10.20396/td.v14i1.8652042 Terræ Didatica

Tafonomia em cavernas brasileiras: histórico e método de coleta de fósseis preservados em solo carbonatado

Brazilian caves taphonomy: history and fossil collecting method for fossils preserved in carbonate soils

André Gomide Vasconcelos[1], Bruno Machado Kraemer[2], Karin Elise Bohns Meyer[3]

1- Progr. Pós-Graduação em Geologia, IGC/UFMG, Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. - andregomide86@gmail.com

2- Museu de Ciências Naturais PUC Minas Av. Dom José Gaspar, 290, Coração Eucarístico, 30535-901 Belo Horizonte, MG, Brasil. - bmkraemer@gmail.com

3- Depto. Geologia, IGC/UFMG e C. Pesq. Manoel Teixeira Costa (CPMTC). Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. *in memoriam.

Abstract: Among fossiliferous quaternary deposits, caves are foremost in interest, in relation to richness as well as diversity of fossils preserved therein. The goals of this study are: (i) to review taphonomic research involving paleovertebrates collected in Brazilian caves, and (ii) to propose a controlled collection method for fossils in carbonate soils. The studies about Brazilian paleovertebrate taphonomy in caves began in the XIX century. Until the 1990s, they were conducted in low priority, restricted to taxonomic and paleoenvironmental aspects. After the 1990s, taphonomic studies became more relevant. They were then applied in quaternary deposits in many Brazilian states and used innovative techniques, e.g., chemical analysis and absolute dating methods. Fossil collecting demonstrated satisfactory results in carbonate soils. This technique safely removes bones without causing damage, and spatially reconstructs their location in the substrate, allowing detailed taphonomic interpretations.

Manuscrito:
Recebido: 20/Jun/17
Corrigido: 02/Nov/17
Aceito: 27/Nov/17

Citation: Vasconcelos A.G., Kraemer B.M., Meyer K.E.B. 2018. Tafonomia em cavernas brasileiras: histórico e método de coleta de fósseis preservados em solo carbonatado. *Terræ Didatica*, **14**(1):49-68. URL: http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/.

Keywords: quaternary deposits. Fossiliferous breccia. Biostratinomy.

Introdução

Por intermédio de estudos tafonômicos pode-se reconhecer os processos atuantes durante o soterramento e as transformações que os restos orgânicos sofreram desde sua morte até a sua coleta (Efremov 1940, Behrensmeyer 1984, Lyman 1994). No que se refere aos paleovertebrados, inúmeros trabalhos contribuíram para a compreensão dos critérios adotados para se reconhecer as alterações impressas nesses restos e sua associação com o agente causador (Voorhies 1969, Hill 1979, Behrensmeyer & Kidwell 1985, Brain 1988, Andrews 1990, Lyman 1994).

Na Europa, esses estudos são aplicados desde o século VI com material coletado em afloramentos rochosos. No entanto, foi somente no século XIX que a tafonomia passa a ser aplicada em depósitos cavernícolas (Buckland 1822, Boylan 1997, Holz & Simões 2002, La Cotardière 2010).

Já em cavernas brasileiras, os trabalhos tafonômicos iniciaram com Peter Lund, o primeiro a realizar, de forma sistemática, inferências acerca do estado de preservação dos fósseis, associando-os com os depósitos, assim com os seus agentes modificadores (Lund 1836, 1837a, 1837b).

Trabalhos realizados por pesquisadores que sucederam Lund, ainda que não tivessem um enfoque tafonômico, contribuíram de forma significativa para uma visão geral acerca das características dos depósitos fossilíferos em cavernas brasileiras. Destacam-se os estudos realizados por pesquisadores da Academia Mineira de Ciências e do Museu de Ciências Naturais PUC Minas (Walter et al. 1937, Mattos 1939, Walter 1940, 1943, Cartelle 1992, 1994, 2012, Cartelle et al. 1998).

Em linhas gerais, a partir dos anos 2000, pesquisas envolvendo descrições e aplicações de conceitos tafonômicos passam a ser realizadas em cavernas brasileiras com maior frequência. Como resultado, houve um aumento do detalhamento das características desses depósitos e das alterações sofridas pelos fósseis ali depositados (Perônico & Araújo 2002, Queiroz 2002, Auler et al. 2006, Hubbe & Auler 2012, Mayer 2013, Castro et al. 2014, Vasconcelos et al. 2015).

Os objetivos deste trabalho são: (i) apresentar uma revisão sobre os estudos tafonômicos desenvolvidos em cavernas brasileiras e (ii) descrever um método de coleta controlada de paleovertebrados preservados em solo carbonatado. Parte dos fósseis que ilustram este trabalho está depositada na

Coleção de Paleontologia do Museu de Ciências Naturais PUC Minas (MCN PUC Minas; sigla da coleção MCL) e na Coleção de Paleontologia do Museu de História Natural e Jardim Botânico UFMG (MHNJB-UFMG; sigla da coleção MHN).

Histórico de estudos tafonômicos em cavernas brasileiras

A seguir, são descritos estudos realizados com fósseis de vertebrados coletados em cavidades brasileiras, que abordaram de forma direta ou indireta aspectos tafonômicos, como o estado de preservação dos ossos, seus agentes modificadores e/ou sua relação com o depósito fossilífero.

A título de organização, os trabalhos são apresentados de acordo com a cronologia e área onde foram realizados.

Pesquisas tafonômicas no Carste de Lagoa Santa [século XIX]

Em decorrência de seus dez anos de trabalho intenso nas grutas calcárias mineiras, Peter Wilhelm Lund (1801-1880) foi um dos naturalistas dinamarqueses mais extraordinários do século XIX. O objetivo maior de seus trabalhos não era simplesmente identificar os ossos coletados nas cavernas, mas acima de tudo, construir uma visão integrada sobre os processos tafonômicos que permitiram a preservação dos fósseis (Holten & Sterll 2011).

Apesar de suas pesquisas terem o foco direcionado para a identificação e classificação taxonômica, no decorrer de seu trabalho, Lund realizou inúmeras observações acerca das modificações impressas nos ossos, assim como análises dos depósitos fossilíferos. Tais feições eram atribuídas à ação de agentes biológicos, físicos e químicos (Lund 1836, 1837a, 1837b, 1837c; Fig. 1).

Todas essas interpretações eram realizadas de maneira detalhada e minuciosa, embora Lund ainda não reconhecesse estes processos sob o conceito de tafonomia (Lund 1836, 1837a, 1837b). Neste sentido, se deve a esse pesquisador o pioneirismo dos estudos tafonômicos em cavernas brasileiras.

Ao longo dos séculos XIX e XX, os fundamentos da pesquisa tafonômica de paleovertebrados eram baseados nas observações dos processos ocorridos com os restos de animais atuais. Tais análises foram direcionadas e aplicadas para interpretação e o entendimento dos processos atuantes na formação de depósitos fossilíferos. Esse fato pode ser visto em experimentos realizados ainda no século XIX pelo geólogo inglês William Buckland e por Lund (Buckland 1822, Lund 1836, Boylan 1997).

Em um de seus trabalhos, Lund analisou pelotas de regurgito de corujas contendo ossos de roedores e comparou as modificações causadas pelas aves com restos de pequenos vertebrados encontrados nas cavernas. Assim, ele pôde identificar os depósitos que haviam tido influência desses predadores para sua formação (Lund 1837b; Fig. 2).

Além do transporte por predadores, em suas memórias sobre os fósseis em cavernas, Lund também descreveu outros mecanismos de entrada de animais nas grutas, seja caminhando à procura de abrigo, por causa de quedas acidentais (através de claraboias), ou carreados pelas águas (Lund 1836, 1837a, 1837b).

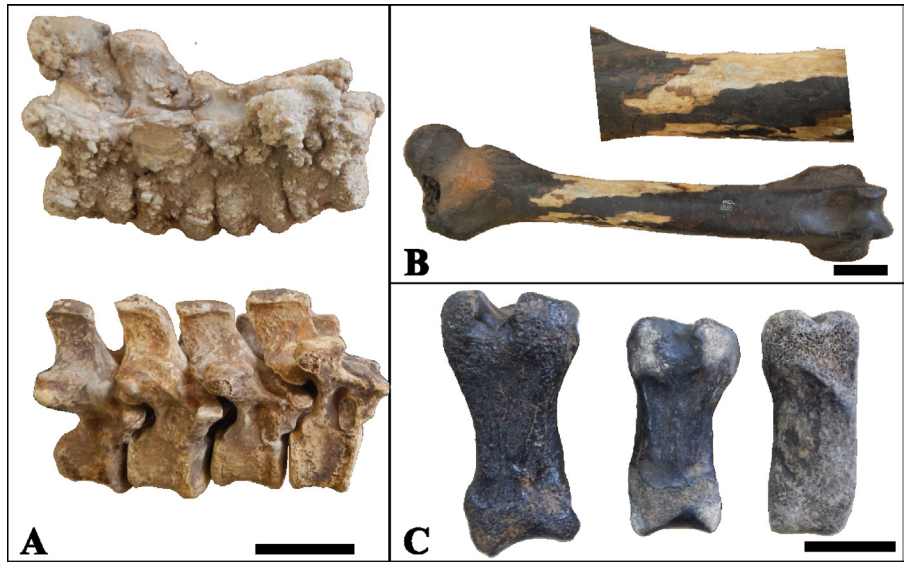

Figura 1. Exemplos de tipos de alterações em ossos coletados em cavernas. (A) vértebras sem alteração (abaixo; espécime MCL-21764) e incrustadas (acima; espécime MCL-2823), (B) descamação causada por intemperismo (MCL-6931) e (C) diferentes graus de abrasão, sendo mais íntegro o osso à esquerda (MCL-19579, MCL-19582, MCL-19581). Coleção de Paleontologia MCN PUC Minas. Escala: 5 cm

Na Lapa de Maquiné (Cordisburgo, MG), Lund descreveu o depósito, assim como os fósseis da preguiça-terrícola *Nothrotherium maquinense* ,Lund 1839, de cervídeo e paca. Como os esqueletos apresentavam aparentemente idades bem distintas, Lund questionou sobre a mistura temporal nesta caverna. Posteriormente, o naturalista confirma esta hipótese ao identificar os restos de cervídeo e paca como recentes. Já para achados em outras cavernas, Lund faz menção sobre marcas de predação e roedura em ossos, assim como intemperismo e abrasão (Lund 1837a, 1837c).

Outro aspecto observado está relacionado à ação das águas sobre os depósitos cavernícolas. Segundo Lund, enxurradas deram uma importante contribuição para o retrabalhamento e fragmentação dos fósseis ali preservados (Lund 1837c).

Uma grande contribuição científica desse naturalista está relacionada à antiguidade do homem na América. Em 1842, na Gruta do Sumidouro (Lagoa Santa, MG), Lund foi o primeiro pesquisador a encontrar restos fósseis humanos associados à fauna extinta no continente. Nesta caverna foram coletados restos esqueletais de aproximadamente 30 indivíduos, sendo que vários crânios se encontravam em satisfatório estado de conservação. Esse fato possibilitou que uma série de estudos morfológicos fossem realizados (Lund 1844a, Cathoud 1935, Bernardo et al. 2016).

Essa relação já havia sido encontrada em cavernas europeias. Porém, como não se admitia a contemporaneidade do homem com animais extintos, a mesma explicação dada para os achados na Europa foi utilizada para os achados de Lund: (i) o depósito sofreu um intenso retrabalhamento ou (ii) durante a coleta, os ossos foram misturados. Porém, devido às características do jazigo e aos métodos criteriosos das escavações que Lund utilizava, esta justificativa não podia ser aplicada aos achados no Sumidouro (Buckland 1822, Lund 1844).

O naturalista também relatou que os esqueletos humanos da Gruta do Sumidouro apresentavam as mesmas características dos fósseis de megafauna (ex. coloração e textura) e que estavam na sua maioria, espalhados e fragmentados. Adicionalmente, outras características do depósito indicaram que parte dos ossos humanos havia sido realocada de forma intencional (Lund 1842, 1844a, 1844b, Alvim 1977).

A partir de características tafonômicas foram reconhecidos dois depósitos na Gruta do Sumidouro: (i) restos humanos e da megafauna extinta, que parecem ser retrabalhados e (ii) esqueletos humanos articulados, que poderiam ter sido sepultados em depósitos inferiores.

