



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

JOHNSON SARMENTO DE OLIVEIRA NASCIMENTO

**TAXONOMIA, ASPECTOS TAFONÔMICOS E PALEOAMBIENTAIS DE
VERTEBRADOS FÓSSEIS DA CAVERNA DAS BORBOLETAS, NO MUNICÍPIO
DE PARIPIRANGA, BAHIA**

Recife

2018

JOHNSON SARMENTO DE OLIVEIRA NASCIMENTO

**TAXONOMIA, ASPECTOS TAFONÔMICOS E PALEOAMBIENTAIS DE
VERTEBRADOS FÓSSEIS DA CAVERNA DAS BORBOLETAS, NO MUNICÍPIO
DE PARIPIRANGA, BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geociências (PPGeoc) da Universidade Federal de
Pernambuco, requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Geociências.

Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental

Orientador: Profº. Dr. Édison Vicente Oliveira

Coorientador: Profº. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva

Recife
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

N244t Nascimento, Johnson Sarmiento de Oliveira.
Taxonomia, aspectos Tafonômicos e Paleoambientais de vertebrados fósseis da caverna das borboletas, no município de Paripiranga, Bahia / Johnson Sarmiento de Oliveira Nascimento. - 2018.
97folhas, Il.

Orientador: Profº. Dr. Édison Vicente Oliveira.
Coorientador: Profº. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências, 2018.
Inclui Referências, e Apêndices.

1. Geociências. 2. Mamíferos. 3. Megafauna. 4. Quaternário.
5. Sedimentologia. 6. Cavidades subterrâneas I. Oliveira, Édison Vicente (Orientador). II. Silva, Jorge Luiz Lopes da. (Coorientador). III. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.) BCTG/2018-486

JOHNSON SARMENTO DE OLIVEIRA NASCIMENTO

**TAXONOMIA, ASPECTOS TAFONÔMICOS E PALEOAMBIENTAIS DE
VERTEBRADOS FÓSSEIS DA CAVERNA DAS BORBOLETAS, NO MUNICÍPIO
DE PARIPIRANGA, BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geociências (PPGeoc) da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Geociências.

Orientador: Profº. Dr. Édison Vicente Oliveira

Coorientador: Profº. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva

Aprovada em: 29/08/2018

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Édison Vicente Oliveira (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dra. Alcina Magnólia França Barreto (Examinador interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Geólogo Dr. Celso Lira Ximenes (Examinador externo)

Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A.

*À minha mãe Mércia Sarmento, meu pai
Josival Constantino, meu irmão
Johnathan e minha companheira
Julianna de Lemos*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por conceder saúde mental durante todo decorrer da Pós-Graduação, permitindo seu início e o término.

À Universidade Federal de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Geociências pela oportunidade e possibilidade de executar o trabalho, e a todo corpo docente.

À Capes, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão do apoio financeiro durante todo o período de mestrado.

Ao Prof. Dr. Édison Vicente Oliveira pela orientação e por toda a contribuição durante o trabalho, compartilhando seus conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva, por ser um “pai” para mim no meio acadêmico e na paleontologia, a todos os ensinamentos, sabedoria e fraternidade, tendo grande participação em minha jornada, meu profundo agradecimento.

À Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva (UFAL), por suas contribuições, colocações e disposição em ajudar, sempre atenciosa, sua participação e aconselhamentos foram de vital importância.

Ao Laboratório de Paleontologia da UFPE – Paleolab, pela infraestrutura.

Ao Laboratório de Paleontologia do MHN-UFAL, pela infraestrutura e apoio.

Ao Laboratório de Geologia do MHN-UFAL, por realizar as análises sedimentares.

Ao Laboratório de Caracterização e Microscopia de Materiais (LCMMat), Ana Ribeiro, por realizar as análises de Difractometria de Raio-X.

Ao Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia, Fernando Andrade, Osmar, Hércules, Lucas Soares, Autran e Sinval.

Ao Professor Nilton da (UFCG) pela paciência e disposição no ensino da elaboração dos gráficos assim como interpretação e professora Carlinda (UFPE), por todo o auxílio na identificação das fichas cristalográficas.

Ao Prof. Cástor Cartelle, pelo auxílio na identificação e sugestões.

Aos meus amigos do Setor de Paleontologia e Geologia do MHN-UFAL, pelo companheirismo e apoio nos trabalhos de campo e discussões no laboratório: Lucas Ferreira, Jefferson, Bruno, Polly, Yumi, Álvaro, Júlia, Márcio, Lucas Augusto.

Aos meus amigos de laboratório do Paleolab, Jefferson, Priscilla, Ludmilla, Anny, Paula, Karol, Yumi Asakura, Daniel, Gabriel, Rafael, João, Luana Andrade, Leonardo Carneiro e Rudah, pelas infinitas canecas de “petróleo” – (Café rsrs), discussões e diferentes hipóteses.

A Leonardo Carneiro e Luana Andrade, pela empolgação em ajudar e sempre contribuindo com a solução dos questionamentos que surgiram.

À Yumi e Karol, por toda a parceria e amizade, vocês foram indispensáveis nessa fase.

A Jefferson pelo o apoio em toda a nossa jornada acadêmica (Graduação – Mestrado), por ter fundamental participação no meu ingresso na Pós-graduação.

Aos meus amigos que adiquiri no pensionato, Arthur Hipólito, Vanderlan, Caio Túlio (“das Costa” rsrs), Nahum e Nadois, Sr. Dêverton, Henrique, Iuri, Victor, Gabriel Galdino e Daniel.

Às meninas do Pensionato, Kelly, Ritinha, Ingrid, Aline, Carol.

Aos meus grandes amigos do apartamento, menino Everton e menino Leonardo, por toda a parceria, paciência, contribuições.

À minha maior contribuidora no trabalho e na vida, Julianna de Lemos (Bem), meu amor, por todas as noite e madrugadas de estudos, por suas considerações, opiniões e sugestões acerca da minha pesquisa e vida acadêmica.

Aos meus pais Mércia Sarmiento e Josival Constantino, que sempre me incentivaram e estimularam o estudo e o trabalho honesto, dando exemplo de que um trabalho honrado e suado se ganha a vida com muita felicidade. Ao meu irmão Johnathan, por todo apoio e incentivo, me deixando orgulhoso por todo sua garra e força de vontade.

A toda a minha família e amigos que contribuíram direta ou indiretamente, carinhosamente torcendo, rezando e me incentivando a avançar sempre. Meu profundo agradecimento.

“A caça aos fósseis é de longe o mais fascinante de todos os esportes. Nele, a gente acha incerteza, excitação e todo o arrepio do jogo de azar, sem nenhum dos aspectos negativos dele. (...) Além do mais, o caçador de fósseis não mata, ele ressuscita. (...)” (G.G. Simpson)

RESUMO

Mamíferos do Quaternário são relatados em diferentes tipos de depósitos (tanques naturais, ambientes lacustres, fluviais, abrigos sob rocha e espélicos) por todo território brasileiro. Dentre os estados do Nordeste, a Bahia se destaca por apresentar grandes e importantes áreas de carste, o que proporciona o surgimento e formação das cavidades naturais, locais estratégicos de deposição de sedimentos e fósseis. Os estudos realizados nas cavidades naturais de Paripiranga, em geral tratam de ocorrência e distribuição de espécies pretéritas, pouco se sabe sobre a paleofauna e seus eventos deposicionais. A presente pesquisa teve como objetivo realizar o primeiro estudo paleontológico na caverna em rocha calcária da Formação Olhos D'Água, denominada Caverna das Borboletas, localizada no município de Paripiranga, Bahia, afim de tecer inferências paleoambientais. Foram identificados os restos esqueléticos de táxons que viveram durante o Pleistoceno-Holoceno, a partir de comparações osteológicas e diagnósticas encontradas em literatura e em coleções de instituições (UFAL, UFPE, UFMG-PUC): Camelidae, Cervidae, Toxodontidae, Felidae, Tayassuidae, Glyptodontidae, Tapiridae, Erethizontidae, Equidae, Testudines. O depósito apresenta uma associação monotípica e poliespecífica com alta diversidade de espécies de herbívoros da megafauna pleistocênica final, tendo a presença de um grande predador de topo associado. Realizando uma correlação entre os dados isotópicos presentes em literatura com as espécies encontradas e aqui estudadas, foi possível inferir um paleoambiente composto por uma vegetação do tipo C3 e C4, semelhante a savana atual. A paleofauna da região é caracterizada por animais que habitavam regiões mais abertas com alimentação em abundância e fontes de água acessíveis. As análises de difratometria de raio-x resultaram em picos correspondentes aos minerais quartzo, calcita e hidroxiapatita, indicando que houve passagem de mineral presente no sedimento para os fósseis por meio de percolação de água. Os restos esqueléticos foram transportados para o interior da caverna após passarem um período em exposição na região externa, posteriormente à deposição ocorreu um abrupto soterramento, indicando um *input* de material alóctone, exibindo mistura de clastos em um único pacote sedimentar.

Palavras-chave: Mamíferos. Megafauna. Quaternário. Sedimentologia. Cavidades Subterrâneas.

ABSTRACT

Quaternary mammals are reported in different types of deposits (e.g. tanks, ponds, caves, rockshelter and riverbeds) throughout Brazilian territory. Among the states of the Northeast, Bahia stands out because it presents large and important areas of the karstic region, which provides the emergence and formation of natural cavities, strategic sites for deposition of sediments and fossils, which provides the emergence and formation of natural cavities, strategic sites for deposition of sediments and fossils. The studies carried out in the natural cavities of Paripiranga usually deal with occurrence and distribution of species, little is known about paleofauna and its depositional events. The present research had as objective to realize the first paleontological and taphonomic studies in the Borboletas Cave, located in the municipality of Paripiranga, Bahia, in order to make paleoenvironmental inferences. The skeletal remains of Pleistocene mammalian taxa were identified from osteological and diagnostic comparisons found in the literature and collections of institutions (UFAL, UFPE, UFMG-PUC): Camelidae, Cervidae, Toxodontidae, Felidae, Tayassuidae, Glyptodontidae, Tapiridae, Erethizontidae, Equidae, Testudines. The deposit presents a politypical and polyspecific association with high diversity of herbivorous species of the final Pleistocene megafauna, having the presence of a great associated top predator. Performing a correlation between the isotopic data present in the literature with the species found and that we studied, it was possible to infer a paleoenvironment composed by a vegetation C3 and C4-type, similar to the current savanna. The paleofauna of the region is characterized by animals that inhabited more open regions with abundant food supply and accessible water sources. The X-ray diffraction analysis resulted in peaks corresponding to the quartz, calcite and hydroxyapatite minerals, indicating that mineral present in the sediment was passed to the fossils through water percolation. The skeletal remains were transported to the interior of the cave after a period of exposure in the external region. After deposition an abrupt burial occurred, indicating an input of allochthonous material, showing mixture of clasts in a single sedimentary package.

Keywords: Mammals. Megafauna. Quaternary. Sedimentology. Underground Cavities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	O surgimento do Istmo do Panamá possibilitou o “Grande Intercambio Biótico Americano”.....	16
Figura 2 –	Distribuição das rochas carbonáticas / neoproterozóicas, no Estado da Bahia e a localização da área de estudo.....	20
Figura 3 –	Mapa de localização do município de Paripiranga, Bahia. Mapa elaborado a partir do software QGIS versão 2.18.0.....	21
Figura 4 –	Esboço geológico. As rochas Neoproterozóicas da Faixa de Dobramentos Sergipana, compõem a geologia do município.....	22
Figura 5 –	Unidades geomorfológicas de Paripiranga.....	22
Figura 6 –	Topografia da Caverna das Borboletas. Retângulo – entrada da caverna; Círculo – área onde concentrou-se a escavação, com uma possível entrada entupida por sedimentos e rochas.....	24
Figura 7 –	Topography of the Cave of Butterflies. Rectangle - entrance of the cave; Circle - area where the excavation was concentrated, with a possible entrance blocked by sediments and rocks.	29
Figura 8 –	Sediment removal around the shot block that was prohibiting the passage to the chimney (left). At the moment the presence of fossils in the wall on the right (right) was verified. Circles and Arrows - fossils between sediment.....	30
Figura 9 –	Map of the location of the municipality of Paripiranga and entrance Borboletas Cave, Bahia, northeastern Brazil.....	31
Figura 10 –	<i>Coendou</i> 1636-V, unidentified molariform, A ; <i>Hippidion</i> sp. 1648-V, left lower third premolar, B ; 1672-V, right upper third premolar, C ; 1644-V, right upper fourth premolar, D ; 1646-V, left lower third premolar, E ; 1671-V, left lower second premolar, F ; 1645-V, right lower third premolar, G ; 1654-V, right lower second premolar, H ; 1630-V; 1649-V, deciduous incisor I-K . (A , C-H in occlusal view; I and L in labial view; J and K in lingual view). - scale 10 mm.....	36

Figura 11 –	<i>Palaeolama major</i> , 1621-V; 1622-V; 1677-V, first anterior proximal phalanx, A-C' ; 1628-V, left canine, D ; 1640-V, posterior proximal phalanx, E-E' . A, B, C and E in dorsal view; A', B', C' and E' in plantar view; D in bucal view. - scale for phalanges 3 cm. D – scale 10 m.....	39
Figura 12 –	Toxodontidae <i>incertae sedis</i> , 1651-V, tooth fragment, A ; <i>Mazama gouazoubira</i> , 1676-V, left upper dental series (Pm ²⁻⁴ and M ¹⁻³) B-C ; 1637-V, right lower third premolar, D ; 1675-V, right lower fourth premolar, E ; <i>Smilodon populator</i> , 1631-V, fragment of lower first molar, F ; 1643-V, right upper third incisor, G ; 1673-V, right upper third premolar, H - in lingual view. A, B, F, G in labial view; C, D and E in occlusal view D, E and H - scale 10 mm. A, B, C, F and G – scale 20mm.....	44
Figura 13 –	Mapa de localização do município de Paripiranga e entrada da Caverna das Borboletas.	55
Figura 14 –	Topografia da Caverna das Borboletas. Retângulo – entrada da caverna; Círculo – área onde concentrou-se a escavação, com uma possível entrada entupida por sedimentos e rochas.....	56
Figura 15 –	Espécimes de <i>Palaeolama major</i> , A-C., 1622-V; 1677-V, primeira falange proximal anterior – vista lateral e plantar, respectivamente; B-B', 1640-V; falange proximal posterior – vista dorsal e plantar; D., 1623-V, fragmento de osso. Setas indicando as feições tafonômicas encontradas. A-C., escala 3 cm; D., escala 2 cm.....	61
Figura 16 –	Tayassuidae, A., 1617-V, astrágalo - vista dorsal e plantar - abrasão; Cervidae indet., B., 1624-V, metatarso ou metacarpo - incrustação; <i>Smilodon populator</i> , C., 1741-V, fragmento de falange média - fratura; Glyptodontidae, D., 1613-V, metatarso; Tapiridae - perfuração E., 1742-V, unciforme. Setas indicando as feições tafonômicas. Escala 2 cm.....	63
Figura 17 –	Espécimes de táxons de mamíferos não identificadas, A., 1612-V, fragmento de osso - abrasão; B., 1616-V, calcâneo - perfuração; C., 1797-V, vertebra – incrustação por CaCO ₃ ; D-E., 1801; 1802-V, fragmentos de osso longo - compactação. Setas indicando as feições tafonômicas encontradas. Setas indicando as feições tafonômicas. Escala 2 cm.....	65

Figura 18 –	Diagrama de Shepard (1954) com classificação granulométrica dos sedimentos coletados na Caverna da Borboleta – BA. Cada triângulo textural corresponde ao resultado das amostras analisadas, sendo T1 para amostra 1; T2 para amostra 2; T3 para amostra 3; T4 para amostra 4.....	69
Figura 19 –	Dados das cinco amostras analisadas por Difractometria de Raio-X, com os picos de ondas identificado.....	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Surgimento, Migração e Extinção da Megafauna Pleistocênica	14
1.2	Cavernas e Relevo Cárstico.....	18
1.3	Georreferenciamento e Caracterização da Área de Estudo.....	20
2	OBJETIVOS.....	25
2.1	Objetivo Geral	25
2.2	Objetivos Específicos.....	25
3	RESULTADOS	26
3.1	Taxonomy and Paleoenvironmental Inferences from Fossil Vertebrates of the Paripiranga Borboletas Cave, Northeastern Bahia, Brazil	26
3.2	Tafonomia e Inferências Paleoambientais da Fauna Pretérita encontrada na Caverna das Borboletas, município de Paripiranga, Nordeste da Bahia, Brasil.....	51
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A - LISTA DE AMOSTRAS AVALIADAS NESTE ESTUDO E SEU GRAU DE ASSINATURAS TAFONÔMICAS. ITP – INTEMPERISMO.....	96
	APÊNDICE B - PORCENTAGEM PARA OS PADRÕES DE QUEBRA E INCRUSTAÇÃO.....	97
	APÊNDICE C - PORCENTAGEM DOS PADRÕES DE INTEMPERISMO E ABRASÃO.....	97

1 INTRODUÇÃO

Abaixo segue as considerações iniciais deste trabalho:

1.1 Surgimento, Migração e Extinção da Megafauna Pleistocênica

O processo de formação da Terra não pode ser deixado de lado ao se estudar a história dos vertebrados fósseis. As movimentações e mudanças de posição dos continentes influenciaram nas alterações do clima e relevo, afetando a habilidade dos vertebrados de migrar de uma região para outra. Durante o final da Era Paleozoica e início da Era Mesozoica, o supercontinente Pangea, permitia a livre migração dos tetrápodes, resultando em uma fauna similar por todo o Globo (POUGH et al., 2003).

No entanto, no final da Era Mesozoica a Pangea começa a deixar de existir como um único continente, mares epicontinentais foram surgindo entre a América do Norte e a Eurásia, e entre a América do Sul e a África e os continentes do sul foram se separando do norte. A expansão dos mares levou ao isolamento das massas continentais resultando no isolamento de suas faunas de tetrápodes e limitando suas possibilidades de migração, de modo que foram se tornando progressivamente mais diferentes nos continentes existentes (POUGH et al., 2003; VAUGHAN et al., 2000; FORASIEPI et al., 2007). Os registros fósseis de mamíferos que viveram há 150 milhões de anos, antes da data presente, mostram o surgimento das diferenciações, variabilidade e abundância na América do Sul, estando também geograficamente isolada dos demais continentes (CARTELLE, 1994). Mais isolada que a África e menos isolada que a Austrália, nele o grande número de registros fósseis de mamíferos sugere que houveram migrações entre os continentes de diversas maneiras. (PATTERSON; PASCUAL, 1968)

A geografia de cada continente tem influência sobre a sua biota, determinando se ela estará isolada (ilhada) ou se realizará intercâmbio para outras regiões. George Gaylord Simpson (1940), ao estudar os fatores que condicionam o intercâmbio faunístico, concluiu que pode se realizar de três formas distintas: por meio de corredores, filtros e outra que ele denominou como rotas de azar. Um filtro trata-se de uma rota pela qual alguns animais estavam aptos a dispersão e outros não. Ou seja, atua como uma semi-barreira geográfica, permitindo a passagem de parte de uma fauna e impedindo outra parte. Um filtro pode ser constituído por uma cadeia de montanhas, rios, pântanos e desertos. Ao tratar da migração entre diferentes continentes,

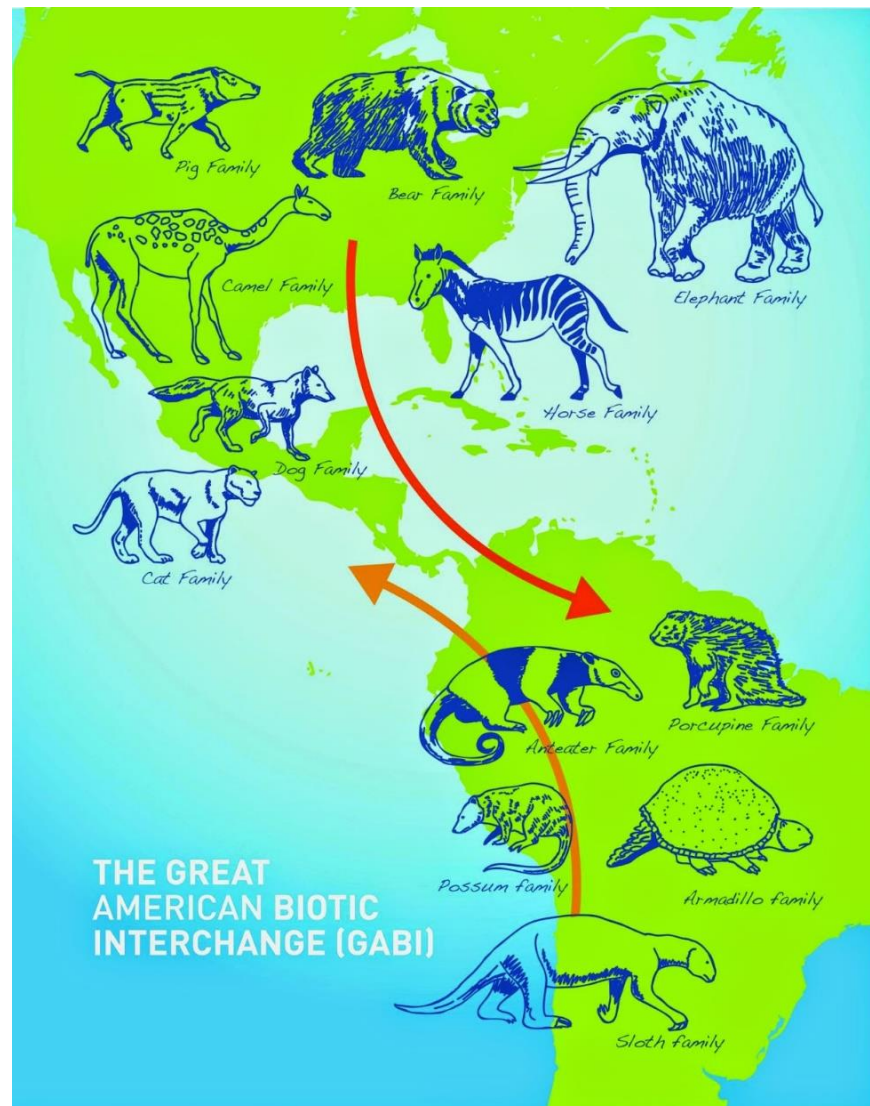
Simpson (1940), ainda menciona que esta via está geralmente ligada por uma ponte terrestre, o istmo. A ligação entre continentes por meio de um istmo apresenta condições ambientais específicas, dessa forma determina maiores impedimentos para o intercâmbio faunístico.

Rotas de azar são o oposto dos corredores, a probabilidade de a fauna propagar-se é muito pequena, sendo poucos os que conseguem. É uma barreira natural de alta eficácia, no entanto, ocasionalmente é atravessada. As rotas de azar mais típicas para animais terrestres são constituídas por faixas de água. Os atuais roedores do grupo dos caviomorfos e primatas, são descendentes, muito provavelmente, de espécies que chegaram da África usando o oceano Atlântico como rota de azar (TONNI; PASQUALI, 2002). Sabe-se que os animais podem viajar utilizando alguns tipos de vegetação aquática ou restos de árvores como meio de transporte.

A colisão entre dois grandes continentes isolados e o estabelecimento definitivo de um istmo na América Central, ligando a América do Norte a América do Sul por volta de 2,8 Ma., consequentemente proporcionou um importante evento biogeográfico, mixando a fauna da América do Norte com a do continente Sul-americano, esse evento ficou conhecido como o mais importante na história dos mamíferos (AMEGHINO, 1910 apud CIONE et al., 2015; MARSHALL; HECHT, 1978; SIMPSON, 1950; WOODBURNE et al., 2006; WOODBURNE, 2010), sendo denominado de Grande Intercâmbio Biótico Americano (GIBA, “Great American Biotic Interchange” em inglês, GABI) por Webb (1985), representando a conexão mais forte do fluxo de troca faunística entre a América do Norte e do Sul já registrado (SIMPSON, 1950; WEBB, 1976). Posteriormente, Woodburne (2010) restringe o termo GABI somente ao intercâmbio Pleistoceno – depois de 2,8 Ma – propondo subdivisões do GABI em quatro episódios (GABI 1-4).

Esse “grande intercâmbio faunístico” entre dois continentes (Figura 1), com fase inicial no Plioceno tardio se deu de maneira recíproca, ou seja, a medida que os animais da América Sul iam para o hemisfério norte, os animais do Norte iam no sentido oposto. A fauna que migrou da América do Norte para o Sul obteve mais sucesso na propagação e diferenciação de seus grupos (WEBB, 1985; 1991) o GABI foi melhor estudado na região sul da América do Sul, devido à grande representação do Cenozoico superior nas rochas sedimentares na região Pampeana e áreas circundantes (CIONE et al., 2007).

Figura 1- O surgimento do Istmo do Panamá possibilitou o “Grande Intercambio Biótico Americano”.



Fonte: www.geologypage.com/2015/04/smithsonians-panama-debate-fueled-by-zircon-dating.html

Em Webb (2006), foi elaborada uma lista onde é citada as 17 famílias de mamíferos terrestres que partiram do Norte, cruzando o istmo em direção a América do Sul e 18 famílias que fizeram o percurso inverso. Os mamíferos pertencentes a família Camelidae, por exemplo, alcançaram uma grande diversidade, possuindo assim, representantes em diferentes continentes. Chegando na Eurásia através do estreito de Bering e à América do Sul pelo istmo do Panamá, durante o intercâmbio biótico (WOODBURNE, 2010).

Dois pontos chave caracterizam esses animais. O primeiro, é que nem todos os animais tem a habilidade de nadar, sendo necessário a presença de uma faixa de terra ligando os continentes para que houvesse migração, o segundo ponto é que a maioria dos animais listados estavam adaptados a um ecossistema de savana (WEBB, 1978; 2006). Os registros fósseis também apontam para possíveis migrações entre os continentes antes de 3 milhões de anos (BACON, 2016). Assim como observado por Webb (2006), utilizando-se de analogias, é possível ver animais com parentes ainda vivos, com habilidades de flutuação e natação, o caso de preguiças, guaxinins, castores e até mesmo alguns carnívoros.

