



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DA CAVIDADE ES-08, MUNICÍPIO DE
PRUDENTE DE MORAIS, MINAS GERAIS: ANÁLISE TAFONÔMICA E
TAXONÔMICA**

AUTOR: André Gomide Vasconcelos

ORIENTADORA: Prof. Dra. Karin Elise Bohns Meyer

CO- ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcos Santos Campello

Nº 144

BELO HORIZONTE

DATA (11/06/2014)

André Gomide Vasconcelos

MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DA CAVIDADE ES-08, MUNICÍPIO DE PRUDENTE DE MORAIS, MINAS GERAIS: ANÁLISE TAFONÔMICA E TAXONÔMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geologia. Área de Concentração: Geologia Regional.

Orientadora: Prof. Dra. Karin Elise Bohns Meyer

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Santos Campello

Belo Horizonte
2014

V331m Vasconcelos, André Gomide.
2014 Mamíferos quaternários da cavidade ES-08, Município de Prudente de
Morais, Minas Gerais [manuscrito] : análise tafonômica e taxonômica /
André Gomide Vasconcelos – 2014.
xv, 178 f.: il.(color.)

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Instituto de Geociências, 2014.

Área de Concentração: Geologia Regional.

Orientadora: Karin Elise Bohns Meyer.

Co-orientador: Marcos Santos Campello.

Bibliografia: f. 90-99.

Inclui anexos.

1. Carste – Lagoa Santa (MG) – Teses. 2. Tafonomia – Teses. 3.
Prudente de Morais (MG) – Teses. I. Meyer, Karin Elise Bohns. II.
Campello, Marcos Santos. III. Universidade Federal de Minas Gerais,
Instituto de Geociências. IV. Título.

CDU: 551.435.8



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA



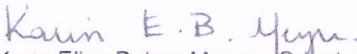
FOLHA DE APROVAÇÃO

MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DA CAVIDADE ES-08, MUNICÍPIO DE PRUDENTE DE MORAIS, MINAS GERAIS: ANÁLISE TAFONÔMICA E TAXONÔMICA

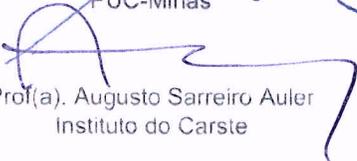
ANDRE GOMIDE VASCONCELOS

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOLOGIA, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOLOGIA, área de concentração GEOLOGIA REGIONAL.

Aprovada em 11 de junho de 2014, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Karin Elise Bohns Meyer - Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof(a). Cástor Cartelle Guerra
PUC-Minas


Prof(a). Augusto Sarreiro Auler
Instituto do Carste

Belo Horizonte, 12 de junho de 2014.

*Aos amigos que fizeram
deste trabalho possível*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado e a mineradora Sandra que acreditou e financiou o projeto de pesquisa. Ao SISBIO pela concessão da autorização de coleta do material.

À Profa. Karin Meyer, agradeço por ter me dado todo o suporte necessário para o desenvolvimento deste trabalho, além de toda confiança depositada em mim.

Ao prof. Marcos Campello pela apresentação da área de estudo e oportunidade de desenvolver o trabalho via projeto FUNDEP.

Ao Programa de Pós-graduação em Geologia do Instituto de Geociências da UFMG, aos professores que nele atuam, em especial a Profa. Lúcia Fantinel, pela ajuda ainda na fase de ingresso ao Mestrado e ao Prof. Alexandre Uhlein, que muito me auxiliou com questões relacionadas aos processos de sedimentação. À secretária Lílian, agradeço por toda a atenção dada às minhas solicitações e o suporte dado durante os imprevistos.

Agradeço aos professores Jonathas Bittencout e Fernando Laureano, que participaram da banca de qualificação desta dissertação e muito contribuíram com sugestões. E também pela sempre boa disposição do Prof. Jonathas em ajudar em tudo que precisei.

Ao Prof. Cartelle Guerra e Augusto Auler, agradeço pelo aceite em participar da Banca Examinadora desta dissertação.

Ao proprietário e aos funcionários da Fazenda Escrivantina, Senhores: Benjamin, Jamiro e Renildo por toda hospitalidade, simpatia e apoio dado durante o trabalho de campo, o que facilitou muito o trabalho!

Ao Prof. Cartelle e à Cacau, agradeço pelo livre acesso às coleções de Mastozoologia e de Paleontologia do Museu de Ciências Naturais PUC-Minas. As estagiárias Bárbara Mercês e Débora da Silva pelo auxílio durante a identificação do material.

A Augusto Auler pela sempre disponibilidade e cordialidade em tirar minhas dúvidas, envio de bibliografia e a ida ao campo.

Grande parte do desenvolvimento deste trabalho apenas foi possível de ser realizada devido à valiosa ajuda de meus amigos, que doaram seu tempo no auxílio em campo, debaixo de chuva, carregando amostras e na árdua tarefa de identificar o material, além da busca e envio das preciosas referências bibliográficas.

As amigas Makênia e Gabriela, sou muito grato pelo auxílio em campo e em laboratório, essenciais na fase inicial da escavação. Aos colegas do Programa de Pós-graduação em Geologia,

agradeço também pela amizade e didática nas dúvidas que tiraram relacionadas à Geologia, principalmente à Gabriel Uhlein.

A Eduardo Haddad, Fábio Bondezan, Eduardo Azevedo (Ralf), Izaltino Morais e os estagiários Letícia Mara e Moises pela companhia e indicação das cavernas com possível potencial fossilífero durante a etapa de seleção das cavernas para o estudo e da troca de experiências durante os campos.

Às aulas de espeleologia que tive com Maurício Cravo e Marco Antônio Cardoso ao longo das escavações.

Ao Marco Antônio Cardoso, Éder Nestor, e Luiz Felipe Cardoso pelos criteriosos croquis (cortes e perfil) que fizeram da caverna de estudo.

Aos amigos Bruno Kraemer, Maurício Cravo, Jonathas Bittencourt, Luciano Vilaboim, Leandro Marques, Fábio Ribeiro, Evandro Abdo, Rubens Pyló e a Patrícia pelas preciosas ajudas em campo, em especial a Iago Penido, que me acompanhou na maioria das vezes e nas mais penosas.

Agradeço por toda a atenção dada pelos Prof. Cartelle e Kraemer e a essencial ajuda de Luciano Vilaboim na identificação do material coletado. Meu muito obrigado!

Ao Alex Hubbe pela ajuda desde o início, com sugestões, envio de material e prontamente sempre disposto em ajudar no que precisei. Também agradeço Mark Hubbe pela ajuda de tabela, via Alex, que me deu.

Masami Oshiro, Rubens Pyló e ao meu pai, pela confecção e adaptação de variadas ferramentas utilizadas ao longo do processo de escavação.

Ao Instituto do Carste e ao Centro de Pesquisas Geocronológicas (LIE-CPGEO) do Instituto de Geociências (USP) pelo auxílio com os tramites para a realização das datações.

À Deise Henriques, Prof. Patrick Boylan, Profa. Lilian Bergqvist, Prof. Leonardo Morato, Ednair Nascimento e Leonardo Lôbo e à Alina pela busca e envio de referências.

A Profa Márcia Magela e a Flávio Lorente pelo auxílio no transporte do equipamento utilizado em laboratório. À André Profeta pela confecção do mapa geológico.

Aos funcionários do IGC/CPMTC: Cristina, Marcelo, Venseslau, Paulo Lima Cléber e Vanilda, sempre tão dispostos em ajudar no que era necessário

O meu maior agradecimento vai para meus pais, Silésia e Valter, à Gê, à minha irmã Alina e à minha melhor companhia, Patrícia, pelo amor incondicional, por todo o apoio dado desde o início e principalmente na fase final, e por toda a paciência que tiveram comigo ao longo desses longos meses.

RESUMO

Dentre a fauna de vertebrados fósseis, o grupo de mamíferos é o melhor representado no registro fóssil do Quaternário e por apresentar uma grande similaridade com a fauna atual, possibilita a realização de estudos taxonômicos, de relações ecológicas, reconstituição climática, dentre outros, com maior precisão. Do ponto de vista tafonômico, os fósseis de vertebrados podem ser utilizados como ferramenta para reconstruir os processos ocorridos com seus restos desde a morte até o soterramento final, através das assinaturas macroscópicas neles impressas. A análise do depósito da cavidade ES-08, localizada no maciço Escrivânia, Prudente de Moraes, MG, foi conduzida de forma a compreender os mecanismos de transporte e sedimentação atuantes para a formação do depósito sedimentar que consiste de um solo carbonatado suspenso (paleopiso) com fósseis; a identificar taxonomicamente os restos de vertebrados coletados; a relacionar as alterações tafonômicas com seus agentes causadores e a propor um método de coleta tafonômica para restos fósseis dispostos solos carbonatados preservados em cavernas. O estudo tafonômico dos fósseis mostrou que a formação do depósito em momento anterior a cimentação por carbonatos se deu através de enxurradas que carrearam aportes de lama e ossos por fluxos gravitacional e/ou trativo e que eventos posteriores, de novas enxurradas poderiam ter retrabalhado o material. A falta de padrão da distribuição e direção dos bioclastos, o alto grau de fragmentação, abrasão, a significativa mistura de diferentes peças esqueléticas, a ausência de peças esqueléticas articuladas e de seleção hidráulica das peças, bem como a mistura dos grupos de Voorhies, corroboram este modelo deposicional. A análise taxonômica do material foi feita em 40 ossos dos 191 recuperados, tendo identificados os seguintes táxons: Família Mylodontidae Gill, 1872, *Dasypus novemcinctus* (Lineaus, 1758), Ordem Lagomorpha Brandt 1885, *Eira barbara* Linnaeus 1758, *Speothos* sp., *Cuniculus major* Lund, 1837 e *Tayassu pecari* (Link, 1795).

Palavras-chave: carste de Lagoa Santa, maciço Escrivânia, tafonomia *in situ*, tafonomia *ex situ*.

ABSTRACT

The mammals are best represented in the Quaternary fossil record among vertebrates. Due to its close similarity with extant faunas, the discovery of fossil mammals allows accurate studies on taxonomy, ecological relationships and climate reconstructions. In addition, macroscopic signatures printed on the bones may help to infer the taphonomic history of the organic remains from death to burial. This work aims at analyzing the cave ES-08, located in the outcrop Escrivânia, Prudente de Morais Municipality, Minas Gerais, searching: 1) to understand by which mechanisms the sedimentary deposit within it (a fossiliferous suspended carbonated soil) was formed; 2) to identify the mammal taxa in its fossil content; 3) to assess the taphonomic alteration and their causative agents and 4) to propose a method for taphonomic analysis of fossil remains in carbonated soils preserved in caves. The results showed that the deposit formation has occurred prior to carbonates cementation, probably conducted by flood currents that carried mud and bones by gravity and/or tractive flow. Subsequent floods could have reworked the material. This depositional model was corroborated by other observations, such as the lack of preferential distribution or direction of the bioclasts; the high degree of fragmentation, abrasion and significant mixing of the different skeletal parts; the absence of articulated skeletal parts and the mixing of taphonomic Voorhies groups. Taxonomic analysis of the material was made in 40 of the 191 recovered bones. The following taxa have been identified: *Mylodontidae* Gill, 1872; *Dasypus novemcinctus* (Lineaus, 1758); *Lagomorpha* Brandt 1885; *Eira barbara* Linnaeus 1758; *Speothos* sp.; *Cuniculus major* Lund, 1837 and *Tayassu pecari* (Link, 1795).

Key words: Lagoa Santa karst, Escrivânia outcrop, *in situ* taphonomy, *ex situ* taphonomy.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
CAPÍTULO I	17
1.1. INTRODUÇÃO	17
1.2. OBJETIVO.....	20
1.2.1. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II	21
2.1. Principais feições observadas em fósseis coletados em cavernas	21
2.2. Histórico de pesquisas tafonômicas em depósitos fossilíferos do Quaternário no Brasil em cavernas	27
2.2.1. Pesquisas tafonômicas em cavernas na região do Carste de Lagoa Santa entre as décadas de 1930 e 1960	29
2.2.2. Pesquisas tafonômicas em cavernas nos Estados de São Paulo e Bahia entre as décadas de 1970 e 1990	31
2.2.3. Pesquisas tafonômicas em cavernas nos Estados do Rio Grande do Norte, Sergipe e Goiás entre a partir da década de 1980	34
2.2.4. Tafonomia em cavernas brasileiras a partir dos anos 2000	35
CAPÍTULO III	41
3.1. ÁREA DE ESTUDO	41
3.1.1. Localização e acesso	41
3.2. Aspectos físicos – clima e vegetação.....	42
CAPÍTULO IV	45
4.1. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	45
4.1.1. Cráton São Francisco	45
4.1.2. Bacia São Francisco.....	46
4.1.3. Grupo Bambuí.....	46

4.1.4. Características geológicas do grupo Bambuí na área dos maciços Limeira, Escrivânia e Ingleses.....	49
4.2. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO.....	51
4.2.1. O Carste	52
4.2.2. Sedimentação e fossilização em cavernas	54
4.3. Processos de fossilização em cavernas	61
4.4. Material recente e fóssil	65
4.5. Geomorfologia regional	68
4.6. Geomorfologia local	70
CAPÍTULO V	76
5. MATERIAL E MÉTODOS	76
5.1. Prospecção espeleológica e seleção da cavidade.....	76
5.2. Coleta controlada do solo carbonatado.....	76
5.2.1. Identificação do material	80
5.3. Preparação em laboratório	80
5.3.1. Preparação do sedimento	80
5.3.2. Preparação do paleopiso	81
5.4. Identificação taxonômica.....	82
5.5. Identificação das macrofeições tafonômicas	83
CAPÍTULO VI	86
6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO MANUSCRITO.....	86
6.1. Análise do manuscrito	86
CAPÍTULO VII	88
7. CONCLUSÕES.....	88
CAPÍTULO VIII	90
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXO 1. Diagramas de porcentagem obtidos a partir da análise das macrofeições tafonômicas observadas nos bioclastos coletados na cavidade ES-08.....	100

ANEXO 2. Manuscrito: Vasconcelos, A. G.; Meyer, K. E. B.; Campello, M. S. Mamíferos quaternários da cavidade ES-08, município de Prudente de Morais, Minas Gerais: análise taxonômica e tafonômica. Submetido para publicação na Revista Brasileira de Paleontologia.	107
ANEXO 3. Licença de coleta concedida pelo SISBIO.....	176

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Os números indicam a sequência de desarticulação de um esqueleto de bovívdeo (Adaptado de Hill, 1979).25
- Figura 2.** Tipo de seção transversal das incisões atribuídas a ações antrópicas. Adaptado de Barros *et al.* (1984).32
- Figura 3.** Marcas produzidas por: **A.** ação animal (morder e roer); **B.** ação humana (desmembramento); **C.** ação humana (descarnamento). Adaptado de Barros *et al.* (1984).32
- Figura 4.** Mapa das áreas onde foram desenvolvidos trabalhos tafonômicos em cavernas. 1. Gruta do Urso Fóssil (CE); 2. Lajedo da Escada (RN); 3. Sumidouro do Sansão (PI); 4. Grutas Toca da Boa Vista, Toca dos Ossos, Toca das Onças e Gruta do Túnel (BA); 5. Gruta Simão Dias (SE); 6. Região da Serra da Mesa (GO) – Grutas da Igrejinha, Carneiro e Nossa Senhora Aparecida; 7. Região da Serra da Bodoquena (MS) - Grutas Nossa Senhora Aparecida, Japonês e Nascente Formoso; 8. Lapa Nova, Vazante (MG), 9. Região cárstica de Lagoa Santa (MG) - Gruta Cuvieri, Lapas Nova, do Sumidouro, Mortuária, de Confins e do Borges, Maciços Boleiras, do Caetano, Cerca Grande, Abrigo nº 5 Cerca Grande, Escrivânia (presente trabalho), Lagoa Funda, Gruta Bauzinho dos ossos; 10. Vale do Ribeira (SP) - Abismos Iguatemi, Ponta de Flecha e do Fóssil; 11. Gruta Clarabela (PR). Adaptado de <http://www.designinterativo.etc.br/design/mapa-do-brasil-vetorizado> e SBE - http://www.sbe.com.br/cnc_consulta.asp.....39
- Figura 5.** Localização da área de estudo e acesso a partir de Belo Horizonte:1. Maciço Limeira, 2. Maciço Escrivânia e 3. Maciço Ingleses (Adaptado de Berbert-Born, 2002).41
- Figura 6.** Sede da Fazenda Escrivânia. Ao fundo: à esquerda, o maciço do Limeira encoberto por vegetação e, à extrema direita, parte do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.42
- Figura 7.** Aspecto geral da vegetação da área de estudo: na parte central, pode ser visto o preparo da terra para o plantio, e, em seu entorno, plantação de gramíneas para pastagem. Notam-se ainda áreas de mata nativa que encobrem os afloramentos calcários (ao fundo e a direita da foto). À direita, é possível notar uma dolina parcialmente preenchida por água. Foto: André Vasconcelos..43

Figura 8. Área utilizada como pastagem para gado localizada na borda Noroeste do maciço do Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.	43
Figura 9. Vegetação primária ocupando a borda e topo do maciço do Limeira. Foto: André Vasconcelos.	44
Figura 10. Localização do Grupo Bambuí sobre o Cráton São Francisco. A área de estudo está indicada pelo triângulo vermelho (Adaptado de Egydio-Silva <i>et al.</i> , 2011).	47
Figura 11. Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí (Adaptado de Sanches <i>et al.</i> 2007; Cruz, 2012).	48
Figura 12. Mapa geológico da área de estudo, onde é indicada a localização da cavidade ES-08.	49
Figura 13. Vista geral de um paredão calcário de coloração acinzentada, mostrando os lapiás de junta que se desenvolvem horizontalmente, no mesmo sentido das camadas. Foto: André Vasconcelos.	50
Figura 14. Acamamento transposto de espessura centimétrica do calcário dos maciços Limeira, Escrivânia e Ingleses. Foto: Eduardo Haddad.	50
Figura 15. Campo de lapiás localizado no maciço do Limeira, feição típica da paisagem cárstica. Foto: André Vasconcelos.	50
Figura 16. A solubilidade do calcário da região, através da ação da água, proporciona o desenvolvimento de lapiás reentrantes, condicionados pelo acamamento e de uma caverna (ES-01) na base do paredão calcário situado na porção Noroeste do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.	51
Figura 17. Feições mais comuns observadas na paisagem cárstica: (1) sumidouro, (2) dolinas, (3) cavidades subterrâneas, (4) conduto freático (Adaptado de Karmann, 2009).	52
Figura 18. Paredão calcário, típica feição exocárstica, localizado na porção Noroeste do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.	54
Figura 19. Pequena caverna (ES-10) inserida no maciço Escrivânia, exemplo de feição endocárstica. Foto: André Vasconcelos.	54
Figura 20. Modelos de possíveis tipos de depósitos cavernícolas: 1. Sedimento de piso (argila, areia, blocos, conchas, ossos, etc.); 2. Sedimento mais recente; 3a e 3b. Depósitos químicos, respectivamente paleopiso e escorrimentos; 4 (a, b, c). Brechas fossilíferas de origem comum depositados em locais distintos; 5. Restos recentes de vertebrados; 6. Conchas de gastrópodes terrestres atuais, cimentadas em brecha e incrustadas por calcita; 7. Blocos desmoronados; 8. Brecha sedimentar (Adaptado de Lino & Allievi, 1980).	56

Figura 21. Tipo de espeleotemas observados em cavidades subterrâneas. (1) paleopiso, (2) helectites, (3) coralóides, (4) escorrimento, (5) estalactite, (6) estalagmite, (7) estalactite tipo canudo, (8) estalagmite tipo vela, (9) coluna, (10) cortina, (11) represa de travertino (Adaptado de Karmann, 2009).	60
Figura 22. Hipóteses de entrada de animais (ou de seus restos) no interior das cavidades: (1) carregados por predadores (ex. corujas); (2) a procura de abrigo (ex. morcegos); (3a) levados por correntezas de água – somente os restos esqueléticos (3b) levados por correntezas de água – como carcaças; (4) a procura de água ou sal; (5) queda através de fendas verticais (Adaptado de Lund, 1836; 1837a; 1837b).	61
Figura 23. Fósseis coletados em cavernas carbonáticas: exemplos de fossilização por incrustação de calcita sobre os ossos, 1) Restos de quirópteros e 2) vértebra de preguiça terrícola - <i>Nothrotherium maquinense</i> (Lund) Lydekker, 1889. Sendo: 2a) incrustada por calcita e 2b) sem incrustação. Material depositado no MCN-PUCMinas Laboratório de Paleontologia. Escala 5cm. Fotos: André Vasconcelos.	63
Figura 24. Diferentes estágios de desgaste por rolamento em metapodiais: (A) e astrágalos (B) de <i>Xenorhinotherium bahiensis</i> (Lessa & Cartelle, 1988). Acervo MCN-PUCMinas, Laboratório de Paleontologia. Escala 5cm. Fotos: André Vasconcelos.	66
Figura 25. Metapodial de bovídeo (gênero <i>Bos</i> Linnaeus, 1758) com alteração na coloração devido à incorporação de minerais, acervo Setor de Educação MCN-PUCMinas. Tamanho do osso: 22,5cm. Foto: André Vasconcelos.	67
Figura 26. Perfil topográfico, geomorfológico e geológico da região de Lagoa Santa. (1) Serra dos Ferradores; (2) Lagoa do Sumidouro (3) Rio das Velhas, de acordo com Kohler (1994). O autor incluiu a Formação Vespasiano no Grupo Bambuí.	68
Figura 27. Vista geral de paredão calcário localizado na porção Leste do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.	69
Figura 28. Localização de macroformas do relevo cárstico presentes na área de estudo (Adaptado de CPRM, 1994).	69
Figura 29. Localização das cavidades inseridas no maciço do Escrivânia. Os triângulos indicam (Adaptado de Google Earth, 2014).	70
Figuras 30 e 31. Vista geral do vale cego localizado na porção Noroeste do maciço do Escrivânia na época seca, sendo que a primeira foi tirada no período seco e a segunda após as chuvas. Fotos: André Vasconcelos e Evandro Abdo.	71

Figura 32. Vista geral do vale cego localizado na porção Noroeste do maciço do Escrivânia no período chuvoso. Pode ser visto o acúmulo de água pluvial por toda a extensão do vale. Foto: André Vasconcelos.	71
Figura 33 e 34. Sumidouro efêmero localizado na porção Noroeste do maciço do Escrivânia, onde na época das chuvas é preenchido por água (atingindo cerca de 3m de profundidade), ilustrado na figura 24. Fotos: André Vasconcelos.	72
Figura 35 e 36. Dolina localizada na base do paredão do maciço do Limeira. A foto da figura 35 foi tirada na época seca e a foto da figura 36 na época chuvosa. Fotos: André Vasconcelos.	72
Figura 37. Vista panorâmica da porção Nordeste da área. Sendo (a) maciço do Escrivânia (b) maciços dos Ingleses e (c) maciço do Limeira. Nota-se que a base do maciço do Escrivânia se encontra em uma cota altimétrica mais baixa que os demais maciços. As setas vermelhas indicam o fluxo atual das águas pluviais, que têm como área de depósito o Maciço Escrivânia. A seta branca indica a localização da estrada elevada. Foto: André Vasconcelos.....	73
Figura 38. Vista do Maciço Limeira (B) e do Maciço Escrivânia (A). Destaque para a dolina preenchida por água pluvial. A foto da figura 25 foi tirada do ponto indicado pela seta vermelha. Foto: André Vasconcelos.	73
Figura 39. Vista geral da área de estudo, onde (1) mostra a vista parcial do maciço do Limeira (2) vista do maciço do Escrivânia e (3) Maciço dos Ingleses. Foto: André Vasconcelos.	74
Figuras 40, 41 e 42. Marcas presentes nas paredes do calcário, apontadas pelas setas vermelhas, indicando períodos de inundação ocorreram na área no passado. Fotos: André Vasconcelos.	75
Figura 43. Vista geral do paleopiso fossilífero com indicação das paredes e conduto, e dos pontos de referência utilizados para a demarcação dos blocos (N=Norte; E=Leste; H=altura). Foto: André Vasconcelos	78
Figura 44. Marcação do ponto-controle <i>in situ</i> , as setas indicam as distâncias a serem medidas (N: Norte, E: Leste H: altura) e as estrelas os pontos de referência, o bloco colorido em preto representa a porção a ser retirada do paleopiso, o ponto vermelho no bloco é o ponto de controle e os pontos brancos os bioclastos.	78
Figura 45. Etapas da retirada e preparação do bloco para transporte. (A) delimitação da parcela do paleopiso a ser retirada; (B) bloco retirado, com aproximadamente 40 cm de comprimento; e (C) bloco preparado e identificado para transporte. Fotos: André Vasconcelos.	79
Figura 46. 1. Blocos demarcados para retirada do paleopiso, as setas demarcadas sobre o bloco, indicam a direção Norte. 2. Bloco identificado para retirada (A: legenda de identificação, B: bioclastos e C: ponto controle. Fotos: André Vasconcelos.....	79

Figura 47. Procedimento para marcar a posição do bioclasto em relação ao ponto controle, anotação da direção azimutal e a distância e representação gráfica do bloco retirado do paleopiso, onde o ponto vermelho representa o ponto de controle e os pontos brancos os bioclastos. 82

Figura 48. Tipos de fraturas. (A) em degraus ou colunar, (B) serrilhado, (C) em forma de “Y”, (D) descamação ou lascada, e perpendicular (E) lisa ou (F) irregular, (G) perfurada, (H) em espiral, (I) longitudinal, (J) compressão (Adaptado de Beisaw (2013); Marshall (1989)). 85

Figura 49. Tipo de fragmentação: 1. (A) longitudinal ou (B) perpendicular ao maior eixo. 2. Exemplos de porções preservadas em ossos longos. Porções: (1) distal (2) proximal e (3) medial. . 85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estágios de intemperismo sofrido pelos restos esqueléticos (Adaptado de Behrensmeyer, 1978).	24
Tabela 2. Potencial de dispersão dos ossos por transporte hidráulico (Adaptado de Voorhies, 1969).	26
Tabela 3. Material datado por ¹⁴ C AMS coletado no Abismo do Fóssil (SP).....	31
Tabela 4. Principais tipos de depósitos cavernícolas segundo Laureano, 1998.....	55
Tabela 5. Tipo de sedimentos cavernícolas. Adaptado de Gillieson (1996) e Ford e Williams (1989).....	57
Tabela 6. Mecanismos de transporte e principais tipos de partículas sedimentares em cavernas, segundo Laureano (1998).....	58
Tabela 7. Tabela utilizada para anotação das informações referentes a retirada dos blocos.	80
Tabela 8. Tabela utilizada durante a retirada dos bioclastos em laboratório, onde foram anotadas as informações referentes a localização dos bioclastos a partir do ponto-controle.	81
Tabela 9. Observações em relação a características biológicas e a alterações causadas por agentes biológicos: 1) ontogenia: jovem, adulto, senil; 2) patologia: cicatriz, calo ósseo; 3) ações de predadores/carniceiros: marcas de dentes, desgastes nas epífises; 4) ação de roedores: marcas de dentes; 5) alterações causadas durante a coleta ou preparação do material: fraturas recentes, cortes perfurações.	84
Tabela 10. Alterações físico-químicas (pré e pós-soterramento): 1) Tipo de preenchimento dos poros; 2) Tipo de preenchimento do canal medular; 3) Grau de fragmentação; 4) Características da fratura; 5) Tipo de fratura; 6) Tipo de fragmentação; 7) Porção preservada; 8) Abrasão; 9) Sinais intempéricos; 11) Esmagamento.	84

1.1. INTRODUÇÃO

Dentre a fauna de vertebrados fósseis, o grupo de mamíferos é o melhor representado no registro fóssil do Quaternário e, por apresentar uma grande similaridade com a fauna atual, possibilita a realização de estudos taxonômicos, de relações ecológicas, reconstituição climática, dentre outros, com maior precisão (Cartelle & Hartwing, 1996; Kellner & Campos, 1999; Piló, 1998; Bergqvist & Almeida, 2004; Kraemer, 2005; Hubbe, 2008; Suguio, 2012).

No Brasil, diversos depósitos quaternários destacam-se pela quantidade, e, às vezes, pela qualidade do material fóssil ali preservado (Kellner & Campos, 1999). Dentre essas concentrações fossilíferas, destacam-se os depósitos fluviais na região Norte (ex. Paula Couto, 1979; Cartelle, 1994; Ximenes, 2003; Nascimento *et al.*, 2005; Holanda, 2007; Nascimento, 2008; Araújo Júnior *et al.*, 2012), as planícies costeiras, especialmente a do Rio Grande do Sul (ex. Cartelle, 1994; Buchmann, 2002; Rodrigues *et al.*, 2003; Lopes & Buchmann 2004), as cacimbas, paleolagoas e lagoas intermitentes da região Nordeste (ex. Brito, 1979; Paula Couto, 1979; Cartelle, 1994; Dantas & Tasso, 2007; Riff *et al.*, 2008; Ximenes, 2009; Araújo Júnior *et al.*, 2013) e as cavidades naturais inseridas principalmente em rochas carbonáticas, com registros para todas regiões do Brasil (ex. Lund, 1836; Paula Couto, 1952; Brito, 1979; Paula Couto, 1979; Cartelle, 1992; 1994; Kellner & Campos, 1999; Porpino *et al.* 2004; Sedor *et al.*, 2004; Salles *et al.*, 2006; Sedor & Silva, 2006; Hubbe, 2008; Ribeiro & Carvalho, 2008; Vasconcelos *et al.*, 2008; Dantas, 2009; Cartelle 2012; Missagia *et al.*, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012; Hsiou *et al.*, 2013).

Segundo Bergqvist e Almeida (2003), é nas cavernas que ocorre o maior número de achados fósseis de mamíferos no Brasil. Isso se deve a características peculiares que normalmente estão relacionadas ao ambiente cavernícola, tais como, ausência de predadores, carniceiros e necrófagos, temperatura e umidade constantes e ausência de incidência de luz solar. Estes fatores podem proporcionar uma melhor preservação de restos de animais, que por ventura, adentram a cavidade, à procura de abrigo e/ou por queda acidental (quando mortos por transporte hidráulico, gravitacional ou ainda carregados por predadores) (Lund, 1836; 1837a;1837b; Simms, 1994; Suguio, 2012).

O material coletado nas cavernas possibilita uma variedade de estudos dos meios físico e biológico. Tais estudos, quando realizados de maneira conjunta, geram importantes dados que vão além do próprio ambiente subterrâneo e fornecem também informações a respeito do ambiente

circundante das cavidades do presente e do passado (ex. Brain, 1981; Andrews, 1990; Cartelle & Hartwing, 1996; Gillieson, 1996; Harmon *et al.*, 2007).

A coleta dos fósseis, analisando o contexto geológico onde estão inseridos, caracterizando as fácies e ambientes de sedimentação, somadas a observação de feições físicas nos próprios restos, auxilia a entender os processos ocorridos com os restos desde sua morte até o sepultamento, tais observações consistem nos estudos tafonômicos (Efremov, 1940; Behrensmeyer & Kidwell, 1985; Holz, 1998; Holz & Simões, 2002).

Neste contexto, os fósseis de vertebrados podem ser utilizados como ferramenta para reconstruir os processos ocorridos com seus restos desde a morte até o soterramento final, através das assinaturas tafonômicas neles impressas. Tais assinaturas podem ser produzidas de duas formas: **1.** pelo transporte dos bioclastos, podendo causar desarticulação, abrasão e fraturas ou **2.** pela ação biogênica em que são caracterizadas pelas marcas causadas por raízes, por dentes de animais e perfurações de invertebrados. Estas características podem auxiliar na identificação de hábitos de vida do animal, causa da morte até os processos envolvidos em sua fossilização (Hill, 1988; Lyman, 1994; Andrews, 1990; Holz & Simões, 2002).

A grande parte dos estudos envolvendo os fósseis coletados em cavernas dá ênfase a trabalhos taxonômicos (ex. Winge, 1906; Ameghino, 1907; Krone, 1909; Lund, 1841; Paula Couto, 1979; Cartelle, 1992; Vasconcelos *et al.* 2008; Vilaboim *et al.*, 2008) e outros trabalhos se restringem a análises tafonômicas *ex situ* do material em que não há estudos do depósito ou descrições detalhadas dos procedimentos adotados durante a coleta (ex. Castro & Langer, 2008; Donato *et al.*, 2008; Perini *et al.*, 2008; Hubbe *et al.*, 2011a).

Mas muitas vezes, tais estudos não são realizados de maneira completa devido à dificuldade de acesso e de preservação dos depósitos, ou pelo fato da coleta ter sido realizada por terceiros, sem o cuidado de realizar anotações acerca do depósito (ex. Winge, 1906; Castro & Langer, 2008; Vasconcelos *et al.*, 2008; Vilaboim *et al.*, 2008; Langer *et al.*, 2013).

Assim, estudos que adotam o método de coleta tafonômica envolvendo restos atuais e paleontológicos de vertebrados coletados em cavidades naturais no Brasil são escassos, quando comparados com os estudos taxonômicos (ex. Lund, 1836; Barros *et al.*, 1984; Almeida, 2000; Castro, 2005; Dantas, 2008; Hubbe, 2008; Hubbe & Auler, 2012; Ferreira *et al.*, 2012).

No contexto de estudos de fósseis coletados em cavidades outro aspecto que chama a atenção é a falta de utilização de métodos de datação, o que acarreta interpretações incompletas acerca dos paleoambientes, das extinções e amplitude estratigráfica dos fósseis (Piló, 1998; Piló *et al.*, 2004; Auler *et al.*, 2006; Hubbe, 2008; Hubbe & Auler, 2012).

Datações absolutas dos fósseis em cavidades naturais podem ser realizadas sob duas formas: datação direta dos ossos, contendo colágeno por meio do método ^{14}C ou das camadas sedimentares imediatamente relacionadas aos restos, como, por exemplo, nas datações pelos métodos C^{14} e séries de Urânio (ex. Gillieson, 1996; Piló, 1998; Piló & Neves, 2003; Auler *et al.*, 2006; Piló *et al.*, 2004; Hubbe *et al.*, 2011a; 2011b).

A carência de estudos envolvendo idades absolutas dos fósseis coletados em cavernas pode estar relacionada ao fato de não haver material adequado para datação, tais como, a presença de colágeno nos ossos, e/ou sedimentos com as características necessárias para se obter uma idade segura e o fato de que grande parte dos depósitos químicos estão contaminados.

De maneira resumida, as questões acima descritas, nortearam o desenvolvimento da pesquisa aqui apresentada.

A área de estudo está localizada na região cárstica de Lagoa Santa, região mundialmente conhecida pelos achados importantes nos campos da arqueologia e paleontologia desde meados do século XIX devido aos trabalhos pioneiros realizados pelo naturalista Peter Lund (ex. Lund, 1836; Paula Couto, 1979; Cartelle, 1994; 2002; Neves & Piló, 2008; Holten & Sterll, 2011; Cartelle, 2012).

Para a escolha da cavidade a ser estudada de modo detalhado, foi realizado um levantamento do potencial paleontológico das cavidades naturais (abismos, abrigos e cavernas) inseridas nos maciços calcários Limeira, Escrivânia e Ingleses, localizados no município de Prudente de Moraes e a Noroeste da APA Carste de Lagoa Santa. O levantamento se baseou nos métodos propostos pelos documentos Instrução Normativa nº2 (IN-02) e no Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental para Atividades Minerárias em Áreas Cársticas no Estado de Minas Gerais da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), de Minas Gerais (Minas Gerais, 2005; Brasil, 2009), tendo sido norteadas pelas informações geomorfológicas/espeleológicas do Projeto de Extensão intitulado Valoração das Cavidades Naturais, financiado pela Mineração Sandra S.A.

A cavidade escolhida para estudo se encontra na borda Noroeste do maciço Escrivânia e foi selecionada por apresentar um considerável aporte sedimentar, restos neontológicos e paleontológicos no seu interior e foi estudada no âmbito do Projeto Levantamento Paleontológico das Cavidades Naturais, financiado pela Mineração Sandra S.A.

Na cavidade ES-08, foram realizados estudos tafonômicos do depósito sedimentar recente e do solo carbonatado suspenso (paleopiso), ambos apresentando restos de vertebrados, sendo que estes depósitos foram descritos de forma detalhada e escavados, com controle tafonômico.

1.2. OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho foi o de realizar uma coleta e análise tafonômica em restos de vertebrados procedentes da cavidade ES-08 inserida no maciço calcário do Escrivânia.

1.2.1. Objetivos específicos

- Identificar os mecanismos de transporte e sedimentação atuantes para a formação do depósito sedimentar que consiste de um paleopiso com fósseis;
- Identificar taxonomicamente os restos de vertebrados coletados;
- Propor um método de coleta tafonômica para restos fósseis dispostos em solo carbonatado (paleopiso).

Os estudos tafonômicos permitem 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; Holz & Simões, 2002; Bissaro Júnior, 2008). Em se tratando de paleovertebrados, inúmeros trabalhos contribuíram na formulação de parâmetros para compreender de maneira mais completa os critérios a serem adotados para o reconhecimento das alterações impressas nos restos dos organismos e a associação delas ao seu agente causador (ex. Voorhies, 1969; Hill, 1979; Brain, 1988; Behrensmeyer & Kidwell, 1985; Andrews, 1990; Lyman, 1994).

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

Em se tratando de análises tafonômicas em cavernas brasileiras, Lund foi quem primeiro realizou observações acerca do estado de preservação dos fósseis, contextualizando os restos e seu estado com os depósitos e com os agentes que contribuíram para as modificações preservadas nestes fósseis (Lund, 1836; 1837a; 1837b).

Trabalhos realizados por pesquisadores que sucederam Lund, ainda que não tivessem um enfoque tafonômico, no entanto, contribuíram de forma significativa para uma visão geral acerca das características dos depósitos fossilíferos em cavernas brasileiras, principalmente em cavidades da Região de Lagoa Santa (MG) (ex. Walter, 1940; Paula Couto, 1958; Souza Cunha, 1960).

Em linhas gerais partir dos anos 2000, pesquisas envolvendo descrições e aplicações de conceitos tafonômicos passaram a ser realizadas em cavernas com maior frequência. Como resultado, houve um aumento do detalhamento das características dos depósitos e das alterações sofridas pelos fósseis (ex. Almeida, 2000, Perônico & Araújo, 2002; Piló *et al.*, 2004; Auler *et al.*, 2006; Hubbe, 2008; Mayer, 2011; Hubbe & Auler, 2012; Hubbe *et al.*, 2011b).

2.1. Principais feições observadas em fósseis coletados em cavernas

A pesquisa tafonômica exerce uma importante função para análises de eventos paleoambientais. O estudo das alterações observadas nos fósseis foi introduzido em 1940 por Efremov e foi definido como Tafonomia. O pesquisador definiu o termo tafonomia como sendo o

estudo das leis que atuam na passagem de restos orgânicos da biosfera para a litosfera; do grego *tafos*: sepultamento e *nomus*: leis (Efremov, 1940; Behrensmeyer, 1984; Lyman, 1994). Assim, é por meio dos estudos tafonômicos que são interpretados os possíveis eventos ocorridos para a formação de um depósito fossilífero, que pode ter sofrido influências de agentes biológicos e físicos (Efremov, 1940; Behrensmeyer, 1984; Holz & Simões, 2002). Atualmente, um dos conceitos de tafonomia mais difundidos é de Behrensmeyer e Kidwell (1985), que diz que a tafonomia é a ciência que estuda as etapas de preservação dos restos orgânicos nos sedimentos e como esses processos podem afetar as informações deixadas no registro fossilífero (Holz & Simões, 2002; Simões *et al.*, 2010).

Muitas vezes, a partir das assinaturas tafonômicas observadas nos ossos, é possível reconstruir os processos que atuaram sobre eles, e, de maneira geral, esses processos, que ocorrem ao longo de um tempo muito desigual, podem ser divididos em duas etapas, a **bioestratinomia** e a **fossildiagênese**. A partir dos estudos dos processos bioestratinômicos são descritos os mecanismos pelos quais os bioclastos passaram até a sua incorporação no sedimento, onde são incluídas análises acerca da morte, necrólise, desarticulação e transporte do bioclasto. Já a fossildiagênese trata dos mecanismos de fossilização, desde o sepultamento até a coleta dos restos fósseis (Mendes, 1988; Holz & Simões, 2002). Os objetivos de realizar um estudo tafonômico podem ter diferentes finalidades tais como, a reconstrução da comunidade faunística original, a natureza do ambiente que a comunidade viveu, o processo de sucessão faunística, a determinação relativa das idades das diferentes comunidades, ou ainda reconhecer os processos atuantes para sua formação (Brain, 1981; Behrensmeyer, 1984).

Segundo Lyman (1994) reconstruir a história tafonômica não é uma tarefa simples. Tecidos moles quase sempre já foram decompostos, esqueletos podem ter se desarticulados, dispersados, sido soterrados, fossilizados, ou ainda terem sofrido deterioração química e, eventualmente, terem sido expostos. Vários processos tafonômicos podem ocorrer simultaneamente e causar algum tipo de efeito nos restos. Como o processo tafonômico pode ser bastante complexo, seu estudo é dividido em dois grandes grupos: **(1) os processos tafonômicos em si**; que são analisados sob três pontos de vista: **do objeto** (pode ser adicionado, subtraído ou mantido no depósito), **do espaço** (pode sofrer alterações, como o retrabalhamento) e **das modificações** (os ossos podem sofrer como alterações naturais, como quebras, soterramentos ou mineralizações); e **(2) os efeitos tafonômicos**; que variam de acordo com quatro grandes categorias: **a desarticulação** (separação das peças esqueléticas), **a dispersão** (transporte das peças esqueléticas que pode ter diferentes agentes, como fluvial, carnívoros, humanos), **a fossilização e as modificações mecânicas** (alterações estruturais e/ou morfológicas no osso causadas por forças físicas, como fragmentação e abrasão).

São inúmeras as modificações que podem ser causadas por diferentes agentes ao longo da história de fossilização de um organismo, porém não são todas que se mantêm preservadas até o momento da coleta do fóssil. É importante ressaltar que não há uma sequência ordenada de modificações pré-definidas e nem todos os organismos passam por todas as etapas tafonômicas para se preservar no registro fóssil (Behrensmeyer, 1984; Sinibaldi, 2010).

De maneira geral, o processo tafonômico se inicia com a morte, decomposição, transporte, desarticulação, ações intempéricas e de agentes bióticos, soterramento, fossilização e, por fim, sua coleta. Em cada fase, pode haver a atuação de diferentes agentes bióticos e abióticos. Diversos trabalhos contribuíram para um maior detalhamento dos processos envolvidos durante cada etapa em que os restos esqueléticos podem ser submetidos (ex. Behrensmeyer, 1978; Hill, 1979; Behrensmeyer, 1984; Brain, 1988; Hill, 1988; Andrews, 1990).

Após ser coletado, o fóssil também poderá não apresentar, através de suas alterações, todos os processos que atuaram sobre ele. Modificações posteriores podem encobrir as modificações primárias sofridas pelo fóssil e, dessa forma, parte da história tafonômica não será perceptível. Alterações causadas por diferentes agentes também podem resultar em modificações semelhantes ou até mesmo idênticas, o que leva o observador a realizar inferências equivocadas acerca das alterações. Assim, é importante de se realizar análises *in situ* dos fósseis (ex. Behrensmeyer, 1978; Hill, 1979; Brain, 1988; Hill, 1988; Andrews, 1990).

Sinibaldi (2010) divide em três grupos as alterações tafonômicas que os restos de vertebrados podem apresentar: **alterações naturais**, que são divididas em alterações biológicas, geológicas, hidrológicas e atmosféricas, **patológicas**, como causadas por fraturas, cáries ou osteítes e **culturais**, que são causadas pelo homem, e que podem ser intencionais e não intencionais.

As alterações nos ossos assinaladas como naturais, podem ocorrer nas etapas pré e pós-soterramento, assim como durante a diagênese e podem ser enumeradas da seguinte forma: **1)** durante a morte (ex. predação); **2)** logo após a morte (ex. apodrecimento, necrofagia e pisoteio); **3)** antes/durante o soterramento (ex. intemperismo, transporte); **4)** após o soterramento; **5)** por exposição; **6)** durante a coleta (Andrews, 1990; Lyman, 1994). Já as patológicas são desenvolvidas com o animal ainda vivo; e, as alterações culturais podem ser associadas a confecção de artefatos ou com o descarnamento do animal (Sinibaldi, 2010).

Para uma abordagem tafonômica mais completa dos bioclastos que compõem o depósito fossilífero, os estudos tafonômicos devem ser aplicados em dois momentos: **1)** durante a etapa de campo, com observações sedimentológicas e de distribuição dos fósseis na matriz sedimentar e, **2)** durante a etapa em laboratório, com observações que envolvam as feições impressas nos fósseis, como ranhuras, quebras e processos fossildiagnéticos (ex. Brain, 1981; Lyman, 1994). As

informações obtidas do depósito sedimentar quando utilizadas em conjunto com as feições encontradas nos fósseis poderão fornecer dados, como por exemplo, da *causa mortis* do organismo que pode ser inferida, a partir de fraturas decorrentes de quedas ou marcas do ataque de predadores (Holz & Simões, 2002). Outra feição observada nos fósseis pode ser a ação do agente transportador, que em caso de transporte hidráulico, mostra bioclastos com arestas arredondas e/ou quebradas.

O intemperismo pode ocorrer tanto no exterior quando no interior da cavidade, e, caso os restos não sejam rapidamente incorporados aos sedimentos cavernícolas e isolados da atmosfera, podem ser destruídos em um curto espaço de tempo (Lund, 1836).

Dentre as modificações causadas pelo intemperismo se destacam as fissuras paralelas ou em mosaico que podem assumir diferentes profundidades no osso. No caso das fissuras paralelas, geralmente elas se desenvolvem no sentido mais longo do osso (Behrensmeyer, 1978).

Lund (1836) já salientava da importância do rápido soterramento ou ainda da deposição de sedimentos químicos sobre os ossos, mesmo já no interior das cavernas. Ele afirmava que devido à umidade da caverna, os ossos poderiam rapidamente se deteriorar. Behrensmeyer (1978) atribuiu números para identificar seis estágios pelos quais os ossos podem passar quando são expostos aos agentes intempéricos, que estão discriminados na Tabela 1.

Tabela 1. Estágios de intemperismo sofrido pelos restos esqueléticos (Adaptado de Behrensmeyer, 1978).

Estágios	Modificações sofridas pelos ossos
0	- Osso sem sinal de intemperismo, com restos de tecidos em sua superfície
1	- Rachaduras paralelas ou em mosaico. Tecidos moles poderão estar presentes
2	- Lascas mais profundas se formam e começam a se soltar. Pedacos de cartilagem, ligamento e pele podem estar presentes
3	- Osso se apresenta homogêneo e áspero, ainda compacto, com porções superficiais intemperizadas. Tecidos moles são raros
4	- Porção externa do osso em estágio avançado de intemperismo com porções internas também já intemperizadas
5	- Osso se desintegra, se desfazendo ao ser removido. Identificação do osso é comprometida.

Os predadores podem influenciar de diferentes formas a formação do depósitoossilífero. Eles podem atuar como agentes transportadores, levando os restos de suas presas para as cavernas para se alimentarem ou ainda podem depositar seus restos a partir de regurgito, como é o caso das corujas ou

a partir de seus excrementos. Segundo Brain (1988), os ossos podem ser protegidos pelas próprias fezes. Os predadores também podem agilizar a desarticulação do esqueleto.

As marcas mais características deixadas pelos predadores observadas nos ossos são fraturas e quebras causadas pelas mordidas, desgaste nas epífises (devido à ação de roer os ossos), marcas pontuais e em forma de ranhuras, causadas pelos dentes. Micromarcas também podem ser identificadas a partir de microscópio eletrônico, onde é possível distinguir as diferentes marcas causadas durante o processo digestivo.