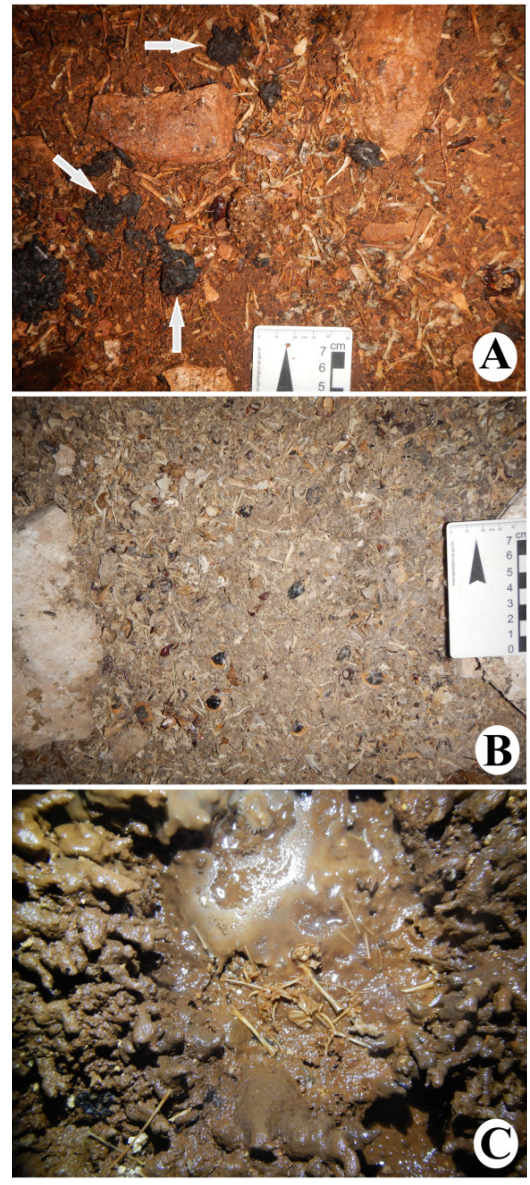

Figura 2. Exemplos de depósitos contendo restos de pequenos vertebrados predados por corujas, sendo: (A) pelotas de regurgito dessas aves indicadas pelas setas; (B) depósito com centenas de esqueletos, misturados a restos de insetos e (C) ossos fossilizados sobre piso de caverna

Embora os estudos de Lund apontassem para a contemporaneidade do homem com a megafauna, ele próprio passou a questionar esse fato (Lund 1844). Foi apenas no século XXI, por meio de datações absolutas, que tal associação pôde ser comprovada diretamente (Neves & Piló 2003).

Após o término das atividades de Lund, em 1846, foi apenas a partir da década de 1930 que, ainda de forma discreta, novas análises tafonômicas

voltam a ser realizadas em material fóssil coletado em cavernas (Walter et al. 1937, Walter 1940, 1943, Paula Couto 1957, 1958, 1970, Souza Cunha 1960). Porém, como o foco central dos trabalhos era voltado para análises taxonômicas e/ou paleocológicas, as observações tafonômicas ocupavam uma restrita porção do trabalho, sendo utilizadas normalmente para citar as características gerais do depósito e dos fósseis coletados. Não havia, por exemplo, uma preocupação em se realizar croquis, demonstrando a disposição espacial dos fósseis na matriz sedimentar.

Pesquisas tafonômicas no Carste de Lagoa Santa [1930 a 1960]

Novas expedições científicas voltaram a se desenvolver de forma sistemática em cavernas brasileiras somente após um século depois do término das pesquisas de Lund. Uma parcela desses trabalhos, que também foram reiniciados no carste de Lagoa Santa, tinham como objetivo a retomada da questão da antiguidade do homem na América e sua associação com a megafauna extinta.

Na década de 1930, Peter Lund entrou no foco de interesse de membros da Academia de Ciências de Minas Gerais, que entre os anos de 1935 e 1960, realizaram prospecções na mesma região pesquisada pelo dinamarquês. Novos achados paleontológicos foram registrados e relevantes estudos foram publicados. Esses trabalhos foram realizados principalmente nas Lapas de Confins (ou Lapa Mortuária), Samambaia, Mãe Rosa, Eucalipto, Sumidouro e Limeira. Mattos (1939), ainda prospectou as Lapas Vermelha (Pedro Leopoldo) e a de Poções, havendo nessas, várias sepulturas humanas.

No fim da década de 1930 e início da de 1940, Harold Walter realizou escavações na caverna de Lagoa Funda (Pedro Leopoldo), sendo coletados restos de cavalo, anta, tatu-gigante, capivara, lhama e quelônio, situados em diferentes níveis estratigráficos. Como o material se encontrava bastante fragmentado, o retrabalhamento do depósito foi responsável pelas alterações dos fósseis. Na mesma caverna também foram resgatados restos humanos localizados em camada superficial, além de ossos de dois ursos (*Arctotherium brasiliense* Lund 1839) localizados em um nível inferior. Segundo Walter (1940), o esqueleto humano se encontrava completo e estendido com apenas o crânio esmagado. Tal característica foi interpretada sob dois pontos de vista: (i) a carcaça foi sepultada de forma natural ou (ii) o homem adentrou vivo e foi atingido por um bloco caído do teto. Já os restos dos ursos, por estarem muito fragmentados, foram depositados e retrabalhados pela ação das águas (Walter 1940).

Ainda no Carste de Lagoa Santa, Walter et al. (1937) e Souza Cunha (1960) escavaram restos de megafauna associados a ossos humanos na Lapa de Confins (Confins, MG). À princípio, a formação do depósito foi tida como sincrônica. Porém, posteriormente, uma nova entrada foi descoberta na gruta. Com isso, uma nova hipótese foi formulada, sugerindo que os restos humanos foram carreados pela água através desta entrada, misturando-se aos sedimentos com megafauna já ali sepultados. Escavações aleatórias realizadas ao longo dos anos também contribuíram para a mistura temporal do material (Walter et al. 1937, Souza Cunha 1960). Dente os ossos, havia restos do cavalo extinto *Hippidion principale* (Lund 1845).

Em outra caverna também da região de Pedro Leopoldo (MG), Walter (1943) coletou fósseis de mastodontes, preguiças-terrícolas, lhamas, ursos e cavalos, além de roedores e porcos-do-mato. Como os ossos se apresentavam em avançado estado de fragmentação e alguns dentes se encontravam parcialmente rolados, a deposição ocorreu devido ao carreamento pelas águas. A partir de molares de mastodontes, Walter (1943) também realizou inferências ontogenéticas e de predação. A primeira foi baseada no desgaste da coroa do dente, causado pela mastigação do animal ainda em vida (ex. Fig. 3). Já as modificações em outro dente foram atribuídas a ação de um grande carnívoro.

Ao longo de sua vida, Paula Couto estudou inúmeros fósseis procedentes das cavernas de Minas Gerais, tanto os coletados por Lund e enviados à Dinamarca, quanto os depositados em instituições brasileiras (Paula Couto 1979). Embora seus trabalhos fossem direcionados para identificação e classificação taxonômica, o pesquisador também realizou inferências paleoecológicas e análises dos jazigos fossilíferos.

Quanto a tafonomia, Paula Couto se restringia a comentários acerca do estado de preservação e de fossilização do material, além de aspectos relacionados aos estágios ontogenéticos.

Dentre o material consultado, havia fósseis da Lapa do Borges (Pedro Leopoldo, MG) e do abrigo nº5 (Cerca Grande; Matozinhos, MG). Esses são compostos por elementos esqueletais de gliptodonte (*Hoplophorus euphractus* Lund 1839), do grande roedor *Tetrastylus walteri* Paula Couto 1951 e

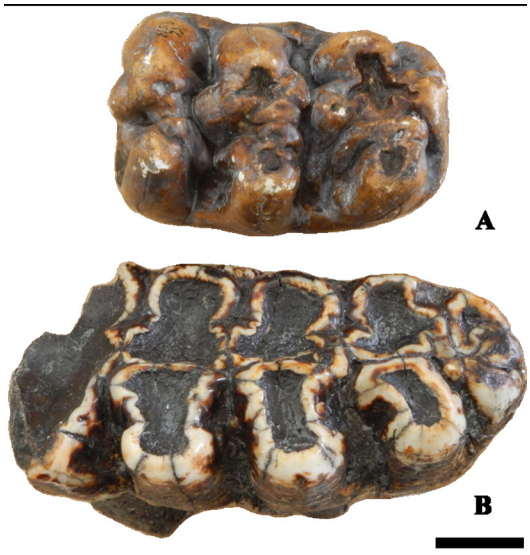

Figura 3. Vista oclusal de dentes de mastodontes. Molares de indivíduo jovem (A), apresentando cúspides não desgastadas e de indivíduo senil (B), apresentando cúspides um avançado desgaste. Coleção de Paleontologia MCN PUC Minas; espécimes MCL-18537 e MCL-18503. Escala para (A) e (B): 5 cm

fragmentos do tatu *Propraopus punctatus* (Lund 1839) (Paula Couto 1951, 1957, 1958, 1979).

Já na década de 1950, juntamente com outros paleontólogos, Paula Couto realizou uma expedição ao Carste de Lagoa Santa, onde foram visitadas cavernas inseridas nos maciços do Caetano (Matozinhos, MG), da Cerca Grande e Boleiras (Matozinhos, MG). Um significativo material paleontológico e arqueológico foi coletado durante os três meses de escavações (Paula Couto, 1958). Desses abrigos foi retirado um grande número de sepultamentos e de restos de indústria lítica. Mas, novamente foi frustrada a esperança de se encontrar uma associação entre a megafauna extinta e o homem. Desta forma, não houve uma publicação adequada dos resultados dessa pesquisa (Prous 2013).

Nessa expedição foram realizadas descrições dos processos que atuaram na formação do relevo da região estudada, bem como das cavernas que cortam os maciços calcários. Também foram descritos os sedimentos recentes que encobriam superficialmente o piso das cavidades do maciço de Cerca Grande. Em meio ao sedimento, havia fragmentos de vertebrados, possivelmente relacionados às sobras de caça, descartados por humanos. Dentre os restos havia ossos da fauna atual, como mamíferos, répteis e aves (Paula Couto 1958).

Nas cavidades dos maciços do Caetano e Boleiras, observações mais detalhadas foram realizadas nos depósitos sedimentares, como descrição de cor, granulometria, etc. Segundo Paula Couto (1958), o elevado grau de desarticulação (ex. Fig. 4) e fragmentação dos ossos indicou que os depósitos dessas cavernas se formaram e foram retrabalhados por fluxos hidráulicos. Os fósseis se apresentavam principalmente cimentados em brechas situadas ao longo dos condutos.

Uma caverna não identificada, situada em Confins (MG), sofreu sucessivas escavações a partir da década de 1920, sendo que Souza Cunha (1960) fez uma detalhada descrição de sua morfologia, assim como dos sedimentos associados. O autor interpretou os processos de transporte dos sedimentos e dos ossos como produto da ação das águas. Nesta gruta foram coletados fragmentos esqueletais recentes e fósseis de diferentes animais, incluindo restos de *Homo sapiens* Linnaeus 1758 e de megafauna.

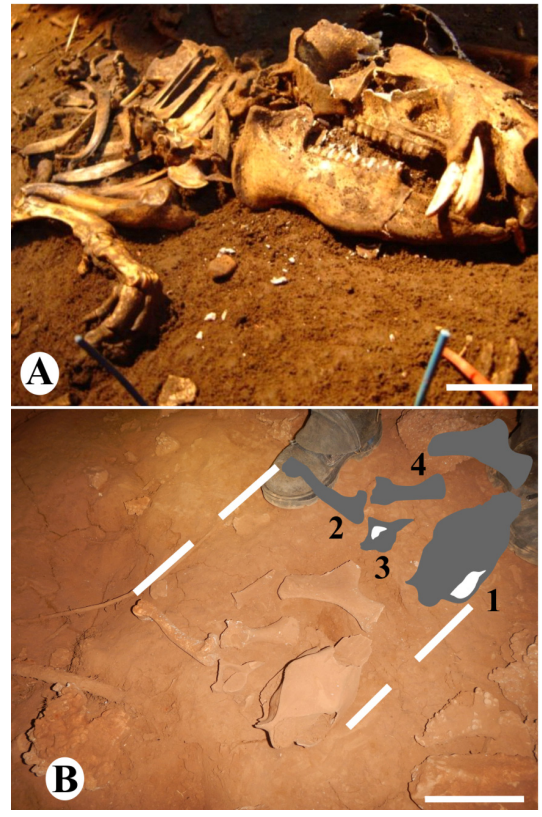

Figura 4. Exemplos de esqueletos de porco-do-mato preservados *in situ* em cavernas: articulado (A) e desarticulado (B), onde: (1) crânio, (2) úmero, (3) vértebra e (4) fragmentos de cintura pélvica. Fonte: Arquivo LEEH – USP (Fig. A). Escala: ~10 cm

Sucessivas escavações sem o uso de critérios na coleta induziram a interpretações equivocadas sobre esse depósito. Primeiramente, pensou-se que os restos de hominídeos haviam sido depositados sincronicamente com a megafauna. No entanto, após análises do jazigo e dos fósseis, ficou comprovado que o material foi depositado em eventos distintos e posteriormente retrabalhados (Souza Cunha 1960).

Pesquisas tafonômicas em cavernas no carste de São Raimundo Nonato [1970 a 2000]

Trabalhos sistemáticos, que foram iniciados na região de São Raimundo Nonato (PI) na década de 1970, vem fornecendo dados paleontológicos relevantes. Esses trabalhos auxiliam na elucidação de dúvidas relacionadas à paleoecologia da megafauna, assim como da sua coexistência com o homem na América do Sul (Gambéri 1991, Guerin et al. 1993, Faure et al. 2009).

Vogel (1987) analisou marcas em fósseis de megafauna depositados no Departamento de Geociências da UFRuRJ e sugeriu sua contemporaneidade com o homem. Grande parte dos fósseis está fragmentada, sendo que os ossos robustos estão mais íntegros. Tal fragmentação possivelmente está relacionada à ação antrópica. Muitos ossos também se encontram carbonizados e alguns incrustados por calcita. Dentre os fósseis destacam-se restos de preguiça-gigante (*Eremotherium* sp.), paleolhamas (*Palaeolama* sp.) e mastodonte (Gomphpoteriidae).