De acordo com Bacon (2016), além do surgimento da faixa de terra entre as américas, outro mecanismo que corroborou o intercâmbio de mamíferos depois do surgimento do Istmo, após 2.5 Ma, foi a mudança climática e a presença de ambientes desabitados e sem alteração geológica. Diante do fluxo de intercâmbio, a diversidade de espécie migrando para localidades antes pouco habitadas e/ou com fauna específica, muitos impactos foram produzidos com a ocupação de nichos de animais estrategistas e competição por recursos, melhor exemplificado pelos carnívoros. Esses e outros fatores são levados em consideração ao se estudar a extinção da megafauna na América do Sul a cerca de onze, doze mil anos. A megafauna segundo Fariña, 1997, se enquadra aqueles animais que possuíam massa corpórea maior igual que 1000 quilos. Megaterídeos, gliptodontídeos, gonfoterídeos, toxodontídeos são alguns dos grupos de mamíferos que compõem essa megafauna, há também os mamíferos de médio porte os cervídeos, camelídeos e equídeos.

Existem muitas hipóteses para explicar a última extinção do final do Cenozóico, a extinção dos megamamíferos: Overkill (MARTIN, 1967; 1984), sustenta que a sobrecarga no número de caças por parte do homem levou a extinção; Desequilíbrio Co-evolutivo (GRAHAM; LUNDELIUS, 1984), esta hipótese se baseia em que as mudanças climáticas produziram mudanças nas vegetações que levou ao desequilíbrio co-evolutivo entre a vegetação e a fauna; “Keystone Herbivore“ (OWEN-SMITH, 1987), essa hipótese coloca como pedra fundamental os herbívoros, ou seja, o desaparecimento/eliminação de alguns mega herbívoros produziu um efeito de cascata sobre a vegetação e logo depois sobre o resto da fauna; Mudanças Climáticas (FICCARELLI et al., 1997; OCHSENIUS, 1997), os autores dessa hipótese acreditam que a extinção está primariamente relacionada a mudanças climáticas; Infecção/Doenças (FERIGOLO, 1999), a hipótese sugere que junto as espécies imigrantes

(GABI), vieram novos patógenos para os quais os megamamíferos (na maioria autóctone) não tinham anticorpos e a extinção se deu por epidemias massivas.

Cione et al. (2003) desenvolveram uma hipótese um pouco diferente das anteriores, esta ficou conhecida como “The Broken Zig-Zag”. Em seu trabalho os autores analisaram o padrão bioestratigráfico dos grandes mamíferos continentais e tartarugas na América do Sul durante o Pleistoceno tardio e Holoceno inicial e sugeriram que a extinção foi dada por influência da caça humana, mas em um quadro ambiental específico, diferente da hipótese *Overkill*. Eles ainda defendem em seu estudo que a hipótese da mudança climática como sendo o único fator responsável pela extinção não tem sustentabilidade hoje em dia, visto que os animais estiveram submetidos a mais de 20 mudanças climáticas decorrentes das glaciações no Pleistoceno, de certa maneira pode-se inferir que a megafauna era adaptada as flutuações climáticas.

Cione et al. (*op. cit*) denomina o termo Zig-Zag como sendo a variação periódica de maior e menor biomassa associada as mudanças dos tipos de vegetação. Durante 5 mil anos o homem coexistiu com os megamamíferos, a hipótese do “The Broken Zig-Zag”, (quebra do Zig-Zag), trata de associar o homem-caçador, com o momento menos favorável para a megafauna (um lapso da vegetação), levando a quebra do Zig-Zag. Diferentemente da hipótese do *Overkill*, o homem não caçou intensivamente até chegar ao extermínio total, mas sim que a megafauna se tornava uma presa mais fácil quando oportuno, de acordo com a necessidade. Dessa forma, a restrição das áreas abertas, junto com números negativos nas taxas de fecundidade, tempo de gestação, períodos de cuidado parental e a chegada do homem foram o conjunto de fatores que contribuíram para a extinção da megafauna sul americana.

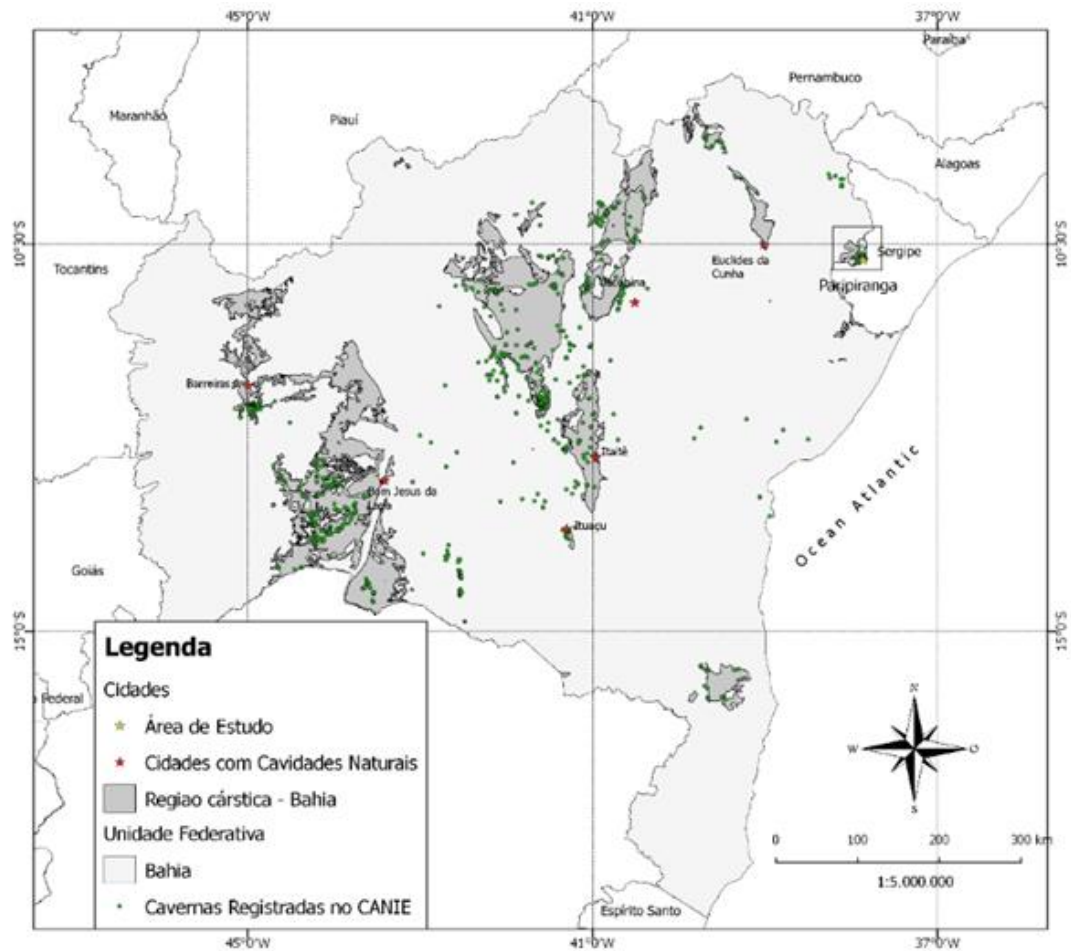
1.2 Cavernas e Relevo Cárstico

O homem durante sua evolução utilizou as cavidades naturais como refúgio, sendo para abrigar-se de tempestades como também de predadores. Um exemplo de cavidades utilizada pelos seres humanos e por animais são as cavernas, e demais cavidades subterrâneas, que podem ser formadas através de processos de dissolução das rochas (geralmente) carbonáticas por fluxo de água subterrâneo (PILÓ, 2000). Estes ambientes propícios à formação de cavernas são denominados cársticos, onde ao longo de milhares de anos foram sendo dissolvidas e esculpidas rochas através do fluxo contínuo de águas aciduladas (JANSEN et al., 2012).

O relevo cárstico compreende o exocarste (feições superficiais) formado por águas meteóricas apresenta características específicas, auxiliando na identificação destas regiões através de certas feições como dolinas, lapíás e paredões (PILÓ, 2000). A geomorfologia cárstica também abrange o endocarste (porção subterrânea) e a região intermediária em imediata subsuperfície, no contato entre o solo e a rocha (AULER et al., 2005). Como as cavernas são formadas por percolação e fluxo de água, partículas de sedimento podem ser carregadas para o interior destas cavidades, auxiliando no processo de transporte e fossilização da fauna que habitava ou sofria queda acidental nestas regiões (AULER et al., 2005). De acordo com Bergqvist e Almeida (2004), outros fatores corroboram a eficiência do ambiente cavernícola na formação de fósseis, como ausência de predadores, temperatura constante e ausência de luz solar. Algumas características encontradas nestes fósseis podem indicar também assinaturas tafonômicas, capazes de inferir hábitos de vida do animal e processos que culminaram em sua morte (LYMAN, 1994; VASCONCELOS et al., 2015).

As regiões cársticas de diversas áreas do Brasil e do mundo vem sendo estudadas quanto ao tipo de rochas, composição do solo e feições formadas, além de recentes estudos sobre técnicas de conservação do ambiente cárstico e educação ambiental (KARMANN, 1994; AULER, 1994; SALLUN-FILHO et al., 2004; FERREIRA; MORAIS, 2018; TEIXEIRA et al., 2018). A maior parte das cavidades naturais subterrâneas ocorre nas regiões sudeste, centro-oeste e em uma considerável porção do nordeste (JANSEN et al., 2012; AULER et al., 2005). Diversos estudos foram desenvolvidos abordando a paleofauna encontrada nestas regiões, sendo grande parte deles nas regiões sudeste e centro-oeste (GHILARDI et al., 2011; HUBBE et al., 2011; OLIVEIRA, 2013). No nordeste também foram desenvolvidas várias pesquisas (CARTELLE et al., 2008; DANTAS, 2009; OLIVEIRA et al., 2011; ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO, 2011; CASTRO et al., 2014; ROSÁRIO et al., 2015) sendo mais numerosos na Bahia. No entanto, ainda há muito a ser explorado no estado, como por exemplo, a região no nordeste da Bahia onde está situado o município de Paripiranga, que possui um grande número de cavernas registradas (CECAV, 2017) (Figura 2).

Figura 2 - Distribuição das rochas carbonáticas / neoproterozóicas, no Estado da Bahia e a localização da área de estudo.

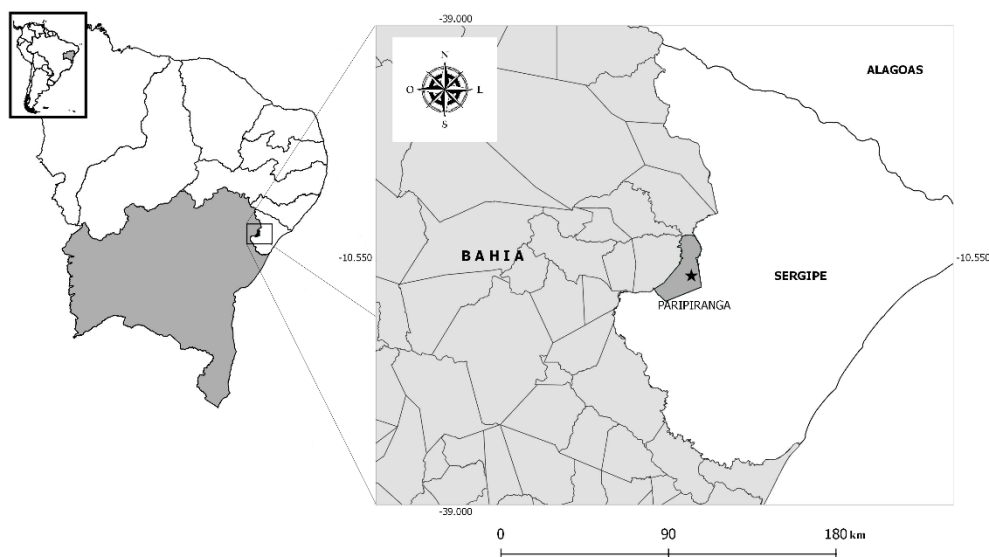


Fonte: Adaptado de Pereira et al., 2017.

1.3 Georreferenciamento e Caracterização da Área de Estudo

O município de Paripiranga está situado na região Nordeste do Estado da Bahia, limitando-se a leste e sul com o Estado de Sergipe, a oeste com Adustina e a norte com Coronel João Sá e faz parte da bacia hidrográfica do rio Vaza Barris (VIEIRA et al., 2005). A altitude da sede municipal é de 430 metros e tem coordenadas geográficas 10°41'00" de latitude sul e 37°51'00" de longitude oeste (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de localização do município de Paripiranga, Bahia. Mapa elaborado a partir do software QGIS versão 2.18.0



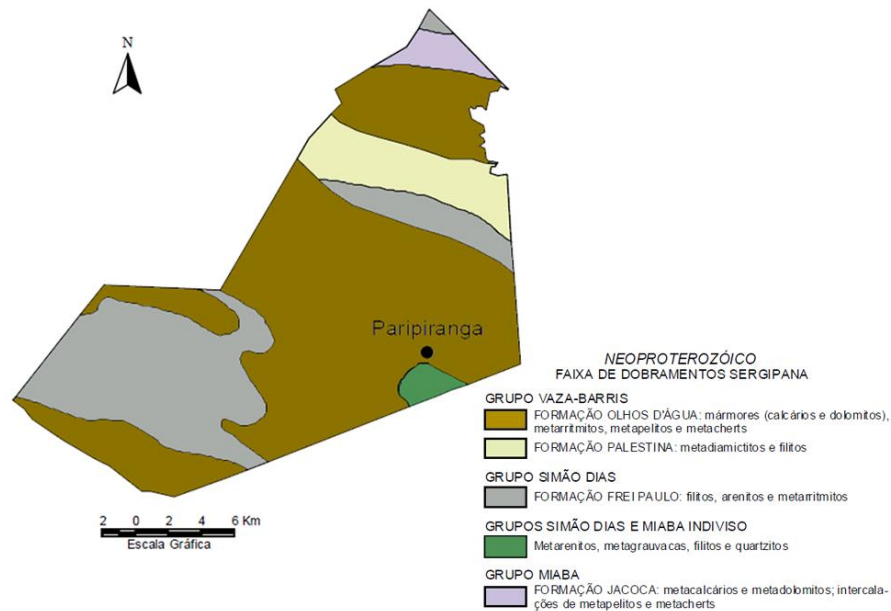
Fonte: o autor

São registradas 82 cavidades naturais subterrâneas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, disponível na página de internet do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV (CECAV, 2017), 120 identificadas pelo Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia – GMSE, que atua explorando as cavidades naturais no município, e 72 registradas na Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE). Com isso o município de Paripiranga alcança a quarta posição dentre os municípios com maior número de cavidades naturais no Estado da Bahia.

As cavidades encontradas no município estão inseridas em rochas carbonáticas da formação Olhos D'água, sendo seccionadas por zonas de cisalhamento transpressionais (PEREIRA et al. 2017). Segundo Silva Filho et al. (1977) a Formação Olhos D'água é composta por rochas neoproterozoicas da Faixa de Dobramento Sergipana, constituída por metassedimentos calcários incluído no Grupo Vaza Barris (Figura 4). Os trabalhos de Silva Filho et al. (1977), Sial et al. (2010), Uhlein et al. (2011a; 2011b), trazem detalhes a respeito das unidades estratigráficas do Grupo Vaza-Barris, com base nas características litológicas de cada formação foi inferido os seguintes sistemas deposicionais, Formação Frei Paulo-Ribeirópolis: marinho raso; Formação Olhos D'água: plataforma carbonática; Formação Capitão Palestina: leque submarino com influência glacial. Seguindo a classificação sugerida pelos autores, a área de estudo estaria ligada diretamente a uma região de plataforma

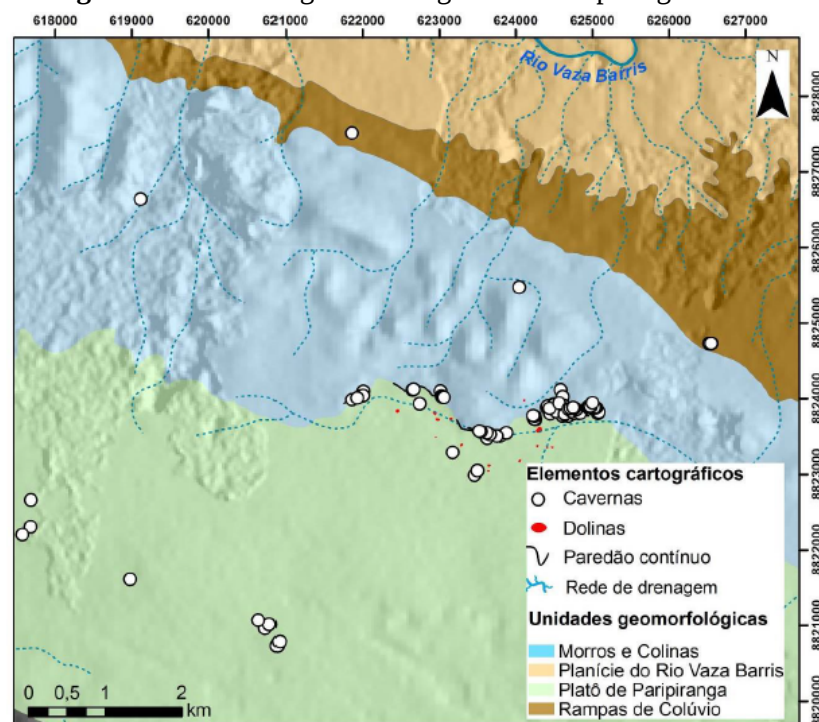
carbonática. Para a região de Paripiranga são definidas quatro unidades geomorfológicas, o Platô de Paripiranga, Morros e Colinas, Rampa de Colúvios e Planície do rio Vaza Barris (Figura 5).

Figura 4 - Esboço geológico. As rochas Neoproterozóicas da Faixa de Dobramentos Sergipana, compõem a geologia do município.



Fonte: Adaptado de Vieira et al. (2005).

Figura 5 - Unidades geomorfológicas de Paripiranga.



Fonte: Pereira et al. (2017).

A área de estudo é uma caverna em rocha calcária da Formação Olhos D'Água, denominada como Caverna das Borboletas (UTM 24L 624418E, 8823896N), situada em uma feição de dolina de abatimento, uma feição exocárstica comum em regiões de relevo cárstico por todo o mundo. Sua litologia é composta por calcário calcítico com camadas silicosas, com ocorrências de cherte e concentrações ferruginosas (PEREIRA et al., 2017).

A entrada principal da caverna possui uma forma de abismo. Do ponto de entrada até o primeiro patamar, tem medida de aproximadamente 10,80 m, do patamar para o piso apresentam mais 6 metros em desenvolvimento negativo. Foram obtidos outros dados topográficos: 120,75 m de soma total de desenvolvimento linear, área de 122,0 m², 739,20 m³ de volume, 46,30 m de projeção horizontal e 13,85 m de desnível positivo, as medidas retiradas são semelhantes às de Pereira et al. (2017) (Figura 6), e com cota de 430 metros. Até o presente momento, não há estudos publicados abordando os fósseis da Caverna das Borboletas, sendo este estudo uma contribuição inédita para a taxonomia e aspectos tafonômicos das espécies da megafauna pleistocênica que habitou a região, onde hoje está situado o município de Paripiranga, Bahia, nordeste do Brasil.

Os resultados da dissertação são compostos por dois artigos:

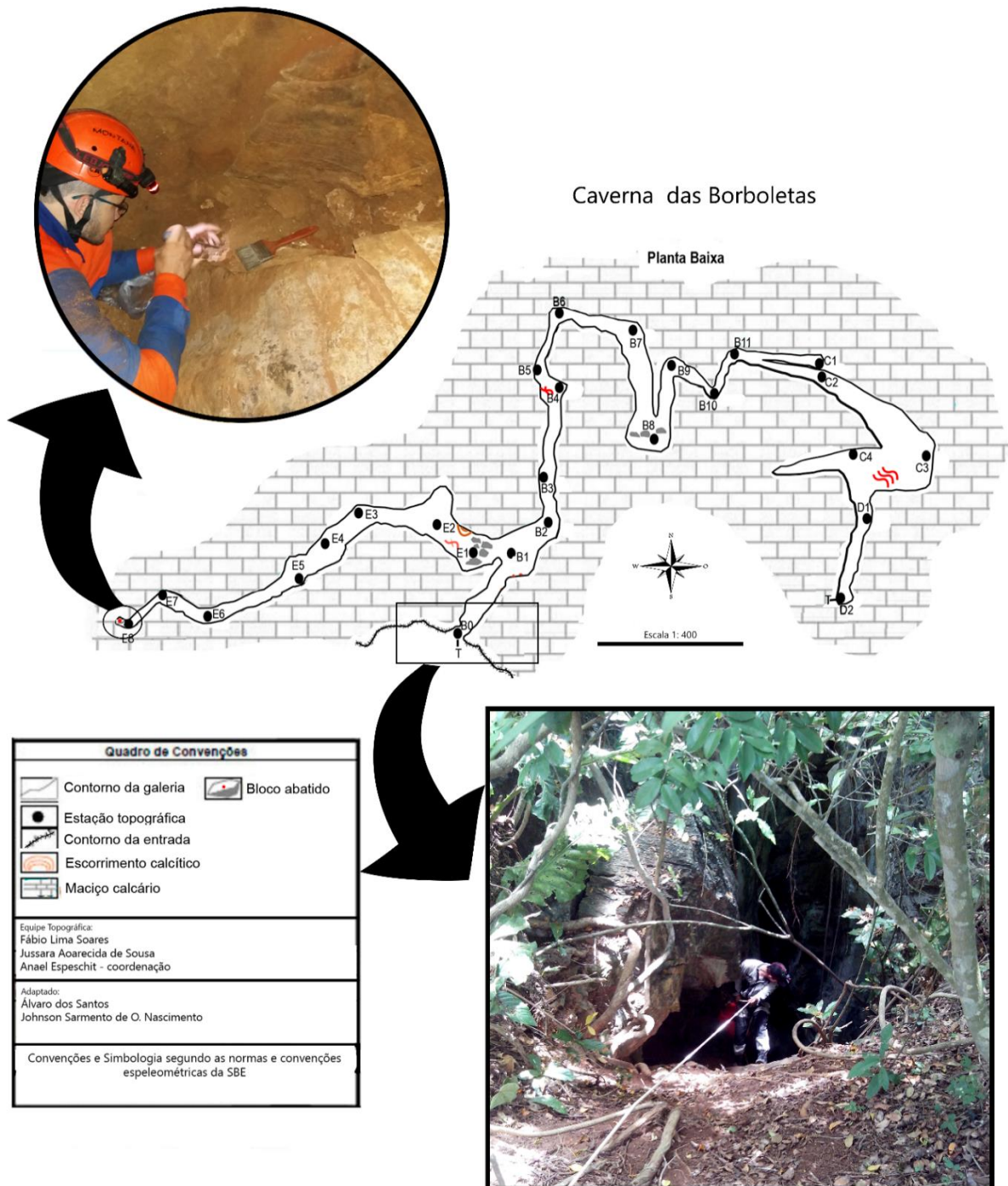
Artigo I: “Taxonomy and Paleoenvironmental Inferences from Fossil Vertebrates of the Paripiranga Borboletas Cave, Northeastern Bahia, Brazil” – Este capítulo trata do diagnóstico das espécies de fósseis passíveis de identificação e descrição anatômica, encontradas na Caverna das Borboletas, ampliando os conhecimentos sobre a fauna que habitava a região do nordeste da Bahia durante o Pleistoceno-Holoceno.

Este artigo está formatado de acordo com as normas do periódico **Quaternary International**, ao qual foi submetido.

Artigo II: “Aspectos tafonômicos e paleoambientais de fósseis de mamíferos do quaternário da Caverna das Borboletas, Bahia, Nordeste do Brasil ” - Este artigo visa elaborar um modelo tafonômico para a Caverna das Borboletas, através da análise das principais feições bioestratinômicas e diagenéticas deste ambiente, além de citar a ocorrência de mais táxons do pleistoceno-holoceno pertencentes a Tapiridae, Tayassuidae, Glyptodontidae e Testudines.

Este capítulo está formatado de acordo com as normas do periódico **Revista Brasileira de Paleontologia**, ao qual foi submetido.

Figura 6 - Topografia da Caverna das Borboletas. Retângulo – entrada da caverna; Círculo – área onde concentrou-se a escavação, com uma possível entrada entupida por sedimentos e rochas.



Fonte: Adaptado da topografia realizada por Fábio Lim Soares, Jussara Aparecida de Sousa e Anael Espescht (2017) – Local: Corredor Vermelho.

2 OBJETIVOS

Segue os objetivos deste trabalho:

2.1 Objetivo Geral: Realizar os primeiros estudos paleontológicos na Caverna das Borboletas, localizada no município de Paripiranga, Bahia.

2.2 Objetivos Específicos:

- Realizar escavações sistemáticas com controle estratigráfico;
- Diagnosticar e salvar os espécimes coletados;
- Realizar a taxonomia da fauna encontrada e com base nela, tecer inferências paleoambientais;
- Identificar as principais feições tafonômicas (bioestratinômicas, diagenéticas) do sítio fossilífero;
- Elaborar um modelo tafonômico para a Caverna das Borboletas

3 RESULTADOS

Segue os resultados e suas devidas metodologias de cada etapa de trabalho:

3.1 Taxonomy and Paleoenvironmental Inferences from Fossil Vertebrates of the Paripiranga Borboletas Cave, Northeastern Bahia, Brazil

ABSTRACT

The fossil mammals that lived on the Brazilian Intertropical Region during the Quaternary are found in different types of deposits (e.g. natural tanks, ponds, caves, rockshelter and riverbeds) throughout the Brazilian territory. Located on northeastern Brazil, the state of Bahia stands out for presenting large and important caves, places recognized by the natural deposition of sediments and fossils. The study aims to identify the fauna found in the Borboletas Cave, and to realize the first paleoecological inferences for the environment during the late Pleistocene-Holocene. It is the first record of *Palaeolama major*, *Hippidion* sp. and *Smilodon populator* in Paripiranga, Bahia. *Coendou* sp., *Mazama gouazoubira* and *Toxodontidae incertae sedis*, already known to the region, were also collected and identified. Based on the chronological and geographical distribution of the taxa is suggested that the faunal content found lived during the Late Pleistocene – Holocene. The presence of the taxa found indicates a open paleoenvironment, similar to a savanna, with areas covered with grasses associated to areas with forest cover. This study demonstrates that the Borboletas Cave is the richest paleontological sitte carrying of mammals inform this region.

