



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS  
MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS – MCN**



**OSTEODERMOS DE CINGULATA (MAMMALIA, XENARTHRA) COMO  
REFERÊNCIA TAXONÔMICA, FOSSILDIAGENÉTICA, PALEOECOLÓGICA  
E PALEOAMBIENTAL: O CASO DOS CINGULADOS FÓSSEIS DO ESTADO  
DO RIO GRANDE DO NORTE**

**MOSSORÓ**

**2017**

**SHALINE ELAIDE DE ARAÚJO**

**OSTEODERMOS DE CINGULATA (MAMMALIA, XENARTHRA) COMO  
REFERÊNCIA TAXONÔMICA, FOSSILDIAGENÉTICA, PALEOECOLÓGICA  
E PALEOAMBIENTAL: O CASO DOS CINGULADOS FÓSSEIS DO ESTADO  
DO RIO GRANDE DO NORTE**

Dissertação apresentada à Pós-Graduação em Ciências Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, orientada pelo professor Dr. Kleber de Oliveira Porpino, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Naturais com área de concentração em Recursos Naturais.

**MOSSORÓ  
2017**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. Kleber de Oliveira Porpino por mais essa oportunidade.

À Professora M. Sc. Maria de Fátima Cavalcante Ferreira dos Santos pelo material gentilmente doado.

Ao Professor Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior pelas enormes contribuições e pela aprazível acolhida no Rio de Janeiro.

Aos técnicos Núbia Maria da Silva e Luiz Melo do Laboratório Geológico de Processamento de Amostras (UERJ) pela preparação do material.

Ao Professor Dr. Egberto Pereira e ao técnico Nelson Marques do LGQM da UERJ pelas sugestões e pela análise de isótopos.

Ao técnico João Neto e aos colegas físicos Rômulo e Wesley pela ajuda nas análises de DRX e FRX.

A amiga Mônica Daniele pela ajuda durante todo o tempo do mestrado.

Aos amigos do LABSECO: Fábio, Carlos, Isabela, Juliana, Tarcísio e, em especial, Camilo pela ajuda nos cortes de material.

Às professoras Dr<sup>a</sup>. Danielle Peretti e Dr<sup>a</sup>. Ana Bernadete de Lima Fragoso pelas correções e sugestões.

Ao amigo Fernando Barbosa pela confecção do mapa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida.

## RESUMO

Essa dissertação teve por objetivo descrever características histológicas a partir de uma amostragem maior de osteodermos de dois gêneros de Glyptodontidae (Cingulata: Mammalia) para uma melhor caracterização da fauna do Pleistoceno Final do Nordeste Brasileiro, e analisar feições fossildiagnósticas, paleoecológicas e paleoambientais contidas nos osteodermos para recuperação de informação útil em reconstruções paleoambientais. O material analisado consistiu em 19 osteodermos, sendo nove de *Panochthus* e 10 de *Glyptotherium* provenientes de diferentes depósitos fossilíferos do Estado do Rio Grande do Norte, e que estavam depositados na coleção de Paleontologia do Museu Câmara Cascudo (MCC) em Natal/RN. Foram confeccionadas 31 lâminas (sendo 15 de *Panochthus* e 16 de *Glyptotherium*) e realizadas análises de difratometria, fluorescência e de isótopos em amostras de cada gênero. Constatou-se que existem diferenças intraespecíficas tanto entre os osteodermos de regiões diferentes da carapaça de *Panochthus* como entre os osteodermos de *Glyptotherium*, enfatizando que é necessária cautela ao se propor atribuições taxonômicas com base em características histológicas. Com relação aos processos fossildiagnósticos avaliados nos osteodermos, observou-se que os exemplares examinados apresentaram boa preservação, pois os componentes originais da matriz óssea estavam presentes em altas proporções. Além disso, percebeu-se que a permineralização foi o processo pós-soterramento mais atuante, sem evidências ou com fracos indícios de substituição. A presença de preenchimento por materiais opacos que podem ser próprias ou remanescentes do óxido de ferro ou clorita, sugerindo períodos de inundações seguidos de condições áridas para os depósitos estudados que estão localizados na Região Intertropical Brasileira. De acordo com o resultado da análise de isótopos *Panochthus* seria um animal pastador que vivia em ambientes mais abertos e áridos e *Glyptotherium* seria um animal de dieta mista que habitava áreas com florestas e campos abertos.

**Palavras-chave:** gliptodontes, osteodermos, variação, paleoecologia, paleoambiente.

## ABSTRACT

The aim of this dissertation was to describe histological characteristics from a larger sample of Glyptodontidae (Cingulata: Mammalia) osteoderms for a better characterization of the Late Pleistocene fauna of the Brazilian Northeast, and to analyze the fossildiagenetic features and the isotopic composition of these osteoderms for the retrieval of useful information in paleoenvironmental and paleoecological reconstructions. The material analyzed consisted of 19 osteoderms, nine of *Panochthus* and 10 of *Glyptotherium*, from different fossiliferous deposits of Rio Grande do Norte State, which were deposited in the Paleontology collection of the Câmara Cascudo Museum (MCC) in Natal city, Rio Grande do Norte State, Brazil. Thirty-one thin sections were made (15 of *Panochthus* and 16 of *Glyptotherium*), as well as XRD, FRX and isotopic analyzes in samples of each genus. It was found that there are intraspecific differences both between the osteoderms of different regions of the carapace of *Panochthus* and between the osteoderms of *Glyptotherium*, emphasizing that caution is necessary when proposing taxonomic assignments based on histological characteristics. With respect to the fossil diagenetic processes evaluated in the osteoderms, it was observed that the two specimens examined showed good preservation, since the original components of the bone matrix were present in high proportions. In addition, it was found that permineralization was the most active post-burial process, with no evidence or weak evidence of substitution. The presence of fills by opaque materials that may be characteristic of iron oxide, suggest periods of flooding followed by arid conditions for the studied deposits that are located in the Brazilian Intertropical Region. According to the result of the isotope analysis, *Panochthus* would be a grazer that lived in more open and arid environments and *Glyptotherium* would be a more mixed feeder glyptodont, that inhabited areas with forests and open fields.

**Keywords:** gliptodonts, osteoderms, variation, paleoecology, paleoenvironment.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1- Representação esquemática das famílias que constituem Cingulata. Fonte: Google imagens. ....	10
Figura 2 - Cladograma mostrando as relações evolutivas dentro de Xenarthra e Cingulata. Adaptado de Pereira <i>et al.</i> , (2014). ....	11
Figura 3 – Nomenclatura utilizada na morfologia externa dos osteodermos de gliptodontes. Adaptado de Gillette <i>et al.</i> , (2016).....	19
Figura 4 – Carapaça de um gliptodonte e suas distintas regiões. Adaptado de Porpino <i>et al.</i> , (2014). ....	20
Figura 5 – Representação esquemática das regiões analisadas histologicamente nos osteodermos de gliptodontes. Adaptado de Wolf <i>et al.</i> , (2011). ....	20
Figura 6 - Equipamentos utilizados para a confecção das lâminas histológicas. a) corte do osteodermo em serra diamantada, b) corte do osteodermo emblocado na resina, c) lixamento do osteodermo emblocado em resina.....	21
Figura 7 – Etapa de visualização no Laboratório de Paleontologia/UERJ: a) visualização das lâminas em microscópio petrográfico, b) fotografia das lâminas com auxílio da câmera acoplada ao microscópio. ....	22
Figura 8 – Preparação do material para as análises de Difratomia e Fluorescência. a) seleção do material; b) trituração das amostras com almoforiz e pistilo de ágata.....	23
Figura 9 – Análise de isótopos no LGQM da UERJ. a) preparação da amostra e coleta de dados metodológicos; b) amostras inseridas separadamente na bandeja em vails. ...	25

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
1.1 Aspectos gerais de Glyptodontidae .....	11
1.2 Estudos Paleohistológicos com gliptodontes .....	12
1.3 Estudos Fossildiagnéticos .....	13
1.4 OBJETIVOS .....	16
1.4.1 Objetivo Geral.....	16
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 Material estudado .....	17
2. 2 Contexto geológico do material estudado.....	18
2. 3 Nomenclatura utilizada .....	19
2. 4 Paleohistologia .....	21
2. 5 Difratomia (DRX) e Fluorescência (FRX) .....	22
2.6 Análise de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ .....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
ARTIGO 1 .....	27
ARTIGO 2.....	68
4. CONCLUSÕES .....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

## 1 INTRODUÇÃO

Os xenartros (gr. *xenon* = estranho; *arthron* = articulação) são mamíferos placentários representados por espécies atuais e fósseis que compartilham uma série de características em comum, como a presença de articulações extras entre as vértebras dorso-lombares, fusão dos ossos da pélvis com o sacro, ossos longos sem canal medular, dentes sem esmalte e não diferenciados (COUTO, 1979; FARINÃ *et al.*, 2013). São endêmicos da América do Sul, onde os primeiros achados datam do Paleoceno e estendem-se até o Pleistoceno (VAUGHAN *et al.*, 2000).

Esse clado é constituído de dois grandes grupos: Cingulata, representado atualmente pelos tatus, e Pilosa, representado atualmente pelas preguiças e tamanduás, que juntos compreendem cerca de 31 espécies distribuídas em 14 gêneros, além dos fósseis que compreendem cerca de 150 espécies registradas até o presente momento para ambos os clados (McKENNA & BELL, 1997; FARIÑA *et al.*, 2013).

A ordem Cingulata (Xenarthra: Mammalia) é constituída de xenartros portadores de um exoesqueleto formado por vários osteodermos que cobrem a região dorsal, cefálica e caudal, sendo a carapaça dividida em três partes: escudos escapular e pélvico e faixas transversais móveis, com exceção dos gliptodontes, que não possuem bandas móveis ou escudos diferenciados (COUTO, 1979). O fato de esses animais possuírem centenas de osteodermos possivelmente possibilitou sua extensa preservação nos depósitos fossilíferos (GAUDIN & WIBLE, 2006).

Os cingulados estão divididos em três linhagens principais: Dasypodidae, representado pelos tatus atuais e fósseis, Pampateriidae e Glyptodontidae, formados exclusivamente por espécies fósseis (Figura 1), em um total de aproximadamente 100 gêneros formalmente descritos (McKENNA & BELL, 1997).

De acordo com pesquisas recentes, Dasypodidae, a única família a incluir gêneros ainda viventes, não representaria um grupo monofilético (Figura 2). Apesar do grande número de trabalhos sobre cingulados, os mais antigos remontando ao século XIX, somente a partir da última década ferramentas e concepções modernas da sistemática (e.g. análise cladística, diagnoses diferenciais) vêm sendo utilizadas na caracterização da diversidade e evolução do grupo (e.g. AMEGHINO, 1881; GAUDIN & WIBLE, 2006; FERNICOLA, 2008; PORPINO *et al.*, 2009).



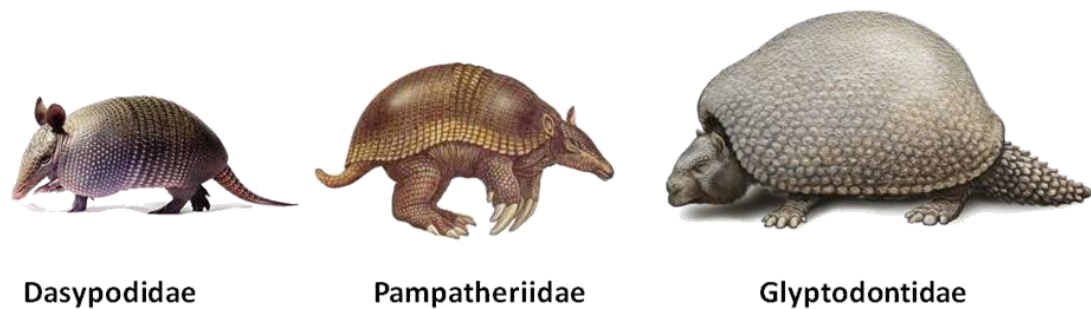


Figura 1- Representação esquemática das famílias que constituem Cingulata. Fonte: Google imagens.

Rico em ocorrências no Quaternário do Nordeste brasileiro, restos pertencentes ao grupo são encontrados com frequência nos diversos tipos de depósitos fossilíferos nordestinos, incluindo os tanques naturais em rochas do embasamento cristalino (PORPINO & BERGQVIST, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2010), cavernas e ravinas desenvolvidas em sistemas cársticos (CARTELLE, 1999; PORPINO & BERGQVIST, 2002; PORPINO *et al.*, 2009). Todos os achados da região são tradicionalmente considerados indiscriminadamente como pertencentes ao Pleistoceno Tardio ou início do Holoceno, em concordância com as datações realizadas até o momento (e.g. RIBEIRO *et al.*, 2013). Em muitos casos os fósseis registrados têm sido atribuídos a espécies endêmicas como, por exemplo, o gliptodonte *Panochthus jaguaribensis* (PORPINO & BERGQVIST, 2002; PORPINO *et al.*, 2014) e o cingulado de relações incertas *Pachyarmatherium brasiliense* (PORPINO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os aspectos ornamentais externos dos osteodermos são muito utilizados para a identificação de grande parte das espécies de cingulados, inclusive para algumas são os únicos elementos diagnósticos (GÓIS *et al.*, 2013). Para explorar novas características dos osteodermos, têm sido utilizados métodos histológicos, os quais são apontados como uma das melhores ferramentas, nas últimas décadas, para o estudo da estrutura óssea dos fósseis (REISZ & SUES, 2015). No caso dos cingulados, a histologia vem sendo utilizada principalmente para uma melhor caracterização sistemática das espécies, além de ser usada também para avaliar aspectos ontogenéticos e biomecânicos. No entanto, a amostragem utilizada na maior parte dos trabalhos ainda é limitada e não

contempla possíveis diferenças entre as diferentes regiões da carapaça (HILL, 2006; WOLF *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2014).

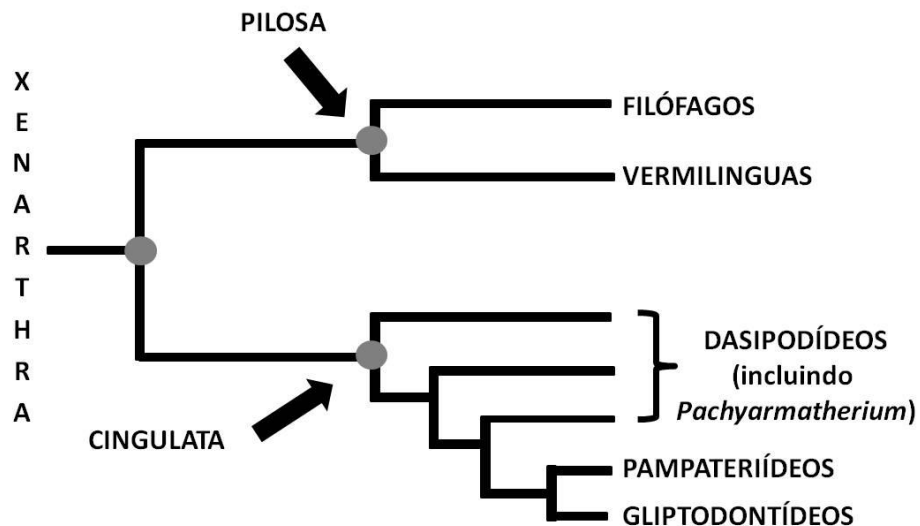


Figura 2 - Cladograma mostrando as relações evolutivas dentro de Xenarthra e Cingulata. Adaptado de Pereira *et al.*, (2014).

### 1.1 Aspectos gerais de Glyptodontidae

Os gliptodontes constituem um dos grupos de mamíferos mais interessantes que habitaram a América do Sul durante o Pleistoceno. Sua forte armadura (carapaça ou couraça) apresenta osteodermos bem mais espessos quando comparados aos dos demais cingulados e possuem formato que varia de tetragonal a hexagonal. Além disso, a superfície desses osteodermos apresentam diferentes ornamentações, como presença de protuberâncias, figuras arredondadas em formato de roseta ou apenas um aspecto liso e/ou escavado por perfurações. Essas ornamentações diferem de um gênero ou espécie para outro e são comumente utilizadas nas classificações sistemáticas (COUTO, 1979).

Esses animais também possuem outras características peculiares, além daquelas relacionadas à carapaça, tais como: dentição trilobulada, vértebras fundidas, ossos curtos e maciços, mandíbulas espessas e crânio curto e alongado verticalmente

(HOFFSTETTER, 1958; COUTO, 1979). Segundo estudos moleculares recentes, esse clado teria divergido há cerca de 3,5 milhões de anos (DELSUC *et al.*, 2016).

Várias tentativas de agrupar os gliptodontes foram realizadas ao longo da história de investigação desse táxon. Em 1889, Ameghino publicou um esquema filogenético no qual classificava os gliptodontes de acordo com transformações hipotéticas no tamanho e formato da estrutura caudal e também na ornamentação dos osteodermos desses animais (FERNICOLA & PORPINO, 2012).

Fariña (1993) foi o pioneiro em utilizar métodos cladísticos com dados morfológicos para o estudo das relações de parentesco do referido grupo. Em seguida Gaudin & Wible (2006) incluíram o gênero *Propalaeohoplophorus* em sua análise filogenética sobre Dasypodidae e afirmaram que os gliptodontes estariam situados em um táxon mais derivado dessa família. Um pouco depois, Fericola (2008) conduziu uma análise filogenética mais robusta do clado, utilizando vários gêneros, e mostrou que os gliptodontes seriam um grupo monofilético.

Recentemente, estudos moleculares também corroboraram com os resultados já apresentados pelos estudos morfológicos, em que Gliptodontidae aparece como um grupo alocado dentro de Dasypodidae, particularmente como grupo irmão dos clados Clamyphorinae e Tolypeutinae (DELSUC *et al.*, 2016).

## **1.2 Estudos Paleohistológicos com gliptodontes**

Os estudos histológicos com os gliptodontes começam a partir do trabalho de Hill (2006), que traz uma descrição de osteodermos presentes no clado Xenarthra utilizando osteodermos de um representante de Pilosa (*Glossotherium chapadmalense*) e da carapaça de espécies das seguintes famílias de Cingulata: Dasypodidae (*Dasypus novemcintus*, *Dasypus bellus*), Pamphathiidae (*Holmesina floridanus*) e Glyptodontidae (*Glyptodon reticulatus*, *Glyptotherium floridanum*, *Panochthus frenzelianus* e *Doedicurus giganteus*). Hill (2006) aponta que todos os osteodermos possuem em comum o padrão de organização chamado de “*diploe-like*” e que os osteodermos da banda móvel de dasipodídeos apresentam um padrão de organização na qual os osteodermos apresentam uma ampla região trabecular (ou medular) na sua porção

anterior e uma estrutura mais compacta em sua porção mais posterior. Esse padrão difere dos encontrados nos osteodermos de gliptodontes e pampaterídeos, os quais apresentam uma extensão maior de osso trabecular que chega a ocupar mais da metade do osteodermo.

Em seguida, Wolf *et al.* (2011) ao avaliarem a variação histológica dos osteodermos de pampaterídeos analisaram também um espécime de *Propalaeohoplophorus*, um gliptodonte mais basal do que os anteriormente descritos por Hill (2006). Eles concluíram que suas observações corroboravam com as de Hill (2006) para o padrão estudado em gliptodontes mais derivados e que tanto estes quanto *Propalaeohoplophorus* possuem osteodermos altamente vascularizados, predominantemente constituídos de osso trabecular.

Por fim, Pereira *et al.* 2014 estudaram osteodermos de gliptodontes e um cingulado de relações incertas (*Pachyarmatherium brasiliense*) registrados em depósitos na Região Intertropical Brasileira (RIB). Eles concluíram que as características encontradas no osteodermo de *Pachyarmatherium brasiliense* são mais afins das encontradas nos osteodermos de dasipodídeos e distintas das encontradas em pampatérios e gliptodontes. Além disso, registraram que os osteodermos da região dorsal de *Panochthus* sp. e *Glyptotherium* sp. possuem características distintas e diagnósticas de cada gênero. Por fim, eles afirmam que essas características podem ser utilizadas em estudos filogenéticos, mas sugerem que mais exemplares sejam avaliados para que haja confirmação de que são realmente diagnósticas para os táxons estudados.

### **1.3 Estudos Fossildiagnéticos**

Os restos orgânicos podem ser tratados como partículas sedimentares, sendo submetidos aos mesmos processos pelos quais essas partículas também passam: transporte, seleção e concentração. Além disso, esses restos orgânicos também estão sujeitos a um conjunto de alterações químicas e físicas quando estão em processo de fossilização. Essas alterações são condicionadas, principalmente, pelo ambiente no qual esse fósseis estão depositados e constituem o estudo da Tafonomia (BRETT & BRAID, 1986; DONOVAN, 2002; SIMÕES *et al.*, 2010).