Em se tratando da idade dos fósseis da região, as feições fossildiagenéticas indicaram uma idade relativa dos ossos entre Pleistoceno Médio e Superior (Gambéri 1991). Porém, essa relação é questionável, pois não é incomum serem encontrados restos de animais domésticos em cavernas que passaram por algum tipo de fossilização (Vasconcelos & Campello 2016). Já Faure et al. (1999) realizaram datações em material relacionado com fósseis de megafauna, onde foi verificado que esses animais habitaram a região durante o Holoceno. Dentre esses animais estão, *Propraopus* sp., *Hoplophorus* sp., *Gyptodon* sp., *Equus* sp. e *Palaeolama* sp.

Pesquisas tafonômicas em cavernas nos estados de são paulo e bahia [1970 e 1990]

Secundariamente ao Carste de Lagoa Santa, o maior número de trabalhos que abordaram aspectos tafonômicos foi realizado nos estados de São Paulo e Bahia, onde importantes áreas cársticas foram exploradas, como Vale do Rio Ribeira (SP) e a porção norte da Bahia. Dentre esses estudos, há descrições de prováveis modificações em ossos de megafauna atribuídas ao homem, evidenciando assim, não somente sua coexistência, mas também sua interação com esses animais.

Dentre os estudos que abordaram dados paleontológicos da região do Vale do Ribeira destacam-se os trabalhos de Krone (1909), Paula Couto (1954, 1973) e Lino et al. (1979), cujos objetivos estavam relacionados principalmente a documentação paleofaunística da área.

De acordo com a distribuição do material resgatado no Abismo do Fóssil (Iporanga, SP), possivelmente, houve um intenso retrabalhamento do jazigo, evidenciado pela mistura temporal do material. No depósito havia restos de animais ainda viventes na região associados à fauna extinta, como restos de preguiça-terrícola, toxodonte e gliptodonte (Fig. 5). Essa mistura temporal se deu por sucessivos eventos sedimentares. Posteriormente, parte dos ossos foi datada por 14C, onde foi constatado ter uma idade pleistocênica (Lino et al. 1979, Hubbe et al. 2011a, Hubbe et al. 2013).

Estudos geológicos, paleontológicos e arqueológicos foram conduzidos por Barros et al. (1984) no Abismo Ponta de Flecha (Iporanga, SP). Além de efetuarem escavações sob controle estratigráfico, foram realizadas análises acerca do estado dos

Figura 5. Reconstituição artística de animais da megafauna brasileira: (A) preguiça-gigante, (B) toxodonte e (C) gliptodonte. Retirado de Cartelle (1994)

restos neontológicos e fósseis de vertebrados. O intenso retrabalhamento sofrido pelo sedimento e a elevada umidade no interior da caverna foram responsáveis pelo elevado grau de desarticulação e fragmentação dos ossos. Dentre o material fóssil coletado estão restos de toxodontídeos, preguiças-terrícolas, além de diversos osteodermos de tatu.

As modificações impressas no material foram agrupadas em três categorias: *(1)* causadas pela ação de morder e/ou roer; *(2)* Incisões feitas pelo homem no ato de desmembrar ou *(3)* descarnar o animal.

Quanto as alterações, destacam-se as observadas em restos de toxodonte. Um osso sofreu abrasão devido ao transporte. Já dois dentes apresentaram sinais de lascamento, que foram interpretados como ação humana (Barros et al. 1984, Prous 1992).

Cacimbas e cavernas são os principais depósitos onde são coletados fósseis de megamamíferos no estado da Bahia (Paula Couto 1979). Estudos tafonômicos realizados na década de 1980 em grutas baianas, envolvem principalmente, o modo de entrada dos animais, tipo de fossilização e ontogenia.

Na Gruta Toca das Onças (Jacobina, BA), Cartelle & Bohorquéz (1982) coletaram mais de uma dezena de esqueletos da preguiça-gigante *Eremotherium laurillardi* (Lund 1842), entre indivíduos adultos e jovens. Segundo os autores, os animais teriam adentrado a caverna em busca de água e, posteriormente, se perdendo em seu interior. Entretanto, Auler et al. (2006) interpretaram que, por se tratar de uma caverna com entrada verticalizada, tais animais adentraram a caverna por queda acidental.

Cartelle et al. (1989) realizaram uma caracterização geral dos estágios de deposição dos sedimentos e dos fósseis encontrados na Gruta do Túnel de Santana (Santana, BA). A intercalação de camadas de sedimentos clásticos e químicos foi associada a mudanças climáticas na região. Nos períodos quentes e úmidos os sedimentos clásticos, juntamente com os fósseis, foram carreados por fluxo hidráulico e depositados de maneira desordenada na gruta. Já os sedimentos químicos seriam formados nos períodos mais secos.

Pelo fato de vários ossos terem sido depositados em uma porção distante da entrada da Toca dos Ossos (Ourolândia, BA), Cartelle (1992) concluiu que esse material foi carreado por longas distâncias, por um fluxo hidráulico associado a eventos episódicos de alta energia.

Da Gruta dos Brejões, foi coletado um osso de preguiça-terrícola (*Mylodonopsis ibseni* Cartelle 1991) que apresentou sinais de cortes efetuados pelo homem relacionados à alimentação. Essa ocorrência é uma das mais relevantes quando se trata da comprovação da associação entre o homem e a megafauna no Brasil (Prous 1992, Cartelle 2012; Fig. 6).

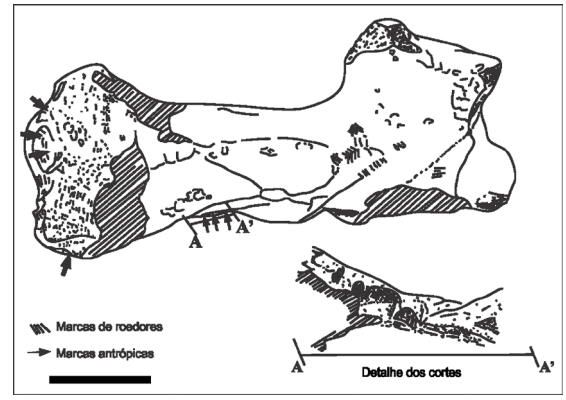

Figura 6. Úmero de preguiça-terrícola onde há evidências de marcas associadas à ação antrópica e marcas de dentes de roedores. Redesenhado de Prous (1992). Escala: 10 cm

Segundo Czaplewski & Cartelle (1998), uma inundação em um dos salões da caverna Toca da Boa Vista (TBV; Campo Formoso, BA) foi a causa da morte em massa da colônia de morcegos, já que os restos ósseos encontrados mostravam diferentes estágios ontogenéticos. Porém, não há indícios que o local da caverna tenha sido atingido por fluxos de água, que seriam evidenciados por marcas nas paredes ou presença de material alóctone. Assim, os animais teriam morrido de causas naturais ao longo do tempo (idade ou doença; Auler com. pess. 2017).

Também da TBV, um esqueleto do cão-das-cavernas *Protocyon troglodytes* (Lund 1840), por apresentar suas suturas ósseas fundidas e um acentuado desgaste dos dentes carniceiros, Cartelle & Langguth (1999) o identificaram como um animal adulto. Devido ao fóssil estar incrustado, o revestimento de carbonatos promoveu uma excelente preservação do material.

Lessa et al. (1998) indicaram diferentes modos de fossilização em restos de carnívoros coletados em cavernas do Centro Norte da Bahia. Os ossos se apresentavam preservados por incrustação e substituídos por minerais. Os fósseis também se encontravam muito fragmentados, porém as causas da alteração não foram discutidas.

Pesquisas tafonômicas em cavernas nos estados do Rio Grande do Norte, Sergipe e Goiás [1980 a 1990]

Embora em menor quantidade, há também estudos tafonômicos com paleovertebrados coletados no Rio Grande do Norte, Sergipe e Goiás. Nesses trabalhos é destacado o modo de entrada dos restos desses animais nas cavidades.

Oliveira et al. (1985) estudando restos do roedor *Hydrochoerus hidrochaeris* (Linneaus 1766), coletado na caverna do Lajedo da Escada (Baraúna, RN), apenas citam que o material se apresentava em avançado estágio de fossilização, não tecendo comentários à respeito do depósito e de outras modificações tafonômicas.

Já em Goiás, Salles et al. (1999) sugeriram duas hipóteses para a deposição do material fóssil em cavernas na Serra da Mesa: (i) os restos de pequenos vertebrados foram associados a predação de corujas, e (ii) os restos de vertebrados de maior porte foram carreados por enxurradas.

Os trabalhos até aqui descritos não foram realizados por meio de coleta sistemática de dados e não indicam as etapas do estudo tafonômico. Porém, certamente contribuíram para se ter um panorama geral acerca das características tanto dos depósitos, quanto dos fósseis coletados nas cavernas brasileiras.

Nota-se ainda que muitos trabalhos não realizaram análises tafonômicas, e mesmo quando abordadas, não detalharam suas formas de ocorrência. No entanto, a partir da última década, essas análises têm sido reconhecidas progressivamente como ferramenta fundamental para a interpretação da formação dos jazigos fossilíferos. Consequentemente, a tafonomia vem sendo aplicada de maneira mais sistemática nos depósitos quaternários preservados em cavernas no Brasil.

Tafonomia em cavernas brasileiras a partir dos anos 2000

A partir dos anos 2000 houve uma maior aplicação de conceitos tafonômicos em trabalhos desenvolvidos com fósseis coletados em cavernas brasileiras. Outras ferramentas também passam a ser mais utilizadas, como a descrição detalhada do depósito e dos métodos de coleta, além do uso de datações absolutas. Cavernas situadas em regiões antes nunca trabalhadas também são estudadas, como as situadas nos estados do Ceará, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Paraná.

Tafonomia nas cavernas do Norte e Nordeste

Nas regiões norte e nordeste há uma diversidade de resultados ligados a possíveis ações antrópicas, modo de entrada dos restos de vertebrados nas cavernas e a utilização de métodos de quantificação de espécimes nos jazigos, como número de espécimes identificados por táxon (NISP) e número mínimo de indivíduos de cada táxon (MNI).

A maioria dos ossos coletados no Sítio Arqueológico Pedra do Alexandre (RN) pertence a animais de pequeno porte, representados principalmente por elementos esqueletais pós-cranianos. Dentre esses animais foram listados restos de anfíbios, lagartos, serpentes, quelônios e roedores, sendo o último grupo mais bem representado. A partir de suas modificações, o material foi agrupado por Queiroz (2002) em três categorias: (i) origem antrópica, (ii) origem ambígua e (iii) origem natural abiótica. Dentre as feições ligadas à atividade humana foram incluídos os ossos queimados, que apresentaram marcas de corte (desarticulação), caracterizadas por estrias transversas profundas nas epífises e que apresentam uma seção em "V".

No mesmo depósito, haviam também ossos associados aos sepultamentos, como metapodiais de cervídeo. De origem duvidosa, se enquadraram os ossos com marcas de roedura e pisoteio, que podem ter sido causadas por outros animais. Por fim, o último grupo engloba as alterações causadas pela erosão e intemperismo (descamação do osso), impregnação do sedimento e mineralização. Datações no material indicaram uma idade de deposição entre 9.115 anos AP e 565 anos AP.

Um esqueleto de preguiça-gigante (*E. laurillardi*), coletado no Poço Azul do Milú (Nova Redenção, BA), possui vários ossos com sinais de fraturas já ossificadas. Isso indica que o animal se acidentou em vida e posteriormente se recuperou. As cicatrizes ósseas estão localizadas no ombro (Fig. 7) e costelas esquerdas do animal. Essas características foram interpretadas por Cartelle (2008, 2012) como um possível confronto entre preguiças-gigante e as fraturas foram atribuídas a um golpe deferido pela outra preguiça, com suas longas garras.

Análises da matriz arenosa que envolvia os fósseis preservados na gruta Simão Dias (Simão Dias, SE) indicam que o material sofreu um curto transporte e foi depositado por enxurradas. Isso também foi corroborado pela presença de grandes clastos associados aos restos de roedor (*Galea spixii* Wagler 1831) e gliptodonte (*Glyptodon clavipes* Owen 1839; Dantas 2009).

Figura 7. Preguiça-gigante apresentando uma cicatriz óssea na escápula (setas). Modificado a partir de Cartelle (1994, 2008). Coleção de Paleontologia MCN PUC Minas; espécime MCL-33075

A partir de escavações controladas na Gruta do Urso Fóssil (Ubajara, CE) foram resgatados ossos de lagartos, marsupiais, tatus, roedores, artiodáctilos e perissodáctilos. Apesar dos elementos esqueletais estarem desarticulados e fragmentados, não são citados os possíveis agentes destrutivos. O material foi datado por termoluminescência, indicando uma idade holocênica para o depósito (± 8.000 anos AP; Oliveira et al. 2011)

Da Toca da Boa Vista foi coletado um raro material paleontológico. Trata-se de um feto, praticamente completo, associado a poucos ossos de um indivíduo adulto de preguiça-terrícola (*Nothrotherium maquinense*). Pela cuidadosa escavação adotada, foi possível verificar que se tratava de restos de uma fêmea e de seu filhote, ainda em seu ventre (Cartelle 2012, 2013; Fig. 8).

Pelo fato de a cavidade Sumidouro do Sansão (Coronel José Dias, PI) possuir desenvolvimento verticalizado, dificultando a saída de animais que porventura adentrem a caverna, Mayer (2013) apontou dois processos que propiciaram a acumulação de restos de roedores (*Kerodon rupestris* Wied 1820) na cavidade: (i) quedas acidentais e (ii) extravio desses animais na caverna. Já se baseando nos hábitos alimentares de corujas, os restos de outros roedores (*Galea* sp. e *Thrichomys* sp.) foram associados ao regurgito dessas aves. Para a caracterização tafonômica, foi realizada quantificação do material conforme os índices de abundância NISP e MNI, tendo sido constatado que a maior parte dos restos pertence a *K. rupestris*. Já em relação a preservação, a maioria dos ossos se apresentou fragmentada.