Pequenos mamíferos podem causar modificações no ato de roer os ossos para amolar seus dentes ou até mesmo em busca de cálcio. Tais marcas geralmente se apresentam em formas de sulcos superficiais ao longo do osso.

Hill (1979) propôs uma sequência pré-definida de desarticulação das peças esqueléticas, quando estas não sofrem interferências externas, como ação de predadores. A partir dessa análise, o pesquisador pode observar que o grau de articulação entre determinados ossos é mais coeso que as demais. Assim, de acordo com Hill, pode-se traçar a sequência de desarticulação de um vertebrado de grande porte (Figura 1).

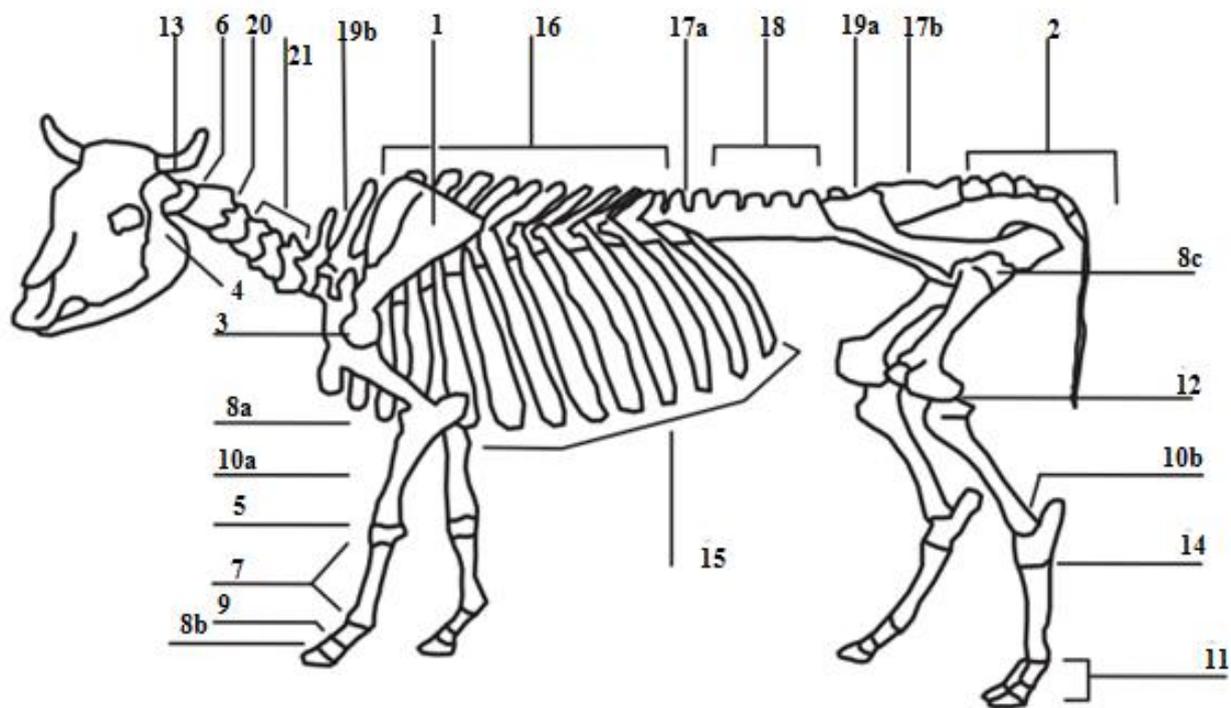


Figura 1. Os números indicam a sequência de desarticulação de um esqueleto de bovino (Adaptado de Hill, 1979).

O transporte hidráulico, além de atuar na desarticulação do esqueleto, pode ser responsável pela seleção dos bioclastos ao longo do transporte, pode ainda causar desgaste, polimento e fraturas.

Em relação ao potencial de dispersão por transporte hidráulico, Voorhies (1969) dividiu as peças esqueléticas em três grupos principais, onde, no grupo I estão relacionadas as peças que sofrem maior transporte, no grupo III, estão as peças que sofrem menor transporte e tendem a permanecer mais próximas da área fonte (local de onde as peças iniciaram sua dispersão pelo fluxo hidráulico), e, o grupo II, que é composto por peças intermediárias aos grupos I e II (Tabela 2).

Já a compressão dos fósseis se dá pela deposição de novas camadas sobre o depósito fossilífero, sendo que o próprio peso das novas camadas vai agir sobre os bioclastos, podendo causar distorções, fraturas ou até mesmo a perda do material fóssil.

Tabela 2. Potencial de dispersão dos ossos por transporte hidráulico (Adaptado de Voorhies, 1969).

Grupos	Peças esqueléticas
<p>Grupo I Imediatamente removidos em corrente de baixa velocidade</p>	- Vértebras, costelas, esterno, sacro
<p>Grupo intermediário (entre I e II)</p>	- Escápula, ulna, falanges
<p>Grupo II Removidos gradualmente por corrente moderada</p>	- Úmero, rádio, pélvis, fêmur, tibia, metapodiais
<p>Grupo intermediário (entre II e III)</p>	- Ramo mandibular
<p>Grupo III Removidos somente por correntes de alta velocidade</p>	- Crânio, mandíbula

Concluindo, as feições mais importantes que devem ser observadas no estudo tafonômico são as alterações impressas nos ossos que fogem ao padrão morfológico dos ossos, tais como, a presença de ranhuras, sulcos, perfurações, desgastes acentuados, quebras e fraturas. Tais feições, quando analisadas juntamente com as características gerais do depósito, poderão indicar quais os agentes tafonômicos, e de qual maneira, contribuíram para a formação do depósito.

De certa forma, estes princípios norteadores que caracterizam os estudos tafonômicos em vertebrados foram observados nas cavernas brasileiras como vemos a seguir.

2.2. Histórico de pesquisas tafonômicas em depósitos fossilíferos do Quaternário no Brasil em cavernas

No século XIX, o dinamarquês Peter Lund foi quem iniciou as pesquisas tafonômicas no Brasil a partir de material de megamamíferos coletados em cavernas. Porém, tais estudos já eram aplicados a diferentes contextos e grupos de organismos desde o século XV na Europa, com observações de pesquisadores como Leonardo Da Vinci, Nicolau Steno, Charles Lyell e William Buckland. Este último é considerado o precursor dos estudos de restos de vertebrados em cavernas (Buckland, 1822; Boylan, 1997; Holz & Simões, 2002; La Cotardière, 2010).

O geólogo inglês W. Buckland se baseou nas modificações sofridas pelos ossos e dentes encontrados em 1821 na caverna Kirkdale (Yorkshire, Inglaterra) e atribuiu aos predadores (hienas) o acúmulo daqueles ossos na pequena gruta. Através de análises dos restos de presas atacadas por hienas atuais, Buckland afirmou que os processos observados nos depósitos fossilíferos tinham as mesmas características dos acúmulos atuais. Ou seja, ilustravam uma grande quantidade de ossos que apresentavam ranhuras e quebras causadas pelos dentes de seus predadores (Buckland, 1822; Boylan, 1997; Holz & Simões, 2002).

No que diz respeito aos estudos tafonômicos de fósseis de mamíferos quaternários no Brasil, as pesquisas desenvolvidas por Lund, no século XIX, foram as primeiras baseadas em critérios e um alto grau de precisão a serem realizados em cavernas na América. Em seus trabalhos, Lund descreveu oito espécies viventes e vinte e duas espécies extintas, e realizou estudos acerca da geologia e biologia (zoologia e botânica) da região da Bacia do Rio das Velhas (Lund, 1836; 1837c; 1838; 1841; 1842; Winge, 1888; 1895; 1906; 1915; Cartelle, 1994; 2002; 2012).

Apesar de suas pesquisas terem o foco central direcionado a identificação e classificação taxonômica, Lund, no decorrer de suas pesquisas, realizou inúmeras observações das feições impressas nos ossos, assim como análises dos depósitos e suas relações como os achados fósseis. Tais modificações eram atribuídas à ação de predadores, quedas dos animais nas fendas cársticas, dentre outras (ex. Lund, 1836; 1837a; 1837b; 1837c).

Esses apontamentos compunham as interpretações e análises que Lund realizava acerca desde os fatores que contribuíram para a formação do depósito até as modificações sofridas pelas peças esqueléticas durante a fossilização, como mudanças na densidade, resistência e coloração sofridas pelos ossos. Todas essas observações eram realizadas de maneira detalhada e minuciosa, embora Lund ainda não reconhecesse estes processos sob o conceito de tafonomia (Lund, 1836; 1837a; 1837b).

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 vertebrados atuais. Tais observações foram direcionadas e aplicadas para interpretação e o entendimento dos processos atuantes na formação de depósitos fossilíferos. Tal fato pode ser visto em experimentos realizados ainda no século XIX por Buckland e por Lund. Para ter fontes de comparação, Lund utilizou métodos hoje chamados de tafonomia experimental, criando corujas em sua casa. A partir de suas pelotas de regurgito contendo os ossos dos roedores predados, o pesquisador analisou e comparou as modificações causadas pelas aves com restos de microvertebrados encontrados nas cavernas. Assim, Lund pôde identificar os depósitos que haviam tido influência de corujas para sua formação (Lund, 1837b).

Em suas memórias sobre os fósseis em cavernas, Lund foi quem primeiramente descreveu os possíveis mecanismos de entrada de animais nas grutas, e propôs as cinco situações: carregados por predadores, a procura de abrigo, levados por correntezas de água, a procura de água ou sal, queda através de fendas verticais (Lund, 1836; 1837a; 1837b).

Lund foi o primeiro pesquisador a escavar restos fósseis do homem moderno e da fauna extinta preservados em um mesmo depósito no continente americano. Na gruta do Sumidouro, em 1842, Lund coletou as primeiras ossadas de humanos, que aparentemente estavam associadas à extinta megafauna de mamíferos. Tal relação já havia sido encontrada em cavernas europeias e a mesma explicação foi dada para ambos achados: ou o depósito sofreu um forte retrabalhamento ou o próprio coletor, no ato da escavação, misturou os restos, pois não se admitia tal contemporaneidade do homem com a megafauna. Porém, devido às características do depósito e aos métodos criteriosos das escavações que Lund utilizava, esta justificativa não podia ser aplicada aos achados no Sumidouro. Lund também relata a analogia dos processos fossildiagnéticos entre os ossos da megafauna e dos homínídeos, tais como, coloração e texturas semelhantes dos fósseis (Lund, 1842; 1844a; 1844b).

Embora Lund indicasse todos esses parâmetros, ele próprio passa a questionar a contemporaneidade da megafauna com o homem moderno. Apenas no século XXI, tal fato pôde ser comprovado com material coletado em cavernas de Minas Gerais (Neves & Piló, 2003).

Após o término das atividades de campo de Lund, em 1844, e de suas atividades científicas, em 1846, foi apenas a partir da década de 1930 que, ainda de forma discreta, novas análises tafonômicas voltaram a ser realizadas em material fóssil coletado em cavernas (ex. Lund, 1844c; Walter *et al.*, 1937; Walter, 1940; 1943; Paula Couto, 1957, 1958, 1970; Souza Cunha, 1960; Cartelle, 2002). Porém, como o foco central dos trabalhos era voltado para análise taxonômica e paleoecológica, observações tafonômicas eram realizadas de forma superficial e ocupavam uma restrita porção do trabalho como um todo, sendo utilizada normalmente para descrever as

características gerais do depósito e dos fósseis coletados. Não havia, por exemplo, uma preocupação em se realizar croquis, demonstrando a disposição dos bioclastos na matriz.

2.2.1. Pesquisas tafonômicas em cavernas na região do Carste de Lagoa Santa entre as décadas de 1930 e 1960

No fim da década de 1930 e início da de 1940, Harold Walter realizou escavações na caverna de Lagoa Funda (Pedro Leopoldo, MG) onde foram coletados restos de cavalo, anta, tatu-gigante, capivara, lhama e quelônio, situados em diferentes níveis. Como o material se encontrava bastante fragmentado, foi sugerido pelo autor que este material tenha sido depositado devido a processos erosivos.

Na caverna de Lagoa Funda, também foram resgatados restos de *Homo sapiens* Linnaeus, 1758, localizados em uma camada superficial, e de dois ursos de cara curta, *Arctotherium brasiliense* (Lund, 1839) localizados em um nível inferior. Segundo Walter (1940), o esqueleto do homem se encontrava completo e estendido com apenas os ossos do crânio esmagados. Tal característica foi interpretada sob dois pontos de vista pelo autor: ou a carcaça foi sepultada de forma natural ou o hominídeo adentrou vivo e foi atingido por um bloco caído do teto. Já os restos dos ursos, por estarem muito fragmentados, foram interpretados como depositados e retrabalhados pela ação das águas.

Em outra caverna também da região de Pedro Leopoldo (MG), Walter (1943) coletou peças esqueléticas de mastodontes, preguiças terrícolas, lhamas, ursos, e cavalos, além de roedores e porcos-do-mato. Como os ossos se encontravam em estado avançado de fragmentação e alguns dentes se encontravam parcialmente rolados, Walter interpretou que estes foram carregados e depositados pelas águas. O pesquisador também realizou análises ontogenéticas do material de mastodontes, tendo por base o desgaste dos molariformes, característica esta atribuída a animais senis. No mesmo trabalho, Walter (1943) faz referência a um molariforme de mastodonte coletado próximo a Lapa de Confins, que apresentava suas raízes roídas, modificações atribuídas a ação de um grande carnívoro.

Paula Couto estudou inúmeros fósseis coletados em cavernas de Minas Gerais, tanto os coletados por Lund e enviadas a Dinamarca ainda no século XIX, quanto os depositados em instituições brasileiras, como o Museu Nacional (RJ) e no Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais (Paula Couto, 1979). Embora seus trabalhos fossem voltados mais para identificação e classificação taxonômica, além de descrições anatômicas, Paula Couto também realizava inferências paleoecológicas e análises das jazidas. No que diz respeito a tafonomia, Paula Couto se restringia a comentários acerca do estado de preservação e de fossilização do material, e, de

aspectos relacionados aos estágios ontogenéticos e de fragmentação do fóssil. Dentre o material descrito, estão peças esqueléticas coletadas na Lapa do Borges (Pedro Leopoldo, MG), do gliptodonte *Hoplophorus euphractus* Lund, 1839, do grande roedor *Tetrastylus walteri* Paula Couto, 1951 e de fragmentos do tatu *Propraopus punctatus* (Lund, 1939), coletado no abrigo nº5 no maciço Cerca Grande (Matozinhos, MG) (Paula Couto, 1951; 1957; 1958; 1979).

Em meados da década de 1950, por meio de uma parceria entre Museu Nacional (RJ), a Faculdade de Filosofia da UFMG e a Universidade de Dakota, foi realizada uma expedição à região cárstica de Lagoa Santa, com a finalidade de realizar estudos dos sítios paleontológicos e arqueológicos da região. Foram visitadas cavidades naturais inseridas nos maciços do Caetano (Matozinhos, MG), da Cerca Grande e Boleiras (Matozinhos, MG) e um significativo material fóssilífero e arqueológico foi coletado durante os três meses de escavações (Paula Couto, 1958).

De acordo com Paula Couto (1958), 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 o sedimento recente que encobria superficialmente o piso das cavidades do maciço da Cerca Grande e dos restos de vertebrados ali depositados. Ainda de acordo com o referido autor, tais restos se tratavam de ossos recentes de mamíferos, répteis e aves, que através de suas características, como alto grau de fragmentação, se tratavam de restos de caça.

Nas cavidades dos maciços do Caetano e Boleiras, os pesquisadores fizeram observações mais detalhadas do sedimento, como descrição de cor, granulometria e da forma pela qual os sedimentos foram carreados para a caverna que foi interpretado como ação de águas pluviais. Já a grande parte dos fósseis coletados se encontrava cimentados em brechas situadas ao longo dos condutos. Por se apresentarem espaçados entre si e pelo alto grau de desarticulação e fragmentação em que os fósseis se encontravam, a formação do depósito se deu por fluxo hidráulico, em que o material terrígeno e os ossos foram carreados para o interior da gruta, após o assentamento, este material sofreu retrabalhamentos.

Uma caverna situada em Confins (MG) sofreu sucessivas escavações a partir da década de 1920, sendo que no ano de 1960, Souza Cunha fez uma detalhada descrição da morfologia da caverna, assim como do sedimento. O autor interpretou que os processos de transporte dos sedimentos e dos ossos se deram pela ação das águas. Nesta gruta, foram coletados fragmentos esqueléticos recentes e fósseis de diferentes animais, incluindo restos de *Homo sapiens* e de megafauna. Porém, segundo Souza Cunha (1960), como houve inúmeras escavações na caverna sem se seguir um critério de coleta, restos dos hominídeos foram primeiramente interpretados de forma precipitada como depositados sincronicamente com a megafauna. No entanto, após suas análises tanto do depósito

quanto dos fósseis, ficou comprovado que foram depositados em eventos distintos e, posteriormente, retrabalhados já no interior do conduto.

Na Lapa Mortuária (Confins, MG), Souza Cunha (1960) descreve peças esqueléticas pertencentes ao cavalo extinto *Hippidion principale* (Lund, 1845), que devido às sucessivas escavações, se encontrava revolvido na coleta do material. O autor também faz uma análise do mecanismo e possível porta de entrada dos ossos na cavidade, que segundo Souza Cunha, adentraram por ação das águas.

2.2.2. Pesquisas tafonômicas em cavernas nos Estados de São Paulo e Bahia entre as décadas de 1970 e 1990

A maioria do material resgatado por coleta controlada, efetuada por Lino e colaboradores (1979) no Abismo do Fóssil (Iporanga, SP), se tratava de animais recentes, ainda viventes na região, como marsupiais, morcegos e porcos-do-mato. Dentre a fauna extinta, havia peças de preguiças terrícolas, toxodonte e gliptodonte. Parte do material foi datado por ^{14}C AMS, onde foi constatado uma idade dentro do Pleistoceno Tardio (Hubbe *et al.*, 2011a; Hubbe *et al.*, 2013). O material utilizado para datação, assim como as idades obtidas estão discriminadas na Tabela 3.

Tabela 3. Material datado por ^{14}C AMS coletado no Abismo do Fóssil (SP)

Táxon	Nome comum	Idade calibrada (AP)
<i>Gliptodon clavipes</i>	Gliptodonte	20,680 e 21,370
<i>Toxodon platensis</i>	Toxodonte	13,860-13,460
<i>Eremotherium laurillardi</i>	Preguiça gigante	15,130-14,240
Tardigrada	Preguiça terrícola	18,680 -18,060
Scelidotheriinae	Preguiça terrícola	19,310-18,710

De acordo com a distribuição dos fósseis no abismo, os autores afirmam que houve intenso retrabalhamento do material, com ossos fossilizados depositados juntos aos ossos atuais. Este retrabalhamento foi inferido também por novos eventos sedimentares e por blocos calcários caídos do teto.

No Abismo Ponta de Flecha (Iporanga, SP), Barros e colaboradores (1984) realizaram estudos geológicos, paleontológicos e arqueológicos. Além de efetuarem escavações com controle estratigráfico, os autores fizeram observações acerca do estado dos restos neontológicos e dos fósseis de vertebrados, sendo que alguns apresentavam incisões interpretadas pelos autores, tais como,

alterações antrópicas. Dentre o material fóssil coletado estão restos de toxodontídeos, de preguiças terrícolas e diversos osteodermas de tatu.

O intenso retrabalhamento sofrido pelos sedimentos e a elevada umidade no interior da caverna foram responsáveis pelo elevado grau de desarticulação e fragmentação dos ossos. Barros e colaboradores analisaram 890 peças provenientes do abismo, sendo que 80 apresentaram alterações relacionadas a ações de animais e antrópicas. A partir dessas modificações, o material foi agrupado em três categorias: **(1)** marcas de dentes nos ossos causadas por animais, tais como, ranhuras paralelas, marcas pontuais e pouco profundas e ossos com elevado desgaste em suas epífises, características estas atribuídas a ação de morder e/ou roedor. Incisões feitas pelo homem no ato de **(2)** desmembrar ou **(3)** descarnar animal (Figuras 2 e 3). A ação de desmembrar o animal foi interpretada a partir de incisões nas extremidades dos ossos, geralmente perpendiculares ao eixo do osso. Já o descarnamento é observado em ossos que apresentam incisões paralelas aos ossos no eixo longitudinal, geralmente na face interna do osso, e que podem acompanhar retirada de lascas da peça.

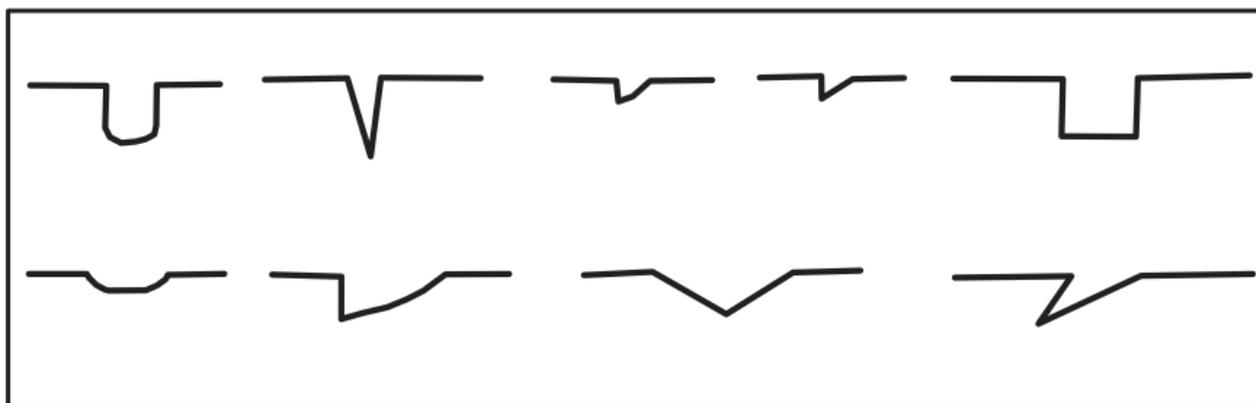


Figura 2. Tipo de seção transversal das incisões atribuídas a ações antrópicas. Adaptado de Barros *et al.* (1984).

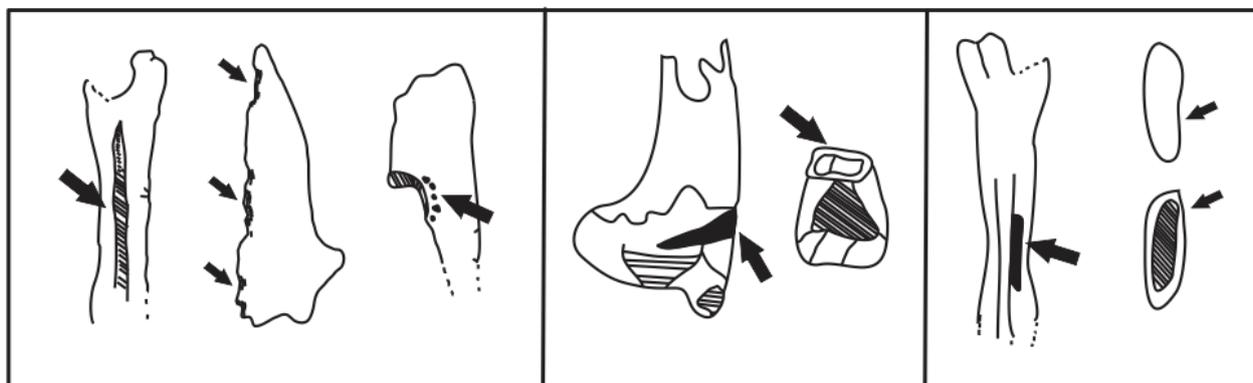


Figura 3. Marcas produzidas por: **A.** ação animal (morder e roer); **B.** ação humana (desmembramento); **C.** ação humana (descarnamento). Adaptado de Barros *et al.* (1984).

Neste mesmo trabalho, Barros e colaboradores (1984) destacaram as características de três peças de toxodonte: uma de arestas arredondadas e face lisa, feições estas atribuídas ao transporte hidráulico, e as outras duas peças, um pré-molar e um molariforme, com sinais de lascamento, causadas pelo homem, no ato de desarticular a peça da arcada dentária.

Na Gruta Toca das Onças (Jacobina, BA), Cartelle e Bohorquéz (1982) coletaram mais de uma dezena de esqueletos da preguiça gigante *Eremotherium laurillardii* (Lund, 1842), entre indivíduos adultos e jovens. Segundo os autores, os animais teriam adentrado a caverna em busca de água, se perdendo em seu interior, o que causou sua morte. Já para Auler e colaboradores (2006) interpretaram que, por se tratar de uma caverna que possui uma entrada verticalizada, tais animais adentraram a caverna por queda acidental.

Cartelle e colaboradores (1989) realizaram uma caracterização geral dos estágios de deposição dos sedimentos e dos fósseis encontrados na gruta do Túnel (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 e depositados na gruta por fluxo hidráulico, e os sedimentos químicos seriam formados nos períodos mais secos.

Segundo Czaplewski e Cartelle (1998), uma inundação em um dos salões da caverna Toca da Boa Vista em Campo Formoso (BA) poderia ter sido a causa da morte da colônia de morcegos, já que os restos ósseos encontrados mostravam diferentes estágios ontogenéticos.

Lessa e colaboradores (1998) realizaram observações a respeito do grau de substituição por minerais nos ossos fósseis de carnívoros coletados em cavernas situadas no Norte da Bahia. Na descrição do material analisado, os autores comentam que as peças se encontravam fragmentadas sendo que estes ossos fragmentados apresentavam incrustações e substituições. No entanto, os autores não indicaram as possíveis causas desta fragmentação. Em uma dessas cavernas, a Toca dos Ossos, Ourolândia (BA), pelo fato de terem sido depositados em uma porção distante da entrada da caverna, Cartelle (1992) relata que os fósseis foram carreados por longas distâncias por fluxo hidráulico.

Cartelle e Langguth (1999), ao descreverem material do canídeo *Procyon troglodytes* (Lund, 1840) procedente da Toca da Boa Vista, em Campo Formoso (BA), realizaram observações pontuais acerca do estado de preservação, do processo de fossilização atuante e do estágio ontogenético do animal. O esqueleto se encontrava parcialmente incrustado por uma fina camada de calcita, ainda articulado, com ausência de alguns ossos do crânio e dos autopodiais. Como as suturas ósseas se encontravam fechadas e o desgaste dos dentes carniceiros era acentuado, o espécime foi identificado como um animal adulto.

2.2.3. Pesquisas tafonômicas em cavernas nos Estados do Rio Grande do Norte, Sergipe e Goiás entre a partir da década de 1980

Oliveira e colaboradores (1985) estudando restos do roedor *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766), coletado em uma caverna do Lajedo da Escada (Baraúna, RN), apenas citam que o material se apresentava em elevado grau de fossilização, não tecendo comentários a respeito do depósito e de outras modificações tafonômicas sofridas pelo fóssil.

Salles e colaboradores (1999) realizaram estudos de depósitos quaternários em cavernas inseridas na Serra da Mesa (GO). Os autores trabalharam com duas hipóteses para a deposição do material. Os restos de microvertebrados foram atribuídos a predação de corujas a partir de comparação dos hábitos alimentares da espécie de coruja *Tyto alba* Scopoli, 1769. Já os restos de vertebrados de maior porte poderiam ter sido carregados por enxurradas.

Dantas (2009), baseado na análise da matriz arenosa que envolvia os fósseis do roedor *Galea spixii* (Wagler, 1831) e do gliptodonte *Glyptodon clavipes* Owen, 1839, preservados na gruta Simão Dias (Simão Dias, SE), concluiu que tais fósseis sofreram um baixo grau de transporte e foram depositados por enxurradas, uma vez que havia, em meio a matriz, grandes clastos associados aos ossos.

Embora os trabalhos descritos acima não tenham sido realizados por meio de coleta sistemática de dados que indiquem as etapas do estudo tafonômico, tais como, morte, necrólise e transporte, que caracterizam a bioestratigrafia, tais estudos contribuíram para um melhor entendimento dos processos atuantes ao longo da formação dos depósitos. Nota-se ainda que há muitos trabalhos envolvendo coleta de fósseis de vertebrados em cavernas que não realizam abordagens tafonômicas, com descrições dos depósitos e modificações sofridas pelos esqueletos e, quando abordadas, não detalham suas formas de ocorrência (ex. Vasconcelos *et al.*, 2008; Vilaboim *et al.*, 2008; Camoléz & Zaher, 2010; Oliveira *et al.*, 2011; Missagia *et al.*, 2012; Vasconcelos *et al.* 2012; Ghilardi *et al.* 2011) No entanto, a partir da última década, a abordagem tafonômica tem sido reconhecida progressivamente como ferramenta fundamental para a interpretação dos restos fossilíferos. Conseqüentemente, os conceitos do estudo tafonômico vem sendo aplicados de maneira mais sistemática nos depósitos quaternários preservados em cavernas brasileiras. Contribuem neste sentido, os trabalhos de Born e Sedor (2001), Almeida (2000), Chahud (2001), Perônico e Araújo (2002), Piló *et al.* (2004), Auler *et al.* (2006), Salles e colaboradores (2006), Hubbe (2008), Mayer (2011), Castro e Langer (2011), Oliveira e colaboradores (2011), Hubbe e Auler (2012), Hubbe *et al.* (2011b), Mayer (2013).

2.2.4. Tafonomia em cavernas brasileiras a partir dos anos 2000

2.2.4.1. Tafonomia nas cavernas do Nordeste

Oliveira e colaboradores (2011) realizaram escavações com controle estratigráfico em um depósito quaternário localizado na Gruta do Urso Fóssil em Ubajara (CE). Nesse local, foram resgatados materiais de Squamata, Marsupialia, Dasypodinae, Caviidae, Artiodactyla, Perissodactyla e Rodentia que se encontravam desarticulados e fragmentados. O material foi datado por termoluminescência que indicou duas idades para o depósito, 8.200 ± 980 e 8.000 ± 990 anos AP.

Mayer (2013) descreve espécimes de pequenos mamíferos (*Kerodon rupestris* (Wied, 1820), *Galea* sp., *Thrichomys* sp. e Myrmecophagidae) coletados no sítio Sumidouro do Sansão (Coronel José Dias, PI) e identifica os processos de acumulação destes materiais na caverna. Segundo o autor, o fato da caverna possuir seu desenvolvimento verticalizado, que dificultou a entrada e saída dos animais, os processos de acumulação dos restos de *K. rupestris* foram devido a queda acidental e, provavelmente, também devido ao extravio de animais na caverna. Baseado nos hábitos alimentares de corujas da espécie *Tyto alba*, Mayer atribuiu a presença dos roedores *Galea* sp. e *Thrichomys* sp. cujos restos também podem ter sido depositados a partir do regurgito dessas corujas.

Segundo Mayer (2013), para a caracterização tafonômica, foi realizada quantificação do material conforme os índices de abundância NISP (número de espécimes identificados por táxon) e MNI (número mínimo de indivíduos de cada táxon). Já para o estado de fragmentação dos ossos, Mayer utilizou o seguinte critério: espécime íntegro = 90-100% do elemento anatômico; espécime fragmentado = 50-90%; e fragmento = 1-50%.

2.2.4.2. Tafonomia nas cavernas no Sudeste

Nos trabalhos realizados na Gruta Bauzinho dos Ossos, situada no carste de Lagoa Santa, Almeida (2000) e Perônico e Araújo (2002), realizaram técnicas de escavação arqueológica para a remoção dos fósseis preservados no interior da caverna. Após a coleta, foram realizadas observações acerca da diversidade taxonômica e das feições tafonômicas macroscópicas. De acordo com os autores, devido as características do depósito, o material foi depositado em eventos alternados, envolveu um ambiente de diferentes energias, sofreu pouca seleção, e foi formado por quatro níveis constituídos de matriz fina e com ausência de clastos angulosos. Os fósseis consistiam de diferentes peças esqueléticas pertencentes a vários táxons, sem modificações causadas por predadores. Outro fato

que chamou a atenção foi a grande quantidade de ossos pertencentes a microvertebrados, como serpentes e anuros, restos pouco relatados nos achados de vertebrados em cavernas da região de Lagoa Santa. Tais achados podem ser consequência da falta de uma coleta mais detalhada nestes sítios.

Em um segundo trabalho desenvolvido com o material procedente do Abismo Ponta de Flecha em Iporanga (SP), Chahud (2001) realizou uma caracterização tafonômica abordando processos de desgaste, transporte e estado de preservação dos fósseis de cervídeos, taiassuídeos, tatus, preguiças gigantes e toxodontídeo. Porém, o autor não deixa claro quais seriam os processos de desgaste e seus agentes causadores.

Piló e colaboradores (2004) realizaram estudos topográficos, sedimentológicos e tafonômicos na Lapa do Sumidouro (Lagoa Santa, MG) que envolveu datações em ossos e sedimentos depositados na gruta. Tais datações registraram idades de 8 mil anos AP para ossos humanos e da fauna extinta ali encontrados. Os estudos tafonômicos abordaram os mecanismos de entrada dos ossos na caverna, bem como as modificações fossildiagnéticas ocorridas nos ossos. As análises sedimentares e dos fósseis constataram que houve retrabalhamento do material ali depositadoo que contribuiu para uma mistura temporal do sedimento.

Auler e colaboradores (2006) realizaram comparações entre os depósitos fossilíferos de grutas do Norte da Bahia e da região de Lagoa Santa. Na Gruta Toca dos Ossos (Ouroândia, BA), o acúmulo fossilífero se deu pela ação de enxurradas, através de passagens estreitas, devido à falta de peças esqueléticas articuladas, a mistura de ossos fossilizados com sedimentos recentes e a ausência de depósitos fossilíferos a *pitfalls*. Já para os depósitos fossilíferos na região de Lagoa Santa, os autores reforçam o que Lund já havia afirmado em suas memórias. Ou seja, que a grande parte dos depósitos fossilíferos das cavernas da região cárstica de Lagoa Santa se formaram por sucessivos processos de enxurradas e retrabalhamento que depositaram o material orgânico de maneira caótica e em meio aos sedimentos clásticos, se apresentando desarticulados e fragmentados.

Hubbe (2008) realizou estudos taxonômicos e tafonômicos dos megamamíferos preservados na Gruta Cuvieri (Pedro Leopoldo, MG). O posicionamento dos fósseis foi sistematicamente indicado por meio de croquis, sendo assim possível a visualização da distribuição espacial das peças. Este fato possibilitou a interpretação dos mecanismos de deposição destes na caverna. Também foram analisados e descritos os sedimentos onde os ossos se encontravam depositados. As alterações superficiais nos ossos foram relacionadas com longa exposição às intempéries; o grau de polimento foi relacionado ao transporte dos bioclastos; o alto grau de fragmentação e dispersão foram causados por pisoteamento e pela queda dos animais do conduto vertical. Dentre as espécies coletadas e analisadas, estão ossos de anta (*Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758) e de duas preguiças terrícolas (*Catonyx cuvieri* (Lund, 1839) e *Valgipes bucklandi* (Lund, 1839)).

Também na Gruta Cuvieri (Pedro Leopoldo, MG), Mayer (2011) descreveu as feições tafonômicas observadas nos ossos dos microvertebrados. Os resultados obtidos indicaram a participação de agentes biológicos, que contribuíram para a fragmentação dos microvertebrados, assim como quedas acidentais desses animais no abismo e pela compactação sofrida pelo sedimento fossilífero. Dentre o material identificado, estão peças esqueléticas de taiassuídeos, cervídeos, roedores de grande porte e um felino.

Hubbe e Auler (2012) realizaram uma análise dos restos esqueléticos depositados em um desnível abrupto situado na caverna Lapa Nova (Vazante, MG). O depósito consistia de restos de morcegos, roedores e de 181 esqueletos (somente pós-crânio) de cervídeos. Os autores acreditam que este acúmulo de fósseis foi formado por quedas acidentais dos animais no desnível, devido à ausência de modificações nos ossos causadas por agentes biológicos, tais como, predadores, e agentes físicos, como fluxos hidráulicos, que seriam evidenciados por peças roladas, marcas de inundações pretéritas nas paredes e/ou sobreposição de sedimento.

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. Os autores também realizaram datações no material onde foi constatado que o depósito abrigava ossos de diferentes idades, desde 5890 a 790 anos AP.

Hubbe e colaboradores (2011b) realizaram escavação controlada, análises sedimentológicas, identificação dos fósseis, e datações absolutas para descrever os processos de formação do depósito fossilífero na Gruta Cuvieri, em Pedro Leopoldo (MG) A partir dessas análises concluíram que o depósito sofreu sucessivos retrabalhamentos e injeções de novos sedimentos.

No Abismo Iguatemi em Apiaí (SP), Castro e Langer (2011) analisaram tafonomicamente os fósseis cimentados na matriz sedimentar de onde foram resgatas peças fósseis de roedores, marsupiais, quirópteros, carnívoros, artiodátilos e xenartras. A partir dos dados obtidos, tais como, alto grau de fragmentação dos ossos, desarticulação, polimento e abrasão os autores indicam que os restos esqueléticos foram carregados para o abismo por meio de transporte hidráulico e que sofreram retrabalhamento no interior da caverna. Restos de *Smilodon populator* e *Catonyx cuvieri* foram datados por AMS ^{14}C , onde Hubbe e colaboradores (2013) obtiveram idades calibradas entre 18,030 - 17,260 AP e 12,860 -12,580 AP, respectivamente.

2.2.4.3. Tafonomia nas cavernas do Centro-Oeste e Sul

Na Gruta Clarabela, no município de Doutor Ulysses (PR), Born e Sedor (2001) coletaram material pertencente ao canídeo *Procyon troglodytes* Lund 1837, de um cervídeo e taiassuídeos. As

peças se encontravam altamente fragmentadas e o material de cervídeo e taiassuídeo se apresentava incrustado por calcita. Tal fato que indica que os restos dos animais adentraram a gruta enquanto essa ainda recebia cargas de água.

Em cavernas localizadas na Serra da Bodoquena (MS), Salles e colaboradores (2006) realizaram um estudo envolvendo animais vivos e restos neontológicos e paleontológicos. No que diz respeito ao material neontológico e fossilífero, os autores realizaram escavações controladas, em forma de quadrantes, onde o sedimento removido foi peneirado. No entanto não há resultados a respeito da disposição espacial do material coletado nas áreas escavadas. Os autores também não esclareceram quais os critérios que utilizaram para inferir se as concentrações dos microvertebrados foram acumuladas a partir de predadores, como corujas, ou pela ação da água.

Na figura 4 é indicada a localização da área das cavidades onde foram realizados os trabalhos tafonômicos descritos acima.



Figura 4. Mapa das áreas onde foram desenvolvidos trabalhos tafonômicos em cavernas. **1.** Gruta do Urso Fóssil (CE); **2.** Lajedo da Escada (RN); **3.** Sumidouro do Sansão (PI); **4.** Grutas Toca da Boa Vista, Toca dos Ossos, Toca das Onças e Gruta do Túnel (BA); **5.** Gruta Simão Dias (SE); **6.** Região da Serra da Mesa (GO) – Grutas da Igreja, Carneiro e Nossa Senhora Aparecida; **7.** Região da Serra da Bodoquena (MS) - Grutas Nossa Senhora Aparecida, Japonês e Nascente Formoso; **8.** Lapa Nova, Vazante (MG), **9.** Região cárstica de Lagoa Santa (MG) - Gruta Cuvieri, Lapas Nova, do Sumidouro, Mortuária, de Confins e do Borges, Maciços Boleiras, do Caetano, Cerca Grande, Abrigo n° 5 Cerca Grande, Escrivânia (presente trabalho), Lagoa Funda, Gruta Bauzinho dos ossos; **10.** Vale do Ribeira (SP) - Abismos Iguatemi, Ponta de Flecha e do Fóssil; **11.** Gruta Clarabela (PR). Adaptado de <http://www.designinterativo.etc.br/design/mapa-do-brasil-vetorizado> e SBE - http://www.sbe.com.br/cnc_consulta.asp

Em linhas gerais, a partir dos trabalhos realizados em cavernas brasileiras, podemos concluir que grande parte dos depósitos fossilíferos é constituída por esqueletos desarticulados, incompletos e fragmentados e que foram preservados de variadas formas, tais como, em meio ao sedimento clástico, incrustados por sedimentos químicos e em diferentes locais das cavernas. Características das cavidades, como ambiente turbulento contribui para uma mistura temporal dos bioclastos ali preservados onde pode haver o retrabalhamento e a deposição de novos sedimentos, que foram carreados por fluxos hidráulicos. Por sua vez, os ossos podem ser transportados por diferentes

agentes, seja por fluxo hidráulico, lama ou gravitacional ou ainda os animais podem adentrar a caverna ainda vivos e, posteriormente, morrer em seu interior ou serem transportados por predadores.

Neste contexto, o presente trabalho contribuiu para um melhor entendimento dos processos envolvidos na formação do depósito fossilífero da cavidade ES-08, que se trata de um piso suspenso de matriz siltico-argilosa carbonatada (paleopiso), bem como na interpretação das alterações tafonômicas impressas nos bioclastos ali preservados. Assim, os métodos aqui apresentados refletem o que se espera de um estudo tafonômico completo.

3.1. ÁREA DE ESTUDO

3.1.1. Localização e acesso

O maciço que abriga a cavidade ES-08 está localizado a Noroeste de Prudente de Morais, município situado na Mesorregião Metalúrgica e na Microrregião de Belo Horizonte. Prudente de Morais tem limites com os municípios de Funilândia ao Norte, Matozinhos a Leste, Capim Branco ao Sul e Sete Lagoas a Oeste (Figura 5, IBGE, 2012). A região de estudo está inserida no contexto da APA Carste de Lagoa Santa, famosa por abrigar inúmeras cavidades naturais e importantes sítios paleontológicos e arqueológicos (Kohler, 1989; Cartelle, 1994; Hubbe, 2008; Holten & Sterll, 2011).

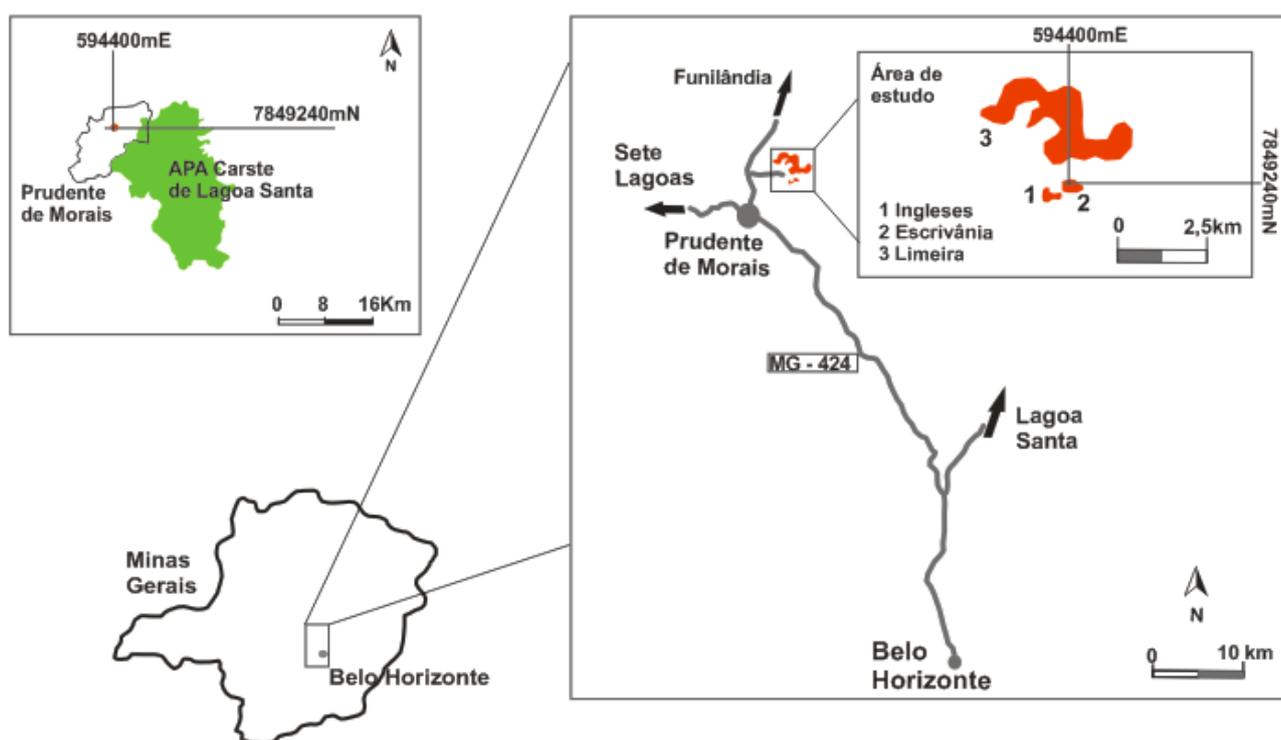


Figura 5. Localização da área de estudo e acesso a partir de Belo Horizonte: 1. Maciço Limeira, 2. Maciço Escrivânia e 3. Maciço Ingleses (Adaptado de Berbert-Born, 2002).

O acesso à área de estudo, a partir de Belo Horizonte, é feito pela rodovia MG-42 onde são percorridos 62 km, na região central de Prudente de Morais. O acesso se dá pela rodovia AMG-105 que liga os municípios de Prudente de Morais e Funilândia por aproximadamente 4 km até estradas

vicinais que levam à área de estudo. As duas estradas, cujas entradas estão separadas a uma distância de cerca de 180m, têm o acesso localizado a direita da estrada (sentido Funilândia). Ambas as vias não são pavimentadas e dão acesso às fazendas Lapa Preta e Escrivantina (Figuras 5 e 6), e à propriedade da Mineração Sandra S.A. São percorridos cerca de 4.500m na primeira estrada e 4.200m na segunda para chegar às propriedades, que se localizam no fim das vias e que foram utilizadas como ponto de partida para se acessar a cavidade ES-08, inserida no maciço do Escrivânia (Figura 5).



Figura 6. Sede da Fazenda Escrivantina. Ao fundo: à esquerda, o maciço do Limeira encoberto por vegetação e, à extrema direita, parte do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.

3.2. Aspectos físicos – clima e vegetação

A região de estudo encontra-se sob o domínio de duas estações climáticas bem definidas, um inverno seco e um verão chuvoso, sendo que a média de temperatura é de cerca de 21°C e a pluviometria média anual está em torno de 1300mm (Kohler, 1989; 1994; Auler *et al.*, 2009).

A vegetação original da área é caracterizada como cerrado. Porém, devido a intensas ações antrópicas na região, desde o final do século XVII, a vegetação vem sendo modificada e, apresenta-se, hoje, em forma de mosaico, composta por pastagens para pecuária e mata seca associada a afloramentos calcários e a dolinas (Kohler, 1989; Auler *et al.*, 2009) (Figuras 7 e 8).



Figura 7. Aspecto geral da vegetação da área de estudo: na parte central, pode ser visto o preparo da terra para o plantio, e, em seu entorno, plantação de gramíneas para pastagem. Notam-se ainda áreas de mata nativa que encobrem os afloramentos calcários (ao fundo e a direita da foto). À direita, é possível notar uma dolina parcialmente preenchida por água. Foto: André Vasconcelos.