Outra definição dada por Simões *et al.* (2010) considera que a tafonomia surgiu da necessidade do paleontólogo entender como os organismos foram incorporados às rochas e quais foram os fatores e processos que atuaram na formação das concentrações fossilíferas.

As transformações pelos quais os fósseis passam durante o processo de fossilização podem ser divididas em duas principais classes de processos: a bioestratinomia e fossildiagênese. Os processos bioestratinômicos são aqueles que ocorrem desde a morte até o soterramento dos restos esqueléticos e atuam principalmente sobre as partes duras (E PRINCIALEMENTE MOLES) dos organismos, incluindo fragmentação, transporte, desarticulação, abrasão e intemperismo (MARTIN, 1999; HOLZ & SIMÕES, 2002; SIMÕES *et al.*, 2010). Por outro lado, os processos fossildiagénéticos correspondem ao efeito do processo de diagênese das rochas sedimentares sobre os bioclastos nela incorporados e começam logo após o soterramento. Esses processos podem variar de natureza e de intensidade de acordo com a temperatura, química da água, natureza do substrato e a natureza dos restos orgânicos (MEDEIROS, 2010). Os principais tipos de processos que atuam nos fósseis, em especial nos depósitos brasileiros, são: permineralização, incrustação, substituição, fraturas e deformações (HOLZ & SIMÕES, 2002; SIMÕES *et al.*, 2010).

Diante dessas informações, é possível entender porque os fósseis atuam como bons indicadores paleoambientais, uma vez que depois da morte dos organismos seus restos tendem a se equilibrar com as condições físicas e químicas do meio ambiente onde foram depositados (THOMAS, 1986).

Para obter dados sobre a constituição química dos fósseis e inferir por quais processos passaram após o soterramento (fossildiagênese), pode-se avaliar lâminas petrográficas para identificação de minerais que podem estar permineralizando ou substituindo esses fósseis, além da aplicação de métodos físicos como a Difractometria de raio X (DRX) e a Fluorescência de raio X (FRX), que atuam como ferramentas para analisar a composição mineralógica qualitativa e quantitativa dos materiais (SILVA, 2009). Esses métodos são significantes na identificação de minerais que podem refletir diferentes condições paleoambientais em um mesmo depósito fossilífero (REICHEL *et al.*, 2005).

Em geral, as feições fossildiagénéticas ainda são pouco conhecidas nos fósseis e osteodermos de cingulados, e em um contexto mais amplo, não têm sido incluídas em

estudos sobre formação e preservação de assembleias fossilíferas do Quaternário do nordeste brasileiro (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013). No entanto, é importante salientar que esses elementos são excelentes armazenadores de informações fossildiagnósticas e paleoambientais ainda não exploradas, as quais podem ser inferidas a partir de feições bioestratinômicas e fossildiagnósticas, como em qualquer outro elemento ósseo.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

- Descrever e interpretar aspectos histológicos, fossildiagnéticos, paleoecológicos e paleoambientais a partir de osteodermos de dois gêneros de gliptodontes comuns na Região Intertropical Brasileira (*Panochthus* e *Glyptotherium*), contribuindo assim para um melhor entendimento da fauna e paleoambiente do Pleistoceno Final do Nordeste Brasileiro.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Descrever padrões histológicos em osteodermos de cingulados de regiões diferentes de carapaça de *Glyptotherium* e *Panochthus*, identificando possíveis caracteres diagnósticos e contribuindo para uma melhor caracterização da fauna de cingulados do Pleistoceno Final do Nordeste Brasileiro;
- Identificar e interpretar feições fossildiagnéticas contidas em osteodermos de *Glyptotherium* e *Panochthus* para recuperação de informação útil em reconstruções paleoambientais;
- Inferir aspectos paleoecológicos e paleoambientais a partir de análise isotópicas de osteodermos de *Glyptotherium* e *Panochthus*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material estudado

O material estudado consiste em osteodermos de cingulados fósseis depositados na coleção de Paleontologia do Museu Câmara Cascudo (MCC), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em Natal/RN, o qual possui uma das maiores coleções de osteodermos de cingulados fósseis do nordeste.

Devido a ausência de numeração em algumas das peças cedidas, optou-se aqui por usar uma numeração temporária que será substituída assim que o MCC informar quais são os números de tombo desses osteodermos.

Foram analisados 19 espécimes pertencentes a táxons comuns nos depósitos fossilíferos do nordeste brasileiro, sendo nove osteodermos de *Glyptotherium* sp. (subfamília Glyptodontinae) e 10 de *Panochthus* sp. (subfamília Panochthinae). Esses exemplares pertencem a diferentes partes da carapaça e suas respectivas posições foram identificadas com base na literatura (PORPINO *et al.*, 2014; GILLETTE *et al.*, 2016; GILLETTE & RAY, 1981; BURMEISTER, 1874). Para o gênero *Panochthus* também foi considerado um fragmento de carapaça encontrado associado aos osteodermos para definição de suas posições. As peças estudadas foram fotografadas e medidas antes da aplicação dos métodos histológicos e das análises físicas.

Apesar de existirem estudos sistemáticos sobre os gêneros em estudo, muitas vezes é difícil qual espécie estaria presente em determinadas associações fossilíferas no contexto da Região Intertropical Brasileira. Porpino *et al.*, (2014) afirma que das duas espécies registradas na RIB (*Panochthus greslebini* e *Panochthus jaguaribensis*) não há como distingui-las apenas com base em caracteres da morfologia do osteodermo, que são os elementos mais comuns a serem encontrados. O único elemento diagnóstico é o tubo caudal, o qual raramente é encontrado preservado nos depósitos. Para *Glyptotherium* sp. existem trabalhos como os de Oliveira *et al.*, (2010) e Pereira *et al.*, (2014) que confirmam a presença dessa espécie na RIB, porém nenhum deles aprofunda uma atribuição específica (GILLETTE & RAY, 1981).



Devido à ausência de uma atribuição específica e de evidências de diferenças entre os osteodermos decidiu-se utilizar a atribuição genérica para denominar os osteodermos estudados nessa dissertação.

## 2. 2 PROVENIÊNCIA DOS FÓSSEIS

Os fósseis estudados são provenientes de dois depósitos fossilíferos do Rio Grande do Norte: um depósito de caverna no Lajedo da Escada, localizado em Baraúna, onde foram coletados os fósseis de *Glyptotherium* sp.; e um depósito de tanque na localidade de Lagoa do Santo, em Currais Novos, onde foram coletados os fósseis de *Panochthus* sp.

Inserido na Formação Jandaíra, o Lajedo da Escada (5° 14' 31'' S, 37° 44' 20'' O) encontra-se no município de Baraúna, Rio Grande do Norte. Ocupando uma área de aproximadamente 5 Km<sup>2</sup>, os dois afloramentos que compõem esse lajedo possuem formato de pavimentos cársticos separados por uma distância de aproximadamente 200 metros. Existe uma caatinga arbórea cerrada interrompendo o acesso a esses afloramentos que são esculpidos em lapiás decimétricos, sulcos, furos, grutas e galerias com dezenas de metros. Essas galerias são possíveis escoadouros de drenagem e seriam responsáveis pela acumulação de restos da fauna pleistocênica (CARVALHO *et al.*, 1966).

Há poucas informações sobre o depósito conhecido como Lagoa do Santo (06° 15' 39" S e 36° 31' 04" O) que está situado 15 km a noroeste no município de Currais Novos. Trata-se de um tanque natural de formato elíptico que se formou em um embasamento cristalino constituído de granitos e gnaisses. Esse tanque tem paredes formadas pelo embasamento cristalino e está preenchido por um solo de cor escura rico em matéria orgânica, blocos, seixos, areias de texturas variadas e argila. Nessa localidade foi encontrado uma carapaça parcial de *Panochthus* em associação com osteodermos isolados (OLIVEIRA *et al.*, 1984), entre os quais aqueles aqui estudados pertencentes a este gênero.

### 2.3 Nomenclatura utilizada

A nomenclatura utilizada para a descrição morfológica dos osteodermos segue Gillette *et al.* (2016), que estudou a morfologia e ontogenia dos osteodermos de *Glyptotherium sp.* da América Central e do Norte (figura 3). A maioria dos osteodermos de *Panochthus sp.* não possuem uma figura principal bem delimitada e circundada por figuras periféricas, sendo sua superfície externa ornamentada por diversas figuras de pequeno tamanho. Neste trabalho optou-se por seguir o trabalho de Porpino *et al.*, (2014) e denominar essas várias figuras de pequenas figuras.

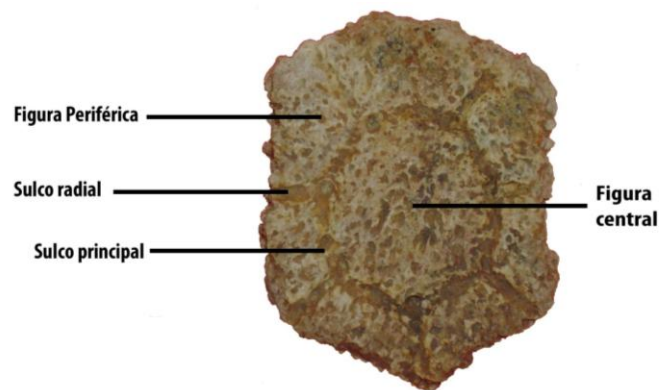


Figura 3 – Nomenclatura utilizada na morfologia externa dos osteodermos de gliptodontes utilizada neste trabalho. Baseado em Gillette *et al.*, (2016).

As partes distintas da carapaça foram identificadas de acordo com o trabalho de Porpino *et al.* (2014), onde esses autores propõem a seguinte divisão para a região dorsal caparaça: dorsal anterior, dorsal medial e dorsal posterior. A região lateral da carapaça, por sua vez, seria dividida em lateral anterior, lateral medial e lateral posterior (figura 4).

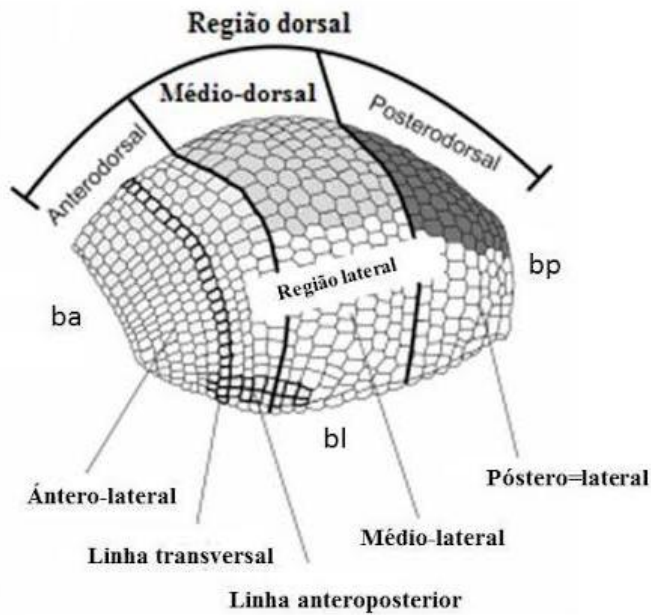


Figura 4 – Carapaça de um gliptodonte e suas distintas regiões. Retirado e adaptado de Porpino *et al.* (2014). Siglas: ba, borda anterior; bl, borda lateral; BP, borda posterior.

A descrição histológica segue a nomenclatura utilizada nos trabalhos de Hill (2006), Wolf *et al.*,(2011) e Pereira *et al.*,(2014). Esses trabalhos são unânimes quanto à estrutura geral dos osteodermos, que é denominada de “*diploe-like*”, correspondendo a uma região central, constituída de osso trabecular, delimitada superior e inferiormente por camadas de osso compacto que são chamadas, respectivamente, superficial e profunda (figura 5).

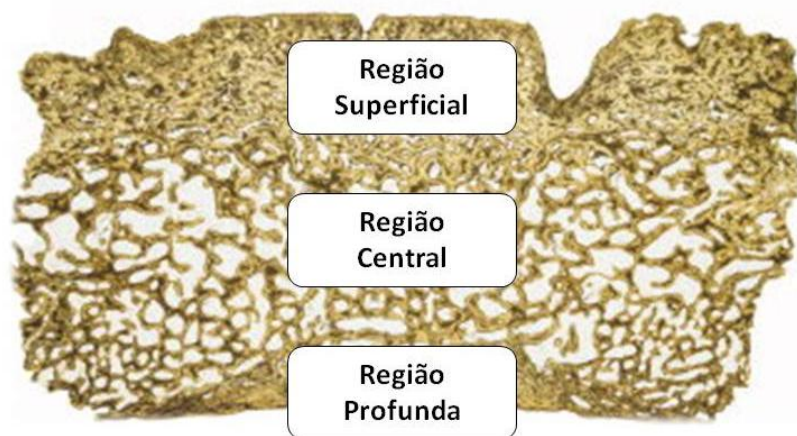


Figura 5 – Representação esquemática das regiões analisadas histologicamente nos osteodermos de gliptodontes. Retirado e adaptado de Wolf *et al.* (2011).

## 2. 4 Paleohistologia

O procedimento para a confecção das lâminas consistiu, inicialmente, em cortar sagitalmente cada osteodermo sagitalmente com uma serra diamantada (figura 6a) e inserir a região que foi cortada em resina de poliéster (Araldite) com endurecedor (HY951) em proporção 10:1 mL, visando conferir maior estabilidade e impedir fraturas desnecessárias, deixando-o secar em estufa durante 24 horas. Em seguida esse bloco (resina+parte do osteodermo) foi seccionado novamente para reduzir seu tamanho (figura 6b). Após isso, a amostra foi colada em lâmina de vidro e desgastada em carbureto com diferentes granulometrias (320 e 600) até atingir a espessura ideal para visualização (figura 6c), a qual foi verificada através de microscópio ótico (PEREIRA et al., 2014). Esse procedimento foi realizado integralmente no Laboratório Geológico de Processamento de Amostras da Faculdade Geologia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

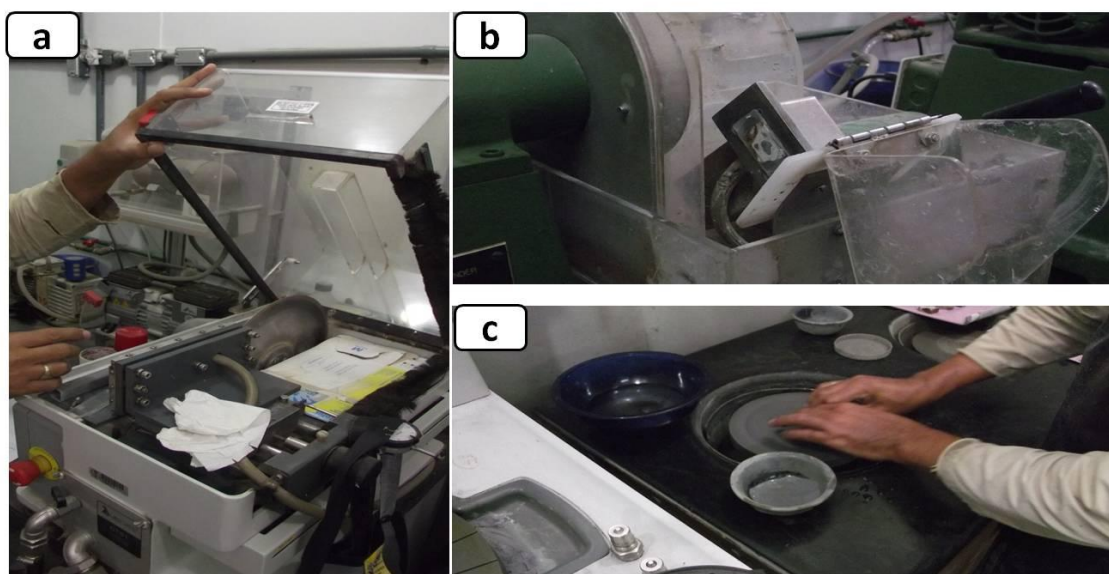


Figura 6 - Equipamentos utilizados para a confecção das lâminas histológicas. a) corte do osteodermo em serra diamantada, b) corte do osteodermo emblocado na resina, c) lixamento do osteodermo emblocado em resina.

A visualização das lâminas ocorreu no Laboratório de Paleontologia da UERJ, onde foi utilizado microscópio Petrográfico Zeiss Axio Imager A2. Em seguida, as

lâminas foram fotografadas com Câmera acoplada Axio Cam MRc (figura 4a e b). Foram observadas um total de 31 lâminas sendo 15 de *Panochthus* sp. e 16 de *Glyptotherium* sp.

## 2. 5 Difractometria (DRX) e Fluorescência (FRX)

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Análises Ópticas e Magnéticas (LAMOp) da UERN. O material analisado foi selecionado (figura 8a), e consta de um osteodermo de cada espécie (G1 e A1), os quais foram triturados com auxílio de almaforiz e pistilo de ágata, para que não houvesse contaminação da amostra (figura 8b). Logo em seguida, cerca de um grama de cada amostra selecionada foi acondicionad em eppendorf para serem utilizados nas duas análises. As amostras foram analisadas em um difratômetro SHIMADZU XRD – 6000, a radiação de  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 1.542$ ), no intervalo de  $2\theta = 2^\circ$  a  $65^\circ$  e com velocidade do goniômetro de  $2^\circ/\text{min}$ , a 40 Kve e 20ma.



Figura 7 – Etapa de visualização no Laboratório de Paleontologia/UERJ: a) visualização das lâminas em microscópio petrográfico, b) fotografia das lâminas com auxílio da câmera acoplada ao microscópio.



Figura 8 – Preparação do material para as análises de Difratoimetria e Fluorescência. a) seleção do material; b) trituração das amostras com almoforiz e pistilo de ágata.

O método de análise de FRX consiste na indução de transições eletrônicas entre os orbitais internos dos átomos por meio de radiação eletromagnética dependendo da energia, podendo ser raios X ou radiação gama; essas transições resultam na emissão de raios X com energia própria do átomo envolvido na transição e na medida de sua abundância; a energia da radiação identifica o elemento enquanto a intensidade identifica a concentração. Por outro lado, a análise de DRX consiste em radiações eletromagnéticas que, como tais, podem ser polarizadas, difratadas, refratadas e refletidas; através dessa técnica obtém-se a composição mineralógica qualitativa dos materiais (SILVA, 2001).

Os trabalhos que usam DRX e FRX fornecem a definição da composição mineral e de elementos presentes principalmente nos canais ósseos, quando se avaliam vertebrados. Esses canais geralmente apresentam-se preenchidos por minerais que foram carreados por infiltrações e que guardam informações relevantes sobre o clima e outras condições da região onde os fósseis foram depositados. Junto a essas informações podem se somar características observadas na microestrutura óssea para juntas permitirem um melhor entendimento dos processos fossildiagnéticos pelos quais os fósseis passaram (TOMASSINI *et al*, 2014; 2015).

## 2.6 Análise de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$

As análises de isótopos estáveis vêm sendo utilizadas em dentes e ossos fósseis desde a década de 70. Os tecidos que fazem parte do sistema esquelético são capazes de armazenar informações químicas através da dieta e da água consumidas pelos animais; sendo assim esse tipo de análise fornece informações paleoecológicas e sobre o paleoambiente do quaternário (BOCHERENS & DRUCKER, 2013).

Segundo MacFadden (2005) os isótopos de carbono estão relacionados às vias fotossintéticas das plantas e os valores produzidos por diferentes vias apresentam diferenças significativas. As plantas C3 representam cerca de 85% da biomassa vegetal terrestre incluindo árvores, arbustos e gramíneas de ambientes mais úmidos, essas plantas utilizam o ciclo de Calvin. Por outro lado, as plantas C4 representam cerca de 10% da biomassa vegetal consistindo principalmente de gramíneas de ambientes mais abertos e áridos, que utilizam o ciclo de Hatch – Slack para fotossintetizar o carbono.

De acordo com os valores obtidos nas análises isotópicas (isótopos estáveis) podemos inferir de qual tipo de plantas determinados herbívoros se alimentam, sendo que indivíduos com alimentação exclusiva de plantas C3 apresentam valores  $< -9\%$ , enquanto que os indivíduos com dieta exclusiva de plantas C4 apresenta valores que variam entre  $-2\%$  a  $2\%$  e indivíduos de dieta mista apresentaram valores entre  $-9\%$  a  $-2\%$  (MACFADDEN, 2005; PÉREZ – CRESPO *et al.*, 2012).

A análise de isótopos foi realizada no Laboratório de Estratigrafia Química e Geoquímica Orgânica na Universidade (LGQM) da UERJ (figura 9a). Para essa análise cerca de 1mg de foi retirado de cada osteodermo, triturados e em seguida acondicionados separadamente em vials (figura 9b); estes são inseridas no dispositivo Kiel IV Carbonate Device que, acoplado em um espectrômetro de massa Delta V Plus Isotope Ratio MS para a análise das amostras.