Modificações identificadas por Bélo & Oliveira (2013) em fósseis de cavalo (*Hippidion principale*) coletados na Toca da Janela do Antonião (PI) foram atribuídas à predação humana. Tais alterações consistem em marcas isoladas nos fósseis, fato que sugeriu que foram feitas intencionalmente, muitas inclusive, produzidas com o osso ainda fresco. Dentre as marcas estão cortes paralelos e em seções em "V", além de depressão causada por esmagamento.

Características gerais de um depósito da gruta submersa Ioiô (Palmeiras, Bahia) indicam que os fósseis ali preservados pertenceram a animais que adentraram a cavidade caminhando ou carreados por fluxos hidráulicos. Essa hipótese é sustentada pelo fato dos esqueletos se apresentarem desarticulados e pouco fragmentados. Dentre os animais identificados estão: restos de peixe (*Rhamdia*), roedores (*Myocastor, Holochilus*), morcegos (*Natalus, Tonatia, Trachops*) e irara (*Eira*). Restos de um jacaré (*Cayman*) também foram resgatados e datados em aproximadamente 20.000 anos AP (Castro et al. 2014).

Do mesmo sistema cavernícola (Ioiô-Impossível), foram datados restos de uma preguiça-terrícola (*Nothrotherium*) em aproximadamente 8.500 anos AP. Tais datações refletem os quão complexos podem ser os depósitos cavernícolas, uma vez que podem receber material alóctone por um longo intervalo de tempo (Salles et al. 2014).

Diversas inferências tafonômicas têm sido realizadas na Gruta do Urso (Aurora do Tocantins, TO). Os fósseis apresentam alterações causadas por agentes biológicos e físico-químicos. Dentre o material analisado estão ossos de artiodáctilos

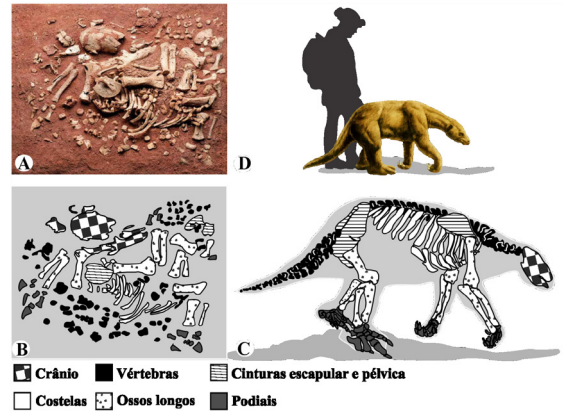

Figura 8. Feto de preguiça-terrícola descoberto na Toca da Boa Vista (A), com identificação dos ossos coletados (B) e (C) e reconstituição do animal em vida (D). Modificado de Cartelle (2013). Coleção de Paleontologia MCN PUC Minas; espécime MCL-2825

(porco-do-mato e cervídeo) e perissodáctilos (anta e cavalo), que possuem marcas causadas por carniceiros (canídeos e felídeos) e por transporte hidráulico. No interior da cavidade, a maioria dos ossos ficou exposta em lâminas d'água, possibilitando a incrustação de carbonatos em sua superfície. Alterações causadas por processos abrasivos e intempéricos também foram reportadas para a maioria dos ossos, assim como fraturas (Faig et al. 2014, Maldonado et al. 2016a, 2016b).

Proveniente da Gruta do Urso, é relatado o primeiro registro de restos de gliptodontes (Glyptodontinae) e de tatu-gigante (*Holmesina* sp.) para o Tocantins. Do gliptodonte, foram coletados centenas de osteodermos de animais juvenis, se apresentando incrustados e/ou desgastados. Pela disposição desses ossos nos condutos, foi afirmado que sofreram foram expostos à fluxos hidráulicos. Já o tatu-gigante, se trata de um indivíduo extremamente jovem, e seu esqueleto foi encontrado articulado e muito completo (Soares et al. 2016, Taboas et al. 2016).

Características fossildiagenéticas e sedimentológicas observadas na Gruta dos Rodrigues (Parque Estadual Intervales, Iporanga, SP) indicaram que seu depósito sofreu mistura temporal. Além da presença de elementos esqueletais não mineralizados e incrustados, houve também a mistura entre sedimentos antigos e recentes. Essa ocorrência se deu pela ação de águas pluviais, que por sua vez também foram responsáveis pela erosão dos depósitos mais antigos. Outra feição que corrobora com essa interpretação foi a presença de esqueletos desarticulados, apresentando abrasão e quebras, características condizentes com transporte hidráulico e retrabalhamento (Jesus et al. 2016).

Lima et al. (2016) apresentaram dados preliminares sobre material procedente da Gruta da Presa I (Paripiranga, BA). Foram coletados restos de conchas de gastrópodes e de indivíduos adultos de porco-do-mato (*Tayassu* sp.). O estado precário de alguns ossos estaria relacionado com a acidez do guano de morcegos em contato com o material. Em relação ao acúmulo, os ossos adentraram a cavidade através de fluxos hidráulicos.

Na Gruta Tacho de Ouro (Aurora do Tocantins, TO) foram reportados restos de porcos-do-mato. De acordo com Silva-Guimarães (2016), pelos sinais de intemperismo, os animais morreram no exterior da gruta e, posteriormente foram carreados para a caverna por fluxos hidráulicos de baixa energia (ossos pouco desgastados). Provavelmente, por ter sofrido mumificação no exterior da caverna, um dos esqueletos se apresentou parcialmente articulado dentro da caverna. Há também marcas condizentes de ação de carnívoros nos ossos, que por sua vez se apresentam cimentados em matriz sedimentar e outros incrustados por carbonatos. Os restos foram atribuídos a *Pecari tajacu* (Linnaeus 1758) e *Tayassu pecari* (Link 1795).

Patologias ósseas foram descritas para material proveniente das cavernas Toca da Boa Vista (Campo Formoso, BA), Gruta dos Brejões (Morro do Chapéu, BA) e Poço Azul (Nova Redenção, BA). Dentre essas patologias estão, inflamações por infecção, perda de irrigação sanguínea do osso e artrite, assim como traumas sofridos pelos animais (Fig. 9). Os fósseis pertencem às preguiças-terrícolas *Nothrotherium maquinense, Ahytherium aureum* Cartelle, De Iuliis e Pujos 2008 e *Australonyx aquae* De Iuliis, Pujos e Cartelle 2009. A quantificação do número mínimo de indivíduos (MNI) e dos animais que apresentaram patologias, apontaram que três dos vinte e cinco espécimes de *N. maquisenese* e um dos doze de *A. aureum* apresentaram patologias (Fig. 9). Já nenhuma alteração foi descrita para os quatro espécimes *A. aquae* (Barbosa et al. 2017).

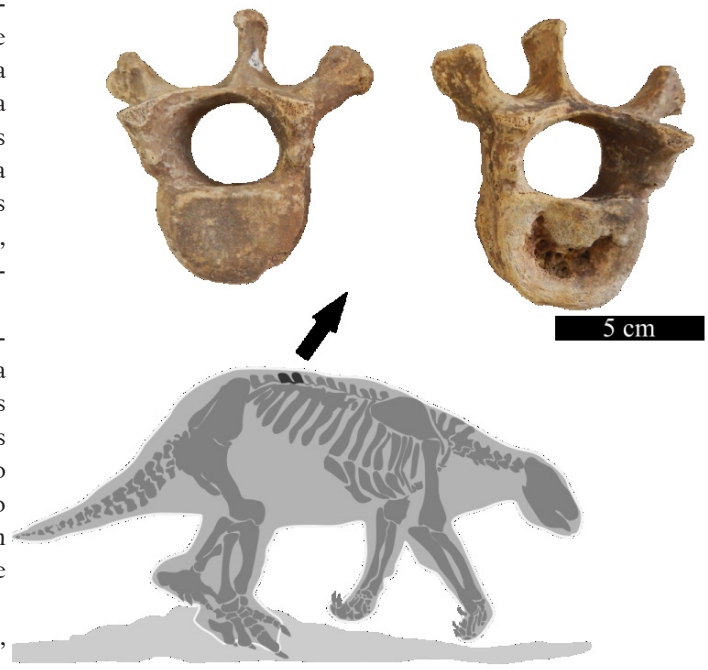

Figura 9. Vértebras de preguiça-terrícola, sendo que a da dir. apresenta patologia. Coleção de Paleontologia MCN PUC Minas; espécime MCL-21764. Escala 5 cm

Tafonomia nas cavernas no Sudeste

Novamente, após um longo hiato de pesquisas na região, o carste de Lagoa Santa volta a ser intensamente estudado. Desta vez, passam a ser utilizados novos métodos de coleta de dados, como por exemplo, um rigoroso detalhamento das escavações, principalmente realizados na Gruta Cuvieri. Passa-se também a utilizar com maior frequência métodos de datação absoluta dos fósseis, uma importante ferramenta nas análises tafonômicas, principalmente em se tratando da dinâmica de formação dos depósitos cavernícolas.

Na Gruta Bauzinho dos Ossos (Pedro Leopoldo) foram aplicadas técnicas de escavação arqueológica para a remoção dos fósseis ali preservados. Características do jazigo indicam que o material foi depositado em eventos alternados e esteve sujeito à sucessivos transportes. Os fósseis consistiam de ossos pertencentes a vários animais, como anfíbios, lagartos, marsupiais, artiodáctilos, carnívoros, morcegos, roedores e xenartros (Almeida 2000, Perônico & Araújo 2002).

Outro fato que chamou a atenção para o material coletado na Gruta Bauzinho dos Ossos foi a grande quantidade de restos pertencentes a pequenos vertebrados, como serpentes e anuros. Esses restos são pouco relatados para as cavernas da região de Lagoa Santa. Tais achados podem ser consequência da falta de uma coleta mais detalhada nestes sítios (Almeida 2000, Perônico & Araújo 2002).

Em um segundo trabalho desenvolvido com o material procedente do Abismo Ponta de Flecha (Iporanga, SP), Chahud (2001) realizou uma caracterização abordando diferentes alterações tafonômicas. Dentre as análises estão: quantificação de indivíduos (MNI e NSP), ontogenia, processos de desgaste, transporte e estado de preservação dos fósseis coletados.

As alterações foram atribuídas ao transporte hidráulico, retrabalhamento do depósito e possível ação de predadores. O material se encontrava sob diferentes contextos, como cimentado em brechas ou desagregado de qualquer sedimento (sobre o piso). Dentre os animais analisados estão, pelo menos, cinco roedores, sete cervídeos, onze taiassuídeos, duas preguiças-gigantes e um toxodontídeo. Restos esqueletais de anfíbios, marsupiais e tatus também foram reportados para o abismo.

Piló et al. (2004) efetuaram estudos topográficos, sedimentológicos e tafonômicos na Lapa do Sumidouro (Lagoa Santa, MG) que envolveram datações em ossos e sedimentos depositados nesta gruta. Tais datações registraram idade mínima de 8 mil anos AP para ossos humanos e da fauna extinta ali encontrados. Os estudos tafonômicos abordaram os mecanismos de entrada dos animais e/ou seus restos, sendo que poderiam ter adentrado na cavidade pelos cinco métodos propostos por Lund (1836; Fig. 10). As análises sedimentares e dos fósseis indicaram que o depósito sofreu retrabalhamento, o que contribuiu para uma mistura temporal do material.

Auler et al. (2006) comparam jazigos fossilíferos de diversas cavernas localizadas no norte da Bahia com as situadas na região cárstica de Lagoa Santa. Segundo os autores, o modo de entrada dos animais (ou de seus restos) nas cavernas exerce um importante papel na seleção desses animais nos depósitos fossilíferos. Desta forma, interpretações sobre a composição da paleofauna e sobre o paleoambiente da superfície são limitadas e devem ser realizadas com cautela.

Com o objetivo de descrever os processos de formação do depósito fossilífero na Gruta Cuvieri (Pedro Leopoldo, MG), numerosos estudos foram realizados ao longo de uma década. Dentre esses estudos estão: escavações controladas, análises sedimentológicas, identificação dos fósseis e de suas assinaturas tafonômicas. O posicionamento dos fósseis foi sistematicamente indicado por meio de

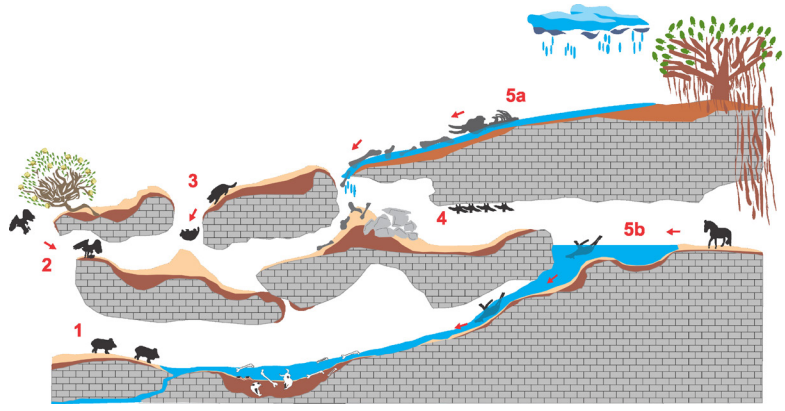

Figura 10. Visão em perfil de uma caverna, onde são indicadas as hipóteses de entrada de animais (ou de seus restos): (1) à procura de água ou sal; (2) carregados por predadores; (3) queda através de fendas verticais; (4) à procura de abrigo (ex.: morcegos); (5a) levados por correntezas de água – somente os ossos; (5b) levados por correntezas de água – como carcaças. Fonte: a partir de Lund (1836)

croquis, sendo assim possível a visualização da distribuição espacial dos ossos. Este fato possibilitou a interpretação dos mecanismos de deposição destes na caverna. As áreas de entrada dos sedimentos também foram identificadas, principalmente, por intermédio de análises sedimentares (Hubbe 2008, Hubbe et al. 2011b, Mayer 2011, Bernardo et al. 2016, Haddad-Martim et al. 2017).