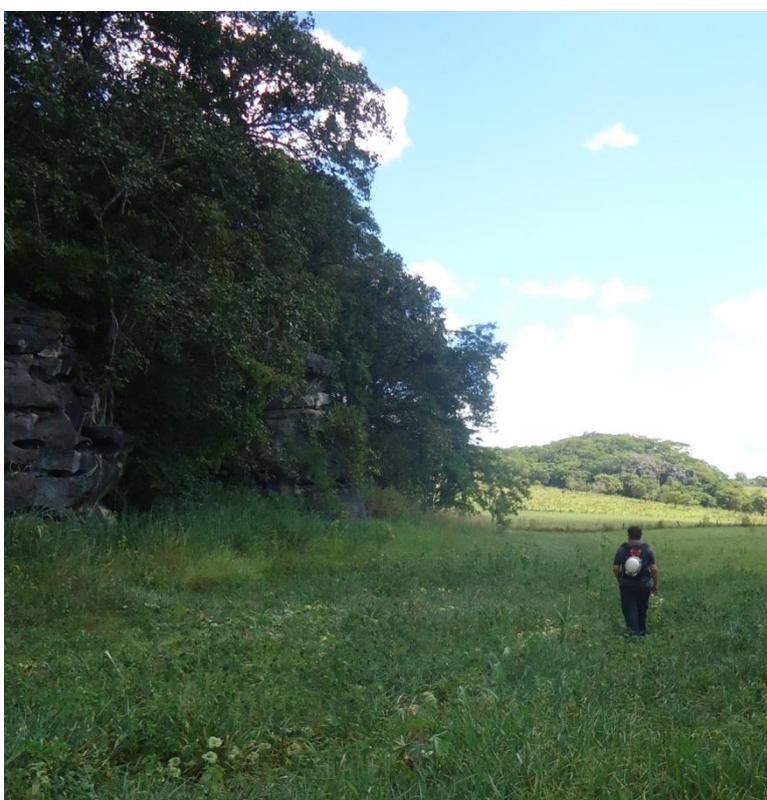


Figura 8. Área utilizada como pastagem para gado localizada na borda Noroeste do maciço do Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.

Eugenius Warming, entre os anos de 1863 e 1866 a pedido de Lund, foi quem estudou pela primeira vez a vegetação da região de Lagoa Santa e durante este período ele coletou mais de 2.600 espécies de plantas (Kohler, 1989). Segundo Warming (1908), tanto para a região de Lagoa Santa, quanto para outras regiões, a vegetação pode ser dividida em dois tipos de vegetação: as formações

vegetativas primárias e as secundárias. A primeira formação é composta pela flora nativa (Figura 9) e a segunda é caracterizada pela alteração devido à ação antrópica para o cultivo e criação de gado.



Figura 9. Vegetação primária ocupando a borda e topo do maciço do Limeira. Foto: André Vasconcelos.

O topo do maciço se apresenta parcialmente coberto por solo e abriga uma vegetação tipo cerrado sujo, com presença de cactáceas, leguminosas e bromélias.

4.1. CONTEXTO GEOLÓGICO

A região dos maciços Limeira, Escrivânia e Ingleses está inserida no Planalto de Lagoa Santa, se localiza entre a Depressão de Vespasiano, ao Sul, o Planalto de Neves, a Sudoeste, e a Depressão de Sete Lagoas, a Norte, se estendendo até os contrafortes da Serra do Cipó. O Planalto de Lagoa Santa se desenvolve sobre filitos e carbonatos, cujas camadas sub-horizontais mergulham ligeiramente para Nordeste (Kohler, 1989).

Os maciços estudados são constituídos pelos metassedimentos carbonáticos com alto metamorfismo, com teores de carbonato de cálcio acima de 95%, fazem parte da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí e estão localizados no interfluvial entre o Ribeirão da Mata e Rio das Velhas (Kohler, 1994).

O Grupo Bambuí consiste de uma unidade geológica composta por rochas calcárias, ardósianas e filíticas, formadas em plataforma carbonática a aproximadamente 600 Ma.. Essa unidade ocupa a maior parte da Bacia do São Francisco, e, está situada na porção Centro-Sul do Cráton do São Francisco (Souza Cunha, 1964; Alkmim & Martins Neto, 2001).

4.1.1. Cráton São Francisco

Segundo Almeida (1977), o Cráton São Francisco é um extenso núcleo estabilizado no final do Ciclo Transamazônico (1,8 - 2,0 Ga), e é margeado por faixas de dobramento de idade brasileira (700 – 500Ma).

O Cráton do São Francisco forma uma das mais importantes unidades geotectônicas da América do Sul, quando considerados os aspectos científicos e econômicos envolvidos. Este Cráton foi formado durante o Paleoproterozóico, a partir da junção de vários blocos cratônicos de idade arqueana (Sanches *et al.*, 2007). Esta unidade geológica corresponde a porção Leste do Cráton Congo-São Francisco, que ocupava a porção central do Gondwana, separado em torno de 120Ma. pelo oceano Atlântico Sul (Viera, 2007). O Cráton é margeado pelas faixas Riacho do Pontal (Norte), Sergipana (Nordeste), Araçuá (Sudeste), Brasileira (Oeste) e Rio Preto (Noroeste).

4.1.2. Bacia São Francisco

A Bacia do São Francisco está inteiramente contida no Cráton do São Francisco e possui uma área de aproximadamente 300.000 km². Ela ocupa grandes áreas dos estados de Minas Gerais e Bahia e pequenas partes de Goiás, Tocantins e Distrito Federal (Alkmim & Martins-Neto, 2001).

Esta bacia é preenchida principalmente por rochas clásticas e carbonáticas, de idades arqueanas, paleo, meso e neoproterozoicas e em menor volume por rochas paleozoicas, mesozoicas e cenozoicas (Viera, 2007; Zálan & Romeiro-Silva, 2007). Por apresentarem diferenças tectônicas, estratigráficas e ambientais, as porções Norte e Sul desta Bacia foram subdivididas por Campos e Dardenne (1997) em duas sub-bacias denominadas: Sub-Bacia Abaeté e Sub-Bacia Urucuia. Essas sub-bacias estão separadas por um alto estrutural do embasamento denominado de Alto do Paracatu.

De acordo com Zálan e Romeiro-Silva (2007), a sequência de preenchimento da Bacia São Francisco, da base para o topo, se iniciou por uma Supersequência Rife (Supergrupo Espinhaço e Grupo Arai, paleo-mesoproterozóicas), que foi sobreposta por uma Supersequência Intracratônica (Supergrupo Espinhaço e Grupo Arai, neoproterozóica) que, por sua vez, foi coberta por uma Supersequência Intracratônica-Antepaís (Grupo Bambuí, neoproterozóica). Coberturas delgadas e locais de idade permo-carbonífera (Grupo Santa Fé) e cretácicas (Grupos Areado, Mata da Corda e Urucuia) completam a estratigrafia da bacia.

Devido aos sucessivos ciclos sedimentares ocorridos ao longo do tempo, a Bacia engloba diversas unidades litoestratigráficas. Entre o Paleoproterozóico e o Cretáceo, há registros na bacia de pelo menos cinco estágios de sedimentação e estão representados pelas seguintes unidades litoestratigráficas: embasamento, composto por rochas granito-gnáissicas, Supergrupo Espinhaço, Supergrupo São Francisco (composto pelos Grupos Macaúbas e Bambuí), Grupo Santa Fé e as unidades cretácicas dos Grupos Areado, Mata da Corda e Urucuia (Sgarbi *et al.*, 2001; Baptista, 2004).

4.1.3. Grupo Bambuí

As rochas sedimentares e metassedimentares pertencentes ao Grupo Bambuí ocupam uma área superior a 200.000 Km², possuem uma idade Neoproterozoica, e se encontram acomodadas sobre o Cráton do São Francisco (Figura 10). Tais rochas são compostas predominantemente por siltitos e calcários, ocorrem de forma subordinada ardósias, filitos, arcósios, e dolomitos (Souza Cunha, 1964; Piló, 1998).

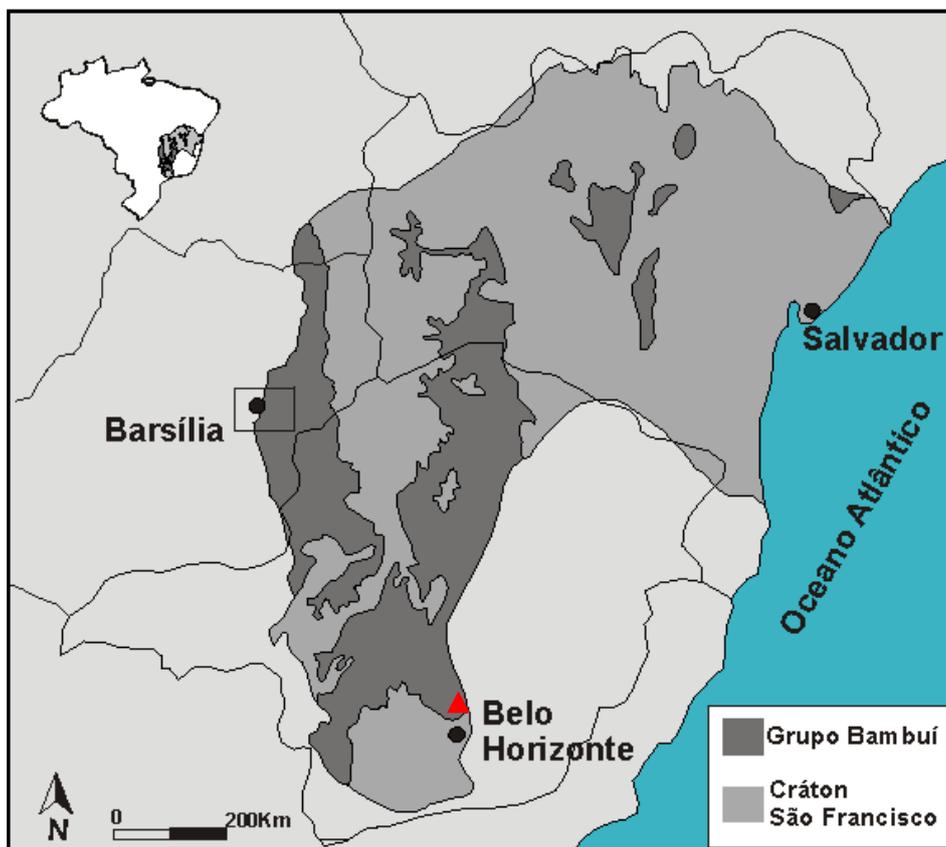


Figura 10. Localização do Grupo Bambuí sobre o Cráton São Francisco. A área de estudo está indicada pelo triângulo vermelho (Adaptado de Egydio-Silva *et al.*, 2011).

O Grupo Bambuí é uma unidade estratigraficamente situada no topo do Supergrupo São Francisco, constituído por formações, depositadas em plataforma continental durante três ciclos de transgressão-regressão do mar, sob clima quente. Ocupa a porção Oeste da Faixa Brasília, sendo embasado por substrato rochoso graníticos-gnáissicos no Cráton do São Francisco. (Sial *et al.* 2009; Cassino, 2011; Hasui, 2012).

As rochas do Grupo Bambuí compreendem uma sequência pelito-carbonática capeada por um pacote de sedimentos com espessura de 600m a 800m e sua sedimentação ocorre normalmente sobre uma crosta continental orientada relativamente na direção N–S por falhas antigas do escudo cristalino. (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, 1994; Shinzato, 1998). Além disso, tais rochas estão divididas em cinco unidades: Formação Sete Lagoas, Formação Serra de Santa Helena, Formação Lagoa do Jacaré, Formação Serra da Saudade e Formação Três Marias, que se localiza no topo da sucessão (Dardenne, 1978; Viera, 2007).

As rochas carbonáticas que compreendem o grupo Bambuí possuem uma grande relevância no contexto geológico do Cráton do São Francisco. Tais rochas abrangem a região Centro-Norte de

Minas Gerais, Leste de Goiás, Sudoeste de Tocantins e Oeste da Bahia, onde recebe o nome Formação Salitre para os carbonatos (Viera, 2007).

Na região de Prudente de Moraes as formações calcárias do Grupo Bambuí estão assentadas sobre as rochas arqueanas, fazendo limite a Leste com as formações proterozoicas da Serra do Espinhaço (Souza Cunha, 1964).

Na região de estudo podemos destacar as Formações Sete Lagoas (dolomitos, calcários e pelitos com estromatólitos) e Serra de Santa Helena (folhelhos, siltitos e secundariamente arenitos) (Piló, 1998; Viera, 2007) (Figuras 11 e 12).

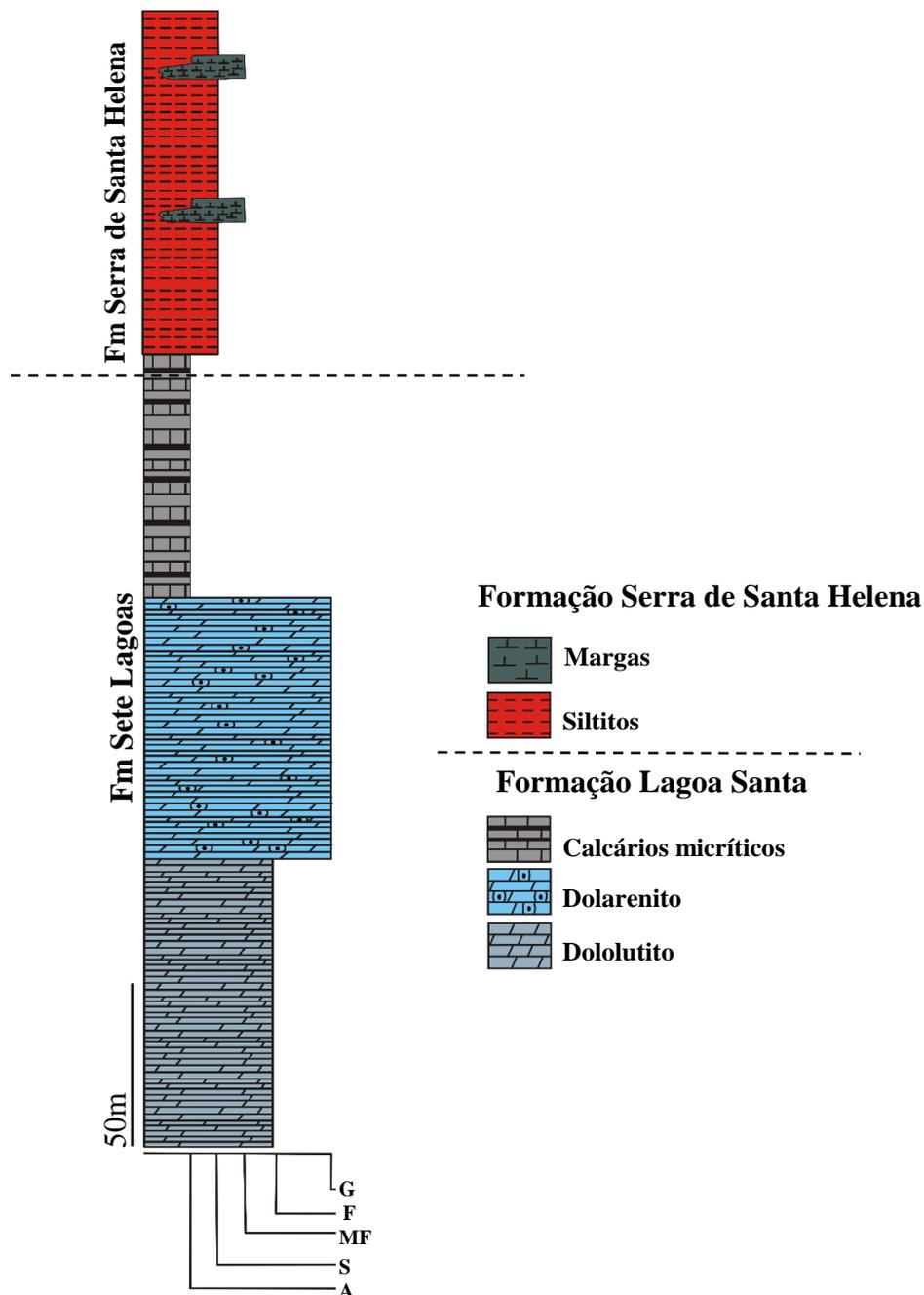


Figura 11. Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí (Adaptado de Sanches *et al.* 2007; Cruz, 2012).

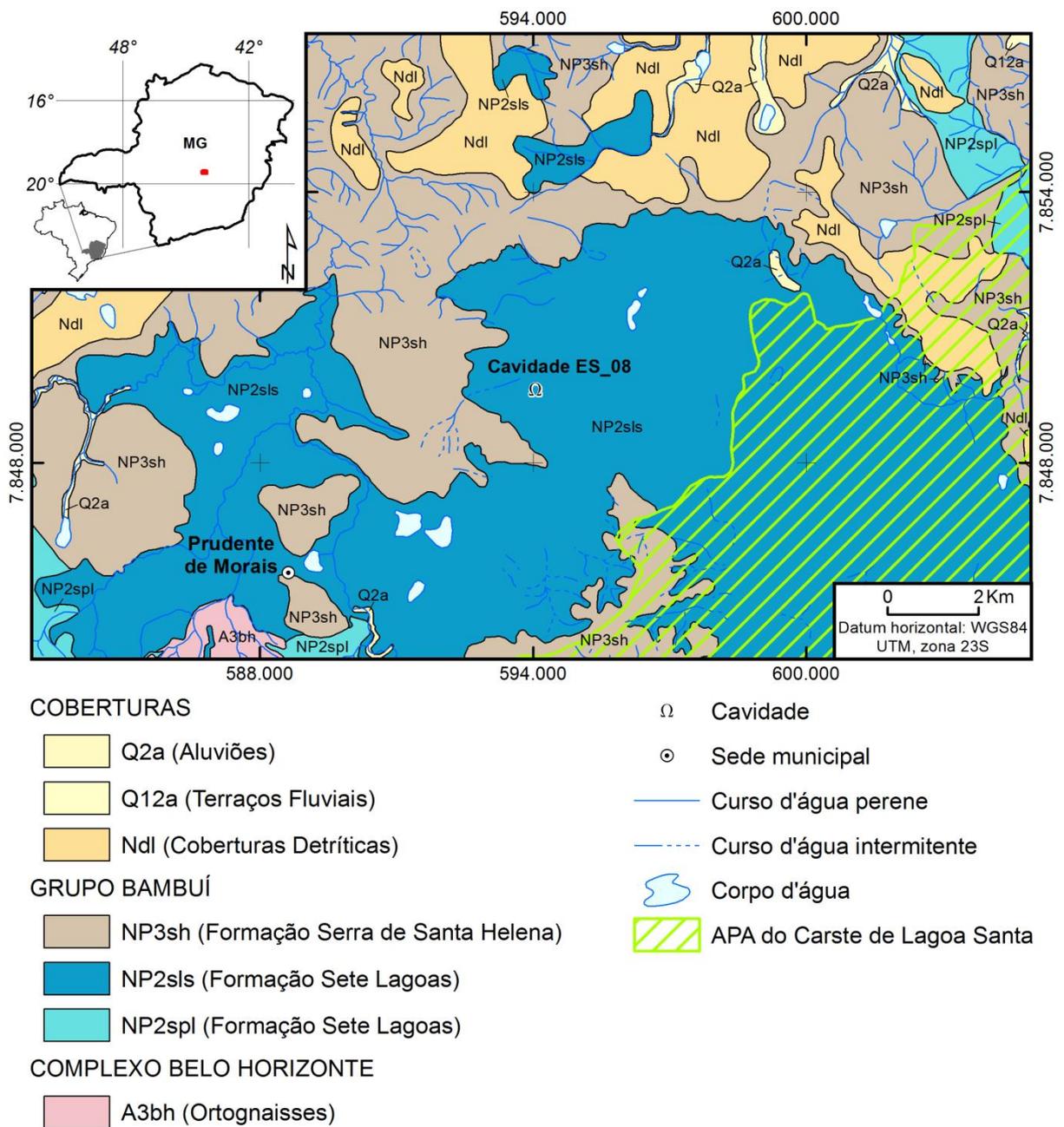


Figura 12. Mapa geológico da área de estudo, onde é indicada a localização da cavidade ES-08.

4.1.4. Características geológicas do grupo Bambuí na área dos maciços Limeira, Escrivânia e Ingleses.

O calcário do Grupo Bambuí na área dos maciços estudados tem uma granulometria fina e cor acinzentada sendo que a espessura das camadas do calcário que abrigam as cavernas são centimétricas (Figuras 13 e 14).

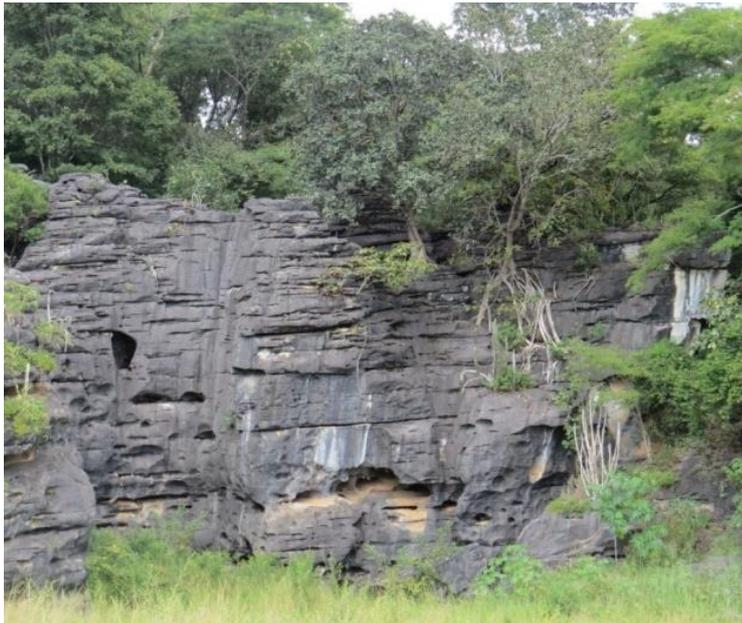


Figura 13. Vista geral de um paredão calcário de coloração acinzentada, mostrando os lapiás de junta que se desenvolvem horizontalmente, no mesmo sentido das camadas. Foto: André Vasconcelos.

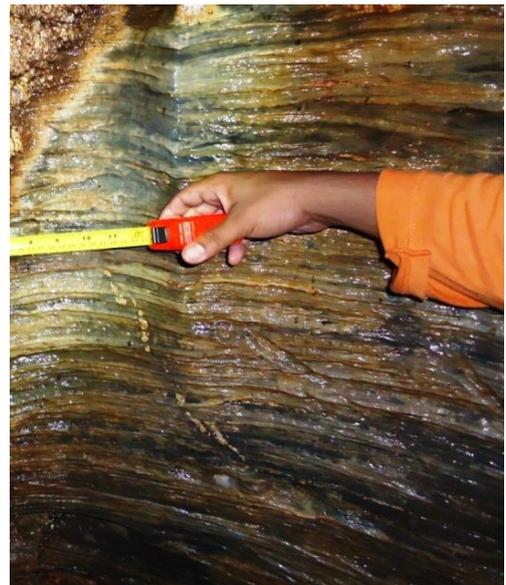


Figura 14. Acamamento transposto de espessura centimétrica do calcário dos maciços Limeira, Escrivânia e Ingleses. Foto: Eduardo Haddad.

A maior parte do calcário presente na área apresenta uma baixa quantidade de magnésio e impurezas, característica que condiciona uma maior taxa de dissolução da rocha carbonática. Essa característica proporciona ao carste da área de estudo, um elevado grau de maturidade, fato confirmado pela grande quantidade de feições cársticas presentes na área, como dolinas, cavidades naturais (cavernas, abrigos e abismos), campos de lapiás (Figura 15), lapiás aveolados e reentrantes (Figura 16), cânions, lajedos, torres, verrugas e mesetas (Auler, 1994).



Figura 15. Campo de lapiás localizado no maciço do Limeira, feição típica da paisagem cárstica. Foto: André Vasconcelos.



Figura 16. A solubilidade do calcário da região, através da ação da água, proporciona o desenvolvimento de lapiás reentrantes, condicionados pelo acamamento e de uma caverna (ES-01) na base do paredão calcário situado na porção Noroeste do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.

4.2. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

Os maciços Limeira, Escrivânia e Ingleses estão localizados no município de Prudente de Moraes e em área contígua ao Planalto de Lagoa Santa.

De acordo com Kohler (1989), as cotas altimétricas do Planalto de Lagoa Santa variam entre 650m a 900m, onde predominam as cotas acima de 800m. O carste da região é caracterizado pela presença de maciços calcários com paredões e depressões fechadas, que funcionam como lagoas temporárias. A maioria das cavernas possui pequenas dimensões e podem ter se desenvolvido nas margens das lagoas ou pela ação de drenagens intermitentes (Kohler, 1994; Auler, 1994; Auler & Farrant, 1996; Piló, 1998).

4.2.1. O Carste

Segundo Kohler e Castro (2011), os mesmos processos que atuam no desenvolvimento de relevos cársticos, também estão presentes na evolução da paisagem não-cárstica. Entretanto, no carste, além dos mecanismos já atuantes nos demais relevos, há processos de dissolução e abatimentos que são produtos da ação das águas sobre a rocha solúvel, fato que o torna um relevo frágil e dinâmico.

A paisagem cárstica se caracteriza por ocupar vastas áreas com presença de rochas solúveis, onde a drenagem é predominantemente subterrânea e o relevo se apresenta de forma runeiforme e esburacado (Jennings, 1971; Viers, 1978; Selby, 1985; Karmann, 2009) (Figura 17).

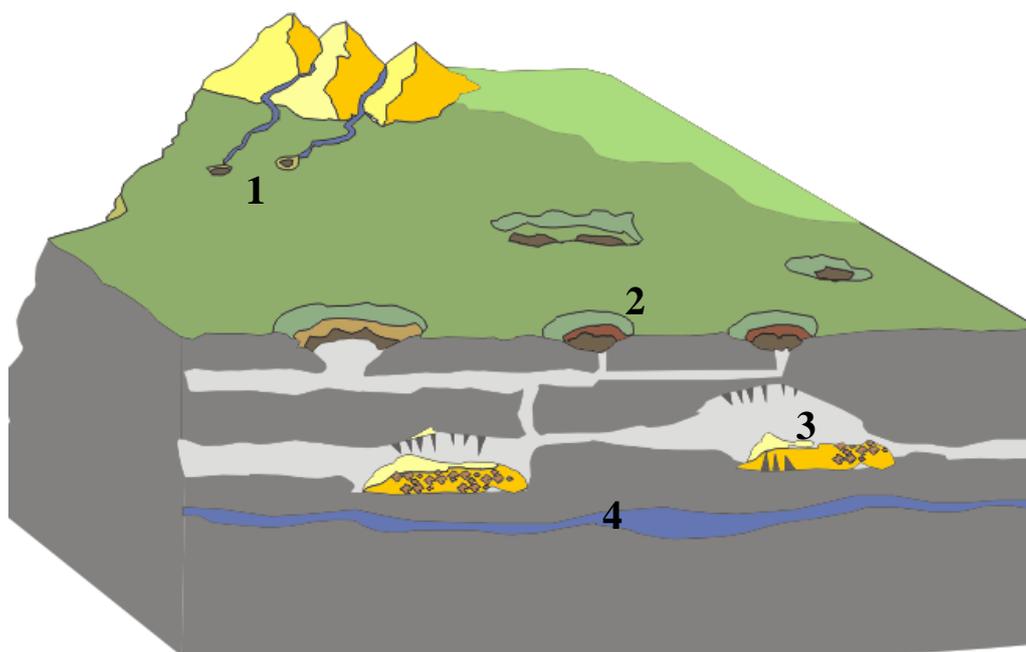


Figura 17. Feições mais comuns observadas na paisagem cárstica: (1) sumidouro, (2) dolinas, (3) cavidades subterrâneas, (4) conduto freático (Adaptado de Karmann, 2009).

São necessárias certas condições básicas para que haja o desenvolvimento do carste e Selby (1985) indica que tais condições envolvem a geologia, o clima e o relevo. Primeiramente, a região deve estar situada acima do nível do mar e possuir um espesso pacote rochoso constituído de rochas solúveis, sendo que um considerável volume deste pacote também deve estar posicionado acima do lençol freático. Esse fato permitirá a livre circulação da água subterrânea por entre as fraturas e acamamentos, e assim, desenvolvendo o relevo cárstico. O clima e vegetação também contribuem para a formação deste relevo. Em regiões úmidas, a vegetação contribui para a acidulação da água e, conseqüentemente, para uma dissolução mais eficaz da rocha (Jennings, 1971; Viers, 1978).

Dependendo das características analisadas, o sistema cárstico pode ser dividido e reagrupado de diversas maneiras (Sharma, 1986; Dolabela, 1958; Karmann, 2009; Lino, 2009). Karmann (2009)

divide o carste, do ponto de vista geomorfológico/hidrológico, em três grupos: **(1)** formas subterrâneas acessíveis ao homem, representado pelas cavernas, **(2)** formas condutoras de água subterrânea, representado por aquíferos de condutos e **(3)** formas superficiais, que é o relevo cárstico.

Já segundo Lino (2009), o relevo cárstico pode ser dividido em dois grandes grupos: formas primárias e secundárias, também chamadas respectivamente de formas cársticas destrutivas e construtivas. As formas cársticas destrutivas, que sofrem processos de dissolução, são representadas, dentre outras, por dolinas, lapiás e cavidades subterrâneas. Já as formas cársticas construtivas, que se formam a partir da deposição de minerais, são representadas pelos espeleotemas.

Dolabela (1958) divide o relevo cárstico em cinco grupos: **(1)** formas superficiais de detalhe, como os campos lapiás, **(2)** escavadas, como vales profundos e **(3)** subterrâneas, como as cavernas e **(4 e 5)** depressões fechadas pequenas e grandes, como dolinas e póljes respectivamente.

A paisagem cárstica ainda pode ser caracterizada por dois domínios morfológicos: um superficial denominado exocarste e outro sub-superficial denominado endocarste. O exocarste se caracteriza pela presença de dolinas, sumidouros, vales cegos, paredões (Figura 18) e drenagens criptorréicas (subterrâneas), enquanto o endocarste se caracteriza pela presença de um conjunto de cavernas (Figura 19), galerias e por um sistema de drenagem alimentado por sumidouros (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, 1994; Auler & Zogbi, 2005; Wicander & Monroe, 2009).



Figura 18. Paredão calcário, típica feição exocárstica, localizado na porção Noroeste do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.



Figura 19. Pequena caverna (ES-10) inserida no maciço Escrivânia, exemplo de feição endocárstica. Foto: Luciano Vilaboim.

Tais feições geomorfológicas funcionam como armadilhas que podem condicionar e preservar sedimentos autóctones e/ou alóctones no ambiente cárstico. Juntamente com esses sedimentos, restos de organismos podem também ser transportados para o interior dessas feições cársticas e, se as condições ambientais forem favoráveis, ocorrerá à preservação destes restos (ex. Lund, 1936; Jennings, 1971; Ford & Williams 1989; Cartelle, 1994; Simms, 1994; Laureano, 1998; Salles *et al.*, 1999; Lobo *et al.*, 2007).

4.2.2. Sedimentação e fossilização em cavernas

A primeira fase da formação de cavidades em rochas carbonáticas é caracterizada pela dissolução da rocha encaixante. Já na segunda etapa de formação da cavidade, que é denominada por fase de deposição, é observada a presença de sedimentos clásticos, químicos e orgânicos no interior da cavidade (Tabela 4) (Lund, 1836; Jennings, 1971; Dreybrodt, 1988; Ford & Williams, 1989; Gillieson, 1996).

Tabela 4. Principais tipos de depósitos cavernícolas segundo Laureano, 1998.

Tipo de sedimento	Depósitos sedimentares
Clástico	Elúvio, colúvio e alúvio
Químico	Carbonatos, sulfatos, nitratos
Orgânico	Guano, restos e/ou vestígios de vegetais e animais

Em geral, o solo cavernícola é formado por sedimentos clásticos oriundos do meio externo, que são carregados pelo vento, por águas fluviais e pluviais, que, por sua vez, utilizam os condutos subterrâneos como rotas de fluxo. Minerais dissolvidos na água ao se precipitarem, também podem compor o sedimento cavernícola, muitas vezes, funcionando como cimento, para a formação de rochas. O solo também pode ser constituído pela decomposição e fragmentação da rocha matriz *in situ* e ainda pode ser composto por materiais trazidos, excretados ou produzidos por organismos que habitam esses ambientes. Tais depósitos, por sua vez, constituem prioritariamente objeto de estudos biológicos e paleontológicos (Jennings, 1971; Ford & Williams, 1989; Simms, 1994; Laureano, 1998; Sirtoli & Lima, 2002) (Figura 20).

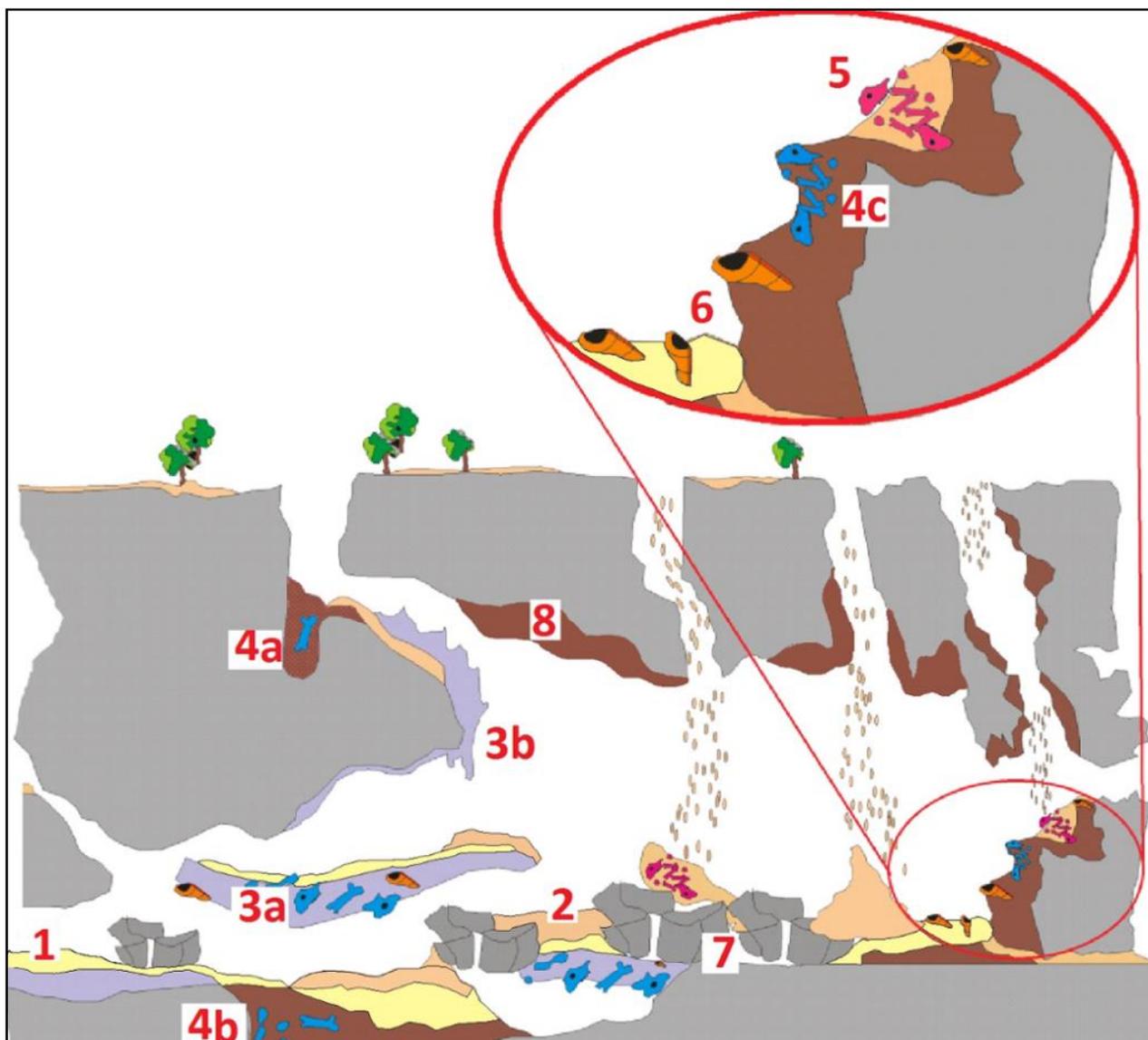


Figura 20. Modelos de possíveis tipos de depósitos cavernícolas: **1.** Sedimento de piso (argila, areia, blocos, conchas, ossos, etc.); **2.** Sedimento mais recente; **3a e 3b.** Depósitos químicos, respectivamente paleopiso e escorrimentos; **4 (a, b, c).** Brechas fossilíferas de origem comum depositados em locais distintos; **5.** Restos recentes de vertebrados; **6.** Conchas de gastrópodes terrestres atuais, cimentadas em brecha e incrustadas por calcita; **7.** Blocos desmoronados; **8.** Brecha sedimentar (Adaptado de Lino & Allievi, 1980).

A ligação do meio externo ao cavernícola se inicia pela captura de detritos, que, por sua vez podem ser transportados pela ação gravitacional. Tais sedimentos, que são classificados como fluxo de detritos, podem gerar depósitos formados, predominantemente, de brechas (matriz ou clasto suportados) e estão geralmente dispostos em pacotes discordantes, não apresentando organização interna (Ford & Williams, 1989; Gillieson, 1996; Laureano, 1998).

4.2.2.1. Sedimentos cavernícolas

Quanto à origem, os sedimentos associados aos ambientes cavernícolas podem ser agrupados em três grupos: clásticos, químicos e orgânicos (e seus derivados, como fosfatos e nitratos), e podem ser divididos quanto a sua origem (alóctone ou autóctone), além de sua localização espacial na cavidade (Ford & Williams, 1989; Gillieson, 1996) (Tabela 5).

Tabela 5. Tipo de sedimentos cavernícolas. Adaptado de Gillieson (1996) e Ford e Williams (1989)

Tipo de sedimento	Origem	Tipo de transporte	Exemplo
Clástico	Alóctone	Transporte hidráulico e eólico, fluxo de lama	Clastos subangulares a subarredondados de diversas granulometrias
	Autóctone	Colapso de teto e parede, fluvial, intemperismo do solo e da matéria orgânica, eólico	
Orgânico	Alóctone	Transporte hidráulico e eólico; fauna	Fragmentos de madeira, ossos, húmus, pólen
	Autóctone		Guano, crostas ou laminais de fosfatos
Químico	Alóctone	Precipitados e evaporitos (Mais de 180 minerais são formados no interior de cavernas)	Tufa
	Autóctone		Espeleotemas

4.2.2.2. Depósitos clásticos

Segundo Ford e Williams (1989), sedimentos cavernícolas podem ser de análise complexa, uma vez que a lei da superposição das camadas nem sempre pode ser aplicada a estes sedimentos, que estão sujeitos a redeposição e retrabalhamento. Retrações, afundamentos, intrusões de sedimentos químicos, escavações, dentre outros efeitos, são relativamente comuns nos depósitos cavernícolas.

Segundo Jennings (1971) os sedimentos clásticos variam suas características por possuírem diferentes origens, meios de transporte e ambientes de deposição. Podem ser divididos em **(1) colapso de teto e paredes das cavernas**, formando cones de deposição, constituídos por clastos angulosos; **(2) brechas de colapso e óssea**, que são características de cavernas e são constituídas por uma mistura de solo, precipitações secundárias, fragmentos de rocha matriz cimentados em matriz argilo-arenosa.

Fragmentos de espeleotemas e ossos também podem ser encontrados em meio ao depósito e se localizam nas fissuras e cavidades por meio de fluxo gravitacional; **(3) depósitos formados por correntes de água**, geralmente tem a origem externa, mas podem ser formados também por blocos caídos da rocha encaixante e fragmentos de espeleotemas. Estes depósitos apresentam clastos bem selecionados e arredondados que podem variar de granulometria desde matacões até argilas.

A classificação apresentada por Laureano (1998) distingue os sedimentos clásticos presentes nos condutos cársticos, e aponta os processos de sedimentação pelos quais os fragmentos foram depositados, indicando os mecanismos envolvidos no seu transporte e deposição (Tabela 6).

Tabela 6. Mecanismos de transporte e principais tipos de partículas sedimentares em cavernas, segundo Laureano (1998).

Classe	Mecanismos de transporte	Origem do sedimento	Morfologia	Textura do sedimento
Fluviais	Tração, saltação e suspensão (acresção paralela)	Alóctone com contribuição autóctone	Bancos e leitos fluviais em canais ativos; Bancos e terraços em canais abandonados	Ampla variação textural: argila a seixo
	Abatimentos (queda livre)	Autóctone	Cones e pilhas irregulares, de tamanho variado, colapso de teto ou parede	Grânulos a matacões
Gravitacionais	Fluxo de detritos (corrida de lama)	Alóctone com contribuição autóctone	Cones, bancos e pilhas de sedimentos, muitas vezes preenchendo galeria	Brechas matriz e clastossuportada

4.2.2.3. Depósitos químicos

Os sedimentos químicos possuem sua origem inteiramente química, ou seja, não são formados por clastos. Dentre os vários tipos de depósitos sedimentares químicos, encontram-se algumas precipitações calcárias em cavidades. Tais depósitos são chamados de espeleotemas (Jennings, 1971; Giannini & Melo, 2009). Segundo Gillieson (1996), espeleotema é o conjunto das feições deposicionais nas cavidades subterrâneas, que compõem as fácies cársticas e são caracterizados como

um depósito mineral secundário e são formados basicamente por processos químicos de dissolução e precipitação de minerais.

Para haver presença de espeleotemas é necessário haver a presença de umidade. A água levemente ácida, impregnada de gás carbônico, percola através das fendas presentes na rocha, dissolvendo e transportando o calcário, sob a forma de bicarbonato de cálcio. A água saturada em minerais, ao ressurgir em gotas na cavidade, entra em contato com a atmosfera cavernícola e, o gás carbônico contido na gota, é liberado e o carbonato de cálcio dissolvido pela água se precipita, sendo redepositado na cavidade (Jennings, 1971; Ford & Williams, 1989).

Há diversos tipos de espeleotemas que podem ser formados por vários minerais e assumir inúmeras formas. Segundo Ford e Williams (1989), há mais de cento e oitenta minerais que podem constituir os depósitos químicos nas cavidades naturais, sendo que, nas cavernas brasileiras, há registros de cerca de 20 minerais (Lino, 2009). Lino (2009) lista cerca de quarenta tipos de espeleotemas, sendo que suas características variam de acordo com as variáveis atuantes durante a sua formação, tais como, tipo de ambiente deposicional, tipo de minerais precipitados e processos envolvidos em sua gênese.

Para cada conjunto de características presentes, é dado um nome específico ao espeleotema, sendo que as formas mais comuns observadas nas cavidades são as estalactites, canudos de frescos, escorrimentos, coralóides, estalagmites, colunas e paleopisos (Jennings, 1971; Ford & Williams, 1989). Na Figura 21, estão representados alguns tipos de espeleotemas observados em cavidades subterrâneas.

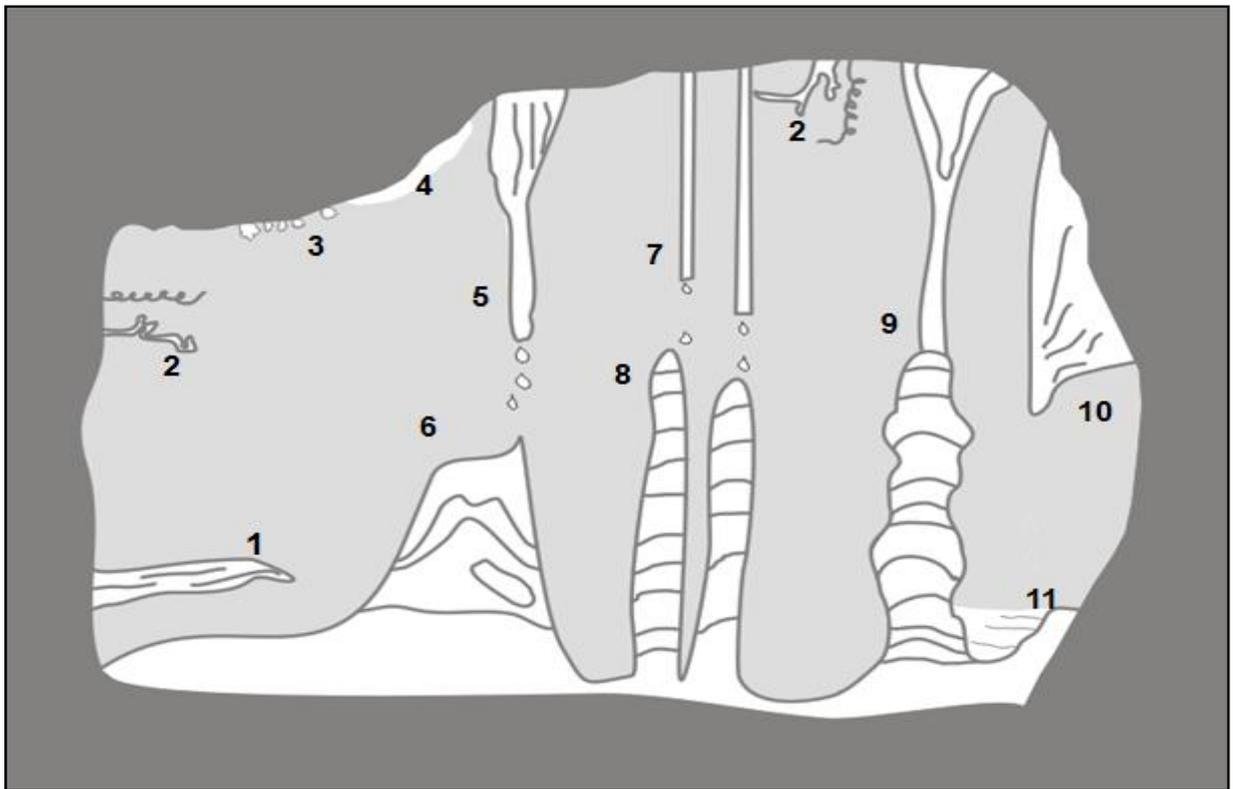


Figura 21. Tipo de espeleotemas observados em cavidades subterrâneas. (1) paleopiso, (2) helectites, (3) coralóides, (4) escorrimento, (5) estalactite, (6) estalagmite, (7) estalactite tipo canudo, (8) estalagmite tipo vela, (9) coluna, (10) cortina, (11) represa de travertino (Adaptado de Karmann, 2009).

Jennings (1971) lista as principais características que vão influenciar na gênese dos espeleotemas, tais como, as características da rocha encaixante, a qual irá ser dissolvida gradualmente pela água, a velocidade e turbulência da água percolante e o efeito da temperatura nas reações químicas.

4.2.2.4. Depósitos orgânicos

Em se tratando de restos de paleovertebrados preservados em cavernas, são reconhecidos mecanismos de entrada de animais, ou de seus restos, nas grutas. Segundo Lund (1836; 1837a; 1837b) e Simms (1994), os animais podem ter adentrado nas grutas por diversos motivos: (a) a procura de abrigo ou (b) para lambar sal da terra e se perderem nos corredores escuros; (c) por terem sido carregados por predadores; (d) por terem caído em fendas e abismos ou (e) por terem sido levados por enxurradas, enquanto carcaças ou apenas seus restos esqueléticos (Figura 22). Simms (1994) ainda divide estas situações em diferentes categorias.