Figura 9 – Análise de isótopos no LGQM da UERJ. a) preparação da amostra e coleta de dados metodológicos; b) amostras inseridas separadamente na bandeja em vials.



### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos e a discussão nessa dissertação serão apresentados na forma de dois artigos científicos:

- Artigo 1 – Variação histológica em osteodermos de diferentes regiões da carapaça de *Panochthus* sp. e *Glyptotherium* sp. (Xenarthra: Mammalia).
- Artigo 2 – Osteodermos de gliptodontes como fonte de informações fossildiagnósticas, paleoecológicas e paleoambientais.

**ARTIGO 1**

**VARIAÇÃO HISTOLÓGICA EM OSTEODERMOS DE  
DIFERENTES REGIÕES DA CARAPAÇA DE *Panochthus* sp. e  
*Glyptotherium* sp.(XENARHTRA: MAMMALIA).**

**(SUBMETIDO À REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA – QUALIS  
CAPES – CIÊNCIAS AMBIENTAIS B2)**

**VARIAÇÃO HISTOLÓGICA EM OSTEODERMOS DE  
DIFERENTES REGIÕES DA CARAPAÇA DE *Panochthus* sp. e  
*Glyptotherium* sp. (XENARHTRA: MAMMALIA).**

SHALINE ELAIDE DE ARAÚJO

Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Av.  
Professor Antônio Campos, s/n, 59610-090, Mossoró, RN, Brasil.

KLEBERSON DE OLIVEIRA PORPINO

Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Av. Professor  
Antônio Campos, s/n, 59610-090, Mossoró, RN, Brasil.

ABSTRACT – Glyptodonts are considered one of the most peculiar mammal groups that inhabited South America during the Pleistocene. Among the main characteristics that define the group is the presence of a carapace composed of hundreds of fused osteoderms (except in the more juvenile individuals), which have varied forms. The fossiliferous deposits present in the Brazilian Intertropical Region (RIB) are rich in occurrences of glyptodonts and the osteoderms are the most registered elements, possibly due to their high potential for preservation. Recently, the analysis of histological characteristics that can be used to differentiate the genera or species has been explored in some studies about the group. However, the sampling used is still limited and does not consider possible differences between different regions of the carapace. Thus, the objective of this work was to evaluate possible differences between osteoderms of different regions of the carapace of *Glyptotherium* sp. and *Panochthus*

sp., comparing the studied genera with others already described based on a larger number of specimens and their implications on group systematics. According to the results obtained there are differences when we compare the osteoderms of distinct regions of the carapace of both analyzed genera. Within the morphological variation observed for the osteoderms of *Glyptotherium* sp. it is observed that these have more characteristics in common with the species *Glyptotherium floridanum* than with *Glyptodon reticulatus*, thus reinforcing that the Glyptatelinae findings in the RIB belong to the genus *Glyptotherium* sp. Caution is required when the presence of *Neuryurus* in the RIB deposits based on osteoderms is proposed, since morphological and histological characteristics overlap with some altered osteoderms (likely pathological) of *Panochthus* sp. studied here.

Key words: Osteoderms, variation, carapace, *Glyptotherium*, *Panochthus*.

RESUMO – Os gliptodontes são considerados um dos grupos de mamíferos mais peculiares que habitaram a América do Sul durante o Pleistoceno. Entre as principais características que definem o grupo está a presença de uma carapaça constituída de centenas de osteodermos fusionados (exceto nos indivíduos mais juvenis), os quais apresentam formatos variados. Os depósitos fossilíferos presentes na Região Intertropical Brasileira (RIB) são ricos em ocorrências de gliptodontes e os osteodermos são os elementos mais registrados, possivelmente devido ao seu alto potencial de preservação. Recentemente, a análise de características histológicas que podem ser usadas para diferenciar os gêneros ou espécies vem sendo exploradas em alguns estudos sobre o grupo. Entretanto, a amostragem utilizada ainda é limitada e não contempla possíveis diferenças entre regiões diferentes da carapaça. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar possíveis diferenças entre osteodermos de diferentes regiões da carapaça de *Glyptotherium* sp. e *Panochthus* sp. comparando os gêneros estudados com

outros já descritos baseando-se em um maior número de exemplares e suas implicações na sistemática do grupo. De acordo com os resultados obtidos existem diferenças quando comparamos osteodermos de regiões distintas da carapaça. Dentro da variação morfológica observada para os osteodermos de *Glyptotherium* sp. constata-se que esses possuem mais características em comum com a espécie *Glyptotherium floridanum* do que com *Glyptodon reticulatus* reforçando assim que achados de Glyptatelinae presentes na RIB pertencem ao gênero *Glyptotherium* sp. É necessário cautela ao se propor a presença de *Neuryurus* nos depósitos da RIB com base em osteodermos, uma vez que foi constatada sobreposição de características morfológicas e histológicas com os osteodermos alterados de *Panochthus* sp. aqui estudados.

Palavras-chave: osteodermos, variação, histológica, *Glyptotherium*, *Panochthus*.

## INTRODUÇÃO

Os gliptodontes são considerados um dos grupos de mamíferos mais peculiares que habitaram a América do Sul durante o Cenozóico. Entre as principais características que definem o grupo está a presença de uma carapaça constituída de centenas de osteodermos fusionados (exceto nos indivíduos mais juvenis), os quais apresentam formatos que variam do tetragonal a hexagonal, com a superfície desses apresentando diferentes ornamentações, que são diagnósticas para os gêneros e espécies e diferem dos dasipodídeos e pampaterídeos (Paula-Couto, 1979). Sua divergência dentro de Cingulata é apontada por alguns autores como tendo ocorrido há 35 milhões de anos (Fariña *et al.*, 2013; Delsuc *et al.*, 2016).

Os depósitos fossilíferos presentes na Região Intertropical Brasileira (RIB) são ricos em ocorrências de gliptodontes e os osteodermos são os elementos mais

registrados, possivelmente devido ao seu alto potencial de preservação (Gaudin & Wiblle, 2006; Pereira *et al.*, 2014). Dentre os gêneros de gliptodontes mais frequentes nos registros estão *Panochthus* sp. (subfamília Panochthinae) e *Glyptotherium* sp. (subfamília Glyptatelinae) (Oliveira *et al.*, 2010; Porpino *et al.*, 2014).

O registro mais antigo, até o momento, de Panochitinae nos depósitos fossilíferos da RIB foi atribuído a *Panochthus greslebini* baseado em um fragmento de tubo caudal proveniente de um tanque no município de Jaguaretama no Ceará (Castellanos, 1942; Porpino *et al.*, 2014). Depois disso, *Panochthus jaguaribensis* foi estabelecida também com base em um tubo caudal encontrado em Limoeiro do Norte, Ceará (Moreira, 1965; Porpino *et al.*, 2014). Atualmente, existem dúvidas quanto à atribuição específica de osteodermos pertencentes ao gênero *Panochthus* uma vez que o único elemento diagnóstico utilizado para separar as espécies *P. greslebini* e *P. jaguaribensis* seria o tubo caudal que nem sempre é encontrado associado aos osteodermos (Porpino *et al.*, 2014). Em decorrência disso Porpino *et al.*, (2014) sugerem que achados de Panochthinae, na RIB, sejam atribuídos a *Panochthus* sp., com exceção do tubo caudal desde que esteja bem preservado e permita a identificação de caracteres diagnósticos.

Por outro lado, os registros de Glyptodontinae nos depósitos da RIB foram, durante décadas, atribuídos ao gênero *Glyptodon* sp., que é um gênero também muito comum nos depósitos da região Sul. Entretanto, Oliveira *et al.* (2010) sugerem que esses osteodermos, na verdade, seriam mais afins do gênero norte-americano *Glyptotherium*, que embora apresente osteodermos semelhantes aos de *Glyptodon* difeririam deste último por apresentarem superfície externa mais rugosa, sulco principal e radiais mais rasos e figuras periféricas que variam em número de oito a nove.

Além de serem utilizados para diferenciação morfológica de espécies os osteodermos, isolados ou incluídos em fragmentos de carapaça, também vem sendo utilizados, recentemente, como uma ferramenta para vários estudos, como a avaliação do posicionamento filogenético dos gliptodontes a partir de DNA mitocondrial retirado de um fragmento de carapaça e a análise de características histológicas que podem ser usadas para diferenciar os gêneros ou espécies, bem como, para avaliar processos ontogenéticos e biomecânicos (Hill, 2006; Wolf et al., 2012; Pereira et al., 2014; Delsuc et al., 2016).

Hill (2006) foi o primeiro pesquisador a analisar histologicamente os osteodermos de gliptodontes quando realizou uma comparação entre os osteodermos de vários xenarthos. Esse autor aponta que todos os osteodermos estudados possuem um padrão comum de organização denominado “*diploe-like*”, porém, diferem entre si quando se compara outras características. Nesse contexto, gliptodontes e pampaterídeos apresentam uma distribuição mais homogênea do osso trabecular que pode ocupar mais da metade do osteodermo. Além disso, nos gliptodontes esse osso trabecular apresenta-se muito remodelado. Em contraste, os dasipodídeos apresentam um padrão de organização histológica dos osteodermos da banda móvel que apresenta uma ampla região trabecular na sua porção anterior e uma região mais compacta na sua porção mais posterior.

Posteriormente, Wolf et al. (2012) analisaram a variação histológica de osteodermos de pampaterídeos comparando esses com osteodermos de gliptodontes mais basais, como *Propalaeohoplophorus*, e dasipodídeos. Esses autores concluíram que os osteodermos de pampaterídeos e gliptodontes possuem um padrão no arranjo de fibras colágenas presentes nos córtex superficial e profundo que mostram uma similaridade maior do que quando comparada ao padrão observado nos dasipodídeos.

Recentemente, Pereira et al., (2014) estudaram osteoderms de gliptodontes e de um cingulado de relações incertas (*Pachyarmatherium brasiliense*) registrados em depósitos da RIB e concluíram que há diferenças ao se comparar osteoderms de diferentes espécies de gliptodontes presentes na RIB, podendo essas diferenças serem diagnósticas.

Todos os estudos histológicos com osteoderms realizados até o momento trazem descrições de osteoderms da região dorsal não levando em consideração possíveis diferenças presentes entre regiões distintas da carapaça, uma vez que essas carapaças chegam a ter centenas de osteoderms com diferenças morfológicas relacionadas a região que ocupam. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar possíveis diferenças entre osteoderms de regiões distintas da carapaça, comparando os gêneros estudados com outros já descritos baseando-se em um maior número de exemplares, em relação aos trabalhos já realizados e suas implicações na sistemática do grupo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Contexto geológico

Os osteoderms avaliados foram cedidos pelo Museu Câmara Cascudo (MCC) sendo oito osteoderms pertencentes a *Glyptotherium* sp. (subfamília Glyptodontinae) e 10 pertencentes a *Panochthus* sp. (subfamília Panochthinae). Todos esses osteoderms são provenientes de regiões diferentes da carapaça.

Os osteoderms de *Glyptotherium* sp. foram coletados no Lajedo da Escada (5° 14' 31'' S, 37° 44' 20'' W) que está localizado no município de Baraúna no Rio Grande do Norte (figura 1). Consiste em um depósito do tipo cárstico inserido na Formação



Jandaíra e ocupando uma área de aproximadamente 5 km<sup>2</sup>. Os dois afloramentos que compõem esse lajedo possuem formato de pavimentos cársticos separados por uma distância de aproximadamente 200 metros (CARVALHO et al., 1966). A paleofauna encontrada nesse tipo de depósito é típica do quaternário, composta predominantemente por animais de pequeno e médio porte, como *Proechimys* sp. e *P. brasiliense*, e também animais comuns pertencentes a megafauna como *Eremotherium laurillardi*, *Smilodon populator*, *Stegomastodon waringi* e *Glyptotherium* sp. (PORPINO et al., 2009; ARAÚJO-JÚNIOR et al., 2011).

Já os osteodermos de *Panochthus* sp. são provenientes de um depósito do tipo tanque na localidade de Lagoa do Santo (06° 15' 39" S e 36° 31' 04" W) situado no município de Currais Novos, Rio Grande do Norte (figura 1). Ainda há poucas informações sobre esse depósito sendo a principal delas vinculada a sua composição faunística, caracterizada por representantes da megafauna, como *Glyptotherium*, *Eremotherium*, *Toxodon*, *Panochthus*, *Paleolama* e *Xenorhinotherium*. Esse tanque é comparável, em termos de composição faunística, aos demais presentes no nordeste Brasileiro (Araújo-Júnior et al., 2011). De acordo com trabalhos recentes a idade estimada esta associação faunística encontrada nos tanques é do Pleistoceno Final – Holoceno inicial (Araújo-Júnior et al., 2013; França et al., 2014).

### **Sistemática e Nomenclatura histológica**

A classificação morfológica dos osteodermos seguiu os trabalhos de Fernicola (2008), Oliveira et al., (2010) e Porpino et al., (2014). Já classificação dos osteodermos de acordo com a região da carapaça que ocupam seguem os trabalhos de Porpino et al., (2014) e Gillette et al., (2016).

De acordo com Oliveira et al., (2010) os osteodermos de *Glyptotherium* são caracterizados por apresentar uma superfície muito pontuada com aspecto rugoso, sulco principal e sulcos radiais muito rasos e uma média de oito a nove figuras periféricas. Embora, atribua o material ao gênero em questão esse autor faz apenas uma classificação genérica dos osteodermos estudados por ele. Devido a isso e a ausência de outros trabalhos que tragam uma atribuição mais específica optou-se por manter a classificação genérica.

Porpino et al., (2014) em seu estudo do gênero *Panochthus* presente em depósitos da RIB afirma que os osteodermos do gênero apresentam um padrão comum já citado na literatura e, além disso, classifica as figuras presentes em osteodermos sem figura principal como pequenas figuras ou figuras periféricas quando essas estão associadas a uma figura principal. Ainda de acordo com esse autor não há como reconhecer com base em osteodermos da isolados a espécie de *Panochthus* a qual ele pertence devido à sobreposição de características nos osteodermos das possíveis espécies do gênero presentes na RIB.

Para a descrição histológica dos osteodermos foram utilizados como referência terminológica os trabalhos de Hill (2006), Wolf *et al.* (2012) e Pereira et al. (2014). Todos esses trabalhos concordam que os osteodermos apresentam uma estrutura geral denominada “*diploe – like*” que corresponde a uma região central de osso trabecular delimitada superior e inferiormente por camadas de osso compacto que são denominadas, respectivamente, de superficial e profunda.

### **Lâminas paleohistológicas**

A confecção das lâminas paleohistológicas foi realizada no Laboratório Geológico de Processamento de Amostras da Faculdade de Geologia da Universidade

do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Esse processo consistiu, inicialmente, em cortar cada osteodermo sagitalmente com uma serra diamantada e em seguida inserir a parte a ser avaliada em resina poliéster (Araldite), com endurecedor (HY951) em proporção de 10:1 mL para dar maior estabilidade e evitar fraturas no material. Em seguida os espécimes foram secados em estufa durante 24 horas. Após a secagem, o bloco composto da resina com a parte do osteodermo foi seccionado novamente para reduzir seu tamanho e ser colocado na lâmina, para logo em seguida ser desbastado em carbureto de granulometrias diferentes (320 e 600) até atingir a espessura ideal para a visualização, a qual foi realizada com microscópio ótico. A análise das lâminas petrográficas foi realizada em microscópio petrografico Zeiss Axio Imager A2.

## **PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA**

**Subordem GLYPTODONTIA Ameghino, 1889**

**Superfamília GLYPTODONTOIDEA Gray, 1869**

**Family GLYPTODONTIDAE Gray, 1869**

**Subfamília GLYPTODONTINAE Gray, 1869**

**Gênero *Glyptotherium* Osborn, 1903**

*Glyptotherium* sp.

**Osteoderms da região dorsal (médio-dorsal) da carapaça:** material referido –  
osteoderms da região central: **G1** (comprimento: 53,1 mm; largura: 22,12 mm;

espessura: 23,5 mm), 2601-V (57,94; 43,18; 21,77mm), 2579-V (72, 66; 49,05; 19,56mm) e 2092-V (50,94; 46,05; 21,14mm).

**Descrição morfológica:** O osteodermo G1 apresenta formato grosseiramente pentagonal, superfície externa bastante rugosa, com uma figura central circular circundada por oito figuras periféricas de menor tamanho; cinco forames pilíferos são observados sendo quatro deles na junção entre o sulco central e sulcos radiais e outro em um dos sulcos radiais que separa duas figuras periféricas vizinhas (figura 2A). A superfície interna desse osteodermo é um pouco convexa e lisa, com a presença de um forame neurovascular (figura 2B). Em vista lateral o osteodermo apresenta uma região central que é bastante porosa e ocupa boa parte da região central do osteodermo.

O osteodermo 2601-V tem formato pentagonal com superfície rugosa com um figura central arredondada circundada por oito figuras periféricas. Esse osteodermo possui três forames pilíferos sendo que dois deles estão localizados na confluência do sulco principal com os radiais e um deles está localizado na confluência entre os sulcos radiais entre duas figuras periféricas (Figura 2C). A superfície interna desse osteodermo é lisa, plana e apresenta cerca de três pequenos forames neurovasculares (Figura 2D).

O osteodermo 2579-V tem formato grosseiramente pentagonal com superfície rugosa apresentando alguns pequenos sinais de remodelação óssea. A figura central é mal delimitada e não é possível observar sulcos que delimitem as figuras periféricas; existem cerca de 5 forames pilíferos que são observados no sulco principal e outros dois que estão mais afastados da região central, estando na junção entre os sulcos radiais (figura 2E). A superfície interna desse osteodermo é parcialmente lisa, sem forames neurovasculares; há uma quebra que expõe o tecido esponjoso correspondendo a aproximadamente 1/3 dessa superfície (figura 2F).

O osteodermo 2092-V é grosseiramente hexagonal, com superfície muito pontuada e aspecto rugoso, com um figura central arredondada circundada por sete figuras periféricas. Ao redor da figura central há, ainda, a presença de quatro forames pilíferos localizados na confluência do sulco principal com os sulcos radiais, sendo que dois desses forames são bem desenvolvidos (Figura 2G). A superfície interna apresenta aspecto liso, um forame neurovascular e uma quebra que expõe o tecido esponjoso em uma pequena porção (Figura 2H).

**Descrição histológica:** De uma maneira geral, os osteoderms apresentam na camada profunda de osso compacto feixes de fibras com orientação paralela, porém, em alguns pontos há pequenos conjuntos de feixes sem orientação definida, bem como a presença de alguns poucos osteócitos e ósteons primários (Figuras 3A e B). Em direção à região central de osso esponjoso existem áreas de reabsorção preenchidas por óxido de ferro (Figuras 3C e D) e que ocupam toda essa região até o início da camada superficial de osso compacto. Além disso, nota-se a presença de alguns ósteons secundários e primários (Figuras 3E e F). A medida que aproxima-se da camada compacta de osso superficial surgem feixes de fibras com alinhamentos variados e em alguns pontos essas fibras se organizam mais obliquamente. Na camada de osso superficial existem muitos osteócitos, bem como feixes de fibras que estão, em sua maioria, alinhados paralelamente a essa superfície (figuras 3G e H); também ocorrem alguns ósteons primários e secundários e algumas áreas de reabsorção.

**Osteoderms da região lateral:** material referido – 2593-V (42,37; 36,83; 19,24mm) e 2096-V (55,59; 46,54; 22,28mm).

**Descrição morfológica:** O osteodermo 2593-V apresenta formato retangular, superfície porosa, com três forames pilíferos na confluência entre o sulco principal e os radiais

(figura 4A). A superfície interna desse osteodermo é lisa e suavemente convexa, apresentando cerca de 11 forames neurovasculares, sendo um deles bem visível (Figura 4B).

O osteodermo 2096-V apresenta formato hexagonal (retangular), superfície externa porosa com uma figura central arredondada circundada por nove figuras periféricas. Entre a confluência do sulco principal com os sulcos radiais existem três forames pilíferos bem visíveis (Figura 4C). A superfície interna é lisa, sem forames neurovasculares observáveis; há uma quebra que expõe o tecido esponjoso em cerca de 1/3 dessa superfície (Figura 4D).

**Descrição histológica:** De uma maneira geral, a camada inferior de osso compacto apresenta feixes de fibras dispostos, em sua maioria, de forma paralela à superfície; nessa mesma camada observam-se muitos osteócitos e alguns ósteons primários e secundários distribuídos de forma aleatória (figuras 5A e D). Na região central ocorrem muitas áreas de reabsorção, muitos osteócitos e alguns ósteons secundários (Figuras B e E). Na camada de osso compacto superficial nota-se a presença de feixes de fibras, em geral, com direção oblíqua e em alguns pontos eles tendem a ter direções variadas e paralelas; alguns osteócitos, ósteons primários e secundários podem ser observados nessa camada (Figura 5C e F).