Dentre as alterações nos ossos coletados na Gruta Cuvieri estão, fissuras relacionadas à longa exposição às intempéries e abrasão relacionada ao transporte dos bioclastos. Já o alto grau de fragmentação e dispersão foram causados por pisoteamento e pela queda dos animais em passagens verticais. Assim, essas caracteríticas apontaram que o depósito sofreu sucessivos retrabalhamentos e injeções de novos sedimentos em um período entre 13.600 anos AP ao presente (Hubbe 2008, Hubbe et al. 2011b, Mayer 2011, Haddad-Martim et al. 2017).

Camolez & Zaher (2010) realizaram um extenso estudo envolvendo lagartos (Squamata) coletados em diversos sítios arqueológicos no Brasil. Dentre esses sítios, há várias cavidades naturais distribuídas pelos estados da Bahia (Lapa dos Brejões, Tocas da Boa Vista e das Onças), Goiás (cavernas Igrejinha, Nossa Senhora Aparecida e Carneiro), Mato Grosso do Sul (Buraco do Japonês), Minas Gerais (Lapas das Boleiras, do Santo, do Boquete, dos Bichos, Grande Abismo de Santana do Riacho e Gruta Cuvieri), e São Paulo (Abismo Ponta de Flecha). Além da identificação taxonômica, são apresentadas uma série de datações radiométricas associadas aos restos esqueletais coletados nas cavernas mineiras. Os resultados indicam idades pleistocênicas e holocênicas para o material. Foi concluído que parte do material apresentou marcas de corte e queimadas atribuídas a alimentação humana. Essas alterações foram descritas para materiais das cavidades Grande Abismo de Santana do Riacho, Lapa do Santo, Lapa das Boleiras, Lapa do Boquete e Lapa dos Bichos, todas em Minas Gerais.

A partir de análises dos restos esqueletais depositados em um desnível abrupto na caverna Lapa Nova (Vazante, MG) Hubbe & Auler (2012) verificaram que o material consistia de morcegos, roedores e de 181 esqueletos (somente pós-crânio) de cervídeos. Devido à ausência de modificações nos ossos causadas por agentes biológicos e físicos, o acúmulo de fósseis provavelmente foi formado por quedas acidentais dos animais no desnível. Já a ausência de crânios e o alto grau de fragmentação dos ossos foram atribuídos a ações antrópicas, onde os visitantes da caverna coletaram e pisotearam os esqueletos. Datações realizadas no material indicaram que o depósito abrigava ossos de diferentes idades (entre 5890 e 790 anos AP).

No Abismo Iguatemi em Apiaí (SP), Castro & Langer (2011) analisaram os fósseis cimentados em matriz sedimentar de onde foram resgatados ossos de roedores, marsupiais, quirópteros, carnívoros, artiodáctilos e xenartras. Alterações como, alto grau de fragmentação, desarticulação, polimento e abrasão indicaram que os restos esqueletais foram carreados para o abismo por meio de transporte hidráulico. O material ainda sofreu retrabalhamentos no interior da caverna. Posteriormente, restos de tigre-dentes-de-sabre (*Smilodon populator)* e de preguiça-terrícola (*Catonyx cuvieri)* foram datados entre 18,030–17,260 AP e 12,860–12,580 AP, respectivamente (Hubbe et al. 2013).

Em caverna situada no maciço Limeira (Prudente de Morais, MG) foi encontrado um grande acúmulo de fósseis fragmentados próximos a uma área escavada. Dentre os ossos havia restos de roedores, artiodáctilos, preguiças-terrícolas e anta, além de osteodermos de tatus. Tal concentração foi atribuída à ação antrópica, possivelmente no ato de selecionar o material de interesse, onde foram descartados os ossos pouco informativos. A grande maioria do material estava muito fragmentada e/ou recoberta por concreções, impossibilitando sua identificação (Vasconcelos et al. 2013).

Na cavidade ES-08, localizada no maciço do Escrivânia (Prudente de Morais, MG), foram coletados por meio de método tafonômico, fósseis quaternários preservados em um paleopiso. A partir da sua distribuição caótica na matriz, dentre outros atributos tafonômicos, foi concluído que o depósito foi formado por fluxos hidráulicos, sendo posteriormente retrabalhados. Entre os fragmentos coletados incluem restos de preguiça-terrícola, tatu, tapeti, paca-gigante, cachorro-do-mato-vinagre, irara e porco-do-mato. Parte do material coletado foi enviado para datação, porém, devido à ausência de colágeno, não se teve sucesso, fato que não é incomum para material coletado em cavernas (Vasconcelos et al. 2015, Bernardo et al. 2016).

Também procedente da cavidade ES-08, foram comparados restos de pequenos vertebrados preservados no sedimento da caverna com material cimentado em solo carbonatado. Dentre esses animais havia restos de anuros, roedores e morcegos. Ambos materiais exibiram alterações condizentes

com transporte por fluxos hidráulicos, apresentando um padrão desordenado quanto sua orientação no depósito, além de alto grau de fragmentação (Purcino 2015).

Tafonomia nas cavernas do Centro-Oeste e Sul

Menos exploradas, porém com resultados interessantes, as cavernas situadas nas regiões Centro-oeste e Sul do país preservaram importantes achados paleontológicos, sendo inclusive, encontrada uma possível associação do homem com a megafauna em uma caverna sul-mato-grossense.

Para o Abrigo Santa Elina (Jangada, MT) foram descritos osteodermos de preguiça-terrícola (*Glossotherium* sp.) que apresentam sinais abrasivos. Essas alterações, possivelmente foram causadas por ação antrópica. Segundo Pansani et al. (2013), esses ossículos eram utilizados pelos antigos homens que ali viviam para auxiliar nas pinturas rupestres feitas no abrigo. Datações também foram realizadas no sítio e indicaram idades entre 7.175 e 11.997 anos AP (Ceccantini & Gussella 2001).

Em cavernas localizadas na Serra da Bodoquena (MS), Salles et al. (2006) realizaram um estudo envolvendo animais viventes, restos neontológicos e paleontológicos. O material neontológico e fossilífero foi coletado a partir de escavações controladas, onde o sedimento removido foi peneirado. No entanto, não é discutido à respeito da disposição espacial do material coletado. Também não são mencionados quais critérios foram utilizados para inferir se as concentrações dos pequenos vertebrados foram acumuladas por predadores ou pela ação da água.

Oliveira (2013) desenvolveu um estudo com fósseis coletados nas grutas das Fadas e *Forever* (MS). A entrada dos restos na Gruta das Fadas provavelmente se deu por antigas aberturas já colapsadas, uma vez que o material está distante da única entrada da caverna. Pelo fato de os esqueletos se apresentarem desarticulados e desordenados, possivelmente foram expostos a correntes de água. Nesta caverna houve predominância de ossos fragmentados, seguidos por fósseis polidos, condizentes com alterações causadas pelo transporte hidráulico. Já na Gruta *Forever*, os animais podem ter adentrado por ação de predadores, evidenciada pelos restos associados a pelotas de regurgito de corujas. Já os elementos esqueletais articulados foram associados à entrada de animais caminhando ou como carcaças flutuantes. O retrabalhamento do depósito causou a fragmentação e abrasão dos ossos. Em relação ao tipo de fossilização, de maneira geral, os fósseis coletados nas grutas se apresentam permineralizados ou incrustados (Oliveira 2013).

Coletados na Gruta das Fadas, destacam-se restos de preguiças-terrícolas (*Eremotheirum laurillardi* e *Glossotheirum* sp.), toxodonte (Toxodontidae), urso (*Arcthotherium* sp.), gliptodonte (*Glyptotherium* sp.), mastodonte (*Notiomastodon* sp.) e o homem (*Homo sapiens*). Já na Gruta *Forever* foram coletados restos de preguiças-terrícola *(Catonyx cuvieri*; Oliveira 2013).

Na Gruta Clarabela, no município de Doutor Ulysses (PR), Born & Sedor (2001) coletaram material pertencente ao cão-das-cavernas *Protocyon troglodytes* (Lund 1840), de um cervídeo e porcos-do-mato. Os ossos se encontravam altamente fragmentados e o material de cervídeo e taiassuídeos se apresentava incrustado por calcita. Tal fato que indica que os restos dos animais adentraram a gruta enquanto essa ainda recebia cargas de água.

Os trabalhos tafonômicos foram desenvolvidos em mais de cinquenta cavernas, distribuídas nos estados do Tocantins, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, sendo o último com o maior registro de cavidades pesquisadas do ponto de vista tafonômico (Fig. 11).

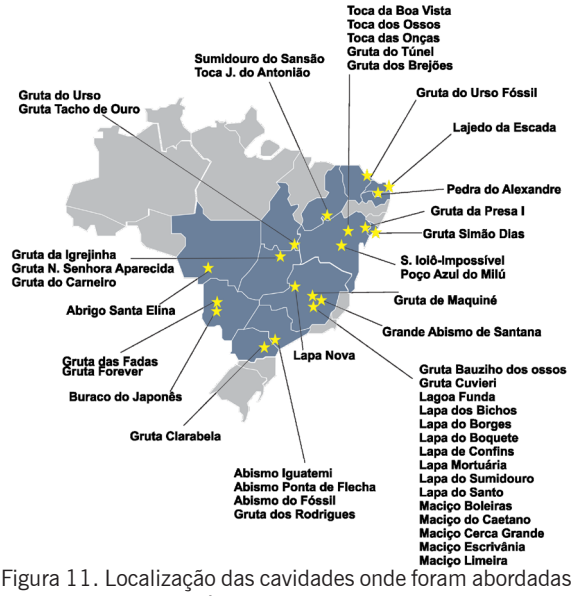

Figura 11. Localização das cavidades onde foram abordadas questões tafonômicas. Adaptado de designinterativo (2013) e SBE (2013)

Considerações acerca dos estudos tafonômicos em cavernas brasileiras

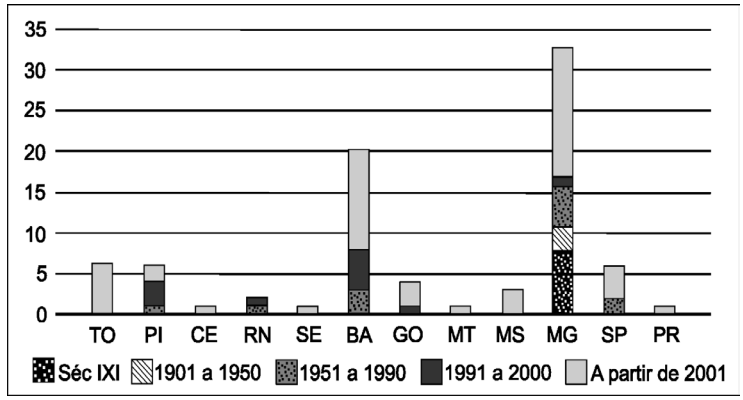

Figura 12. Número de trabalhos que abordaram aspectos tafonômicos em cavernas nos estados brasileiros ao longo do tempo

Desde o início dos trabalhos tafonômicos desenvolvidos em cavidades naturais, Minas Gerais se destaca entre os estados brasileiros, principalmente no século XIX e a partir de 2001. Outros estados que se destacam no número de trabalhos são: Bahia, Piauí, Tocantins e São Paulo (Fig. 12). Desde de 2001, estudos tafonômicos em cavernas passam a ser desenvolvidos em áreas antes nunca trabalhadas, como nos estados do Tocantins, Ceará, Sergipe, Mato Grosso do Sul e Paraná.

A partir dos anos 2000, passa-se a ter uma maior preocupação com a utilização de técnicas tafonômicas durante a coleta, assim como em descrever minuciosamente os depósitos cavernícolas. Também houve a utilização de outras ferramentas para as interpretações tafonômicas, como o uso de análises químicas do depósito e datações absolutas.

É interessante notar também que em cavidades intensamente estudadas ainda preservam informações relevantes, possibilitando a realização de novas pesquisas. Tais trabalhos podem reafirmar ou refutar as conclusões obtidas em estudos anteriores, como é o caso de trabalhos realizados no carste de Lagoa Santa e em cavernas baianas (Lund 1842, Walter 1937, Cartelle 1992, Piló et al. 2004, Auler et al 2006).

De forma geral, há predominância de estudos tafonômicos baseados em restos de grandes e megamamíferos. Esses são representados principalmente pelos ungulados e xenartras. Porém, a partir de 2001, diferentemente dos séculos anteriores, houve um aumento significativo de estudos tafonômicos envolvendo os pequenos vertebrados, como roedores, marsupiais e répteis (Fig. 13). .