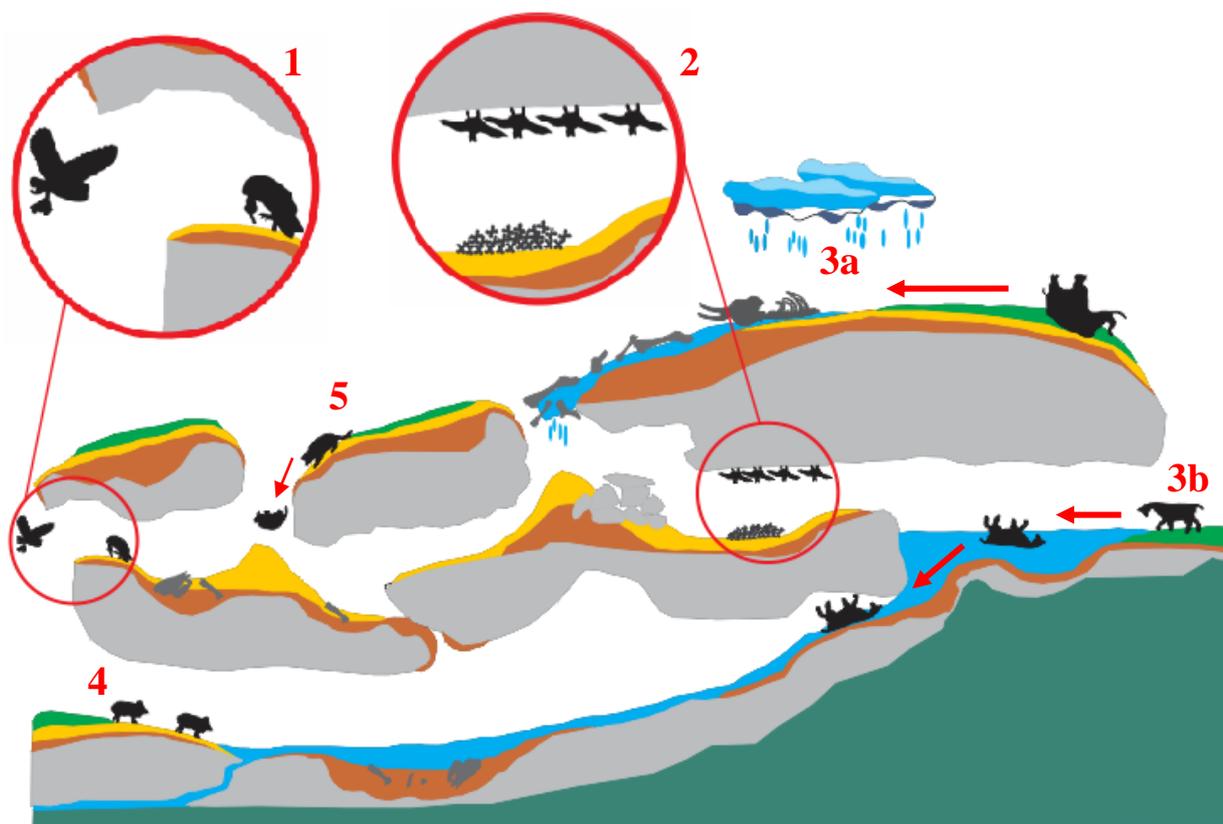


Figura 22. Hipóteses de entrada de animais (ou de seus restos) no interior das cavidades: **(1)** carregados por predadores (ex. corujas); **(2)** a procura de abrigo (ex. morcegos); **(3a)** levados por correntezas de água – somente os restos esqueléticos **(3b)** levados por correntezas de água – como carcaças; **(4)** a procura de água ou sal; **(5)** queda através de fendas verticais (Adaptado de Lund, 1836; 1837a; 1837b).

Simms (1994) divide em três grandes grupos os processos de incorporação de restos de vertebrados em cavernas: **(1) autóctone biótico:** animais que habitam a caverna durante parte ou por toda a vida; **(2) alóctone biótico:** animais que utilizam a caverna esporadicamente. Ambos os grupos de organismos podem ter seus restos preservados no interior das cavernas, em meio ao sedimento; **(3) alóctone abiótico:** relacionado a características físicas do ambiente e é ilustrada por retrabalhamentos da própria rocha onde a caverna se desenvolve, enchentes, escorregamentos e colapsos.

4.3. Processos de fossilização em cavernas

Fossilização é o conjunto de processos pelos quais se conservam os restos e/ou vestígios orgânicos incorporados nos sedimentos. Inúmeros são os processos de fossilização descritos na literatura que podem propiciar a preservação das partes duras (ex. ossos e conchas) e das partes moles

(ex. músculos e pele) dos organismos (ex. Woods, 1950; Shimer, 1956; Mendes, 1977; Suguio, 1998; Cassab, 2010).

A fossilização depende de fatores especiais, tais como: as condições físico químicas nas quais o organismo morreu e foi soterrado, a composição do organismo e os fatores que levam os restos a decomposição, a ação de organismos (necrófagos e decompositores), e a velocidade de soterramento, dentre outros (Woods, 1950; Shimer, 1956; Leakey & Lewin, 1977; Mendes, 1977; Raup & Stanley, 1978; Fairchild *et al.*, 2009; Simões *et al.*, 2010).

Processos de fossilização são reconhecidos nos restos de paleovertebrados quaternários coletados em cavernas no Brasil, tais como, substituição, permineralização, mumificação e incrustação (ex. Lund, 1836; Mendes, 1977; Teixeira, 1980; Mendes, 1988; Cartelle, 1994; Sales, 2003; Lessa & Cardoso, 2005). Há também o registro de fossilização de invertebrados em cavidades naturais, como o de incrustação carbonática em ecdise de invertebrado, observada em parede de caverna localizada em Minas Gerais (Gambarini, 2012) e de moldes deixados por conchas de gastrópodes terrestres em solos carbonatados (Vasconcelos, 2012).

Não é raro que a precipitação dos minerais ocorra sobre o chão das cavernas, criando uma crosta carbonática que encobre consideráveis porções da cavidade e de materiais que se encontram no solo, como clastos e bioclastos (Lund, 1836; Shimer, 1956; Paula Couto, 1958; Mendes, 1977; Cartelle, 1994; Karmann, 2009). Ao encobrir os restos orgânicos, o mineral precipitado cria uma capa protetora envolvendo esses restos, provendo assim, a preservação deste material. Tal processo de preservação é chamado de incrustação (Lund, 1936; Shimer, 1956; Mendes, 1977; Cartelle, 1994; Cassab, 2010). A Figura 23 exemplifica e ilustra como são encontrados os fósseis que sofrem incrustação. Na Figura 23, parte 2, é possível observar as diferenças na coloração e textura que as peças fósseis podem sofrer ao serem incrustadas.

Em outros tipos de espeleotemas também são encontrados fósseis, como em paleopisos (ou casca fina), e em brechas e conglomerados (Lund, 1836; Cartelle, 1994; Suguio, 1998).

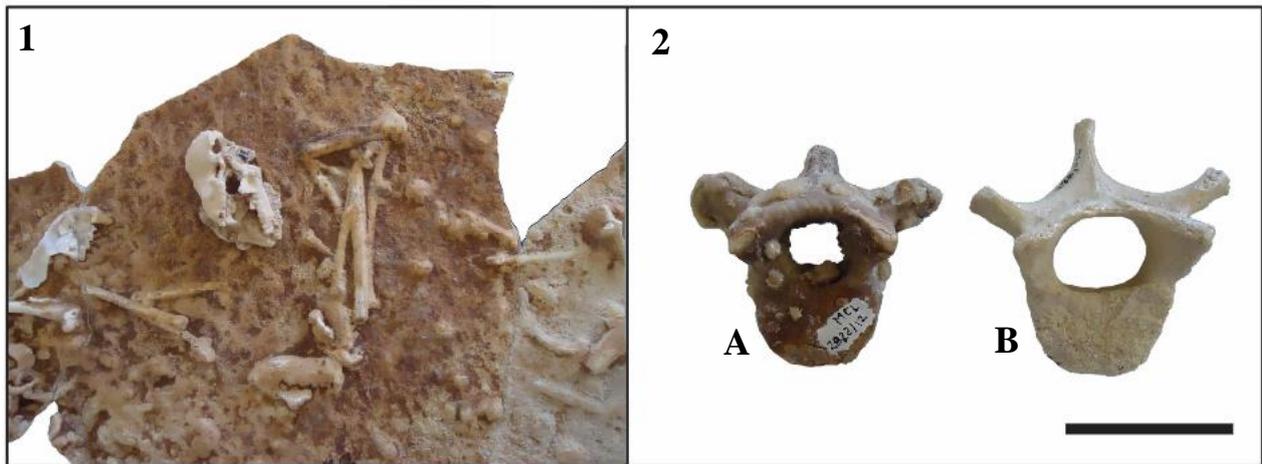


Figura 23. Fósseis coletados em cavernas carbonáticas: exemplos de fossilização por incrustação de calcita sobre os ossos, 1) Restos de quirópteros e 2) vértebra de preguiça terrícola - *Nothrotherium maquinense* (Lund) Lydekker, 1889. Sendo: 2a) incrustada por calcita e 2b) sem incrustação. Material depositado no MCN-PUCMinas Laboratório de Paleontologia. Escala: 5cm. Fotos: André Vasconcelos.

Por serem ambientes que muitas vezes fornecem tais condições, as cavidades naturais se tornam facilitadores para que o processo de fossilização ocorra. Embora Lund (1836) já tivesse alertado que as ossadas que não fossem rapidamente soterradas, teriam sua decomposição acelerada pela ação da umidade (ex. Simms, 1994; Cartelle, 1994; 2012).

Os fósseis de mamíferos pleistocênicos coletados em cavernas cársticas e preservados como bioclastos em depósitos de enxurradas, se apresentam em grande parte com alto grau de friabilidade. Isso porque nem sempre as condições em que os restos esqueléticos foram expostos – desde a morte até o soterramento final – foram ideais para que ocorresse a fossilização do espécime como um todo, e que na maior parte das vezes, se preservam apenas ossos fragmentados (ex. Lund, 1836; Paula Couto, 1958; Souza Cunha, 1964; Barros *et al.*, 1984; Cartelle, 1994; Chahud, 2006; Sedor & Silva, 2006; Ávilla *et al.*, 2008; Castro & Langer, 2008; Cartelle, 2012).

Jazidas fossilíferas significativas, em termos de quantidade e qualidade de material, são relatadas para cavernas calcárias localizadas nos estados de Minas Gerais e Bahia. Nessas cavidades, como nas grutas baianas de Brejões, Poço Azul e Toca dos Ossos, foram retiradas inúmeras espécies associadas à megafauna pleistocênica, como preguiças gigantes, tigres dente de sabre e tatus gigantes (ex. Paula Couto, 1979; Cartelle, 1992; Cartelle *et al.*, 2005; Vasconcelos *et al.*, 2008). Estas grandes cavidades preservam um considerável número de esqueletos praticamente completos. Esse fato é incomum nas cavidades de tamanho reduzido e pode estar associado ao maior tamanho de seus condutos, que propicia a entrada de carcaças de grandes animais, sendo estes, posteriormente, soterrados articulados. Cavidades que possuem um maior desenvolvimento também podem criar

dificuldades de acesso a diferentes agentes bióticos, como predadores e/ou carniceiros. Assim, restos de vertebrados depositados em porções mais profundas, provavelmente tendem a se ver livres do ataque desses agentes. Já cavidades de tamanho reduzido, como aquelas comumente encontradas na região de Lagoa Santa, geralmente preservam fósseis desarticulados e fragmentados. Isso pode estar relacionado ao fato dessas pequenas cavidades apresentarem ambientes instáveis e mais expostos à ação de agentes biológicos (ex. necrófagos) e físicos (ex. intempéries), além do próprio retrabalhamento do depósito.

Geralmente o ambiente dessas pequenas cavidades é mais turbulento, com ações mais intensas das águas, vento e luminosidade. Isso pode comprometer o estado de preservação dos fósseis ali depositados, em geral se apresentando incompletos, fragmentados e/ou rolados (Cartelle, 1994; Benton, 2008).

Processos erosivos e intempéricos, como abatimento de teto e paredes e a própria dissolução da rocha, atuando por um longo tempo em cavidades de tamanho considerável, podem transformar seu ambiente, antes livre de intempéries, em um ambiente mais exposto às ações do tempo. Porém, o material orgânico depositado no passado pode ainda ser observado no ambiente cavernícola que se apresenta hoje em tamanho reduzido (Vasconcelos, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012).

Outro fator relevante é que os mesmos processos geológicos atuantes em cavernas carbonáticas quilométricas podem ocorrer em cavidades de pequeno desenvolvimento, como a capacidade de receber e condicionar material alóctone, carregados pelo fluxo de águas ricas em carbonatos e deposição de sedimentos químicos. Assim, embora seja mais raro, as cavidades de pequenas dimensões também podem conter fósseis, como nos depósitos tipo brechas sedimentares, escorrimentos e paleopisos, como visto na área do presente estudo (Vasconcelos, 2012).

Assim, a água percolante na rocha, saturada por minerais, ao entrar em contato com restos orgânicos duros pode criar diferentes tipos de fossilização, preservando esse material (Lund, 1836; Teixeira, 1980; Cartelle, 1994; Cartelle, 2012).

Por apresentarem maior resistência às intempéries, as partes duras dos organismos como dentes, ossos e conchas são mais passíveis de sofrer o processo de fossilização, (ex. Shimer, 1956; Fairchild *et al.*, 2009; Cassab, 2010).

Conforme relatado em trabalhos envolvendo fósseis coletados em cavernas carbonáticas, basicamente as partes duras dos organismos sofrem três processos de fossilização: substituição, permineralização, incrustação e moldes, como os encontrados em brechas sedimentares de conchas de gastrópodes (Lund, 1836; Teixeira, 1980; Cartelle, 1994; Lessa & Cardoso, 2005; Vasconcelos, 2012). Embora mais raras, há preservação de tecidos moles dos organismos, como músculos, ou até

mesmo fezes e pelo, que podem sofrer processos de desidratação ou são preservados pelo gelo (ex. Lund, 1836; Shimer, 1956; Sutcliffe, 1985; Mendes, 1988).

Os processos de fossilização por substituição e permineralização ocorrem com a percolação de água saturada por minerais no interior do material orgânico, sendo que no primeiro processo, todo o material orgânico é substituído pelo mineral percolante. Já no segundo processo, se dá pelo preenchimento dos poros do organismo pelo mineral, preservando assim, a estrutura biomineralizada do organismo (Zittel & Eastman, 1913; Shimer, 1956; Cassab, 2010).

4.4. Material recente e fóssil

Assim como restos pretéritos de organismos foram carreados e preservados no interior das cavidades, restos de espécies ainda viventes de organismos ainda são comumente encontrados no interior das cavidades e, provavelmente, sofreram os mesmos mecanismos de transporte que atuaram nos restos já fossilizados (Cartelle, 1999; Auler *et al.*, 2006; Hubbe, 2008). Os mecanismos de entrada da fauna atual no interior das cavidades foram descritos pela primeira vez por Lund (1836; 1837a; 1837b) e estão representados na Figura 22. É importante ressaltar que muitos dos restos orgânicos incorporados aos sedimentos cavernícolas podem não ter sofrido processos de fossilização e, portanto não se enquadram no conceito de fóssil.

Shimer (1956) e Suguio (1998) conceituam os fósseis como restos de organismos localizados nas rochas, principalmente de origem sedimentar. Já para Mendes (1988), fósseis são restos de organismos pré-históricos. Porém, os autores não definem uma idade específica para delimitar temporalmente o conceito. Shimer (1956) afirma que para alguns profissionais, fóssil seria apenas restos orgânicos de idade igual ou superior ao Pleistoceno.

Cartelle (1994) e Cassab (2010) conceituam fóssil como restos ou vestígios de organismos que viveram antes do início do Holoceno e que se preservaram nas rochas. Zittel e Eastman (1913) ainda complementa que o critério que determina o caráter fóssil de restos orgânicos é a idade geológica da formação em que eles ocorrem, enquanto que, o seu modo e estado de conservação ou o fato dos restos serem de espécies extintas ou viventes são meramente acidentais.

Representantes da fauna recente, que também possuem registro fóssil, e sabe-se que conviveram com a extinta fauna do Pleistoceno, também são encontrados em grande quantidade em depósitos cavernícolas, como porcos, veados, morcegos e roedores (ex. Paula Couto, 1958; Auler *et al.*, 2006; Castro & Langer, 2011; Hubbe, 2008; Mayer, 2011). Porém, como são espécies viventes, podem não possuir 11.000 anos de soterramento.

Tais restos, quando apresentam sinais de fossilização, podem ser classificados como subfósseis, que são restos de organismos que possuem uma idade inferior a 11.000 anos (Cassab, 2010). Já Suguio (1998) classifica os subfósseis como sendo restos soterrados a mais de 6 mil anos e que não apresentam sinais de fossilização, como substituição ou permineralização, caracterizado pelo autor como *fóssil* do Holoceno.

Assim, cabe ao profissional analisar atentamente os pacotes fossilíferos e utilizar o máximo de ferramentas possíveis para identificar os restos orgânicos ali preservados. A ferramenta mais comum utilizada por pesquisadores para identificar taxonomicamente os fósseis em depósitos pleistocênicos é a comparação direta do material encontrado com peças depositadas em coleções zoológicas e paleontológicas. Por esse motivo, ao se deparar com restos esqueléticos é fundamental que tais peças sejam devidamente fotografadas para que sejam comparadas com materiais depositados em coleções científicas. O fóssil encontrado pode não apresentar suas estruturas bem preservadas, seja pela ação de intempéries ou pelo transporte sofrido até ser depositado. Assim, para não haver equívocos, é de fundamental importância que as peças sejam comparadas para uma correta identificação taxonômica.

Na Figura 24 podem ser observados os diferentes estágios de desgaste por rolamento que os ossos sofreram (24a: metapodiais e 24b: astrágalos de *Xenorhinotherium bahiensis*). Nota-se que os ossos à extrema esquerda estão íntegros e à extrema direita apresentam em estágio avançado de desgaste.

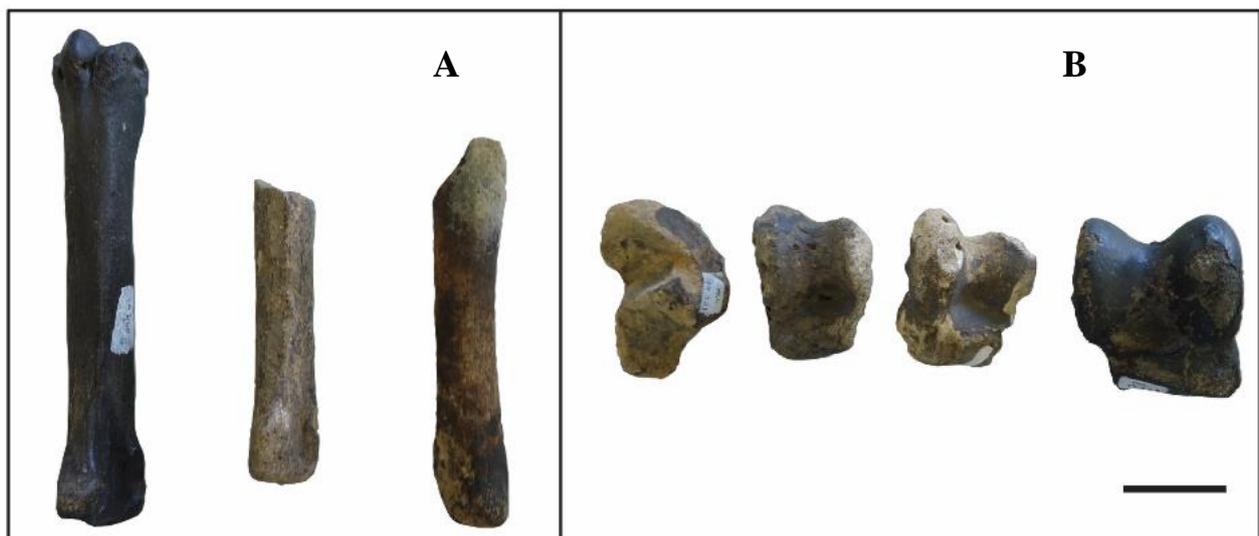


Figura 24. Diferentes estágios de desgaste por rolamento em metapodiais: (A) e astrágalos (B) de *Xenorhinotherium bahiensis* (Lessa & Cartelle, 1988). Acervo MCN-PUCMinas, Laboratório de Paleontologia. Escala 5cm. Fotos: André Vasconcelos.

Outro erro que pode ocorrer é a identificação equivocada do material, confundindo esqueletos de animais domésticos com a fauna extinta. Há diversos relatos de espeleólogos que se deparam com restos de animais domesticados pelo homem, tais como, bovídeos, eqüídeos e canídeos principalmente em cavidades que se encontram próximas a áreas povoadas. Assim, para não cometer erros de identificação, é de suma importância uma correta análise do material. O osso ilustrado na Figura 25 é um exemplo disto. Trata-se de um osso metapodial de um bovídeo que, pela ação da precipitação de minerais que o percolaram, adquiriu uma cor escura, e teve seu peso aumentado consideravelmente. Porém se trata de um osso de um animal introduzido na região pelo homem, que foi carregado para o interior da cavidade.



Figura 25. Metapodial de bovídeo (gênero *Bos* Linnaeus, 1758) com alteração na coloração devido à incorporação de minerais, acervo Setor de Educação MCN-PUCMinas. Tamanho do osso: 22,5cm. Foto: André Vasconcelos.

No contexto de estudos de fósseis coletados em cavidades, outro aspecto que chama a atenção é a falta de utilização de métodos de datação. Esse aspecto acarreta interpretações incompletas acerca dos paleoambientes, das extinções e amplitude estratigráfica dos fósseis (Piló, 1998; Piló *et al.*, 2004; Auler *et al.*, 2006; Hubbe, 2008; Hubbe & Auler, 2012).

Datações absolutas dos fósseis em cavidades naturais podem ser realizadas sob duas formas: datação direta dos ossos, contendo colágeno, através do método ^{14}C ou datação por meio das camadas sedimentares imediatamente relacionadas aos restos, como por exemplo, nas datações pelos métodos C^{14} e séries de urânio (ex. Gillieson, 1996; Piló, 1998; Piló & Neves, 2003; Auler *et al.*, 2006; Piló *et al.*, 2004; Hubbe *et al.*, 2011a; 2011b). A carência de estudos envolvendo idades absolutas dos fósseis coletados em cavernas pode estar relacionada ao fato de não haver material adequado para datação, tais como, a presença de colágeno nos ossos, e/ou sedimentos com as características necessárias para se obter uma idade segura, grande parte dos depósitos químicos estão contaminados.

4.5. Geomorfologia regional

Kohler (1989) reconhece quatro unidades fisiográficas no carste de Lagoa Santa: desfiladeiros e abismos com altos paredões, cinturão de uvalas, planícies cársticas (poljés) e planalto de dolinas. O maciço Escrivânia está localizado nesta última unidade fisiográfica (Figura 26).

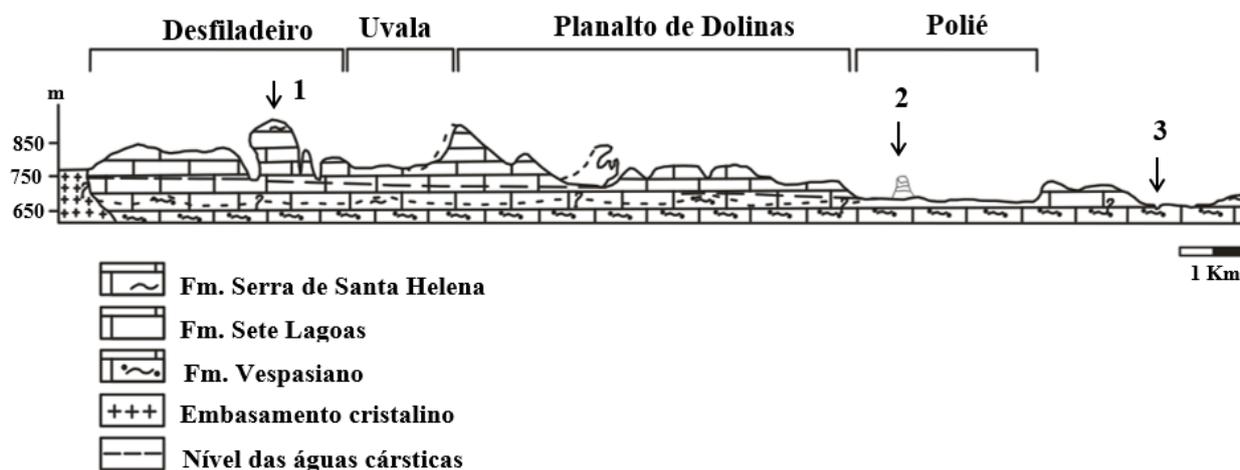


Figura 26. Perfil topográfico, geomorfológico e geológico da região de Lagoa Santa. (1) Serra dos Ferradores; (2) Lagoa do Sumidouro (3) Rio das Velhas, de acordo com Kohler (1994). O autor incluiu a Formação Vespasiano no Grupo Bambuí.

O carste de Lagoa Santa ocupa uma área de aproximadamente 400 km², sendo sua altitude média de 750m. Ao Norte, o limite estende-se até a região dos municípios de Fidalgo e Matozinhos – MG. A Leste-Oeste, é limitado respectivamente pelo Rio das Velhas e pelo Ribeirão da Mata. O limite na porção Sul encontra-se no contato do gnaisse pré-cambriano com as rochas carbonáticas do Grupo Bambuí (Coutinho & Barbosa, 1986 *apud* Brighenti, 2009).

A região se caracteriza por apresentar substrato rochoso, localmente formado por calcários e pelitos do Grupo Bambuí, encoberto parcialmente por solos resultantes de processos de alteração dos mesmos. O relevo cárstico, onde a região de estudo está inserida, não é contínuo, ele surge onde os processos denudacionais erodiram os filitos e afloraram o calcário. Nesta paisagem, é comum a presença de feições cársticas, incluindo dolinas, paredões e uma grande quantidade de cavidades naturais (Kohler, 1989) (Figuras 27 e 28).



Figura 27. Vista geral de paredão calcário localizado na porção Leste do maciço Escrivânia. Foto: André Vasconcelos.

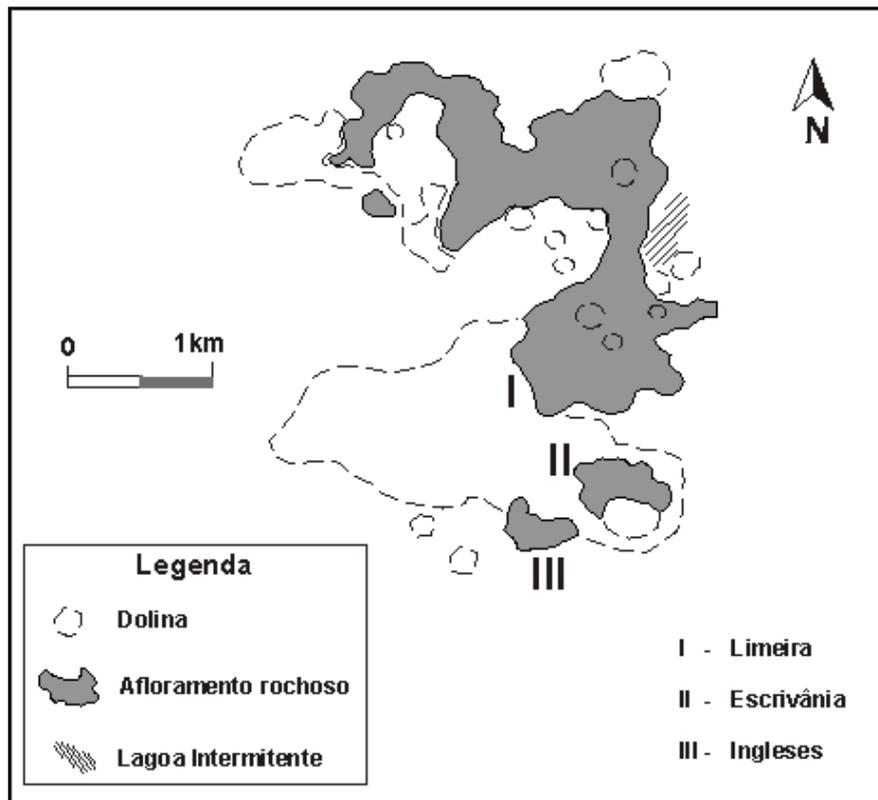


Figura 28. Localização de macroformas do relevo cárstico presentes na área de estudo (Adaptado de CPRM, 1994).

4.6. Geomorfologia local

A área de estudo apresenta os aspectos geomorfológicos citados por Paula Couto (1958) quando descreve os maciços explorados por ele no final da década de 1950. Segundo o autor, são maciços situados em grandes depressões, sendo que as bordas dessas bacias se situam no nível ou mais elevadas que o topo dos maciços.

As formações cársticas mais comuns no maciço do Escrivânia são dolinas (que o margeiam), paredões, que podem alcançar cerca de 12m, cânionsse galerias subterrâneas (Figura 29). O maciço também apresenta fraturas e reentrâncias, que se desenvolvem nas linhas de dissolução do calcário, acompanhando, na maioria das vezes, o plano de acamamento da rocha. Tal fato também pode ser observado na direção preferencial do desenvolvimento das cavidades presentes no maciço, com direção preferencial Noroeste-Sudeste.

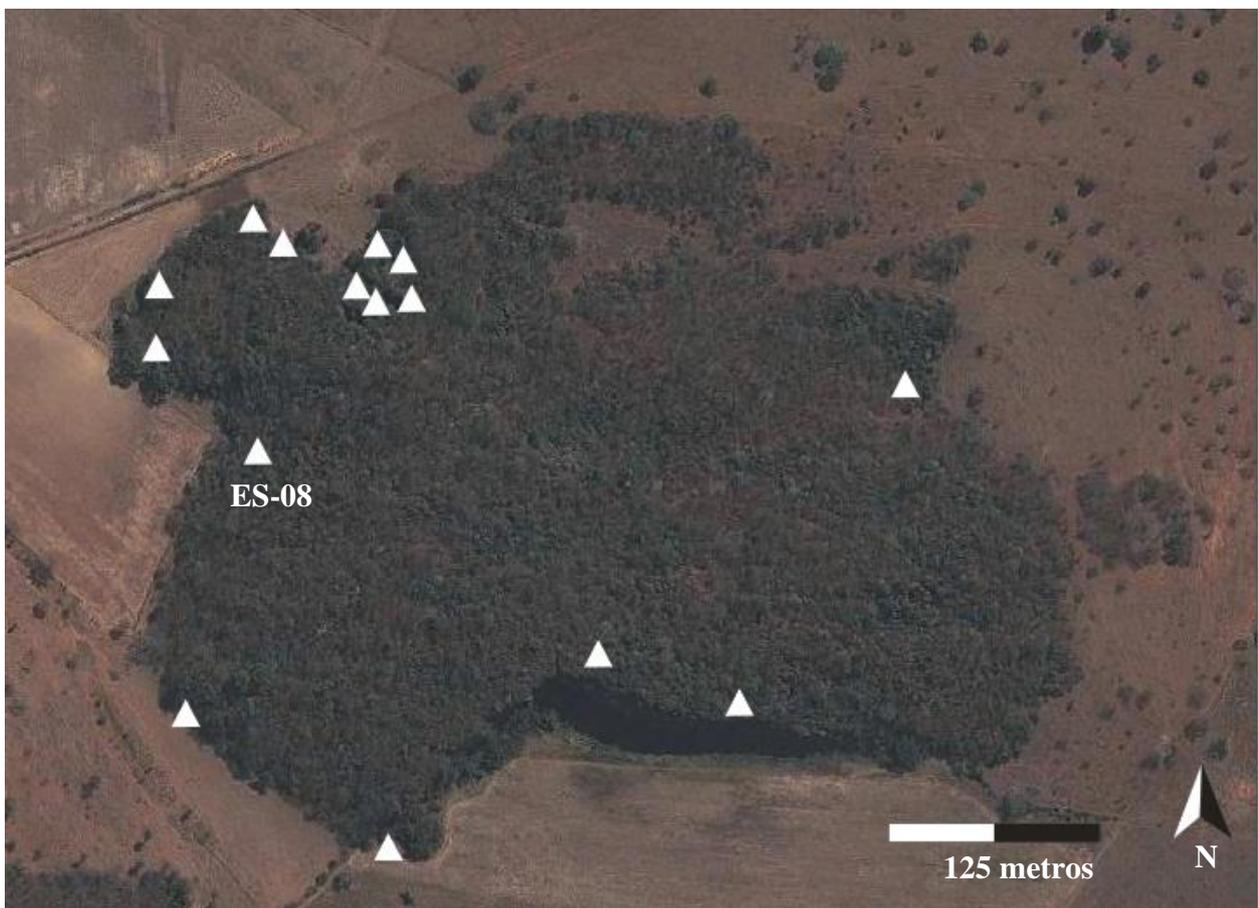


Figura 29. Localização das cavidades inseridas no maciço do Escrivânia. Os triângulos indicam (Adaptado de Google Earth, 2014).

Em épocas chuvosas a porção Noroeste do maciço do Escrivânia fica parcialmente submersa, com uma lâmina d'água de cerca de 50cm. Pequenas depressões situadas no entorno do maciço também ficam preenchidas pelas águas (Figuras 30 a36).



Figuras 30 e 31. Vista geral do vale cego localizado na porção Noroeste do maciço do Escrivânia na época seca, sendo que a primeira foi tirada no período seco e a segunda após as chuvas. Fotos: André Vasconcelos e Evandro Abdo.

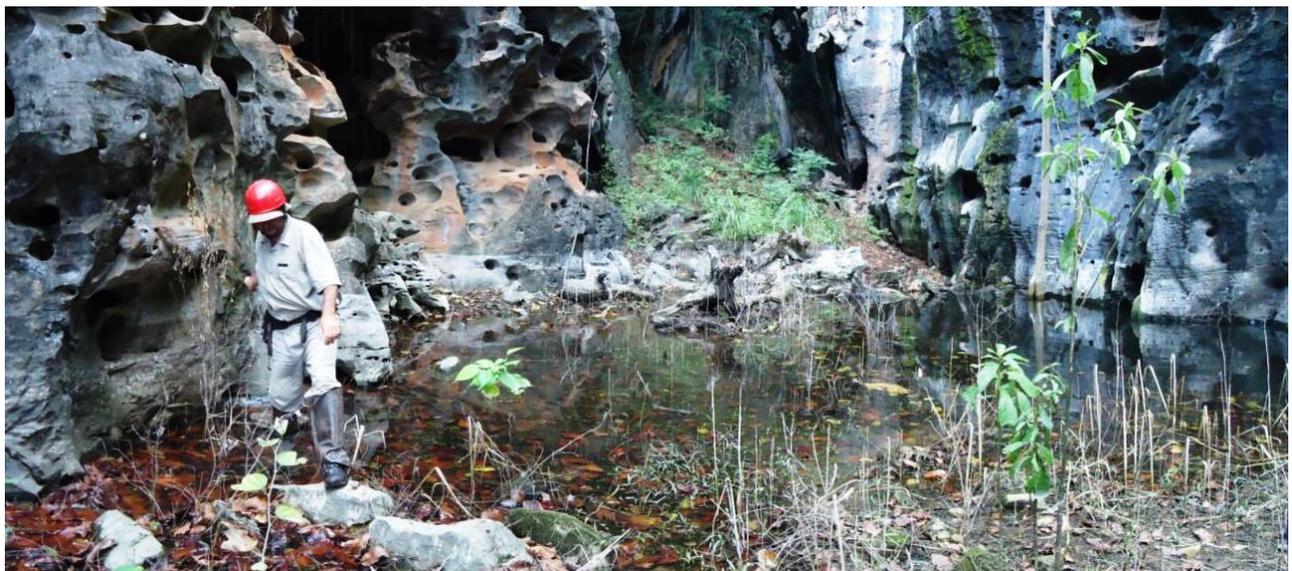


Figura 32. Vista geral do vale cego localizado na porção Noroeste do maciço do Escrivânia no período chuvoso. Pode ser visto o acúmulo de água pluvial por toda a extensão do vale. Foto: André Vasconcelos.



Figura 33 e 34. Sumidouro efêmero localizado na porção Noroeste do maciço do Escrivânia, onde na época das chuvas é preenchido por água (atingindo cerca de 3m de profundidade), ilustrado na figura 24. Fotos: André Vasconcelos.



Figura 35 e 36. Dolina localizada na base do paredão do maciço do Limeira. A foto da figura 35 foi tirada na época seca e a foto da figura 36 na época chuvosa. Fotos: André Vasconcelos.

Embora hoje a ligação entre os maciços do Limeira e Escrivânia através da porção mais baixa do terreno esteja impedida devido à construção de uma estrada, tal fato pode ter contribuído mais ativamente para o esculpimento do maciço, assim como para a posterior formação e preenchimento das cavidades por material clástico e orgânico (Figuras 37 e 38).



Figura 37. Vista panorâmica da porção Nordeste da área. Sendo (a) maciço do Escrivânia (b) maciços dos Ingleses e (c) maciço do Limeira. Nota-se que a base do maciço do Escrivânia se encontra em uma cota altimétrica mais baixa que os demais maciços. As setas vermelhas indicam o fluxo atual das águas pluviais, que têm como área de depósito o Maciço Escrivânia. A seta branca indica a localização da estrada elevada. Foto: André Vasconcelos.



Figura 38. Vista do Maciço Limeira (B) e do Maciço Escrivânia (A). Destaque para a dolina preenchida por água pluvial. A foto da figura 25 foi tirada do ponto indicado pela seta vermelha. Foto: André Vasconcelos.

Além do maciço Escrivânia, onde a cavidade estudada ES-08 se situa, a área ainda apresenta dois outros maciços, maciços do Limeira e dos Ingleses, sendo que ambos se localizam em cotas altimétricas mais elevadas que o maciço do Escrivânia (Figura 39).



Figura 39. Vista geral da área de estudo, onde (1) mostra a vista parcial do maciço do Limeira (2) vista do maciço do Escrivânia e (3) Maciço dos Ingleses. Foto: André Vasconcelos.

As cheias esporádicas, que ocorrem na região, preenchem com águas pluviais a porção mais baixa da área, que se concentram na porção Sul do maciço Limeira e Sudeste e Sul do maciço Escrivânia. Em várias porções da área é possível observar marcas de enchentes pretéritas nos afloramentos calcários (Figuras 40, 41 e 42). Segundo Kohler (1994), tal feição é característica principal do cenário cárstico da região de Lagoa Santa, que consiste na oscilação sazonal do nível freático, o que transforma sumidouros em ressurgências e dolinas em lagoas temporárias.



Figuras 40, 41 e 42. Marcas presentes nas paredes do calcário, apontadas pelas setas vermelhas, indicando períodos de inundação ocorreram na área no passado. Fotos: André Vasconcelos.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho realizado na cavidade ES-08 foi dividido nas seguintes etapas: **1)** reconhecimento das cavidades e seleção das cavernas para coleta de sedimento químico e coleta tafonômica; **2)** coleta tafonômica *in situ* (demarcação do bloco e preparo para transporte); **3)** preparação em laboratório (preparo mecânico para a retirada dos fósseis, **4)** identificação da posição do bioclasto no bloco); **5)** identificação taxonômica; **6)** identificação das macrofeições tafonômicas; **7)** datações dos fósseis. Cada uma das etapas será apresentada a seguir.

5.1. Prospecção espeleológica e seleção da cavidade

A prospecção espeleológica seguiu as duas etapas propostas por Lino e Allievi (1980) que consistem no planejamento prévio e pesquisa de campo. No planejamento prévio, foram reunidos mapas (geológico, topográfico e hidrológico) e imagens aéreas da região a ser prospectada. A partir dessas informações, foi realizado o planejamento para a etapa de campo em que foram realizados os procedimentos de caminhamento e localização das feições espeleológicas de interesse, como cavidades naturais.

A partir dos dados obtidos com a prospecção espeleológica, foi feita a seleção das cavidades a serem visitadas. A presença de fósseis, restos neontológicos e/ou grande quantidade de sedimentos clásticos e/ou químicos foram consideradas para se realizar tal seleção.

Dentre as 103 cavidades visitadas distribuídas nos maciços Escrivânia, Limeira e Ingleses, a cavidade ES-08, localizada no maciço Escrivânia, foi selecionada para a realização do estudo detalhado devido ao seu alto potencial fossilífero.

5.2. Coleta controlada do solo carbonatado

Os fósseis e subfósseis coletados na caverna ES-08 estavam depositados em dois substratos distintos: em uma camada de espessura de aproximadamente 15cm de sedimento siltico-argiloso, e em dois blocos de solo carbonatado suspensos (paleopisos), denominados paleopiso 1 (situado mais

ao Oeste) e paleopiso 2 (situado mais a Leste). A camada siltico-argilosa inconsolidada recobria a rampa por onde se acessa a porção final da cavidade e os dois paleopisos.

No levantamento superficial da camada siltico-argilosa que recobria a rampa, foi localizado apenas um esqueleto completo de bovívdeo parcialmente soterrado. Assim, para descartar a hipótese de existência de micro fragmentos ósseos, todo o sedimento siltico-argiloso da rampa de acesso e os que recobriam os paleopisos foram recolhidos em sacos devidamente identificados, para análise posterior em laboratório.

Em laboratório, as amostras foram peneiradas em malhas 0,17, 1,19 e 1,68 mm para resgate de material orgânico em meio ao sedimento, principalmente restos de vertebrados.

Os paleopisos são constituídos por uma camada sedimentar suspensa cimentada por carbonatos, na qual os fósseis se encontravam fortemente cimentados. Tal fato impossibilitou a coleta dos mesmos *in situ* sem que houvesse a perda do material fóssil. Desta forma, a única possibilidade para o estudo do material foi a coleta dos paleopisos para retirada dos fósseis em laboratório.

Características morfológicas da cavidade ES-08, como condutos apresentando desníveis abruptos e passagens tortuosas e estreitas, além do próprio peso, impossibilitaram a retirada dos paleopisos em um bloco único. Logo, foi necessária a fragmentação destes em vários blocos. Métodos de coleta tafonômica foram adaptados de outros trabalhos para não haver perda de informações acerca da localização espacial dos bioclastos nos blocos em que foram divididos os paleopisos (ex. Holz & Barberena, 1989; Almeida, 2000).

A partir da adaptação de métodos de coleta tafonômica propostos e descritos por Holz e Barberena (1989) e Holz e Simões (2002), a primeira etapa da coleta dos blocos foi a demarcação de pontos fixos de referência que serviram para nortear as distâncias em que cada bloco que foi retirado e a direção Norte. Os pontos foram marcados com lápis preto nas paredes Norte e Leste e também foi demarcado um ponto como referência para a altura (Figura 43).

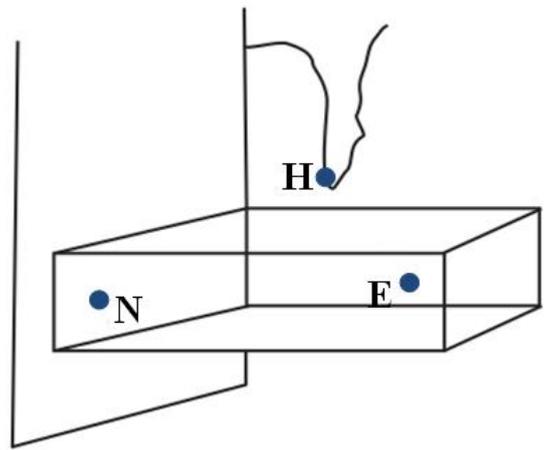


Figura 43. Vista geral do paleopiso fossilífero com indicação das paredes e conduto, e dos pontos de referência utilizados para a demarcação dos blocos (N=Norte; E=Leste; H=altura). Foto: André Vasconcelos.

As distâncias foram retiradas a partir de uma demarcação inserida em cada bloco antes de sua retirada do paleopiso. Esses pontos (ponto-controle) serviram como referência para posterior localização dos fósseis na matriz (Figura 44).

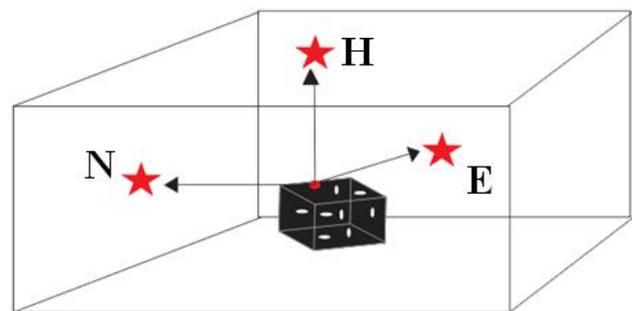
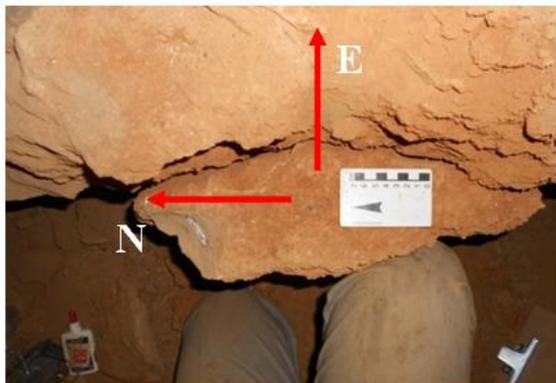


Figura 44. Marcação do ponto-controle *in situ*, as setas indicam as distâncias a serem medidas (N: Norte, E: Leste, H: altura) e as estrelas os pontos de referência, o bloco colorido em preto representa a porção a ser retirada do paleopiso, o ponto vermelho no bloco é o ponto de controle e os pontos brancos os bioclastos.

Como havia porções friáveis no paleopiso, na medida em que os blocos foram removidos, foram identificados e ensacados, para que durante sua retirada não se perdesse suas partes fragmentadas (Figuras 45a, 45b e 45c).

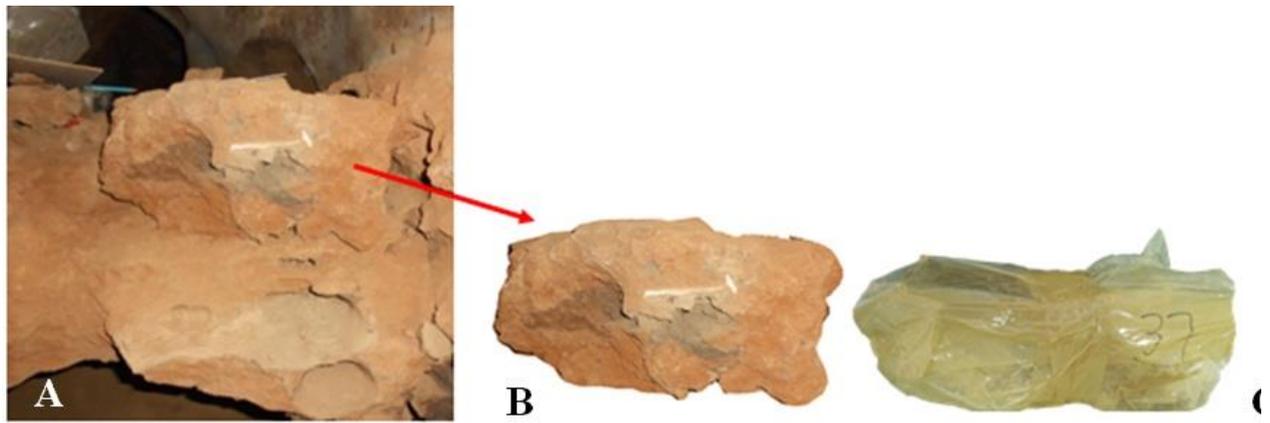


Figura 45. Etapas da retirada e preparação do bloco para transporte. (A) delimitação da parcela do paleopiso a ser retirada; (B) bloco retirado, com aproximadamente 40 cm de comprimento; e (C) bloco preparado e identificado para transporte. Fotos: André Vasconcelos.

Tal como sugerido por Holz e Simões (2002), todas as etapas foram fotografadas e descritas de maneira sistemática, com desenhos esquemáticos os procedimentos adotados durante a coleta do bloco.