**Osteoderms próximos à borda posterior da carapaça** – material referido: Osteoderms 2328-V (50,50; 45,31; 36,48 mm) e 2585-V (44,80; 41,17; 37,97 mm).

**Descrição morfológica:** O osteodermo 2328-V apresenta formato pentagonal, superfície muito pontuada, o que a torna bem rugosa; não há figuras distinguíveis. No centro da superfície há uma depressão bem marcada e na borda desse osteodermo há um forame pilífero, o qual está preenchido por sedimento (Figura 6A). A superfície interna

desse osteodermo é lisa, suavemente convexa e apresenta cerca de nove forames neurovasculares, sendo três deles bem visíveis (Figura 6B).

O osteodermo 2585-V apresenta formato pentagonal com uma superfície bastante escavada por pequenos pits o que lhe confere um aspecto bastante rugoso; não há figuras distinguíveis e no centro da superfície nota-se uma depressão bem marcada. Em uma das bordas desse osteodermo é possível observar um forame pilífero bem desenvolvido, o qual está preenchido por sedimento (Figura 6C). A superfície interna desse osteodermo é um pouco áspera, apresentando uma região mais proeminente e outra um pouco mais rebaixada; dois forames neurovasculares são observados próximos à borda (Figura 6D).

**Descrição histológica:** Os osteoderms apresentam camada de osso compacto profunda com feixes de fibras orientados, em geral, obliquamente e em alguns pontos com orientações variadas (Figuras 7A e D). Ainda na camada profunda nota-se a presença de muitos osteócitos, alguns ósteons primários e algumas áreas de reabsorção. A região central apresenta muitas áreas de reabsorção, em geral alongadas horizontalmente, que estão, em sua maioria, preenchidas parcialmente por óxido de ferro; ainda nessa região nota-se alguns osteócitos e ósteons secundários (Figuras 7B e E). Na camada de osso compacto superficial ocorrem feixes de fibras orientados obliquamente (Figuras 7C e F), embora existam pontos onde esses estão orientados paralelamente; nessa camada observam-se poucos osteócitos e ósteons secundários.

#### **Family PANOCHTHIDAE Castellanos, 1927**

#### **Subfamília PANOCHTHINAE Burmeister, 1866**

## Gênero *Panochthus* Burmeister, 1866

### *Panochthus* sp.

**Osteodermo da região dorsal:** material referido MCC A1 (comprimento: 60,84 mm; largura: 55,97 mm; espessura: 22,70 mm).

**Descrição morfológica:** possui formato hexagonal irregular, superfície externa bastante desgastada, apresentando sinais de abrasão. Cerca de seis pequenos forames foram observados distribuídos por toda essa superfície (figura 8A). A superfície interna apresenta depressões que convergem para a região central, com a presença de aproximadamente 17 forames neurovasculares, os quais estão, em sua maior parte, no centro dessa região (figura 8B). Em vista lateral, o osteodermo apresenta aspecto irregular, com poucas porosidades.

**Descrição histológica** – Na camada de osso compacto profunda ocorrem feixes de fibras alinhados predominantemente de forma oblíqua, algumas áreas de reabsorção e vários osteócitos (figura 9A). Em direção à região central, a quantidade de áreas de reabsorção, alongadas verticalmente, aumenta gradualmente. Na região central (osso esponjoso) também ocorre uma grande quantidade de osteócitos e feixes de fibras com alinhamentos variados, além das áreas de reabsorção (Figura 9B) e de alguns ósteons secundários. À medida que se aproxima da camada externa de osso compacto nota-se diminuição do número de áreas de reabsorção e o aumento da quantidade de osteócitos e de ósteons primários; nessa camada os feixes de fibras estão dispostos obliquamente (Figura 9C).

**Osteodermo da borda posterior:** material referido MCC 1616-V – (42,27; 35,77; 21,19 mm).



**Descrição Morfológica** – Possui formato quadrangular, sendo que a região mais posterior apresenta uma borda mais arredondada, devido à presença de uma figura principal circular. Sua superfície externa é bastante porosa, quase totalmente ocupada pela figura principal, que vai da região mais posterior até a metade do osteodermo; no centro da figura principal existe uma depressão bastante rugosa (Figura 8C). A superfície interna desse osteodermo é lisa e apresenta cerca de dez forames neurovasculares de diferentes tamanhos (Figura 8D).

**Descrição histológica** – Em geral, a observação das microestruturas foi dificultada pela presença de áreas muito escuras, provavelmente ocasionadas por processos de fossilização que modificaram a estrutura do material. O osteodermo apresenta camada de osso compacto profunda com feixes de fibras sem orientação preferencial (Figura 9D), muitos osteócitos e alguns ósteons primários e secundários. Em direção à camada de osso trabecular nota-se algumas áreas de reabsorção. A região central possui áreas de reabsorção arredondadas e alongadas (Figura 9E) e uma grande concentração de osteócitos. Da região central para a camada de osso compacto superficial ocorre uma diminuição na presença de áreas de reabsorção e um aumento na quantidade de feixes de fibras, que possuem orientações variadas (Figura 9F), assim como a presença de ósteons secundários e de alguns ósteons primários.

**Osteoderms da região lateral:** material referido MCC A3 (47,44; 35,76; 19,80 mm), MCC A4 (36,07; 35,48; 22,44 mm), MCC A5 (39,05; 29,42; 23,00 mm), MCC A6 (32,93; 35,29; 23,31 mm).

**Descrição morfológica** – O osteodermo A3 possui formato hexagonal irregular, com superfície externa apresentando pequenas figuras de formato arredondado a irregular (cerca de 24), que ocupam toda essa área (figura 10A). Na superfície interna podemos

notar um forame neurovascular no centro do osteodermo e outro forame de menor tamanho na região mais próxima a borda (figura 10B).

O osteodermo A4 possui formato quadrangular, apresentando uma quebra em uma das suas regiões. A superfície apresenta-se bastante porosa, com uma figura principal central, arredondada, circundada por cerca de sete figuras periféricas; ao redor destas últimas existem outras cinco pequenas figuras (figura 10C). Na região interna observa-se uma quebra que toma metade da área do osteodermo; a outra parte, que está preservada, apresenta um aspecto liso com a presença de um forame neurovascular (figura 10D).

O osteodermo A5 possui formato quadrangular e pertence à região lateral. A superfície externa apresenta-se bem desgastada exibindo cerca de 12 pequenas figuras ornamentais mal delimitadas (figura 10E). A superfície interna é lisa e apresenta uma convexidade na região central (figura 10F).

O osteodermo A6 possui formato quadrangular e superfície externa com aspecto bastante rugoso. Nessa superfície observa-se a presença de uma figura central arredondada delimitada por um sulco profundo. Circundando essa figura central há cerca de oito pequenas figuras periféricas; outro círculo formado por ao menos seis pequenas figuras periféricas, que se encontram desgastadas, pode ser discernido (figura 10G). A superfície interna é lisa com formato irregular e apresenta cerca de 20 forames neurovasculares (Figura 10H).

**Descrição histológica:** De um modo geral, os feixes de fibras na camada de osso compacto profunda estão alinhados paralelamente (Figura 11B); nessa mesma camada ocorrem muitos osteócitos e alguns ósteons primários e secundários (Figuras 11A). Em direção a região central observamos que os feixes de fibras começam a apresentar

orientações variadas e pequenas áreas de reabsorção começam a surgir. Na região central observa-se muitas áreas de reabsorção (Figura 11C), em sua maioria, alongadas horizontalmente, bem como a presença de alguns osteócitos e alguns ósteons secundários e primários (Figura 11D). Em direção à camada de osso compacto superficial nota-se a presença de feixes de fibras alinhados paralelamente (Figura 11F), sendo que e em alguns pontos estão alinhados mais obliquamente; apresenta ainda muitos osteócitos e alguns ósteons primários e secundários (Figura 11E).

**Osteoderms alterados** – Material referido MCC A7 (43,98; 36,69; 21,18 mm), MCC A8 (38,64; 32,33; 21,40 mm), MCC A9 (40,61; 31,97; 17,27 mm) e MCC A10 (38,00; 26,20; 18,11 mm).

Inclui-se neste trabalho quatro osteoderms que foram encontrados associados a um fragmento de carapaça de *Panochthus* sp. que não possuem a ornamentação característica do gênero, porém, não apresentam marcas abrasivas (ver discussão).

Os osteoderms A7 (figuras 12A e B), A8 (figuras 12C e D), A9 (figuras 12E e F) e A10 (figuras 12 G e H) possuem formato retangular e suas superfícies externas apresentam-se desgastadas com aspecto bastante poroso expondo o osso trabecular. Lateralmente esses osteoderms apresentam aspecto denticulado. As superfícies internas desses osteoderms apresentam um aspecto liso e são suavemente convexas com a presença de muitos forames neurovasculares, sendo que cerca de um a cinco forames possuem tamanho maior, enquanto, os demais são de pequenas dimensões.

**Descrição histológica:** De uma maneira geral, esses osteoderms estão caracterizados histologicamente por apresentarem em sua camada compacta profunda feixes de fibras sem alinhamento preferencial (Figura 13A), muitos osteócitos, alguns ósteons primários (Figura 13B) e secundários, além de algumas áreas de reabsorção de pequeno tamanho.

Indo em direção à região central observa-se a presença de grandes áreas de reabsorção (Figura 13C) que dão um aspecto muito poroso a essa região. Além disso, observa-se a presença de alguns osteócitos, ósteons primários e secundários. Indo em direção à camada compacta superficial nota-se que as áreas de reabsorção começam a diminuir de quantidade e tamanho, na camada superficial observa-se que os feixes de fibras não possuem alinhamento preferencial (Figuras 13E e F), muitos osteócitos e alguns ósteons primários e secundários.

## DISCUSSÃO

Todos os osteodermos avaliados neste trabalho apresentaram a estrutura “*diploe-like*”, que consiste na presença de uma região central de osso trabecular delimitada por camadas superiores e inferiores de osso compacto e que ocorre em todos os osteodermos já descritos (Hill, 2006; Wolf *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2014).

Os osteodermos de *Glyptotherium sp.* aqui analisados compartilham região central repleta de grandes áreas de reabsorção com presença, em geral, de poucos ósteons primários e secundários. Por outro lado, existem diferenças quando compararmos as camadas compactas profunda e superficial em osteodermos de diferentes regiões da carapaça. Os osteodermos da região dorsal apresentam feixes de fibras com alinhamento paralelo em ambas as camadas de osso compacto (profunda e superficial). Já os osteodermos da região lateral apresentam, de uma forma geral, camadas compactas com alinhamento paralelo e oblíquo nas camadas profunda e superficial, respectivamente. Os osteodermos próximos a borda posterior apresentam, em geral, alinhamento oblíquo para ambas as camadas de osso compacto.

Os espécimes da região dorsal de *Glyptotherium* sp. (G1, 2601-V, 2579-V, 2092-V) aqui estudados são semelhante ao avaliado por Pereira *et al.* (2014); ambos são da região dorsal e provenientes do Lajedo da Escada. Os espécimes aqui avaliados possuem, em sua camada de osso compacto profunda, feixes de fibras, em sua maioria, com alinhamento paralelo e alguns ósteons primários e secundários, região central com muitas áreas de reabsorção, com muitos osteócitos e alguns ósteons secundários, além disso, sua camada compacta superficial apresenta feixes de fibras com alinhamento paralelo e presença de alguns osteócitos e ósteons. Esses padrões histológicos observados para os espécimes da região dorsal coincidem com os padrões descritos por Pereira *et al.* (2014), exceto para a camada profunda de osso compacto, para a qual não há informações sobre a disposição dos feixes de fibras no referido trabalho e, portanto, não há como realizar uma comparação mais completa.

Com relação ao osteoderms da região lateral e próximos à borda posterior lateral da carapaça nota-se que esses se diferenciam dos exemplares da região dorsal aqui estudados, como também do estudado por Pereira *et al.* (2014). Os osteoderms da região lateral apresentam alinhamentos paralelo e oblíquo para os feixes de fibras das camadas profunda e superficial, respectivamente. Já os osteoderms da região próxima à borda posterior da carapaça apresentam alinhamentos oblíquos para os feixes de fibras das camadas profunda e superficial, respectivamente. Esse padrão não é observado nos osteoderms da região dorsal que apresentam alinhamentos, em geral, paralelos em ambas camadas.

Ao comparar os osteoderms aqui avaliados com o estudado por Hill (2006), um exemplar da região dorsal de *Glyptotherium floridanum*, observa-se que, interessante, os osteoderms da região posterior próximos à borda são histologicamente semelhante ao exemplar de *G. floridanum*. Ambos apresentam feixes

de fibras com alinhamentos oblíquos nas camadas compactas profunda e superficial, diferindo apenas na quantidade de ósteons primários, que são pouco presentes nos exemplares aqui estudados, mas aparecem em grandes quantidades no exemplar estudado por Hill (2006). Diante dessa semelhança, é necessário cautela ao se propor diagnose para espécies com base apenas em diferenças histológicas, sendo necessário também levar em consideração diferenças morfológicas apresentadas pelos osteodermos.

A respeito de uma possível afinidade entre as espécies *Glyptotherium*, *Doedicurus* e *Glyptodon* que compõem a subfamília Glyptodontinae (Sensu Fernicola 2008), nota-se que esses osteodermos apresentam em comum uma região central bastante remodelada com muitas áreas de reabsorção de grande tamanho. Com base na análise histológica constata-se que os osteodermos de *Doedicurus giganteus* e *Glyptodon reticulatus* são semelhantes, pois apresentam feixes de fibras com alinhamento perpendicular e muitos ósteons primários na camada superficial de osso compacto (HILL, 2006). Dessa forma, reforça-se a hipótese de estudos prévios que afirmam uma maior proximidade entre esses gêneros (Fernicola, 2008; Fernicola & Porpino, 2012). Ao comparar os osteodermos de *Glyptotherium* sp. aqui estudados e o exemplar de *G. reticulatus* avaliado por Hill (2006) observamos que dentro da variação histológica descrita para osteodermos de regiões distintas de *Glyptotherium* sp. não foi possível observar uma coexistência de feixes de fibras com alinhamento aleatório e perpendicular nas camadas profunda e superficial assim como ocorre em *G. reticulatus*. Essas diferenças podem reforçar a diferenciação morfológica que já existe entre osteodermos dessas duas espécies e pode ser usada como uma possível característica diagnóstica para classificar as espécies de Glyptodontinae presentes na RIB.

Os osteodermos de *Panochthus* sp. aqui avaliados apresentam em comum uma região central caracterizada pela presença de muitas áreas de reabsorção alongadas

horizontalmente com alguns osteócitos e alguns ósteons primários e secundários. Os osteodermos da borda posterior e os osteodermos alterados apresentaram, no geral, muitas semelhanças histológicas, principalmente quando comparamos as camadas de osso compacto profunda e superficial, respectivamente, que possuem feixes de fibras sem orientação preferencial. Porém, osteodermos da região dorsal e lateral apresentaram algumas diferenças quando comparamos as suas camadas de osso compacto (profunda e superficial), pois o exemplar A1 possui alinhamento predominantemente oblíquo para as camadas compactas, enquanto que os osteodermos da região lateral apresentam alinhamento paralelo à superfície.

O osteodermo da região dorsal aqui avaliado possui algumas características em comum como o exemplar, também da região dorsal, de *Panochthus frenzelianus* descrito por Hill (2006), como feixes de fibras com orientação predominantemente oblíqua na camada profunda de osso compacto e região central com uma grande quantidade de áreas de reabsorção. Por outro lado, a camada de osso compacto superficial no exemplar aqui avaliado apresenta feixes de fibras com alinhamento oblíquo, ao invés de alinhamento paralelo, como em *P. frenzelianus* (Hill, 2006). Essa diferença entre esses exemplares pode evidenciar uma possível variação interespecífica e uma possível característica diagnóstica para a diferenciação dessas espécies, uma vez que dentro da variação histológica aqui observada para os osteodermos de diferentes regiões da carapaça de *Panochthus* sp. não foi observada a coexistência de feixes de fibras com alinhamento oblíquo e paralelo para as camadas profunda e superficial, respectivamente, assim como foi descrito para *P. frenzelianus*.

Ao comparar os osteodermos aqui avaliados com o exemplar da região dorsal de *Panochthus* estudado por Pereira *et al* (2014), nota-se que existem diferenças tanto entre o exemplar estudado por esses autores como o da mesma região aqui estudado

(A1). Segundo Pereira *et al* (2014) o osteodermo da região dorsal de *Panochthus* sp. são caracterizados por possuírem feixes de fibras com alinhamento paralelo nas camadas profunda e superficial, o que contrasta com o padrão observado aqui para o osteodermo da região dorsal (A1), que possui feixes de fibras com alinhamentos oblíquos para ambas camadas. De acordo com o padrão histológico observado para o osteodermo A1 comparando-o com um exemplar descrito por Pereira *et al* (2014), o qual possivelmente representa um fragmento de escudo cefálico de *P. jaguaribensis*, constatamos que as características histológicas observadas são muito semelhantes: como presença de feixes de fibras com alinhamento oblíquo nas camadas compactas, além de região central com aspecto menos poroso com áreas de reabsorção de menor tamanho. Diante desse fato, pode haver coincidência nos padrões histológicos entre distintos elementos do exoesqueleto mesmo que a ornamentação externa nesses elementos seja bem diferente.

Avaliando-se o padrão histológico observado para o osteodermo da região da borda posterior da carapaça e os osteodermos alterados (que não perderam a ornamentação) observamos que esses possuem várias características em comum como: presença de feixes de fibras sem alinhamento preferencial, poucos osteócitos e ósteons nas camadas profunda e superficial, além de uma região central bem porosa com grandes áreas de reabsorção. Especula-se que esses alinhamentos sem direção preferencial na porção mais externa desses osteodermos possa ter sido causada um processo erosivo, possivelmente decorrente de uma patologia que descaracteriza a ornamentação dos osteodermos e que expõem uma região mais áspera com aspecto mais trabecular (Sousa Barbosa & Luna, 2014). Essa possível erosão patológica retiraria a parte superior da camada compacta superficial, evidenciando a zona intermediária que existe logo abaixo da camada superficial, a qual é caracterizada por Pereira *et al.*, (2014) como possuindo feixes de fibras sem alinhamento preferencial.



Com relação aos osteodermos de *Panochthus* sp. estudados por Oliveira (2015), nota-se que esses são histologicamente semelhantes aos osteodermos da região lateral aqui avaliados, uma vez que esses possuem feixes de fibras com alinhamento paralelo nas camadas de osso compacto e, em geral, poucos ósteons nessas camadas. Além disso, possuem região central porosa, com grandes áreas de reabsorção. Para os demais osteodermos (da região dorsal, borda posterior da carapaça e alterados) reforça-se que a diferença observada no padrão possa ser decorrente de uma possível variação interespecífica, uma vez que, como mencionado anteriormente, não há como atribuir osteodermos isolados ou fragmentos de carapaça a *P. greslebini* ou *P. jaguaribensis*, a não ser que o tubo caudal seja encontrado associado.

Curiosamente, a organização histológica descrita por Oliveira (2015) para os osteodermos de *Neuryurus* sp. é semelhante aos exemplares da borda posterior e aos exemplares alterados *Panochthus* sp. aqui descritos. Além disso, o fato desses osteodermos alterados de *Panochthus* sp. aqui descritos não apresentarem a ornamentação característica do gênero poderia levar uma atribuição equivocada à *Neuryurus* com base na morfologia. Salienta-se que os osteodermos de *Panochthus* sp. aqui avaliados foram encontrados associados a um fragmento de carapaça que possui osteodermos com características diagnósticas para *Panochthus* e osteodermos sem ornamentação, como os aqui estudados, o torna improvável que esse material pertença a *Neuryurus*.

Além disso, ao compararmos os osteodermos de *Neuryurus* sp. figurados por Ameghino (1889), pertencentes a espécie tipo *Neuryurus rudis* e os osteodermos de uma carapaça parcial de *Neuryurus* sp. descrita por Zurita et al (2006), com os osteodermos alterados aqui estudados, percebemos que estes últimos apresentam uma superfície com aspecto mais áspero, semelhante ao tecido trabecular, do que os

osteodermos de *Neuryurus* sp. Assim, enfatizamos a necessidade de uma descrição mais detalhada de uma amostra maior de osteodermos de *Neuryurus* antes de confirmar a presença desse último gênero nos depósitos da RIB. Por enquanto, a atribuição de osteodermos isolados à *Neuryurus* sp. com base em caracteres morfológicos e histológicos requer cautela, uma vez que diante dos resultados aqui obtidos há sobreposição ao comparar-se essas características.