Keywords: Mammalia, Megafauna, Quaternary, South America, Undeground Cavities

RESUMO

Os fósseis de mamíferos que viveram na Região Intertropical Brasileira durante o Quaternário são encontrados em diferentes tipos de depósitos (e.g. tanques naturais, ambiente lacustres, leitos fluviais, abrigos-sob-rocha e espélicos) por todo o território brasileiro. Localizado no nordeste do Brasil, o estado da Bahia se destaca por apresentar grandes e importantes cavernas, locais reconhecidos pela deposição natural de sedimentos e fósseis. O estudo buscou levantar e identificar a fauna pretérita encontrada na Caverna das Borboletas, realizando por fim as

primeiras inferências Paleoecológicas para o ambiente durante o Pleistoceno-Holoceno. Registra-se a primeira ocorrência de *Palaeolama major*, *Hippidion* sp. e *Smilodon populator* em Paripiranga, Bahia. *Coendou* sp., *Mazama gouazoubira* e *Toxodontidae incertae sedis*, constituem táxons já conhecidos para a região, mas também foram coletados e identificados. Com base na distribuição cronológica e geográfica dos táxons reconhecidos é sugerido que a fauna encontrada viveu durante o Pleistoceno Final - Holoceno. A presença dos táxons encontrados indica um paleoambiente aberto semelhante a uma savana com áreas recobertas de gramíneas associadas a áreas de coberturas florestais. Esse estudo configura a Caverna das Borboletas como a mais rica em biodiversidade paleontológica de vertebrados mamíferos encontrado na região.

Palavras-chave: Mamíferos, Megafauna, Quaternário, América do Sul, Cavidades Subterrâneas

INTRODUCTION

Quaternary mammal fossil records are reported in different types of deposits (e.g. tanks, ponds, caves, rockshelter, and riverbeds) throughout the Brazilian territory (Ribeiro and Carvalho, 2009; Scherer and Rosa, 2003; Bergqvist and Almeida, 2004; Dantas et al., 2005; Asakura et al., 2017; Oliveira et al., 2017). Among the Northeastern states, Bahia is notable for presenting large and important areas of the Karstic region (Auler and Smart, 1999), which provides the emergence and formation of natural cavities, strategic sites for deposition of sediments and mainly fossils (Piló et al., 2004; Hubbe et al., 2011; Vasconcelos et al., 2015; Lima, 2017).

The caves hold important information about the megafauna scenario in the Quaternary for much of the Brazilian territory, providing an exceptional environment for the preservation of skeletal remains (Cartelle and Lessa, 1988; Cartelle and Hartwig, 1996; Czaplewski and Cartelle, 1998; Cartelle et al., 2008; Oliveira et al., 2013).

There are registered 82 natural underground cavities in the Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, available on the website of Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV (CECAV, 2017), 120 identified by the Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia – GMSE, in which act exploring the natural cavities at the municipality of Paripiranga, and 72 registered on the *Sociedade Brasileira de Espeleologia*

(SBE). With this, the municipality of Paripiranga reaches the fourth position among the municipalities with more number of natural cavities at the state of Bahia.

The studies carried out at the natural cavities of Paripiranga, in general, deal with occurrence and distribution of species, and little is known about the paleofauna of this region. Silva et al. (2012) registered the occurrence of *Tayassu tajacu* (Linnaeus, 1758); Dantas (2005) reports on the occurrence of the ground sloth *Catonyx cuvieri* and, posteriorly, registered the subfamilies Scelidotheriinae and Toxodontinae (Dantas et al., 2008). Donato *et al.* (2008) relates the occurrence of bat fossils in the area. Lima (2017), carried out the only study addressing taphonomy of vertebrates in a cave of the region, with material dating to the Holocene.

The municipality of Paripiranga is located in a region rich on limestone, thus arousing the interest of the mineral industry for limestone extraction and subsequent manufacture of cement and derivative products, thus, putting at risk the speleological and paleontological heritage of the region. Among the diverse natural underground cavities located at the municipality, the choice of the Borboletas Cave as field of the studies was driven because the same is classified as one of the largest in linear development of the region, and by the presence of fossils inside.

The aim of this study is to describe the fossils from the Borboletas Cave, also aims the realization of the first paleoecological inferences to this environment during the Pleistocene-Holocene in the region.

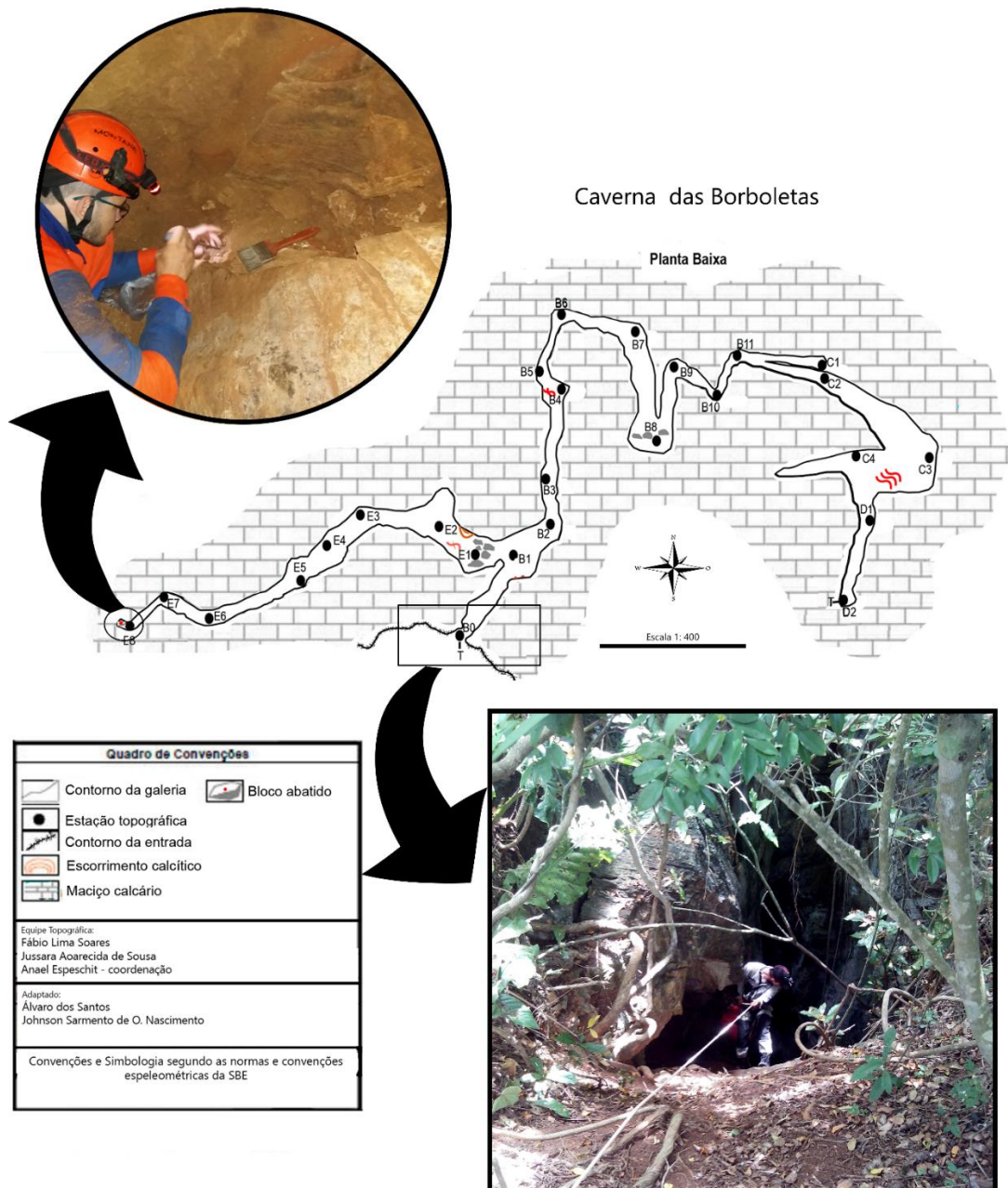
MATERIAL AND METHODS

The material was collected after prospections carried out between 2015 and 2017, by researchers from Laboratório de Paleontologia of Universidade Federal de Pernambuco (PALEOLAB-UFPE) and from Setor de Paleontologia of Museu de História Natural of Universidade Federal de Alagoas (SP-MHN-UFAL), having the operational support from *Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia* (GMSE). All material was deposited in the Paleovertebrates Collection at SP/MNH/UFAL.

In the hypogean zone of the cave were identified the more propitious area to the sediment deposit and fossils, in relation to the points of draining by the rain water (Figure 7). Much of the material described refers to a wall of skylight at the end of corridor from one of two major cave developments (Figure 8). At the campaigns specimens collected were

transported, being wrapped and packaged in bubble wrap and newsprint paper, to avoid material crashes and damage, and tagged with some information (collection date, collectors, and cave area).

Figura 7 - Topography of the Cave of Butterflies. Rectangle - entrance of the cave; Circle - area where the excavation was concentrated, with a possible entrance blocked by sediments and rocks



Fonte: Adapted from the topography performed by Fábio Lim Soares, Jussara Aparecida de Sousa e Anael Espeschit (2017) – Location: Corredor Vermelho.

Figura 8 - Sediment removal around the shot block that was prohibiting the passage to the chimney (left). At the moment the presence of fossils in the wall on the right (right) was verified. Circles and Arrows - fossils between sediment.



Fonte: o autor

For the taxonomic and osteological identification, the classifications proposed by Cartelle (1992, 1999) and Paula Couto (1979) in general, as well Caldara and Leite (2012) for Erethizontidae; Alberdi and Prado (1993), Evander (2004), Prado and Alberdi (2014) and Alberdi and Rosa (2003) for Equidae; Von Den Driesch (1976) and Scherer (2009) for Camelidae and Cervidae; Bond et al. (1995), Ribeiro (2003), Paula Couto (1979) for Toxodontidae and Merriam and Stock (1932), Prieto et al. (2010), Faure and Guérin (2014) for Felidae. For teeth terminology, faces and orientations, Smith and Dodson (2003) and Hershkovitz (1982) were used. Comparisons were made with materials already diagnosed and recorded in the collection of the Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCN-PUCMINAS).

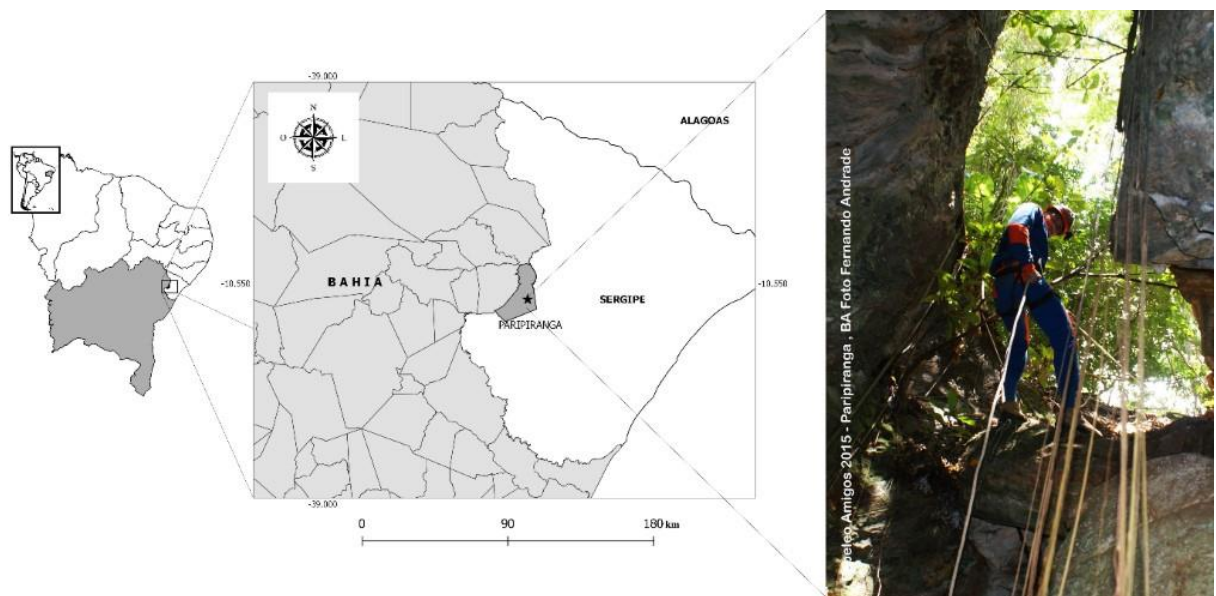
Abbreviations: UFAL, Universidade Federal de Alagoas; SP-MHN-UFAL, Setor de Paleontologia de Museu de História Natural at Universidade Federal de Alagoas; UFPE, Universidade Federal de Pernambuco; PALEOLAB-UFPE, Laboratório de Paleontologia at Universidade Federal de Pernambuco; MCN-PUCMINAS, Museu de Ciências Naturais at Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; GMSE, Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia. M^x, upper molar; M_x, lower molar; P^x, upper premolar; P_x, lower premolar; I^x,

upper incisor; I_x, lower incisor; deciduous teeth receive the letter "d" (e.g. dM^x). "x" corresponds to the number of the tooth correspondent (e.g. M¹, upper first molar). LPL - length of premolar line; LML - length of molar line; LOS - length of the series.

LOCATION, GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL ASPECTS

The municipality of Paripiranga is located at northeastern of Bahia state, bordering Sergipe, being part of the hydrographic basin of Vaza Barris river (Vieira et al., 2005) (Figure 9). The natural underground cavities found at Paripiranga are located on Karstic Region of Canudos Supergroup, constituted by the groups Estância and Vaza Barris (Auler et al. 2001). They are on carbonatic rocks from Olhos D'água Formation, being sectioned by transpressional shear zones (Pereira et al., 2017). According to Silva Filho et al. (1977), Olhos D'água Formation is composed by neoproterozoic rocks at Sergipe Fold Belt, constituted by metasediments calcareous included in Vaza Barris Group.

Figura 9- Map of the location of the municipality of Paripiranga and entrance Borboletas Cave, Bahia, northeastern Brazil.



Fonte: o autor

Based on lithological characteristics of each stratigraphical units of Vaza-Barris Group, different depositional systems are inferred: Frei Paulo-Ribeirópolis Formation - shallow marine; Olhos D'água Formation – carbonatic platform; Capitão Palestina Formation – submarine fan with glacial influence (Silva Filho et al., 1997; Sial et al., 2010; Uhlein et al., 2011a; 2011b).

According to Pereira et al. (2017), are defined for the region four geomorphological units: Platô de Paripiranga, Morros e Colinas, Rampa de Colúvios and Planície do Rio Vaza Barris.

The natural underground cavity studied and named like Borboletas Cave (UTM 24L 624418E, 8823896N), is a cave in calcareous rock sited in a slightly conical hill, located on Olhos D'água Formation – carbonatic platform and on the geomorphological unit “Morros e Colinas”. This unit is characterized by wavy surfaces constituted by hills with concave slopes with convex contour, maximum altitude of until 430 m and carbonatic phyllite (with color variation of ocher, greenish gray or purplish), constituting their substrate, and there is still a possibility of contact with gray meta-calcareous (Pereira et al., 2017).

The lithology of the Borboletas Cave is composed by calcitic calcareous with silica layers, with appearance of chert and ferruginous concentrations. The entrance of the cave has an abyss shape, measuring about 10.80 m, with a total sum of linear development of 120.75 m, area of 122.0 m², 739.20 m³ of volume, 46.30 m of horizontal projection and 13.85 m of positive slope. The measures taken are similar to those Pereira et al. (2017).

From the georeferencing data of caves disponibilized by CECAV and based on the study carried out by Pereira et al. (2017), in this domain is registered the largest number of caves in the region.

RESULTS

Specimens of vertebrates and invertebrates (fossils and contemporaneous). For invertebrates, it was found gastropods contemporaneous and, for vertebrates, cranial elements (isolated teeth and teeth inserted on the mandible) and post-cranial (e.g. long bones such as femurs, humerus, radius; short bones such as osteoderms, vertebrae, phalanges, carpal elements...). The material collected belongs to the class of mammals and “reptiles” and birds, being animals of small and mega sized.

In the deeper region, in which the excavations were concentrated, three different types of gastropods were found: *Subulina* sp. (Subulinidae), *Happia* sp. (Systrophiiidae) and *Achatina fulica* (Achatinidae); and for vertebrates, animals included in the following families: Erethizontidae, Equidae, Toxodontidae, Camelidae, Cervidae, Felidae. We still registered the occurrence of Tayassuidae, Testudine, Glyptodontidae, Xenarthra and Tapiridae, which but are not herein studied.

Systematic Paleontology

Order RODENTIA Bowdich, 1821
 Suborder HYSTRICOMORPHA Brandt, 1855
 Infraorder HYSTRICOGNATHI Brandt, 1855
 Family ERETHIZONTIDAE Bonaparte, 1845
 Subfamily ERETHIZONTINAE
 Genus *Coendou* Lacépède, 1799

Material: 1636-V, P₄ molariform.

Description: The specimen 1636-V is an isolated molariform, showing a crown with little wear (Figure 10 A). This exemplar presents the paraflex and mesoflex arranged transversely in relation to anteroposterior axis of the skull, with hypoflex joining to the mesoflex and positioning obliquely to the skull, both the posterolophe and anterolophe are very evident.

Chronological and Geographical Distribution: The genus *Coendou* has chronostratigraphic distribution from early Pleistocene until the present time. Occurring through Central America to the subtropical region of South America (Woods and Kilpatrick, 2005; Voss, 2011).

Remarks: This teeth morphology agrees well with that of *Coendou* described by Caldara and Leite (2012), as well in Cartelle (2012), Feijó and Langguth (2013), Kerber et al. (2016) and Buchmann et al. (2017). It was not possible to infer the ontogenetic phasis, since for this identification are observed the teeth eruption of maxilla, the skull sutures and maturation of hairs, techniques used by Voss and Angermann (1997) and posteriorly by Caldara and Leite (2012) to analyse the morphological divergence between the clades of these groups.

The rodents of this family are known as hedgehogs or porcupine of the New World. Actually, three genera on this family, being two monotypical *Erethizon* F. Cuvier, 1823 and *Chaetomys* Gray, 1843 and the politypical *Coendou* with 15 species (Voss, 2011), considering the description of a new species by Feijó and Langguth (2013) and Mendes Pontes et al. (2013) are considered.

Order PERISSODACTYLA Owen, 1848

Family EQUIDAE Gray, 1821

Subfamily EQUINAE Gray, 1821

Genus *Hippidion* Owen, 1869

Hippidion sp.

Material: 1630-V; 1649-V, dI; 1653-V; 1671-V, left P₂; 1654-V, right P₂; 1645-V, right P₃; 1646-V, 1648-V, left P₃; 1647-V, fourth P₄; 1629-V, premolar fragment; 1644-V, right P⁴; 1672-V, right P³.

Description: the specimens 1630-V e 1649-V - The teeth show strangulation line on their middle third, very narrow and rounded, characteristic of the young ontogenetic phase. The lip region of the occlusal board presents higher than the lingual region, dividing the enamel coating the tooth into two parts, the internal or central and the external or peripheral (Figure 10 I-K).

P₂ (1653-V) and P₂ (1671-V) in occlusal view, show four main cusps. Comparing the specimens (1653-V and 1671-V) in palatal view, it is possible to notice that in 1653-V, the styles and cusps are evidenced by the absence of cement, showing the dentin, and that in 1671-V the cusps and styles are lined with cement. The specimen 1654-V presents the posterior portion of the external wall of the talonid fragmented, being present just the entoconid. In palatal view (1654-V) the cusps and styles shows exposed dentine.

The specimens 1645-V and 1646-V show at the anterior portion of parastilid, it is noticed a reentrancy, in which the P₂ is fitted, forming the series P₂₋₃ (1654-V --- 1645-V, right series and 1671-V ---1646-V, left series) (Figure 10 E-H). The protoconid and the hypoconid do not suffered wear, showing a V-shape, the main cusp metaconid is the more prominent in both specimens. The 1645-V has at its base remains of the dentary.

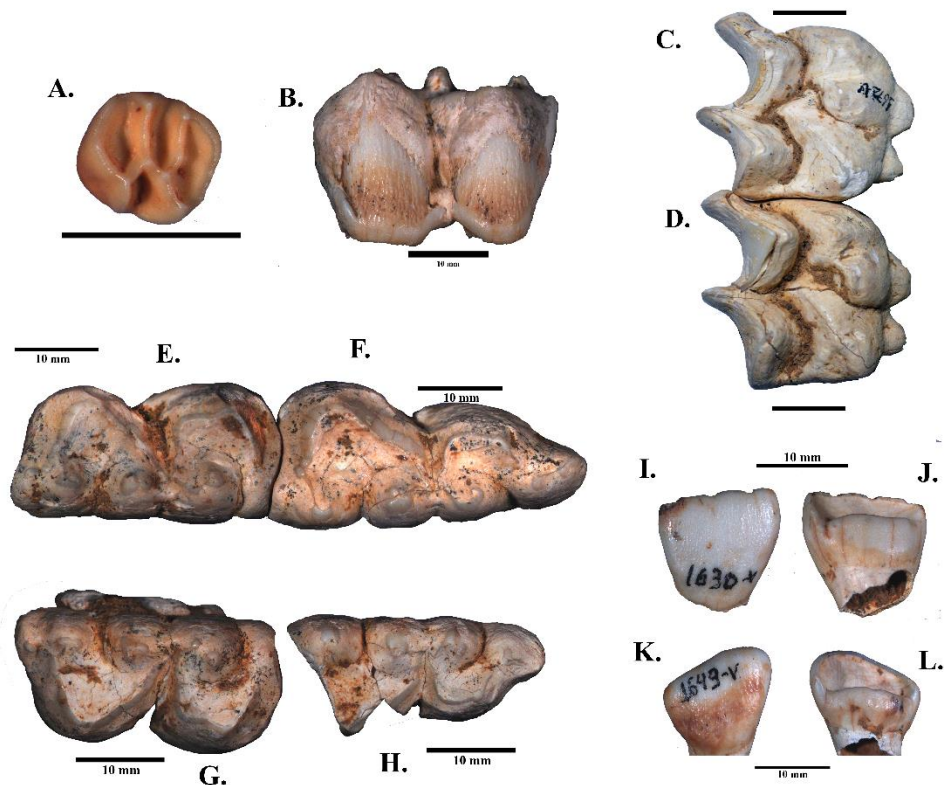
The specimens 1648-V, 1647-V and 1653-V, when analyzed in the vestibular view, it is observed remains of cement, highlighting their cusps and styles, as well as small grooves oriented vertically to the crown (Figure 10 B). It is possible to identify their four main cusps (protoconid, metaconid, hypoconid e entoconid), such as metastylid and parastylid reduced. Due the wear of cement and the exposition of styles and dentin, it is possible to see, in the specimen 1648-V, a posterior accessory style to the entoconid, which would be entostilid. The

specimen 1629-V is a piece of a lower right premolar, and seen only the cusps of the trigonid, the more posterior portion, where the talonid would be, is obliterated.

The 1644-V and 1672-V ts (Figure 10 C-D) show a mid-axis of teeth row oval protocone and hypocone, arranged obliquely in relation to the palate. The cusps present labial-lingual depression between the paracone and protocone, and between metacone and hypocone. The parastyle and the mesostyle are well developed labially, since the metastyle does not have the same labial projection. In labial view it is possible to notice the presence of cement and enamel, however, in palatal view, just is visible the cement. The upper premolar teeth found are of the same dental series. An observed detail was the presence of a small cusp between the protocone and the hypocone.

Chronological and Geographical Distribution: the genus *Hippidion* has stratigraphic distribution from the late Pliocene to the late Pleistocene (Alberdi and Prado 1992; 1993). Occurs endemically at the South America, having registered in Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Ecuador, Uruguay e Peru (Alberdi et al., 1986; Alberdi and Frassinetti, 2000; Alberdi and Prado, 1992; 1993; Ubilla and Alberdi, 1990). In Brazil, the genus was found in the states of Bahia, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Alagoas (Alberdi et al., 2003; Araújo-Júnior et al., 2017; Guérin, 1991; Paula Couto, 1944; 1953; Pereira et al., 2012; Porpino et al., 2004; Scherer and Rosa, 2003; Nascimento et al., 2018) and Pernambuco (pers.comm. the autor).

Figura 10 - *Coendou* 1636-V, unidentified molariform, **A**; *Hippidion* sp. 1648-V, left lower third premolar, **B**; 1672-V, right upper third premolar, **C**; 1644-V, right upper fourth premolar, **D**; 1646-V, left lower third premolar, **E**; 1671-V, left lower second premolar, **F**; 1645-V, right lower third premolar, **G**; 1654-V, right lower second premolar, **H**; 1630-V; 1649-V, deciduous incisor **I-K**. (**A**, **C-H** in occlusal view; **I** and **L** in labial view; **J** and **K** in lingual view). - scale 10 mm.



Fonte: o autor

Remarks: According Paula Couto (1979), the molar and premolar of horses and ruminants have hypsodont characteristics, having continuous growth until a certain age, where posteriorly their basis tends to close as the age advances, arising weak roots, being able to modify, in turn, their shape from hypsodont to brachiodont.

According to the review of equines from South America, made by Alberdi and Prado (1993), two genus are recognized, *Hippidion* and *Equus*, being *Hippidion* represented by three species: *H. principale* (Lund, 1846), *H. devillei* (Gervais, 1855) and *H. saldiasi* (Roth, 1899). Posteriorly, Alberdi et al. (2003) conducted a new review, now quoting the occurrence of these genera in Brazilian territory, recording only three species: *Equus (Amerhippus) neogaeus* Lund 1840, *Hippidion principale* and *Hippidion devillei*.

The genus *Hippidion* is characterized by nasal retraction at the level of M^2 or behind the M^3 , presenting a narrow nasal bone, with a primitive dentition similar to *Pliohippus*, with the oval protocone a little rounded with more or less developed anterior and posterior groove (Alberdi et al., 2003). The morphological analysis of the dental ones depends on the degree of preservation of the cuspids and probable ontogenetic degree.

The teeth 1654-V, 1645-V, 1646-V and 1671-V exhibit both its external and internal wall, a wall of cement covering all its surface, when observed in occlusal view, the weak presence of dentin in its cusps is noted. The specimens 1644-V and 1672-V present diagnostic characteristics similar to those described in other studies (Alberdi et al., 2003; Porpino et al., 2004; Ubilla and Alberdi, 1990). The dental morphology varies according to the level of wear.

The diagnosis to species level was not possible because they were only isolated dental elements, as soon as no skulls were found, and neither postcranial elements such as metacarpal, metatarsal and phalanges, important components for identification of the species of the genus.