Dentre as feições tafonômicas mais citadas estão o modo de entrada dos restos nas cavernas, destacando a ação das águas no transporte. O estado de fossilização e o alto grau de fragmentação dos ossos também são muito citados, sendo que as causas da fragmentação estão mais associadas ao retrabalhamento do depósito (Fig. 14).

Como foi apresentado, as cavernas brasileiras estão sujeitas a diferentes processos de deposição sedimentar, fato que torna o jazigo, do ponto de

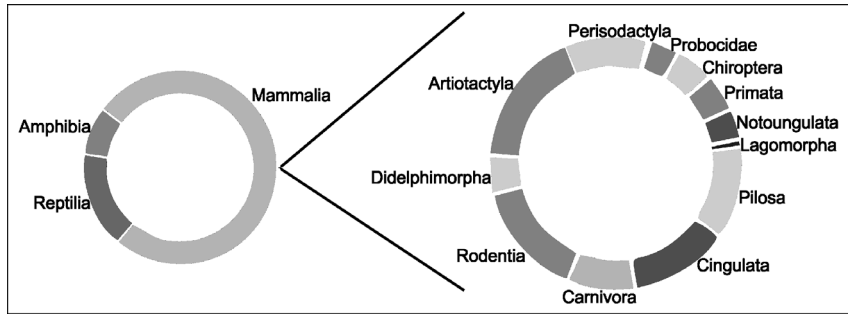

Figura 13. Frequência dos táxons mencionados nas análises tafonômicas de material coletado em cavernas brasileiras

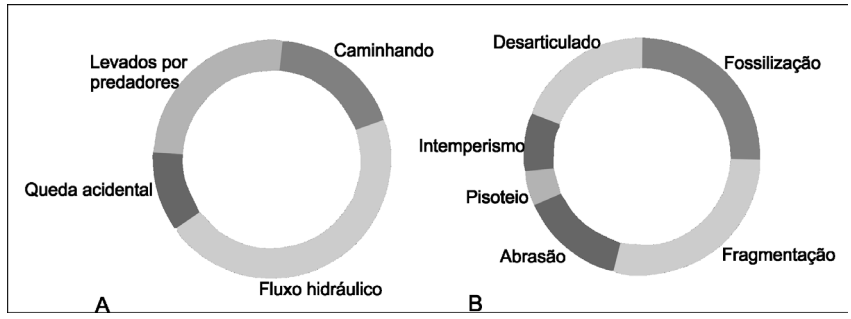

Figura 14. Frequência das inferências tafonômicas realizadas com os fósseis coletados em cavernas brasileiras: (A) interpretações acerca dos mecanismos de entrada dos animais e (B) das alterações sofridas pelos ossos

vista tafonômico, muito complexo. Desta forma, para um trabalho sólido, é essencial que, em momento anterior a coleta, sejam efetuados uma série de estudos, como a morfologia da caverna, descrição do sedimento e disposição dos fósseis. As alterações apresentadas pelos ossos também devem ser interpretadas com cautela. Muitas vezes, a análise isolada de uma determinada feição, pode levar a conclusões equivocadas. Assim, quanto mais dados forem coletados e comparados, mais consistentes serão as intepretações tafonômicas e paleoambientais.

Método de coleta de solo carbonatado fossilífero

Fósseis em cavernas podem ser encontrados sobre o piso, ocorrendo muitas vezes desassociados de qualquer matriz rochosa, como também incrustados por capas de carbonatos situadas no teto, piso e paredes da cavidade. Não incomum, os fósseis ainda podem estar cimentados em sedimentos clásticos, de modo parcial ou completamente soterrados (Fig. 15).

Os solos carbonatados (ou brechas fossilíferas) são certamente, os mais difíceis jazigos cavernícolas de serem trabalhados, e dado seu grau de dureza, muitos fósseis podem ser perdidos durante sua coleta (Paula Couto 1958, Vasconcelos & Campello 2016). Uma parcela considerável dos fósseis das cavernas do carste de Lagoa Santa está preservada nesse tipo de depósito (Fig. 16).

Na maioria das vezes, ao se tentar retirar e desagregar o fóssil do solo carbonatado *in situ*, o material pode ser danificado ou até mesmo perdido, principalmente se a matriz for muito compacta. Neste sentido, é necessária a preparação do material em laboratório, com o emprego de procedimentos físicos e químicos adequados.

Método executado em campo

O método de coleta aqui apresentado foi aplicado em um solo carbonatado suspenso (paleopiso) suportado pelas paredes norte e sul de um conduto da cavidade ES-08, situada no carste de Lagoa Santa. O material fossilífero se encontrava fortemente cimentado, sendo necessário seu transporte e preparo em laboratório. Porém, características morfológicas da

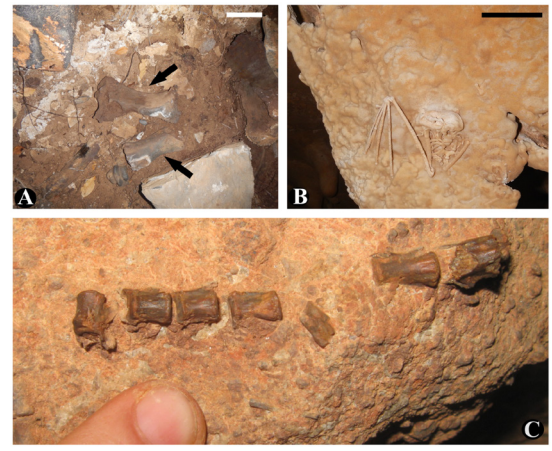

Figura 15. Diferentes tipos de preservação de fósseis em cavernas: (A) ossos de preguiça-terrícola sobre o piso, desagregados dos sedimentos, (B) morcego incrustado em placa calcítica e (C) vértebras de pequeno mamífero cimentadas em brecha cavernícola. Escala em (A) 10 cm e em (B) 6 cm

Figura 16. Exemplo de brecha sedimentar preservada em caverna (A), e brechas com ossos de serpente (B) e ave (C) fortemente cimentados

caverna, como condutos sinuosos, com desníveis abruptos e estreitos (Fig. 17), impossibilitaram a retirada do paleopiso em um bloco único, sendo necessária a fragmentação.

Para que não fossem perdidas as informações relacionadas à localização das partes do paleopiso, a primeira etapa de sua coleta consistiu na demarcação de pontos fixos nas paredes (norte e leste) e teto da caverna. Pontos-controle e o sentido do norte também foram assinalados em cada bloco. Esses pontos foram utilizados como referência para indicar a localização exata das partes do paleopiso no momento de sua retirada (Fig. 18). Assim, por meio de desenhos e das informações tomadas durante a coleta, foi possível reconstruir a estrutura original

do paleopiso em laboratório (Holz & Barberena 1989, Holz & Simões 2002).

Método executado em laboratório

Os fósseis cimentados no paleopiso foram removidos da matriz carbonatada com o auxílio de caneta pneumática (marca e modelo *paleotools – microjack* n°3) cinzéis, ponteiras de diferentes calibres e martelo também foram utilizados.

Em laboratório, os mesmos pontos também foram utilizados como referência para a retirada dos fósseis cimentados na matriz (Fig. 19).

Já em laboratório, para identificar o azimute, a profundidade e a localização dos bioclastos na matriz, foram utilizados transferidor e trena. O ponto-controle foi utilizado como referência para a retirada das medidas e para a confecção do desenho no qual indica a posição e direção de todos os bioclastos coletados (Holz & Barberena 1989, Almeida 2000, Holz & Simões 2002). As medidas tomadas (fóssil/ponto-controle) foram: azimute, distância, profundidade e inclinação.

Dependendo do grau de cimentação da matriz, o processo de retirada dos fósseis é lento, e à medida que o sedimento é removido, novos fósseis podem ser exumados (Fig. 20).

Todos os pontos-controle, juntamente com o posicionamento dos bioclastos retirados, foram plotados em uma única matriz, o que possibilitou a visualização geral (planta e perfil) da disposição dos fósseis na matriz carbonatada (Fig. 21).

Resultados da aplicação da técnica

Os resultados da análise da distribuição espacial dos fósseis no paleopiso coletado na cavidade ES-08 possibilitaram a caracterização do ambiente deposicional. A localização em planta e seção dos restos fósseis no paleopiso indicou que não houve um padrão de distribuição dos bioclastos preservados na matriz. Adicionalmente, em meio a matriz foram localizados fragmentos de um mesmo osso em locais distintos. Tais características indicam que o depósito foi formado por fluxos gravitacionais e que eventos posteriores retrabalharam e fragmentaram o material (Fig. 21). Foram recuperados fósseis pertencentes à preguiça-terrícola (Megalonychidae), irara (*Eira barbara*; Linnaeus, 1758), tapeti (*Sylvilagus* sp.), tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus;* Linnaeus, 1758), cachorro-do-mato (*Speothos* sp.), paca-gigante (*Cuniculus major* Lund, 1837*)* e porco-

Figura 17. Características da cavidade ES-08, como desníveis abruptos e passagens estreitas, dificultaram a retirada do material para estudo

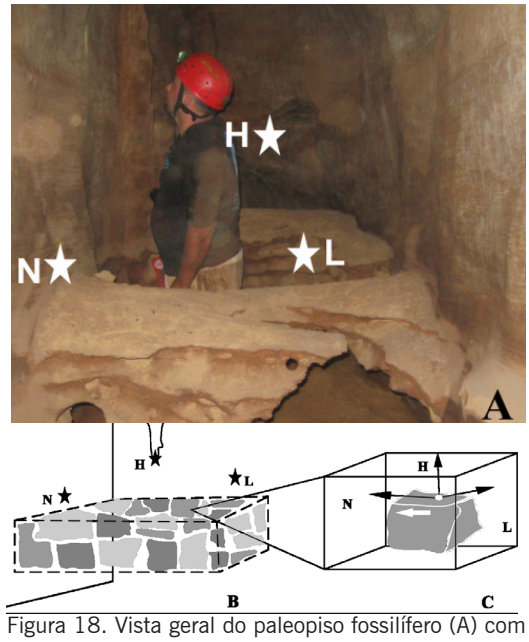

Figura 18. Vista geral do paleopiso fossilífero (A) com indicação dos pontos de referência utilizados para a demarcação dos blocos (N: norte; L: leste; H: altura) (A e B). Marcação do ponto-controle in situ (C), com indicação do norte (seta branca). As setas pretas indicam as distâncias medidas

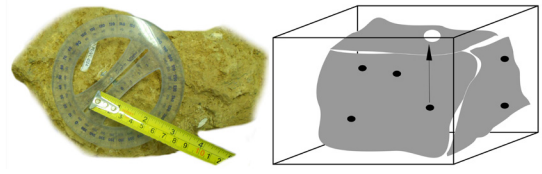

Figura 19. Procedimento para demarcar a posição do bioclasto em relação ao ponto-controle e representação gráfica do bloco retirado do paleopiso, onde são indicados pela seta a distância e o azimute tomados do fóssil preservado no bloco (círculo preto) em relação ao ponto-controle (círculo branco)

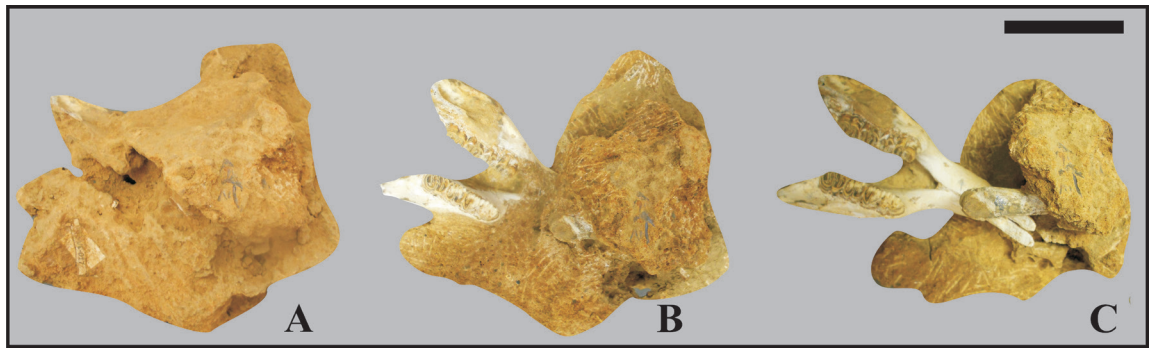

Figura 20. Etapas do processo de retirada dos fósseis cimentados em bloco do paleopiso (mandíbula de roedor). Coleção de Paleontologia MHNJB-UFMG; espécime MHN-2274. Escala 5 cm

-do-mato (*T. pecari*; Vasconcelos et al. 2015).

Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma revisão sobre as pesquisas tafonômicas desenvolvidas em cavernas no Brasil, sem se ocupar em discutir as interpretações conduzidas nesses estudos. Para compreender todo o processo de incorporação de fósseis em cavernas, é essencial que sejam feitas análises detalhadas da caverna (e de seu entorno) como um todo, não se restringindo ao depósito e/ou aos fósseis coletados. Poucos dos trabalhos aqui apresentados abarcaram tais aspectos. Mesmo assim, esses estudos possibilitaram o estabelecimento das principais características dos fósseis coletados em cavernas, como seu estado e tipo de preservação, assim como os táxons mais utilizados nas análises tafonômicas.