## CONCLUSÃO

Os osteodermos aqui avaliados mostram a existência de variações histológicas entre regiões distintas da carapaça de *Glyptotherium* sp. e *Panochthus* sp. Há diferenças histológicas entre os osteodermos da região dorsal e lateral de *Glyptotherium* sp. registrados na RIB e os osteodermos de *G. floridanum*. No entanto, observou-se que há semelhanças histológicas entre os osteodermos da região próxima a borda posterior da carapaça e o osteoderma da região dorsal de *G. floridanum* sugerindo cautela ao se propor uma diferenciação entre espécies com base em características histológicas. Além disso, ao se comparar espécies pertencentes Glyptodontinae percebe-se que há semelhanças histológicas quando comparamos osteodermos de *Glyptotherium* sp., *G. reticulatus* e *D. giganteus*, reforçando a hipótese de uma possível afinidade filogenética em alguns trabalhos prévios. Ainda nesse contexto, observou-se diferenças entre os osteodermos de *Glyptotherium* sp. aqui estudados e o exemplar de *G. reticulatus* reforçando que características histológicas podem ser mais uma ferramenta a ser utilizada para diferir esses gêneros, uma vez que a diferença entre as características morfológicas é muito sutil.

Com relação aos osteodermos de *Panochthus* sp. observa-se que esses possuem uma região central com características comuns independentemente da região da carapaça que ocupam. Osteodermos da borda posterior e osteodermos alterados incluídos na análise possuem camadas compactas muito semelhantes, principalmente na disposição dos feixes de fibras (aleatório) diferindo do padrão histológico encontrado em osteodermos da região dorsal que possuem feixes de fibras alinhados obliquamente nas camadas compactas e diferindo, também, do padrão encontrado em osteodermos da região lateral que possuem feixes de fibras alinhados paralelamente nas camadas compactas. De acordo com as diferenças histológicas observadas possivelmente existam diferenças entre elementos do exoesqueleto. Possíveis patologias podem ter alterado o padrão morfológico e histológico de alguns osteodermos de *Panochthus* sp. sendo assim mais uma evidência de que é necessário cautela ao propor a presença do gênero *Neuryurus* na RIB de acordo com características morfológicas e histológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo-Júnior, H. I. A., de Oliveira Porpino, K., Ximenes, C. L., & Bergqvist, L. P. 2011. Análise multivariada como ferramenta tafonômica no estudo das associações quaternárias de mamíferos do Nordeste do Brasil. *Gaea-Journal of Geoscience*, **7**(2), 104-111.
- Araújo-Júnior, H. I., de Oliveira Porpino, K., Ximenes, C. L., & Bergqvist, L. P. 2013. Unveiling the taphonomy of elusive natural tank deposits: a study case in the Pleistocene of northeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **378**, 52-74.
- Carvalho, J. N.C. et al. 1966. Informação sobre a jazida fossilífera pleistocênica do Lajedo da Escada, município de Mossoró, Rio Grande do Norte. In *Arquivos do Instituto de Antropologia*. UFRN, Natal, p. 391–404.
- Castellanos, A. 1942. A proposito de los géneros *Plohophorus*, *Nopachthus* y *Panochthus* (Tercera parte). Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología de la Universidad Nacional del Litoral **11**:417–592.
- Delsuc, F., Gibb, G. C., Kuch, M., Billet, G., Hautier, L., Southon, J., ... Poinar, H. N. 2016. The phylogenetic affinities of the extinct glyptodonts. *Current Biology*, **26**(4), R155-R156.
- Fariña, R. A., Vizcaíno, S. F., & De Iuliis, G. 2013. *Megafauna: giant beasts of Pleistocene South America*. Indiana University Press.
- Fernicola, J. C. 2008. Nuevos aportes para la sistemática de los Glyptodontia Ameghino 1889 (Mammalia, Xenarthra, Cingulata). *Ameghiniana*, **45**(3), 553-574.
- Fernicola, J. C., & Porpino, K. O. 2012. Exoskeleton and systematics: a historical problem in the classification of glyptodonts. *Journal of Mammalian Evolution*, **19**(3), 171-183.
- França, L., Dantas, M. A. T., Bocchiglieri, A., Cherckinsky, A., de Souza Ribeiro, A., & Bocherens, H. 2014. Chronology and ancient feeding ecology of two upper Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region. *Quaternary Science Reviews*, **99**, 78-83.
- Gillette, D. D., Carranza-Castañeda, Ó., White Jr, R. S., Morgan, G. S., Thrasher, L. C., McCord, R., & McCullough, G. 2016. Ontogeny and Sexual Dimorphism of *Glyptotherium texanum* (Xenarthra, Cingulata) from the Pliocene and Pleistocene (Blancan and Irvingtonian NALMA) of Arizona, New Mexico, and Mexico. *Journal of Mammalian Evolution*, **23**(2), 133-154. doi: 10.1007/s10914-015-9309-6
- Hill, R. V. 2006. Comparative anatomy and histology of xenarthran osteoderms. *Journal of Morphology*, **267**(12), 1441-1460. doi:10.1002/jmor.10490

Moreira, L. E. 1965. Notas prévias sobre nova espécie de mamífero fóssil do Estado do Ceará. *Hy Hy Te (Revista da Faculdade de Filosofia do Crato)* **2**:41–49.

Oliveira, É. V., Porpino, K. O., & Barreto, A. F. 2010. On the presence of *Glyptotherium* in the Late Pleistocene of Northeastern Brazil, and the status of. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, **258**(3), 353-363.

Oliveira, Y. A. B. 2015. Paleohistologia comparada em osteodermos de *Panochthus* sp. Burmeister, 1866 e *Neuryurus* sp. Ameghino, 1889 (Xenarthra, Glyptodontoidea). Programa de pós – graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de mestrado, 81p.

Paula-Couto, C. 1979. Tratado de Paleomastozoologia. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 590 p.

Pereira, P. V. L. G. D. C., Victor, G. D., Porpino, K. D. O., & Bergqvist, L. P. 2012. Osteoderm histology of Late Pleistocene cingulates from the intertropical region of Brazil. *Acta Palaeontologica Polonica*, **59**(3), 543-552.

Porpino, K. D. O., Fernicola, J. C., & Bergqvist, L. P. 2009. A new cingulate (Mammalia: Xenarthra), *Pachyarmatherium brasiliense* sp. nov., from the Late Pleistocene of Northeastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **29**(3), 881-893.

Porpino, K. D. O., Fernicola, J. C., Cruz, L. E., & Bergqvist, L. P. 2014. The intertropical Brazilian species of *Panochthus* (Xenarthra, Cingulata, Glyptodontoidea): a reappraisal of their taxonomy and phylogenetic affinities. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **34**(5), 1165-1179.

Souza Barbosa, F. H., & Luna, C. A. 2014. Lesiones en la coraza y endoesqueleto de un ejemplar de *Panochthus* Burmeister, 1866 (Mammalia, Glyptodontia) de la provincia de Córdoba, Argentina.

Wolf, D., Kalthoff, D. C., & Sander, P. M. 2012. Osteoderm histology of the Pampatheriidae (Cingulata, Xenarthra, Mammalia): implications for systematics, osteoderm growth, and biomechanical adaptation. *Journal of Morphology*, **273**(4), 388-404. doi: 10.1002/jmor.1102

Zurita, A. E., Soibelzon, E., & Carlini, A. A. 2006. *Neuryurus* (Xenarthra, Glyptodontidae) in the Lujanian (late Pleistocene-early Holocene) of the Pampean region. *NEUES JAHRBUCH FÜR GEOLOGIE UND PALAONTOLOGIE MONATSHEFTE*, **2006**(2), 78.

Ameghino, F. 1889. Contribucion al conocimiento de los mamíferos fósiles de la Republica Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de Cordoba* **6**:1–1027

Figura 1: Mapa com a localização dos depósitos fossilíferos de onde os fósseis foram retirados.

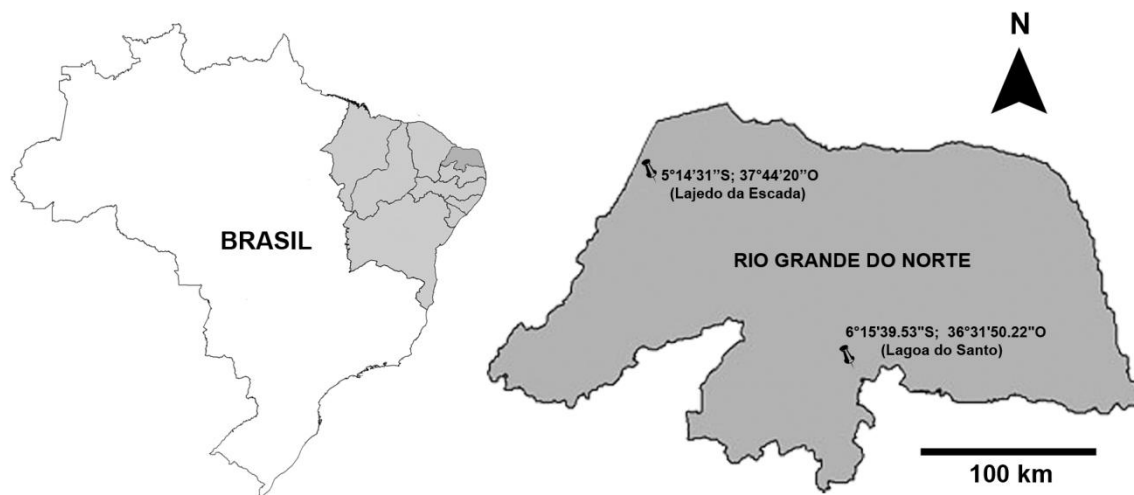


Figura 2 – Osteodermos da região dorsal de *Glyptotherium* sp.: Osteodermo G1 em vista frontal (A) e em vista ventral (B); Osteodermo 2601-V em vista frontal (C) e em vista ventral (D); Osteodermo 2579-V em vista ventral (E) e em vista ventral (F); Osteodermo 2092-V em vista frontal (G) e em vista ventral (H). Escalas = 4 cm.

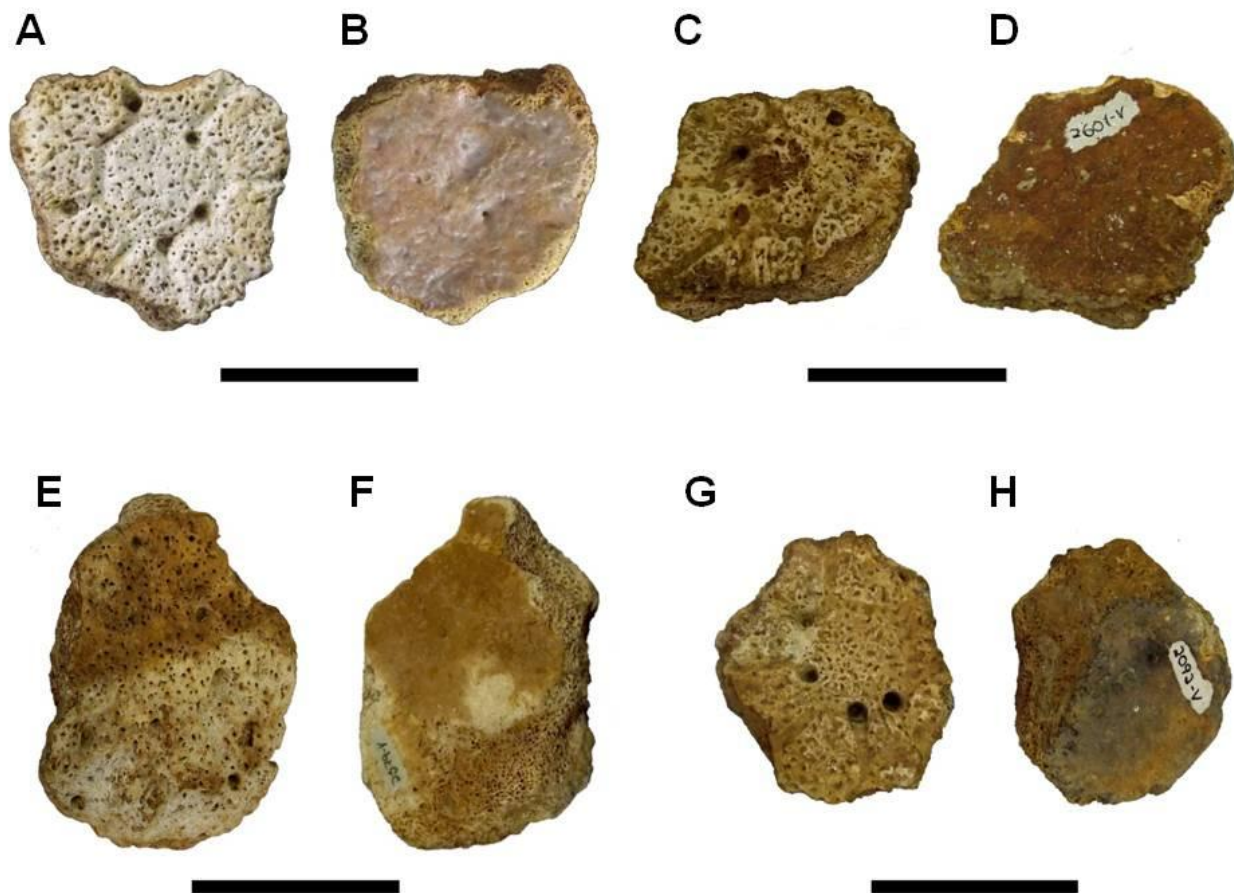


Figura 3 – Cortes histológicos de osteodermos da região dorsal de *Glyptotherium* sp. (A) Feixes de fibras alinhados paralelamente na camada compacta profunda no osteodermo G1 (setas azuis); (B) Feixes de fibras alinhados paralelamente na camada profunda do osteodermo 2579-V; (C) Área de reabsorção na região central do osteodermo 2601-V (seta azul); (D) áreas de reabsorção na região central do osteodermo G1 (setas azuis); (E) Ósteons secundários na região central do osteodermo 2579-V (setas azuis); (F) ósteo primário na camada compacta superficial de 2601-V (seta azul); (G) Feixes de fibras alinhados paralelamente na camada compacta superficial do osteodermo G1 (setas azuis) e do osteodermo 2579-V (setas azuis).

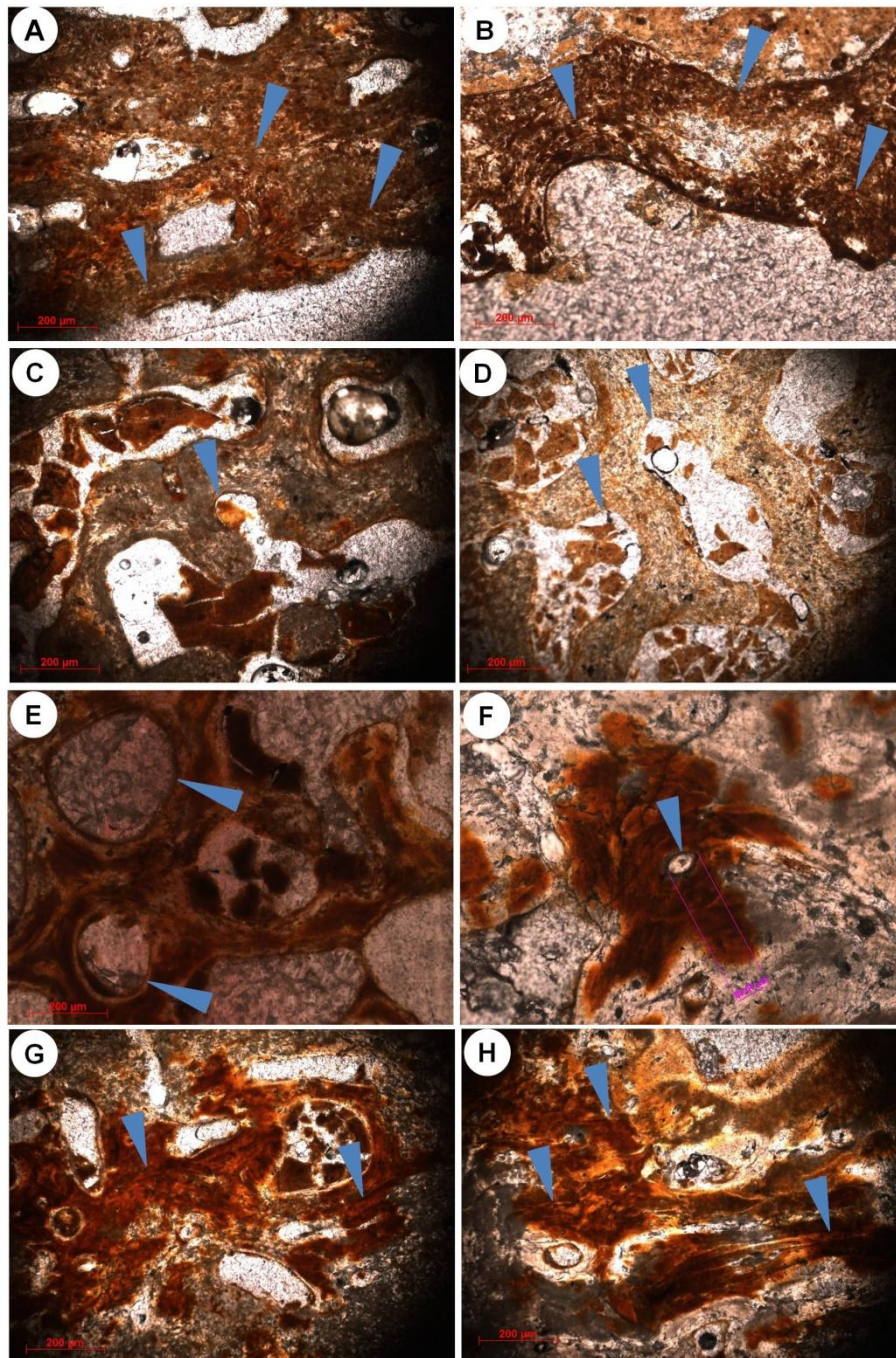




Figura 4 – Osteodermos da região lateral de *Glyptotherium* sp.: Osteodermo 2593-V em vista frontal (A) e em vista ventral (B); Osteodermo 2096-V em vista frontal (C) e em vista ventral (D).

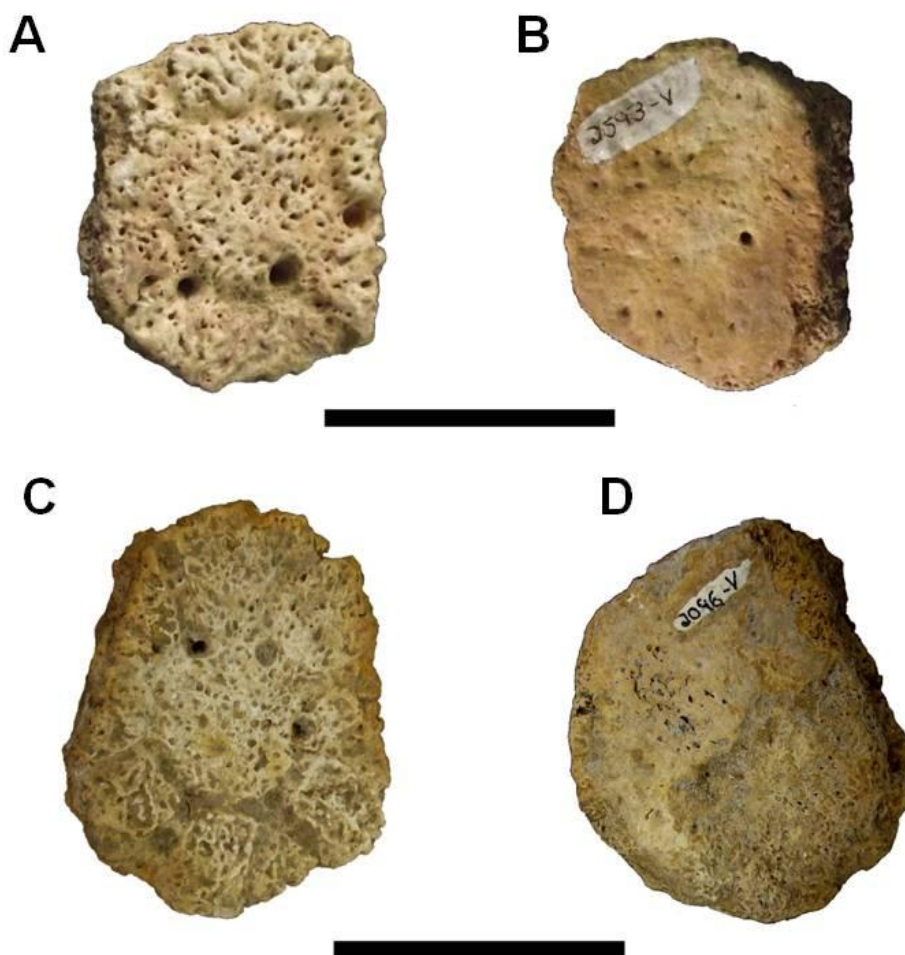


Figura 5 – Cortes histológicos de osteodermos da região lateral de *Glyptotherium* sp. (A) Feixes de fibras na camada compacta profunda do osteodermo 2593-V (setas azuis); (B) Área de reabsorção na região central do osteodermo 2593-V (seta azul); (C) feixes de fibras com alinhamento paralelo na camada compacta do osteodermo 2593-V (setas azuis); (D) feixes de fibras com alinhamento paralelo na camada compacta do osteodermo 2096-V (setas azuis); (E) áreas de reabsorção na região central do osteodermo 2096-V (áreas azuis); (F) ósteons secundários na camada compacta superficial do osteodermo 2096-V (setas azuis).