Table 1 - Measurements in millimeters of *Hippidion* sp. upper and lower teeth from Borboletas Cave, following the nomenclature and recommendations of the “*Hipparion* Conference” and Alberdi et al., (2003). Ls: mesio-distal surface length; As: buco-lingual surface width; HPrd: protoconid height; HHd: hypoconid height; HMd: metaconid height.

Lower teeth	Specimen Number	Ls	As	HPrd	HHd	HMd
P2 left	1653 - V	34,50	14,68	16,93	16,36	16,68
P2 right	1654 - V	—	13,58	17,22	—	12,71
P2 left	1671 - V	34,92	16,23	17,31	17,03	13,29
P3 right	1645 - V	30,86	16,44	22,90	20,46	22,53 (root frag.)
P3 left	1646 - V	30,84	16,39	21,78	19,24	17,45
P4 left	1647 - V	32,61	13,63	26,82	23,97	19,78
P3 left	1648 - V	31,68	14,28	22,00	20,21	16,82
Upper teeth	Specimen Number	Ls	As			
P4 right	1644- V	31,35	25,35			
P3 right	1671-V	29,45	26,25			

Order CETARTIODACTYLA Montgelard, Catzeflis and Douzery, 1997

Suborder TYLOPODA Illiger, 1811

Family CAMELIDAE Gray, 1821

Subfamily CAMELINAE Gray, 1821

Tribe LAMINI Webb, 1965

Genus *Palaeolama* Gervais, 1867

Palaeolama major (Liais, 1872) Hoffstetter, 1952.

Material: 1628-V, right canine; 1621-V; 1622-V; 1677-V, first anterior proximal phalanx; 1640-V, posterior proximal phalanx.

Description: the canine is heavily recurved and of distal concavity showing two edges, where the distal is more advanced than the mesial. In its longitude, the specimen presents a little vestibular inclination from the root (Figure 11 D).

The proximal phalanges, in general, have a cylindrical shape in the body and semicircular at its basis and head. The specimens 1621-V and 1622-V present in the more ventral region of the proximal articular surface, there is a ventro-dorsally depression in which the metapodial fits, this depression is present on all the specimens of phalanges found (Figure 11 A, A'-B, B'). The distal articular surface of phalanx 1621-V shows only part of the lateral and medial of the trochlea, whereas in 1622-V it is totally obliterated.

The anterior and posterior proximal phalanges, respectively 1677-V and 1640-V (Figure 11 C, C'-E, E') are in better state of preservation, presenting their surfaces of articulation: proximal, with the depression for fitting the metapodial keel, and distal with the medial and lateral sides, as well as the complete trochlea itself. They differ in size, with the 1677-V being longer in length if compared to the anterior proximal phalanges.

Chronological and Geographical Distribution: *Palaeolama major* has a stratigraphic distribution between 1.8 million years (Calabrian – early Pleistocene) and 11.700 years (latest Pleistocene). *P. major* Argentina, Uruguay, Ecuador, Peru, Venezuela and Brazil (Cartelle, 1992; Scherer, 2009). In Brazil, the taxon is registered from Rio Grande do Sul to the Northeast - Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe and Bahia (Bergqvist et al., 1997; Cartelle, 1992; Porpino et al., 2004; Silva et al., 2006; Silva, 2008; Ximenes, 2009; França, 2011; Araújo-Júnior et al., 2015).

Remarks: At Northeastern Brazil are found fossils of two species of camel: *Palaeolama major* and *Lama guanicoe* (Muller, 1776) (Cartelle, 1999; França, 2011). The material of Lamini more abundant and complete, found in caves at northeastern, are registered on the states of Bahia and Piauí, as the deposits in the "Toca dos Ossos" in the municipality of Ourolândia, and in the "Toca da Boa Vista" in the municipality of Campo Formoso, both belonging to Bahia (Cartelle, 1992). In the material analyzed by Cartelle (1992) from the "Toca dos Ossos" it was possible to observe the incrustation of calcium carbonate in some specimens, a fact also observed in the material of the Borboletas Cave.

Figura 11 - *Palaeolama major*, 1621-V; 1622-V; 1677-V, first anterior proximal phalanx, **A-C'**; 1628-V, left canine, **D**; 1640-V, posterior proximal phalanx, **E-E'**. **A, B, C** and **E** in dorsal view; **A', B', C'** and **E'** in plantar view; **D** in bucal view. - scale for phalanges 3 cm. **D** – scale 10 mm.



Fonte: o autor

According to Cartelle (1992), after comparative analyzes of fossil skeletons and current llamas, it was concluded that they resemble very much. However, the previous *Palaelama* were larger animals. Marcolino (2011) identifies factors such as: large size, presence of a third premolar and the presence of a diastema between the canine and the premolar, characters that

aid in the identification of the genus *Palaeolama*. However, as no complete specimens were found (e.g. articulated skeleton or skull with implanted teeth), the identification was based on comparisons with specimens from different collections of research institutions.

Family CERVIDAE Goldfuss 1820
Subfamily CAPREOLINAE Brookes, 1828
Genus *Mazama* Rafinesque, 1817
Mazama gouazoubira (G. Fischer, 1814)

Material: 1676-V, dental series; 1675-V, fourth premolar; 1637-V; 1793-V; 1794-V, third premolar.

Description: the exemplar 1676-V is a left upper dental series (Pm^{2-4} e M^{1-3}) adhered to a fragment of the maxilla (Figure 12 B-C). The tooth row has a slightly curved disposition. In the molariforms it is observed the presence of protocone, paracone, hypocone e metacone, as well as their *ectostyles* - parastyle, mesostyle, metastyle, arranged by ectolophe. In the lingual view there is the presence of *stylocone*, located between the parastyle and the mesostyle. Both the protocone and the paracone exhibit a "V" shape and the metaconule is not preserved in any of the molars.

The premolars are smaller than the molars, cusps, styles and fossas still present. The series presents the following measures, LPL: 23.7 mm; LML: 29.0 mm; LOS: 51.7 mm.

The specimen 1675-V is trilobulated, with little wear and inserted in a mandible fragment (Figure 12 E). In vestibular view are observed, between the lobes, two conulides. The lobes present different sizes where the mesial is smaller that the distal and are characterized by a "V" shape.

The specimens 1637-V, 1793-V and 1794-V do not present evident wear in their cusps and breaks in the roots. Both have a slightly flattened appearance, the distal-mesial face being larger than the vestibular-labial face (Figure 12 D). The reduced size and anatomical characteristics of the 1794-V classifies the tooth as a right lower premolar deciduous (dP_3), which has only one fragment of one of the root branches.

Chronological and Geographical Distribution: is distributed from late Pleistocene until the present time. The *M. gouazoubira* has distribution from southern Mexico to northern Argentina. In Brazil inhabits all biomes (Rossi, 2000; Rincón, 2016; Black-Décima et al., 2010; Duarte et al., 2012a; 2012b).

Remarks: are recognized five species of *Mazama* in Brasil: *M. gouazoubira* Fisher, 1814. *M. nana* Hensel, 1872. *M. nemorivaga* Cuvier, 1817. *M. americana* Erxleben, 1777 (Rincón, 2016; Black-Décima et al., 2010). Take in account the *Mazama* species occurring in Brazil, *M. gouazoubira* is the one with the most common record in the northeast (Duarte, 2012a).

Rossi (2000) analyzed specimens of the genus deposited in Brazilian public and private collections, observing external aspects (coat and color), morphological and morphometric cranial characters, later concluding that *Mazama gouazoubira* have variation in size, being larger in the south and smaller in the northeast. According to Duarte (1996; 1998), *Mazama americana* (30 ~ 40 kg) is a larger-sized species than *M. gouazoubira*. (11 ~ 25 kg).

After comparing the specimens analyzed with those studied by Oliveira et al. (2014) and Buchmann et al. (2017), we can infer that the specimens herein studied refer to juveniles of *Mazama gouazoubira*.

Order NOTOUNGULATA Roth, 1903
Suborder TOXODONTIA Owen, 1853
Subfamily TOXODONTINAE Trouessart, 1898
Family TOXODONTIDAE Owen, 1845

Material: 1651-V, tooth fragment.

Description: the specimen 1651-V is an incisor tooth. It is possible to observe the presence of enamel bandages on your labial face, but on its lingual surface there is no enamel. The tooth is lip-lingually flattened and has a small anteroposterior curvature (Figure 12 A).

Chronological and Geographical Distribution: the genus has a wide chronostratigraphic distribution, ranging from the late Pliocene until the early Holocene (Bond et al., 1995), distributing from the north of Venezuela to the south of the Province of Buenos Aires, Argentina (Deschamps, 2005; Zurita et al., 2004; Zurita et al., 2007; Zurita et al., 2009). In Brazil was recorded in several states: Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais,

Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte and Rondônia (Mendonça, 2007; Silva 2008).

Remarks: The representatives of the family Toxodontidae are characterized by presenting short, massive skull and short rostrum, with auditory meatus located very elevated (Ribeiro, 2003; Braunn, 2011). The genera of the family are distinguished by variations of the characteristics of skull, dentary and teeth (Nasif et al., 2000; Bond et al., 2006).

Currently are registered for the Brazilian Intertropical Region (BIR), two genera *Toxodon* and *Piauhitherium* (Guérin and Faure, 2013). Unfortunately, the collected specimen is incomplete, thus making specific identification impracticable.

Order CARNIVORA Bowdich, 1821

Suborder FELIFORMIA Kretzoi, 1945

Family FELIDAE Gray, 1821

Subfamily MACHAIRODONTINAE Gill, 1872

Genus *Smilodon* Lund, 1842

Smilodon populator Lund, 1842

Material: 1631-V, fragment of molariform M₁; 1673-V, right P³; 1643-V, right I³; 1741-V, fragment of phalanx.

Description: the specimen 1631-V is correspondent to a fragment of the mesial portion of lower first molar, which present shear blade with basal cusps and it is naturally unprovided of metaconid and tanolid (Figure 12 H). The Pm³ has a *cingulum* slightly narrow over the labial and lingual faces of the crown; reduced parastyle and is located at the lingual edge; big paracone (the main cusp), slightly conical, presenting crests on the mesial and distal margins; metacone located on the central surface of the crown and more developed that the parastyle; fragments of maxila adhered to the roots; and little slot were observed on the crown of Pm³ as well as a fracture in the distal-lingual portion (Figure 12 F).

The specimen 1643-V has a little fracture in the main cusp that is very elongated, oval section, lateral section slightly compressed and is curved on your distal border. Little slots in the enamel are observed on the cusp; on their medial face a groove is present. The tooth size

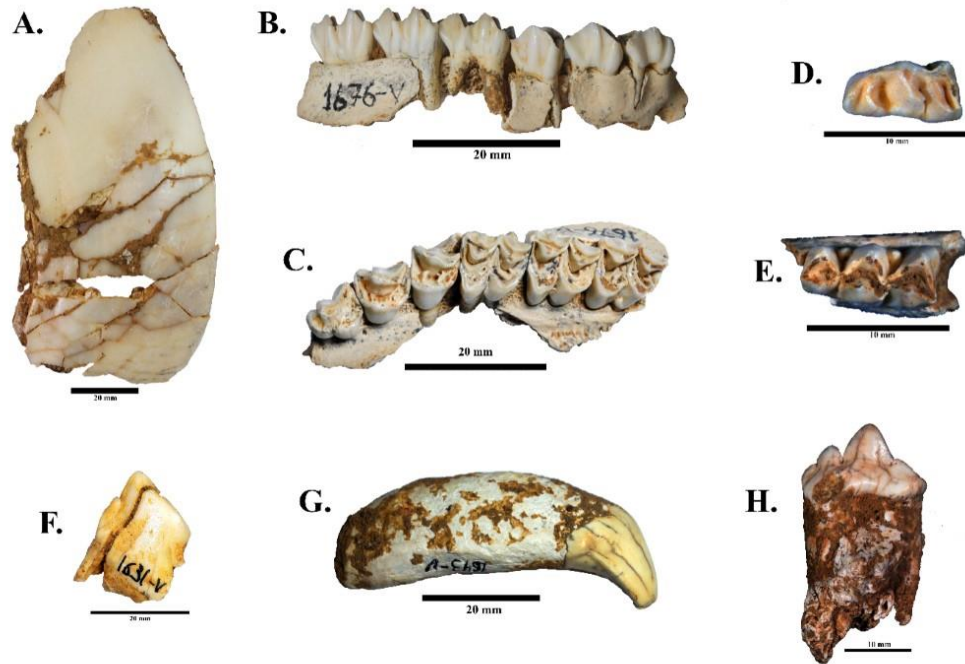
and the presence of a big root on the I^3 is characteristic of the genus *Smilodon* (Merriam and Stock, 1932) (Figure 12 G). The specimen 1741-V is a fragment of the distal portion of intermediate phalanx, region of fit of the articulation.

Chronological and Geographical Distribution: the species are chronologically distributed since the Upper Pliocene until the Upper Pleistocene. *Smilodon populator* has distribution on Argentina (Bocherens et al., 2016), Chile (Prieto et al., 2010), Brazil (Castro and Langer, 2008), Venezuela, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Ecuador (Berta, 1985; Rincón, 2006) and Peru (Shockey et al., 2009). In Brazil, the feline fossils are registered on Pleistocene-Holocene, found in the states of Minas Gerais, Paraíba, Ceará, Goiás, Bahia, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte, Piauí, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, São Paulo and Mato Grosso do Sul (Oliveira et al., 2017; Castro and Langer, 2008; Ghilardi et al., 2011; Silva, 2008).

Remarks: the dental formula of *Smilodon* is 3/3-2 incisors, 1/1 canine, 2/2-1 premolar, 1/1 molar (Paula Couto, 1979). Robust incisors; the long upper canine, similar to a saber, which gives the name of “*saber-toothed*”; the upper third premolar has reduced size if compared with the upper carnassial; the upper fourth premolar can have the protocone present or absent, presenting prostyle usually present in front of the parastyle; lower canine incisiform; the lower third premolar absent or vestigial when presented; the upper fourth premolar and first molar with backward tilt to crowns; are some of the diagnostic characteristics of the genus (Merriam and Stock, 1932). The upper incisor found is similar to the studied by Prieto et al. (2010).

Initially, *Smilodon populator* Lund, 1842 had two subspecies, *S. populator populator*, corresponding to South America, and *S. populator californicus* to North America (Paula Couto, 1979). *Smilodon populator* was recognized like the only saber-tooth tiger of South America (Berta, 1985), however, recent studies show new records of *Smilodon* (e.g. *Smilodon gracilis* Cope, 1888, at Venezuela) and new species of Machairodontinae (*Homotherium venezuelensis* Rincón, Prevosti & Parra, 2011) (Rincón et al., 2011).

Figura 12 - Toxodontidae *incertae sedis*, 1651-V, tooth fragment, **A**; *Mazama gouazoubira*, 1676-V, left upper dental series (Pm²⁻⁴ and M¹⁻³) **B-C**; 1637-V, right lower third premolar, **D**; 1675-V, right lower fourth premolar, **E**; *Smilodon populator*, 1631-V, fragment of lower first molar, **F**; 1643-V, right upper third incisor, **G**; 1673-V, right upper third premolar, **H** - in lingual view. **A, B, F, G** in labial view; **C, D** and **E** in occlusal view **D, E** and **H**- scale 10 mm. **A, B, C, F** and **G** – scale 20mm.



Fonte: o autor

Inside the family Felidae and subfamily Machairodontinae, the saber-tooth tiger is one of the more recognized. Through biometric distinctions and morphological attributes, in this study, we recognized three species of *Smilodon* (*S. populator* Lund, 1842, *S. gracilis* Cope, 1888, *S. fatalis* Leidy, 1868,) and one of *Homotherium* (*H. venezuelensis*) (Castro and Langer, 2008; Rincón et al., 2011). We follow Paula Couto, 1979 and Berta, 1985 that refers *Smilodon populator* like the Brazilian saber-tooth tiger.

DISCUSSION

Paleozoogeographic, Paleoecological and Paleoenvironmental Aspect

The recorded fauna of the present territory of the city of Paripiranga exhibits similarity with the faunistic variety of vertebrates found in the Brazilian Intertropical Region (BIR) during the Pleistocene-Holocene span (Cartelle, 1992; 1999; Dantas, 2012; Xavier, 2012).

In the studied cave were found in association representatives of the taxa *Coendou* sp., *Mazama gouazoubira*, *Palaeolama major*, *Toxodontidae incertae sedis*, *Hippidion* sp. and *Smilodon populator*. The paleomastofauna variety found in the Borboletas Cave configures, so far, as the natural deposit richest in mammal diversity that inhabited the region Pripiranga, Bahia during the Quaternary.

The average weight of each representative of the fauna found is generally higher than 200 kg. The taxa *Hippidion* sp., *Smilodon populator*, *Toxodontidae incertae sedis* and *Palaeolama major*, were animals that could weigh about 400 kg (*Hippidion* sp. and *Smilodon populator*) or more, in the case of *Toxodontidae*, weighing more than 1000 kg and *Palaeolama major*, weighing about 1000 kg (Fariña, 1997). Information such as the chronostratigraphic distribution and estimated body mass of the members of the above referred fauna, corroborate the hypothesis that some fossils found are animals representing the Pleistocene megafauna living in the Quaternary.

The studies by Paula Couto (1979) and Cartelle (1992; 1999), the first dealing with the biomechanics of the masticatory apparatus, served as the starting point for the realization of the first paleoenvironmental inferences. With the advancement of technology, the use of geochemical tools becomes more and more present. One of the innovative techniques is the analysis of stable isotopes (Dantas et al., 2017a; Dantas et al., 2017b; França et al., 2015) which contributes to palaeontological reconstructions, as well as paleoecological and paleoclimatic reconstructions of the BIR.

The genera *Coendou* and *Mazama* still have living representatives (Einsenberg e Redford, 1999). The presence of *Coendou* on the region suggests a environment with trees and leaves and with more humid weather, feeding on fruit seeds, coconuts, bark of trees and probably leaves, and is a natural prey of felines (Einsenberg and Redford, 1999; Buchmann et al., 2017). While *Mazama* adapts to the habitat, being found in tropical forests of plains and savannas (Einsenberg and Redford, 1999), are commonly known as solitary animals. Rossi (2000) defends that there are no subspecies of *M. gouazoubira*, but there are variations in coat color, being clear in more open regions, such as cerrado and darker, in regions such as forests. According to Duarte (1996; 1998), *M. americana* is a species which inhabits regions of dense rainforest, while *M. gouazoubira* has a smaller size and varied habitat, ranging from dense forest to drier areas such as the Caatinga (Mares, 1985; Neto, 2016).

The taxa *Palaeolama major*, Toxodontidae (*incertae sedis*), *Hippidion* sp. and *Smilodon populator* are characteristic animals of the Brazilian Intertropical Region and that lived during the Pleistocene (Cartelle, 1992; Dantas, 2012). In addition to the techniques mentioned above, some authors have used other tools such as: biogeographic distribution patterns, climatic data and chronological data for the realization of paleoenvironmental inferences of Camelidae in South America, especially for BIR (Rocha-dos-Santos et al., 2017).

According to Cartelle (1994), *Palaeolama major* had similar habits to those of contemporaneous llamas. From the analysis of coprolites attributed to *Palaeolama major*, the species had a *shrubs diet*, with plants of type C3 and inhabited a more open environment, similar to the Cerrado biome (Marcolino, 2011; Marcolino et al., 2012).

Silva (2008) from the study on the paleodiet of herbivorous fossil mammals found in the backlands of the state of Alagoas, (Megaterids, Toxodontids, Mastodonts, Camelids e an unidentified felidae to late Pleistocene/early Holocene), suggested a paleoenvironmental reconstruction, which would be composed of open areas, similar to arboreal savannas, with predominance of shrubs and grasses near bodies of water. According to Scherer (2009; 2012), the species *Palaeolama major* is not restricted to a specific condition, having records in cold and dry environments. Finally, Rocha-dos-Santos et al. (2017) concluded that probably the taxon *Palaeolama major* is related to open environments.

Toxodon was a big size mammal considered for a long time an animal with semi-aquatic characteristics (Paula Couto, 1979). However, based on studies of the functional morphology of the appendicular members of toxodonts, a new hypothesis is proposed, that these animals would be more oriented to an open field related way of life (Shockey, 2001).

MacFadden (2005) presents isotopic data showing that the species has adaptive capacity in its diet and that some toxodonts living in the Pleistocene and Holocene in Brazil had a mixed diet based on vegetation type C3, C4 and CAM, with average of $\delta^{13}\text{C}$ of -8,6‰. The results found by Omena (2015) show that the diet of these animals was composed of plants of type C4 (average of $\delta^{13}\text{C}$ equal to -3,16‰), corroborating the hypothesis that these animals lived in more open environments such as savannas and the current caatinga.

In the most recent study, Dantas et al. (2017a) exhibit isotopic data of toxodonts that inhabited the state of Bahia, for samples from the city of Coronel João de Sá, the isotope analysis indicated a grazing diet, while in the samples of Vitória da Conquista and Ourorândia,

the diet was based on plants of type C3. Finally, Dantas *op cit.* concludes that *Toxodon platensis* had a mixed diet.

The occurrence of Equidae is well recorded in Bahia (Paula Couto, 1953; Cartelle, 1994; Alberdi et al., 2003). For a long time the overlap of ecological niches of the two taxa found in the BIR, *Hippidion* and *Equus*, but recent works points that they showed different diets (Prado and Alberdi, 2017). Alberdi et al. (2003) reports on the adaptation of *Hippidion* to open plains and based their diet on plants poor in siliceous materials (e.g. more arboreal plants). On the other hand, because the genus *Hippidion* having the frontal region of the skull narrower and nostrils separated, attributed the genus to more closed environments (Fariña et al., 2013).

The paleoecological studies based on the biomechanics of the masticatory apparatus performed by Bernardes et al. (2013), indicate that the *Hippidion* exhibited a superior lip developed with prehensile function, allowing an adaptation in the food collection, thus avoiding the niche overlap with *Equus* (*Amerhippus*). However, the results obtained by different authors through isotopic analyzes sometimes counteract the paleoecological inferences obtained only through the biomechanical analysis of the masticatory apparatus of the Equidae (Prado et al., 2011).

In general, the suggested paleoecological inferences for hippidiforms are strengthened by isotopic analyzes. Sánchez et al. (2006) obtained isotopic data from *Hippidion devillei* interpreting that it was fed mainly of plants of type C3 and *Hippidion principale*, that could present mixed feeding habits with predominance of C3 plants or the base exclusively of plants C3. Omena (2015) reports that *Hippidion* sp. and cervids had a mixed diet with predominance of C3 plants in the diet. The mean of the obtained value of $\delta^{13}\text{C}$ to *Hippidion* sp. was 8,67‰, with participation of plants C4 between 24% and 41%, corroborating with the found in the studies by Sánchez et al. (2006) and Prado et al. (2011).

There is only one predator at the top of the food pyramid during the Pleistocene in South America, the *Smilodon populator* (Soibelzon and Prevosti, 2007). According to Prevosti and Vizcaíno (2006), *Smilodon populator* was considered the natural predator of large animals and even capable of attacking animals with body mass between 1000 and 2000 kg (eg sloths, mastodons and toxodonts), and can live in flocks or isolated in savanna areas.

The previous environment of Bahia in which the animals lived was not the same as that found in the present northeastern, the Caatinga biome predominates today; shrub vegetation with xerophilous plants; and semi-arid climate with high temperature records (Ribeiro and

Carvalho, 2009). Cartelle (1992) believes that the change in the physiognomy of the Cerrado-Caatinga ecosystem was generated due to the increased dry cycle and the decrease of the rainfall cycle, while climatic variations occurred at the end of the Pleistocene.

According to Xavier (2012), paleoenvironmental interpretations of the ecological characteristics of the taxa found in the tank-type fossiliferous outcrop in the city of Jaguarari - Center-West of Bahia, suggest that the faunal association found was related to an environment with predominance of open areas in association with more closed physiognomies (forest edges). Araújo-Júnior et al. (2017) suggests a paleoenvironment based on the occurrence of *Hippidion principale* and specimens of Gomphotheriidae and Glyptodontidae, a more open environment associated with forest cover and a relatively more humid and hot climate during the Late Pleistocene-Holocene to Taperoá region, state of Paraíba.

According to Silva (2008), areas with records of animals that lived during the Pleistocene period (e.g. toxodontids, earthy sloths, paleolamas ...) are generally linked to an environment with the presence of bodies of water. The studies of Omena (2015) based on isotope correlation of $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$, corroborate that these animals obtained water from lakes, lagoons, rivers or puddles, and not from food.

In summary, the paleoenvironmental interpretation proposed by the taxa associated with the megafauna registered here, suggests for the northeast region of Bahia, in which the present city of Paripiranga is located, an open environment, similar to a savanna, with areas covered with grasses associated with forest cover areas (edge of forests), presenting lower temperatures, with the presence of water bodies fed by rains. However, the presence of *Catonyx cuvieri* documented in Paripiranga by Dantas (2005), as well as in the Tacho de Ouro Cave, Tocantins, suggests an arid environment and the presence of *Coendou*, as well as deer, suggest a more humid environment (Corona et al., 2013; Buchmann et al., 2017). In this way, the previous fauna documents moments of climatic and vegetation variations in the region.

The presence of rain during the Pleistocene period probably had a great influence on the karst region of Paripiranga, influencing the genesis of the underground natural cavities present, considering the current size of the Borboletas Cave.

CONCLUSION

In the natural underground cavity studied, cranial and postcranial elements corresponding to six taxa were found in association: *Coendou* sp., *Mazama gouazoubira*, *Palaeolama major*, *Toxodon* sp., *Hippidion* sp. and *Smilodon populator*. Recording for the first time the occurrence of *Palaeolama major* (Liais, 1872), *Hippidion* sp. and *Smilodon populator* Lund, 1842.

The deposit presents a monotypic and polyspecific association with high species diversity of the late Pleistocene megafauna, with mammals from small to mega-sized. Until the moment, this study sets the Borboletas Cave like the most rich paleontological biodiversity of mammal vertebrates found on that region.

The faunistic association present in Borboletas Cave has majoritarily herbivorous animals with the presence of a top predator in the food net. The exhumed fauna exhibits similarity with the faunistic variety of vertebrates found in the BIR during the Pleistocene-Holocene time span.

The first paleoenvironmental inferences were made about the Paripiranga region, in the northeast of Bahia, based on fossil representatives collected from the Pleistocene-Holocene. As it is a fauna composed mainly of herbivores with the presence of a carnivore, it allows us an open paleoenvironment similar to a savanna with areas covered with grasses associated with areas of forest cover (forest edge), presenting lower temperatures, with presence of hydric bodies.