Em linhas gerais, a partir dos trabalhos realizados em cavernas brasileiras, pode-se concluir que grande parte dos depósitos fossilíferos é constituída por esqueletos desarticulados, misturados, incompletos e fragmentados. Esses fósseis foram preservados de variadas formas, tais como, em meio ao sedimento clástico (concrecionado ou não), incrustados por sedimentos químicos e em diferentes locais das cavernas.

O maior número de trabalhos envolve mamíferos, destacando os grupos dos artiodáctilos, ungulados, perissodáctilos e roedores, sendo que, a partir dos anos 2000, outros táxons passam a ser considerados nas análises, como anfíbios e répteis. Nota-se também que as técnicas tafonômicas durante a coleta passam a ser mais utilizadas. Adicionalmente, passa-se a adotar outras ferramentas para as interpretações tafonômicas, como o uso de análises químicas do depósito e datações absolutas.

Apesar de pouco explorados, os depósitos brechosos preservados em cavernas se mostram com um elevado potencial paleontológico, podendo preservar um material fossilífero relevante. O método de coleta e preparação dos solos carbonatados fossilíferos se mostrou bem satisfatório, onde além de possibilitar a retirada dos ossos sem perdas significativas, pôde-se reconstruir espacialmente a

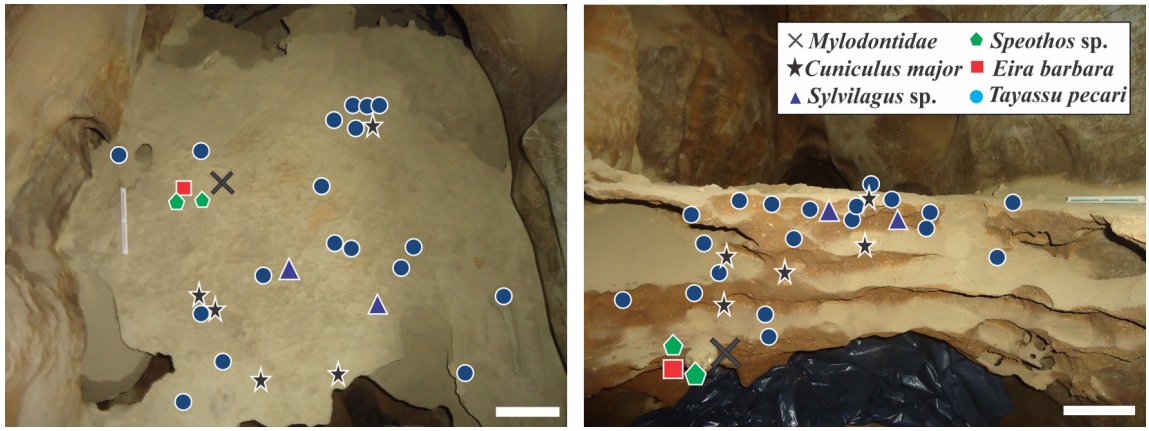

Figura 21. Visão em planta (à esq.) e perfil do depósito com a localização dos fósseis. Cada símbolo representa um elemento esqueletal de um determinado táxon. Escala: 15 cm

localização dos ossos, possibilitando interessantes interpretações tafonômicas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Alex Hubbe por ceder material fotográfico. Aos Prof. Cartelle Guerra e Prof. Jonathas Bittencourt pelo acesso ao material das coleções de Paleontologia do MCN PUC Minas e do MHNJB-UFMG. Também somos gratos a Luciano Vilaboim e Alexandre Righi pelo auxílio nas referidas coleções, assim como pelas contribuições dadas pelos revisores deste trabalho.

Referências

Almeida C.P. 2000. *Abordagem tafonômica do jazigo fossilífero, sd-1, da gruta Bauzinho de Ossos, região cárstica de Lagoa Santa, Minas Gerais.* Rio de Janeiro: Inst. Geoc. UFRJ. 80p. (Dissert. Mest.).

Alvim M.C.M. 1977. Os antigos habitantes da área arqueológica de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: estudo morfológico. *Arq. Mus. Hist*. Nac. UFMG, **2**:119-173.

Andrews P. 1990. *Owls, caves and fossils*. Chicago: Chicago Univ. Press. 231p.

Auler A.S., Piló L.B., Smart P.L., Wang X., Hoffmann D., Richards D.A., Edwards R.L., Neves W.A., Cheng H. 2006. U-series dating and taphonomy of Quaternary vertebrates from Brazilian caves. *Palaeogeog., Palaeoclimat., Palaeoec.*, **204**:508–522.

Barbosa F.H.S., Porpino K.O., Bergqvist L.P., Rothschild B.M. 2017. Elucidating bone diseases in brazilian pleistocene sloths (Xenarthra, Pilosa, Folivora): first cases reported for the nothrotheriidae and megalonychidae families. *Ameghiniana*, **54**(3):331-340.

Barros C.N.B., De Blasiis P.A.D., Robrahn E.M., Dias Neto C.M., Karmann I., Lino C.F. 1984. Abismo Ponta de Flecha: um projeto arqueológico, paleontológico e geológico no médio curso do Ribeira de Igapé, SP. *Espeleotema*, **14**:22-35.

Behrensmeyer A.K. 1984. Taphonomy and the fossil record. *Am Anthrop.*, **72**:558-566.

Behrensmeyer A.K., Kidwell S.M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleob.*, **11**:105-119.

Bélo O.S., Oliveira E.V. 2013. Análise tafonômica de marcas em restos esqueletais de hippidion, Sítio Toca da Janela da Barra do Antonião, Piauí, Brasil. *Est. Geol.* **23**(2):59-79.

Bernardo D.V., Neves W.A., Kipnis R. 2016. O projeto 'Origens' e a questão dos primeiros americanos. In: Da-Glória P., Neves W.A., Hubbe M. eds. 2016. *Lagoa Santa: História das pesquisas arqueológicas e paleontológicas*. São Paulo: AnnaBlume. p. 151-225.

Born P.A., Sedor F.A. 2001. Ocorrência de *Protocyon troglodytes* (Canidae, Carnivora) e Cervidae (Artiodactyla) no Pleistoceno do Estado do Paraná. In: Bol. Res. Cong. XVIII Bras. Paleont. Rio Branco. p.178.

Boylan P.J. 1997. William Buckland (1784-1856) and the foundations of taphonomy and palaeoecology: *Arch. Nat. Hist.*, **24**(3):361-372.

Brain C.K. 1988. Some criteria for the recognition of bone-collecting agencies in African caves. In: Behresmeyer A.K., Hill A.P. eds. 1988. *Fossils in the making vertebrate taphonomy and paleoecology*. Chicago: Chicago Univ. Press. p. 107-130.

Buckland W. 1822. Account of an assemblage of fossil teeth and bones of elephant, rhinoceros, hippopotamus, bear, tiger, and hyaena, and sixteen other animals; discovered in a cave at Kirkdale, Yorkshire, in the year 1821: with a comparative view of five similar caverns in Various parts of England, and others on the continent. *Philosoph. Trans. Royal Soc. London*, **112**:171-236.

Camolez T., Zaher H. 2010. Levantamento, identificação e descrição da fauna de Squamata do Quaternário brasileiro (Lepidosauria). *Arq. de Zoo.*: *Mus. Zool. Univ. São Paulo*. **41**(1):1-96.

Cartelle C. 1992. *Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos (Ourolândia, BA, Brasil)*. Belo Horizonte: Inst. Cienc. Biol. UFMG. 301p. (Tese Dout.).

Cartelle C. 2008. Briga de gigantes. *Ciência Hoje*, **42**:63-65.

Cartelle C. 2012. Das Grutas à Luz. Mamíferos Pleistocênicos de Minas Gerais. Belo Horizonte: Bicho do Mato. 236p.

Cartelle C. 2013. Bebê-maquiné. *Ciência Hoje*, **310**:28- 33.

Cartelle C., Langguth A. 1999. *Protocyon troglodytes* (Lund): um canídeo Intertropical extinto. *Acad. Bras. Ciências*, **71**(3-1):371-384.

Cartelle C., Bohorquéz A. 1982. *Eremotherium laurillardi* Lund, 1842. Parte I. Determinação específica e dimorfismo sexual. *Iheringia* (Geol.), **7**:45-63.

Cartelle C., Brant W., Piló, L.B. 1989. A Gruta do Túnel de Santana (BA): morfogênese e paleontologia. In: *Anais do XI Cong. Bras. Paleont*. Curitiba. p.593-604.

Castro M.C., Langer M.C. 2011. The Mammalian Fauna of Abismo Iguatemi, Southeastern Brazil. *J. Caves Karst Studies*, **73**:83-92.

Castro, M.C., Montefeltro, F.C., Langer M.C. 2014. The Quaternary vertebrate fauna of the limestone cave Gruta do Ioiô, northeastern Brazil. *Quater. International*, **352**(26):164-175.

Cathoud A. 1935. *A raça da Lagoa Santa e o pleistoceno americano*. Belo Horizonte: Biblioteca Mineira de Cultura. 122p.

Ceccantini G.C.T., Gussella L.W. 2001. Os novelos de fibras do abrigo rupestre Santa Elina (Jangada, MT, Brasil): anatomia vegetal e paleoetnobotânica. *Rev. Mus. Arqueol. Etnologia*, **11**:189-200.

Chahud A. 2001. Caracterização tafonômica da fauna de vertebrados fósseis (Pleistoceno-Holoceno) do abismo Ponta de Flecha, Iporanga, SP. *Inst. Geoc. USP*. 37p. (Relat. PIBIC/CNPq).

Czaplewski N.J., Cartelle C. 1998. Pleistocene bats from cave deposits in Bahia, Brazil. *J. Mammalogy*, **79**(3):784-803.

Dantas M.A.T. 2009. Primeiro Registro de Fósseis de mamíferos pleistocênicos em caverna de Sergipe, Brasil. *Rev. Bras. Paleontol.,* **12**(2):161-164.

Moulin R. 2017. Design interativo. Mapa-do-brasil-vetorizado. URL: <http://www.designinterativo.etc.br/design/mapa-do-brasil-vetorizado>. Acesso: 06.10.2013.

Efremov J.A. 1940. Taphonomy: A new branch of paleontology. *Panam. Geologist*, **74**(2):82-93.

Faig P.H., Araújo Júnior H.I., Gasparini G.M., Avilla L.S. 2014 Aspectos tafonômicos dos restos fósseis de Tapiridae e Equidae da Gruta do Urso, estado de Tocantins. In: *Bol. Res. IX Simp. Brasil. Paleontol. Vertebr.* p.57.

Faure M., Guérin C., Mourer-Chauviré C. 2009. L'art rupestre du Parc National Serra da Capivara (Piauí, Brésil): a arte rupestre do Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí, Brasil). A arte rupestre do sudeste do Piauí: perfis gráficos, cronologia e conservação. *Cong. Int. IFRAO 2009*, Piauí: Brasil. p.1-15.

Faure M., Guérin C., Parenti F. 1999. Découverte d'une mégafaune holocène à la Toca do Serrote do Artur: aire archéologique de São Raimundo Nonato, Piauí, Brésil. *Comptes Rendus de l'Académ. Sciences Paris*, **329**:443-448.

Gambéri L. 1991. O Pleistoceno na área arqueológica de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil. In: *An. I Simp. Pré-Hist*. Nordeste: CLIO, **4**:21-22.

Guérin C., Curvello M.A., Faure M., Hugueney M., Mourer-Chauviré C. 1993. La faune, Pleistocene du Piaui (Nordeste du Bresil): implications paleoecologiques et biochronologiques. *Quat. Nova*, **3**:303-341.

Haddad-Martim, P.M., Hubbe A., Giannini P.C.F., Auler A.S., Piló L.B., Hubbe, M., Mayer, E., Wang, X., Cheng H., Edwards, R.L., Neves, W.A. 2017. Quaternary depositional facies in cave entrances and their relation to landscape evolution: the example of Cuvieri Cave, eastern Brazil. *Catena*, **157**:372-387.

Hill A. 1979. Disarticulation and scattering of mammal skeletons. *Paleobiol.*, **5**(3):261-274.

Holten B., Sterll, M., 2011. *Peter Lund e as grutas com ossos em Lagoa Santa*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 335p.

Holz M., Barberena M.C. 1989. A importância da tafonomia para o estudo de vertebrados fósseis. *Acta Geol. Leopoldensia*, **29**(12):77-92.

Holz M., Simões M.G. 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre: Ed. UFRGS. 231p.

Hubbe A. 2008. *Contextualização taxonômica, tafonômica e morfométrica dos remanescentes ósseos da megamastofauna da Gruta Cuvieri (MG), um sítio paleontológico do Pleistoceno Tardio*. São Paulo: Inst. Cienc. Biol. USP. 141p. (Dissert. Mest.).

Hubbe A., Auler A.S. 2012. A large Cervidae Holocene accumulation in Eastern Brazil: an example of extreme taphonomical control in a cave environment. *Int. J. Speleology*, **41**(2):299-307.

Hubbe A., Haddad-Martim P.M., Hubbe M., Mayer E.L., Strauss A., Auler A.S., Piló L.B., Neves W.A. 2011. Identification and importance of critical depositional gaps in pitfall cave environments: the fossiliferous deposit of Cuvieri Cave, eastern Brazil. *Palaeogeo., Palaeoclim. Palaeoec.*, **312**:66–78.

Hubbe A., Hubbe M., Karmann I., Cruz F.W., Neves W.A. 2013. Insights into Holocene megafauna survival and extinction in southeastern Brazil from new AMS ^{14}C dates. *Quaternary Res.,* **79**:152–157.