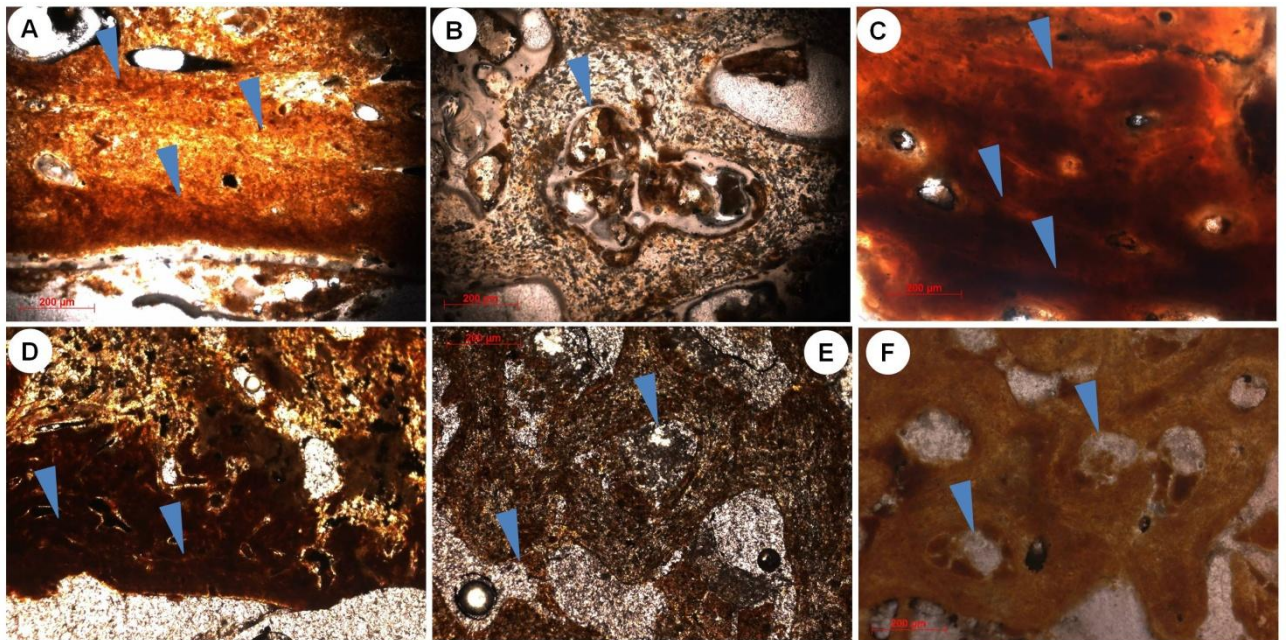


Figura 6 – Osteodermos da região próxima à borda posterior da carapaça de *Glyptotherium* sp.: Osteodermo 2328-V em vista frontal (A) e em vista lateral (B); Osteodermo 2585-V em vista frontal (C) e em vista ventral (D). Escala

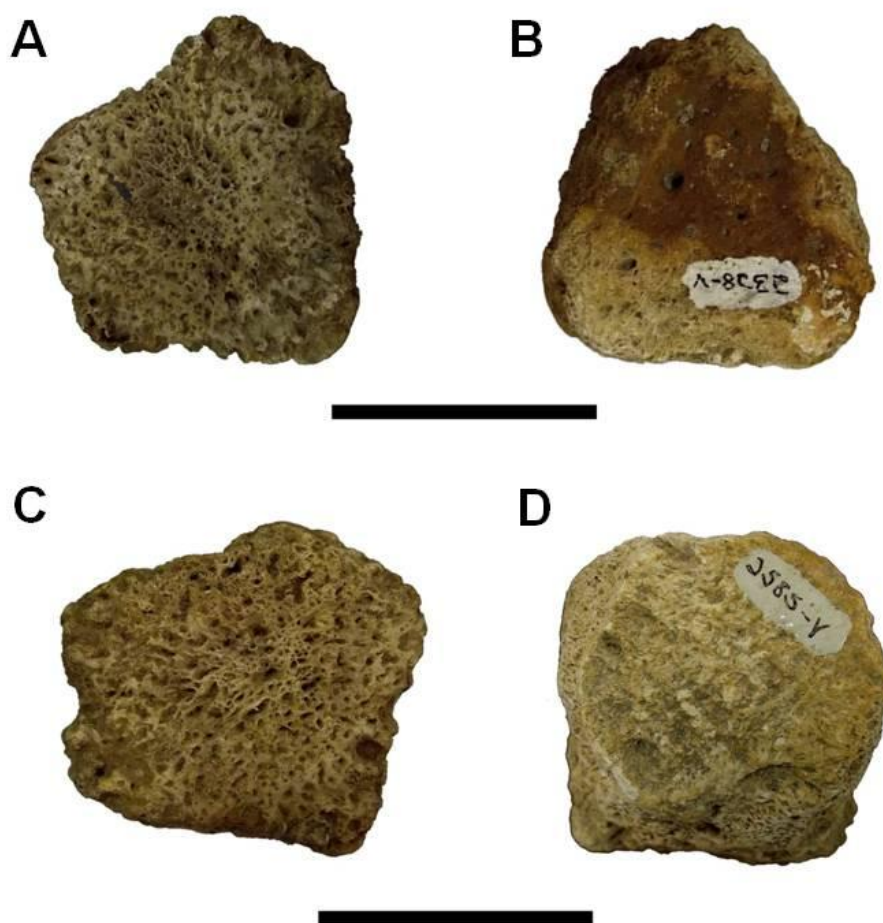


Figura 7 – Cortes histológicos de osteodermos localizados próximo à borda posterior de *Glyptotherium* sp. (A) Feixes de fibras alinhados obliquamente na camada compacta profunda do osteodermos 2328-V (setas azuis); (B) área de reabsorção na região central do osteodermo 2328-V (seta azul); (C) feixes de fibras alinhados obliquamente no osteodermo 2328-V (setas azuis); (D) feixes de fibras alinhados obliquamente na camada compacta superficial do osteodermo 2585-V (setas azuis); (E) área de reabsorção na região central do osteodermo 2585-V (seta azul); (E) feixes de fibras na camada compacta superficial do osteodermo 2585-V (setas azuis).

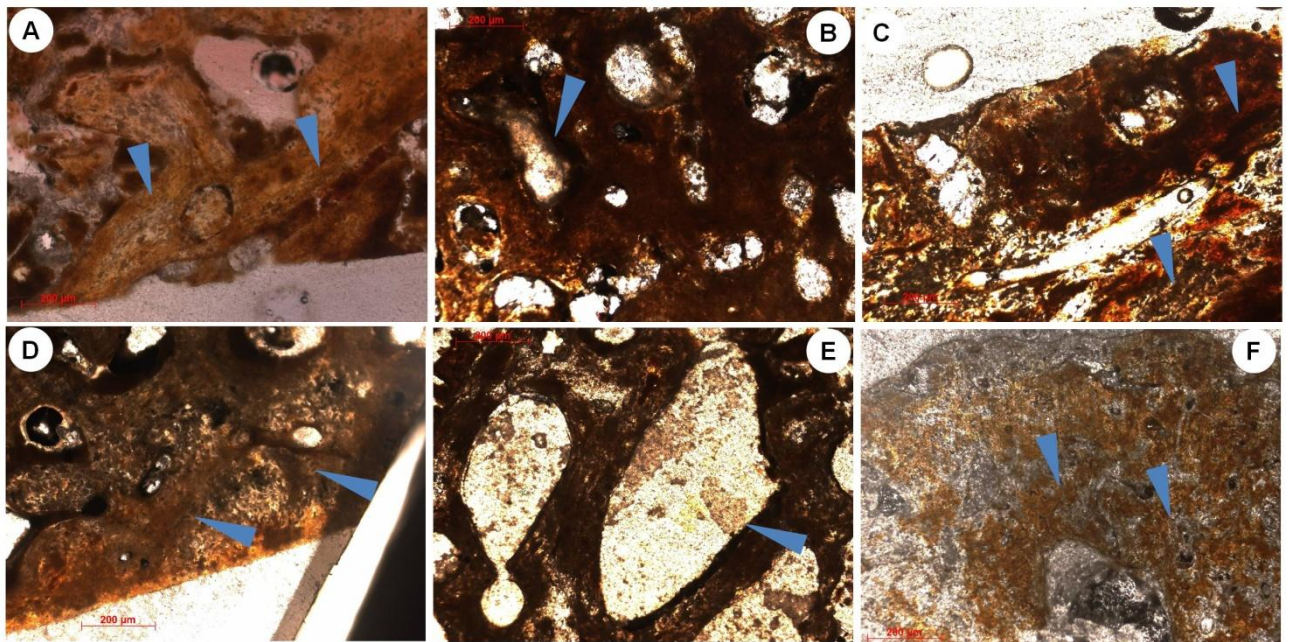


Figura 8 – Osteodermos da região dorsal e da borda posterior da carapaça de *Panochthus* sp. Osteodermo A1 em vista frontal (A) e em vista ventral (B); Osteodermo 1616-V em vista frontal (C) e (D) em vista ventral. Escalas = 4 cm.

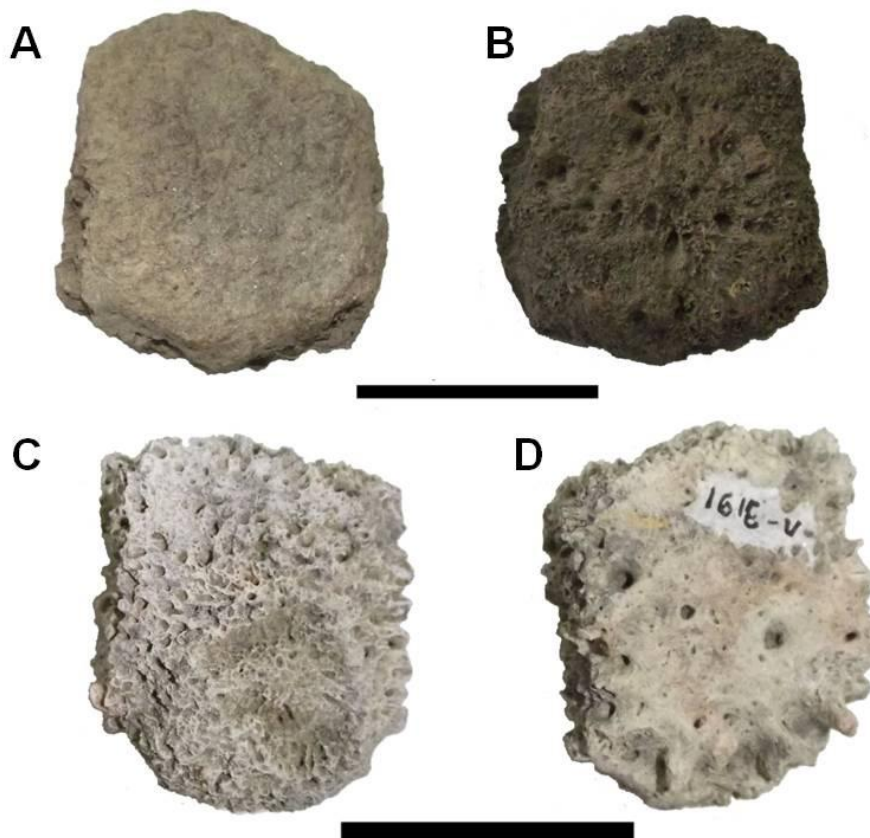


Figura 9 – Cortes histológicos de osteodermos da região dorsal e da borda posterior da carapaça de *Panochthus* sp. (A) feixes de fibras com alinhamento oblíquo na camada compacta profunda do osteodermo A1 (setas azuis); (B) Áreas de reabsorção na região central do osteodermo A1 (setas azuis); (C) feixes de fibras com alinhamento oblíquo na camada compacta superficial do osteodermo A1 (setas azuis); (D) Feixes de fibras com alinhamentos sem direção preferencial na camada compacta profunda do osteodermo 1616-V (setas azuis); (E) áreas de reabsorção na região central do osteodermo 1616-V (setas azuis); (F) feixes de fibras sem alinhamento preferencial na camada compacta superficial do osteodermo 1616-V (setas azuis).

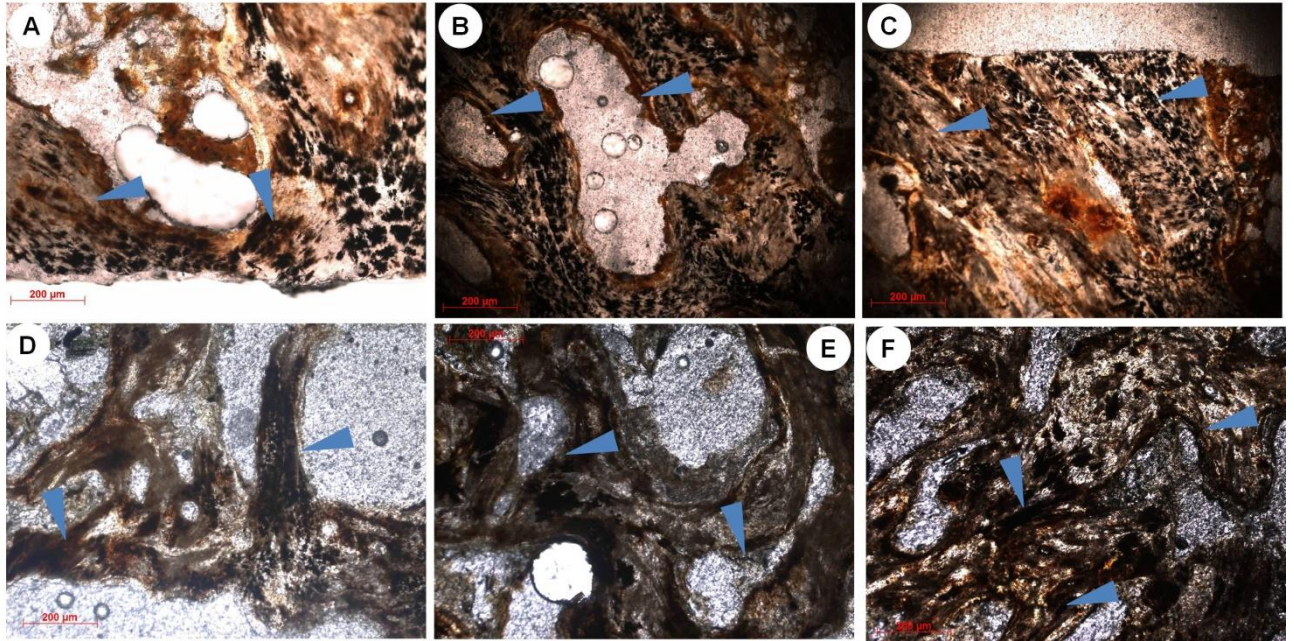


Figura 10 – Osteodermos da região lateral de *Panochthus* sp. Osteodermo A3 em vista frontal (A) e em vista ventral (B); Osteodermo A4 em vista frontal (C) e em vista ventral (D); Osteodermo A5 em vista frontal (E) e em vista ventral (F); Osteodermo A6 em vista dorsal (G) e em vista ventral (H). Escalas = 3 cm.

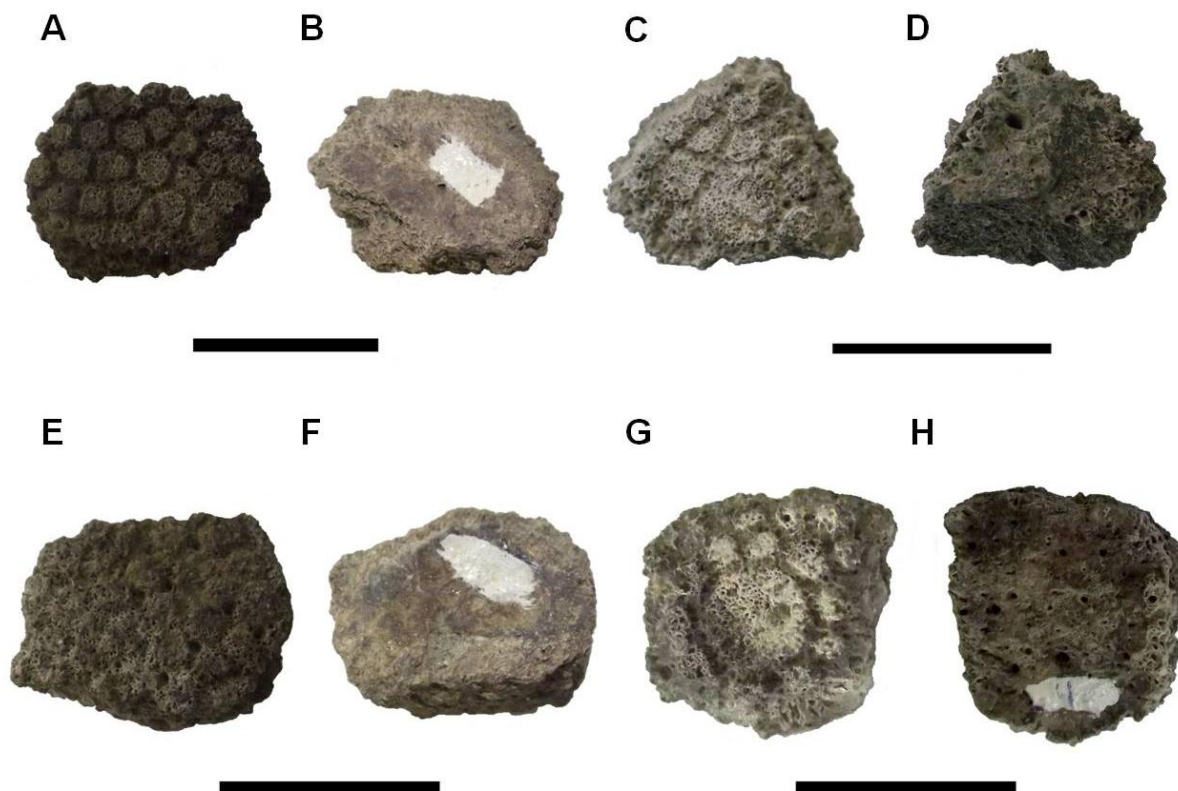


Figura 11 – Cortes histológicos de osteodermos da região lateral de *Panochthus* sp. (A) Ósteon secundário na camada compacta profunda do osteodermo A3 (seta azul); (B) feixes de fibras alinhados paralelamente na camada compacta profunda do osteodermo A5 (setas azuis); (C) Áreas de reabsorção na região central do osteodermo A4 (setas azuis); (D) Ósteons primários na região central do osteodermo A5 (setas azuis); (E) Ósteons primários na camada compacta superficial do osteodermo A6 (setas azuis); (F) feixes de fibras com alinhamentos paralelos na camada compacta superficial do osteodermo A5 (setas azuis).