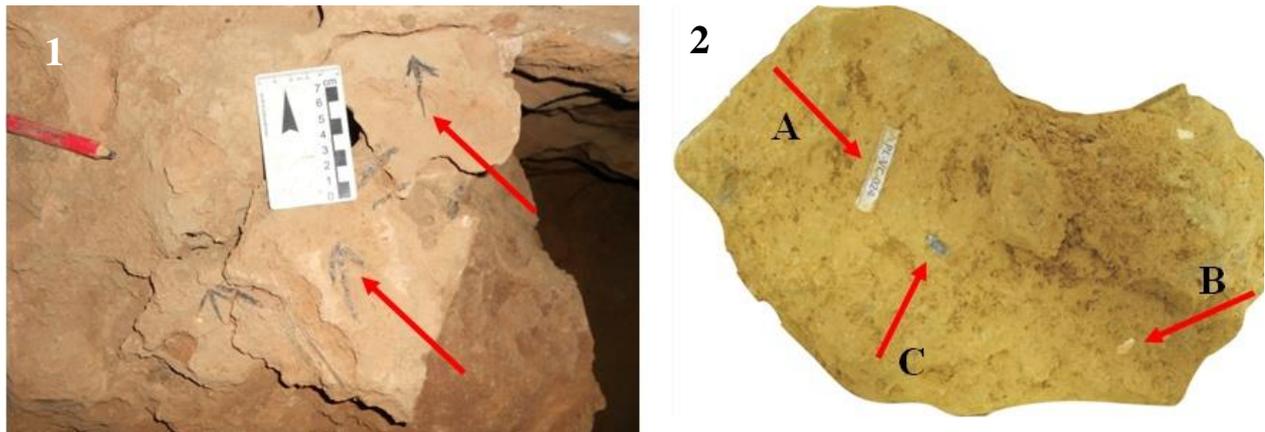


Figura 46. 1. Blocos demarcados para retirada do paleopiso, as setas demarcadas sobre o bloco, indicam a direção Norte. **2.** Bloco identificado para retirada (A: legenda de identificação, B: bioclastos e C: ponto controle. Fotos: André Vasconcelos.

Uma tabela foi confeccionada baseada em Holz e Barberena (1989) para anotações durante a coleta dos paleopisos em blocos. Nesta tabela, estão discriminadas as informações mais relevantes para que nenhum dado seja perdido durante a coleta dos bioclastos contidos em cada bloco. As informações de localização do bloco são baseadas no ponto-controle e sua distância em relação aos pontos fixos no conduto (Tabela7).

Em laboratório, a nova referência para a localização e direção dos fósseis foi o ponto-controle.

Tabela 7. Tabela utilizada para anotação das informações referentes a retirada dos blocos.

Cavidade/ Paleopiso	N° Bloco	Distância do ponto controle dos pontos fixos			Fotos	Obs.
		Norte	Leste	Altura		

5.2.1. Identificação do material

Os blocos receberam uma identificação a partir da ordem de retirada do paleopiso, ou seja, o primeiro bloco recebeu a identificação 001 e assim por diante. Cada bioclasto também recebeu uma numeração em ordem crescente de sua retirada, sendo identificado primeiramente o número do bloco seguido do número do bioclasto. Exemplo: primeiro bioclasto retirado do primeiro bloco coletado recebeu a seguinte identificação: 001/001. Já o quinto bioclasto retirado do vigésimo bloco recebeu a seguinte identificação: 020/005.

5.3. Preparação em laboratório

Para a retirada dos bioclastos da matriz, por se tratar de dois materiais diferentes, cada um foi processado de forma distinta.

5.3.1. Preparação do sedimento

Para a triagem do material contido no sedimento síltico-argiloso foram utilizadas pinças, pincéis e peneiras de diferentes malhas (0,71; 1,19 e 1,68 mm) para resgatar o maior número possível de fragmentos de ossos e ossos. Como o material se encontrava altamente friável, os ossos foram submersos em solução de acetato de polivinila diluído em água na proporção de 3 ml de acetato de polivinila para 1 ml de água para sua estabilização. Tal solução confere aos ossos uma maior resistência a impactos mecânicos e possibilita que sejam manuseados com maior segurança. Posteriormente o material coletado foi acondicionado em recipientes e sacos plásticos e receberam uma numeração provisória.

5.3.2. Preparação do paleopiso

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

Adaptada de Holz e Barberena (1989) e Almeida (2000), uma tabela foi confeccionada para anotações durante a coleta dos fósseis nos blocos. Nesta tabela estão discriminadas as informações mais relevantes para que nenhum dado seja perdido durante a coleta dos bioclastos contidos em cada bloco. As informações de localização dos bioclastos no bloco são baseadas no ponto-controle. (Tabela 8).

Tabela 8. Tabela utilizada durante a retirada dos bioclastos em laboratório, onde foram anotadas as informações referentes a localização dos bioclastos a partir do ponto-controle.

Bloco	Peça	Bioclasto em relação ao ponto-controle				Inclinação	Fragmentada durante a coleta	Fotos
		Azimute	Distância	Profundidade	Direção			
						<input type="checkbox"/> Totalmente <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Não		

Para identificar o azimute, 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 (Figura 47).

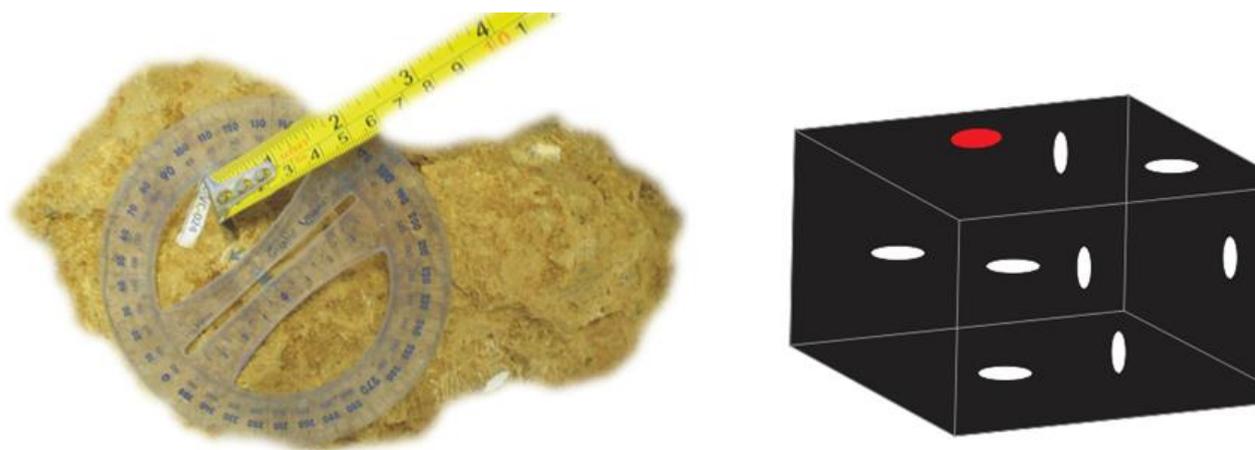


Figura 47. Procedimento para marcar a posição do bioclasto em relação ao ponto controle, anotação da direção azimutal e a distância e representação gráfica do bloco retirado do paleopiso, onde o ponto vermelho representa o ponto de controle e os pontos brancos os bioclastos.

Após a retirada do material da matriz, todos os ossos foram devidamente ensacados e receberam uma numeração provisória. Todos os pontos-controle, juntamente com o posicionamento dos bioclastos retirados, foram plotados em uma única matriz o que possibilitou a visualização geral em planta e em perfil da disposição dos fósseis na matriz carbonatada.

5.4. Identificação taxonômica

A identificação taxonômica do material foi realizada por meio de comparação direta com o material depositado nas coleções de Paleontologia e Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais PUCMinas. A descrição anatômica dos ossos seguiu a descrita na *Nomina Anatomica Veterinaria* (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 1983).

Para a identificação de peças esqueléticas de um mesmo indivíduo, foram utilizadas características como estágio ontogenético, ausência de repetição de peças esqueléticas equivalentes, peças quebradas que se uniam e características fossildiagnósticas.

Os fósseis foram tombados na coleção de Paleontologia do Instituto de Geociências, da UFMG, sob os números IGC/0554 a IGC/0593.

5.5. Identificação das macrofeições tafonômicas

Foram analisadas assinaturas tafonômicas macroscópicas dos ossos tais como alterações causadas por agentes biológicos e físico-químicos, tais como, intemperismo, transporte, retrabalhamento, bem como a representatividade óssea relacionada ao táxon. As interpretações destas assinaturas macroscópicas seguiram métodos propostos por Beisaw (2013), Hill (1988), Behrensmeyer (1991), Marshall (1989) e Silva (2001). Foi utilizada uma lupa de marca e modelo Leica E24 para analisar tais feições.

As feições tafonômicas foram divididas em dois grandes grupos: (1) causadas por agentes biológicos e (2) alterações causadas por agentes físico-químicos. O primeiro grupo engloba as feições como: ontogenia (ossos de indivíduo jovem, adulto, senil) patologias (ossos que apresentaram alguma alteração morfológica como, cicatriz, calo ósseo), ações de animais, (indicadas pelas marcas de dentes de predadores/carniceiros ou de roedores), alterações causadas durante a coleta ou preparação do material (fraturas recentes, cortes perfurações). Do segundo grupo fazem parte as seguintes modificações: preenchimento das cavidades ósseas por calcita; grau de fragmentação (íntegro >90%; parcialmente íntegro 50-89%; fragmentado <50%); abrasão (arestas arredondadas) e sinais intempéricos.

Embora outras feições tafonômicas tenham sido analisadas, apenas foram citadas as modificações apresentadas em no mínimo um osso. Logo, modificações como marcas antrópicas relacionadas a alimentação e confecção de artefatos, alterações causadas pelo fogo e pisoteio, não estão relacionadas.

5.5.1. Assinaturas macroscópicas

A análise das feições tafonômicas foi baseada em modificações macroscópicas observadas nos bioclastos coletados no paleopiso II, sendo que estas foram agrupadas em dois grupos, (1) alterações causadas por agentes físico-químicos e (2) agentes biológicos.

O **primeiro grupo** engloba as seguintes feições: **ontogenia**, onde os ossos são agrupados em jovem, adulto, senil; **patologias**, ossos que apresentaram alguma alteração morfológica como, cicatriz, calo ósseo; **ações de animais**, que são indicadas pelas marcas de dentes de predadores/carniceiros ou de roedores; **alterações causadas durante a coleta ou preparação do material**, como fraturas recentes, cortes perfurações (Tabela 9).

Tabela 9. Observações em relação a características biológicas e a alterações causadas por agentes biológicos: **1)** ontogenia: jovem, adulto, senil; **2)** patologia: cicatriz, calo ósseo; **3)** ações de predadores/carniceiros: marcas de dentes, desgastes nas epífises; **4)** ação de roedores: marcas de dentes; **5)** alterações causadas durante a coleta ou preparação do material: fraturas recentes, cortes perfurações.

Modificações causadas por agentes biológicos			
Ontogenia	Patologia	Ação de predadores/carniceiros/ roedores	Alteração na coleta ou preparação

Já no **segundo grupo** foram utilizadas as seguintes modificações: **tipo de preenchimento dos poros:** todos, somente interno ou somente externo; **tipo de preenchimento do canal medular:** preenchidos por calcita, somente a parede externa preenchida por calcita; preenchidos por sedimento (todos, somente interno ou somente externo); **grau de fragmentação:** Íntegro (>90%); parcialmente íntegro (50-89%); Fragmentado (<50%) (Silva 2001); **tipo de fratura** (perpendicular ou transversa, longitudinal, em espiral, em degraus ou colunar, serrilhado, em forma de y, descamação e perpendicular (irregular ou lisa) (Figura 48); **tipo de fragmentação** (longitudinal, perpendicular ao maior eixo) (Figura 49); **porção preservada** (epífise proximal, distal ou diáfise) (Figura 49); **abrasão** (arestas arredondadas); **sinais intempéricos**, tipo de fissura: paralelas superficiais ou profundas; descamação/lascamento superficial; **esmagamento/compressão** (Tabela 10).

Tabela 10. Alterações físico-químicas (pré e pós-soterramento): **1)** Tipo de preenchimento dos poros; **2)** Tipo de preenchimento do canal medular; **3)** Grau de fragmentação; **4)** Características da fratura; **5)** Tipo de fratura; **6)** Tipo de fragmentação; **7)** Porção preservada; **8)** Abrasão; **9)** Sinais intempéricos; **10)** Esmagamento.

Modificações causadas por agentes físico-químicos							
Tipo de preenchimento		Grau de fragmentação	Tipo de fratura	Tipo de fragmentação	Porção preservada	Sinais intempéricos	
Poros	Canal medular					Tipo de fissura	Descamação / lascamento superficial

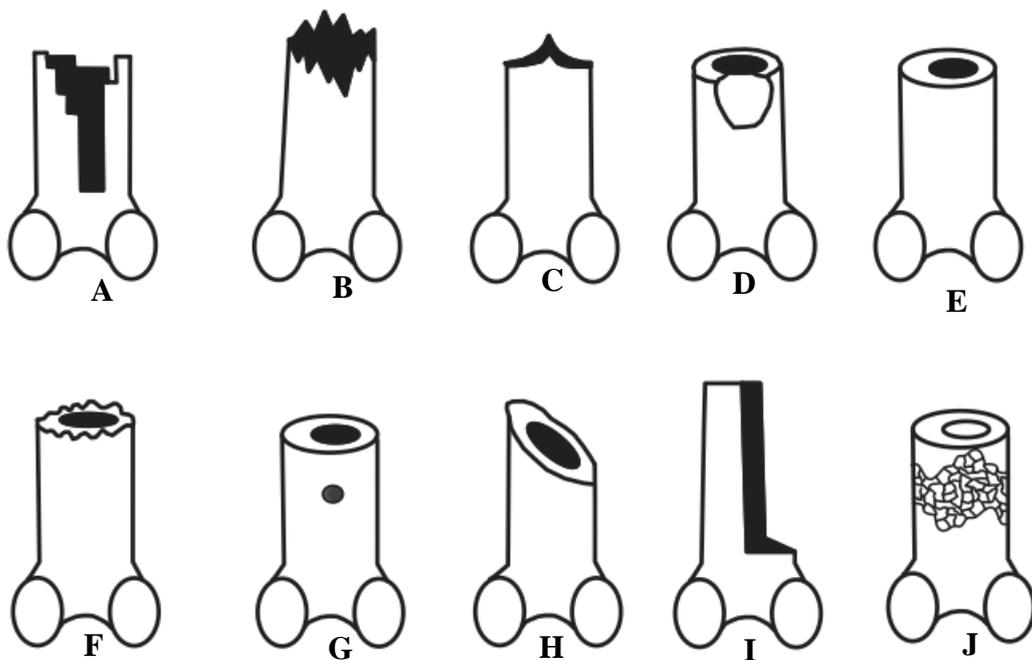


Figura 48. Tipos de fraturas. (A) em degraus ou colunar, (B) serrilhado, (C) em forma de “Y”, (D) descamação ou lascada, e perpendicular (E) lisa ou (F) irregular, (G) perfurada, (H) em espiral, (I) longitudinal, (J) compressão (Adaptado de Beisaw (2013); Marshall (1989)).

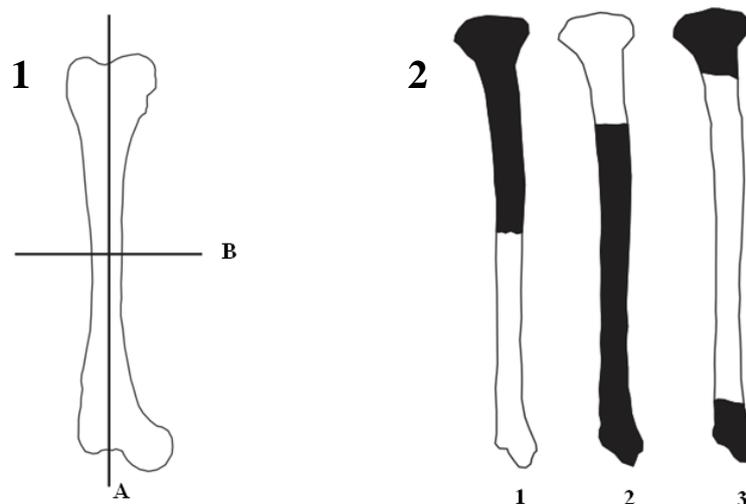


Figura 49. Tipo de fragmentação: 1. (A) longitudinal ou (B) perpendicular ao maior eixo. 2. Exemplos de porções preservadas em ossos longos. Porções: (1) distal (2) proximal e (3) medial.

Embora outras feições tafonômicas tenham sido analisadas, apenas foram citadas as modificações apresentadas em no mínimo um osso. Logo, modificações como marcas antrópicas relacionadas a alimentação e confecção de artefatos, alterações causadas pelo fogo e pisoteio, não estão relacionadas nas tabelas.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO MANUSCRITO

Para esta dissertação é apresentado um manuscrito submetido à publicação na Revista Brasileira de Paleontologia. A análise segue a citação do manuscrito submetido cuja cópia e carta de submissão são apresentadas nos Anexo B.

O artigo integra resultados das análises tafonômica e taxonômica dos fósseis do depósito carbonatado (paleopiso) localizado na cavidade ES-08, inserida no maciço Escrivânia, Prudente de Morais – MG.

6.1. Análise do manuscrito

Vasconcelos, A. G.; Meyer, K. E. B.; Campello, M. S. Mamíferos quaternários da cavidade ES-08, município de Prudente de Morais, Minas Gerais: análise taxonômica e tafonômica. Revista Brasileira de Paleontologia, submetido.

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto “Levantamento Paleontológico das Cavidades Naturais (FUNDEP n. 18124)” com recursos da Mineração Sandra SA.

O artigo apresenta os resultados obtidos das análises tafonômica e taxonômica dos fósseis do depósito carbonatado (paleopiso) localizado na cavidade ES-08, inserida no maciço Escrivânia, Prudente de Morais – MG.

O estudo tafonômico dos fósseis da cavidade ES-08 localizada no maciço Escrivânia, que faz parte do contexto geológico do Grupo Bambuí e do Carste de Lagoa Santa, mostrou que a formação do depósito em momento anterior a cimentação por carbonatos se deu através de enxurradas que carrearam aportes de lama e ossos por fluxos gravitacional e/ou trativo e que eventos posteriores, de novas enxurradas poderiam ter retrabalhado o material.

O estudo dos fósseis permitiu a identificação taxonômica de 40 fragmentos assim distribuídos: **uma** peça da Família Mylodontidae Gill, 1872, **uma** peça de *Eira barbara* Linnaeus 1758, **duas** peças

foram atribuídas a Ordem Lagomorpha Brandt 1885, **duas** peças de *Dasytus novemcinctus* (Linnaeus, 1758) **duas** de *Speothos* sp.; **sete** peças de *Cuniculus major* Lund, 1837 e **vinte e cinco** peças de espécimes de *Tayassu pecari* (Link, 1795). Tal resultado permitiu o detalhamento da diversidade da fauna de mamíferos do depósito.

Os resultados demonstraram o potencial da análise tafonômica com coleta controlada de paleopiso carbonatado e estudos das feições macroscópicas dos fósseis no contexto das cavidades inseridas em relevos cársticos brasileiros.

7. CONCLUSÕES

Os resultados da análise tafonômica dos fósseis bem como a análise dos mecanismos de transporte e sedimentação atuantes para a formação do paleopiso fossilífero, possibilitaram a caracterização do ambiente deposicional, assim como das feições macroscópicas impressas nos bioclastos e de seus agentes causadores para o depósito caverna ES-08. Os resultados demonstraram que esta análise integrada constitui um método significativo para a análise de fósseis preservados em solos carbonatados inseridos em cavidades quaternárias no Brasil.

As principais conclusões deste trabalho são as seguintes:

O estudo tafonômico dos fósseis da cavidade ES-08 localizada no maciço Escrivânia, que faz parte do contexto geológico do Grupo Bambuí e do Carste de Lagoa Santa, mostrou que a formação do depósito em momento anterior a cimentação por carbonatos se deu através de enxurradas que carrearam aportes de lama e ossos por fluxos gravitacional e/ou trativo e que eventos posteriores, de novas enxurradas poderiam ter retrabalhado o material. As evidências que reforçam este modelo são:

(a) A falta de padrão da distribuição e direção dos bioclastos preservados no paleopiso, a partir da observação da localização em planta e seção dos restos fósseis;

(b) O alto grau de fragmentação, abrasão, a significativa mistura de diferentes peças esqueléticas, pertencentes a diferentes táxons e de estágios ontogenéticos distintos;

(c) A ausência de peças esqueléticas articuladas e de seleção hidráulica das peças, bem como a mistura dos grupos de Voorhies;

No que diz respeito ao estudo taxonômico dos fósseis coletados na cavidade ES-08, dos 191 bioclastos coletados 40 apresentaram condições de identificação taxonômica e estão assim distribuídos: **uma** peça da Família Mylodontidae Gill, 1872, **uma** peça de *Eira barbara* Linnaeus 1758, **duas** peças foram atribuídas a Ordem Lagomorpha Brandt 1885, **duas** peças de *Dasytus*

novemcinctus (Lineaus, 1758) **duas** de *Speothos* sp.; **sete** peças de *Cuniculus major* Lund, 1837 e **vinte e cinco** peças de espécimes de *Tayassu pecari* (Link, 1795);

Os resultados demonstraram o potencial da análise tafonômica com coleta controlada de paleopiso carbonatado e estudos das feições macroscópicas dos fósseis no contexto das cavidades inseridas em relevos cársticos brasileiros.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkmim F.F. & Martins-Neto M.A. 2001. A Bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: C.P. Pinto & M.A. Martins-Neto (eds.) *Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais*, SBG/Núcleo MG, pp.: 9-30.
- Almeida C.P. 2000. *Abordagem tafonômica do jazigo fossilífero, sd-1, da gruta Bauzinho de Ossos, região cárstica de Lagoa Santa, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 80 p.
- Almeida F.M. 1977. O Cráton de São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, **7**(4): 349-346.
- Ameghino C. 1907. Notas sobre una pequeña coleccion de huesos de mamíferos procedentes de las grutas calcareas de Iporanga en el Estado de Sao Paulo-Brazil. *Rev. Mus. Paulista* **7**:59-124.
- Andrews P. 1990. *Owls, caves and fossils*. The University of Chicago Press, Chicago, 231 pp.
- Araújo Júnior H.I., Bissaro Júnior M.C., Santos T.T., Alves R.S., Bergqvist, L.P. 2012. Tafonomia da megafauna pleistocênica brasileira: fluvial transport index (fti) em análises de representatividade óssea. *Rev. Bras. Paleontol.* **15**(1):95-104.
- Araújo-Júnior H.I., Porpino K.O., Ximenes C.L., Bergqvist L.P. 2013. Unveiling the taphonomy of elusive natural tank deposits: A study case in the Pleistocene of northeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **378**:52–74.
- Auler A. & Zogbi L. 2005. *Espeleologia: noções básicas*. Redespeleo Brasil, São Paulo, 104 pp.
- Auler A. S., Smart P. L., Wang X., Piló L. B., Edwards R. L., Cheng H. 2009. Cyclic sedimentation in Brazilian caves: Mechanisms and palaeoenvironmental significance. *Geomorphology*, **106**(2009): 142–153.
- Auler A.S., Piló L.B., Smart P.L., Wang X., Hoffmann D., Richards D.A., Edwards R.L., Neves W.A., C. Cheng H. 2006. U-series dating and taphonomy of Quaternary vertebrates from Brazilian caves. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **204**: 508–522.
- Auler, A.S. 1994. *Hydrogeological and hydrochemical characterization of the Matozinhos - Pedro Leopoldo Karst, Brazil*. Dissertação de Mestrado, Faculty of the Department of Geography and Geology, Western Kentucky University, 110 p.
- Auler, A.S., Farrant, A.R. 1996. A brief introduction to karst and caves in Brazil. *Proceedings of University of Bristol Speleological Society*, **20**(3): 187-200.
- Ávilla L.A., Dominato V.H., Paixão M.M., Alves-Leite M., Souza-Cruz F., Gil B.B., Pessôa J.B., Lima D.T., Monteiro M.R., Ferreira M.A., Mothé D., Jeronymo C. L., Rosa D.A., Costa, D.G., Vasconcellos K.L., Deloque L., Winck G.R. 2008. Primeiros mamíferos quaternários encontrados em cavidades subterrâneas naturais no Estado do Rio de Janeiro. In: Simpósio Brasileiro de Paleovertebrados, 6, Ribeirão Preto, *Boletim de Resumos*. p. 33-34.
- Baptista M.C. 2004. *Estratigrafia e evolução geológica da região de Lagoa Formosa (MG)*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. 104p.
- 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. 1991. Terrestrial Vertebrate Accumulations. In: Allison, P. and Briggs, D. E. G. (Eds.) *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. Plenum, p. 291–335.

- Behrensmeyer A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, **4**(2): 150-162.
- Behrensmeyer A.K. 1984. Taphonomy and the fossil record. *American Anthropologist*, **72**:558-566.
- Behrensmeyer A.K., Kidwell S.M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology*, **11**:105-119.
- Beisaw A.M. 2013. *Identifying and Interpreting Animal Bones: a Manual*. 1ªed., Texas A&M University Press, College Station, 192pp.
- Benton M.J. 2008. *Paleontologia dos Vertebrados*. Atheneu, São Paulo, 446 pp.
- Berbert-Born M. 2002. Carste de Lagoa Santa, MG - Berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In: Schobbenhaus C., Campos D.A., Queiroz E.T., Winge M., Berbert-Born, M.L.C. (Eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM/CPRM- Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), p. 415-430.
- Bergqvist L.P., Almeida E.B. 2003. Inventário de ocorrências de mamíferos fósseis no Brasil In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 18, Brasília. *Boletim de resumos*. p. 64-65.
- Bergqvist L.P., Almeida E.B. 2004. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. *Rev. da Universidade de Guarulhos*. **9**: 54-68.
- Bissaro Júnior M.C. 2008. *Tafonomia como ferramenta zooarqueológica de interpretação: viés de representatividade óssea em sítios arqueológicos, paleontológicos e etnográfico*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 102 p.
- Born P.A., Sedor F.A. 2001. Ocorrência de *Procyon troglodytes* (Canidae, Carnivora) e Cervidae (Artiodactyla) no Pleistoceno do Estado do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17, Rio Branco, *Boletim de Resumos*, p. 178.
- Boylan P.J. 1997. William Buckland (1784-1856) and the foundations of taphonomy and palaeoecology: *Archives of Natural History*, **24**(3): 361-372.
- Brain C.K. 1981. *The Hunters or the Hunted? An introduction to African cave taphonomy*. The University of Chicago Press, Chicago, 365 pp.
- Brain C.K. 1988. Some criteria for the recognition of bone-collecting agencies in African caves. In: Behrensmeyer A.K., Hill A.P. (Eds.) *Fossils in the making vertebrate taphonomy and paleoecology*. The University of Chicago Press, p.107-130.
- Brasil, 2009. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico. Portaria n. 28, de 31 de janeiro de 2003. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 fev. 2003. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Instrução normativa n.2, de 20 de agosto de 2009*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 ago. 2009. Seção 1. p. 68.
- Brighenti L. 2009. *S. Avaliação limnológica da lagoa central (Município de Lagoa Santa - MG): uma abordagem espacial*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais., 91 p.
- Brito I.M. 1979. *Bacias sedimentares e formações pós-paleozoicas do Brasil*. Interciência, Rio de Janeiro, 179 pp.
- Buchmann, F.S.C. 2002. *Bioclastos de Organismos Terrestres e Marinhos na Praia e Plataforma Interna do rio Grande do Sul: Natureza, Distribuição, Origem e Significado Geológico*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 108p.
- 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. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **112**:171-236.
- Camoléz T., Zaher H. 2010. Levantamento, identificação e descrição da fauna de Squamata do Quaternário brasileiro (Lepidosauria). *Arquivos de Zoologia (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo)*. **41**(1):1-96.

- Campos J.EX., Dardenne M.A. 1997. Estratigrafia e Sedimentação da Bacia Sanfranciscana: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Geociência*, **27**(3):269-282.
- Cartelle C. 1992. *Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos (Ourolândia, BA, Brasil)*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, 301 p.
- Cartelle C. 1994. *Tempo passado: Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais*. Palco, Belo Horizonte, 132 pp.
- Cartelle C. 1999. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: Eisenberg J.F., Redford, K.H. (Eds.) *Mammals of Neotropics: the central neotropics*. University of Chicago Press, p.27-46.
- Cartelle C. 2002. Peter W. Lund, a naturalist of several sciences. *Lundiana*, **3**: 83-85, 2002.
- Cartelle C. 2012. *Das Grutas à Luz, Mamíferos Pleistocênicos de Minas Gerais*. Bicho do Mato, Belo Horizonte, 236pp.
- Cartelle C. Langguth A. 1999. *Procyon troglodytes* (Lund): um canídeo Intertropical extinto. Na. *Academia Bras. Ciências*, **71**(3-1): 371-384.
- Cartelle C., Andrade T.C.J., Kraemer B.M., Monteiro M.C., Ferreira M.A.C., Nascimento L.F.E. 2005. Osteodermos de *Pampatherium humboldti* (Lund, 1837) (Xenarthra; Dasypoidae). In: Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados, 2, Rio de Janeiro, *Boletim de Resumos*, 70 p.
- 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: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11, Curitiba, *Anais*, p.593-604.
- Cartelle C., Hartwing W.A. 1996. A new extinct primate among the Pleistocene megafauna of Bahia, Brazil. *Proc. Natl. Acad. Sci.: Evolution*, **93**: 6405-6409.
- Cassab R.C.T. 2010. Objetivos e Princípios. In: Carvalho I. S. (Ed.). *Paleontologia - Conceitos e Métodos*. Interciência, p. 3-11.
- Cassino R.F. 2011. *Reconstituição da vegetação e do clima do Chapadão dos Gerais durante o Holoceno, a partir da análise palinológica da Vereda Laçador*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 106 p.
- Castro M.C. 2005. *Aspectos paleobiológicos dos depósitos quaternários do Abismo Iguatemi, Vale do Ribeira-SP*. Monografia de conclusão de curso, Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, 64 p.
- Castro M.C., Langer M.C. 2008. New postcranial remains of *Smilodon populator* Lund, 1842 from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **11**: 199-206.
- Castro M.C., Langer M.C. 2011. The Mammalian Fauna of Abismo Iguatemi, Southeastern Brazil. *Journal of Caves and Karst Studies*, **73**: 83-92.
- Chahud A. 2001. *Caracterização Tafonômica da Fauna de Vertebrados Fósseis (Pleistoceno-Holoceno) do Abismo Ponta de Flecha, Iporanga, SP*. Relatório PIBIC/CNPq, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 37 p.
- Chahud A. 2006. Edentados Quaternários Encontrados em Cavernas do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo. *Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, **57**: 47.
- Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – CPRM. 1994. *Projeto VIDA – Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental. Informações Básicas para Gestão Territorial – Região de Sete Lagoas – Lagoa Santa – Minas Gerais. Espeleologia: Inventário das Cavidades Naturais na Região de Matozinhos – Mocamboiro*. 74p.
- Cruz A. B. 2012. *Detalhamento da Geologia das Unidades Carbonáticas do Grupo Bambuí na Região de Alvorada do Norte, Goiás*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília 96 p.

- Czaplewski N.J., Cartelle C. 1998. Pleistocene bats from cave deposits in Bahia, Brazil. *Journal of Mammalogy*, **79**(3):784-803.
- Dantas M.A.T. 2008. Primeiro registro de fósseis de mamíferos do Pleistoceno final, Holoceno em cavernas do Estado de Sergipe, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 6, Ribeirão Preto, *Boletim de Resumos*, p. 81.
- Dantas M.A.T. 2009. Primeiro Registro de Fósseis de mamíferos pleistocênicos em caverna de Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **12**(2):161-164.
- Dantas M.A.T., Tasso M.A.L. 2007. Megafauna do Pleistoceno final de Vitória da Conquista, Bahia: taxonomia e aspectos tafonômicos. *Cientia Plena*, **3**(3): 30-36.
- Dardenne M.A. 1978. Síntese sobre a Estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife *Anais*, p. 597-610.
- Design interativo. 2012. Disponível em: <<http://www.designinterativo.etc.br/design/mapa-do-brasil-vetorizado>>. Acesso em 12 de maio de 2013.
- Dolabela E. 1958. *Estudo das regiões cársticas*. Tese de concurso para provimento do cargo de catedrático de Geografia Física da Faculdade de Filosofia da Universidade de Minas Gerais, 367 p.
- Donato C. R., Dantas M.A.T., Barreto, E.A.S. 2008. Ocorrência de morcegos fósseis (*Myotis* sp.) na Caverna do Bom Pastor, Paripiranga, Bahia, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 6, Ribeirão Preto, *Boletim de Resumos*, p. 85-86.
- Dreybrodt W. 1988. *Processes in Karst Systems: physics, chemistry and Geology*. Springer-Verlag, Berlim, 288 pp.
- Efremov J.A. 1940. Taphonomy: A new branch of paleontology. *Pan-American Geologist*, **74**(2):82-93.
- Egydio-Silva M., Karmann I., Trompette R. 2011. Análise Estrutural do Grupo Rio Pardo - Sudeste do Estado da Bahia. *Revista do Instituto de Geociências, Sér. cient.* **11**(3): 23-41.
- Fairchild T. R., Teixeira W., Babinski M. 2009. Geologia e a descoberta da magnitude do tempo. In: Teixeira W., Toledo M. C. M., Fairchild T. R., Taioli F. (Eds). *Decifrando a Terra*. Oficina de Textos, p.280-305.
- Ferreira D., Silva A.K.B., Matos, C.H.C., Hadler, P.; Hsiou, A.S. 2012. Assembleia holocênica de vertebrados de pequeno porte do Sítio Alcobaça, estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*. **15**(3): 359-370.
- Ford D.C., Williams P.W. 1989. *Karst geomorphology and hydrology*. Chapman & Hall, Londres, 601 pp.
- Gambarini A. 2012. Cavernas no Brasil: beleza e humanidade. Metalivros, São Paulo, 288 pp.
- Ghilardi A.M., Fernandes M.A., Bichuette M.E. 2011. Megafauna from the Late Pleistocene-Holocene deposits of the Upper Ribeira karst area, southeast Brazil. *Quaternary International*, **245**:369-378.
- Giannini P.C.F., Melo M.S. 2009. Do grão à rocha sedimentar: erosão, deposição e diagênese. In: Teixeira W., Fairchild T.R., Toledo M.C., Taioli, F. (Eds). *Decifrando a Terra*. 2 ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo, p. 240-277.
- Gillieson D. 1996. *Caves, processes, development, management*. Blackwell Publishers, Malden, 324 pp.
- Google Earth. 2014. earth.google.com.br . Acessado em 14 de Junho de 2014.
- Harmon R.S., Schwarcz H.P. Gascoyne M. Hess J.W., Ford D.C. 2007. Paleoclimate information from speleothems: the present as a guide to the past. p.135-175. In: Sasowsky D., Mylorie J.E. (Eds.) *Studies of caves sediments, Physical and Chemical records of paleoclimate*. Springer: Nova Iorque, 329p.
- Hasui Y. 2012. O Cráton São Francisco. In: Hasui Y., Carneiro C.D.R., Almeida, F.F.M., Bartorelli A. (Eds) *Geologia do Brasil*. p. 200-227.
- Hill A. 1979. Disarticulation and Scattering of Mammal Skeletons. *Paleobiology*, **5**(3): 261-274.

- Hill A.P. 1988. Early post-mortem damage to the remains of some contemporary east African mammals. In: A.K. Behrensmeyer & A.P. Hill (Eds.) *Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology*, Midway reprint, p. 131-152.
- Holanda E.C. 2007. *Os Taperidae (Mammalia, Perissodactyla) do Pleistoceno Superior do Estado de Rondônia, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 79 p.
- Holtén B., Sterll, M., 2011. *Peter Lund e as grutas com ossos em Lagoa Santa*. Editora UFMG, Belo Horizonte, 335 pp.
- Holz M. 1998. Tafonomia de Vertebrados: a arte de decifrar a origem do registro de paleotetrápodes. *Ciência & Ambiente*, **16**:106-117.
- Holz M., Barberena M.C. 1989. A importância da tafonomia para o estudo de vertebrados fósseis. *Acta Geológica Leopoldensia*, **29**(12): 77-92.
- Holz M., Simões M.G. 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Editora UFRGS. Porto Alegre, 231 pp.
- Hsiou A.S., Santos D.S., Avilla L., Schubert B.W., Winck G.R.. 2013. Dados preliminares sobre os lagartos e serpentes (lepidosauria, squamata) do pleistoceno final da região de Aurora do Tocantins, província espeleológica do grupo Bambuí, Tocantins, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32, Barreiras. *Anais*, p.427-431.
- Hubbe A. 2008. *Contextualização taxonômica, tafonômica e morfométrica dos remanescentes ósseos da megamastofauna da Gruta Cuvieri (MG), um sítio paleontológico do Pleistoceno Tardio*. Dissertação de Mestrado em Biociências, Universidade de São Paulo, 141 p.
- Hubbe A., Auler A.S. 2012. A large Cervidae Holocene accumulation in Eastern Brazil: an example of extreme taphonomical control in a cave environment. *International Journal of 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. 2011b. Identification and importance of critical depositional gaps in pitfall cave environments: The fossiliferous deposit of Cuvieri Cave, eastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **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 14C dates. *Quaternary Research* **79**:152–157.
- Hubbe A., Vasconcelos, A. G., Vilaboim L. S., Karmann I., Neves W. 2011a. Chronological distribution of Brazilian *Glyptodon* sp. remains: a direct 14C date for a specimen from Iporanga, São Paulo, Brazil. *Radiocarbon*, **53**:13-19.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2012 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=315360>>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- Jennings J.N. 1971. *Karst*. The M. I. T. Press, Cambridge, 252 pp.
- Karmann, I. 2009. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: Teixeira, W.; Fairchild, T.R.; Toledo, M.C.; Taioli, F. (Eds.). *Decifrando a Terra*. Companhia Editora Nacional, São Paulo, p. 113-138.
- Kellner A.W.A., Campos D.A. 1999. Vertebrate paleontology in Brazil — a review. *Episodes*, **22**(3): 238-251.
- Köhler H.C. 1989. *Geomorfologia Cárstica na Região de Lagoa Santa - MG*. Tese de Doutorado em Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 113 p.
- Köhler H.C., 1994. Geomorfologia cárstica. In: Guerra J.T., Cunha, S.B. (Eds.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 458 p.
- Köhler H.C., Castro J.F.M. 2011. Geomorfologia Cárstica. In: Cunha, S.B., Guerra, A.J.T. (Eds.) *Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações*. Bertrand, Rio de Janeiro, 239-249.
- Kraemer B.M. 2005. *Aspectos ecomorfológicos indicadores de modalidades locomotoras e estratégias de forrageadora de Xenarthros Phyllophaga Owen, 1842 e Vermilingua Illiger, 1811 atuais e fósseis intertropicais brasileiros (Xenarthra, Pilosa)*. Dissertação de Mestrado em Zoologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 100 p.

- Krone R. 1909. Estudo sobre as Cavernas do Valle do Rio Ribeira. *Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*. **15**:139-166.
- La Cotardièrre P. 2010. *História das ciências: da antiguidade aos nossos dias*. Texto & Grafia, Lisboa, 376 pp.
- Langer M.C., Montefeltro F.C., Castro M.C., Marsola J.C.A., França M.A.G., Vila Nova B., Kerber L, Rabello F. Fósseis de *Caiman* da Gruta Ioiô, Bahia Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 23, Gramado, *Resumos*. p. 239.
- Laureano F.V. 1998. *O registro sedimentar clástico associado aos sistemas de cavernas Lapa Doce e Torrinha, município de Iraquara, Chapada Diamantina, BA*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade de São Paulo, 99 p.
- Leakey R., Lewin R. 1977. *Origens*, Melhoramentos, São Paulo 264 p.
- Lessa G., Cardoso. 2005. A. Novas ocorrências fossilíferas na APA Gruta dos Brejões/Vereda do Romão Gramacho, Bahia, Brasil. In: Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, Rio de Janeiro. *Boletim de resumos*. p. 151-152.
- Lessa G., Cartelle C., Faria H.D., Gonçalves, P.R. 1998. Novos Achados de Mamíferos Carnívoros do Pleistoceno final - Holoceno m Grutas Calcárias do Estado da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 15, São Pedro, *Anais*, p. 129-129.
- Lino C.F. 2009. *Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo*. Rios, São Paulo – SP, 288 pp.
- Lino C.F., Allievi J. 1980. *Cavernas Brasileiras*. Melhoramentos, São Paulo, 168 pp.
- 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: Simpósio Regional de Geologia, 2, Rio Claro, *Atas*, p. 257 e 268.
- Lobo H.A.S., Veríssimo C.U.V., Sallun Filho W., Figueiredo L.A.V., Rasteiro M.A. 2007. Potencial geoturístico da paisagem cárstica. *Global Tourism*, (3)2:1-20.
- Lopes R.P., Buchmann F.S.C. 2004. Aspectos tafonômicos dos fósseis de mamíferos extintos (Megafauna Pleistocênica) encontrados ao longo das barrancas do Arroio Chuí, Rio Grande do Sul, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Paleovertebrados, 4, Rio Claro, *Boletim de resumos*. p.37-38.
- 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. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 67-93.
- 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. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 93-106.
- Lund, P.W. 1837b. Primeira memória sobre a fauna das cavernas: Introdução. In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 107-130.
- Lund, P.W. 1837c. Segunda memória sobre a fauna das cavernas: Mamíferos. In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 131-206.
- Lund P.W. 1838. Terceira memória sobre a fauna das cavernas: Continuação dos mamíferos. In: P.W. & Paula Couto, C. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 207-250.
- Lund, P.W. 1841. Quarta memória sobre a fauna das cavernas: Continuação dos mamíferos. In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 317-377.
- Lund P.W. 1842. Sobre a antiguidade do Homem em Lagoa Santa. In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 457-463.

- Lund, 1844a. Notícias sobre ossadas humanas fósseis achadas numa caverna do Brasil. *In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 466-488 p.
- Lund, 1844b. Novas observações sobre a antiguidade do Homem em Lagoa Santa. *In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 489-498 p.
- Lund, 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. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira*. Instituto Nacional do Livro, p. 505-548 p.
- Lyman R.L. 1994. *Vertebrate taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge, 524 p.
- 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. Dissertação de Mestrado em Biociências, Universidade de São Paulo, 162 p.
- Mayer E.L. 2013. Pequenos mamíferos do Sumidouro do Sansão, Serra da Capivara, Piauí: resultados preliminares. *In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32, Barreiras. Anais*, p.439-446.
- Mendes J.C. 1977. *Paleontologia Geral*. Editora da Universidade de São Paulo, Rio de Janeiro, 342 pp.
- Mendes J.C. 1988. *Paleontologia Básica*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 347 pp.
- Minas Gerais, 2005. Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental para Atividades Minerárias em Áreas Cársticas no Estado de Minas Gerais*. 28 p.
- Missagia R.V., Dutra R.P.; Dantas M.A.T.; Pêgo F.B.; Raugust T.; Delicio M.P.; Silva L.A.; R. Renó. 2012. Registro fossilífero de mamíferos da caverna Toca Fria, Iuiú, Bahia, Brasil. *In: Paleominas 2012, Belo Horizonte, Boletim de Resumos*, p.7.
- Nascimento E.R. 2008. *Os Xenarthra Pilosa (Megatheriidae), Notoungulata (Toxodontidae) e Proboscidea (Gomphotheriidae) da Formação Rio Madeira, Pleistoceno Superior, Estado de Rondônia, Brasil*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 113 p.
- Nascimento E.R., Ribeiro A.M., Ferigolo, J., Cozzuol, M.A. 2005. Sobre os probocidea (Mammalia) do Pleistoceno do Estado de Rodônia da Amazônia Sul-Ocidental, Brasil. *In: Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados, 2, Rio de Janeiro, Boletim de Resumos*, 187 p.
- Neves W.A., Piló L.B. 2003 Solving Lund's dilemma: new AMS dates confirm that humans and megafauna coexisted at Lagoa Santa. *Current Research in the Pleistocene*, **20**:57-60.
- Neves W.A., Piló L.B. 2008. O povo de Luzia: em busca dos primeiros americanos. Editora Globo, São Paulo, 336 p.
- 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: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 22, Natal, Resumos expandidos*, p. 651-653.
- Paula Couto C. 1952. Fossil mammals from the beginning of the cenozoic in Brazil - Condylarthra, Litopterna, Xenungulata and Astrapotheria. *Bulletin of the american museum of natural history***99**:356-394.
- Paula Couto C. 1957. Sobre um gliptodonte do Brasil. *Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral*. 165:1-64.
- Paula Couto C. 1958. Notas à margem de uma expedição científica a Minas Gerais. *Kriterion - Revista da Faculdade de Filosofia da U.M.G.* **11**(45-46):401-423.
- Paula Couto C. 1970. Paleontologia da região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. *Boletim do Museu de História Natural UFMG*. 1:1-21.

- Paula Couto C. 1979. *Tratado de Paleomastozoologia*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 590pp.
- Paula Couto, C. 1951. Uma espécie do Gênero *Tetrastylus* Ameghino, 1886, em Lagoa Santa. *Boletim do Museu Nacional*. 15:1-16.
- Perini F.A., Guedes P.G., Neto C.R.M., Fracasso M.P.A., Cardoso K.B., Duhá D., Salles L.O. 2008. Artiodactyla, Litopterna, Notoungulata e Perissodactyla do Quaternário da Serra da Bodoquena (Mato Grosso do Sul). In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 6, Ribeirão Preto, *Boletim de Resumos*, p. 158-159.
- 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. *Arquivos do Museu Nacional*. 6(3): 195-198.
- Piló L.B. & Neves W.A. 2003. Novas datações 14C (AMS) confirmam a tese da coexistência do homem com a megamastofauna pleistocênica na região cárstica de Lagoa Santa, MG. Congresso Brasileiro de Espeleologia, 27, Januária, *Resumos*. p. 100-104.
- Piló L.B. 1998. *Morfologia Cárstica e Materiais Constituintes: dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú, Carste de Lagoa Santa, MG*. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 250 p.
- Piló L.B., Auler A.S., Neves W.A., Wang X., Cheng H., Edwards R.L. 2004. Revisitando a Lapa do Sumidouro: marco paleo-antropológico do Quaternário americano. *Revista Brasileira de Paleontologia* 7(3):337-348.
- Porpino K.O., Santos M.F.C.F., Bergqvist L.P. 2004. Registros de mamíferos fósseis no Lajedo de Soledade, Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 7(3):349-358.
- Raup D.M., Stanley S.M. 1978. *Principles of Paleontology*. W.H. Freeman and Co. São Francisco 481 pp.
- Ribeiro R.C., Carvalho I.S. 2008. Registros de ocorrência da megafauna no Quaternário tardio do Nordeste do Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 6, Ribeirão Preto, *Boletim de Resumos*, p. 167.
- Riff D., Avilla L.S., Mothé D., Abranches C.T.S. 2008. Novos registros de megafauna de mamíferos para o sertão do sudoeste baiano. In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 6, Ribeirão Preto, *Boletim de Resumos*, p.177-178.
- Rodrigues P. H., Ferigolo J., Ribeiro A.M. 2003. Roedores pleistocênicos da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Congresso Brasileiro de Paleontologia, 18, Brasília, *Boletim de Resumos*, 237 p.
- Sales, H.R. 2003. Fossilização de aves na lapa do reazar, parque nacional cavernas do Peruaçu, Minas Gerais, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 27, Januária, *Anais*, 212-215p.
- 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). *Publicações Avulsas do Museu Nacional*, 78:1-15.
- 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. *Boletim do Museu Nacional*, 521:1-12.
- Sanches A.L., Misi A., Kaufman A.J., Azmy K. 2007. As sucessões carbonáticas neoproterozóicas do Cráton do São Francisco e os depósitos de fosfato: correlações e fosfogênese. *Revista Brasileira de Geociências*, 37: 182-194,
- Sedor F.A. & Silva, D.D. 2006. Mastofauna pleistocênica do Estado do Paraná: estado atual do conhecimento. *Paleontologia em Destaque*, 21:53, 46 p.
- Sedor F.A., Born P.A., Santos F.M.S. 2004. Fósseis pleistocênicos de Scelidodon (Mylodontidae) e Tapirus (Tapiridae) em cavernas paranaenses (PR, sul do Brasil). *Acta Biol. Par.*, 33 (1, 2, 3, 4): 121-128.
- Selby, M. J. 1985. *Earth's changing surface: an introduction to geomorphology*. Oxford University Press, Nova Iorque, 607 pp.