Hubbe A., Vasconcelos A.G., Vilaboim L.S., Karmman I., Neves W. 2011. Chronological distribution of brazilian Glyptodon sp. remains: a direct 14C date for a specimen from Iporanga, São Paulo, Brazil. *Radiocarbon*, **53**:13-19.

Hurt W.R., Blasi O. 1969. O Projeto Arqueológico "Lagoa Santa", Minas Gerais, Brasil: nota final. *Arq. Mus. Paranaense*, arqueol., **4**:1-63.

Jesus J.F.M., Dias W.A.F., Peixoto B.C.P.M., Buck P.V., Nascimento C.S.I., Igual E.C., Lenhare B.D., Marinho M.A., Fernandes M.A. 2016. Mistura temporal em depósitos cársticos do Parque Estadual Intervales, estado de São Paulo: implicações para o registro fossilífero. In: Grillo O.N., Romano P.S.R., Oliveira G.R. eds. 2016. *Paleont. em Destaque*. São Paulo: Bol. Inf. SBP. p.93.

Krone, R. 1909. Estudo sobre as cavernas do Vale do Rio Ribeira. *Arq. Mus. Nac. Rio de Janeiro*, **15**:139-166.

La Cotardière P. 2010. *História das ciências: da antiguidade aos nossos dias*. Lisboa: Texto & Grafia. 376p.

Lessa G., Cartelle C., Faria H.D., Gonçalves, P.R. 1998. Novos Achados de mamíferos carnívoros do Pleistoceno final - Holoceno em grutas calcárias do estado da Bahia. In: XV *Cong. Brasil. Paleont.* São Pedro: Anais, p. 129-129.

Lima J.S., Silva J.L.L., Oliveira E.V., Silva A.P.L., Gomes B.A., Silva E.P.A., Nascimento J.S.O., França L.F., Asakura Y.B.O. 2016. Dados preliminares de estudos taxonômicos e tafonômicos de vertebrados fósseis da Gruta da Presa I, município de Paripiranga, BA. In: Grillo O. N., Romano P. S. R., Oliveira G.R. eds. 2016. *Paleont. em Destaque*. São Paulo: Bol. Inf. SBP. p.102.

Lino C.F., Dias Neto C.M., Trajano E., Gusso G.L.N., Karmann I., Rodrigues R., 1979. Paleontologia das cavernas do Vale do Ribeira e Exploração I e Abismo do Fóssil (SP-145). Resultados parciais. In: *Atas II Simp. Reg. Geol*. Rio Claro: Soc. Bras. Geol. NSP. p. 1257-1268.

Lund P.W. 1837a. Cavernas existentes no calcário do interior do Brasil, contendo algumas delas ossadas fósseis: segunda memória sobre as cavernas. In: Lund, P.W., Paula Couto, C. 1950. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Inst. Nac. Livro. p. 93-106.

Lund P.W. 1837b. Primeira memória sobre a fauna das cavernas: introdução. In: Lund, P.W., Paula Couto, C. 1950. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Inst. Nac. Livro. p. 107-130.

Lund P.W. 1836. Cavernas existentes no calcário do interior do Brasil, contendo algumas delas ossadas fósseis: primeira memória sobre as cavernas. In: Lund, P.W., Paula Couto, C. 1950. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Inst. Nac. Livro. p. 67-93.

Lund P.W. 1844a. Notícias sobre ossadas humanas fósseis achadas numa caverna do Brasil. In: Lund, P.W., Paula Couto, C. 1950. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Inst. Nac. Livro. p. 466-488.

Lund P.W. 1844b. Novas observações sobre a antiguidade do Homem em Lagoa Santa. In: Lund, P.W., Paula Couto, C. 1950. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Inst. Nac. Livro. p. 489-498.

Lund P.W. 1844c. Comunicação sobre o material das cavernas de ossadas exploradas em 1884 e sobre sua contribuição para o conhecimento da vida animal no Brasil antes da última revolução do globo. In: Lund, P.W., Paula Couto, C. 1950. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Inst. Nac. Livro. p. 505-548.

Lund P.W. 1842. Sobre a antiguidade do Homem em Lagoa Santa. In: Lund, P.W., Paula Couto, C. 1950. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Inst. Nac. Livro. p. 457-463.

Lyman R.L. 1994. *Vertebrate taphonomy*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 524p.

Maldonado V., Monteiro L.G.P., Rotti A., Machado H., Araújo-Júnior H.I., Avilla L.S. 2016a. Aspectos tafonômicos de cervídeos e equídeos preservados em depósito da Gruta do Urso, Estado de Tocantins, Norte do Brasil. In: Grillo O.N., Romano P.S.R., Oliveira G.R. eds. 2016. *Paleont. em Destaque*. São Paulo: Bol. Inf. SBP. p. 107.

Maldonado V., Monteiro L.G.P., Rotti A., Pereira C., Araújo-Júnior H.I., Avilla L.S. 2016b.Taphonomic aspects of deer (Mammalia, Cetartiodactyla, Cervidae) remains from a quaternary cave deposit in northern Brazil. *J. Sedim. Environments,* **1**(2):234-248.

Mattos A. 1939. *Peter Wilhelm Lund no Brasil*: *problemas de paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional. 289p.

Mayer E.L. 2011. *Processos de formação de um depósito fossilífero em abismo na Gruta Cuvieri (MG): taxonomia, tafonomia e distribuição espacial de fósseis de mamíferos do Pleistoceno*. Inst. Cienc. Biol. USP. 162p. (Dissert. Mest.).

Mayer E.L. 2013. Pequenos mamíferos do Sumidouro

do Sansão, Serra da Capivara, Piauí: resultados preliminares. In: *An. XXXII Cong. Brasil. Espeleo*. Barreiras. p.439-446.

Neves W.A., Piló L.B. 2003 Solving Lund's dilemma: new AMS dates confirm that humans and megafauna coexisted at Lagoa Santa. *Curr. Res. in the Pleist.*, **20**:57–60.

Oliveira L.D.D., Souza Cunha F.L., Locks, M. 1985. Um Hydrochoeridae (Mammalia, Rodentia) no Pleistoceno do Nordeste do Brasil. *Ser. Geol*., **27**:93-97.

Oliveira P.V., Lessa G., Viana M.S.S., Ximenes C.L., Ribeiro A.M., Oliveira E.V., Santos A.S.T., Hsiou A.S., Holanda E.C., Kerber L. 2011. Gruta do urso fóssil (Nordeste do Brasil) e sua Fauna Quaternária: dados preliminares. In: *Bol. Res. XXII Cong. Brasil. Paleont*. Natal. p. 651-653.

Oliveira A.M. 2013. Paleofauna de vertebrados com ênfase em répteis e mamíferos, dos depósitos quaternários da região da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. UNESP *Inst. Geoc. Cienc. Exatas*. 138p. (Dissert. Mest.).

Pansani T.R., Pacheco, M.L.A.F., Oliveira A.R.T., Figuti L., Vilhena-Vialou A., Osés G.L. 2013. Estudo traceológico em osteodermos de megafauna pleistocênica do Sítio Arqueológico Santa Elina, Mato Grosso, Brasil. In: Ribeiro N.A., Lana C.C., Coimbra J.C., Leme J. Garcia M.J. eds. 2013. Bol. Inf. SBP. p.260-261.

Paula Couto C. 1951. Uma espécie do Gênero *Tetrastylus* Ameghino, 1886, em Lagoa Santa. *Bol. Mus. Nac*., **15**:1-16.

Paula Couto C. 1954. Megatérios intertropicais do Pleistoceno. Rio de Janeiro: *An. Acad. Brasil. Ciência,* **26**:447-463.

Paula Couto C. 1957. Sobre um gliptodonte do Brasil. *Bol. DNPM*, **80**:1-10.

Paula Couto C. 1958. Notas à margem de uma expedição científica a Minas Gerais. *Kriterion*: *Rev. Fac. Filos. U.M.G*., **11**(45-46):401-423.

Paula Couto C. 1970. Paleontologia da região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. *Bol. Mus. Hist. Nat. UFMG*, **1**:1-21.

Paula Couto C. 1973. Edentados fósseis de São Paulo. *Ana. Acad. Brasil. Ciências*, **45**(2):261-275.

Paula Couto C. 1979. *Tratado de Paleomastozoologia*. Rio de Janeiro: Acad. Brasil. Ciênc. 590p.

Perônico C., Araújo A.C.S. 2002. Diversidade faunística baseada em escavação tafonomicamente orientada de material sub-recente preservado em caverna da região cárstica de Lagoa Santa, Minas Gerais. *Arq. Mus. Nac*., **6**(3):195-198.

Piló L.B., Auler A.S., Neves W.A., Wang X., Cheng H., Edwards R.L. 2004. Revisitando a Lapa do Sumidouro: marco paleoantropológico do Quaternário americano. *Rev. Brasil. Paleont*., **7**(3):337-348.

Prous A. 2013. As muitas arqueologias de Minas Gerais. Rev. Espinhaço, **2**(2):36-54.

Prous A. 1992. *Arqueologia Brasileira*. Brasília: UNB ed. 613p.

Purcino H.G. 2015. Correlação das assinaturas tafonômicas entre microvertebrados preservados em depósito recente e em paleopiso da cavidade ES-08, Prudente de Morais, MG. *Inst. Cienc. Biol. UFMG*. 42p. (Monog.).

Queiroz A.N. 2002. Fauna de vertebrados do sítio arqueológico Pedra do Alexandre, Carnaúba dos Dantas, RN, Brasil: uma abordagem zooarqueológica e tafonômica. *CLIO*, *ser. arqueol*. *UFPE*, **1**(15):267-282.

Salles L.O., Arroyo-Cabrales J., Monte Lima A.C., Lanzelotti W., Perini F.A., Velazco P.M., Simmons N.B. 2014. Quaternary bats from the Impossível-Ioiô cave system (Chapada Diamantina, Brazil): humeral remains and the first fóssil record of *Noctilio leporinus* (Chiroptera, Noctilionidae) from South America. *Am. Mus. Novitates*, **3798**:1-32.

Salles L.O., Cartelle C., Guedes P.G., Boggiani P.C., Janoo A., Russo C.A.M. 2006. Quaternary mammals from Serra Da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Bol. Mus. Nac*., **521**:1-12.

Salles L.O., Carvalho G.S., Weksler M., Sicuro F.L., Abreu F., Camardella A.R., Gudes P.G., Avilla L.S., Abrantes E.A.P., Sahate V., Costa I.S.A. 1999. Mamíferos do Quaternário de Serra da Mesa (Goiás, Brasil). *Pub. Av. Mus. Nac.,* **78**:1-15.

Silva-Guimarães M., Buchmann R., Rocha-Dos-Santos B., Araújo-Júnior H.I., Avilla L.S. 2016. Descrição e aspectos tafonômicos dos Tayassuidae (Mammalia, Cetartiodactyla) fósseis da gruta Tacho de Ouro, sudeste do estado do Tocantins, norte do Brasil. In: Grillo O.N., Romano P.S.R., Oliveira G.R. eds. 2016. *Paleont. em Destaque.* São Paulo: Bol. Inf. SBP. p. 161.

Soares S., Porpino K.O., Araújo-Júnior H.I., Avilla L.S. 2016. Aspectos taxonômicos de gliptodontídeos (Mammalia: Cingulata) bebês da Gruta do Urso do Sudeste do Estado do Tocantins, Norte do Brasil. In: Grillo O. N., Romano P. S. R., Oliveira G.R. eds. 2016. *Paleont. em Destaque*. São Paulo: Bol. Inf. SBP. p. 164.

Souza Cunha, F.L. 1960. *Sobre o Hippidion da Lapa Mortuária de Confins, Lagoa Santa, Minas Gerais: estudos geopaleontológicos baseados na Lapa mortuária e na coleção "Padberg-Drenkpol" do Museu Nacional*. Rio de Janeiro: Fac. Filos. Ciênc. Letras, UFRJ. 55p. (Tese Dout.).

Taboas J., Castro M., Avilla L.S. 2016. Primeiro registro pleistocênico de Pampatheriidae (Mammalia: Cingulata) procedente de caverna para o estado do Tocantins, Brasil. In:Grillo O.N., Romano P.S.R., Oliveira G.R. eds. 2016. *Paleont. em Destaque.* São Paulo: Bol. Inf. SBP. p. 170.

Vasconcelos A.G., Bittencourt J., Meyer K.E.B., Vilaboim L.S., Campello M.S. 2013. Novos registros de mamíferos fósseis em cavidade do maciço Limeira: depósito modificado por ação antrópica. In: Ribeiro N.A., Lana C.C., Coimbra J.C., Leme J. Garcia M.J. eds. 2013. *Paleont. em Destaque*. São Paulo: Bol. Inf. SBP. p. 289-290.

Voorhies M.R. 1969. Taphonomy and population dynamics of an early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska. Laramie Univ. Wyoming. *Contrib. Geol., spec. paper*, **1**:1-69.

Walter H.V. 1940. *Urso extinto Arctotherium brasiliensis da caverna de Lago Funda, Minas Gerais*. Rio de Janeiro: Gráf. Guarany. 36p.

Walter H.V. 1943 Sobre alguns dos últimos achados de mastodontes na região de Pedro Leopoldo. *An. Acad. Min. Cienc. Minas Gerais*, **1**:3-6.

Walter H.V., Cathoud A., Mattos A. 1937. The Confins Man: a contribution to the study of early man in South America. *Acad. Sciec. Of Philadelphia,* 141-148.