Moreover, it was not the intention of the present study to exhaust all means by which paleoenvironmental reconstitution can be considered and validated, thus needing the continuity of the studies in the natural subterranean cavities of northeastern Brazil. However, designing the information proposed here on the subject will lead us to more consolidated corroboration of the paleoenvironment of the northeast of Bahia, Brazil.

Acknowledgments

The authors would like to thank to Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia – Paripiranga, Bahia, by logistic support during campaigns. Also to Fernando Andrade, by partnership and communication, to the employees of the Setor de Geologia e Paleontologia of

the Museu de História Natural of Universidade Federal de Alagoas by the help with the campaigning. To the teacher and researcher Castor Cartelle, by the estimated aid in the identification of some specimens found. To the team of Laboratório de Paleontologia of Universidade Federal de Pernambuco – PALEO-LAB/UFPE for the support and provision of relevant bibliography and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES by the research funding.

3.2 Tafonomia e Inferências Paleoambientais da Fauna Pretérita encontrada na Caverna das Borboletas, município de Paripiranga, Nordeste da Bahia, Brasil

TAFONOMIC AND PALEO-ENVIRONMENTAL ASPECTS OF FOSSILS OF MAMMALS OF THE QUARTERNARY OF BORBOLETAS CAVE, PARIPIRANGA CITY, BAHIA, NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT

Underground natural cavities can be recognized as true information banks, containing details of a paleoenvironment and the different depositional types of sediment and fossiliferous material. The taphonomic studies of the fossils found inside caves provide information about the depositional event, climate and possible previous ecosystem during the fossilization period. The aim of the present study was to elaborate a taphonomic model for the Borboletas Cave, Paripiranga/Bahia, northeast of Brazil, based on taphonomic, sedimentological and physico-chemical analyzes. We recorded the occurrence of the families Camelidae (*Palaeolama major*), Cervidae, Tayassuidae, Glyptodontidae, Tapiridae and Testudines. The taxonomic composition found is dominated by mammals, making the assembly monotypic and polyspecific, distributed chronostratigraphically in the Pleistocene-Holocene periods. The X-ray diffraction analysis resulted in peaks corresponding to the quartz, calcite and hydroxyapatite minerals, indicating that mineral present in the sediment was passed to the fossils through water percolation. The fossils were transported into the cavity after a period of exposure in the external region, after deposition there was a rapid burial, indicating an input of allochthonous material and showing mixture of clasts in a single sedimentary package. The predominance of disarticulated, fragmented, outworn specimens, as well as high representativity of broken fossil material, is related to *postmortem* processes.

Keywords: Megafauna, Pleistocene, X-ray diffraction, Borboletas Cave

RESUMO

As cavidades naturais subterrâneas podem ser reconhecidas como verdadeiros bancos de informações, contendo detalhes de um paleoambiente e dos diferentes tipos deposicionais de sedimento e material fóssilífero. Os estudos tafonômicos dos fósseis encontrados no interior de cavernas, concedem informações acerca do evento deposicional, clima e possível

ecossistema pretérito durante o período de fossilização. O objetivo do presente estudo foi elaborar um modelo tafonômico para a Caverna das Borboletas, Paripiranga Bahia nordeste do Brasil, a partir de análises tafonômicas, sedimentológicas e físico-químicas. Registramos a ocorrência das famílias Camelidae (*Palaeolama major*), Cervidae, Tayassuidae, Glyptodontidae, Tapiridae e Testudines. A composição taxonômica encontrada é dominada por mamíferos, configurando a assembleia como sendo monotípica e poliespecífica, distribuídos cronoestratigraficamente nos períodos Pleistoceno-Holoceno. As análises de difratometria de raio-x resultaram em picos correspondentes aos minerais quartzo, calcita e hidroxiapatita, indicando que houve passagem de mineral presente no sedimento para os fósseis por meio de percolação de água. Os fósseis foram transportados para o interior da cavidade após passarem um período de exposição na região externa, posteriormente à deposição houve um rápido soterramento, indicando um *input* de material alóctone e exibindo mistura de clastos em um único pacote sedimentar. A predominância de espécimes desarticulados, fragmentados, desgastados, assim como alta representatividade de material fóssil quebrado, está relacionada a processos de *postmortem*.

Palavras-chave: Megafauna, Pleistoceno, Difratometria de Raio-X, Caverna das Borboletas

INTRODUÇÃO

Inúmeros processos diferentes podem ocasionar morte, soterramento e fossilização dos animais e, para compreender esses mecanismos, são necessárias análises tafonômicas, que envolvem a sedimentologia do ambiente e a paleoecologia das espécies viventes durante o período estudado (Behrensmeyer, 1975; Vasconcelos et al., 2018). Além disto, é necessário o exame cuidadoso dos fósseis para registro de perfurações, obliterações, fraturas e possíveis marcas de interação com outros organismos (Behrensmeyer, 1978).

As cavernas, como cavidades naturais subterrâneas, por muitas vezes acabam atuando como armadilhas ou abrigos para os animais, podendo ser encontrados em seu interior diversos resquícios de vida, fóssil e contemporânea (Lund, 1836 apud Vasconcelos et al., 2018). Segundo Lund, 1845 (apud Auler et al., 2003), são descritos cinco tipos de processos responsáveis pela entrada de fósseis em caverna, utilização da zona fótica e de penumbra como abrigo; entrada acidental; busca por alimentos e recursos, mas acabam por se perderem e morrerem no interior; animais que habitavam no interior das cavernas; e por fim os

transportados. A deposição de sedimento, em ambientes cavernícolas, torna o ambiente propício a fossilização e preservação das características daquele animal (Lund, 1837a,b).

No Brasil, regiões cársticas têm sido alvo de diversos estudos que buscam elucidar os processos tafonômicos, com os pioneiros estudos de Lund (1836 apud Vasconcelos et al., 2018) nas grutas mineiras, e os estudos subsequentes de Perônico & Srbek-Araújo (2002), Queiroz (2002), Auler et al. (2006), Hubbe & Auler (2012), Dantas et al. (2013) e Castro et al. (2014) que seguiram o modelo de Lund. A partir dos anos 2000, foram sendo incluídas outras técnicas de análise, como por exemplo o uso de datação e difratometria (Vasconcelos et al., 2018). As análises de datação auxiliam na compreensão e localização temporal dos espécimes encontrados, além de preencher lacunas questões da humanidade, como a hipótese confirmada por Neves & Piló (2003), já levantada anteriormente por Lund (1844), de que a megafauna do Pleistoceno (*Smilodon populator* Lund, 1839, por exemplo) teria coexistido com os humanos.

Para melhor compreensão dos processos superficiais e subsuperficiais que ocorreram na dinâmica da caverna é necessária a execução de alguns procedimentos de campo e laboratoriais, como a granulometria, que consiste na análise da distribuição das partículas inorgânicas formadoras dos solos e sedimentos, fornecendo bases para uma descrição das características físicas dos sedimentos (Suguio, 2003). O detalhamento da análise granulométrica pode fornecer informações sobre os processos físicos e os hidrodinâmicos, atuantes durante a deposição. Outra análise vinculada a sedimentologia é a morfoscopia, que permite caracterizar qualitativamente e quantitativamente o material, ajudando na identificação dos processos de ocorrência na dinâmica deposicional (Asakura et al., 2016).

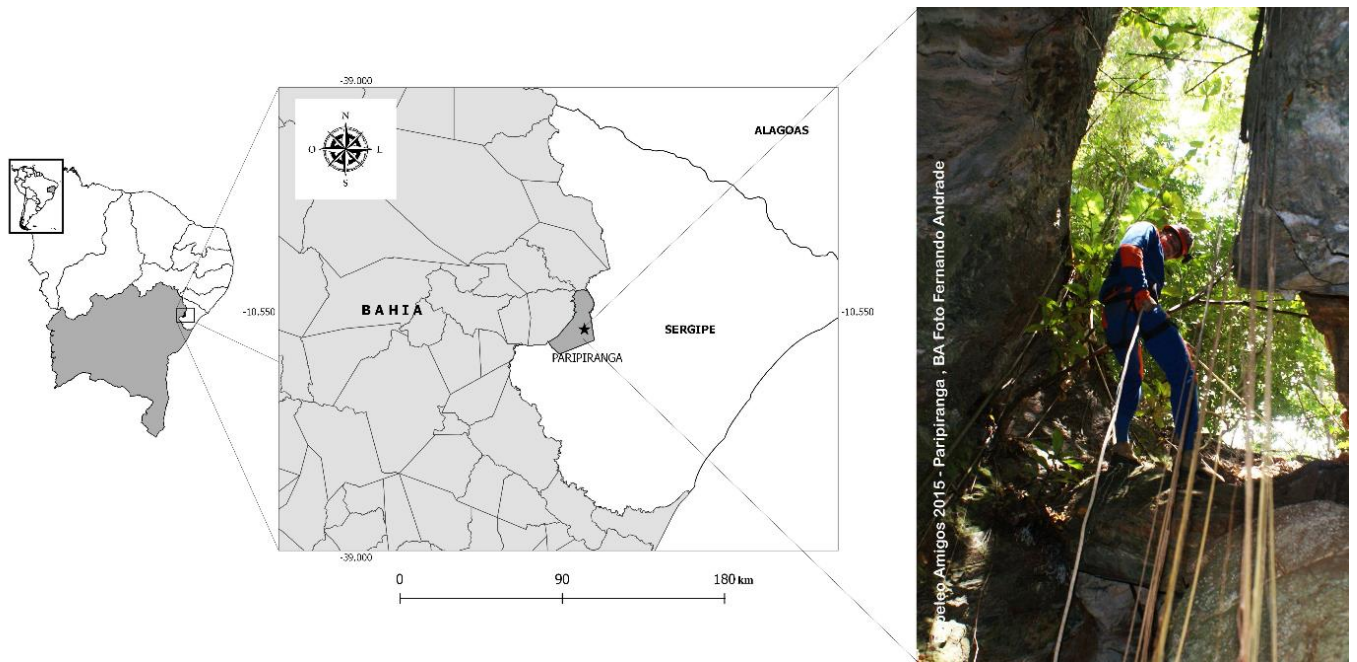
Todas estas técnicas integradas para a construção de um estudo tafonômico são de grande importância para auxiliar na compreensão dos processos que levaram a preservação fossilífera da fauna pretérita do ambiente (Behrensmeyer, 1975). No nordeste brasileiro, foram realizados diversos estudos tratando de tafonomia em cavernas (Cartelle, 1992; Porpino et al., 2004; Dantas, 2009; Oliveira et al., 2011). A região de Paripiranga, norte da Bahia, possui apenas um estudo com tafonomia em cavernas realizado por Lima et al. (2016). O presente estudo tem como objetivo identificar as principais feições tafonômicas (bioestratinômicas e diagenéticas) do sítio fossilífero, elaborando assim, um modelo tafonômico para a Caverna das Borboletas, Paripiranga, Bahia.

ÁREA DE ESTUDO

A Caverna das Borboletas apresenta-se inserida na unidade geomorfológica Morros e Colinas, com superfície ondulada constituída de morros com vertentes côncavas de contorno convexo, altitude máxima de até 430 m, filito carbonático (com variação de cores de ocre, cinza esverdeado ou arroxeados) constituindo seu substrato (Pereira et al., 2017). Nesse domínio também podem ocorrer os metacalcários cinzentos em contato aos filitos carbonáticos (Uhlein, et al., 2011).

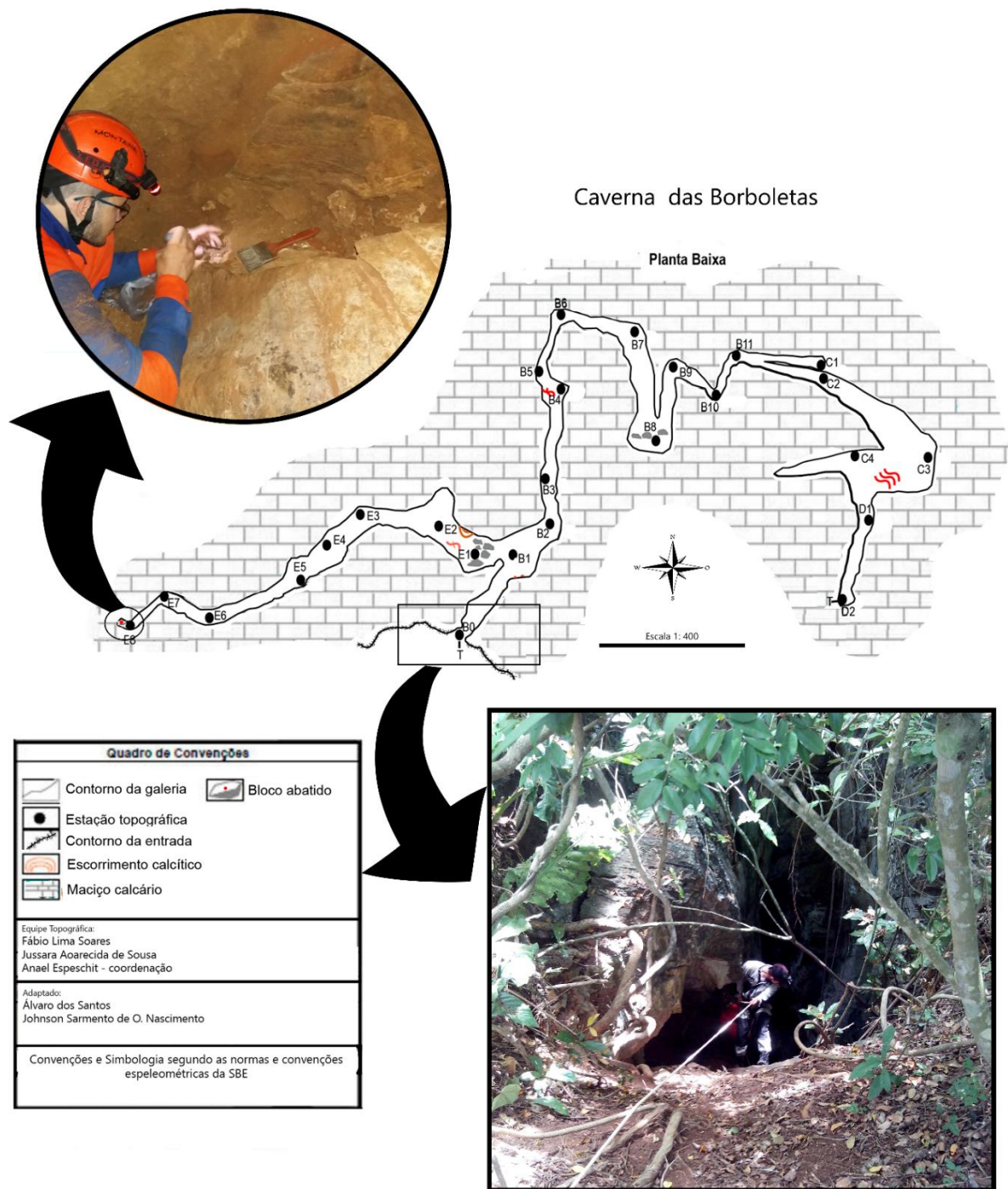
A área de estudo é uma caverna em rocha calcária da Formação Olhos D'Água, denominada como Caverna Borboletas (UTM 24L 624418E, 8823896N), situada no município de Paripiranga, Bahia, dentro da região cárstica do Super Grupo Canudos (Figura 13). A caverna está situada em uma feição de dolina de abatimento, uma feição exocárstica comum em regiões de relevo cárstico por todo o mundo. Sua litologia é composta por calcário calcítico com camadas silicosas, com ocorrências de cherte e concentrações ferruginosas. Do ponto de entrada até o primeiro patamar, tem medida de aproximadamente 10,80 m, do patamar para o piso apresentam mais 6 metros em desenvolvimento negativo. Foram obtidos outros dados topográficos: 120,75 m de soma total de desenvolvimento linear, área de 122,0 m², 739,20 m³ de volume, 46,30 m de projeção horizontal e 13,85 m de desnível positivo, as medidas retiradas são semelhantes às de Pereira et al. (2017) figura 14.

Figura 13 - Mapa de localização do município de Paripiranga e entrada da Caverna das Borboletas.



Fonte: Nascimento, 2018 (no prelo)

Figura 14 - Topografia da Caverna das Borboletas. Retângulo – entrada da caverna; Círculo – área onde concentrou-se a escavação, com uma possível entrada entupida por sedimentos e rochas.



Fonte: Adaptado da topografia realizada por Fábio Lim Soares, Jussara Aparecida de Sousa e Anael Espescht (2017) – Local: Corredor Vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais foram coletados durante fevereiro de 2016 a dezembro de 2017 pelas equipes do Setor de Paleontologia do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (SP/MHN/UFAL) e do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Alagoas (PALEOLAB-UFPE), recebendo apoio logístico do Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia (GMSE), Paripiranga, Bahia.

Em campo, após a identificação da área mais propensa a deposição de sedimento e constatação da área com mais material fossilífero (final de um corredor em um dos dois principais desenvolvimentos da caverna), foram coletados sedimento para análise e material fóssil e contemporâneo. O material fóssil foi envolvido em plástico bolha, postos em sacolas plásticas e potes devidamente etiquetados contendo informações da data de coleta, coletores, área da caverna e camada coletada.

Posteriormente, um perfil foi elaborado na parede que apresentou maior concentração fossilífera do fim do corredor, coletando sedimento a cada 20 cm, para posterior análise em laboratório, afim de obter dados deposicionais do ambiente. O sedimento foi encaminhado para análise granulométrica no Laboratório de Geologia do MHN-UFAL. Utilizando uma lupa binocular foi realizada a análise da morfoscopia dos grãos, estes serviram como dados complementares para o estudo.

Tanto em campo quanto em laboratório almejou-se observar as cinco feições tafonômicas (macroscópicas), seguindo Simões & Holz (2004): *feições paleoecológicas* da associação fossilífera – dados referentes a taxonomia e paleoecologia das espécies encontradas (ex. modos de vida, dieta, idades); *feições bioestratinômicas* – disposição espacial dos bioclastos, fragmentação, corrosão, incrustação e grau de articulação dos esqueletos; *feições estratigráficas* – disposição dos fósseis na sequência estratigráfica sedimentar, assim como as suas características (espessura, extensão horizontal e geometria do depósito); *feições sedimentológicas* – os tipos e tamanhos dos clastos e bioclastos no jazigo fossilífero; e por fim as *feições diagenéticas* dos bioclastos (*fossildiagênese*) – estudos da composição, distribuição e microestruturas mineralógicas.

Identificação Taxonômica

Para a identificação taxonômica foram utilizadas as classificações propostas por Cartelle (1992) e Paula Couto (1979), bem como, Scherer (2009), Merriam & Stock (1932) e Holanda & Rincón (2012). Alguns espécimes foram identificados por meio de comparações com materiais já diagnosticados e registrados na coleção do Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCN-PUCMINAS)..

Análise tafonômica

Os critérios adotados para as análises tafonômicas seguiram a literatura clássica com algumas adaptações (Shipman, 1981, Behrensmeyer, 1978, 1991; Rogers, 1994; Lyman, 1994). Para essas análises foram utilizados os espécimes possíveis de identificação.

Shipman (1981), classifica três estágios de abrasão: sem abrasão, abrasão moderada e forte abrasão e classifica sete tipos de quebra, aqui enumerados para melhor compreensão: fratura paralela ao eixo maior do osso (tipo 1); fratura serreada ou denteada (tipo 2); quebra em forma de “V” e perpendicular (tipo 3); descamação distal e remoção da superfície mais externa do osso (tipo 4); quebra perpendicular irregular através do eixo maior (tipo 5); fratura lisa perpendicular ao eixo maior (tipo 6); fratura espiralada no eixo maior (tipo 7). De acordo com Shipman (1981), as fraturas e quebras observadas podem ser atribuídas a processos bioestratinômicas. Para análise de intemperismo e incrustação foram usadas as classificações de Behrensmeyer (1978, 1991) e Maldonado et al. (2016).

Análise de Granulometria e Morfoscopia

No laboratório as amostras coletadas receberam numeração correspondente a posição no perfil, sendo: Amostra I, base; Amostra II, nível 1; Amostra III, nível inferior; Amostra IV, nível superior. Para análise, inicialmente foram separadas 100g de cada amostra que foram pesadas e lavadas em água destilada até os sedimentos ficarem devidamente limpos, logo após, peneirados e postos em uma estufa para secar a 60°. Seco, o material foi pesado, obtendo-se a diferença da quantidade de silte e argila na amostra.

Após obter o peso ideal, conforme Wentworth (1922) descrito em Suguio (2003), o material foi separado em diferentes intervalos de grãos, utilizando-se os métodos de peneiramento e pipetagem, para sedimentos com diâmetro maior que 0.062mm (areias) e mais finos (silte e argila), respectivamente. Para determinação destes intervalos de classe de tamanho

de grão foi adotada a escala granulométrica de Wentworth (1922), adaptado para escala logarítmica de $(\phi, \text{Å})$ por Krumbein (1934), amplamente empregada no processamento dos dados em meio digital. Para a análise dos sedimentos finos utilizou-se o método indireto de decantação das partículas em meio fluído, segundo a Lei de Stokes (1851), que consiste na coleta do material fino (silte e argila) diluído em água destilada numa proveta de 1000ml, utilizando-se uma pipeta de 20ml, obedecendo o intervalo de decantação de cada tamanho de grão. Os resultados sedimentológicos foram obtidos utilizando os valores percentuais das classes texturais (areia, silte e argila) no diagrama triangular de classificação de sedimentos – Diagrama de Shepard.

Para a morfoscopia foram selecionados 100 grãos na fração 0,75mm para cada amostra, onde foram analisados o grau de arredondamento, esfericidade e mineralogia dos grãos. Foram definidas as classes: muito angular; angular, subangular; subarredondado; arredondado; e bem arredondado.

Análise Físico-Química

Foram separadas cinco amostras, sendo duas da porção esponjosa e três do periósteo, para a realização das análises de difração de raio-x, onde foi seguido o método do Pó (Debye-Scherrer), com o intuito de conseguir uma análise qualitativa de sua composição (Borges, 2000), além de identificar as possíveis alterações diagenéticas sofridas pelos restos esqueléticos após o soterramento.

De cada amostra foi retirado um fragmento de aproximadamente 1g, que passaram por processo de cominuição até tornarem-se pó (fração próxima à da argila, $< 0,004\text{mm}$). O material foi encaminhado, posteriormente ao Laboratório de Física Óptica no Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) para a realização da análise de Difractometria de Raio-X (DRX). Cada fragmento recebeu uma toponímia ACBP_a – x (Amostra Caverna das Borboletas Paripiranga nº) e seguiram para análise no difratômetro do Laboratório de Caracterização e Microscopia de Materiais (LCMMat) no Instituto de Física da UFAL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistemática Paleontológica e Caracterização Tafonômica

Classe MAMMALIA Linnaeus, 1758

Ordem CETARTIODACTYLA Montgelard, Catzeflis and Douzery, 1997

Família CAMELIDAE Gray, 1821

Gênero *Palaeolama* Gervais, 1867

Palaeolama major (Liais, 1872) Hoffstetter, 1952.

Material: 1611-V, fragmento de úmero; 1610-V; 1615-V, fragmento de vertebra; 1639-V, fragmento proximal de ulna; 1621-V; 1622-V; 1677-V, primeira falange proximal anterior; 1640-V; falange proximal posterior; 1795-V, fragmento de falange proximal; 1623-V, fragmento de osso; 1674-V, metacarpo; 1642-V, fragmento de fíbula;

Descrição tafonômica:

1611-V refere-se apenas a região proximal, nele são observadas quebras do tipo 5 e 6. 1610-V apresenta apenas corpo vertebral e parte do arco, são classificadas as quebras dos tipos 4 e 5. 1615-V apresenta quebras do tipo 4 e 5, enquanto em 1639-V é encontrada quebra do tipo 5. Os espécimes 1611-V, 1610-V, 1615-V e 1639-V apresentam mesmo grau de abrasão (tipo I), intemperismo (estágio I) e incrustação (estágio 0).

O espécime 1621-V, falange esquerda, apresenta em sua porção distal abrasão do tipo I (moderada). 1622-V falange direita, não apresenta abrasão; padrões de quebras na porção distal do tipo 4, 5 e 7; na porção proximal: tipo 7. 1677-V, falange direita, possui sinais de abrasão moderada, sem sinais de quebra, apresenta uma perfuração em sua porção distal dorsal, atribuída um bioerosão. 1621-V, 1622-V, 1677-V (Figura 15) exibem rachaduras longitudinais superficiais, sendo classificadas com estágio I de intemperismo e sem sinais de incrustação (estágio 0).

1640-V falange esquerda, apresenta características: abrasão moderada, estágio I de intemperismo, ausência de quebras, incrustação em até 50% da superfície óssea (estágio I). 1795, está fragmentada em sus extremidades, distal e proximal, apresenta abrasão moderada,

intemperismo no estágio I, em sua porção distal são vistas quebras do tipo 4 e 5 e na proximal apenas quebras do tipo 5.

O espécime 1623-V refere-se à porção da diáfise de um osso, não sendo possível a identificação, nota-se abrasão moderada, intemperismo no estágio II, quebras do tipo 1, 4 e 5, sem incrustação (Figura 15). 1674-V não apresenta intemperismo, incrustação ou quebras, no entanto, é observada pequenas fraturas, atribuídas a fragilidade devido a sua baixa densidade óssea. 1642-V não apresenta abrasão ou incrustação, exibe sinais de intemperismo no estágio I e em sua diáfise é caracterizada quebra do tipo 5.

Figura 15 - Espécimes de *Palaeolama major*, A-C., 1622-V; 1677-V, primeira falange proximal anterior – vista lateral e plantar, respectivamente; B-B', 1640-V; falange proximal posterior – vista dorsal e plantar; D., 1623-V, fragmento de osso. Setas indicando as feições tafonômicas encontradas. A-C., escala 3 cm; D., escala 2 cm



Fonte: o autor

Família TAYASSUIDAE Palmer, 1897

Material: 1617-V, astrágalo direito; 1800-V, fragmento de costela

Descrição tafonômica: O astrágalo apresenta abrasão moderada, estágio 0 de intemperismo, sem sinais de quebras e incrustação (Figura 16). O espécime 1800-V refere-se à porção distal, não apresenta qualquer sinal de abrasão ou incrustação. O nível de intemperismo é compatível com o estágio I, os padrões de quebras observados condizem com tipo 2 e 5.