- Sgarbi G.N.C., Sgarbi P.B.A., Campos J.EX.C., Dardenne M.A., Penha U.C. 2001. Bacia Sanfranciscana: o registro fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: Pinto, C. P.; Martins-Neto, M. A. (Eds.) *Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais*. Sociedade Brasileira de Geologia, p. 93-138.
- Sharma V.K. 1986. *Geomorphology: earth surface processes and forms*. Nova Deli: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 244 pp.
- Shimer H.W. 1956. *An introduction to the study of fossils*. Macmillan Company, Nova Iorque, 496 pp.
- Shinzato E. 1998. *O carste da área de proteção ambiental de Lagoa Santa (MG) e sua influência na formação dos solos*. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campo dos Goytacazes, 117 p.
- Sial A.N., Dardenne M.A., Misi A., Pedreira A., Ferreira V.P., Silva Filho M.A., Uhlein A., Pedrosa-Soares A.C., Santos R.V., Egydio-Silva M., Babinski M., Alvarenga C.J.S., Pimentel M.M. 2009. The São Francisco Paleocontinent. In: C. Gaucher, A.N. Sial, G. Halverson, H. Frimmel. (Eds). *Neoproterozoic-Cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on outhwestern Gondwana*. Londres, Elsevier, p. 31-69.
- Silva J.L.L. 2001. *Tafonomia em mamíferos pleistocênicos: caso da planície colúvio –aluvionar de Maravilha-AL*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 99 p.
- Simms M.J. 1994. Emplacement and preservation of vertebrates in caves and fissures. *Zoological Journal of the Linnean Society* **112**: 261-283.
- Simões M. S., Rodrigues S. C., Bertoni-Machado C., Holz M. 2010. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. In: Carvalho, I.S. (Eds.). *Paleontologia: Conceitos e Métodos*. Interciência, Rio de Janeiro. 19-51 p.
- Sinibaldi R.W. 2010. *What your fossils can tell you: Vertebrate Morphology, Pathology and, Cultural Modification*. University Press of Florida, Gainesville, 370 pp.
- Sirtoli A.E., Lima M.R. 2002. Caracterização Preliminar De Sedimentos De Cavernas em Sistemas Cársticos do Primeiro Planalto Paranaense. *Scientia Agraria*, (3):1-2, 87-90 p.
- Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/cnc_consulta.asp> acesso em: 10 de maio de 2013.
- Souza Cunha F.L. 1964. A Lapa Mortuária de Confins, Lagoa Santa (M. Gerais). *Revista brasileira de Arqueologia*. **1**(1):30-41 p.
- 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*. Tese de concurso de livre docência da cadeira de Geologia e Paleontologia, Pós-graduação em Filosofia Ciências e Letras, Universidade do Rio de Janeiro. 55 p.
- Suguio K. 1998. *Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1217pp.
- Suguio K. 2012. *Geologia do Quaternário*. Oficina de textos, São Paulo. 408 pp.
- Sutcliffe A.J. 1985. *On the track of Ice Mammals*. British Museum (Natural History), Grã-Bretanha, 224 pp.
- Teixeira R. 1980. *Grutas da Região Cársica de Lagoa Santa: Lapinha*. Edições Júpter, Belo Horizonte, 45 pp.
- Vasconcelos A.G. 2012. Levantamento do Potencial Paleontológico de cavidades inseridas nos Maciços calcários de Escrivânia, Limeira e Ingleses – Prudente de Morais – Sandra Mineração Ltda. *Relatório técnico*. Belo Horizonte. 154 p.
- Vasconcelos A.G., Meyer K.E.B., Campello M.S. 2012. Novos depósitos fossilíferos nos maciços calcários Escrivânia, Limeira e Ingleses em Prudente de Morais, MG . In: Paleominas 2012, Belo Horizonte, *Boletim de Resumos*, p.11

- Vasconcelos A.G., Vilaboim L. S., Kraemer, B.M. 2008. New Occurrence of Pleistocenic Mammals in Chapada Diamantina, Brazil. A paleoenvironmental Studies Collaboration. *In: Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados*, 3, Neuquén, *Anais* p. 258.
- Vieira L.C. 2007. *A Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí) e as variações paleoambientais no final do Proterozóico*. Tese de Doutorado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 145 p.
- Viers G. 1978. *Geomorfologia*. Oikos-tau S.A., Barcelona, 320 pp.
- Vilaboim L.S., Kraemer, B.M, Vasconcelos A.G. 2008. Ocorrência de *Smilodon populator* em uma Gruta calcária Inundada Localizada na Chapada Diamantina, Brasil. *In: Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados*. 3, 2008, Neuquén, *Anais*, p. 264.
- Voorhies M.R. 1969. Taphonomy and Population Dynamics of an Early Pliocene Vertebrate Fauna, Knox, County, Nebraska: Laramie, University of Wyoming, *Contributions to Geology special paper*1:1-69.
- Walter H.V. 1940. *Urso extinto Arctotherium brasiliensis da caverna de Lago Funda, Minas Gerais*. Gráfica Guarany, Rio de Janeiro, 36 p.
- Walter H.V. 1943 Sobre alguns dos últimos achados de mastodontes na região de Pedro Leopoldo. *Anais da Academia Mineira de Ciências de Minas Gerais*. 1-6.
- Walter H.V., Cathoud A., Mattos A. 1937. The Confins Man: a contribution to the study of early man in South America. *Academia de Ciências de Minas Gerais*. 1-6
- Warming E. 1908. Lagoa Santa, por Eugênio Warming e a Vegetação de cerrados brasileiros, por Mário Ferri. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 386 p.
- Wicander R., Monroe J.S. 2009. *Fundamentos de Geologia*. Cengage learning, São Paulo, 508 pp.
- Winge H. 1888. Jordfundne og nulevende Gnavere (Rodentia) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: med udsigt over hovdyrenes indbyrdes slægtskab. *E. Museo Lunddii*, 3(1):1-178.
- Winge H. 1895. Jordfundne og nulevende Rovdyr (Carnivora) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: med udsigt over rovdyreues indbyrdes slægtskab. *E. Museo Lunddii*, 3(2):1-149.
- Winge H. 1906. Jordfundne og nulevende Hovdyr (Ungulata) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: med udsigt over hovdyrenes indbyrdes slægtskab. *E. Museo Lunddii*, 3(1):1-239.
- Winge H. 1915. Jordfundne og nulevende Gumlere (Edentata) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: med udsigt over hovdyrenes indbyrdes slægtskab. *E. Museo Lunddii*, 3(2):1-321.
- Woods H. 1950. *Paleontology invertebrate*. Cambridge, Nova Iorque. 477 pp.
- Ximenes C.L. 2003. *Proposta metodológica para um programa de micro-reservatórios alternativos de água nos sertões semi-áridos brasileiros, associado ao resgate de fósseis*. Dissertação de Mestrado, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará. 159 p.
- Ximenes C.L. 2009. Tanques Fossilíferos de Itapipoca, CE - Bebedouros e cemitérios de megafauna pré-histórica. *In: Winge M.; Schobbenhaus C.; Souza C.R.G.; Fernandes A.C.S.; Berbert-Born M. & Queiroz E.T. (eds.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, CPRM, p. 465-478.
- Zálan P.V., Romeiro-Silva P.C. 2007. Bacia do São Francisco. *Boletim Geociências Petrobrás*, 15(2):561-571.
- Zittel K.A.V., Eastman C.R. 1913. *Text-book of paleontology*. Macnillan and company, Londres, 191 pp.

ANEXO 1. Diagramas de porcentagem obtidos a partir da análise das macrofeições tafonômicas observadas nos bioclastos coletados na cavidade ES-08

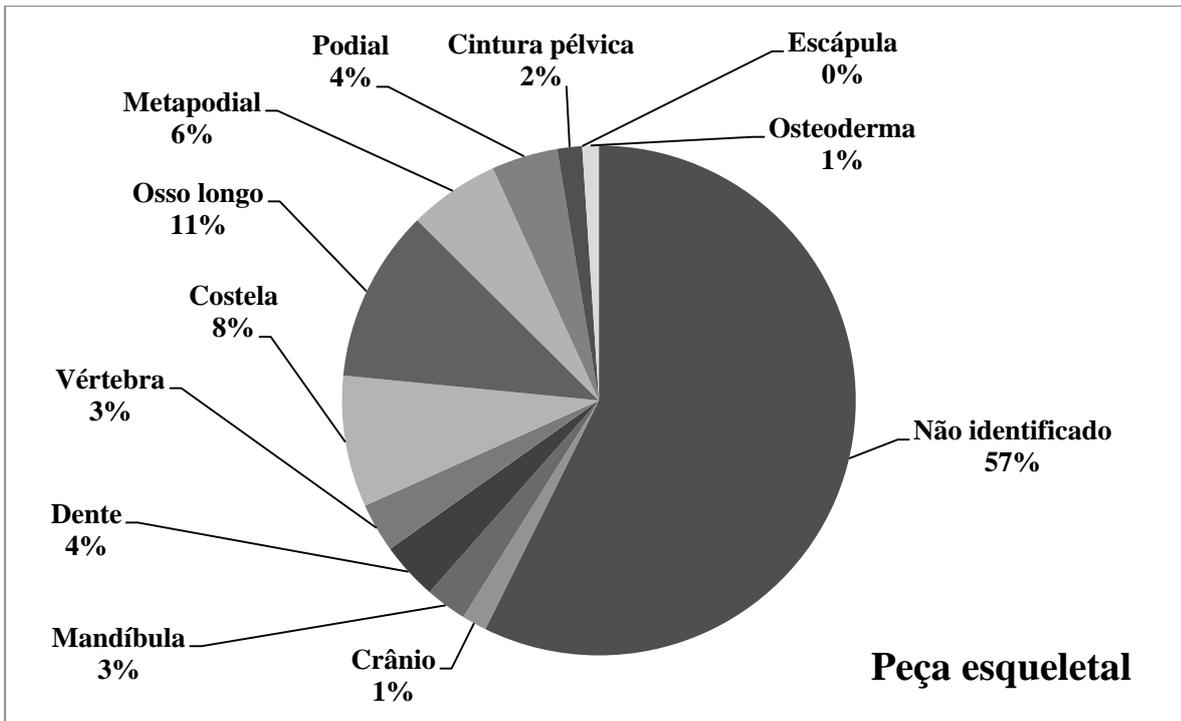


Figura 1. Porcentagem das peças esqueléticas recuperadas no paleopiso da cavidade ES-08.

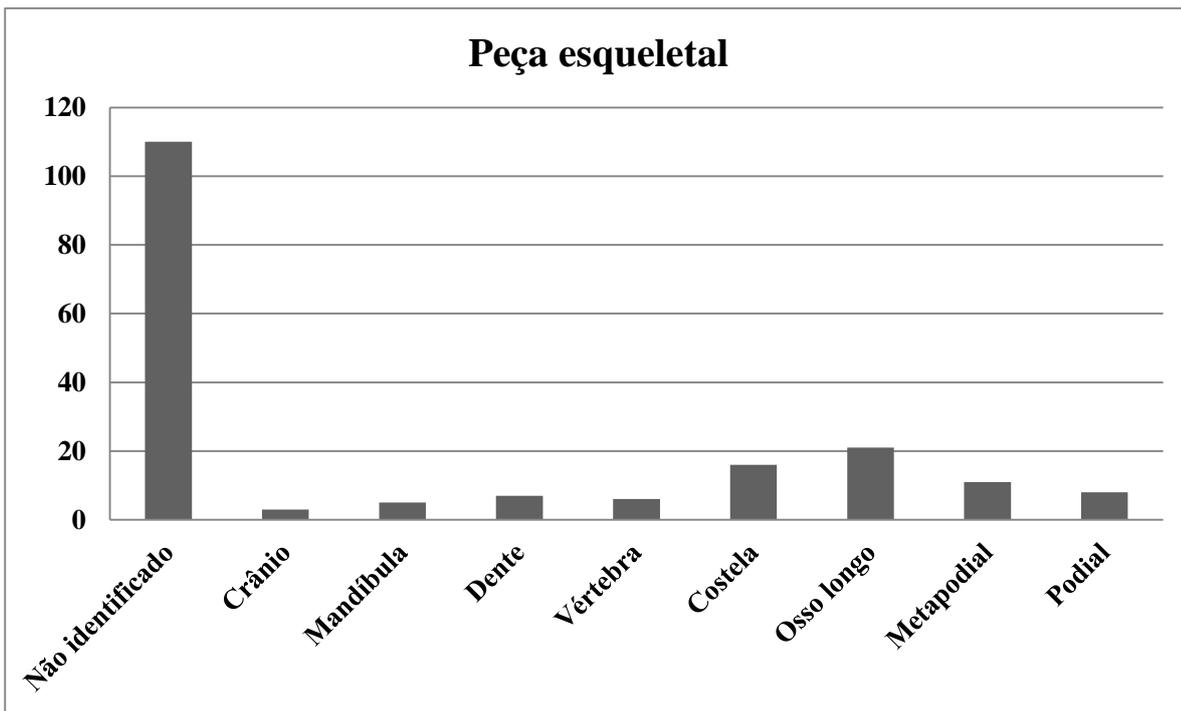


Figura 2. Quantidade das peças esqueléticas identificadas relacionadas com sua posição anatômica.

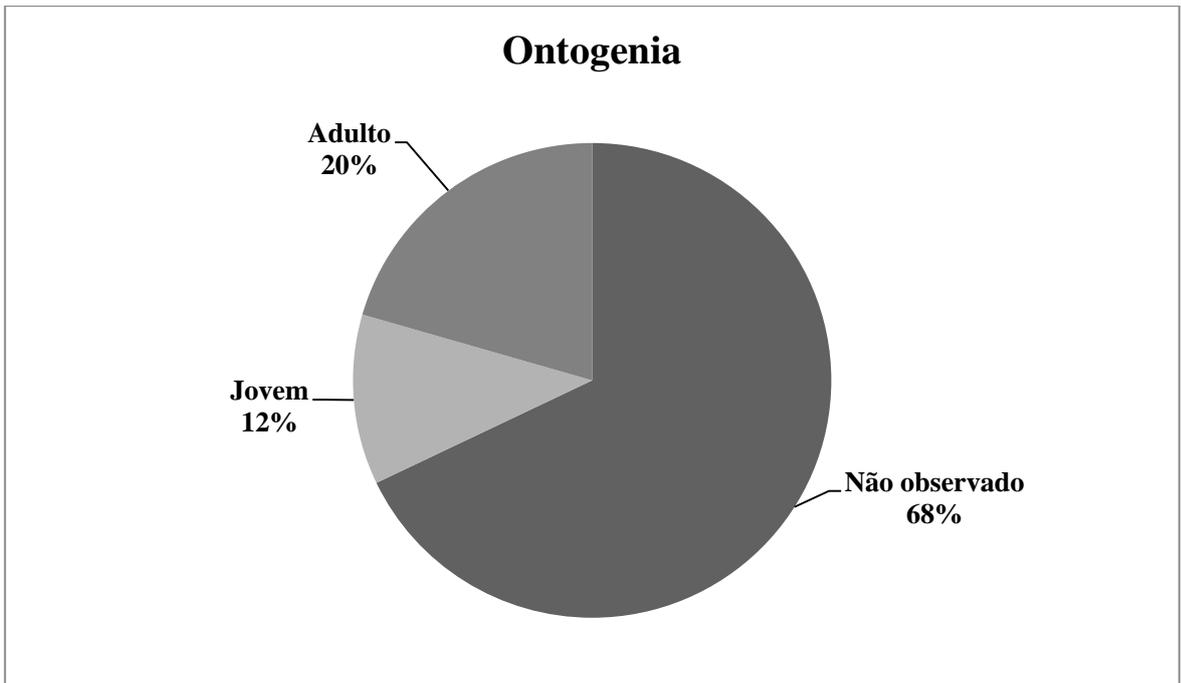


Figura 3. Porcentagem do material coletado em relação ao estágio ontogenético.

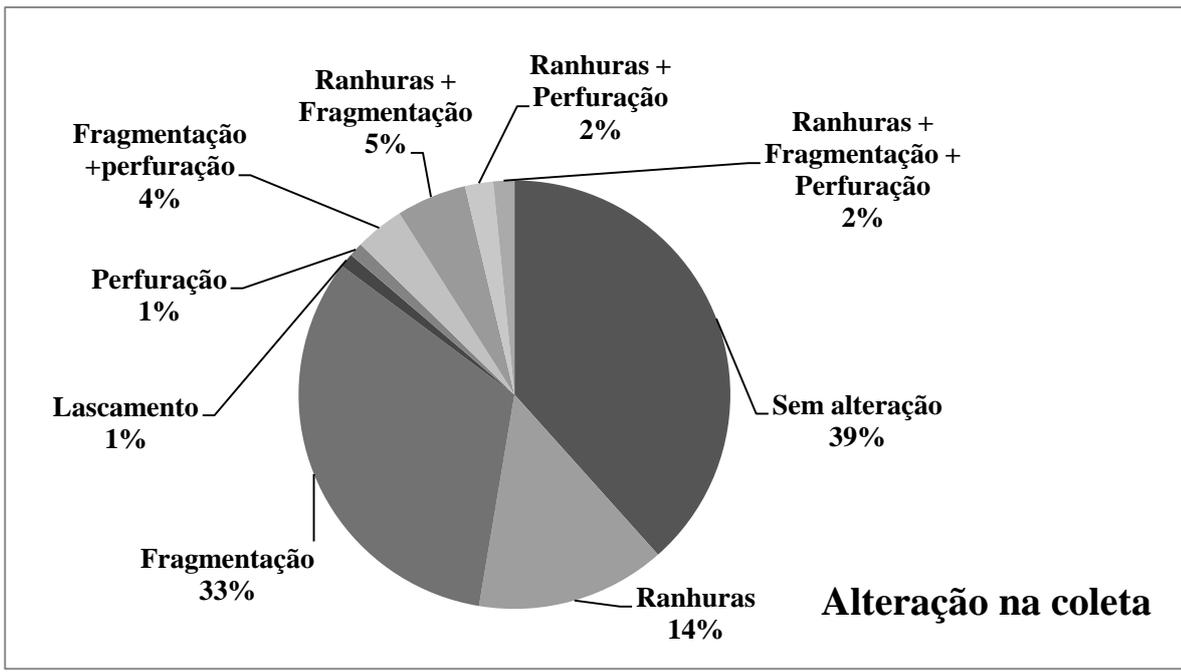


Figura 4. Porcentagem das alterações tafonômicas causadas durante a coleta e preparação dos bioclastos.

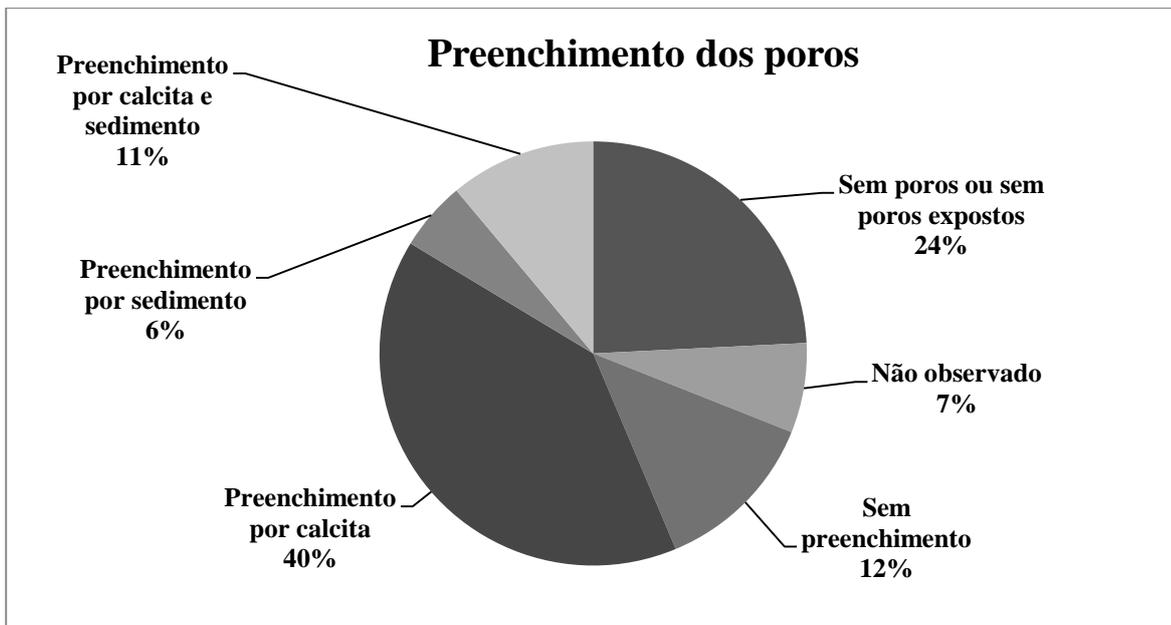


Figura 5. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas ao tipo de preenchimento dos poros dos ossos.

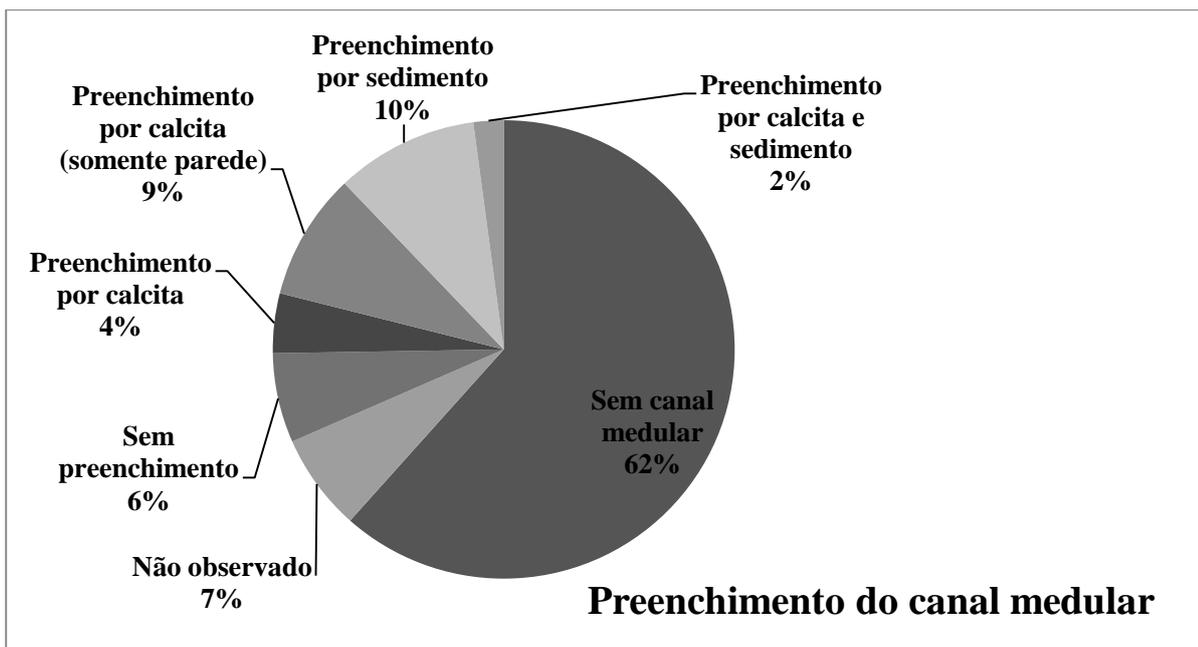


Figura 6. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas ao tipo de preenchimento do canal medular.

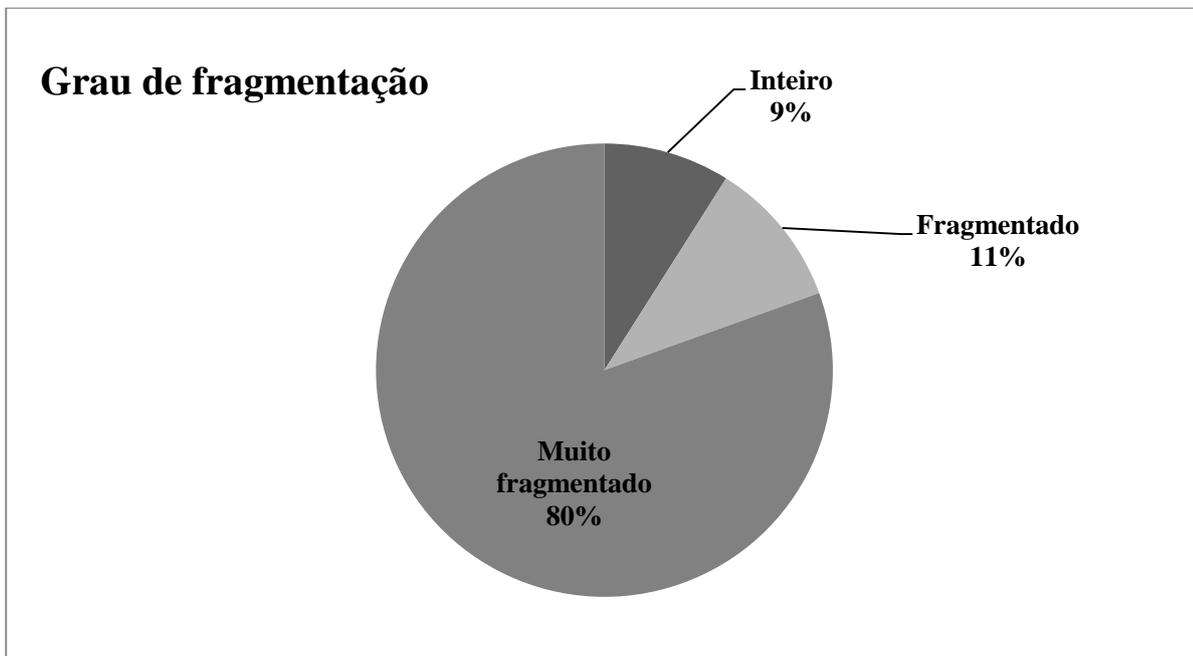


Figura 7. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas ao grau de fragmentação dos ossos.

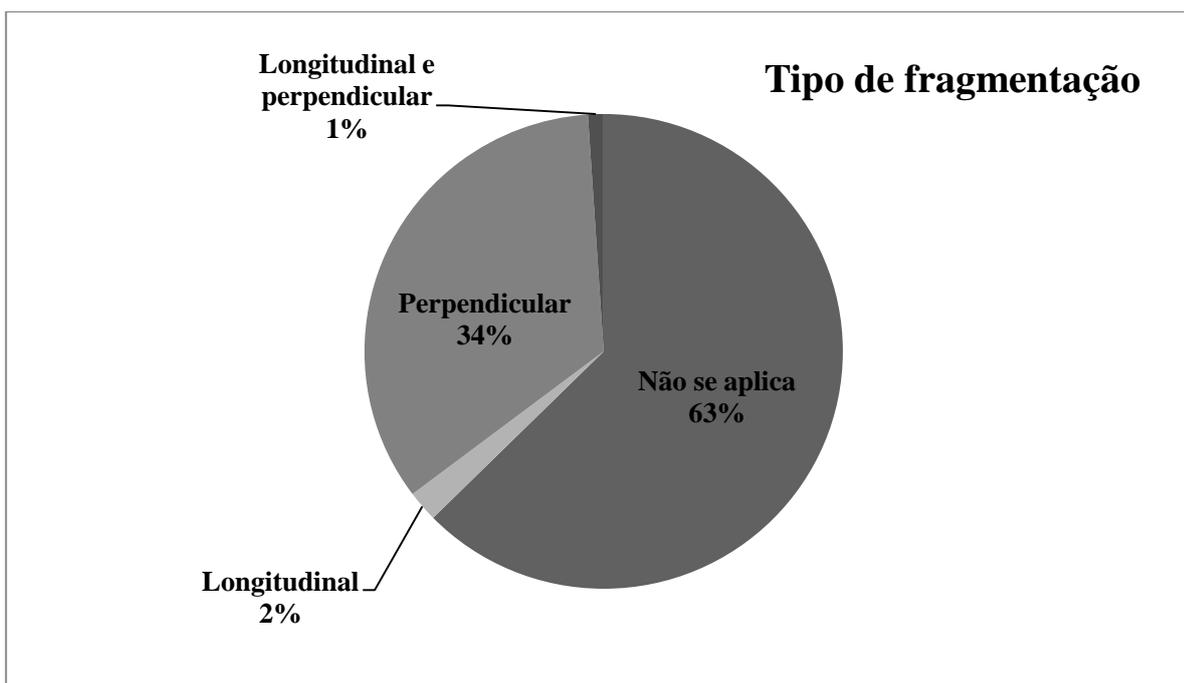


Figura 8. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas ao tipo de fragmentação dos ossos.

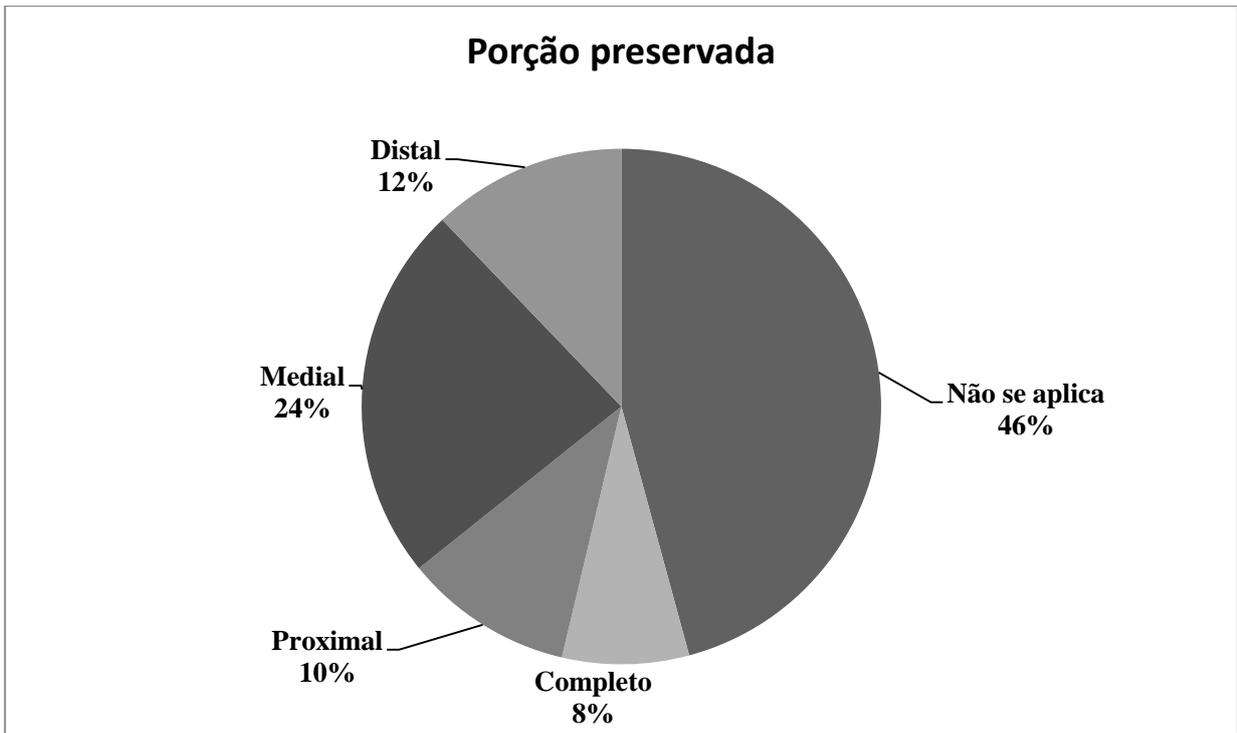


Figura 9. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas a porção preservada dos ossos.

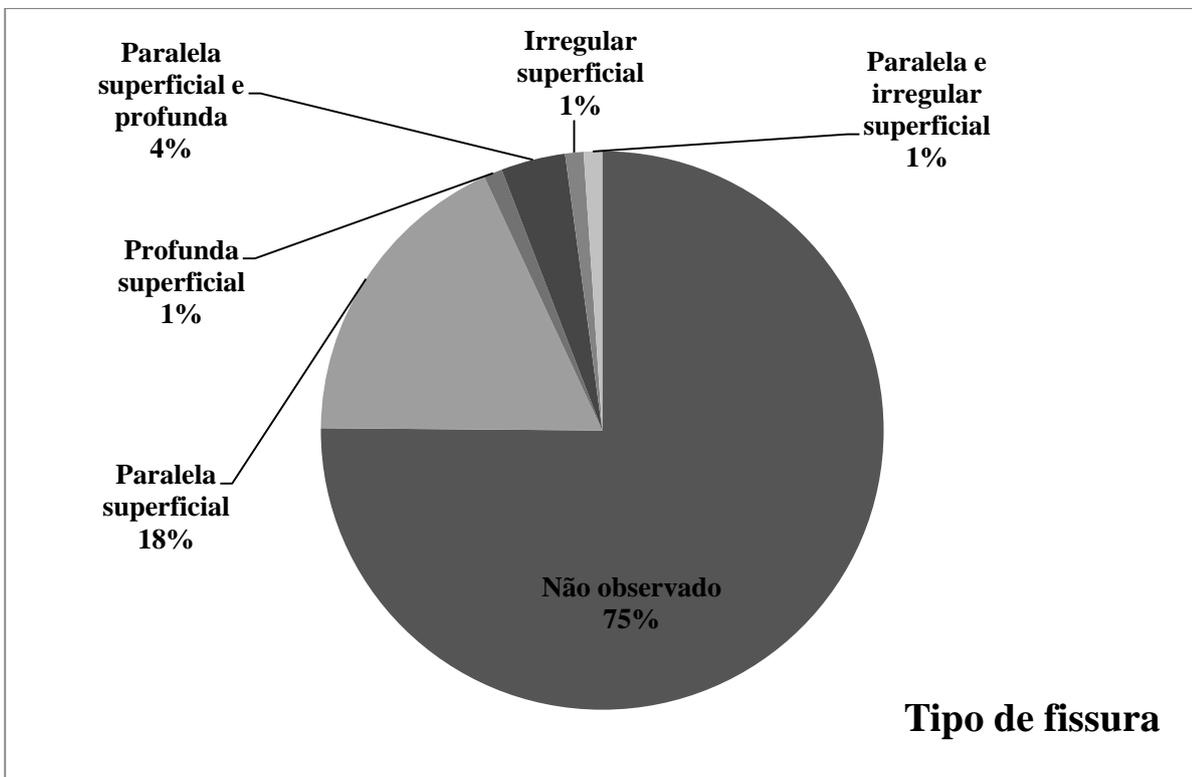


Figura 10. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas ao tipo de fissura apresentada pelo osso.

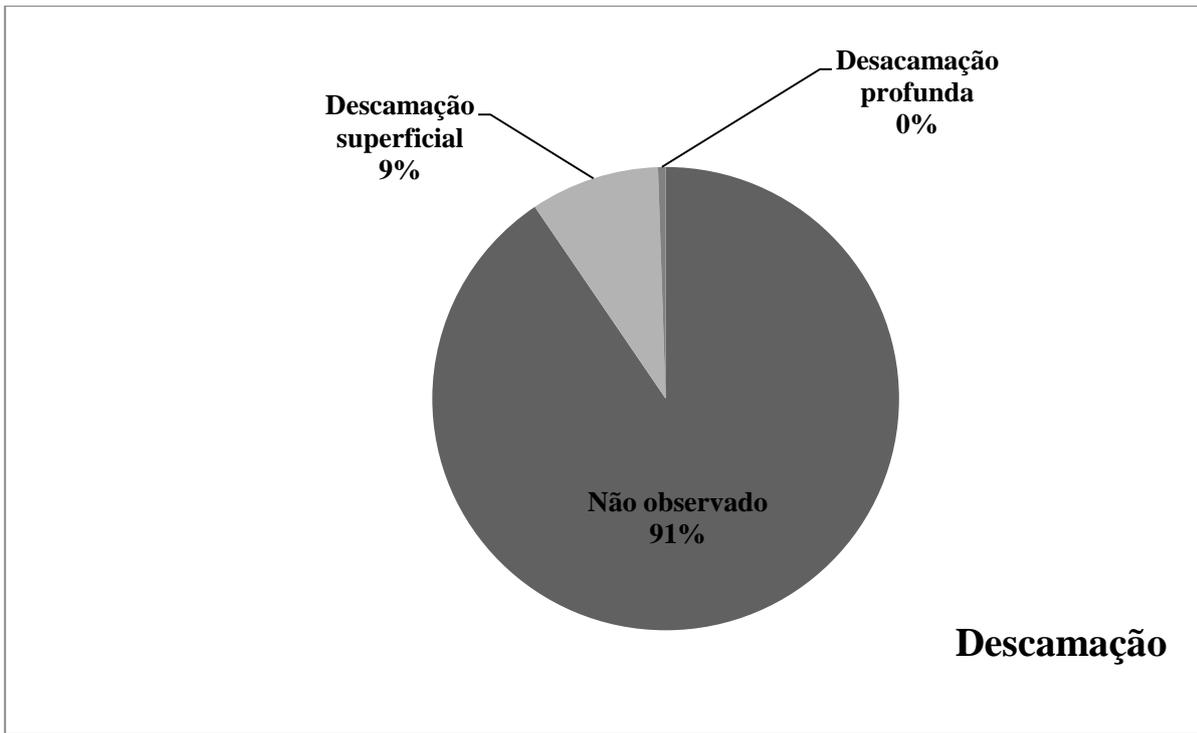


Figura 11. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas a descamações sofridas pelos ossos.

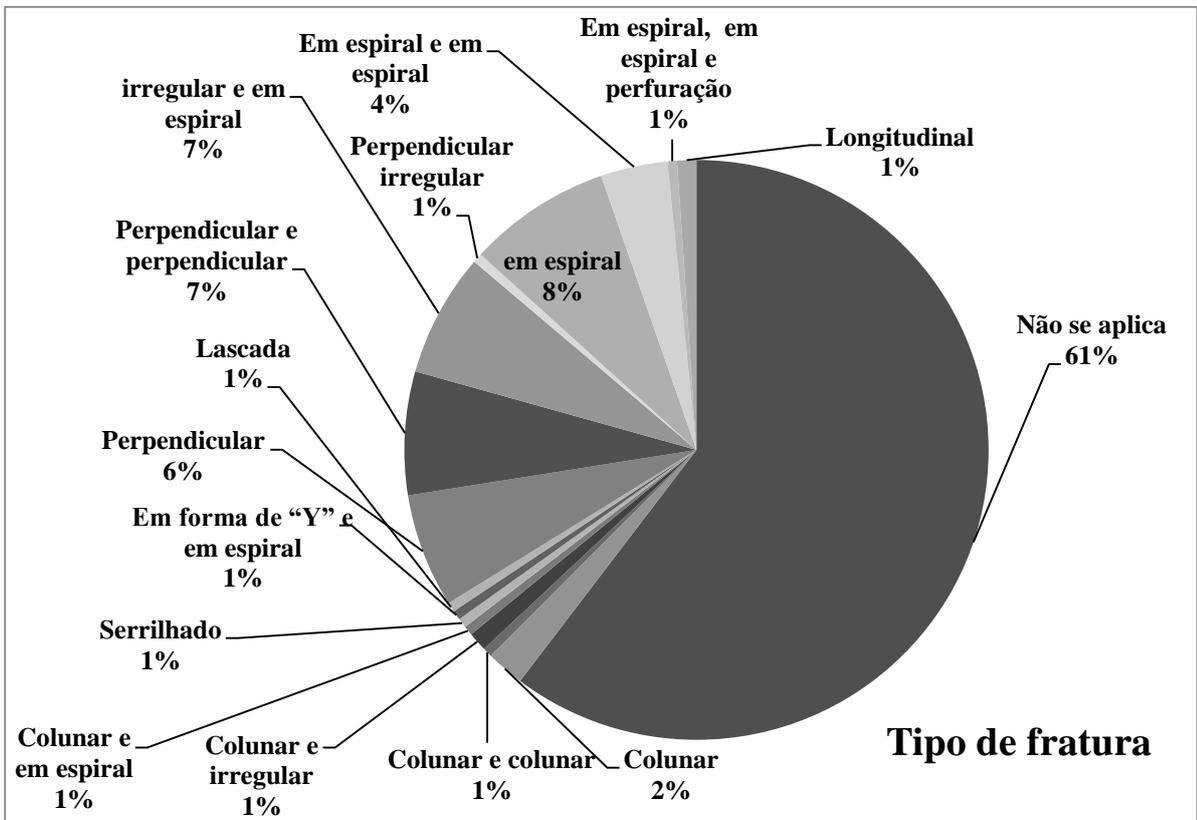


Figura 12. Porcentagem das modificações causadas por agentes físico-químicos relacionadas ao tipo de fratura observada nas extremidades dos ossos de formato alongado.

ANEXO 2. Manuscrito: Vasconcelos, A. G.; Meyer, K. E. B.; Campello, M. S. Mamíferos quaternários da cavidade ES-08, município de Prudente de Morais, Minas Gerais: análise taxonômica e tafonômica. Submetido para publicação na Revista Brasileira de Paleontologia.



REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA

Porto Alegre, 15 de maio de 2014.

Ilma. Sr.
André Gomide Vasconcelos

Prezado autor

Informamos que recebemos o manuscrito intitulado "MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DA CAVIDADE ES-08, MUNICÍPIO DE PRUDENTE DE MORAIS, MINAIS GERAIS: ANÁLISE TAFONÔMICA E TAXONÔMICA", de autoria de Andre Gomide Vasconcelos, Karin Elise Bohns Meyer e Marcos Santos Campello, para ser submetido ao processo de avaliação editorial para futura publicação na Revista Brasileira de Paleontologia.

Atenciosamente,

Ana Maria Ribeiro
Editora
Revista Brasileira de Paleontologia

MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DA CAVIDADE ES-08, MUNICÍPIO DE PRUDENTE DE MORAIS, MINAS GERAIS: ANÁLISE TAFONÔMICA E TAXONÔMICA

ANDRÉ GOMIDE VASCONCELOS

Programa de Pós-graduação em Geologia, UFMG, Av. Antônio Carlos 6.627, CEP. 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. andregomide86@gmail.com

KARIN ELISE BOHNS MEYER

Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa - CPMTC e Departamento de Geologia, IGC/UFMG. Av. Antônio Carlos 6.627, CEP. 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil. bohnsmeyer@yahoo.com.br

MARCOS SANTOS CAMPELLO

Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa - CPMTC e Departamento de Geologia, IGC/UFMG. Av. Antônio Carlos 6.627, CEP. 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.mscampello2005@yahoo.com.br

ABSTRACT – QUATERNARY MAMMALS FROM ES-08 CAVE, PRUDENTE DE MORAIS MUNICIPALITY, MINAS GERAIS STATE: A TAPHONOMIC AND TAXONOMIC

ANALYSIS. The work developed at the cave ES-08, localized in Escrivania's outcrop, at Prudente de Morais, MG, was done to understand 1) the mechanisms of transport and sedimentation that contributed to mold the sedimentary deposit that consisted of a fossiliferous carbonated soil. 2) to identify taxonomically the bioclasts 3) to identify the taphonomic processes and their agents, 4) to describe a taphonomic method of collect fossils preserved in carbonated matrix deposited in caves. Among the 191 bioclasts collected, 40 fossils was identified and attributed for the following taxa: Mylodontidae, *Dasypus novemcinctus*, Lagomorpha, *Cuniculus major*, *Speothos* sp., *Eira barbara* e *Tayassu pecari*. The taphonomic alterations observed in the fossils, and the characteristics of the cave and the own deposit, shown that the fossiliferous sediment was deposited through the action of mudflow. The method adopted for the taphonomic collect was essential. Through this method we could rescue a high number of fossils in good conditions and observed

how the bioclasts was arranged in the carbonated matrix, unusual study on skeletal remains preserved in carbonated matrix in caves.

Keywords: Lagoa Santa karst, Escrivânia Limestone, *in situ* taphonomy, *ex situ* taphonomy.

RESUMO - São apresentados os resultados do estudo desenvolvido com material coletado na cavidade ES-08, inserida no maciço Escrivânia, município de Prudente de Morais, MG. Tal estudo foi conduzido de forma 1) a compreender os mecanismos de transporte e sedimentação atuantes para a formação do depósito sedimentar que consiste de um solo carbonatado suspenso (paleopiso) com fósseis; 2) a identificar taxonomicamente os restos de vertebrados coletados; 3) a relacionar as alterações tafonômicas com seus agentes causadores e 4) a descrever um método de coleta tafonômica para restos fósseis dispostos solos carbonatados preservados em cavernas. Dentre os 191 bioclastos coletados, foram identificadas 40 peças, atribuídas aos seguintes taxa: Mylodontidae, *Dasypus novemcinctus*, Lagomorpha, *Cuniculus major*, *Speothos* sp., *Eira barbara* e *Tayassu pecari*. Através de observações acerca das macrofeições tafonômicas impressas nos fósseis, como o estado de desarticulação e fragmentação dos ossos, de sua disposição caótica em meio a matriz, além de indicativos de fluxo hidráulico nos condutos da caverna, constatou-se que o depósito foi formado a partir de fluxos gravitacionais e trativos, com possíveis retrabalhamentos do sedimento. O método adotado para coleta, que foi a fragmentação controlada do paleopiso, foi fundamental, uma vez que através dele pôde-se resgatar um número expressivo de material fóssil e ainda se obter dados acerca da posição original dos fósseis, estudo incomum para restos ósseos preservados em matriz carbonatada inseridas em cavernas.

Palavras-chave: carste de Lagoa Santa, maciço Escrivânia, tafonomia *in situ*, tafonomia *ex situ*.

INTRODUÇÃO

Dentre a fauna de vertebrados fósseis, o grupo de mamíferos é o melhor representado no registro fóssil do Quaternário e por apresentar uma grande similaridade com a fauna atual, possibilita a realização de estudos taxonômicos, de relações ecológicas, reconstituição climática, dentre outros, com maior precisão (Cartelle & Hartwing, 1996; Kellner & Campos, 1999; Bergqvist & Almeida, 2004; Kraemer, 2005; Hubbe, 2008; Suguio, 2010).

No Brasil, diversos depósitos quaternários destacam-se pela quantidade, e às vezes pela qualidade do material fóssil ali preservado (Kellner & Campos, 1999). Dentre essas concentrações fossilíferas, destacam-se os depósitos fluviais na região Norte (ex. Paula Couto, 1979; Cartelle, 1994; Holanda, 2007; Nascimento, 2008; Araújo-Júnior *et al.*, 2012), as planícies costeiras, especialmente a do Rio Grande do Sul (ex. Cartelle, 1994; Buchmann, 2002; Rodrigues *et al.*, 2003), as cacimbas, paleolagoas e lagoas intermitentes da região Nordeste (ex. Brito, 1979; Paula Couto, 1979; Cartelle, 1994; Dantas & Tasso, 2007; Riff *et al.*, 2008; Ximenes, 2009; Araújo-Júnior *et al.*, 2013) e as cavidades naturais inseridas principalmente em rochas carbonáticas, com registros para todas regiões do Brasil (ex. Lund, 1836; Paula Couto, 1952; Brito, 1979; Paula Couto, 1979; Cartelle, 1992; 1994; Kellner & Campos, 1999; Porpino *et al.* 2004; Sedor *et al.*, 2004; Salles, 2006; Sedor & Silva, 2006; Hubbe, 2008; Vasconcelos *et al.*, 2008; Dantas, 2009; Cartelle 2012; Missagia *et al.*, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2012; Hsiou *et al.*, 2013).