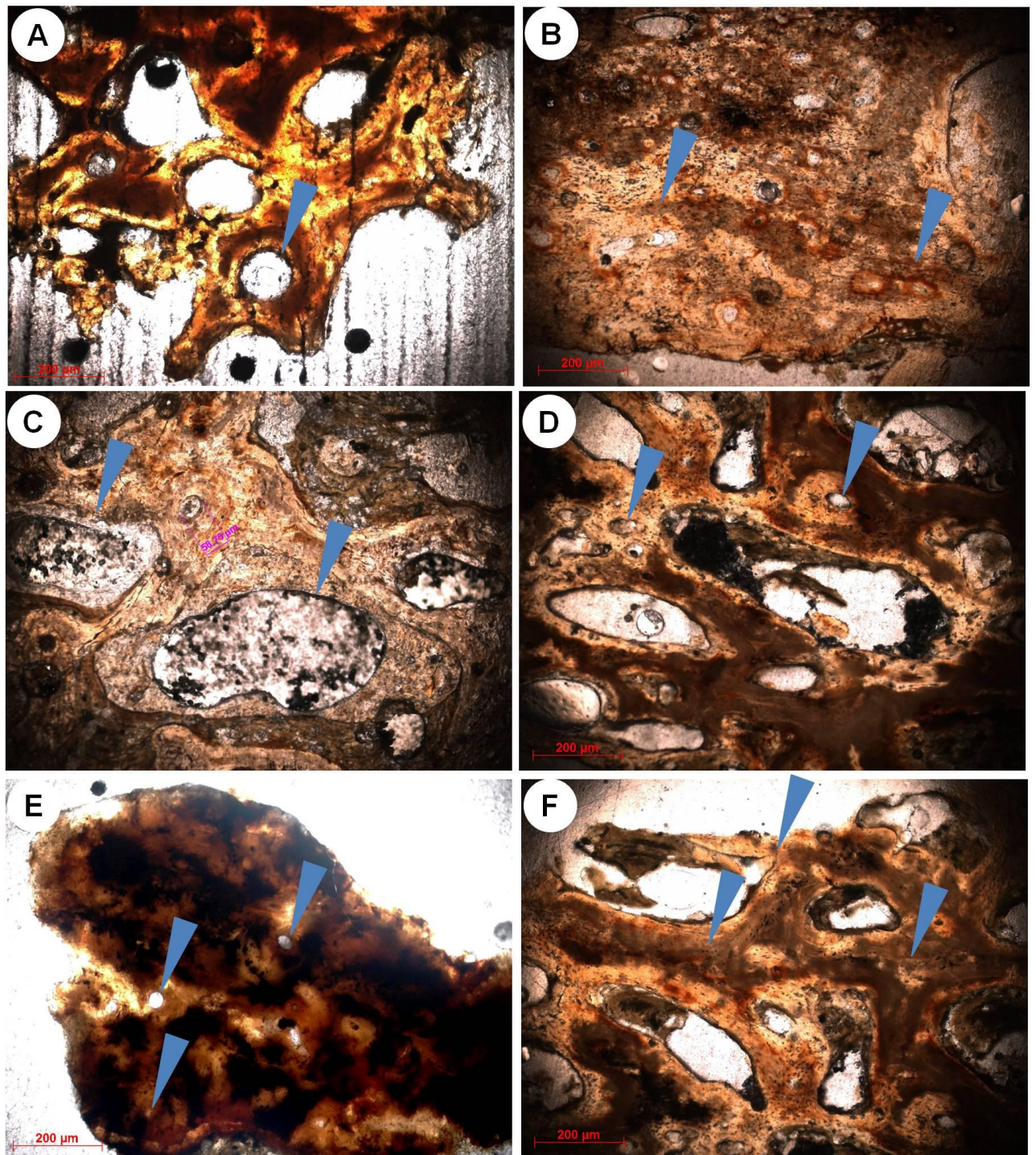




Figura 12 – Osteodermos alterados de *Panochthus* sp. Osteodermo A7 em vista frontal (A) e em vista ventral (B); Osteodermo A8 em vista frontal (C) e em vista ventral (D); Osteodermo A9 em vista frontal (E) e em vista ventral (F); Osteodermo A10 em vista frontal (G) e em vista ventral (H). Escalas = 3 cm.

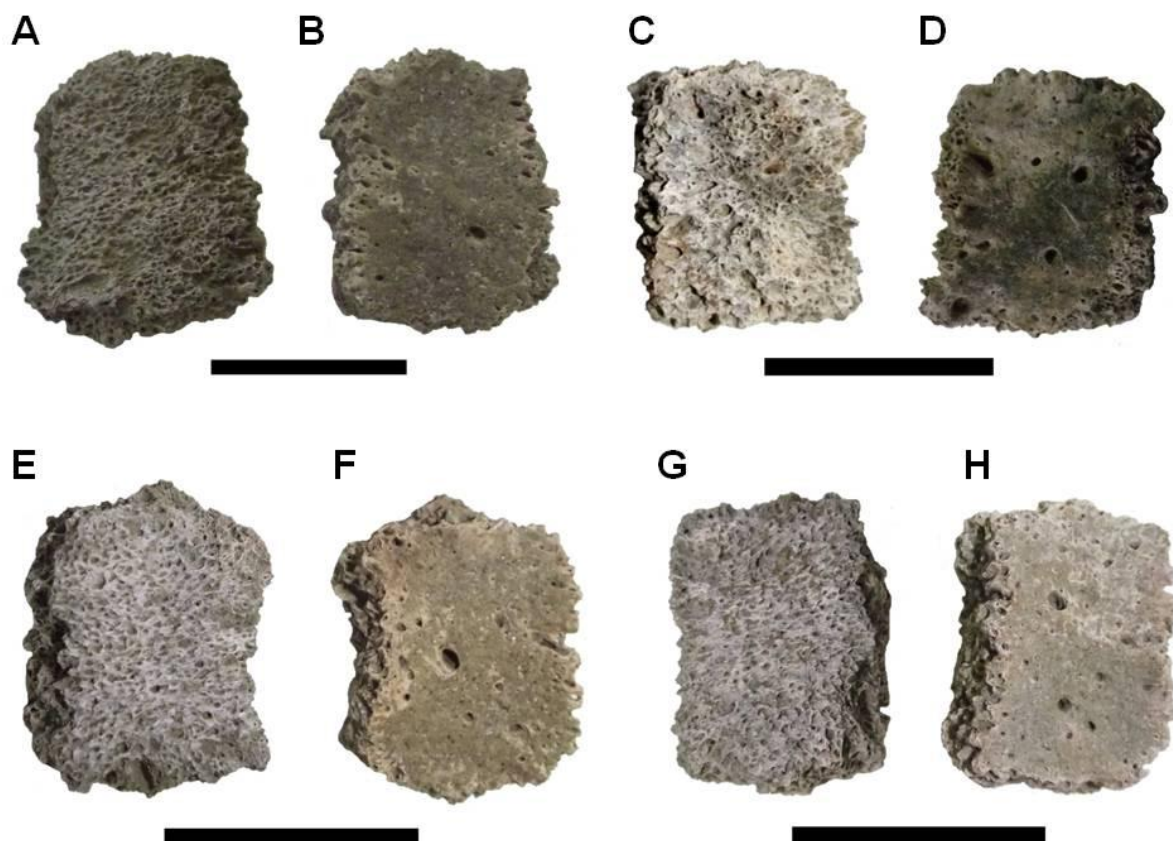
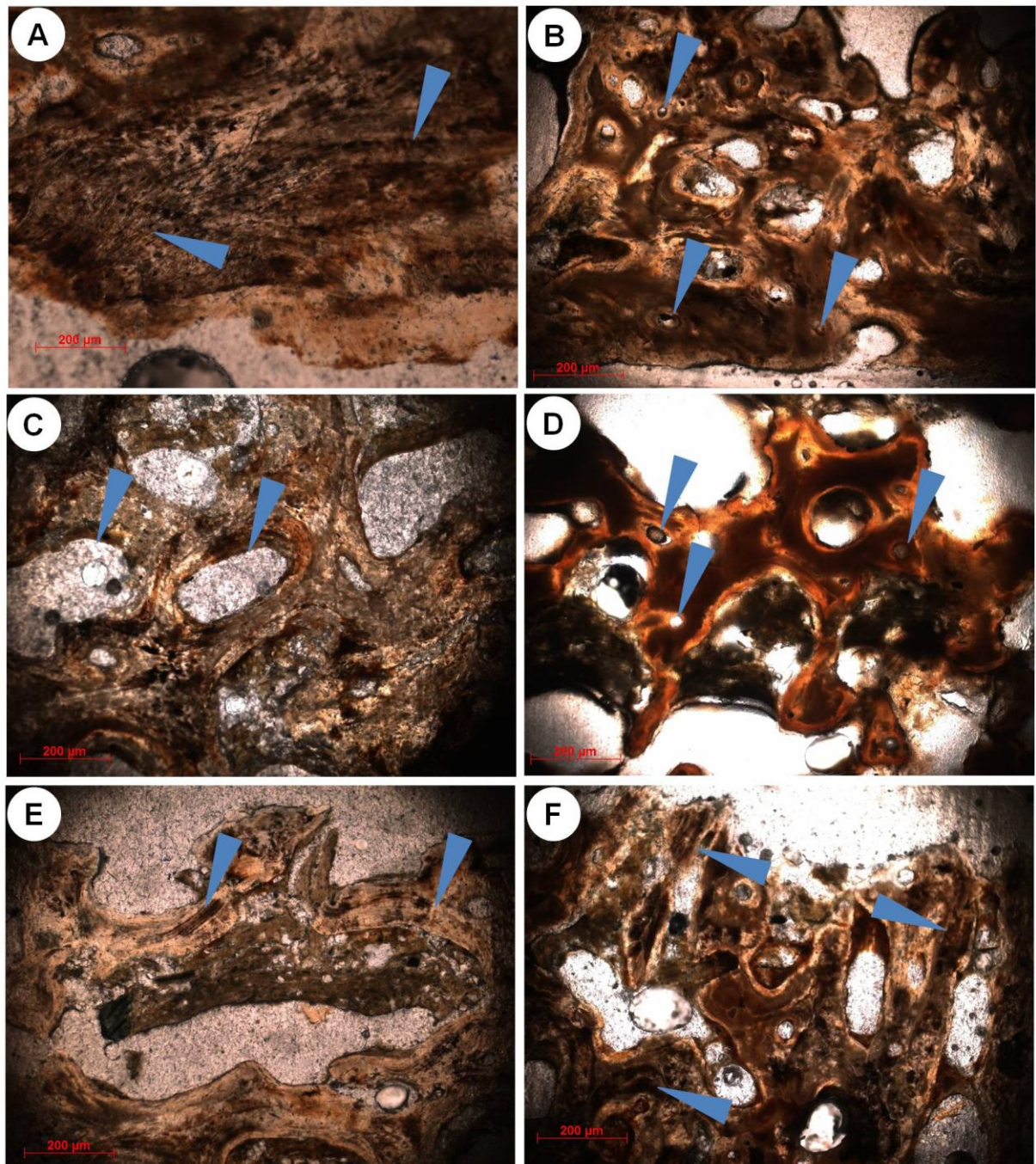


Figura 13 – Cortes histológicos em osteodermos alterados de *Panochthus* sp. (A) Feixes de fibras sem alinhamento preferencial na camada compacta profunda do osteodermo A7 (setas azuis); (B) Ósteons primários na camada compacta profunda do osteodermo A9 (setas azuis); (C) Áreas de reabsorção na região central do osteodermo A8 (setas azuis); (D) Óstons primários na região central do osteodermo A10 (setas azuis); (E) feixes de fibras com alinhamento paralelo em uma parte da camada de osso compacto superficial do osteodermo A9 (setas azuis); (F) feixes de fibras sem alinhamento preferencial na camada compacta superficial do osteodermo A10 (setas azuis).



**ARTIGO 2**

**OSTEODERMOS DE GLIPTODONTES COMO FONTE DE  
INFORMAÇÕES FOSSILDIAGENÉTICAS, PALEOECOLÓGICAS  
E PALEOAMBIENTAIS.**

**(A SER TRADUZIDO PARA O INGLÊS E SUBMETIDO À REVISTA  
PALEOECOLOGY PALEOCLIMATOLOGY PALEOGEOGRAPHY – QUALIS  
CAPES – CIÊNCIAS AMBIENTAIS A1)**

## **Osteodermos de gliptodontes como fonte de informações fossildiagnéticas, paleoecológicas e paleoambientais.**

Shaline Elaide de **Araújo**<sup>1</sup>

Kleberon de Oliveira **Porpino**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: shalinear@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

Email: kleporpino@yahoo.com.br

RESUMO – A região intertropical brasileira (RIB) é formada por todos os estados do nordeste, com exceção do Maranhão, incluindo também parte dos estados do Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Muitos achados da megafauna são registrados nos depósitosossilíferos presentes nessa região que são: tanques, cavernas e ravinas. Dentre os registros mais comuns nesses depósitos estão osteodermos de gliptodontes os quais ainda são pouco estudados em estudos tafonômicos, paleoecológicos e paleoambientais. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar feições fossildiagnéticas e informações paleoecológicas e paleoambientais em osteodermos de dois gêneros de gliptodontes comuns nos depósitos da RIB: *Glyptotherium* sp. provenientes de um depósito cárstico (Lajedo da Escada) e *Panochthus* sp. proveniente de um tanque natural (Lagoa do Santo). De acordo com os resultados obtidos nas análises histológicas e de composição mineral, constatou-se que esses osteodermos apresentavam-se bem preservados, sem sinais de substituição e com indícios fracos e moderados de permineralização, sendo essa permineralização por

óxido de ferro em osteodermos de *Glyptotherium* sp. e por minerais escuros ou por clorita em osteodermos de *Panochthus* sp. De acordo com a análise de isótopos de carbono e oxigênio foi possível inferir que *Panochthus* sp. era um animal pastador (alimentava-se exclusivamente de plantas C4), vivendo em áreas abertas e mais áridas corroborando com trabalhos prévios sobre os depósitos do tipo tanque, e *Glyptotherium* sp. era um animal que possuía dieta mista (alimentava-se de plantas C3 e C4), porém com um maior consumo de plantas C3.

**Palavras-chaves:** gliptodontes, fossildiagênese, isótopos, paleoecologia, paleambiente.

## 1. INTRODUÇÃO

A região intertropical brasileira (RIB) é formada por todos os estados do nordeste, com exceção do Maranhão, incluindo também parte dos estados do Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Cartelle, 1999; Dantas *et al.*, 2013). Muitos achados da megafauna são registrados nos depósitos fossilíferos presentes nessa região que são: tanques, cavernas e ravinas (Cartelle, 1999; Porpino e Bergqvist, 2002). Estudos revelam que, de uma maneira geral, de acordo com datações de alguns depósitos e da semelhança no conteúdo faunístico esses fósseis pertenceriam ao intervalo Pleistoceno final – Holoceno inicial (Oliveira *et al.*, 2009; Dantas *et al.*, 2011; Dantas *et al.*, 2012; Ribeiro *et al.*, 2013).

Os tanques são considerados depósitos naturais comuns no nordeste brasileiro que se formam a partir do desgaste natural de rochas do embasamento cristalino criando uma depressão que posteriormente é preenchida por clastos e bioclastos. Nesse tipo de depósito são encontrados restos de anuros, aves e mamíferos (principalmente megafauna) sendo assim considerado o depósito que mais oferece registros de

vertebrados e informações paleoecológicas e paleoambientais do quaternário do Brasil (Araújo-Júnior et al., 2016). Os ossos de megamamíferos constituem boa parte dos achados nesse tipo de depósito, pois apresentam maior resistência aos processos tafonômicos. As assembleias fossilíferas encontradas nos tanques poderiam ser decorrentes de acumulações ósseas de animais que morreram dentro do tanque e que foram preservadas dentro dele (*in situ-preserved assemblage* sensu Araújo-Júnior, 2016), de acumulações ósseas de animais que morreram nas proximidades do tanque e que foram transportados e preservados no interior deles (*peripheral assemblage*) ou de acumulações ósseas de animais que morreram longe dos tanques e que foram preservados dentro deles (*ex situ-preserved assemblage*) (Araújo-Júnior et al., 2013; Araújo-Júnior e Moura, 2014; Araújo-Júnior, 2016).

Também presentes na RIB, os depósitos do tipo ravina são formados a partir de processos carsticos em afloramentos de rochas carbonáticas que podem guardar fósseis em suas cavernas. Os registros mais comuns nesse tipo de depósito são de canídeos, ursídeos, felinos, cingulata, megaterídeos, liptotermos, toxodontes e equinos (Oliveira et al., 1984; Porpino e Bergqvist, 2002). De acordo com Araújo-Júnior et al., (2011) e Araújo-Júnior et al (2013) os ambientes de caverna ou ravinhas apresentam condições que possibilitam uma melhor preservação dos fósseis como também apresentam uma maior diversidade de mamíferos de pequeno e médio porte quando comparados aos tanques.

Dentre os registros mais comuns nesses tipos de depósitos fossilíferos (tanques e ravinhas) estão os achados do grupo Cingulata, que é uma ordem de mamíferos placentários que possuem o dorso do seu corpo, dorso da região cefálica e cauda recobertos por pequenos ossículos dérmicos chamados de osteodermos (Paula-Couto,

1980). O fato desses animais possuírem centenas desses osteodermos possivelmente possibilitou sua extensa preservação nos depósitos fossilíferos (Gaudin e Wible, 2006).

Sistematicamente os cingulados foram agrupados em três grupos principais: Dasypodidae, considerado um grupo não monofilético e representado pelos tatus atuais e fósseis (Gaudin e Wible, 2006; Porpino et al., 2009), Pamphathiidae e Glyptodontidae (McKenna e Bell, 1997). Embora sejam muito estudados do ponto de vista taxonômico e sistemático, existem poucos trabalhos que utilizem esse táxon para estudos tafonômicos uma vez que os osteodermos, elementos mais encontrados, são considerados elementos muito representados no conjunto da amostra e que podem inserir um viés analítico em análises tafonômicas (Araújo-Júnior et al., 2013).

De uma forma geral trabalhos explorando a paleoecologia e inferindo paleoambientes utilizando gliptodontes ainda são relativamente escassos (Vizcaíno et al., 2010; Pérez-Crespo et al., 2011) apesar do seu amplo registro nos depósitos fossilíferos do pleistoceno (Fariña et al., 2013). Os trabalhos que abordam aspectos paleoecológicos e paleoambientais de espécies que habitaram a RIB utilizam análise isotópica de espécies de megamamíferos como: *Notiomastodon platensis*, *Eremotherium laurillardii* e *Stegmastodon waringi* (Sánchez et al 2004; Dantas et al 2013; França et al 2014).

Dessa forma, diante da ausência de estudos tafonômicos, paleoecológicos e paleoambientais com gliptodontes e, também, diante do amplo registro de osteodermos desses animais na RIB, objetivou-se nesse trabalho: a) identificar feições fossildiagnósticas (geradas pelo processo de fossilização) presentes na microestrutura de osteodermos de gliptodontes e b) caracterizar a paleoecologia e o paleoambiente

onde esses animais habitaram a partir de análises mineralógicas, de composição química e isotópicas de osteodermos.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Os fósseis estudados são provenientes de dois depósitos fossilíferos do Rio Grande do Norte, Brasil: um depósito de caverna no Lajedo da Escada, localizado em Baraúna, onde foram coletados os fósseis de *Glyptotherium* sp.; e um depósito de tanque na localidade de Lagoa do Santo, em Currais Novos, onde foram coletados os fósseis de *Panochthus* sp.

O Lajedo da Escada (5° 14' 31'' S, 37° 44' 20'' W) encontra-se no município de Baraúna, Rio Grande do Norte, está inserido na Formação Jandaíra, e ocupa uma área de aproximadamente 5 Km<sup>2</sup> (figura 1). Os dois afloramentos que compõem esse lajedado possuem formato de pavimentos cársticos separados por uma distância de aproximadamente 200 metros. Nesses dois lajedados existem cinco cavernas que foram estudadas durante a década de 60 e de onde foram retirados fósseis de répteis, roedores, felinos, probocídeos e de cingulata (Oliveira et al, 1984). Segundo Araújo-Júnior (2011), nesse depósito ocorrem predominantemente mamíferos de pequeno e médio porte e alguns registros de representantes da megafauna.

O depósito conhecido como Lagoa do Santo (06° 15' 39" S e 36° 31' 04" W) está situado 15 km a noroeste no município de Currais Novos (figura 1). Trata-se de um tanque natural elíptico que se formou em um embasamento cristalino constituído de granitos e gnaisses. Esse tanque possui paredes constituídas do embasamento cristalino e está preenchido por um solo de cor escura, rico em matéria orgânica, blocos, seixos, areias de texturas variadas e argila. Nessa localidade foi encontrado uma carapaça parcial de *Panochthus* em associação com osteodermos isolados (Oliveira et al., 1984),



entre os quais aqueles aqui estudados pertencentes a este gênero. Para Araújo-Júnior (2011) esse depósito apresenta composição faunística semelhante aos de outros tanques também presentes na RIB uma vez que possuem maior registro de fósseis da megafauna do que os demais depósitos presentes nessa região.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Análises histológicas, mineralógicas e isotópicas foram realizadas em osteodermos pertencentes a dois gêneros gliptodontes que são comuns nos depósitos fossilíferos da RIB. Desse material, nove osteodermos pertencem ao gênero *Glyptotherium* (subfamília Glyptodontinae) e 10 pertencem ao gênero *Panochthus* (subfamília Panochthinae).