Família CERVIDAE Goldfuss, 1820

Cervidae indet.

Material: 1624-V, metatarso ou metacarpo

Descrição tafonômica: No espécime 1624-V, são observadas as duas trócleas e a incisura troclear, característica encontrada nos metatarsos e metacarpos de cervídeos. A ausência da porção proximal não permite a classificação óssea específica (Figura 16). É observada quebra do tipo 5 e em sua porção proximal; em vista dorsal são notadas fraturas em sua região mais distal; apresenta incrustação em quase toda sua superfície, configurando assim o estágio II de incrustação.

Subordem FELIFORMIA Kretzoi, 1945

Família FELIDAE Gray, 1821

Subfamília MACHAIRODONTINAE Gill, 1872

Gênero *Smilodon* Lund, 1842

Smilodon populator Lund, 1842

Material: 1741-V, fragmento de falange média

Descrição tafonômica: A falange (1741-V), porção proximal está obliterada, o espécime não apresenta abrasão, exibe estágio I de intemperismo, quebras dos tipos 4 e 5 e estágio 0 de incrustação (Figura 16 C).

Ordem CINGULATA Illiger, 1811

Família GLYPTODONTIDAE Burmeister, 1879

Material: 1613-V, metatarso

Descrição tafonômica: o metatarso apresenta intemperismo indicando o estágio I, é observado um orifício e erosão aparentemente não natural. Não foram vistos sinais de quebra, abrasão e incrustação (Figura 16 D).

Cingulata – Indeterminado

Material: 1625-V; 1634-V, osteodermos

Descrição tafonômica: Em 1625-V é notada forte abrasão e intemperismo no estágio I, já o 1634-V apresenta abrasão moderada e sem intemperismo. Ambos não apresentam quebras ou incrustações.

Ordem PERISSODACTYLA Owen, 1848

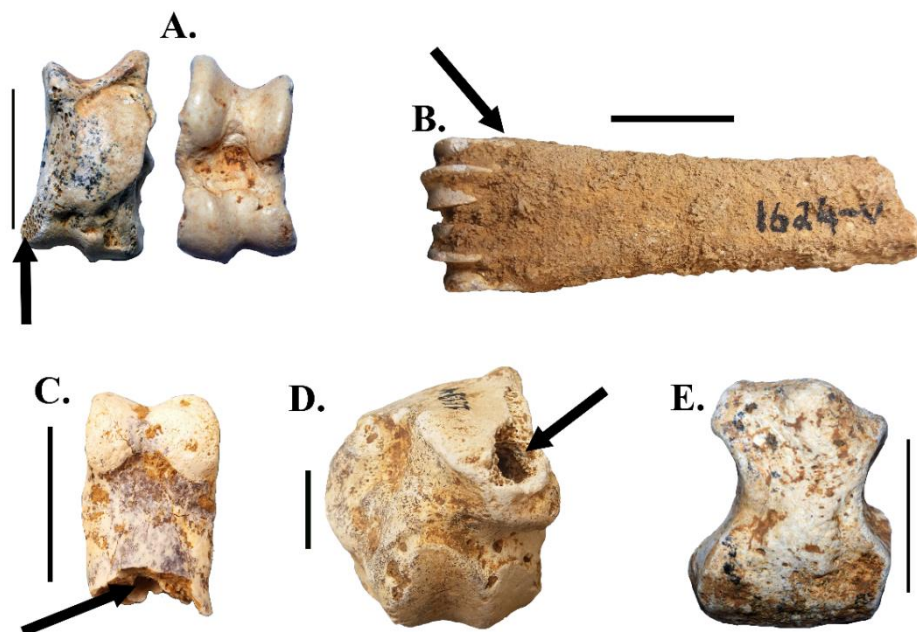
Família TAPIRIDAE Burnett, 1830

Material: 1742-V, unciforme

Descrição tafonômica: a abrasão exibida é compatível com o estágio moderado, o intemperismo condiz com o estágio I. Não são notadas quebras ou sinais de incrustação (Figura 16).

Figura 16 - Tayassuidae, A., 1617-V, astrágalo - vista dorsal e plantar - abrasão; Cervidae indet., B., 1624-V, metatarso ou metacarpo - incrustação; Smilodon populator, C., 1741-V, fragmento de falange média - fratura; Glyptodontidae, D., 1613-V, metatarso; Tapiridae - perfuração E., 1742-V, unciforme.

Setas indicando as feições tafonômicas. Escala 2 cm



Fonte: o autor

Espécimes de táxons mamíferos indeterminados:

Aqui seguimos realizando a descrição tafonômica dos espécimes de mamíferos, cujo as espécies não foram identificadas.

Material: 1612-V, fragmento de osso; 1616-V, calcâneo; 1626-V; não identificado; 1797-V, vertebra; 1798-V, fragmento de costela; 1799-V, fragmento de cintura pélvica; 1801; 1802-V, fragmento de osso longo

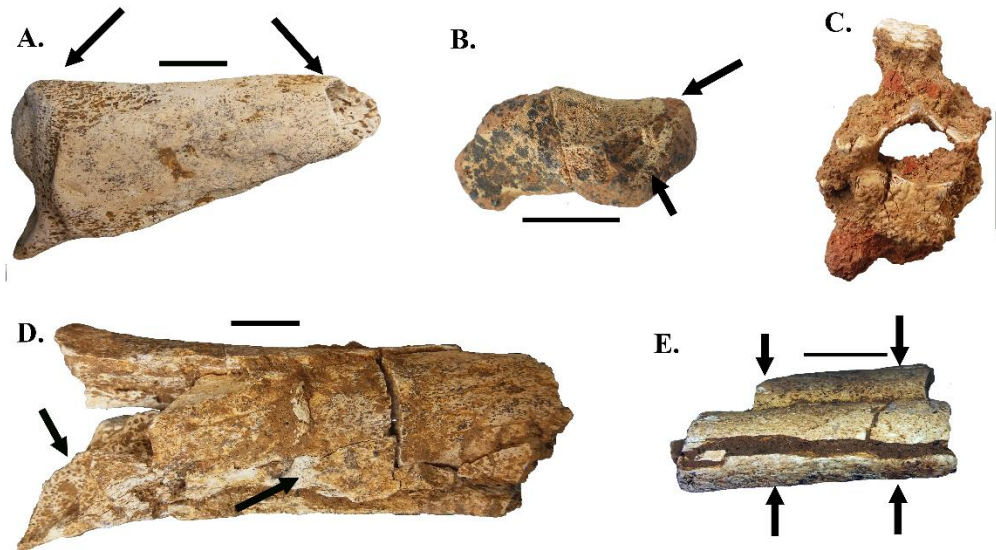
Descrição tafonômica:

O espécime 1612-V, apresenta maior abrasão entre todos os analisados (forte abrasão) (Figura 17 A). O nível de intemperismo e incrustação apresentado é compatível com o estágio I. Observando o material 1616-V, nota-se abrasão moderada na epífise, estágio II de intemperismo, sem incrustação evidente (Figura 17 B). O calcâneo apresenta perfurações e desgaste nas superfícies ventral e dorsal, atribuídas a bioerosão. 1626-V apresenta fraturas circulares e semi- circulares atribuídas a fragilidade devido a sua baixa densidade óssea.

No espécime 1797-V não foi possível observar as feições tafonômicas devido alto grau de incrustação, cobrindo por completo o fóssil. Para o 1798-V, foram notadas abrasão moderada, intemperismo estágio I, quebras do tipo 5 nas extremidades. 1799-V apresenta abrasão moderada e uma variação no estágio II e III de intemperismo. Os padrões de quebras identificados se enquadram nos tipos 1 e 5, apresentando incrustação de estágio 2.

O 1802-V não exibe abrasão, possui estágio I de intemperismo e incrustação, exibe em suas extremidades quebras do tipo 5 e feições características de quebra por compactação. 1801-V apresenta feições tafonômicas observadas no espécime 1802-V, diferenciando-se pelo estágio de intemperismo, onde é lhe atribuído o estágio II (Figura 17 D e E).

Figura 17 - Espécimes de táxons de mamíferos não identificadas, A., 1612-V, fragmento de osso - abrasão; B., 1616-V, calcâneo - perfuração; C., 1797-V, vertebra – incrustação por CaCO_3 ; D-E., 1801; 1802-V, fragmentos de osso longo - compactação. Setas indicando as feições tafonômicas encontradas. Setas indicando as feições tafonômicas. Escala 2 cm.



Fonte: o autor

Classe REPTILIA Laurenti, 1768

Ordem TESTUDINES Linnaeus, 1758

Material: 1618-V, placa; 1638-V, fragmento de costela

Descrição tafonômica: 1618-V, possui sinais de abração pesada, sem feições de intemperismo (estágio 0), quebra ou incrustação. O espécime 1638-V possui forte abrasão, intemperismo no estágio I, quebra tipo 5 e sua região distal obliterada.

Aspectos Tafonômicos

Morte

No sítio estudado foi identificada a predominância de herbívoros, Camelidae (*Palaeolama major*), Cervidae, Tayassuidae, Glyptodontidae, Tapiridae, Testudines, e a presença de um carnívoro Felidae (*Smilodon populator*). Para o mesmo sítio, Nascimento et al. (2018 *no prelo*), cita a ocorrência de Cervidae (*Mazama gouazoubira*), Toxodontidae (*incertae*

sedis), Erethizontidae (*Coendou* sp) e Equidae (*Hippidion* sp.), onde foi constatada a presença de indivíduos juvenis. Para esta tafocenose é cogitada a morte seletiva, onde mais de uma espécie de indivíduos juvenis foram encontradas.

Desarticulação e Quebra

Os espécimes submetidos a análise encontravam-se completamente desarticulados e, quanto a sua integridade física, 75,6% dos elementos esqueléticos apresentavam-se fragmentados correspondendo aos padrões de quebras. Com maior representatividade, o tipo de quebra 5 correspondeu a 41,5%, enquanto o tipo 3 não foi observado em nenhum dos espécimes. Quebras do tipo 5 estão relacionadas aos processos *post-mortem*, tais como pisoteio, forrageio e transporte (Shipman 1981). Os ossos íntegros contabilizaram 24,6%, e grande parte do material coletado, correspondente a ossos fragmentados, são anatomicamente classificados como ossos longos (Apêndice B).

Observou-se um padrão no tamanho, não excedendo a 16 cm, dos fragmentos e dos ossos íntegros, caracterizando uma seleção no transporte. O retrabalhamento por si só não pode ser a principal agente causador da fragmentação, pois em alguns espécimes as bordas são perpendiculares e angulares, desde modo processos físicos além do transporte como pisoteio ou “*Scavenging*”, podem ter fragmentado os ossos (Araújo-Júnior, 2015).

Quebras por compactação foram observadas nos espécimes 1801-V e 1802-V, os quais apresentavam quebras do tipo 5 em suas extremidades e quebras do tipo 1 paralelas ao eixo maior e mantendo suas partes próximas e/ou unidas, caracterizando a quebra por compactação. Fraturas provenientes da coleta e transporte não foram caracterizadas tafonomicamente, por se tratarem de quebras recentes.

Intemperismo

Considerando que os elementos esqueléticos foram encontrados no interior da caverna, evidenciamos que os mesmos não sofreram com ação intempérica em seu interior assim como proposto por Buchmann et al. (2017) para a Gruta Tacho de Ouro. O intemperismo foi atribuído ao período anterior ao soterramento, ou seja, período pré deposicional espélico.

Os estágios de intemperismo foram observados em 76,7% dos espécimes e variou de 0 a 3, onde o estágio 1 apresentou maior representatividade (59,4 % dos espécimes) seguido do

estágio 0 com 21,9%. Os estágios 2 e 3 tiveram um número de ocorrência bem menor compreendendo 9,4% e 3,1% (um espécime) respectivamente. Em dois espécimes não foi possível observar o estágio de intemperismo devido ao alto grau de incrustação. Os estágios de intemperismo apresentados pelos fósseis sugerem uma provável exposição subaérea por um curto período tempo, com estimativa temporal de um a cinco anos (Behrensmeyer, 1978) (Apendice C).

Abrasão

Para a Caverna das Borboletas 50% dos espécimes estão moderadamente desgastados, 13,3% apresentam-se fortemente desgastados e 33,3% não apresenta sinais de abrasão. Estes dados junto as informações obtidas das análises de quebras e intemperismo, corroboram a hipótese de que tais animais teriam morrido na área externa da caverna e que teriam sido transportados por um fluxo hidráulico de baixa energia para o interior da caverna, sendo posteriormente rapidamente soterrados, estando de acordo com as análises granulométricas obtidas, caracterizando, deste modo, uma assembleia fossilífera periférica (adaptado de Araújo-Junior, 2016) (Apêndice C).

Incrustação

A maioria dos espécimes analisados não apresentou incrustação, contabilizando 76,7 %, o que sugere que estes foram rapidamente soterrados após o transporte e depósitos distante da zona vadosa. Os 23,3% que apresentaram incrustação moderada ou pesada, se depositaram próximo a zona vadosa (Maldonado et al., 2016) ou às paredes da caverna, ficando expostos por um tempo maior. O tipo de incrustação identificada foi por carbonato de cálcio (CaCO_3).

Marcas Superficiais (bioerosão)

A interação entre carcaças e insetos já é bem evidenciada nos estudos, dentre estas, as informações relacionadas aos padrões reprodutivos e necrofágicos de determinados coleópteros vêm elucidando a história de pós-morte de vertebrados (Shipman 1981; Behrensmeyer 1978; Dominato 2009). Nos espécimes 1616-V e 1677-V foram encontradas marcas provenientes de insetos necrófagos. A perfuração e os desgastes aqui observados foram atribuídas ao icnogênero *Cubiculum*, que segundo Roberts et al. (2007) se diferencia das demais perfurações com

morfologia ovóide/clavada e formação de tunéis por ser a único encontrado em ambientes sedimentares continentais e em substratos ósseos.

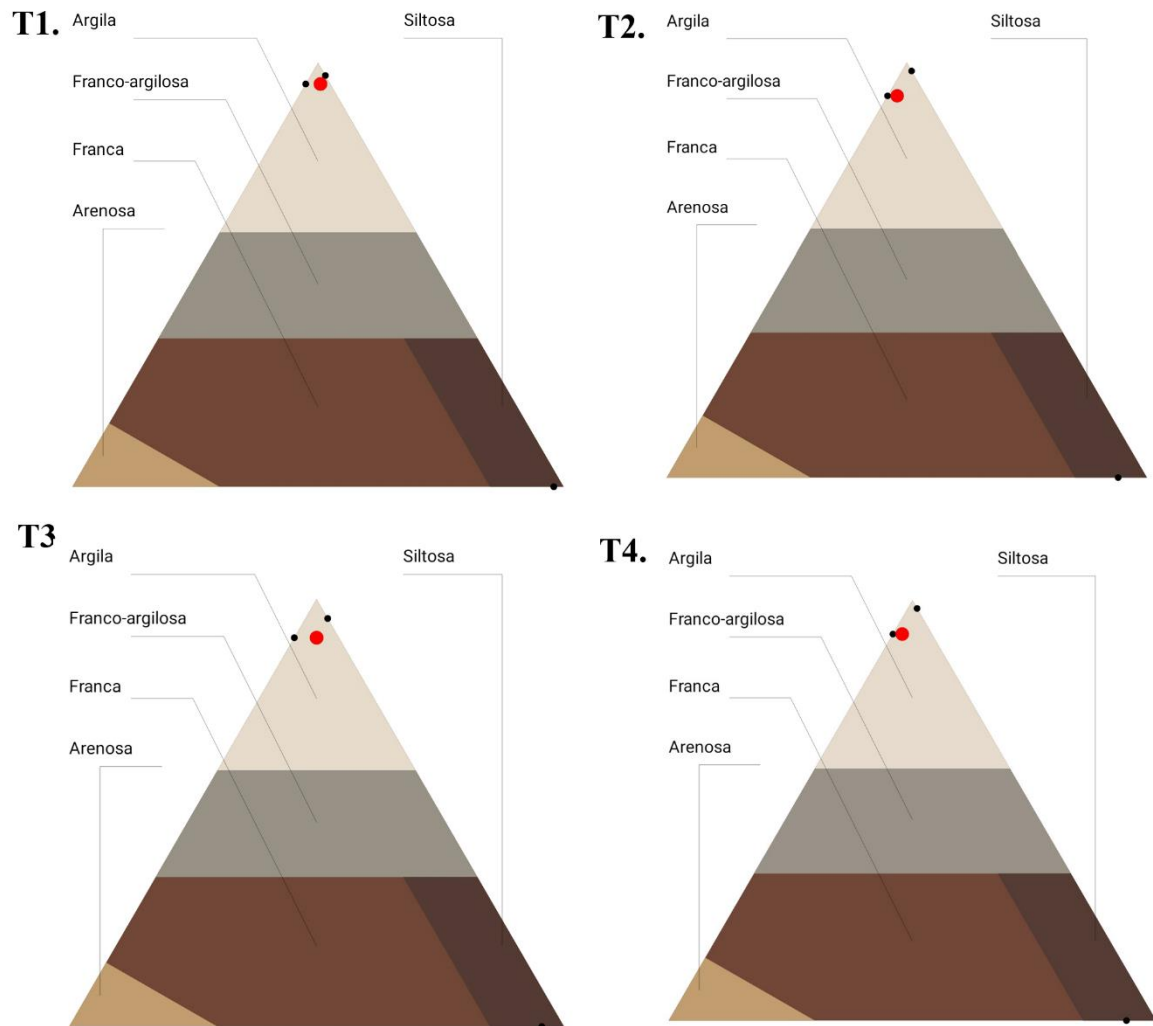
Feições Paleoecológicas

A composição taxonômica encontrada em Paripiranga é dominada por mamíferos de grande e médio porte, com a presença de espécimes de répteis. Isso configura a assembleia como sendo monotípica, por se tratar apenas um único tipo de esqueleto e poliespecífica por apresentar espécies diferentes. Na assembleia foram encontrados representantes de diferentes fases ontogenéticas (jovens e adultos), distribuídos cronoestratigraficamente nos períodos Pleistoceno-Holoceno.

Aspectos Sedimentológicos

Para a granulometria o resultado da porcentagem dos grãos foi interpretado com o auxílio dos critérios adotados pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Após foram identificadas em todas as amostras os tamanhos areia, argila e silte. A granulometria predominante nas quatro amostras são tamanho argila (Figura 18). Cada triângulo textural corresponde ao resultado das amostras analisadas, sendo T1 para amostra 1; T2 para amostra 2; T3 para amostra 3; T4 para amostra 4.

Figura 18 - Diagrama de Shepard (1954) com classificação granulométrica dos sedimentos coletados na Caverna da Borboleta – BA. Cada triângulo textural corresponde ao resultado das amostras analisadas, sendo T1 para amostra 1; T2 para amostra 2; T3 para amostra 3; T4 para amostra 4.



Fonte: o autor

As amostras AM1, AM2, AM3 e AM4 são constituídas essencialmente de grãos de quartzo e, subordinadamente, feldspatos, ao passo que na AM2 observa-se ocorrência de fragmentos de rocha e minerais como micas e feldspatos. As AM3 e AM4 apresentaram grãos de quartzo com fragmentos de rocha. A variação textural, com predominância de grãos subangulosos e baixa esfericidade, associado à mistura de clastos de diferentes materiais, reforça a hipótese de *input* de material alóctone. Não houve grande diferenciação entre as amostras, indicando assim, um único pacote sedimentar depositado em um único evento.

Feições diagenéticas

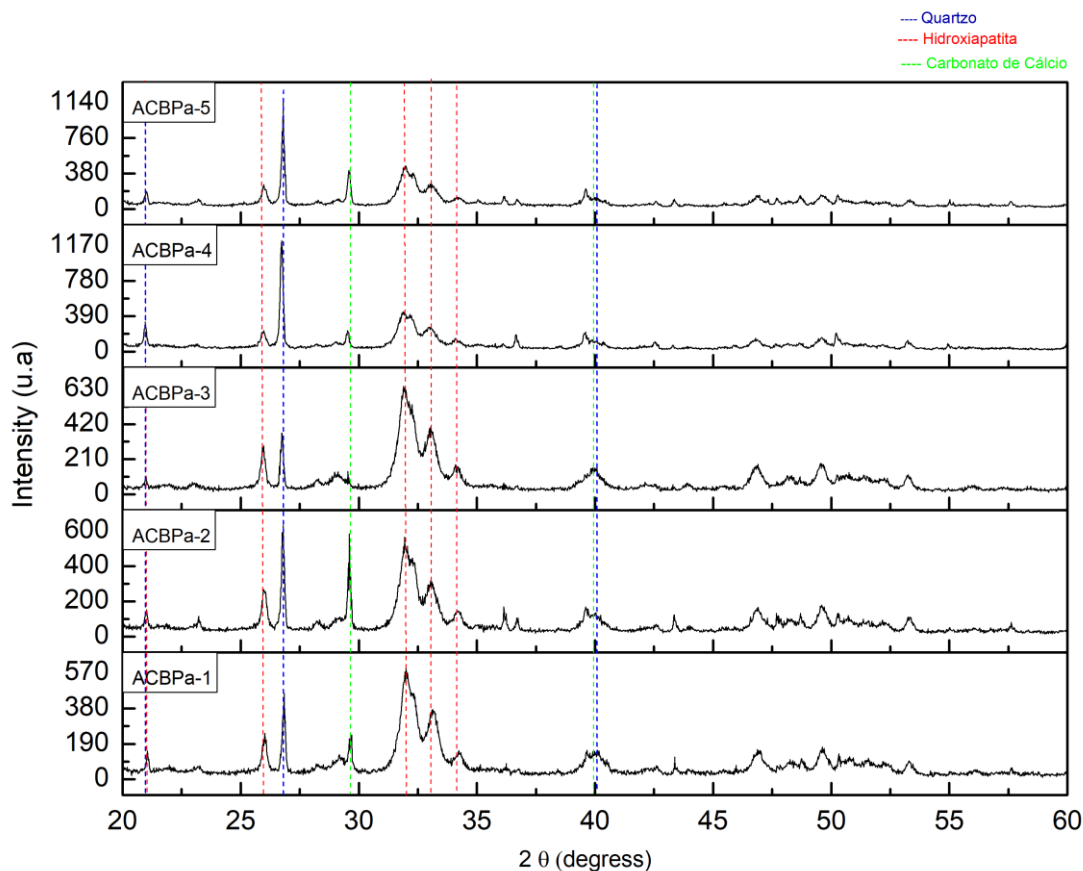
Os processos fossildiagenéticos podem variar em natureza e intensidade, variando de acordo com um controle físico-químico determinado, como a química da água, temperatura, matéria orgânica e de microorganismos a ela associados (Medeiros, 2010).

As análises realizadas no difratômetro de Raio-X resultaram no gráfico da figura 19, onde por meio dos picos apresentados foi possível chegar as fichas catalográficas correspondentes a determinados minerais (quartzo, calcita e hidroxiapatita).

Nas amostras ACBPa-1, 2 e 3, a presença de hidroxiapatita está bem evidenciada, o mesmo não acontece na 4 e 5. Ao analisar a amostra 2 é possível ver um pico correspondente ao carbonato de cálcio (Figura 19), linha tracejada de cor verde-limão), esse dado está diretamente ligado ao tipo de depósito, caverna formada por dissolução de rocha carbonática/rocha calcária. De fato, muitos ossos encontrados na caverna exibem em suas superfícies o carbonato de cálcio incrustando o fóssil. Tal relato é possível ser visto em diversos fósseis coletados na Caverna das Borboletas.

A presença de quartzo, comprovada por meio da morfoscopia, indica que houve passagem de mineral presente no sedimento para os fósseis, indicando a percolação de água nas amostras (ACBPa 2, 4 e 5). O processo fossildiagenético encontrado é correspondente ao tipo de fossilização de partes duras (ossos de vertebrados sem permineralização ou substituição por outros minerais).

Figura 19 - Dados das cinco amostras analisadas por Difratometria de Raio-X, com os picos de ondas identificados.



Fonte: o autor

Considerações Finais

Nesse trabalho registramos a ocorrência das famílias Camelidae (*Palaeolama major*), Cervidae, Tayassuidae, Glyptodontidae, Tapiridae e Testudines para a Caverna das Borboletas.

A composição taxonômica encontrada em Paripiranga, presente na Caverna das Borboletas, é dominada por mamíferos de grande, médio e pequeno porte (Nascimento et al. 2018 *no prelo*), com a presença de espécimes de um réptil, isso configura a assembleia como sendo monotípica, por se tratar apenas um único tipo de esqueleto e poliespecífica por apresentar espécies diferentes. Desta maneira corroborando o estudo taxonômico e paleoecológico realizado por Nascimento et al. (2018 *no prelo*).

A predominância de espécimes desarticulados, fragmentados e desgastados, assim como a porcentagem alta de material fóssil quebrado, indicam envolvimento com processos *post-mortem*. Acredita-se que os indivíduos morreram externamente, ficaram expostos sofrendo intemperismo por um curto período e com base nos dados obtidos por meio da análise do grau

de abrasão – baixa porcentagem de fósseis apresentando abrasão pesada (Apêndice A) – foram carregados para dentro da caverna por um transporte hidráulico de baixa energia. A fossilização dos espécimes se deu por preservação de partes duras.

Posteriormente houve um rápido soterramento, fato reforçado pelas análises sedimentológicas, indicando um *input* de material alóctone e exibindo mistura de clastos em um único pacote sedimentar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados, para a Caverna das Borboletas, componentes esqueléticos pertencentes a Camelidae (*Palaeolama major*), Cervidae (*Mazama gouazoubira* e indivíduo *incertae sedis*), Toxodontidae *incertae sedis*, Felidae (*Smilodon populator*) Tayassuidae, Glyptodontidae, Tapiridae, Testudines, Erethizontidae (*Coendou* sp), Equidae (*Hippidion* sp.). A fauna exumada exibe semelhança com a variedade faunística de vertebrados encontrados na Região Intertropical Brasileira (RIB) durante o período Pleistoceno-Holoceno.

A variedade da paleomastofauna encontrada na Caverna das Borboletas configura, até o momento, como o depósito natural espélico mais rico em diversidade de mamíferos que habitavam a região durante o Quaternário.

A composição taxonômica encontrada em Paripiranga é dominada por mamíferos de grande, médio e pequeno porte, com a presença de espécimes de répteis. Isso configura a assembleia como sendo monotípica, por se tratar apenas um único tipo de esqueleto e poliespecífica por apresentar espécies diferentes.