Segundo Bergqvist e Almeida (2003), é nas cavernas que ocorre o maior número de achados fósseis de mamíferos no Brasil. Isso se deve a características peculiares que normalmente estão relacionadas ao ambiente cavernícola, como ausência de predadores, carniceiros e necrófagos, temperatura e umidade constantes e ausência de incidência de luz solar, fatores estes, que podem proporcionar uma melhor preservação de restos de animais, que por ventura, adentram a cavidade, à

procura de abrigo, e/ou por queda acidental, quando mortos por transporte hidráulico, gravitacional ou ainda carregados por predadores (Lund, 1836, 1837; Simms, 1994; Suguio, 2010).

A grande parte dos estudos envolvendo os fósseis coletados em cavernas dá ênfase a trabalhos taxonômicos (ex. Winge, 1888, 1906; Ameghino, 1907; Krone, 1909; Lund, 1841; Paula Couto, 1979; Cartelle, 1992; Vasconcelos *et al.* 2008) e outros trabalhos se restringem a análises tafonômicas *ex situ* do material, onde não há estudos do depósito ou descrições detalhadas dos procedimentos adotados durante a coleta (ex. Castro & Langer, 2008; Donato *et al.*, 2008; Perini *et al.*, 2008).

Mas muitas vezes, tais estudos não são realizados de maneira completa devido à dificuldade de acesso e de preservação dos depósitos, ou pelo fato da coleta ter sido realizada por terceiros, sem o cuidado de realizar anotações acerca do depósito (ex. Winge, 1906; Castro & Langer, 2008; Vasconcelos *et al.*, 2008; Langer *et al.*, 2013). Assim, estudos que adotam o método de coleta tafonômica envolvendo restos atuais e paleontológicos de vertebrados coletados em cavidades naturais no Brasil são escassos quando comparados aos trabalhos de cunho taxonômico (ex. Lund, 1836; Barros *et al.*, 1984; Almeida, 2000; Castro & Langer, 2008; Hubbe, 2008; Hubbe & Auler, 2012; Ferreira *et al.*, 2012).

No contexto de estudos de fósseis coletados em cavidades outro aspecto que chama a atenção é a falta de utilização de métodos de datação, o que acarreta interpretações incompletas acerca dos paleoambientes, das extinções e amplitude estratigráfica dos fósseis (Piló, 1998; Piló *et al.*, 2004; Auler *et al.*, 2006; Hubbe, 2008; Hubbe & Auler, 2012). A carência de estudos envolvendo idades absolutas dos fósseis coletados em cavernas pode estar relacionada ao fato de não haver material adequado para datação, como a presença de colágeno nos ossos, e/ou sedimentos com as características necessárias para se obter uma idade segura, onde grande parte dos depósitos químicos que consistem principalmente de calcitas precipitadas estão contaminados com a mistura de sedimentos.

De maneira resumida, as questões acima descritas, nortearam o desenvolvimento do estudo aqui apresentado.

São apresentados os resultados do estudo da cavidade ES-08, no maciço Escrivânia, município de Prudente de Morais, MG. Estes estudos foram conduzidos de forma a identificar: 1) os mecanismos de transporte e sedimentação atuantes para a formação do depósito sedimentar que consiste de um solo carbonatado suspenso (paleopiso) com fósseis; 2) identificar taxonomicamente os restos de vertebrados coletados; 3) relacionar as alterações tafonômicas com seus agentes causadores e 4) propor um método de coleta tafonômica para restos fósseis dispostos no paleopiso.

ÁREA DE ESTUDO

O maciço que abriga a cavidade ES-08 está localizado a noroeste de Prudente de Morais, município situado a 65 km de Belo Horizonte, Minas Gerais. A região de estudo está inserida no contexto geológico do Grupo Bambuí e do Carste de Lagoa Santa, sendo este último famoso por abrigar inúmeras cavidades naturais, e importantes sítios paleontológicos e arqueológicos (Kohler, 1989; Cartelle, 1994; Hubbe, 2008; Holten & Sterll, 2011) (Figura 1).

Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

A região do maciço Escrivânia está inserida no Planalto de Lagoa Santa, se localiza entre a Depressão de Vespasiano, ao Sul, o Planalto de Neves, a Sudoeste, e a Depressão de Sete Lagoas, a Norte, se estendendo até os contrafortes da Serra do Cipó. O Planalto de Lagoa Santa se desenvolve sobre filitos e carbonatos, cujas camadas sub-horizontais mergulham ligeiramente para Nordeste (Kohler, 1989).

O maciço Escrivânia apresenta aspectos geomorfológicos semelhantes com outras áreas da região cárstica de Lagoa Santa, caracterizadas pela ocorrência de maciços situados em grandes depressões,

com as bordas dessas depressões se situam no nível, ou mais elevadas que o topo dos maciços (Paula Couto, 1958) (Figura 2).

O maciço estudado é constituído pelos metassedimentos carbonáticos com alto metamorfismo, com teores de carbonato de cálcio acima de 95%, estas rochas fazem parte da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí e estão localizados no interfluvial entre o Ribeirão da Mata e Rio das Velhas (Kohler, 1994).

O Grupo Bambuí consiste de uma unidade geológica composta por rochas calcárias, ardosianas e filíticas, formadas em plataforma carbonática a aproximadamente 600 Ma, e que ocupa a maior parte da Bacia do São Francisco, e, está situada na porção centro-sul do Cráton do São Francisco (Souza Cunha, 1964; Alkmim & Martins Neto, 2001).

O calcário do Grupo Bambuí na área do maciço Escrivânia tem granulometria fina e cor acinzentada, a espessura das camadas do calcário que abrigam as cavernas são centimétricas, com um mergulho levemente para Leste. A maior parte do calcário presente na área apresenta uma baixa quantidade de magnésio e impurezas, característica que condiciona uma maior taxa de dissolução da rocha carbonática, proporcionando ao carste da área de estudo, um elevado grau de maturidade, fato confirmado pela grande quantidade de feições cársticas presentes na área, como dolinas, cavidades naturais (cavernas, abrigos e abismos), e cânions (Auler, 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

Escolha da cavidade para estudo

Para a escolha da cavidade a ser estudada de modo detalhado, foi realizado um levantamento do potencial paleontológico das cavidades naturais (abismos, abrigos e cavernas) inseridas nos maciços calcários Escrivânia, Limeira e Ingleses, localizados a Noroeste da APA Carste de Lagoa Santa. O levantamento se baseou nos métodos propostos nos documentos: Instrução Normativa nº2 (IN-02) e

no Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental para Atividades Minerárias em Áreas Cársticas no Estado de Minas Gerais da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), de Minas Gerais (Minas Gerais, 2005; Brasil, 2009), tendo sido norteado pelas informações geomorfológicas/espeleológicas do Projeto de Extensão intitulado Valoração das Cavernas Naturais.

Estudo tafonômico

Este estudo foi conduzido de forma a identificar os mecanismos de transporte e sedimentação atuantes na formação do depósito sedimentar que consiste de um paleopiso com fósseis. A coleta controlada dos blocos do paleopiso para posterior retirada dos fósseis em laboratório e identificação de feições macroscópicas dos ossos que indicam os processos pelos quais passaram os ossos antes e durante o processo deposicional consistiu no método empregado para o estudo tafonômico detalhado.

Mecanismos de transporte e sedimentação do depósito

Crerios para interpretações da formação de depósitos fossilíferos em cavernas, adotados por Almeida (2000), Piló *et al.* (2004) e Hubbe e Auler (2012) serviram de referência para a interpretação dos processos atuantes na formação do paleopiso fossilífero da cavidade ES-08, como a morfologia da caverna, localização das entradas e marcas de enchentes atuais e pretéritas. Já em relação ao próprio paleopiso, foram observadas feições de suas características gerais, como forma, feições sedimentológicas, coloração, granulometria da matriz. As medidas do paleopiso também foram tomadas.

Coleta do paleopiso

A coleta seguiu critérios tafonômicos adaptados de Holz e Barberena (1989), Almeida (2000) e Holz e Simões (2002), onde o solo carbonatado suspenso (paleopiso) foi fragmentado com o uso de marreta e cinzéis no interior da caverna para análise e retirada dos bioclastos em laboratório.

A primeira etapa da coleta dos blocos foi a demarcação de pontos fixos de referência que serviram para nortear as distâncias em que cada bloco foi retirado em relação a direção Norte. Os pontos foram marcados com lápis preto nas paredes Norte, Leste e também foi demarcado um ponto para a altura, para ser retirada a profundidade do bioclasto no paleopiso (Figura 3).

As distâncias foram mensuradas a partir de uma demarcação inserida em cada bloco antes de sua retirada do paleopiso. Esses pontos (ponto-controle) serviram como referência para posterior localização dos fósseis na matriz.

Uma tabela foi confeccionada baseada em Holz e Barberena (1989), para anotações durante a coleta dos blocos do paleopiso. Nesta tabela estão discriminadas as informações mais relevantes para que nenhum dado seja perdido durante a coleta dos bioclastos contidos em cada bloco. As informações de localização do bloco são baseadas no ponto-controle e sua distância em relação aos pontos fixos no conduto (Tabela 1).

Em laboratório, a nova referência para a localização e direção dos fósseis foi o ponto-controle.

Feições macroscópicas dos ossos

Foram analisadas assinaturas tafonômicas macroscópicas dos ossos tais como alterações causadas por agentes biológicos, e físico-químicos, como intemperismo, transporte, retrabalhamento, bem como a representatividade óssea relacionada ao táxon. As interpretações destas assinaturas macroscópicas seguiram métodos propostos por Hill (1988), Behrensmeyer (1991), Lyman (1994),

Silva (2001) e Beisaw (2013). Foi utilizada uma lupa de marca e modelo Leica E24 para analisar tais feições.

As feições tafonômicas foram divididas em dois grandes grupos: (1) causadas por agentes biológicos e (2) alterações causadas por agentes físico-químicos. O primeiro grupo engloba as feições como: **ontogenia** (ossos de indivíduo jovem, adulto, senil) **patologias** (ossos que apresentaram alguma alteração morfológica como, cicatriz, calo ósseo), **ações de animais**, (indicadas pelas marcas de dentes de predadores/carniceiros ou de roedores), **alterações causadas durante a coleta ou preparação do material** (fraturas recentes, cortes perfurações). Do segundo grupo fazem parte as seguintes modificações: **preenchimento das cavidades ósseas por calcita**; **grau de fragmentação** (íntegro >90%; parcialmente íntegro 50-89%; fragmentado <50%); **abrasão** (arestas arredondadas) e **sinais intempéricos**.

Embora outras feições tafonômicas tenham sido analisadas, apenas foram citadas as modificações apresentadas em no mínimo um osso, assim, modificações como marcas antrópicas relacionadas a alimentação e confecção de artefatos, alterações causadas pelo fogo e pisoteio, não estão relacionadas (Tabela 2).

Identificação taxonômica

A identificação taxonômica do material foi realizada por meio de comparação direta com o material depositado nas coleções de Paleontologia e Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais PUCMinas. A descrição anatômica dos ossos seguiu a nomenclatura proposta pela *Nomina Anatomica Veterinaria* (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 1983).

Para a identificação de peças esqueléticas de um mesmo indivíduo, foram utilizadas características como estágio ontogenético, ausência de repetição de peças esqueléticas equivalentes, peças quebradas que se uniam e características fossildiagnósticas.

Os fósseis foram tombados na coleção de Paleontologia do Instituto de Geociências, da UFMG, sob os números IGC/0554 a IGC/0593.

RESULTADOS

Escolha da cavidade para estudo

Dentre as 101 cavidades naturais visitadas na área prospectada, a cavidade ES-08 foi a que apresentou as melhores condições para realizar o estudo tafonômico detalhado, por apresentar alto potencial paleontológico com fósseis ainda inseridos nas camadas do paleopiso, ao contrário das demais cavidades que apresentavam material rolado e visivelmente transportado não sendo possível a identificação das camadas sedimentares onde foram sedimentados.

Levantamento do potencial paleontológico

O potencial fossilífero apresentado pela cavidade ES-08 permitiu a classificação desta como sendo uma cavidade com alto potencial paleontológico, por apresentar restos neontológicos e paleontológicos ao longo de seus condutos, e consideráveis depósitos sedimentares.

Estudo tafonômico

A identificação dos mecanismos de transporte e sedimentação atuantes na formação do depósito sedimentar, que consiste de um paleopiso com fósseis, representou uma etapa fundamental para a análise tafonômica.

A coleta controlada dos blocos do paleopiso para posterior retirada dos fósseis em laboratório e identificação de feições macroscópicas dos ossos que indicam os processos pelos quais passaram os

ossos antes e durante o processo deposicional consistiu no método empregado para o estudo tafonômico detalhado (Figura 4).

Mecanismos de transporte e sedimentação na formação do paleopiso

Na cavidade ES-08 foram identificadas quatro entradas, sendo que uma se trata de uma claraboia e outra se encontra atualmente totalmente preenchida por sedimento. Todas as entradas atuais, situadas na porção Oeste desembocam num pequeno salão, e a partir deste, ocorre o acesso o conduto de onde foi retirado o paleopiso. Já o conduto preenchido se localiza na porção Leste da cavidade (Figura 4).

Como não há indicativos de direção de fluxo hidráulico e/ou de sedimentos na caverna, não se pôde verificar por qual entrada (Leste ou Oeste) o material que forma o paleopiso foi carregado ao conduto. Porém, sabemos que atualmente a única entrada acessível ao conduto se situa a Oeste, que é por onde o material neontológico foi carregado e depositado nos sedimentos sobre o piso da caverna.

O paleopiso que, se encontrava suspenso pelas paredes Norte e Sul do conduto, tem composição síltico-argilosa cimentada por carbonatos. A matriz síltico-argilosa do paleopiso se apresentou homogênea, de cor avermelhada, com a presença de grãos milimétricos de óxido de manganês, que também se encontravam em meio ao sedimento da caverna. Sua morfologia tanto em planta, quanto em perfil era irregular e apresentava alvéolos, provavelmente esculpido por correntes de água, e cavidades preenchidas por sedimentos condizentes com os que recobrem todo o piso da caverna. A média das dimensões do paleopiso em planta foi de 1,20 x 0,60m e em perfil de 0,94m.

Coleta do paleopiso

Com a demarcação dos pontos nos blocos retirados da caverna, foi possível, mesmo com o paleopiso fragmentado, ter o posicionamento exato dos bioclastos no depósito, o que possibilitou a visualização de sua distribuição em planta e perfil do material coletado (Figura 5). Por possuírem frações friáveis, alguns blocos se desprenderam do paleopiso durante a coleta o que impossibilitou a identificação de sua posição original no paleopiso. Mesmo assim, todos os blocos foram recolhidos para preparação em laboratório, para a verificação da ocorrência de fósseis preservados nestas porções desagregadas dos blocos.

O paleopiso foi fragmentado em 45 blocos, dos quais 36 apresentaram bioclastos preservados em seu interior.

Feições macroscópicas dos ossos

Apesar das feições terem sido observadas em todos os bioclastos retirados da matriz carbonatada, neste trabalho serão apresentadas apenas as feições obtidas das peças identificadas taxonomicamente.

Das quarenta peças aqui apresentadas nove foram associadas a animais jovens e vinte e quatro a animais adultos e sete não puderam ser observadas. Em relação ao grau de fragmentação dez peças foram classificadas como íntegras, duas parcialmente íntegras e vinte e oito foram classificadas como fragmentadas. Foram identificadas trinta peças com sinais de abrasão e vinte três apresentaram fissuras.

No que diz respeito ao preenchimento de calcita das cavidades dos ossos (poros e canal medular) verificamos que trinta e um se apresentaram com algum tipo de precipitação deste mineral (Tabela 3).

Sistemática paleontológica

Foram coletados 191 bioclastos dos quais 40 apresentaram condições de identificação taxonômica tratando-se de fragmentos de vertebrados de porte pequeno, médio, grande e mega. Dos 40 ossos identificados foram encontradas um espécime da Família Mylodontidae Gill, 1872, e uma peça de *Eira barbara* Linnaeus 1758. Duas peças foram atribuídas a Ordem Lagomorpha Brandt 1885, duas peças a *Dasyopus novemcinctus* (Lineaus, 1758) e duas a *Speothos* sp. Sete peças a *Cuniculus major* Lund, 1837 e vinte e cinco peças a espécimes de *Tayassu pecari* (Link, 1795) (Tabela 4).

O restante do material não identificado apresenta estágio avançado de fragmentação.

Os fragmentos identificados são descritos a seguir, assim como sua procedência estratigráfica é indicada, sendo que esta indicação estratigráfica que foi obtida através de medidas retiradas a partir dos pontos fixos demarcados nas paredes dos condutos. As distâncias são dadas em centímetros, respeitando a seguinte ordem dos pontos-controle, demarcados nos blocos, e orientados pelos pontos fixos ao Norte x a Leste x profundidade (Figura 5).

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA E FEIÇÕES TAFONÔMICAS DOS OSSOS

Superordem EDENTATA Cuvier, 1798

Ordem XENARTHRA Cope, 1889

Superfamília MYLODONTOIDEA Gill, 1872

Família Mylodontidae Gill, 1872

Material estudado. Fragmento de molariforme (IGC/0586) (Figura 6).

Procedência estratigráfica. 35x47,5x51 (IGC/0589) (Figura 5).

Descrição tafonômica. molariforme fragmentado, apenas a região apical preservada, apresentando sinais de abrasão e fissuras irregulares superficiais.

Superordem EDENTATA Cuvier, 1798

Ordem XENARTHRA Cope, 1889

Superfamília DASYPODOIDEA Gray, 1821

Família Dasypodidae Gray, 1821

Subfamília Dasypodinae Gray, 1821

Tribo Dasypodini Gray, 1821

Gênero Dasypus Linnaeus, 1758

Dasypus novemcinctus (Linnaeus, 1758)

Material estudado. dois osteodermas (IGC/0587 e IGC/0588) (Figura 6).

Procedência estratigráfica. Bloco rolado durante remoção dos blocos, sendo proveniente da porção inferior do paleopiso (Figura 5).

Descrição tafonômica. se trata de osteodermas que se apresentam bem preservados, com poros preenchidos por argilas, se apresentando íntegros, não apresentando alterações tafonômicas, como descamação, fissuras e fragmentação.

Apesar de não se saber com exatidão o posicionamento do bloco de onde foi retirado os osteodermas (IGC/0587 e IGC/0588), sabe-se que as peças se encontravam próximas. A ausência de outras peças esqueléticas identificadas como pertencentes a *D. novemcinctus*, leva a supor que no paleopiso haviam restos de apenas um indivíduo, fato também corroborado pela ausência da repetição de peças esqueléticas e pelas características de fossilização semelhantes que as peças apresentam.

Ordem Rodentia Bowdich, 1821

Família Cuniculidae Miller e Gidley, 1918

Gênero *Cuniculus* Brisson, 1762

Cuniculus major Lund, 1837

Material estudado. mandíbula (IGC/0579), úmero direito (IGC/0580), fragmento de ulna esquerda (IGC/0581), porção distal do rádio direito (IGC/0582), metapodial (IGC/0583), fêmur esquerdo (IGC/0584), calcâneo direito (IGC/0585) (Figura 7).

Procedência estratigráfica. 30x76,5x0 (IGC/0579), 110 x 120 x 55,5 (IGC/0580), 46 x 100 x 18 (IGC/0581), 70 x 98 x 15 (IGC/0582), 28 x 80 x 15 (IGC/0583), 35 x 81 x 31 (IGC/0584) (Figura 5).

Descrição tafonômica. a mandíbula (IGC/0579), que foi preservada íntegra, com todos os dentes inclusos (dois incisivos e oito molares), pertence a um indivíduo jovem, uma vez que a sínfise mandibular se apresenta parcialmente ossificada. A peça ainda apresenta fissuras superficiais. O úmero direito (IGC/0580), se trata de um osso fragmentado, sendo a porção proximal preservada, cuja epífise se encontra desarticulada da diáfise, que é indicativo de pertencer a um indivíduo jovem. A peça apresenta sinais de abrasão e fissuras paralelas superficiais no sentido longitudinal. A peça IGC/0581 se trata de um fragmento de ulna esquerda com apenas a porção central da diáfise preservada, fraturada perpendicularmente em ambas as porções, e apresenta sinais de abrasão e fissuras paralelas superficiais, no sentido longitudinal. O rádio (IGC/0582) recuperado se trata de um fragmento da porção distal do membro direito, a peça se apresenta fraturada perpendicularmente, com a porção distal preservada e longitudinalmente, com a porção distal preservada. A epífise distal se encontra completamente ossificada a diáfise. O osso ainda apresenta sinais de abrasão e fissuras paralelas superficiais, no sentido longitudinal. O Metapodial (IGC/0583), que não possui a epífise distal ossificada, além de sinais abrasivos, apresenta alterações tafonômicas apenas relacionadas a coleta, como ranhuras. O fêmur esquerdo (IGC/0584) apresenta a porção proximal preservada, com epífise não ossificada, e apresenta sinais de abrasão e fissuras

paralelas superficiais no sentido longitudinal. O calcâneo direito (IGC/0585), se apresenta parcialmente íntegro, estando fragmentada sua porção dorsal de sua articulação e não apresentando a epífise caudal ossificada. A peça ainda apresenta sinais de abrasão e fissuras superficiais, no sentido cranial/caudal. Todas as peças atribuídas a espécie *C. major* apresentaram seus canais e/ou poros preenchidos por calcita. A ausência de peças esqueléticas repetidas e as características fossilíferas semelhantes apresentadas pelas peças, além da proporção de tamanho entre as peças serem compatíveis, foi constatado que haviam restos de apenas um indivíduo de *C. major* no paleopiso.

Ordem Lagomorpha Brandt 1885

Material estudado. fragmentos de fêmur esquerdo (IGC/0593 e IGC/0592) (Figura 6).

Procedência estratigráfica. 88,5 x 80 x 7,5 (IGC/0593) e 61,5 x 68 x 5 (IGC/0592) (Figura 5).

Descrição tafonômica. Apesar das peças se encontrarem em locais distintos em meio a matriz carbonatada, ambas apresentam as mesmas características de proporção de tamanho, ontogênicas e fossilíferas que as definem como pertencente ao mesmo osso (fêmur esquerdo). Os bioclastos apresentam-se com alto grau de friabilidade, com as epífises completamente ossificadas à diáfise, com sinais abrasivos e precipitação de calcita na parede do canal medular.

Ordem Carnivora Bowdich, 1821

Superfamília Canoidea Simpson, 1931

Família Canidae Fischer von Waldheim, 1817

Gênero *Speothos* Lund, 1839

Speothos sp.

Material estudado. dois fêmures direitos (IGC/0589) e (IGC/0590) (Figura 6).

Procedência estratigráfica. 28,5 x 50 x 59,5 (IGC/0589) e 22 x 46 x 54 (IGC/0590) (Figura 5).

Descrição tafonômica. Ambas as peças se apresentam fragmentadas perpendicularmente ao eixo longitudinal, com a porção proximal preservada e com a epífise completamente ossificada, apresentando sinais abrasivos, sendo que a peça IGC/0589 apresenta fissuras paralelas. Ambas apresentam seus canais medulares parcialmente preenchidos por argilas e calcita. Como foram coletados dois fêmures direitos de *Speothos* sp., dentre o material identificado, isto nos permite concluir que há restos de dois indivíduos preservados no paleopiso.

Ordem Carnivora Bowdich, 1821

Subordem Caniformia Kretzoi, 1943

Família Mustelidae Swainson, 1835

Subfamília Mustelinae Fischer von Waldheim, 1817

Gênero *Eira* Smith 1842

Eira barbara Linnaeus 1758

Material estudado. ramo mandibular esquerdo (IGC/0591) (Figura 6).

Procedência estratigráfica. 23 x 44 x 57,5 (IGC/0591) (Figura 5).

Descrição e tafonomia. fragmento de ramo mandibular com P₃, P₄ e M₁ preservados. O dentário apresenta sinais abrasivos e fissuras paralelas superficiais. O pré-molar P₃ se encontra fragmentado.

Ordem Artiodactyla Owen, 1848

Família Tayassuidae Palmer, 1897

Subfamília Tayassuinae Palmer, 1897

Gênero *Tayassu* Fischer de Waldheim, 1814

Tayassu pecari (Link, 1795)

Material estudado. fragmento de arco zigomático (IGC/0555), fragmento de mandíbula (IGC/0554), cinco fragmentos de costela (IGC/0556, IGC/0557, IGC/0558, IGC/0559, IGC/0560), fragmento de úmero (IGC/0561), fragmentos de ulna/rádio (IGC/0562 e IGC/0563), unciforme (IGC/0564), metacarpal II (IGC/0565), metacarpal V (IGC/0566), metapodial (IGC/0567), quatro falanges mediais (IGC/0568, IGC/0569, IGC/0570, IGC/0571), dois fragmentos de cintura pélvica (IGC/0572 e IGC/0573), fragmentos e epífise de fêmur (IGC/0574, IGC/0576 e IGC/0575), tíbia (IGC/0577) e metatarsal VI (IGC/0578) (Figura 8).

Procedência estratigráfica. 36 x 95 x 30 (IGC/0555), 29 x 73 x 0 (IGC/0554), 100 x 99 x 17,5 (IGC/0556), 29,17,5 x 1 (IGC/0557), 83 x 69 x 4 (IGC/0558), 26,5 x 105 x 6 (IGC/0559), 31 x 34 x 36 (IGC/0560), 86 x 63 x 0 (IGC/0561), 41 x 77,5 x 1 (IGC/0564), 27,5 x 76,5 x 2 (IGC/0565), 26 x 71,5 x 4,5 (IGC/0566), 62,5 x 62,5 x 5 (IGC/0567), 60 x 56 x 5 (IGC/0568), 30 x 81 x 15 (IGC/0569), 61,5 x 64 x 5 (IGC/0570), 69,5 x 63,5 x 0 (IGC/0573), 34 x 50 x 3 (IGC/0576), 99 x 99,5 x 0 (IGC/0577 e IGC/0575) e 47 x 70 x 2 (IGC/0578) (Figura 5).

Descrição e tafonomia. o fragmento de arco zigomático esquerdo (IGC/0555) se encontra com sinais abrasivos e fissuras paralelas superficiais. O ramo mandibular esquerdo, com a porção rostral preservada (IGC/0554), se encontra com os caninos C₁ e C₂ parcialmente preservados e o pré-molar P₂ e os molares M₁ M₂ M₃ M₄ preservados. A mandíbula apresenta sinais abrasivos e fissuras paralelas superficiais e profundas, que por sua vez se encontram parcialmente preenchidas por argilas, assim como parte dos poros. Apenas os fragmentos de costela IGC/0556 e IGC/0559 não apresentam sinais de abrasão enquanto somente o fragmento IGC/0558 não apresenta fissuras. Todas as costelas se apresentam fragmentadas no sentido perpendicular ao maior eixo e com a porção proximal preservada. E ainda apresentam suas epífises completamente ossificadas e seus poros se apresentam preenchidos por calcita. A porção distal do úmero esquerdo (IGC/0561) apresenta a epífise completamente ossificada e seu canal medular está preenchido por argila carbonatada. O osso sofreu uma fragmentação perpendicular. A parte da superfície articular

preservada se encontra com sinais de abrasão. A peça IGC/0562 se trata de ulna/rádio esquerdo fragmentada perpendicularmente em relação ao seu eixo longitudinal, com a porção proximal preservada, apresentando a porção proximal do rádio esquerdo fusionada e com sua epífise distal completamente ossificada. A peça apresenta sinais de abrasão, principalmente em sua epífise e também são notadas fissuras superficiais paralelas. As paredes do canal medular do rádio, assim como parte dos poros, estão parcialmente incrustadas por calcita e argilas. Já a peça IGC/0563, que também se trata de ulna/rádio fragmentado apresentando apenas a porção distal, apresenta os ossos fusionados e suas epífises ossificadas. A peça apresenta sinais abrasivos próximos a superfície articular, assim como seu canal medular se apresenta preenchido por argila carbonatada. O unciforme direito (IGC/0564), não apresenta alterações tafonômicas, em excelente estado de preservação. As únicas alterações notadas no metacarpal II esquerdo (IGC/0565) são provenientes da coleta e precipitações de calcita em seu interior. A peça IGC/0566 corresponde ao metacarpal V do membro escapular direito e se encontra fragmentado perpendicularmente ao seu maior eixo, estando preservada a porção distal, que por sua vez apresenta sinais de abrasão em sua superfície articular. Sua epífise está completamente ossificada e apresenta incrustações de calcita em seu interior. O osso IGC/0567 se trata de um fragmento distal de metapodial, tendo sido preservada somente parte da superfície articular e o que não permitiu maior detalhamento de sua identificação anatômica. A peça IGC/0568 corresponde a II falange medial do II metatarsal do membro pélvico esquerdo. O material apresenta sinais abrasivos em sua superfície articular proximal. A falange média esquerda (IGC/0569), que sofreu fragmentação durante a coleta, apresenta seus poros preenchidos por calcita. Dois fragmentos de cintura pélvica foram recuperados, sendo a porção do acetábulo referente ao ílio esquerdo (IGC/0572) e um fragmento do ísquio direito (IGC/0573). Ambas as peças estão fragmentadas perpendicularmente e apresentam seus poros preenchidos por calcita, sendo que a peça IGC/0572 também se apresenta parcialmente preenchida por argila carbonatada. Os ossos também apresentam fissuras superficiais paralelas e sinais de abrasão em suas arestas. A peça IGC/0576 se trata um fragmento distal de fêmur esquerdo, que apresenta sua

epífise completamente ossificada na diáfise. O osso, que está fragmentado perpendicularmente ao maior eixo, apresenta-se com sinais de abrasão na superfície do epicôndilo direito e em sua superfície há fissuras paralelas. Seus poros estão preenchidos por argila carbonatada. O bioclasto porção IGC/0575 se refere a um fragmento distal de tíbia, cuja epífise não se encontra ossificada. A peça apresenta sinais de descamação e abrasão em suas arestas. Seus poros estão preenchidos por argila carbonatada. A peça esquelética IGC/0574 se trata de uma epífise de fêmur esquerdo, que apresenta sinais de abrasão na superfície dos epicôndilos, além de sinais de fissuras superficiais. Seus poros estão parcialmente preenchidos por argila carbonatada. A tíbia esquerda (IGC/0577) recuperada é uma das peças que se encontra em melhor estado de preservação. A peça apresenta sinais de abrasão em sua faceta articular com o fêmur e uma fissura profunda perpendicular em sua diáfise. As únicas alterações notadas no metatarsal VI esquerdo (IGC/0578) são provenientes da coleta. A peça se encontra bem preservada, sem outros sinais de alteração. As peças IGC/0570 e IGC/0571 correspondem respectivamente a fragmentos da porção proximal da I falange do metatarsal II e a falange medial do metatarsal I, ambas pertencem ao membro pélvico esquerdo. As falanges sofreram uma fragmentação perpendicular ao seu maior eixo e apresentam suas paredes internas incrustadas por calcita. Além do número de costelas, as quais não é possível a identificação exata de suas posições anatômicas, houve repetição do número de fêmures, que totalizou em três o número de espécimes de *T. pecari* preservados no paleopiso. Todos os fêmures apresentam estágios ontogenéticos distintos, assim como alterações tafonômicas e fossildiagnéticas.

DISCUSSÃO

Escolha da cavidade para estudo

Como descrito por diversos pesquisadores que trabalharam na região de Lagoa Santa, a grande parte dos depósitos fossilíferos contidos na área dos maciços Escrivânia, Limeira e Ingleses, mostrou que

o material paleontológico, quando encontrado, se apresentava em alto grau de fragmentação e cimentado em matrizes de solo carbonatado, tornando extremamente difícil a retirada dos ossos sem causar danos ao material (ex. Lund, 1838; Paula Couto, 1958; Vasconcelos, 2012).

Embora outras cavidades da área, onde também foram recuperados fósseis para estudos posteriores, apresentassem um alto potencial paleontológico, as características como fácil acesso à cavidade e a presença de fósseis aflorando da matriz carbonática em posição estratigráfica inalterada e a localização do depósito, na qual permitiu sua retirada sem a necessidade de escavação em profundidade foram os fatores que determinaram a escolha da caverna ES-08 para este estudo (Vasconcelos, 2012).

Mecanismos de transporte e sedimentação do depósito

Foram identificadas duas entradas possíveis, de acesso ao conduto, para o carreamento do material formador do paleopiso. Uma se encontra completamente preenchida por sedimentos (porção Leste da caverna) (Figura 4, identificada pela letra G) e, a outra se trata da entrada situada a Oeste, que ainda recebe aportes sedimentares externos (Figura 4, identificada pela letra A). Na entrada Oeste foram verificadas atualmente as entradas de argila e ossos, como restos de quirópteros, roedores e de um esqueleto completo de bovídeo (gênero *Bos* Linnaeus, 1758). Também por essa entrada, fragmentos ósseos foram depositados sobre as partes erodidas do paleopiso e carregadas por correntes de água. A presença de fragmentos ósseos e blocos rolados depositados juntamente com os sedimentos siltico-argilosos corrobora esta hipótese (Figura 9).

Nas paredes da caverna, em diferentes níveis, também são notadas marcas de enchentes pretéritas, que provavelmente contribuíram com a entrada de sedimentos orgânicos na cavidade. Já a comprovação de que houve momentos de inundação após a cimentação do paleopiso se dá pela presença de gretas de contração nos sedimentos depositados sobre a estrutura.

A falta de padrão da distribuição e direção dos bioclastos preservados na matriz sugere duas interpretações para a formação do depósito em momento anterior a cimentação por carbonatos: 1) enxurradas carrearam aportes de lama e ossos por fluxos gravitacional e/ou trativo e 2) eventos posteriores, de novas enxurradas poderiam ter retrabalhado o material. O retrabalhamento é corroborado pela presença de características fossildiagnósticas muito distintas entre os bioclastos (ex. cor, textura, diferentes graus de preenchimento por calcita) e fazem com que a segunda opção seja mais bem aceita para a formação do depósito.

O padrão de deposição dos ossos e sedimentos e as semelhanças fossildiagnósticas entre os bioclastos foram utilizados para interpretações da formação de depósitos fossilíferos em cavidades, como por exemplo, as inseridas no maciço Cerca Grande (Paula Couto, 1958), na Lapa Mortuária, Souza Cunha (1960) e Gruta na Bauzinho dos Ossos (Almeida, 2000). Tais depósitos também eram compostos por material paleontológico com alto grau de desarticulação, fragmentação e se encontravam espaçados entre si em meio ao depósito.

Outro fator tafonômico muito importante em se tratando de restos de paleovertebrados preservados em cavernas, são os mecanismos de entrada de animais, ou de seus restos, nas cavidades. Segundo Lund (1836, 1837) e Simms (1994), os principais mecanismos de entrada de animais e de seus restos em cavidades são: (a) a entrada nas cavidades dos animais ainda vivos, a procura de abrigo ou (b) para lambar sal e conseqüente morte pela incapacidade de encontrar a saída, (c) queda dos animais em fendas e abismos, (d) restos carregados por predadores, (e) transporte das carcaças e restos esqueléticos pelas enxurradas.

Diferente do observado no depósito da Gruta Cuvieri, onde foram resgatados esqueletos articulados (Hubbe, 2008), na caverna ES-08 além da ausência de peças esqueléticas articuladas, e da ausência de seleção hidráulica das peças, bem como a mistura dos grupos de Voorhies (Voorhies, 1969) apontam para a formação do depósito por transporte por enxurrada. Fato também observado em outros depósitos de cavernas da região, como relatados por Lund (1836), Paula Couto (1958), Souza Cunha (1960) e Almeida (2000).

Coleta do paleopiso

Como os ossos se encontravam cimentados em uma matriz carbonatada compacta, foi inviável a retirada dos fósseis ainda no interior da cavidade. Assim, a opção escolhida foi a de retirar o paleopiso e transportá-lo para o laboratório, onde poderia ser utilizado material apropriado para minimizar os possíveis danos causados aos fósseis durante a retirada da matriz, fato relativamente comum relacionados a situações onde se tenta preparar os fósseis ainda em campo.

Com a adaptação de métodos já descritos, foi possível fragmentar o paleopiso de maneira ordenada, para que não se perdessem as informações de localização dos fósseis ali preservados. Através deste método foi possível a preservação da posição de 90% dos bioclastos.

Este tipo de coleta, baseado no transporte da matriz sedimentar em blocos, onde são indicadas as posições estratigráficas dos blocos, é muito comum nos em depósitos expostos em afloramentos mais antigos, como os mesozoicos e paleozoicos, e não relatado para coletas em cavernas (ex. Eberth *et al.*, 2007; Bertoni-Machado *et al.*, 2008).

Almeida (2000) já salientava a importância de novos estudos envolvendo técnicas de coleta controlada para este tipo de substrato em cavernas.

Feições macroscópicas dos ossos

No que diz respeito ao estudo tafonômico das alterações sofridas pelas peças, as feições mais importantes observadas foram as alterações impressas que fogem ao padrão morfológico dos ossos, como a presença de ranhuras, sulcos, perfurações, desgastes acentuados, quebras e fraturas. Tais feições quando analisadas juntamente com as características gerais do depósito poderão indicar quais os agentes tafonômicos, e de qual maneira, contribuiram para a formação do depósito (ex.

Lund, 1836; Andrews, 1990; Shipman, 1993; Lyman, 1994; Perônico & Araújo, 2002; Hubbe & Auler, 2012).

As feições observadas nas peças condizem com as feições apresentadas por material fóssil coletado em outras cavernas tanto da região de Lagoa Santa, como de outras localidades do Brasil, como cavernas situadas no Vale do Ribeira (ex. Lund, 1836; Barros *et al.*, 1984; Perônico & Araújo, 2002). Trata-se de peças com alto grau de fragmentação, abrasão, com o depósito apresentando uma significativa mistura de diferentes peças esqueléticas, pertencentes a diferentes taxa e de estágios ontogenéticos distintos. Já características como ação de agentes biológicos, que foi observada em outros depósitos cavernícolas (ex. Lund, 1836; Paula Couto, 1958; Lino *et al.*, 1979, Barros *et al.*, 1984) não ocorre no depósito da caverna ES-08.

A quase totalidade do material coletado na cavidade ES-08 se trata de mamíferos, fato também observado em coletas realizadas em diferentes cavernas brasileiras (ex. Lund, 1837; Walter, 1943; Paula Couto, 1958; Perônico & Araújo, 2002; Castro & Langer, 2008; Hubbe, 2008).

Perônico & Araújo (2002) afirmam que métodos de coleta controlados podem ser favoráveis a recuperação de peças esqueléticas diminutas e assim, aumentar o número de taxa recuperados, principalmente de microvertebrados. No entanto, no depósito da caverna ES-08, mesmo havendo controle no momento da coleta, apenas uma ínfima parcela destas pequenas peças esqueléticas preservadas puderam ser identificadas, o que demonstra que não é apenas o fato da coleta ser controlada que permite o resgate de peças delicadas em depósitos cavernícolas. Os processos atuantes durante a formação do depósito representam uma significativa parcela nos efeitos destrutivos dos ossos, fato este corroborado pelo elevado número de bioclastos fragmentados coletados no paleopiso da cavidade ES-08.

Já o processo de permineralização dos carbonatos nos ossos não alterou suas características morfológicas, como é observado em fósseis que sofrem distorções causadas por precipitações de minerais em seu interior (ex. Holz & Schultz, 1998). Os ossos coletados no paleopiso apresentaram apenas precipitações parciais em seus poros e/ou canais.

Identificação taxonômica

Apesar do pouco volume de ossos retirado da caverna, quando comparado com outros estudos tafonômicos efetuados na região (Almeida, 2000; Hubbe, 2008; Mayer, 2011) o depósito da cavidade ES-08 apresentou uma elevada diversidade de taxa, apresentando sete grupos taxonômicos. Todos os sete taxa encontrados na cavidade ES-08 possuem registros para o carste de Lagoa Santa.

Em cavidades inseridas no maciço calcário de Escrivânia, Peter Lund coletou, em suas últimas escavações, em meados do século XIX, diversos fósseis que posteriormente foram descritos e classificados (Marchesotti, 2005), sendo que mais tarde, o naturalista Winge descreveu parte deste material, onde foram identificadas variadas peças esqueléticas, como de ungulados, xenartras e carnívoros (ex. Winge, 1895, 1906, 1915).

Lund coletou peças pertencentes a *Catonyx giganteus* (= *Catonyx cuvieri*) em cavidades da região do maciço do Escrivânia (Lapas Escrivânias I, IV e V) (Winge, 1915). Os demais registros dessa família para a região de Lagoa Santa incluem o material coletado na Gruta Cuvieri, no Abrigo da Lapa Vermelha Empaire e em sedimentos de fundo de uma lagoa seca, todos esses sítios estão localizados nas redondezas de Pedro Leopoldo (MG) (Walter, 1943; Souza Cunha & Guimarães, 1978, Hubbe, 2008).

Os primeiros registros de *D. novemcinctus* na região de estudo foram realizados por Lund, que coletou materiais nas cavidades Escrivânias V e IX. Restos de Dasypodidae também foram coletados no Abrigo da Lapa Vermelha Empaire e na Lapa do Baú (Winge, 1915; Souza Cunha & Guimarães, 1978; Cartelle *et al.*, 1998).

Além de ter coletado material pertencente a *C. major* nas cavidades Escrivânias I, V e IX, e em uma cavidade nomeada como “caverna com salitre em Escrivânia”, Lund coletou no fim do século XIX

peças pertencentes à *Coelogenys paca* (= *C. major*) nas seguintes cavidades localizadas no carste de Lagoa Santa: Lapa do Baú, Lapa Cerca Grande, Lapa do Capão Seco, Lapa do Gambá, Lapa dos Tatus, Pedra dos Índios I, Lapa de Periperi, Lapa Lagoa do Sumidouro e Lapa Vermelha.

Posteriormente, escavações realizadas por outros pesquisadores na Gruta Cuvieri também resgataram restos dessa grande paca extinta (Winge, 1888; Mayer, 2011).

Neste trabalho, aparentemente, é apresentado o segundo registro de fósseis de Lagomorpha para a região de Lagoa Santa, sendo o primeiro atribuído a Lund (*Lepus tapeti* = *Sylvilagus brasiliensis* Linnaeus, 1758), porém não é informada a localidade exata de coleta do material (Lund, 1837).

Apesar de Lund ter coletado material da espécie fóssil *S. pacivorus* (Lund, 1839) e da espécie vivente *S. venaticus* (Lund, 1842), na região de Lagoa Santa, a localidade exata da coleta não foi mencionada. Restos de *S. pacivorus* são relatados para os sítios de Cerca Grande, Periperi (I-II) e Baú. Já há registros de restos de *S. venaticus* para as Lapas do Sumidouro e dos Tatus (Cartelle *et al.*, 1998).

Restos fósseis de *Eira* sp. foram encontrados na Lapa Serra das Abelhas (Pedro Leopoldo) e Periperi (I-II) (Matozinhos) (Cartelle *et al.*, 1998).

Restos de taiassuídeos associados a depósitos fossilíferos são frequentes em cavidades do carste de Lagoa Santa. Além das cavidades Escrivânias I, V e IX, Lund resgatou restos de taiassuídeos, nas seguintes Lapas: do Baú, Capão Seco, Lagoa dos Pitos, Sumidouro, do Marinho, da Onça, Periperi, da Serra do Taquaral II e na Lapa Vermelha. Também há registros para os sítios: Lapa Bauzinho dos ossos, em uma lagoa seca, no Abrigo Grande Lapa Vermelha Empaire e na Gruta Cuvieri (Winge, 1906; Souza Cunha & Guimarães, 1978; Almeida, 2000; Hubbe, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo tafonômico dos fósseis da cavidade ES-08 localizada no maciço Escrivânia, que faz parte do contexto geológico do Grupo Bambuí e do Carste de Lagoa Santa, mostrou que a formação

do depósito em momento anterior a cimentação por carbonatos se deu através de enxurradas que carrearam aportes de lama e ossos por fluxos gravitacional e/ou trativo e que eventos posteriores, de novas enxurradas poderiam ter retrabalhado o material. As evidências que reforçam este modelo são:

A falta de padrão da distribuição e direção dos bioclastos preservados no paleopiso, a partir da observação da localização em planta e seção dos restos fósseis;

O alto grau de fragmentação, abrasão, a significativa mistura de diferentes peças esqueléticas, pertencentes a diferentes taxa e de estágios ontogenéticos distintos;

A ausência de peças esqueléticas articuladas e de seleção hidráulica das peças, bem como a mistura dos grupos de Voorhies;

No que diz respeito ao estudo taxonômico dos fósseis coletados na cavidade ES-08, dos 191 bioclastos coletados 40 apresentaram condições de identificação taxonômica e estão assim distribuídos: **uma** peça da Família Mylodontidae, **uma** peça de *E. barbara*, **duas** peças foram atribuídas a Ordem Lagomorpha, **duas** peças de *D. novemcinctus*, **duas** de *Speothos* sp.; **sete** peças de *C. major* Lund, 1837 e **vinte e cinco** peças de espécimes de *T. pecari*;

Os resultados demonstraram o potencial da análise tafonômica com coleta controlada de paleopiso carbonatado e estudos das feições macroscópicas dos fósseis no contexto das cavidades inseridas em relevos cársticos brasileiros.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto “Levantamento Paleontológico das Cavidades Naturais (FUNDEP n. 18124)” com recursos da Mineração Sandra SA. O primeiro autor agradece a CAPES pela concessão da Bolsa de Mestrado. Os autores agradecem aos pesquisadores das Coleções de Mastozoologia e Paleontologia do Museu de Ciências Naturais PUCMinas, especialmente ao Professor Cartelle Guerra e ao Biólogo Luciano Vilaboim, pelo suporte dado durante à identificação dos fósseis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkmim, F.F. & Martins-Neto, M.A. 2001. A Bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: C.P. Pinto & M.A. Martins-Neto (eds.) *Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais*, SBG/Núcleo MG, p. 9-30.
- Almeida, C.P. 2000. Abordagem tafonômica do jazigo fossilífero, sd-1, da gruta Bauzinho de Ossos, região cárstica de Lagoa Santa, Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 80 p.
- Ameghino, F. 1907. Notas sobre una pequeña a colección de huesos de mamíferos procedentes de las grutas calcáreas de Iporanga, em el estado de São Paulo, Brazil. *Revista do Museu Paulista*, **3**:59–124.
- Andrews P. 1990. *Owls, caves and fossils*. Chicago, The University of Chicago Press, 231 p.
- Araújo-Júnior, H.I.; Bissaro Júnior, M.C.; Santos, T.T.; Alves, R.S. & Bergqvist, L.P. 2012. Tafonomia da megafauna pleistocênica brasileira: fluvial transport index (fti) em análises de representatividade óssea. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **15**(1):95-104, doi:10.4072/rbp.2012.1.08.
- Araújo-Júnior, H.I.; Porpino, K.O.; Ximenes, C.L. & Bergqvist L.P. 2013. Unveiling the taphonomy of elusive natural tank deposits: A study case in the Pleistocene of northeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **378**:52–74.
- Auler, A.S. 1994. Hydrogeological and hydrochemical characterization of the Matozinhos - Pedro Leopoldo Karst, Brazil. Programa de Pós-graduação em Geografia e Geologia, Western Kentucky University, Dissertação de Mestrado, 110 p.
- 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. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **204**:508–522. doi:10.1016/j.palaeo.2006.03.002

- 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. 1991. Terrestrial Vertebrate Accumulations. *In*: Allison, P. & Briggs, D.EX. (eds.) *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*, Plenum, p. 291–335.
- Beisaw, A.M. 2013. *Identifying and Interpreting Animal Bones: a Manual*. 1ªed., College Staton, Texas A&M University Press, 192p.
- Bergqvist, L.P. & Almeida, E.B. 2003. Inventário de ocorrências de mamíferos fósseis no Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 18, 2003. *Boletim de Resumos*, Brasília, UNB, p. 64-65.
- Bergqvist, L.P. & Almeida, E.B. 2004. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. *Revista da Universidade de Guarulhos*, **9**:54-68.
- Bertoni-Machado, C.; Kislowski, F.F.; Soares, M.B. & Dentzien-Dias, P.C. 2008. Uma peculiar tafocenose controlada por ação biogênica no Triássico Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, **35**:57-69.
- Brasil, 2009. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico. Portaria n. 28, de 31 janeiro de 2003. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 fev. 2003. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Instrução normativa n.2, de 20 de agosto de 2009*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 ago. 2009. Seção 1. p. 68.
- Brito, I.M. 1979. *Bacias sedimentares e formações pós-paleozoicas do Brasil*. Rio de Janeiro, Interciência, 179 p.
- Buchmann, F.S.C. 2002. Bioclastos de Organismos Terrestres e Marinhos na Praia e Plataforma Interna do Rio Grande do Sul: Natureza, Distribuição, Origem e Significado Geológico. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 108 p.

