, P.L.; WANG, X.; PILÓ, L.B.; EDWARDS, R.L.; CHENG, H. Cyclic sedimentation in Brazilian caves: mechanisms and palaeoenvironmental significance. *Geomorphology*, v.106, p.142–153, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.09.020>.
- BEHRENSMEYER, A. K. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, v. 4, n. 2, p. 150-162, 1978.
- BEHRENSMEYER, A.K. Terrestrial vertebrate accumulations. In: P.A. ALLISON & D.E.G. BRIGGS (ed.) *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. Plenum Press, New York, p. 291-335, 1991.
- CASTRO, M.C. MONTEIRO, F.C. LANGER, M.C. 2014. The Quaternary vertebrate fauna of the limestone cave Gruta do Ioió, northeastern, Brazil. *Quat. Int.* 352,164-175.
- DANTAS, M.A.T. ARAÚJO, A.V.; SILVA, L.; CHERKINSKY, A. *Panthera onca* (Linnaeus, 1758) from the late Pleistocene of Brazilian Intertropical Region: taxonomy, habitat, isotopic diet composition, and isotopic niche overlap with extinct faunivores. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 113, p. 103666, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103666>.
- ELTINK, E.; CASTRO, M.; MONTEFELTRO, F.C. DANTAS, M.A.T.; SCHERER, C.S.; OLIVEIRA, P.V.; LANGER, M.C. Mammalian fossils from Gruta do Ioiô cave and past of the Chapada Diamantina, northeastern Brazil, using taphonomy, radiocarbon dating and paleoecology. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 98, p. 102379, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102379>.
- FARIA, F.H.C., CARVALHO, I.S. Análise tafonômica dos fósseis da megafauna Quaternária do Lajedão do Patrício, João Dourado (Bahia), Brasil. *Revista Geociências*, v. 38, n. 4, p. 377-393, 2019.
- FORD, D. WILLIAMS, P. D. (eds). *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons, 2013, 578p.
- HERMAN, E. K., TORAN L., WHITE, W. B. Clastic sediment transport and storage in fluviokarst aquifers: an essential component of karst hydrogeology. *Carbonates and Evaporites*, v. 27, n. 3, p. 211-241, 2012.
- HOLZ, M.; SIMÕES, M.G. (Coords). *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, p. 79, 2002.
- HOLZ, M.; SOARES, M.B.; SOUTO-RIBEIRO, A.W. Tafonomia de vertebrados: decifrando a gênese das ocorrências fossilíferas Permianas e Triássicas da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DEROS, L.F. (Coords). *Paleontologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS, CIGO, p. 44-66, 2000.
- HUBBE, A., HADDAD-MARTIM, P.M., HUBBE, M., MAYER, E.L., STRAUSS, A., AULER, A.S., PILÓ, L.B., NEVES, W.A. Identification and importance of critical depositional gaps in pitfall cave environments: the fossiliferous deposit of Cuvieri Cave, eastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 312, n. 1-2, p. 66-78, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.09.010>.
- LYMAN, R.L. (Coord.). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994. 524 p.
- MAZZA, P.A.; BERTINI, A.; MAGI, M. The Late Pliocene site of Poggio Rosso (Central Italy). *Taphonomy and paleoenviroment: Palaios*, v. 19, p. 227-248, 2004.
- SHIPMAN, P. *Life History of a Fossil: Introduction to Taphonomy and Paleocology*. Havard University Press, Cambridge. p. 222, 1981.



- SILVA, R.C., BERBERT-BORN, M., BUSTAMANTE, D.E.F., SANTORO, T.N., SEDOR, F., AVILLA, L.S. Diversity and preservation of Pleistocene tetrapods from caves of southwestern Bahia, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 90, p. 233-254, 2019.
- SOUSA, D.V.; ELTINK, E.; OLIVEIRA, R.A.P.; FELIX, J.F.; GUIMARÃES, L.M. Diagenetic processes in Quaternary fossil bones from tropical limestone caves. *Scientific reports*, v. 10, n. 1, p. 1-16, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78482-0>.
- VASCONCELOS, A.G.; BITTENCOURT, J. Desenterrando a vida do passado. Potencial paleontológico em cavernas. In: Auler A.S; Souza J (Eds), *O carste de Vazante-Paracatu-Unai: revelando importâncias, recomendando refúgios*. 1. Belo Horizonte: Carste Ciência e Meio Ambiente, p. 215-237, 2018.