Ao tratar-se de uma fauna composta principalmente por herbívoros com a presença de um carnívoro, nos permite um paleoambiente aberto semelhante a uma savana com áreas recobertas de gramíneas associadas a áreas de coberturas florestais (borda de florestas), apresentando temperaturas mais baixas, com presença de corpos d'água alimentados por chuvas.

O predador de topo é um felino de grande porte (*Smilodon populator*), nos permitindo, assim, uma comparação com as atuais interações comportamentais das faunas encontradas na região de savanas da África.

Como observado nas interações predatórias entre felinos e suas presas, a região de Paripiranga marca a ocorrência da interação interespecífica em diferentes períodos geológicos. *Smilodon populator* estariam associados à antigos representantes dos cavalos e camelídeos (*Hippidion* sp. e *Palaeolama major*) para o período Pleistoceno-Holoceno, enquanto que *Mazama gouazoubira* e *Coendou* sp. estariam associados a felinos como a onça parda e onça pintada, registradas para o atual território brasileiro.

As análises sedimentológicas e tafonômicas sugerem que os restos de animais encontrados no interior da Caverna das Borboletas, foram provenientes do meio exógeno, transportados por baixa energia e posteriormente soterrados por fluxos de lama (silte, argila e

areia), realizando uma mistura no substrato e compactação de alguns elementos fósseis. Inferindo como modelo, um único pacote sedimentar depositado em um único evento, carreando material fossilífero e contemporâneo, o que explica a mistura temporal da fauna exumada.

REFERÊNCIAS

- ALBERDI, M. T.; CARTELLE, C.; PRADO, J. L. El registro Pleistoceno de *Equus* (*Amerhippus*) e *Hippidion* (Mammalia, Perissodactyla) de Brasil. Consideraciones paleoecológicas y biogeográficas. **Ameghiniana**, v. 40, n. 2, p.173–196. 2003.
- ALBERDI, M. T.; FERNANDEZ, J.; MENEGAZ, A. N.; PRADO, J. L. *Hippidion* Owen 1869 (MAMMALIA, PERISSODACTYLA) En Sedimento Del Pleistoceno Tardío de la Localidad Barro Negro (Jujuy, Argentina). **Estudios Geológicos**, v. 42, p. 487–493. 1986.
- ALBERDI, M. T., FRASSINETTI, D. Presencia de *Hippidion* y *Equus* (*Amerhippus*) (Mammalia, Perissodactyla) y su distribución en el Pleistoceno Superior de Chile. **Estudios Geológicos**, v. 56, p. 279–290. 2000.
- ALBERDI, M. T.; PRADO, J. L. El registro de *Hippidion* Owen, 1869 y *Equus* (*Amerhippus*) Hoffstetter, 1950 (Mammalia, Perissodactyla) en América del Sur. **Ameghiniana**, v. 29, n. 3, 265–284. 1992.
- ALBERDI, M. T.; PRADO, J. L. Review of the genus *Hippidion* Owen, 1869 (Mammalia: Perissodactyla) from the Pleistocene of South America. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 108, n. 1, p. 1–22. 1993.
- AMEGHINO, F. **Geología, paleogeografía, paleontología y antropología de la República Argentina**. La Nación, tiraje especial, Buenos Aires. 1910.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. Classifying vertebrate assemblages preserved in Quaternary tank deposits: Implications for vertebrate taphonomy and paleoecology. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 445, p. 147-152. 2016.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H. I.; PORPINO, K. O.; BERGQVIST, L. P. Vertebrate Taphonomy and Paleoecology in an Upper Pleistocene tank deposit of Paraíba, Brazil: taphonomic modes, evidence of temporal and spatial resolutions and paleoecological patterns of the Brazilian Intertropical Region. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 437, p. 1-17. 2015.

ARAÚJO-JÚNIOR, H.; PORPINO, K. O. Assembleias fossilíferas de mamíferos do Quaternário do Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: diversidade e aspectos tafonômicos e paleoecológicos. **Pesquisas em Geociências**, v. 38, n. 1, p. 67-83. 2011.

ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K. O.; BERGQVIST, L.P.; AVILLA, L.S. Nova Ocorrência de Mamíferos do Quaternário nos Tanques de Taperoá (Paraíba) e Alagoinha (Pernambuco), Nordeste do Brasil: Implicações Paleoambientais. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 40, n. 1, p. 37–46. 2017.

ASAKURA, Y.; SILVA, J. L. L.; SILVA, A. P. L.; SILVA, E. P. A.; OMENA, E. C. Taphonomic and sedimentological aspects from PICOS II paleontological site, a quaternary pond deposit of Alagoas, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 71, p. 161-171. 2016.

AULER, A. S., PILÓ, L. B.; SAADI, A. Ambientes cársticos. *Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos*, 321-342. 2005.

AULER, A.; BRANDI, R.; RUBIOLLI, E. **As grandes cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. 2001.

AULER, A.S. **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, 110p. 1994.

AULER, A.S.; SMART, P.L. Toca da Boa Vista (Campo Formoso), BA: A maior caverna do hemisfério sul. In: Schobbenhaus, C., Campos, D. A., Queiroz, E. T., Winge, M., Berbert-Born, M. L. C. (Eds.), **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**, 554 p. 1999.

AULER, A.S.; PILÓ, L.B.; SMART, P.; WANG, X.; NEVES, W.A.; CHENG, H.; EDWARDS, L.E. **Cronologia e processos de deposição da megafauna quaternária em cavernas brasileiras**. In: Congresso Da Associação Brasileira De Estudos Do Quaternário - Abequa, 9. Resumos, Recife, 28p. 2003.

AULER, A.S.; PILÓ, L.B.; SMART, P.L.; WANG, X.; HOFFMANN, D.; RICHARDS, D.A.; EDWARDS, R.L.; NEVES, W.A.; CHENG, H. U-series dating and taphonomy of Quaternary vertebrates from Brazilian caves. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 204, p. 508–522. 2006.

BACON C. D.; MOLNAR P.; ANTONELLI A, CRAWFORD A. J.; MONTES C.; VALLEJO-PAREJA M. C. Quaternary glaciation and the Great American Biotic Interchange. **Geology**, n. 44, p.375-378. 2016.

BEHRENSMEYER, A.K. The taphonomy and paleoecology of Plio- Pleistocene vertebrate assemblage east of Lake Rudolf, Kenya. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, v. 146, p. 473-578. 1975.

BEHRENSMEYER, A.K. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. **Paleobiology**, v. 4, p. 150-162. 1978.

BEHRENSMEYER, A.K. Terrestrial vertebrate accumulations. In: P. Allison & D.E. Briggs (Eds.) **Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record**. Plenum, New York, p. 291 – 335. 1991.

BERGQVIST, L. P.; ABUHID, V. S.; LESSA, G. M. G.; AVILLA, L. S. **Mamíferos**. In: CARVALHO, I. S. Paleontologia: Paleovertebrados, Paleobotânica (3 ed.). Rio de Janeiro: Interciência, p. 163-214. 2011.

BERGQVIST, L. P.; ALMEIDA, E. B. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. **Geociências**, v. 9, p. 54-68. 2004.

BERGQVIST, L. P.; RIBEIRO, A. M. A paleomastofauna das bacias eoterciárias brasileiras e sua importância na datação das bacias de Itaboraí e Taubaté. **Paleógeno de América del Sur y de la Península Antártica. Asociación Paleontológica Argentina, Buenos Aires, Publicación especial**, v. 5, p. 19-34, 1998.

BERGQVIST, L.P.; GOMIDE, M.; CARTELLE, C.; CAPILLA, R. Faunas-locais de mamíferos pleistocênicos de Itapipoca/Ceará, Taperoá/Paraíba e Campina Grande/Paraíba: estudo comparativo, bioestratigráfico e paleoambiental. **Geociências**, v. 2, p. 23-32. 1997.

BERNARDES, C.; SICURO, F.L.; AVILLA, L.S.; PINHEIRO, A.E.P. Rostral reconstruction of South American hippidiforms equids: new anatomical and ecomorphological inferences. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 58, p.669-678. 2013.

BERTA, A. The status of *Smilodon* in North and South America. **Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County**, v. 370, p. 1-15. 1985.

BLACK-DÉCIMA, P.; ROSSI, R. V.; VOGLIOTTI, A.; CARTES, J.L.; MAFFEI, L.; DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; JULIÁ, J.P. **Brown brocket deer *Mazama gouazoubira* (Fischer 1814)**. In: Duarte, J. M. B., Gonzalez, S. (eds.). Neotropical Cervidology, Biology and Medicine of Latin American Deer. Funep/IUCN. 393p. 2010.

BOCHERENS, H.; COTTE, M.; BONINI, R.; SCIAN, D.; STRACCIA, P.; SOIBELZON, L.; PREVOSTI, F.J. Paleobiology of sabretooth cat *Smilodon populatorin* the Pampean Region (Buenos Aires Province, Argentina) around the Last Glacial Maximum: Insights from carbon and nitrogen stable isotopes in bone collagen. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 449, p. 463–474. 2016.

BOND, M.; CERDEÑO, E.P.; LÓPEZ, G. **Los Ungulados Nativos de América del Sur. In Evolución climática y biológica de la región pampeana durante los últimos cinco millones de años. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo occidental**. In: Alberdi, M.T., Leone, G., Tonni, E. P. (Eds). Museo de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Monografías, p. 259-275. 1995.

BOND, M.; MADDEN, R.H.; CARLINI, A.A. A new specimen of Toxodontidae (Notoungulata) from the Urumaco formation (Upper Miocene) of Venezuela. **Journal of Systematic Paleontology**, v. 4, n. 3, p. 285-291. 2006.

BORGES, L.E.P. **Difratometria de Raios-X aplicada ao estudo comparativo dos processos de formação de baterias automotivas**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco. 115p. 2000.

BRAUNN, P. R. **Hipoplasia de Esmalte em *Toxodon* Owen, 1837 (Mammalia, Notoungulata) do Pleistoceno do estado do Rio Grande Do Sul**. Master Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

BUCHMANN, R.; GUIMARÃES, M.S.; ROCHA-DOS-SANTOS, B.C.A.; PINHEIRO, R.S.; ROTTI, A.; AVILLA, L.S.; FREITAS, J.; ARAÚJO-JÚNIOR, H.I. Mamíferos fósseis do Quaternário da Gruta Tacho de Ouro Tocantins, Norte do Brasil: Diversidade, Tafonomia e Aspectos Paleocnológicos e Paleoambientais. **Revista Brasileira Paleontologia**, v. 20, n. 2, p. 203-218. 2017.

CALDARA, V. JR.; LEITE, Y. L. R. Geographic variation in hairy dwarf porcupines of *Coendu* from eastern Brazil (Mammalia: Erethizontidae). **Zoologia**, v. 29, n. 4, p. 318–336. 2012.

CARTELLE C. **Tempo Passado: Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Ed. Palco, 448 p. 1994.

CARTELLE, C. **Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos (Ourolândia, BA, Brasil)**. Doctoral Thesis, Universidade Federal de Minas Gerais. 1992.

CARTELLE, C. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: Eisenberg, J.F., Redford K.H. (eds.). **Mammals of the Neotropics**. The University of Chicago Press, p. 27-46. 1999.

CARTELLE, C. **Das grutas à luz: os mamíferos pleistocênicos de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Editora Bicho do Mato, 236 p. 2012.

CARTELLE, C.; DE IULIIS, G.; PUJOS, F. A new species of Megalonychidae (Mammalia, Xenarthra) from the quaternary of Poço Azul (Bahia, Brazil). **Comptes Rendus Palevol**, v. 7, n. 6, p. 335-346, 2008.

CARTELLE, C.; HARTWIG, W. C. A new extinct primate among the Pleistocene megafauna of Bahia, Brazil. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 93, p. 6405-6409. 1996.

CARTELLE, C.; LESSA, G. Descrição de um novo gênero e espécie de *Maucrauchenia* (Mammalia, Litopterna) do Pleistoceno do Brasil. **Paula-Coutiana**, v. 3, p. 3-26. 1988.

CASTRO, M. C.; LANGER, M. C. 2008. New postcranial remains of *Smilodon populator* Lund, 1842 from south-central Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 11, n. 3, p. 200.

CASTRO, M.C.; MONTEFELTRO, F.C.; LANGER, M.C. The Quaternary vertebrate fauna of the limestone cave Gruta do Ioiô, northeastern Brazil. **Quaternary International**, v. 352, n. 26, p.164-175. 2014.

CECAV/ICMBIO. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/ceca/canie.html>>. Acesso em 11 de Agosto de 2017.

CIONE A.L.; GASPARINI G.M.; SOIBELZON E.; SOIBELZON L.H.; TONNI E.P. **The GABI in Southern South America**. In: The Great American Biotic Interchange. SpringerBriefs in Earth System Sciences. Springer, Dordrecht. 2015.

CIONE A.L.; TONNI E. P.; SOIBELZON L. H. The broken zig-zag: Late Cenozoic large mammal and tortoise extinction in South America. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, v. 5, p. 1-19. 2003

CIONE, A. L.; TONNI, E. P.; BARGO, S.; BOND, M.; CANDELA, A. M.; CARLINI, A. A.; DESCHAMPS, C. M.; DOZO, M. T.; ESTEBAN, G.; GOIN, F. J.; MONTALVO, C. I.; NASIF, N.; NORIEGA, J. I.; ORTIZ JAUREGUIZAR, E.; PASCUAL, R.; PRADO, J. L.; REGUERO, M. A.; SCILLATO-YANÉ, G. J.; SOIBELZON, L.; VERZI, D. H.; VIEYTES, E. C.; VIZCAÍNO, S. F.; VUCETICH, M. G. Mamíferos continentales del Mioceno tardío a la actualidad en la Argentina: cincuenta años de estudios. **Ameghiniana**, v. 11, n. 50º aniversario, p. 257–278. 2007.

CORONA, A.; PEREIRA, D.; MCDONALD, H.G. *Catonyx cuvieri* (Xenarthra, Mylodontidae, Scelidotheriinae) from the late Pleistocene of Uruguay, with comments regarding the systematics of the subfamily. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 33, p. 1214–1225. 2013. doi:10.1080/02724634.2013.764311

CZAPLEWSKI, N.J.; CARTELLE, C. Pleistocene bats from cave deposits in Bahia, Brazil. **Journal of Mammology**, v. 79, n. 3, p. 784-803. 1998.

DANTAS, M. A. T. **Sobre a Ocorrência da Preguiça Gigante *Catonyx Cuvieri* (LUND, 1839) na Gruta da Roça Nova, Paripiranga, Bahia**. In: Reunião Anual da Sociedade de Brasileira de Paleontologia, Núcleo Nordeste, Ilhéus, Bahia. 2005.

DANTAS, M.A.T.; BOCHERENS, H.; OMENA, E.C.; SILVA, J.L.L.; SIAL, A.N. **Paleoenvironmental reconstruction of Brazilian Intertropical Region habitats through megamammals isotopic data ($\Delta^{13}\text{C}$, $\Delta^{18}\text{O}$)**. In: Boletim de Resumos do XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia. 2017b.

DANTAS, M.A.T. Primeiro Registro de Fósseis de mamíferos pleistocênicos em caverna de Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 12, n. 2, p. 161-164. 2009. doi:10.4072/rbp.2009.2.06.

DANTAS, M.A.T. **Contribuição ao conhecimento da megafauna pleistocênica da Região Intertropical Brasileira**. Doctoral Thesis, Universidade Federal de Minas Gerais. 2012.

DANTAS, M.A.T.; CHERKINSKY A.; BOCHERENS H.; DREFAHL M.; BERNARDES C.; FRANÇA L.M. Isotopic paleoecology of the Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region: Feeding ecology (d13C), niche breadth and overlap. **Quaternary Science Reviews**, v. 170, p. 152-163. 2017a

DANTAS, M.A.T.; DREFAHL, M.; LÜCK, G. **Fossil Occurrences of Subfamilies Scelidotheriinae Ameghin, 1904 and Toxodontinae Trouessart, 1898 in “Bom Pastor” cave, Notherastern Bahia State, Brazil**. In: Calvo, J.O. et al. (Eds.) 2008. Actas de Resúmenes III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Talleres Gráficos. Neuquén, Argentina. 73p. 2008.

DANTAS, M.A.T.; ZUCON, M.H.; RIBEIRO, A.M. Megafauna pleistocênica da Fazenda Elefante, Gararu, Sergipe, Brasil. **Geociências**, v. 24, p. 277-287. 2005.

DANTAS, M.A.T.; MISSAGIA, R.; DUTRA, R.P.; RAUGUST, T.; SILVA, L.A.; DELICIO, M.P.; RENÓ, R. **Identificação taxonômica dos fósseis de mamíferos da caverna Toca Fria e Jatobá, Iuiú, Bahia: inferências paleoecológicas e temporais**. In: Anais do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia. Soc. Bras. de Espeleologia, Barreiras-BA, p. 433-438. 2013.

DESCHAMPS, C. M. Late Cenozoic mammal bio-chronostratigraphy in southwestern Buenos Aires Province, Argentina. **Ameghiniana**, v. 42, n. 4, p. 733-750. 2005.

DOMINATO, V. H.; MOTHE, D.; AVILLA, L. S.; BERTONI-MACHADO, C. Ação de insetos em vértebras de *Stegomastodon waringi* (Mammalia, Gomphotheriidae) do Pleistoceno de Águas de Araxá, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 12, n. 1, p. 77-82. 2009.

DONATO, C.R.; DANTAS, M.A.T.; BARRETO, E.A. S. **Ocorrência de morcegos fósseis (*Myotis* sp.) na caverna do Bom Pastor, Paripiranga, Bahia, Brasil**. In: Boletim de Resumos, Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 6. Ribeirão Preto, USP, p. 85-86. 2008.

DUARTE, J. M. B. **Guia de Identificação de Cervídeos Brasileiros**. Jaboticabal, UNESP, 14 p. 1996.

DUARTE, J. M. B. **Análise citogenética e taxonômica do gênero *Mazama* (Cervidae: Artiodactyla) no Brasil**. Doctoral Thesis, Universidade Estadual Paulista. 1998.

DUARTE, J. M. B.; VOGLIOTTI, A.; ZANETTI, E. S.; OLIVEIRA, M.L.; TIEPOLO, L. M.; RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA L. B. Avaliação do risco de extinção do veado-catingueiro *Mazama gouazoubira* G. Fischer [von Waldhein], 1814, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, p. 50–58. 2012a.

DUARTE, J. M. B.; VOGLIOTTI, A.; ZANETTI, E. S.; OLIVEIRA, M.L.; TIEPOLO, L. M.; RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA, L. B.. Avaliação do Risco de Extinção do Veado-mateiro *Mazama americana* Erxleben, 1777, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, p. 33-41. 2012b

EISENBERG, J.F.; REDFORD, K.H., **Mammals of the Neotropics; the central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil, 3**. Chicago and London, Chicago University Press, 612 p. 1999.

EVANDER, R.L. A revised dental nomenclature for fossil horses. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 285, p. 209–218. 2004.

FARIÑA, R. **Fauna del Uruguay en el pasado**. (Disponível em: <https://www.rau.edu.uy/uruguay/historia/megafauna.htm>) <Acesso: 1 de Agosto de 2017>. 1997.

FARIÑA, R.A.; VIZCAÍNO, S.F.; IULIIS G. **Megafauna: giant beasts of Pleistocene South America**. Bloomington: Indiana University Press. 2013.

FAURE, M.; GUÉRIN, C. Smilodon populator et Protocyon troglodytes, deux superprédateurs du Pléistocène supérieur de la Serra da Capivara (Piauí) au Nordeste du Brésil. **Annales de Paléontologie**, v. 100, n. 4, p. 238-295. 2014.

FEIJÓ, A.; LANGGUTH, A. A new species of porcupine from the Baturité range. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 22, p. 124 – 126. 2013

FERIGOLO, J. Late Pleistocene South American land-mammal extinctions: the infection hypothesis. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, v. 12, p. 279-310. 1999.

FERREIRA, Z. A.; MORAIS, F. Diagnóstico físico-conservacionista do ambiente cárstico da bacia do córrego Cana-brava, Aurora do Tocantins (TO, Brasil)/Physical diagnostic-conservationist of karstic environment of watershed Cana-brava river, Aurora do Tocantins (TO, Brasil). **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 52, p. 244-273, 2018.

FICCARELLI, G.; AZZAROLI, A.; BERTINI, A.; COLTORTI, M.; MAZZA, P.; MEZZABOTTA, C.; MORENO ESPINOSA, M.; ROOK, L.; TORRE, D. Hypothesis on the cause of extinction of the South American Mastodonts. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 10, p. 29–38. 1997.

FORASIEPI, A. M.; MARTINELLI, A. G.; BLANCO, J. L. **Bestiario Fósil, Mamíferos del Pleistoceno de la Argentina**. Buenos Aires, Albatros, 192 p. 2007.

FRANÇA, L. M.; DANTAS, M. A. T. Nota sobre a ocorrência de *Palaeolama major* Liliais, 1872 em Sítios Novos, Canhoba, Sergipe. **Scientia Plena**, v. 7, n. 7, p. 1-4. 2011.

FRANÇA, L.M.; ASEVEDO, L.; DANTAS, M.A.T.; BOCCHIGLIERI, A.; AVILLA, L.S.; LOPES, R.P.; SILVA, J.L.L. Review of feeding ecology data of Late Pleistocene mammalian herbivores from South America and discussions on niche differentiation. **Earth-Science Reviews**, v. 140, p. 158–165. 2015.

GHILARDI, A. M.; FERNANDES, M. A.; BICHUETTE, M. E. Megafauna from the Late Pleistocene-Holocenedeposits of the Upper Ribeira karst area, southeast Brazil. **Quaternary International**, v. 245, n. 2, p. 369–378, 2011.

GRAHAM, R. W.; LUNDELIUS E. L. Jr. **Coevolutionary disequilibrium and Pleistocene extinctions**. In: MARTIN P. S.; KLEIN (Eds.), *Quaternary Extinctions. A Prehistoric revolution*. The University of Arizona Press, Tucson, USA, p. 223-249. 1984.

GUÉRIN, C. La Faune de vertébrés du Pléistocène supérieur de l'aire archéologique de São Raimundo Nonato (Piauí, Brésil). **Comptes rendus de l'Académie des sciences**, v. 312, n. 2, p. 567–572. 1991.

GUÉRIN, C.; FAURE, M. Un nouveau Toxodontidae (Mammalia, Notoungulata) du Pléistocène supérieur du Nordeste du Brésil. **Geodiversitas**, v. 35, p. 155-205. 2013.

HERSHKOVITZ, P. Neotropical deer (Cervidae). Part 1. Pudus, genus Pudu Gray. **Fieldiana Zoology New Series**, v. 11, n. 1–86. 1982.

HOLANDA, E.C.; RINCÓN, A.D. Tapirs from the Pleistocene of Venezuela. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 57, n. 3, p. 463–472. 2012.

HUBBE, A.; AULER, A.S. A large Cervidae Holocene accumulation in Eastern Brazil: an example of extreme taphonomical control in a cave environment. **International Journal of Speleology**, v. 41, n. 2, p. 299-307. 2012

HUBBE, A.; HADDAD-MARTIM, P.M.; HUBBE, M.; MAYER, E.L.; STRAUSS, A.; AULER, A.S.; PILÓ, L.B.; NEVES, W.A. Identification and importance of critical depositional gaps in pitfall cave environments: The fossiliferous deposit of Cuvieri Cave, eastern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 312, p. 66-78. 2011.

JANSEN, D. C.; CAVALCANTI, L. F.; LAMBLÉM, H. S. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala de 1: 2.500. 000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, v. 1, n. 2, p. 42-57. 2002.

KARMANN, I. **Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do alto vale do Rio Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 1994.

KERBER, L.; MAYER, E. L.; RIBEIRO, A.M.; VUCETICH, M. G. Late Quaternary caviomorph rodents (Rodentia: Hystricognathi) from the Serra da Capivara, northeastern Brazil, with description of a new taxon. **Historical Biology**, v. 28, n. 4, p. 439-458. 2016.

KRUMBEIN, W.C. Size frequency distributions of sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 4, n. 2, p. 65-77. 1934.

LIMA, J.S. **Análise Tafonômica da Acumulação esquelética na Gruta da Presa I, no município de Paripiranga, BA: Inferências Paleoambientais e Paleoclimáticas**. Master Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco. 2017.

LIMA, J.S.; SILVA, J.L.L.; OLIVEIRA, E.V.; SILVA, A.P.L.; GOMES, B.A.; SILVA, E.P.A.; NASCIMENTO, J.S.O.; FRANÇA, L.F.; ASAKURA, Y.B.O. Dados preliminares de estudos taxonômicos e tafonômicos de vertebrados fósseis da Gruta da Presa I, município de

Paripiranga, BA. In: O. N. Grillo, P. S. R. Romano & G.R Oliveira (Eds.) **Paleontologia em Destaque**. São Paulo: Boletim Informativo SBP. p.102. 2016.

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

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

LUND, P.W. Notícia sobre ossadas humanas fósseis achadas numa caverna do Brasil. In: C. Paula Couto (Ed.). 1950. **Memórias sobre a paleontologia brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, p. 465-488. 1844.

LUND, P.W. Notice sur des ossements humains fossiles, trouvés dans une caverne du Brésil. **Mémoires de la Société Royale des Antiquaires du Nord**: p. 49-77. 1845.

LYMAN, R.L. 1994. Vertebrate taphonomy. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 524p.

MACFADDEN, B.J. Diet and habitat of toxodont megaherbivores (Mammalia, Notoungulata) from the late Quaternary of South and Central America. **Quaternary Research**, v. 64, p. 113–124. 2005.

MALDONADO, V.; MONTEIRO, L.G.P.; ROTTI, A.; PEREIRA, C.; ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; AVILLA, L.S. Taphonomic aspects of Deer (Mammalia, Cetartiodactyla, Cervidae) remains from a Quaternary cave deposit in northern Brazil. **Journal of Sedimentary Environments**, v. 1, p. 234-248. 2016. doi:10.12957/jse.2016.23026

MARCOLINO, C.P. **Paleoecologia e variações morfológicas dos Camelidae (Mammalia, Artiodactyla) intertropicais brasileiros**. Master dissertation. Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil. 2011.

MARCOLINO, C.P.; ISAIAS, R.M.S.; COZZUOL, M.A.; CARTELLE, C.; DANTAS, M.A.T. Diet of Palaeolama major (Camelidae) of Bahia, Brazil, inferred from coprolites. **Quaternary International**, v. 278, p. 81–86. 2012

MARES, M. A.; WILLIG, M. R.; LACHER JR., T. E. The Brazilian caatinga in South American zoogeography: tropical mammals in a dry region. **Journal of Biogeography**, v. 12, p. 57-69. 1985.