- Cartelle, C. 1992. Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos(Ourolândia, BA, Brasil). Programa de Pós-Graduação em Morfologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Tese de Doutorado, 301 p.
- Cartelle, C., 1994. *Tempo Passado: Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais*. Belo Horizonte, Palco, 132 p.
- Cartelle, C.; Abuhid, V.; Ferreira, M.A.C & Ferreira, R.L. 1998. Levantamento Paleontológico. *In: Herrmann, G.; Kohler, H.C.; Duarte, J.C. & Carvalho, P.G.S. (eds.) APA Carste de Lagoa Santa – MG, IBAMA/CPRM*. p. 434-454.
- Cartelle, C.; Brant, W. & Piló, L.B. 1989. A gruta do túnel de Santana (BA): morfogênese e paleontologia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989. Boletim de Resumos, Curitiba*, p.593-604.
- Cartelle, C. & Hartwig, W.A. 1996. A new extinct primate among the Pleistocene megafauna of Bahia, Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA: Evolution* **93**:6405-6409.
- Castro, M. C. & Langer, M. C. 2008. New postcranial remains of *Smilodon populator* Lund, 1842 from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **11**(3):199-206. doi: 10.4072/rbp.2008.3.06
- Dantas, M.A.T. 2009. Primeiro Registro de Fósseis de mamíferos pleistocênicos em caverna de Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **12**(2):161-164. doi:10.4072/rbp.2009.2.06.
- Dantas, M.A.T. & Tasso M.A.L. 2007. Megafauna do Pleistoceno final de Vitória da Conquista, Bahia: taxonomia e aspectos tafonômicos. *Cientia Plena*, **3**(3): 30-36.
- Donato, C. R.; Dantas, M.A.T. & Barreto, E.A.S. 2008. Ocorrência de morcegos fósseis (*Myotis* sp.) na Caverna do Bom Pastor, Paripiranga, Bahia, Brasil. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 4, 2008. Boletim de Resumos, Ribeirão Preto, USP*, p. 85-86.

- Eberth, D.A.; Rogers, R. & Fiorillo, A.R. 2007. A practical approach to the study of bonebeds. *In: Rogers, R.; Eberth, D. A. & Fiorillo, A.R. (eds.). Bonebeds: Genesis, analysis, and paleobiological significance*, University of Chicago Press, p. 265-331.
- Ferreira, D.; Silva, A.K.B.; Matos, C. H.C.; Hadler, P. & Hsiou, A.S. 2012. Assembleia holocênica de vertebrados de pequeno porte do Sítio Alcobaça, estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **15**(3):359-370. doi:10.4072/rbp.2012.3.11
- Hill, A.P. 1988. Early post-mortem damage to the remains of some contemporary east African mammals. *In: Behrensmeyer, A.K. & Hill, A.P. (eds.) Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology*, University of Chicago Press, p. 131-152.
- Holanda, E.C. 2007. Os Tapiridae (Mammalia, Perissodactyla) do Pleistoceno superior do Estado de Rondônia, Brasil. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 79 p.
- Holten, B. & Sterll, M. 2011. *Peter Lund e as grutas com ossos em Lagoa Santa*. 1ªed. Belo Horizonte, Editora UFMG, 335 p.
- Holz, M. & Barberena, M.C. 1989. A importância da tafonomia para o estudo de vertebrados fósseis. *Acta Geológica Leopoldensia*, **12**(29): 77-92.
- Holz, M. & Schultz, C.L. 1998: Taphonomy of the south Brazilian Triassic herpetofauna: fossilization mode and implications for morphological studies. *Lethaia*, **31**:335-345.
- Holz, M. & Simões, M.G. 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. 1ªed. Porto Alegre, Editora UFRGS, 231 p.
- Hsiou, A.S.; Santos, D.S.; Avilla, L.; Schubert, B.W. & Winck, G.R. 2013. Dados preliminares sobre os lagartos e serpentes (Lepidosauria, Squamata) do Pleistoceno Final da região de Aurora do Tocantins, província espeleológica do grupo Bambuí, Tocantins, Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA*, 32, 2013. *Anais*, Campinas, SBE, p.427-431.
- Hubbe, A. 2008. Contextualização taxonômica, tafonômica e morfométrica dos remanescentes ósseos da megamastofauna da Gruta Cuvieri (MG), um sítio paleontológico do Pleistoceno Tardio.

Programa de Pós-graduação em Biociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 141 p.

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

International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. 1983. *Nomina Anatomica Veterinaria* 3ª ed. e *Nomina Histologica*, 2ª ed. Nova York, Ithaca, 60 p.

Kellner, A.W.A. & Campos, D.A. 1999. Vertebrate paleontology in Brazil — a review. *Episodes*, **22**(3):238-251.

Kohler, H.C. 1989. Geomorfologia Cárstica na Região de Lagoa Santa - MG. Programa de Pós-graduação em Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 113 p.

Kohler, F. 1994. Geomorfologia cárstica. In: Guerra, A.J.T. & Cunha, S.B. (eds.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*, Bertrand Brasil, p. 309-334.

Kraemer, B.M. 2005. Aspectos ecomorfológicos indicadores de modalidades locomotoras e estratégias de forrageadora de Xenartros Phyllophaga Owen, 1842 e Vermilingua Illiger, 1811 atuais e fósseis intertropicais brasileiros (Xenarthra, Pilosa). Programa de Pós-graduação em Zoologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 100 p.

Krone, R. 1909. Estudo sobre as Cavernas do Valle do Rio Ribeira. *Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, **15**:139-166.

Langer, M. C.; Montefeltro, F.C.; Castro, M.C.; Marsola, J.C.A.; França, M.A.G; Vila Nova, B; Kerber, L & Rabello, F. 2013. Fósseis de Caiman da Gruta Ioiô, Bahia Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 23, 2013. *Anais*, Gramado, SBP, p.239.

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: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, 1979. Atas, Rio Claro, SRG, p. 257-268.*
- Lund, P.W. 1836. Cavernas existentes no calcário do interior do Brasil, contendo algumas delas ossadas fósseis – Primeira memória. *In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira, revistas e comentadas por Carlos de Paula Couto, Instituto Nacional do Livro, p. 67-106.*
- Lund, P.W. 1837. Segunda memória sobre a fauna das cavernas - mamíferos. *In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira, revistas e comentadas por Carlos de Paula Couto, Instituto Nacional do Livro, p. 131-206.*
- Lund, P.W. 1838. Terceira memória sobre a fauna das cavernas – continuação dos mamíferos. *In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira, revistas e comentadas por Carlos de Paula Couto, Instituto Nacional do Livro, p. 207-250.*
- Lund, P.W. 1841. Quarta memória sobre a fauna das cavernas. *In: Lund, P.W. & Paula Couto, C. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira, revistas e comentadas por Carlos de Paula Couto, Instituto Nacional do Livro, p. 317-377.*
- Lyman, R.L. 1994. *Vertebrate taphonomy*. 1ªed. Cambridge, Cambridge University Press, 524 p.
- Marchesotti, A.P.A. 2005. Peter Wilhelm Lund (1801-1880): o naturalista, sua rede de relações e sua obra, no seu tempo. Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal de Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, 215 p.
- Marshall, L. 1989. Bone modification and The laws of burial. *In: Bonnichsen & R., Sorg M.H. (eds.), Bone Modification. Center for the Study of First Americans, University of Main, p. 7-24.*
- 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. Programa de Pós-graduação em Biociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 162 p.

- MC Ambiental LTDA. 2012. Relatório de Valoração Espeleológica, Maciços Limeira, Escrivânia e Ingleses - Prudente de Morais, MG. Sandra Mineração Ltda. *Relatório Interno*. Belo Horizonte, 138p.
- Minas Gerais, 2005. Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental para Atividades Minerárias em Áreas Cársticas no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 28 p.
- Missagia, R.V.; Dutra R.P.; Dantas M.A.T.; Pêgo, F.B.; Raugust, T.; Delicio, M.P.; Silva, L.A. & Renó, R.. 2012. Registro fossilífero de mamíferos da caverna Toca Fria, Iuiú, Bahia, Brasil. In: PALEO 2012 MINAS GERAIS, 1, 2012. *Boletim de Resumos*, Belo Horizonte, IGC/UFMG, p.7.
- Nascimento, E.R. 2008. Os Xenarthras Pilosa (Megatheriidae), Notoungulata (Toxodontidae) e Proboscidea (Gomphotheriidae) da Formação Rio Madeira, Pleistoceno Superior, Estado de Rondônia, Brasil. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado. 111 p.
- Paula Couto, C. 1952. Fossil mammals from the beginning of the cenozoic in Brazil - Condylarthra, Litopterna, Xenungulata and Astrapotheria. *Bulletin of the american museum of natural history*, **99**:356-394.
- Paula Couto, C. 1958. Notas à margem de uma expedição científica a Minas Gerais. *Kriterion-Revista da Faculdade de Filosofia da U.M.G*, **11**(45-46):401-423.
- Paula Couto, C. 1979. *Tratado de Paleomastozoologia*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 590 p.
- Perini, F.A.; Guedes, P.G.; Neto, C.R.M.; Fracasso, M.P.A.; Cardoso, K.B.; Duhá, D. & Salles, L.O. 2008. Artiodactyla, Litopterna, Notoungulata e Perissodactyla do Quaternário da Serra da Bodoquena (Mato Grosso do Sul). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 4, 2008. *Boletim de Resumos*, Ribeirão Preto, USP, p. 158-159.

- 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. *Arquivos do Museu Nacional*, **6**(3): 195-198.
- Piló L. B. 1998. Morfologia Cárstica e Materiais Constituintes: dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú, Carste de Lagoa Santa, MG. Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 250 p.
- Piló, L.B.; Auler, A.S.; Neves, W.A.; Wang, X.; Cheng, H. & Edwards, R.L. 2004. Revisitando a Lapa do Sumidouro: marco paleo-antropológico do Quaternário americano. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **7**(3):337-348.
- Porpino, K.O.; Santos, M.F.C. F.&Bergqvist, L.P. 2004. Registros de mamíferos fósseis no Lajedo de Soledade, Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **7**(3):349-358.
- Riff, D.; Avilla, L.S.; Mothé, D.&Abranches, C.T.S. 2008. Novos registros de megafauna de mamíferos para o sertão do sudoeste baiano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 4, 2008. *Boletim de Resumos*, Ribeirão Preto, USP, p. 177-178.
- Rodrigues, P.H.; Ferigolo, J.& Ribeiro, A.M. 2003. Roedores pleistocênicos da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 18, 2003. *Anais*, Brasília, SBP, p.235.
- 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. *Boletim do Museu Nacional*, **521**:1-12.
- Sedor, F.A.; Born, P.A.& Santos, F.M.S. 2004. Fósseis pleistocênicos de Scelidodon (Mylodontidae) e Tapirus (Tapiridae) em cavernas paranaenses (PR, sul do Brasil). *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, **33**(1,2,3,4):121-128.

- Sedor, F.A. & Silva, D.D. 2006. Mastofauna pleistocênica do Estado do Paraná: estado atual do conhecimento. *PaleontologiaemDestaque*, **21**(53):46.
- Shipman, P. 1993. *Life history of a fossil: An introduction to Taphonomy and Paleoecology*. 2ª ed. Cambridge, Harvard University Press, 222 p.
- Silva, J.L.L. 2001. Tafonomia em mamíferos pleistocênicos: caso da planície colúvio –aluvionar de Maravilha -AL. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 99 p.
- Simms, M.J. 1994. Emplacement and preservation of vertebrates in caves and fissures. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **112**: 261-283.
- Souza Cunha, F.L. 1960. Sobre o *Hippidion* da Lapa Mortuária de Confins, Lagoa Santa, Minas Gerais: estudos geo-paleontológicos baseados na Lapa mortuária e na coleção “Padberg-Drenkpol” do Museu Nacional. Programa de Pós-graduação em Filosofia Ciências e Letras, Universidade do Rio de Janeiro, Tese de concurso de livre docência da cadeira de Geologia e Paleontologia, 55 p.
- Souza Cunha, F.L. 1964. O homem de Lagoa Santa e o Pleistoceno Sul Americano. *Revista brasileira de Arqueologia*, **1**(1) 30-41.
- Souza Cunha, F.L.& Guimarães, M.L. 1978. Posição geológica do homem de lagoa santa no grande abrigo da lapa vermelha emperaire (PL) Pedro Leopoldo – Estado de Minas Gerais. *Coleção do Museu Paulista, Série Ensaio*, **2**: 275-305.
- Suguio, K. 2010. *Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais*. 2ª ed. São Paulo, Oficina de textos, 408 p.
- Vasconcelos, A.G. 2012. Levantamento do Potencial Paleontológico de cavidades inseridas nos Maciços calcários de Escrivânia, Limeira e Ingleses – Prudente de Moraes – Sandra Mineração Ltda. *Relatório técnico*. Belo Horizonte, 154 p.

- Vasconcelos, A.G.; Meyer, K.E.B.&Campello, M.S. 2012. Novos depósitos fossilíferos nos maciços calcários Escrivânia, Limeira e Ingleses em Prudente de Morais, MG. *In: PALEO 2012 MINAS GERAIS*, 1, 2012. *Boletim de Resumos*, Belo Horizonte, IGC/UFMG, p.11.
- Vasconcelos A.G., Vilaboim L.S.&Kraemer, B.M. 2008. New Occurrence of Pleistocenic Mammals in Chapada Diamantina, Brazil. A paleoenvironmental Studies Collaboration. *In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS*, 3, 2008. *Anais*, Neuquén, p. 258.
- Voorhies, M.R. 1969. Taphonomy and Population Dynamics of an Early Pliocene Vertebrate Fauna, Knox, County, Nebraska: Laramie, University of Wyoming, *Contributions to Geology special paper*, 1:1-69.
- Walter, H. 1943. Sobre alguns dos últimos achados de mastodontes na região de Pedro Leopoldo. *Anais da Academia Mineira de Ciências de Minas Gerais*, 1:3-6.
- Winge, H. 1888. Jordfundne og nulevende Gnavere (Rodentia) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: Med Udsigt over Gnavernes indbyrdes Slægtskab. *E. MuseoLunddii*, 3(1):1-178.
- Winge, H. 1895. Jordfundne og nulevende Rovdyr (Carnivora) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: Med Udsigt over Rovdyrenes indbyrdes Slægtskab. *E. MuseoLunddii*, 3(2):1-149.
- Winge, H. 1906. Jordfundne og nulevende Hovdyr (Ungulata) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: Med Udsigt over Hovdyrenes indbyrdes Slægtskab. *E. MuseoLunddii*, 3(1):1-239.
- Winge, H. 1915. Jordfundne og nulevende Gumlere (Edentata) fra Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien: Med Udsigt over Hovdyrenes indbyrdes Slægtskab. *E. MuseoLunddii*, 3(2):1-321.
- Ximenes, C.L. 2009. Tanques Fossilíferos de Itapipoca, CE - Bebedouros e cemitérios de megafauna pré-histórica. *In: Winge M.; Schobbenhaus C.; Souza C.R.G.; Fernandes A.C.S.; Berbert-Born M. & Queiroz E.T. (eds.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, CPRM, p. 465-478.

LEGENDAS DAS FIGURAS E TABELAS

Figura 1. Mapa geológico da área de estudo e localização da cavidade ES-08.

Figure 1. Geologic map of the area and localization of the cave ES-08.

Figura 2. Vista panorâmica dos maciços situados na área de estudo: **(A)** maciço do Limeira, **(B)** maciço do Escrivânia e **(C)** Maciço dos Ingleses.

Figure 2. General view of the study area. **(A)** Limeira's outcrop, **(B)** Escrivânia's outcrop and **(C)** Ingleses' outcrop.

Figura 3. Vista geral do solo carbonatado (paleopiso) fossilífero com indicação dos pontos de referência utilizados para a demarcação dos blocos (N: Norte; E: Leste; S: Sul).

Figure 3. View of the fossiliferous carbonated soil with the indications of points that used to remove the blocks (N: North; L: East; S: South).

Figura 4. Planta baixa da cavidade ES-08 e cortes do conduto de onde foi retirado o paleopiso **(A, B e C)**. As entradas da cavidade **(D e E)**, assim como a localização da clarabóia **(F)** e entrada preenchida por sedimento **(G)** também são indicadas no mapa. No corte B pode ser vista a localização do paleopiso. Adaptado de MC Ambiental LTDA.

Figure 4. Plan map of the cave and the cross sections of its conduct, where the fossiliferous deposit was taked of **(A, B, C)**. The entrences of the cave **(D and E)**, the skylight **(F)**, and the fossil passage **(G)**. At the section B is indicated the localization of the fossiliferous carbonated matrix (hanging layer). Modified of MC Ambiental LTDA.

Figura 5. Vista em planta baixa **(A)** e em perfil **(B)** do solo carbonatado (paleopiso) com a distribuição dos fósseis identificados.

Figure 5. View in plan(**A**) and profile (**B**) map of carbonated soil (hanging layer) with the distribution of identified fossils.

Figura 6. Peças esqueléticas coletadas e identificadas: **A.** fragmento de molariforme de milodontídeo (IGC/0586); **B.** osteodermo de *Dasypus novemcinctus* (IGC/0587), **C.** osteodermo de *D. novemcinctus* (IGC/0588), **D.** fragmento de fêmur de Lagomorpha (porção proximal) (IGC/0593), **E.** fragmento de fêmur de Lagomorpha (porção distal) (IGC/0592), **F.** fragmento proximal de fêmur direito de *Speothos* sp (IGC/0589), **G.** ramo mandibular de *E. barbara* (IGC/0591), **H.** fragmento proximal de fêmur direito de *Speothos* sp (IGC/0590). Escala: 2cm

Figure 6. Skeletal parts collected and identified: **A.** a fragment of molariform of Milodontyidae (IGC/0586); **B.** osteoderm of *Dasypus novemcinctus* (IGC/0587), **C.** osteoderm of *Dasypus novemcinctus* (IGC/0588), **D.** cranial view of fragmentary femur of Lagomorpha (proximal portion) (IGC/0593), **E.** cranial view of fragmentary femur of Lagomorpha (distal portion) (IGC/0592), **F.** cranial view of fragmentary femur of *Speothos* sp. (IGC/0589), **G.** mandibular ramus of *E. barbara* (IGC/0591), **H.** cranial view of fragmentary femur of *Speothos* sp. (IGC/0590). Scale bar: 2cm

Figura 7. Peças esqueléticas pertencentes à *Cuniculus major* coleadas no paleopiso: **A.** mandíbula (IGC/0579), **B.** úmero direito (IGC/0580), **C.** rádio direito (IGC/0582), **D.** fêmur esquerdo (IGC/0584) (IGC/0585), **E.** calcâneo direito (IGC/0585). Escala: 2cm

Figure 7. Skeletal parts of *Cuniculus major* collected: **A.** mandible (IGC/0579), **B.** right humerus (IGC/0580), **C.** right radius (IGC/0582), **D.** left femur (IGC/0584), **E.** right calcaneus (IGC/0585). Scale bar: 2cm

Figura 8. Peças esqueléticas coletadas no paleopiso da cavidade ES-08 pertencentes à *Tayassu pecari*, **A.** ramo mandibular (direito) (IGC/0554), **B.** metacarpal II (esquerdo) (IGC/0565), **C.** metatarsal VI (esquerdo) (IGC/0578), **D.** metacarpal V

(IGC/0566), **E.** II falange medial do II metatarsal (IGC/0568), **F.** falange medial do metatarsal I (IGC/0571), **G.** unciforme direito (IGC/0564), **H.** fragmento da porção distal de metapodial (IGC/0567), **I.** falange média (esquerda) (IGC/0569), **J.** fragmento distal de úmero (esquerdo) (IGC/0561), **K.** fragmento proximal de ulna/rádio (esquerdo) (IGC/0562), **L.** fragmento distal de ulna/rádio (esquerdo) (IGC/0563). Escala: 2cm.

Figure 8. Skeletal parts of *Tayassy pecari*, **A.** mandibular ramus (right) (IGC/0554), **B.** metacarpal II (left) (IGC/0565), **C.** metatarsal VI (left) (IGC/0578), **D.** metacarpal V (IGC/0566), **E.** II middle phalanx of II metatarsal (IGC/0568), **F.** middle phalanx of metatarsal I (IGC/0571), **G.** right unciform (IGC/0564), **H.** distal portion of metapodial (IGC/0567), **I.** middle phalanx (left) (IGC/0569), **J.** distal fragment of ulna (left) (IGC/0561), **K.** proximal fragment of ulna/radius (left) (IGC/0562), **L.** distal fragment of ulna/radius (left) (IGC/0563). Scale bar: 2cm.

Figura 9. Vista em perfil (porção Oeste) do solo carbonatado (paleopiso) com detalhe da deposição de resto neontológico em uma de suas porções erodidas.

Figure 9. Profile view (West portion) of the carbonated soil(hanging layer) with a recent bone deposited on a eroded zone.

Tabela 1. Tabela de anotação das informações referentes à retirada dos fragmentos da matriz paleopiso.

Table 1. Notes table of the information about the localization of the fragments removed of the matrix(hanging layer).

Tabela 2. Tabela de anotação das feições tafonômicas observadas nos bioclastos.

Table 2. Note table of the information about taphonomic features observed in the fossils.

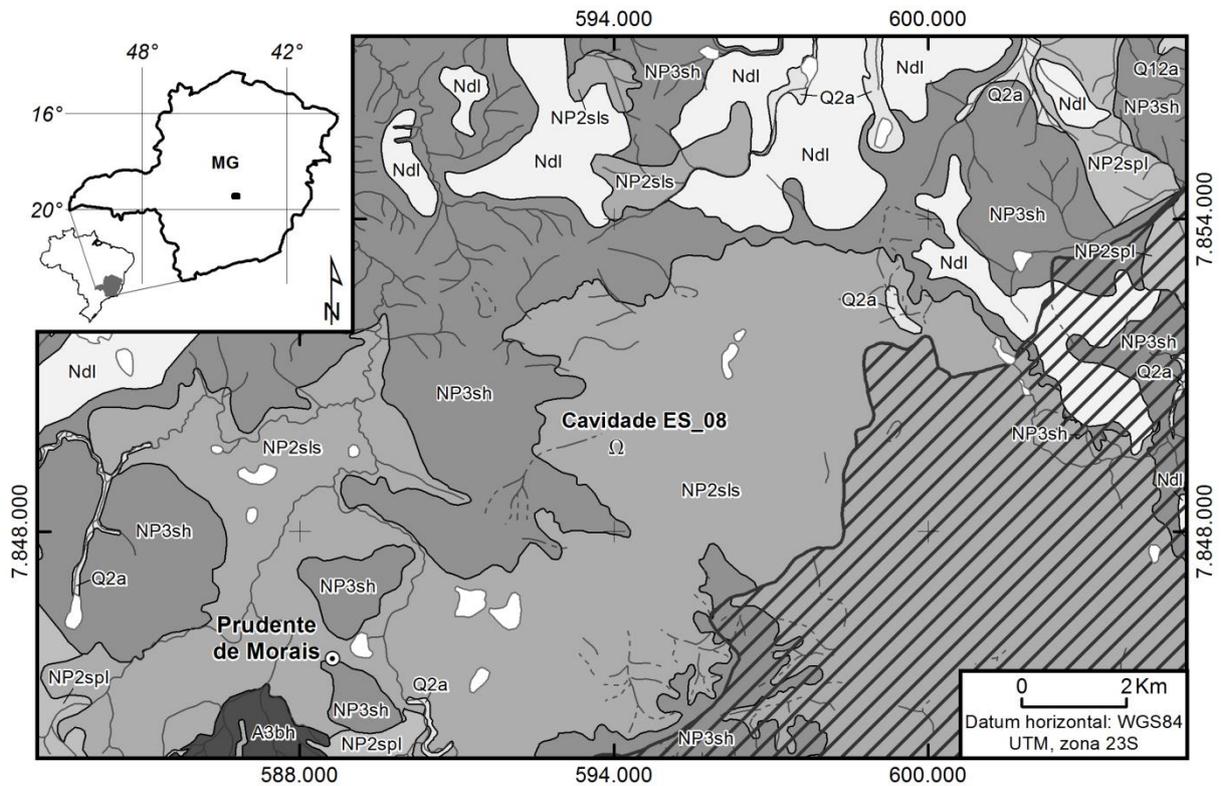
Tabela 3. Relação das alterações tafonômicas observadas nos bioclastos. N.I.: não identificado. N.O.: não observado.

Table 3. Taphonomic alterations observed in the bioclasts. N.I.: no identified. N.O.: no observed.

Tabela 4. Relação das peças esqueléticas coletadas na matriz carbonatada (paleopiso).

Table 4. Skeletal parts removed from the carbonated matrix (hanging layer).

FIGURA 1



COBERTURAS

-  Q2a (Aluviões)
-  Q12a (Terraços Fluviais)
-  Ndl (Coberturas Detríticas)

GRUPO BAMBUÍ

-  NP3sh (Formação Serra de Santa Helena)
-  NP2spls (Formação Sete Lagoas)
-  NP2s (Formação Sete Lagoas)

COMPLEXO BELO HORIZONTE

-  A3bh (Ortognaisses)

-  Cavidade
-  Sede municipal
-  Curso d'água perene
-  Curso d'água intermitente
-  Corpo d'água
-  APA do Carste de Lagoa Santa

FIGURA 2



FIGURA 3



FIGURA 4

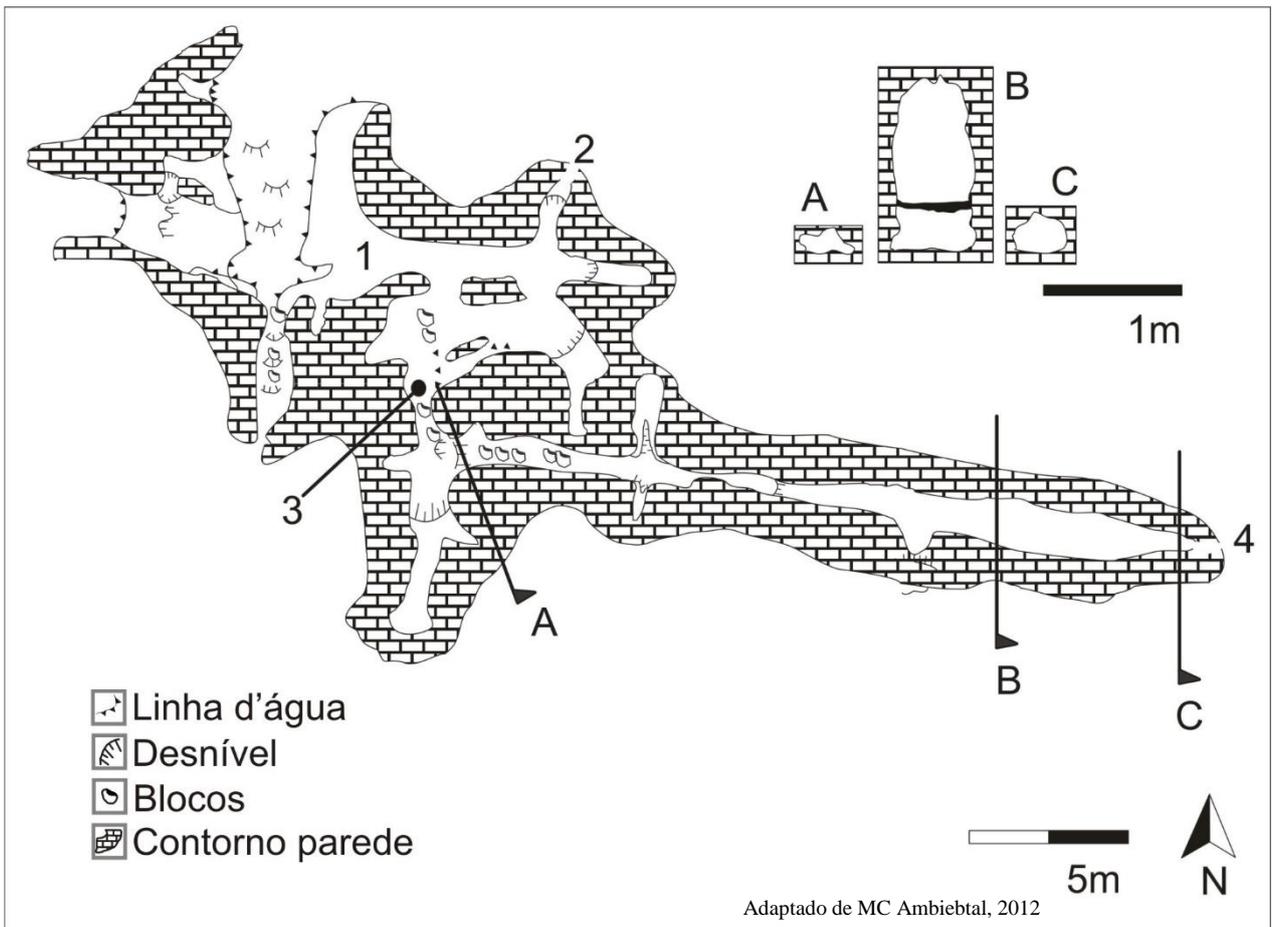
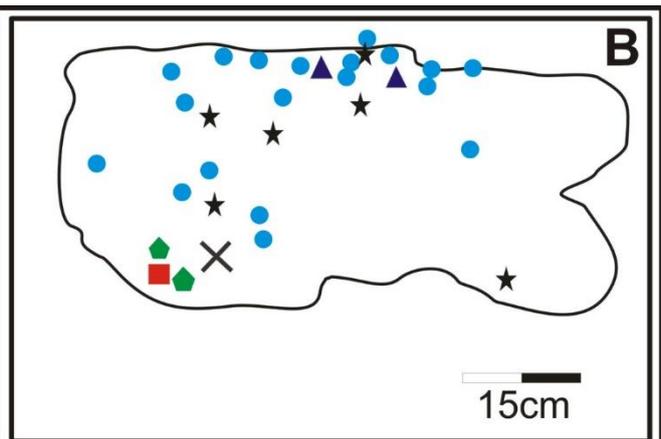
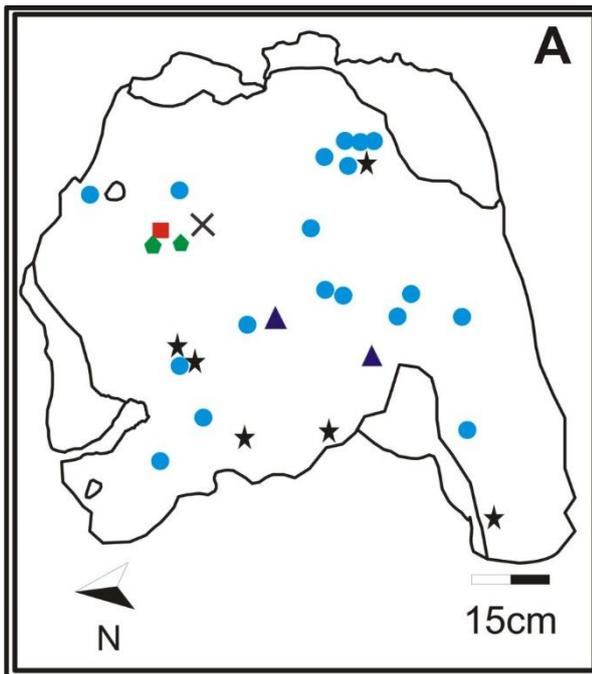


FIGURA 5



- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| ✕ Mylodontidae | ◆ Speothos sp. |
| ★ <i>Cuniculus major</i> | ■ <i>Eira barbara</i> |
| ▲ Lagomorpha | ● <i>Tayassu pecari</i> |

FIGURA 6

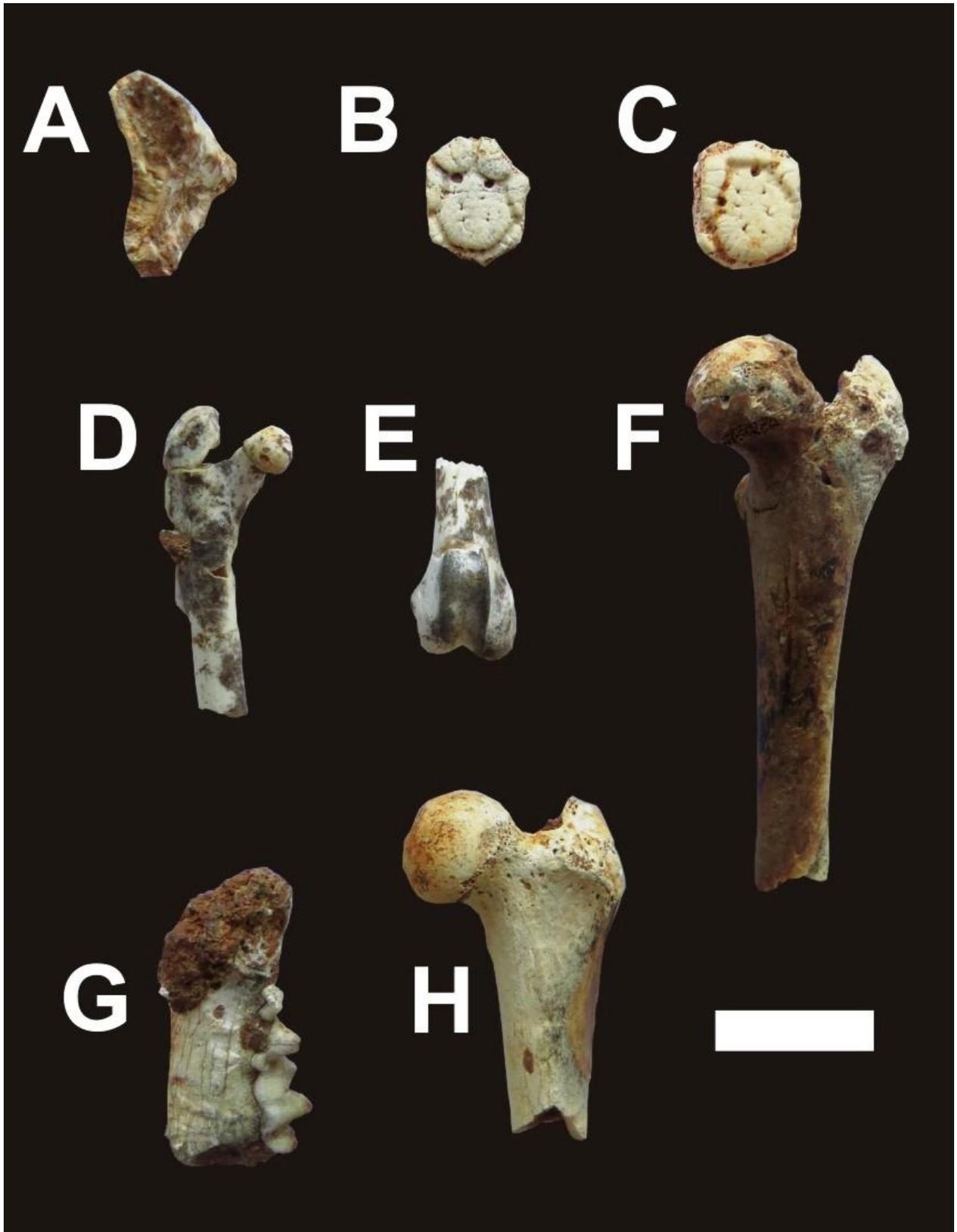


FIGURA 7



A

B

C

D

E



FIGURA 8

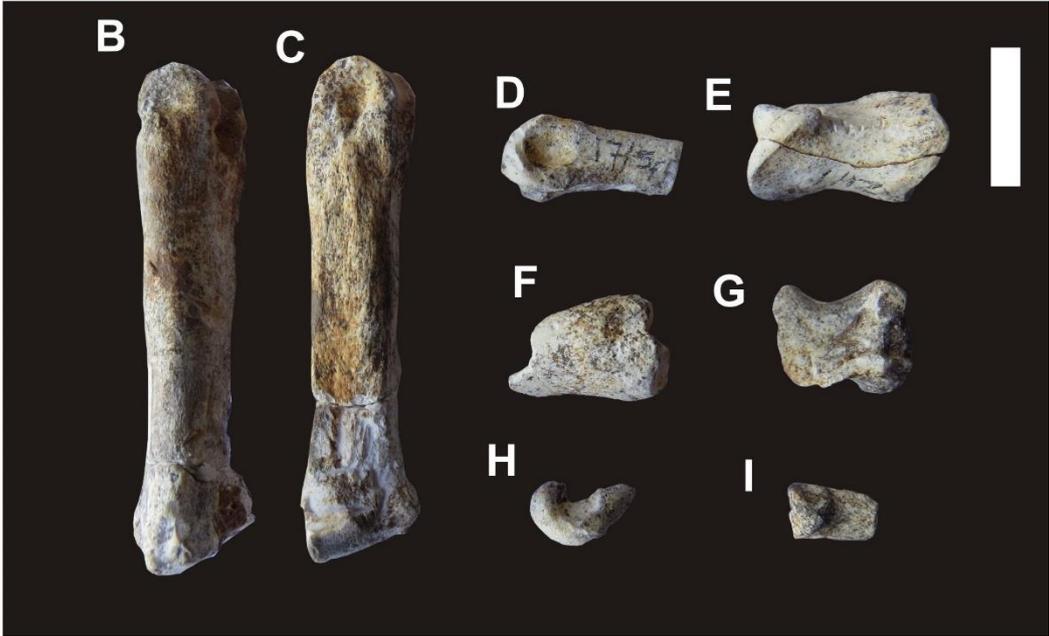
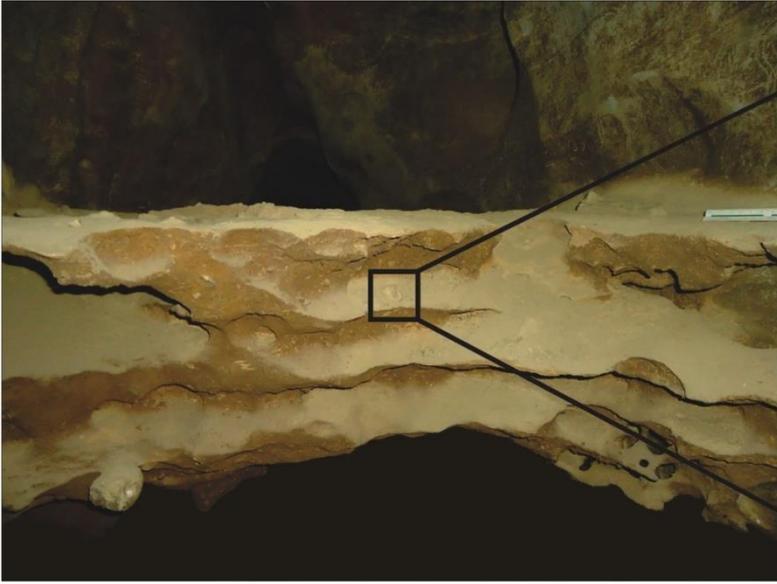


FIGURA 9



TABELAS 1 E 2

Cavidade/ Paleopiso	Nº Bloco	Distância do ponto controle dos pontos fixos			Fotos	Obs.
		Norte	Leste	Altura		

Cavidade/ Paleopiso	Nº Bloco	Distância do ponto controle dos pontos fixos			Fotos	Obs.
		Norte	Leste	Altura		

TABELA 3

Bioclasto	Táxon	Abrasão	Fissura	Grau de fragmentação	Ontogenia	Preenchimento calcita
IGC/0555	<i>T. pecari</i>	X	X	3	N.O.	
IGC/0554	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Jovem	X
IGC/0556	<i>T. pecari</i>		X	3	Adulto	X
IGC/0557	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Adulto	X
IGC/0558	<i>T. pecari</i>	X		3	Adulto	X
IGC/0559	<i>T. pecari</i>		X	3	Adulto	X
IGC/0560	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Adulto	X
IGC/0561	<i>T. pecari</i>	X		3	Adulto	X
IGC/0562	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Adulto	X
IGC/0563	<i>T. pecari</i>	X		3	Adulto	X
IGC/0564	<i>T. pecari</i>			1	Adulto	N.O.
IGC/0565	<i>T. pecari</i>			1	Adulto	X
IGC/0566	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Adulto	X
IGC/0567	<i>T. pecari</i>			3	Adulto	X
IGC/0568	<i>T. pecari</i>	X		1	Adulto	X
IGC/0569	<i>T. pecari</i>			1	Adulto	X
IGC/0570	<i>T. pecari</i>			1	Adulto	X
IGC/0571	<i>T. pecari</i>	X		3	Adulto	X
IGC/0572	<i>T. pecari</i>	X	X	3	N.I.	X
IGC/0573	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Jovem	X
IGC/0574	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Jovem	X
IGC/0575	<i>T. pecari</i>	X		3	Jovem	X
IGC/0576	<i>T. pecari</i>	X	X	3	Adulto	X
IGC/0577	<i>T. pecari</i>	X		1	Adulto	N.O.
IGC/0578	<i>T. pecari</i>	X		3	Adulto	X
IGC/0579	<i>C. major</i>		X	1	Jovem	X
IGC/0580	<i>C. major</i>	X	X	2	Jovem	X

IGC/0581	<i>C. major</i>	X	X	3	N.I.	X
IGC/0582	<i>C. major</i>	X	X	3	Adulto	X
IGC/0583	<i>C. major</i>	X		1	Jovem	X
IGC/0584	<i>C. major</i>	X	X	3	Jovem	X
IGC/0585	<i>C. major</i>	X	X	2	Jovem	X
IGC/0586	Mylodontydae	X	X	3	N.I	
IGC/0587	<i>D. novemcinctus</i>			1	N.I	
IGC/0588	<i>D. novemcinctus</i>			1	N.I	
IGC/0589	<i>Speothos</i> sp.	X	X	3	Adulto	
IGC/0590	<i>Speothos</i> sp.	X		3	Adulto	
IGC/0591	<i>E. barbara</i>	X	X	3	N.I	
IGC/0592	Lagomorpha	X	X	3	Adulto	X
IGC/0593	Lagomorpha	X	X	3	Adulto	X

TABELA 4

Número da peça	Táxon	Peça esquelética (Fragmento)
IGC/0555	<i>Tayassu pecari</i>	Crânio
IGC/0554	<i>Tayassu pecari</i>	Mandíbula
IGC/0556	<i>Tayassu pecari</i>	Costela
IGC/0557	<i>Tayassu pecari</i>	Costela
IGC/0558	<i>Tayassu pecari</i>	Costela
IGC/0559	<i>Tayassu pecari</i>	Costela
IGC/0560	<i>Tayassu pecari</i>	Costela
IGC/0561	<i>Tayassu pecari</i>	Úmero
IGC/0562	<i>Tayassu pecari</i>	Ulna/rádio
IGC/0563	<i>Tayassu pecari</i>	Ulna/rádio
IGC/0564	<i>Tayassu pecari</i>	Podial
IGC/0565	<i>Tayassu pecari</i>	Metapodial
IGC/0566	<i>Tayassu pecari</i>	Metapodial
IGC/0567	<i>Tayassu pecari</i>	Metapodial
IGC/0568	<i>Tayassu pecari</i>	Podial
IGC/0569	<i>Tayassu pecari</i>	Podial
IGC/0570	<i>Tayassu pecari</i>	Metapodial
IGC/0571	<i>Tayassu pecari</i>	Metapodial
IGC/0572	<i>Tayassu pecari</i>	Cintura pélvica
IGC/0573	<i>Tayassu pecari</i>	Cintura pélvica
IGC/0574	<i>Tayassu pecari</i>	Fêmur
IGC/0575	<i>Tayassu pecari</i>	Fêmur
IGC/0576	<i>Tayassu pecari</i>	Fêmur
IGC/0577	<i>Tayassu pecari</i>	Tíbia
IGC/0578	<i>Tayassu pecari</i>	Metapodial
IGC/0579	<i>Cuniculos major</i>	Mandíbula
IGC/0580	<i>Cuniculos major</i>	Úmero
IGC/0581	<i>Cuniculos major</i>	Ulna

IGC/0582	<i>Cuniculos major</i>	Rádio
IGC/0583	<i>Cuniculos major</i>	Metapodial
IGC/0584	<i>Cuniculos major</i>	Fêmur
IGC/0585	<i>Cuniculos major</i>	Calcâneo
IGC/0586	Mylodontydae	Dente
IGC/0587	<i>Dasypus novencinctus</i>	Osteodermo
IGC/0588	<i>Dasypus novencinctus</i>	Osteodermo
IGC/0589	<i>Speothos</i> sp.	Fêmur
IGC/0590	<i>Speothos</i> sp.	Fêmur
IGC/0591	<i>Eira barbara</i>	Ramo mandibular
IGC/0592	Lagomorpha	Fêmur
IGC/0593	Lagomorpha	Fêmur

ANEXO 3. Licença de coleta concedida pelo SISBIO



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 35419-1	Data da Emissão: 07/08/2012 14:57
Dados do titular	
Nome: André Gomide Vasconcelos	CPF: 075.556.486-35
Título do Projeto: ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS FOSSILÍFERAS NOS MACIÇOS CALCÁRIOS ESCRVÂNIA E INGLESES. PRUDENTE DE MORAIS - MG	
Nome da Instituição : UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS	CNPJ: 17.217.985/0001-04

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de fósseis e amostras de rochas	07/2012	03/2014

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
5	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da vigência da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/gen .
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	Observar o princípio do menor impacto ao ambiente natural, zelando pela representatividade das amostras e a conservação estética do ambiente; Caso identificadas novas cavidades, registrar suas coordenadas geográficas e apresentá-las no relatório final de pesquisa. Solicita-se a atenção para que a coleta dos pontos seja realizada na maior proximidade de sua entrada principal e na maior precisão possível, atentando para o registro do datum utilizado, do número de satélites e erro associados aos pontos coletados.
---	---

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Farin, Elise Bohns Meyer	Orientadora	44.618.930-00	9034105974 SSP-RS	Brasileira
2	MARCOS SANTOS CAMPELLO	Coordenador do projeto	961.408.796-04	701407DCREAV/MG-MG	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	PRUDENTE DE MORAIS	MG	Maciços calcários Limeira, Escrivânia e Ingleses	Fca de UC Federal

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 154/2007. A través do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 96371581





Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 35419-1		Data da Emissão: 07/08/2012 14:57	
Dados do titular			
Nome: André Gomide Vasconcelos		CPF: 075.556.486-95	
Título do Projeto: ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS FOSSILÍFERAS NOS MACIÇOS CALCÁRIOS ESCRIVÃIA E INGLESES. PRUDENTE DE MORAIS - MG			
Nome da Instituição : UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS		CNPJ: 17.217.985/0001-04	
Destino do material biológico coletado			
	Nome local destino	Tipo Destino	
1	UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS	coleção	

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 96371581



Página 2/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 35419-1	Data da Emissão: 07/06/2012 14:57
Dados do titular	
Nome: André Gomide Vasconcelos	CPF: 075.556.486-35
Título do Projeto: ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS FOSSILÍFERAS NOS MACIÇOS CALCÁRIOS ESCRIVÂNIA E INGLESES. PRUDENTE DE MORAIS - MG	
Nome da Instituição : UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS	CNPJ: 17.217.985/0001-04

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Taxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 154/2007. A través do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 96371581



Página 3/3