MARSHALL, L. G.; HECHT, M. K. Mammalian Faunal Dynamics of the Great American Interchange: an alternative interpretation. **Paleobiology**, v. 4, n. 2, p. 203-206. 1978

MARTIN, P.S. **Prehistoric overkill**. I: An Alternative Interpretation. **Paleobiology**, v. 4, n. 2, p. 203–206. 1978. n: MARTIN, P.S.; WRIGTH, H. Jr. (Eds.), Pleistocene extinctions: the search for the cause. Yale University Press, New Haven, p. 75-120. 1967.

MARTIN, P.S. **Prehistoric overkill: the global evidence**. In: MARTIN P.S.; KLEIN R.G. (Eds.), Quaternary Extinctions. The University of Arizona Press, Tucson, USA, p. 354-402. 1984.

MEDEIROS, M. A. Fossildiagênese. In: I. S. Carvalho (ed.) **Paleontologia: conceitos e métodos**. (3 Ed.). Rio de Janeiro: Interciência, p. 65-77. 2010.

MENDES PONTES, A.R.; GADELHA, J. R.; MELO, E.R.; SÁ, F.B.; LOSS, A.C.; JÚNIOR, V.C.; COSTA, L.; LEITE, Y.L. A new species of porcupine, genus *Coendou* (Rodentia: Erethizontidae) from the Atlantic forest of northeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 3636, n. 3, p. 421–438. 2013.

MENDONÇA, R. **Revisão dos toxodontes pleistocênicos brasileiros e considerações sobre *Trigonops lopesi* (Roxo, 1921) (Notoungulata, Toxodontidae)**. Master Dissertation, Universidade Federal de São Paulo. 2007.

MERRIAM, J.C.; STOCK, C. The Felidae of Rancho La Brea. **Carnegie Institution of Washington**, v. 422, p. 1-231. 1932.

NASCIMENTO, J. S. O.; SILVA, J. L. L.; ASAKURA, Y. Fósseis de mamíferos pleistocênicos em paleocanal fluvial, município de Inhapi, Alagoas. **Estudos Geológicos**, v. 28 , n. 1 , p. 20-34 . 2018

NASCIMENTO, J. S. O.; OLIVEIRA, É. V.; SILVA, J. L. L. **Taxonomy and Paleoenvironmental Inferences from Fossil Vertebrates of the Paripiranga Borboletas Cave, Northeastern Bahia, Brazil** (no prelo). 2018.

NASIF, N.L.; MUSALEM, S.; CERDEÑO, E. A new toxodont from the late Miocene of Catamarca, Argentina, and a phylogenetic analysis of the Toxodontidae. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 20, n. 3, p. 591-600. 2000.

NETO, F. G. E. **Ecologia do veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814) no Pantanal**. Master Dissertation, Universidade Federal do Paraná. 2016.

NEVES, W.A.; PILO, L.B. Solving Lund's dilemma: new AMS dates confirm that humans and megafauna coexisted at Lagoa Santa. **Current Research in the Pleistocene**, v. 20, p. 57–60. 2003.

OCHSENIUS, C. **The Neogene and Pleistocene savannization of Amazonia**. In: Actas VI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Curitiba, Brazil, p. 463-466. 1997.

OLIVEIRA, A. M.; BECKER-KERBER, B.; CORDEIRO, L. M.; BORGHEZAN, R.; AVILLA, L. S.; PACHECO, M. L. A. F.; SANTOS, C. M. D. Quaternary mammals from central Brazil (Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul) and comments on paleobiogeography and paleoenvironments. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 20, n. 1, p. 31-44. 2017.

OLIVEIRA, A.M. **Paleofauna de vertebrados com ênfase em répteis e mamíferos, dos depósitos quaternários da região da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado – UNESP, 138p. 2013.

OLIVEIRA, P.V.; RIBEIRO, A.M.; KERBER, L.; LESSA, G.; VIANA, M.S.S. Late Quaternary Caviomorph Rodents (Rodentia: Hystricognathi) from Ceará state, northeast Brazil. **Journal of Cave and Karst Studies**, v. 75, n. 1, p. 81-91. 2013.

OLIVEIRA, P.V.; RIBEIRO, A.M.; XIMENES, X.L.; VIANA, M.S.S.; HOLANDA, E.C.; Tayassuidae, Cervidae e Tapiridae da Gruta do Urso Fóssil, Holocene, Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 17, n. 3, p. 417–434. 2014.

OLIVEIRA, P.V.; LESSA, G.; VIANA, M. S. S.; XIMENES, C. L.; RIBEIRO, A. M.; OLIVEIRA, E.V.; SANTOS, A. S. T.; HSIU, A.S.; HOLANDA, E.C.; KERBER, L. **Gruta do urso fóssil (Nordeste do Brasil) e sua Fauna Quaternária: dados preliminares**. In: Boletim de Resumos. XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia p. 651-653. 2011.

OMENA, E.C. **Utilização de Isótopos de C, O e N como Ferramenta para Avaliar a Dieta e Habitat de Mamíferos Pleistocênicos do Semiárido dos Estados de Alagoas e Pernambuco, Nordeste do Brasil.** Master Dissertation. Universidade Federal de Pernambuco. 2015.

OWEN-SMITH, N. Pleistocene extinctions: the pivotal role of megaherbivores. **Paleobiology**, v. 13, p. 351-362. 1987.

PATTERSON, B.; PASCUAL, R. Evolution of mammals on Southern continents, 5. The fossil mammal fauna of South America. **Quarterly Review of Biology**, v. 43, n. 4, p. 409–451. 1968.

PAULA COUTO, C. **Tratado de Paleomastozoologia.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 590p. 1979.

PAULA COUTO, C. **Paleontologia Brasileira: mamíferos.** Rio de Janeiro: Biblioteca Científica Brasileira, 516 p. 1953.

PAULA COUTO, C. Sobre a presença de *Hippidion* e *Toxodon* Owen no Pleistoceno do Rio Grande do Sul. **Boletim do Museu Nacional**, v. 2, p. 1–12. 1944.

PEREIRA, J. C.; LOPES, R. P.; KERBER, L. New remains of late pleistocene mammals from the Chuí Creek, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 15, n. 2, p. 228–239. 2012.

PEREIRA, R. G. F. A.; GONÇALVES, T. S.; REIS, M. O Carste e as Cavernas de Paripiranga (BA). **Espeleo-Tema**, v.28, n.1. 35-47. 2017.

PERÔNICO, C.; SRBEK-ARAÚJO, A.C. 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**, v. 60, n. 3, p. 195-198. 2002.

PILÓ, L. B. Geomorfologia cárstica (Revisão de Literatura). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 88-102. 2000.

PILÓ, L.B.; AULER, A.S.; NEVES, W.A.; WANG, X.; CHENG, H.; EDWARDS, R.L. Revisitando a lapa do Sumidouro: Marco Paleo-Antropológico do Quaternário Americano. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n.3, p. 337-348. 2004.

- PORPINO, K. O.; SANTOS, M. F. C. F.; BERGQVIST, L. P. Registros de Mamíferos Fósseis no Lajedo de Soledade, Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 3, p. 349–358. 2004.
- POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. Atheneu Editora São Paulo, São Paulo. 699 p. 2003.
- PRADO, J.L.; ALBERDI, M.T. Global evolution of Equidae and Gomphotheriidae from South America. **Integrative Zoology**, v. 9, p. 434–443. 2014.
- PRADO, J.L.; ALBERDI, M.T. **Fossil Horses of South America, Phylogeny, Systematics and Ecology**. The Latin American Studies Book Series. Springer. 157p. 2017. doi 10.1007/978-3-319-55877-6_2
- PREVOSTI, F.J.; VIZCAÍNO, S.F. Paleoecology of the large carnivore guild from the late Pleistocene of Argentina. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 51, n. 3, p. 407–422. 2006.
- PRIETO, A.; LABARCA, R.; SIERPE, V. New evidence of the sabertooth cat *Smilodon* (Carnivora: Machairodontinae) in the late Pleistocene of southern Chilean Patagonia. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 83, p. 299–307. 2010.
- QUEIROZ, A.N. Fauna de vertebrados do sítio arqueológico Pedra do Alexandre, Carnaúba dos Dantas, RN, Brasil: uma abordagem zooarqueológica e tafonômica. **CLIO Arqueologica, UFPE**, v. 1, n. 15, p. 267–282. 2002.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**. 2 ed., 439p. 2011.
- RIBEIRO, A. M. **Contribuição ao conhecimento da família Leontiniidae (Mammalia, Notoungulata, Toxodontia): aspectos anatômicos e filogenéticos**. Doctoral Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003.
- RIBEIRO, R.C.; CARVALHO, I.S. Megafauna do Quaternário tardio de Baixa Grande, Bahia, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 32, n. 2, 42–50. 2009.
- RINCÓN, A. C. **Caracterização morfológica, citogenética e molecular de *Mazama americana* (Artiodactyla Cervidae) a partir de um topótipo atual**. Master Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 2016.

RINCÓN, A.D.; PREVOSTRI, F.J.; PARRA, G.E. New saber-toothed cat records (Felidae: Machairodontinae) for the Pleistocene of Venezuela, and the great American biotic interchange. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 31, n. 2, p. 468-478. 2011.

RINCÓN, R.; ASCANIO, D. A first record of the Pleistocene saber-toothed cat *Smilodon populator* Lund, 1842 (Carnivora: Felidae: Machairodontinae) from Venezuela. **Ameghiniana**, v. 43, n. 2, p. 499-501. 2006.

ROBERTS, E.M.; ROGERS, R.R.; FOREMAN, B.Z. Continental insect borings in dinosaur bone: Examples from the Late Cretaceous of Madagascar and Utah. **Journal of Vertebrate Paleontology**, p. 81, n. 1, p. 201-208. 2007.

ROCHA-DOS-SANTOS, B.C.A.; AVILLA, L.S.; SCHERER, C.S. The fossil Camelidae (Mammalia: Cetartiodactyla) from the Gruta do Urso cave, northern Brazil. **Quaternary Internacional**, v. 436, n. A, p. 181-191. 2017.

ROGERS, R.R. Collecting taphonomic data from vertebrate localities. In: P. Leiggi & P. May. (Eds.) **Vertebrate Paleontological Techniques**. Cambridge University Press, Cambridge. 1994.

ROSÁRIO, B.; OLIVEIRA, B.; KRAEMER, B. **Caracterização taxonômica de Didelphimorpha Gill, 1872 da Toca da Boa Vista-BA, Brasil**. In: Anais do 33º congresso brasileiro de espeleologia. Sociedade brasileira de espeleologia, Eldorado, p. 1-7. 2015.

ROSSI, R.V. **Taxonomia de Mazama rafinesque, 1817 do Brasil (Artiodactyla, Cervidae)**. Master Dissertation, Universidade de São Paulo. 2000.

SALLUN FILHO, W; KARMANN, I; BOGGIANI, P. C. Paisagens cársticas da Serra da Bodoquena (MS). **Geologia do Continente Sul-Americano**, v. 1, p. 423-433. 2004.

SÁNCHEZ, B.; PRADO, J.L.; ALBERDI, M. T. Ancient feeding, ecology and extinction of Pleistocene horses from the Pampean Region, Argentina. **Ameghiniana**, v. 43, n. 2, p. 427–436. 2006.

SCHERER, C. S. **Os Camelidae Lamini (Mammalia Ardtiodactyla) do Pleistoceno da América do Sul: aspectos taxonômicos e filogenéticos**. Doctoral Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

SCHERER, C. S.; ROSA, Á. A. S. Um Equídeo Fóssil do Pleistoceno de Alegrete, RS, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, 30 (2), 33–38. 2003.

SCHERER, C.S. The Camelidae (Mammalia, Artiodactyla) from the Quaternary of South America: cladistic and biogeographic hypotheses. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 20, p. 45-56. 2012.

SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt-clay rations. **Journal of Sedimentary Research**, v. 24, n. 3, p. 151-.158. 1954.

SHIPMAN, P. **Life history of a fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology**. 1^a ed. Cambridge, Harvard University Press, 222 p. 1981.

SHOCKEY, B.J. Specialized knee joints in some extinct, endemic, South American herbivores. **Acta Palaeontologia Polonica**, v. 46, n. 2, p. 277–288. 2001.

SHOCKEY, B.J.; SALAS-GISMONDI, R.; BABY, P.; GUYOT, J.L.; BALTAZAR, M.C.; HUAMÁN, L.; CLACK, A.; STUCCHI, M.; PUJOS, F.; EMERSON, J.M.; FLYNN, J.J. New Pleistocene Cave Faunas of the Andes of Central Perú: Radiocarbon Ages and the Survival of Low Latitude, Pleistocene DNA. **Palaeontologia Electronica**, v. 12, n. 3, p. 1-15. 2009.

SIAL, A.N.; GAUCHER, C.; SILVA FILHO, M.A.; FERREIRA, V.P.; PIMENTEL, M.M.; LACERDA, L.D.; EMANNOEL, V.; SILVA FILHO, E.V.; CEZARIO, W. C-Sr-isotope and Hg chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates of the Sergipano Belt, Northeastern Brazil. **Precambrian Research**, v. 182, p. 351-372. 2010.

SILVA FILHO M. A.; BOMFIM L. F. C.; SANTOS R. A.; LEAL R. A.; SANTANA A. C.; BRAZ FILHO, P. A. **Geologia do Geossinclinal Sergipana e do seu embasamento**. Salvador, CPRM, v. 2, 435 p. 1977.

SILVA, A. P. L.; SILVA, J. L. L.; MARQUES, C. M. N.; OLIVEIRA, Y. A. B. Registro Fóssil de *Tayassu tajacu* (Linnaeus 1758) na Furna do Fim do Morro do Parafuso, município de Paripiranga, Bahia. **Paleontologia em Destaque - Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia**, Edição Especial, 173 p. 2012.

SILVA, F. M.; ALVES, R. S.; BARRETO, A. M. F.; SÁ, F. B.; LINS-E-SILVA, A. C. B. A megafauna pleistocênica do Estado do Pernambuco. **Estudos Geológicos**, v. 16 n. 2, p. 55-66. 2006.

SILVA, J. L. L. **Tafonomia em mamíferos Pleistocênicos: caso da planície colúvio aluvionar de Maravilha - AL**. 2001. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia, Departamento de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2001.

SILVA, J.L.L. **Reconstrução paleoambiental baseada no estudo de mamíferos pleistocênicos de Maravilha e Poço das Trincheiras, Alagoas, Nordeste do Brasil**. Doctoral Thesis, Universidade Federal de Pernambuco. 2008.

SIMÕES, M.G.; HOLZ, M. H. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. In: Carvalho, I. S. (Ed.). **Paleontologia**, Rio de Janeiro: Interciência, 861 p. 2004.

SIMPSON G. G. History of the Fauna of Latin America. **American Scientist**, v. 38, p. 261–389. 1950.

SIMPSON, G. G. Mammals and land bridges. **Journal of the Washington Academy of Sciences**, v. 30, p. 137–163. 1940.

SIMPSON, G.G.; PAULA-COUTO, C. The Mastodonts of Brazil. **Bulletin American Museum of Natural History**, v. 112, n. 2, p. 1-65. 1957.

SMITH, J. B.; DODSON, P. A proposal for a standard terminology of anatomical notation and orientation in fossil vertebrate dentitions. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 23, n. 1, p. 1-12. 2003.

SOIBELZON, L.; PREVOSTI, F.J. Los carnívoros (Carnivora, Mammalia) terrestres del Cuaternario de América del Sur. In: PONS, G.X., VICENS, D. (eds.). Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló. **Monografies - Societat d'Història Natural de les Balears**, p. 49-68. 2007.

STOKES, G. G. On the effect of the internal friction of fluids on the motion of pendulums. **Transactions of the Cambridge Philosophical Society**, v. 9, p. 1-141. 1901.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. Edgard Blucher, São Paulo. 2003.

TEIXEIRA, N. F. F.; MOURA, P. E. F.; SILVA, E. V. Educação Ambiental em paisagem cárstica para o desenvolvimento do turismo sertanejo no semiárido cearense. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 13, n. 1, p. 262-271. 2018.

TONNI, E. P.; PASQUALI, C. R. **Los que Sobrevivieron a Los Dinosaurios, La historia de los mamíferos en América Del Sul**. Naturaleza Austral. 103 p. 2002.

UBILLA, M.; ALBERDI, M. T. *Hippidion* sp. (Mammalia, Perissodactyla, Equidae) En Sedimentos Del Pleistoceno Superior Del Uruguay (Edad Mamifero Lujanense). **Estudios Geológicos**, v. 46, p. 453–464. 1990.

UHLEIN A.; SUCKAU G.L.; SANGLARD J.C.D.; CAXITO F.A. Estratigrafia e evolução sedimentar de diamictitos e carbonatos neoproterozóicos no Domínio Vaza-Barris, Faixa de Dobramentos Sergipana, Nordeste do Brasil. **Geonomos**, v. 19, n. 1, p. 1-9. 2011a.

ULHEIN, A.; CAXITO, F. A.; SANGLARD, J. C. D.; SUCKAU, G, L. Estratigrafia e tectônica das faixas neoproterozóicas da porção norte do craton do São Francisco. **Geonomos**, v. 19, n. 2., p. 8 - 24. 2011b.

VASCONCELOS, A. G.; KRAEMER, B. M.; MEYER, K. E. B. Tafonomia em cavernas brasileiras: histórico e método de coleta de fósseis preservados em solo carbonatado. **Terrae Didactica**, v. 14, n. 1, p. 49-68. 2018.

VASCONCELOS, A.G.; MEYER, K.E.B.; CAMPELLO, M.S. Mamíferos quaternários da cavidade ES-08, município de Prudente de Morais, Minas Gerais: análises tafonômica e taxonômica. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 18, n. 1, p. 171-190. 2015.

VAUGHAN, T. A.; RYAN, J. M.; CZAPLEWSKI, N. J. **Mammalogy**. USA, Thompson Learning, Inc., 565 p. 2000.

VIEIRA, A. T.; MELO, F.; LOPES, H. B. V.; CAMPOS, J. C. V.; BOMFIM, L. F. C.; COUTO, P. A. A; BEVENUTI, S. M. P. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do Município de Paripiranga, estado da Bahia**. Salvador: CPRM/PRODEEM, 25 p. 2005.

VON DEN DRIESCH, A. A guide to the measurement of animal bones from archeological sites, as developed by the Institut fu`r Palaeoanatomie, Domestikations for chung und

Geschichte der Tiermediz in of the University of Munich. **Peabody Museum Bulletin**, Cambridge, Massachusetts, v. 1, p. 35–37. 1976.

VOSS, R. S.; ANGERMANN, R. Revisionary Notes on Neotropical Porcupines (Rodentia: Erethizontidae). 1. Type Material Described by Olfers (1818) and Kuhl (1820) in de Berlin Zoological Museum. **American Museum Novitates**, v. 3214, p. 1–42. 1997.

VOSS, R.S. Revisionary notes on Neotropical porcupines (Rodentia: Erethizontidae). 3. An annotated checklist of the species of *Coendu* Lacepede, 1799. **American Museum Novitates**, v. 3720, p. 1 – 36. 2011.

WEBB, S. D. A history of savanna vertebrates in the New World. Part II: South America and the Great Interchange. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v. 9, p. 393–426. 1978.

WEBB, S. D. Ecogeography and the Great American Interchange: **Paleo-biology**, v. 17, p. 266–280. 1991.

WEBB, S. D. **Late Cenozoic of mammal dispersals between the Americas**. In: STEHLI, F.G; WEBB, S. D. (Eds). *The Great American Biotic Interchange*: New York, Plenum Press, p. 357–386. 1985.

WEBB, S. D. Mammalian faunal dynamics of the great American interchange: **Paleobiology**, v. 2, p. 220–234. 1976.

WEBB, S. D. The Great American Biotic Interchange: Patterns and processes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 93, p. 245–257. 2006.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, v. 30, p. 377-392. 1922.

WOODBURNE, M. O. Mammal ages. **Stratigraphy**, v. 3, n. 4, p. 229-261. 2006.

WOODBURNE, M. O. The Great American Biotic Interchange: Dispersals, Tectonics, Climate, Sea Level and Holding Pens. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 17, n. 4, p. 245-264. 2010

WOODS, C. A.; KILPATRICK, C. W. Suborder Hystricognathi. In: Wilson, D. E., Reeder, D. M (Eds). **Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference**. Vol. 2. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2005.

XAVIER, M. C. T. **Paleofauna e Paleoambientes do Pleistoceno Superior no Município de Jaguarari, Norte da Bahia**. Master Dissertation, Universidade Federal de Sergipe. 2012.

XIMENES, C. L. Tanques Fossilíferos de Itapipoca – 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**. 2 ed. Brasília, CPRM, p. 465-478. 2009.

ZURITA, A. E.; CARLINI, A. A.; SCILLATO-YANÉ, G. J.; TONNI, E. P. Mamíferos extintos del Cuaternario de la Provincia del Chaco (Argentina) y su relación con aquéllos del este de la región pampeana y de Chile. **Revista Geológica de Chile**, v. 31, n.1, p. 65-87. 2004.

ZURITA, A. E.; GASPARINI, G. M.; SOIBELZON, E.; ALCARAZ, M. A.; MINO-BOILINI, A. R. Mamíferos Pleistocenos del Oeste de la Region Pampeana, Argentina. **Revista Española de Paleontología**, v. 22, n. 1, p. 77-87. 2007.

ZURITA, A. E.; MINO-BOILINI, A. R.; CARLINI A. A.; IRIONDO, M.; ALCARAZ, M. A. Paleontología del Chaco Oriental. Una nueva localidad con mamíferos fósiles pleistocenos en el río Bermejo (Formosa, Argentina). **Revista Mexicana de Ciencias**, v. 26, n. 2, p. 277-288. 2009.

APÊNDICE A – LISTA DE AMOSTRAS AVALIADAS NESTE ESTUDO E SEU GRAU DE ASSINATURAS TAFONÔMICAS. ITP – INTEMPERISMO

APPENDIX A - List of specimens evaluated in this study and their degree of taphonomic signatures.

Especime	Espécie	Elemento esquelético	ITP	Abrasão	Tipo de Quebra	Incrustação
1616-V	não identificada	Calcâneo	2	moderado	0	0
1626-V	não identificado	Não identificado	0	sem abrasão	0	0
1640-V	<i>Paleolama major</i>	Falange esquerda	1	moderada	0	1
1610-V	<i>Paleolama major</i>	Vértebra cervical	1	moderada	4 e 5	0
1611-V	<i>Paleolama major</i>	Fragmento de úmero	1	moderada	6	0
1612-V	não identificado	Fragmento de osso	1	pesada	1	1
1613-V	<i>Glyptodontideo</i>	Metatarso	1	sem abrasão	0	0
1615-V	<i>Paleolama major</i>	vértebra cervical	1	moderada	4 e 5	0
1617-V	<i>Tayassuidae</i>	Astrágalo Direito	0	moderada	0	0
1618-V	<i>Testudine</i>	Placa	0	pesada	0	0
1621-V	<i>Paleolama major</i>	Falange esquerda	1	moderada	0	0
1622-V	<i>Paleolama major</i>	Falange direita	1	sem abrasão	4,5 e 7	0
1623-V	<i>Paleolama major</i>	Metatarso ou metacarpo	2	moderada	1,4 e 5	0
1624-V	<i>Cervideo incertae sedis</i>	Metatarso ou Metacarpo	não observado	sem abrasão	5	2
1625-V	Tatu	Osteodermo	1	pesada	0	0
1634-V	Tatu	Osteodermo	0	moderado	5	0
1638-V	<i>Testudine</i>	Costela proximal	1	pesada	5	0
1639-V	<i>Paleolama major</i>	Frag. proximal de ulna	1	moderada	5	0
1642-V	<i>Paleolama major</i>	Fíbula	1	sem abrasão	5	0
1674-V	<i>Paleolama major</i>	Metacarpo	0	sem abrasão	0	0
1677-V	<i>Paleolama major</i>	Falange direita	1	moderada	0	0
1741-V	<i>Smilodon populator</i>	Falange média	1	sem abrasão	4,5	0
1742-V	<i>Tapiridae</i>	Unciforme	1	moderado	0	0
1795-V	<i>Paleolama major</i>	Fragmento Falange	1	moderada	5,4distal, 5 proximal	0
1797-V	<i>incertae sedis</i>	Vértebra	não observado	não observado	5	2
1798-V	<i>incertae sedis</i>	Fragmento de costela	1	moderada	5	0
1799-V	<i>incertae sedis</i>	Fragmento de pelve	2 e 3	moderada	1 e 5	2
1800-V	<i>Tayassuidae</i>	Fragmento de costela	1	sem abrasão	2 e 5	0
1801-V	<i>incertae sedis</i>	Fragmento de osso longo	2	sem abrasão	1 e 5	1
1802-V	<i>incertae sedis</i>	Fragmento de osso longo	1	sem abrasão	1 e 5	1

APÊNDICE B – PORCENTAGEM PARA OS PADRÕES DE QUEBRA E INCRUSTAÇÃO

Quebras	Nº de espécimes observados	%
Tipo 0	10	24,4%
Tipo 1	5	12,2%
Tipo 2	1	2,4%
Tipo 3	0	0,0%
Tipo 4	6	14,6%
Tipo 5	17	41,5%
Tipo 6	1	2,4%
Tipo 7	1	2,4%
Total	45	100,0%
Total de fragmentos	33	73,33%
Íntegro	11	24,44%
Não observada	1	2,2%

Incrustação	Nº de espécimes	%
Incr 0	23	76,7%
Incr 1	4	13,3%
Incr 2	3	10,0%
Total	30	100,0%
Sem	23	76,7%
Com	7	23,3%

APÊNDICE C – PORCENTAGEM DOS PADRÕES DE INTEMPERISMO E ABRASÃO

Intemperismo	Espécimes	%
Estágio 0	5	21,9%
Estágio 1	19	59,4%
Estágio 2	3	9,4%
Estágio 3	1	3,1%
Não observado	2	6,3%
total	30	100,0%
Apresentou	23	76,7%
Não apresentou	7	23,3%

Abrasão	espécimes	%
Sem Abrasão	10	33,3%
Moderada	15	50,0%
Forte	4	13,3%
Nã observada	1	3,3%
total	30	100,0%
Sem	11	36,7%
Com	19	63,3%