Lâminas petrográficas foram confeccionadas no Laboratório Geológico de Processamento de Amostras do Departamento de Geologia na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) para avaliar o grau de preservação da estrutura óssea. O procedimento consistiu em seccionar cada osteodermo sagitalmente com uma serra diamantada e inserir a região que foi cortada em resina de poliéster (Araldite) com endurecedor (HY951) em proporção 10:1 mL. Após secar em estufa durante 24 horas o bloco foi seccionado novamente para reduzir seu tamanho. Por fim, a amostra foi colada em lâmina de vidro e desgastada em carbureto com diferentes granulometrias (320 e 600) até atingir a espessura ideal. A visualização dessas lâminas ocorreu com auxílio de microscópio Petrográfico Zeiss Axio Imager A2 no Laboratório de Paleontologia da UERJ.

As análises mineralógicas consistiram na realização dos métodos de difratometria (DRX) e de fluorescência (FRX) que identificam, respectivamente, os minerais constituintes e a composição química das amostras analisadas. A análise

ocorreu no Laboratório de Análises Ópticas e Magnéticas (LAMOp) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). A avaliação da composição mineralógica e da composição de elementos em fósseis é importante porque fornece informações que são utilizadas para entender o nível de alteração fossildiagnética pelos quais passaram os fósseis (Tomassini et al., 2014). Seis osteodermos de cada gênero foram utilizados nessa análise devido ao pouco número de amostras que ficaram após a confecção das lâminas paleohistológicas.

A análise isotópica foi realizada no laboratório de Estratigrafia Química e Geoquímica Orgânica na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Para essa análise cerca de 1mg de cada osteoderma foi retirado e triturado e posteriormente foram analisados em espectrômetro de massa Delta V Plus Isotope Ratio MS.

#### **4. ASPECTOS FOSSILDIAGNÉTICOS**

A microestrutura dos osteodermos observados nas lâminas está bem preservada tanto nos osteodermos de *Glyptotherium* sp. (Figuras 2a, b e c) como nos osteodermos de *Panochthus* sp. (Figura 3a, b e c), apresentando fracos indícios de ALTERAÇÕES fossildiagnéticas, em especial de permineralização que são consideradas fracas ou moderadas. Ao realizar a observação das lâminas paleohistológicas nota-se que ocorre a presença de minerais de cor avermelhada (óxido de ferro) ou opaca preenchendo os poros do osso, especialmente, na região trabecular devido à natureza porosa dessa região. A permineralização por óxido de ferro (cor avermelhada) é mais comum nos osteodermos de *Glyptotherium* sp. (figuras 2d, e e f e figura 4 a e b). Por outro lado, os osteodermos de *Panochthus* sp. apresentam pouco preenchimento por óxido de ferro de cor avermelhada, sendo mais comum minerais de cor esverdeada (clorita) (figura 3d, e

e f), ou minerais de cor mais escura, possivelmente, também ligados ao ferro (figura 4c e d).

As análises de DRX e FRX também atestam a estabilidade química original do material e a boa preservação do material ósseo. Os difratogramas obtidos mostram que as principais fases encontradas em todos os osteoderms avaliados são do mineral hidroxiapatita que é um dos principais constituintes da matriz óssea [ $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(2\text{OH})$ ] (FRANCILLON-VIEILLOT *et al.*, (1990); LYMAN, 1994) (figura 5 e 6). Os resultados obtidos na análise de FRX mostram que as composições químicas são muito similares para os osteoderms de tanque e de caverna, sendo que as maiores porcentagens correspondem aos elementos cálcio e fósforo que são os principais constituintes da hidroxiapatita. Em média os osteoderms de *Glyptotherium* sp. apresentaram 53% de cálcio, 30% de fósforo, 4% de ferro, 5% de alumínio, 7 % de silício e 1% de potássio (figura 7); já os osteoderms de *Panochthus* sp. apresentaram 48% de cálcio, 32% de fósforo, 5% de ferro, 4% de alumínio, 10% de silício e 1% de potássio (figura 8). Nesse último caso, um pequeno aumento na porcentagem de cálcio em relação aos osteoderms de *Panochthus* sp. pode ser explicado por uma possível impregnação sutil de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) proveniente do ambiente cárstico no qual estava depositado.

Tomassini *et al.* (2015) ao realizarem análises de difratometria e de EDX também constataram altas porcentagens de cálcio e fósforo em costelas de *Toxodon platensis* na província de Corrientes, Argentina. No entanto, ao avaliar as concentrações dos minerais eles notaram que apenas os exemplares de coloração mais escura apresentavam hidroxiapatita como principal constituinte, sendo que os demais haviam sido substituídos por outros minerais. Em decorrência da ausência de fases com altas

incidências de outros minerais, descarta-se aqui a possibilidade de que os espécimes avaliados tenham passado por eventos de substituição.

Com relação aos demais elementos encontrados nas amostras, infere-se que os mesmos sejam provenientes do sedimento que ocupa os depósitos nos quais foram encontrados os fósseis (tanque e caverna). Ao realizarem análise de composição de elementos, Tomassini *et al.* (2015) afirmam que os sedimentos de onde os fósseis foram retirados não apresentam o elemento fósforo (que seria oriundo da matriz óssea), sendo os demais como Ca, C, O, Na, Mg, Al, Si e K encontrados nesses sedimentos. Nossos resultados mostram que elementos como Ca, Si, Al, Fe e K foram também identificados nas amostras, e são provenientes da dissolução de minerais presentes nos sedimentos adjacentes que preencheram os poros da estrutura óssea, com exceção do Ca, que pode ser proveniente tanto do sedimento como do próprio osso.

Para os depósitos do tipo tanque, Araújo-Júnior *et al.* (2014) e Santos *et al.* (2002) afirmam que a permineralização é o processo fossildiagenético que predomina sobre os demais, sendo que os principais minerais a preencherem os poros dos ossos são, na maioria das vezes, minerais opacos ligados ao óxido de ferro, como os que foram observados nas lâminas referentes aos osteodermo de *Panochthus* sp. (figura 4c) e constatados na análise de FRX. Outro mineral que também foi observado preenchendo os poros foi a clorita que provavelmente deriva da dissolução das paredes de embasamento cristalino (granito ou gneiss) que compõe as paredes do tanque.

Segundo alguns autores (Tomassini *et al.*, 2014; Luque *et al.*, 2009), a permineralização ocorre em duas situações principais: a) quando os restos ainda não foram totalmente soterrados, levando ao preenchimento das cavidades dos ossos por minerais dissolvidos durante inundações; b) quando os restos foram totalmente

soterrados e ficaram sujeitos a percolação de fluídos ricos em Mg e Fe, que vão preencher pequenas cavidades, como canais vasculares e lacunas presentes na estrutura óssea. Ainda segundo Tomassini *et al.* (2014), durante os períodos de inundação Mg e Fe permanecem em suas formas móveis e solúveis, enquanto que durante períodos de seca esses elementos se precipitariam como óxidos.

Como citado acima, os eventos de permineralização por óxidos são típicos de eventos de inundações seguidos de aridez. Condições desse tipo foram inferidas para os depósitos do tipo tanque que ocorrem no Pleistoceno final – Holoceno inicial da RIB (ARAÚJO-JÚNIOR & MOURA, 2014), onde as concentrações fossilíferas podem ser tanto autóctones (como anfíbios anuros) como parautóctones (mamíferos e reptéis); estas últimas estariam presentes nas proximidades dos tanques e parte delas seria levada para o interior dos mesmos através de inundações. A partir dessa fase tem-se início o processo de fossildiagênese, em especial a permineralização por minerais que estão presentes nos sedimentos ou nas paredes de embasamento cristalino do tanque, como é o caso da clorita que também é associada a ambientes úmidos seguidos de aridez (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013; ARAÚJO-JÚNIOR & MOURA, 2014; TOMASSINI *et al.*, 2014).

## **5. PALEOECOLOGIA E PALEOAMBIENTE COM BASE NOS ISÓTOPOS**

Diante da inalteração do material ósseo dos fósseis aqui avaliados durante os processos de fossilização e diagênese é possível obter informações a cerca da dieta e do ambiente no qual esse organismo viveu (Trueman, 2007).

Em média o valor de  $\delta^{13}\text{C}$  encontrado para os osteodermos de *Panochthus* sp. é de - 0,910 (variando de - 1646 a 0,466, ver tabela 1). Esse valor indica que provavelmente essa espécie tinha hábitos pastadores possuindo uma dieta exclusiva de plantas C4 (MacFadden *et al.*, 1999; MacFadden, 2005; Dantas *et al.*, 2013).

Corroborando com essa hipótese, o valor médio de  $\delta^{18}\text{O}$  obtido para esse gênero apresentou valor de 3,361 (variando de 2,671 a 3,875, ver tabela 1) que indica ambientes abertos e mais quentes propícios ao desenvolvimento de plantas C4 (Macfadden et al., 1999; Bocherens e Drucker, 2013).

Os resultados aqui obtidos para os  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  corroboram com os estudos de Vizcaíno *et al.* (2010) que avaliaram, hábitos alimentares de gliptodontes com base em aspectos ecomorfológicos utilizando características do aparelho mastigatório. Esses autores chegaram à conclusão de que grandes gliptodontes pleistocênicos como *Panochthus* e *Doedicurus* eram pastadores em ambientes abertos. Além disso, os aspectos fossildiagnéticos presentes em ambientes fossilíferos do tipo tanque já estudados mostram que a RIB teria um clima árido ou semiárido, com marcada estacionalidade (Araújo-Júnior *et al.* 2013; Araújo-Júnior e Moura, 2014).

Para os osteodermos de *Glyptotherium* sp. obteve-se a média de  $\delta^{13}\text{C}$  de  $-7,529$  (variando de  $-5,545$  a  $-8,867$ , ver tabela 1), o que indica um animal de possível dieta mista com um maior consumo de plantas C3 (MacFadden et al., 1999; MacFadden, 2005; Dantas et al., 2013). A média dos valores de  $\delta^{18}\text{O}$  é de  $-0,784$  (variando de  $0,517$  a  $-1,821$ , ver tabela 1), indicando um ambiente relativamente mais úmido e frio (MacFadden et al., 1999).

Interessantemente, os resultados aqui obtidos corroboram com o cenário proposto por MacFadden (2005), que ao estudar a dieta e hábitos de toxodontes pleistocênicos e holocênicos da América Central e do Sul, constatou que os exemplares estudados por ele provenientes da Caverna Toca dos Ossos na Bahia também apresentam dados de  $\delta^{13}\text{C}$  que permitem inferir que esses animais possuíam uma dieta mista com maior consumo de plantas C3. Além disso, ele ainda afirma que nessa

localidade havia um clima mais frio e úmido que seria propício para o desenvolvimento de um ambiente de florestas com áreas de pastagem durante o pleistoceno tardio.

Por outro lado, os resultados aqui obtidos diferem dos valores obtidos para a análise de  $\delta^{13}\text{C}$  feita em dentes de *Glyptotherium* sp. proveniente de San Luis Potosí, México (Pérez-Crespo et al., 2011). Os autores afirmam que segundo os valores obtidos por eles *Glyptotherium* sp. possuía uma dieta mista com uma maior taxa de consumo de plantas C4 e possivelmente foram pastadores em ambientes mais abertos.

Sobre a diferença no hábito alimentar observada entre *Glyptotherium* do México e o *Glyptotherium* presente na RIB especula-se que seja: a) decorrente da comparação entre espécies diferentes, uma vez que não se conhece ainda qual espécie desse gênero habitou a RIB, b) devido a ausência de datações absolutas, portanto, pode-se estar comparando espécimes de intervalos temporais distintos que podem ter ocupado nichos diferentes, ou c) devido a plasticidade de ambientes como já foi observado em outros megamamíferos como *Eremotherium*, *Toxodon* e *Notomoterium*.

## 6. CONCLUSÕES

Os osteodermos aqui avaliados apresentaram boa preservação, sendo essa característica comprovada tanto pelas análises histológicas como pelas de composição mineralógica e de elementos (DRX e FRX). Dentre os processos fossildiagnéticos observados nesses osteodermos constata-se a ausência de substituição, sendo presente apenas em grau moderado a permineralização, que pode ocorrer por óxido de ferro, minerais opacos ligados ao ferro ou por clorita. Essa permineralização permite inferir que durante o pleistoceno final-Holoceno inicial o clima era árido ou semiárido, com eventuais inundações que causavam o percolamento da água com minerais e, conseqüentemente, o preenchimento dos poros dos ossos quando essa solução se

infiltrava no sedimento no qual estão soterrados os fósseis. A análise isotópica apresenta *Panochthus* sp. como um possível pastador (plantas C4) habitando ambientes abertos corroborando com trabalhos paleoecológicos prévios para os depósitos onde foram encontrados, e *Glyptotherium* sp. como um animal de dieta mista (com maior consumo de plantas C3) em um ambiente que era relativamente mais úmido corroborando com trabalhos prévios para outros grupos presentes nessa região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo-Júnior, H. I. A., de Oliveira Porpino, K., Ximenes, C. L., Bergqvist, L. P. 2011. Análise multivariada como ferramenta tafonômica no estudo das associações quaternárias de mamíferos do Nordeste do Brasil. *Gaea-Journal of Geoscience*, 7(2), 104-111.
- Araújo-Júnior, H. I. 2016. Classifying vertebrate assemblages preserved in Quaternary tank deposits: Implications for vertebrate taphonomy and paleoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 445, 147-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.12.025>
- Araújo-Júnior, H.I., Moura, G.J.B., 2014. Anuros (Amphibia, Anura) do Pleistoceno Final-Holoceno inicial de Itapipoca, Estado do Ceará, Brasil: Taxonomia, Paleoecologia e Tafonomia. *Rev. Bras. Paleontol.* 17, 373–388. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2014.3.08>.
- Araújo-Júnior, H.I., Porpino, K.O., Ximenes, C.L., Bergqvist, L.P., 2013. Unveiling the taphonomy of elusive natural tank deposits: a study case in the Pleistocene of north-
- Bocherens, H., Drucker, D.G. 2013. Terrestrial teeth and bones. In: Elias, S.A., Mock, C.J. (Eds) *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, pp. 304-314.
- Cartelle, C. 1999. Pleistocene Mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: J.F Eisenberg. & K.H. Redford (eds.) *Mammals of the Neotropics. The central Tropics.* 3, The University of Chicago Press, p. 27-46.
- Dantas, M. A. T., Xavier, M. C. T., de Melo França, L., Cozzuol, M. A., de Souza Ribeiro, A., Figueiredo, A. M. G., ... Baffa, O. 2013. A review of the time scale and potential geographic distribution of *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) in the late Pleistocene of South America. *Quaternary International*, 317, 73-79.



- Dantas, M. A. T., Xavier, M. C. T., de Melo França, L., Cozzuol, M. A., de Souza Ribeiro, A., Figueiredo, A. M. G., ... Baffa, O. 2013. A review of the time scale and potential geographic distribution of *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) in the late Pleistocene of South America. *Quaternary International*, 317, 73-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.06.031>
- Dantas, M.A.T., Dutra, R.P., Cherkinsky, A., Fortier, D.C., Kamino, K.H.Y., Cozzuol, M.A., Ribeiro, A.S., Vieira, F.S., 2012. Paleoecology and radiocarbon dating of the Pleistocene megafauna of the Brazilian Intertropical Region. *Quat. Res.* 79, 61–65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2012.09.006>
- Dantas, M.A.T., Porpino, K.O., Bauermann, S.G., Prata, A.P.N., Cozzuol, M.A., Kinoshita, A., Barbosa, J.H.O., Baffa, O., 2011. Megafauna do Pleistoceno Superior de Sergipe, Brasil: registros taxonômicos e cronológicos. *Revista Brasileira de Paleontologia* 14, 311–320.
- França, L., Dantas, M. A. T., Bocchiglieri, A., Cherkinsky, A., de Souza Ribeiro, A., Bocherens, H. 2014. Chronology and ancient feeding ecology of two upper Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region. *Quaternary Science Reviews*, 99, 78-83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.04.028>
- Francillon-Vieillot, H., De Buffrénil, V., Castanet, J., Géraudie, J., Meunier, F. J., Sire, J. Y., ... De Ricqlès, A. 1990. Microstructure and mineralization of vertebrate skeletal tissues. *Skeletal biomineralization: patterns, processes and evolutionary trends*, 175-234.
- Gaudin, T. J., McDonald, H. G. 2008. Morphology-based investigations of the phylogenetic relationships among extant and fossil xenarthrans. *The Biology of the Xenarthra*. University Press of Florida, Gainesville, 24-36.
- Luque, R., L. Alcalá, L., Mampel, L., Pesquero, M.D., Royo-Torres, R., Cobos, A., 2009. Mineralogical, elemental and chemical composition of dinosaur bones from Teruel (Spain). *Journal of taphonomy*, 7(2), 151-178.
- Lyman, R. L. 1994. *Vertebrate taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MacFadden, B. J. 2005. Diet and habitat of toxodont megaherbivores (Mammalia, Notoungulata) from the late Quaternary of South and Central America. *Quaternary Research*, 64(2), 113-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2005.05.003>
- Macfadden, B. J., Cerling, T. E., Harris, J. M., & Prado, J. 1999. Ancient latitudinal gradients of C3/C4 grasses interpreted from stable isotopes of New World Pleistocene horse (*Equus*) teeth. *Global Ecology and Biogeography*, 8(2), 137-149. **Doi:**10.1046/j.1466-822X.1999.00127.x
- McKenna, M. C., Bell, S. K. 1997. *Classification of mammals: above the species level*. Columbia University Press.

- Oliveira, E.V., Barreto, A.M.F., Alves, R.S., 2009. Aspectos sistemáticos, paleobiogeográficos e paleoclimáticos dos mamíferos quaternários de Fazenda Nova, PE, Nordeste do Brasil. *Gaea Journal of Geoscience* 5, 75–85.
- Pérez-Crespo, V. A., Arroyo-Cabrales, J., Alva-Valdivia, L. M., Morales-Puente, P., Cienfuegos-Alvarado, E. 2012. Diet and habitat definitions for Mexican glyptodonts from Cedral (San Luis Potosí, México) based on stable isotope analysis. *Geological Magazine*, 149(01), 153-157. <https://doi.org/10.1017/S0016756811000951>
- Porpino, K.O., Bergqvist, L.P. 2002. Novos achados de *Panochthus* (Mammalia, Cingulata, Glyptodontoidea) no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 4,51-62.
- Ribeiro, R.C., Kinoshita, A., Figueiredo, A.M.G., Carvalho, I.S., Baffa, O., 2013. Electron Spin Resonance dating of the late Quaternary megafauna fossils from Baixa Grande, Bahia, Brazil. *Quat. Int.* 305, 91–96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2012.07.017>
- Sánchez, B., Prado, J. L., Alberdi, M. T. 2004. Feeding ecology, dispersal, and extinction of South American Pleistocene gomphotheres (Gomphotheriidae, Proboscidea). *Paleobiology*, 30(1), 146-161. [http://dx.doi.org/10.1666/0094-8373\(2004\)030<0146:FEDAE0>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1666/0094-8373(2004)030<0146:FEDAE0>2.0.CO;2)
- Santos, M.F.C.F., Lima-Filho, F.P., Bergqvist, L.P., 2002b. Fósseis pleistocênicos da Ravina do Leon, Lajedo de Soledade, Apodi/RN. *Revista de Geologia* 15, 23–29.
- Tomassini, R. L., Miño-Boilini, Á. R., Zurita, A. E., Montalvo, C. I., Cesaretti, N. 2015. Modificaciones fosildiagnéticas en *Toxodon platensis* Owen, 1837 (Notoungulata, Toxodontidae) del Pleistoceno Tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 32(2), 283-292.
- Tomassini, R. L., Montalvo, C. I., Manera, T., Visconti, G. 2014. Mineralogy, Geochemistry and Paleohistology of Pliocene Mammals from the Monte Hermoso Formation (Argentina). *Paedotherium bonaerense* (Notoungulata, Hegetotheriidae) as a Case Study. *Ameghiniana*, 51(5), 385-395. <http://dx.doi.org/10.5710/AMGH.01.07.2014.2737>
- Vizcaíno, S. F., Cassini, G. H., Fernicola, J. C., Bargo, M. S. 2011. Evaluating habitats and feeding habits through ecomorphological features in glyptodonts (Mammalia, Xenarthra). *Ameghiniana*, 48(3), 305-319. doi: 10.5710/AMGH.v48i3(364)

Figura 1: Mapa com a localização dos depósitos fossilíferos de onde os fósseis foram retirados.



Figura 2 – Osteodermos de *Glyptotherium* sp. provenientes do Lajedo da Escada vistos em lupa. a) estruturas ósseas bem preservadas em osteodermo G1. b) estruturas ósseas bem preservadas no osteodermo 2328-V. c) estrutura óssea bem preservada no osteodermo 2593-V. d) fracos indícios de permineralização (setas brancas) no osteodermo 2601-V. e) fracos indícios de permineralização (setas brancas) no osteodermo 2096-V. f) fracos indícios de permineralização no osteodermo 2092-V.

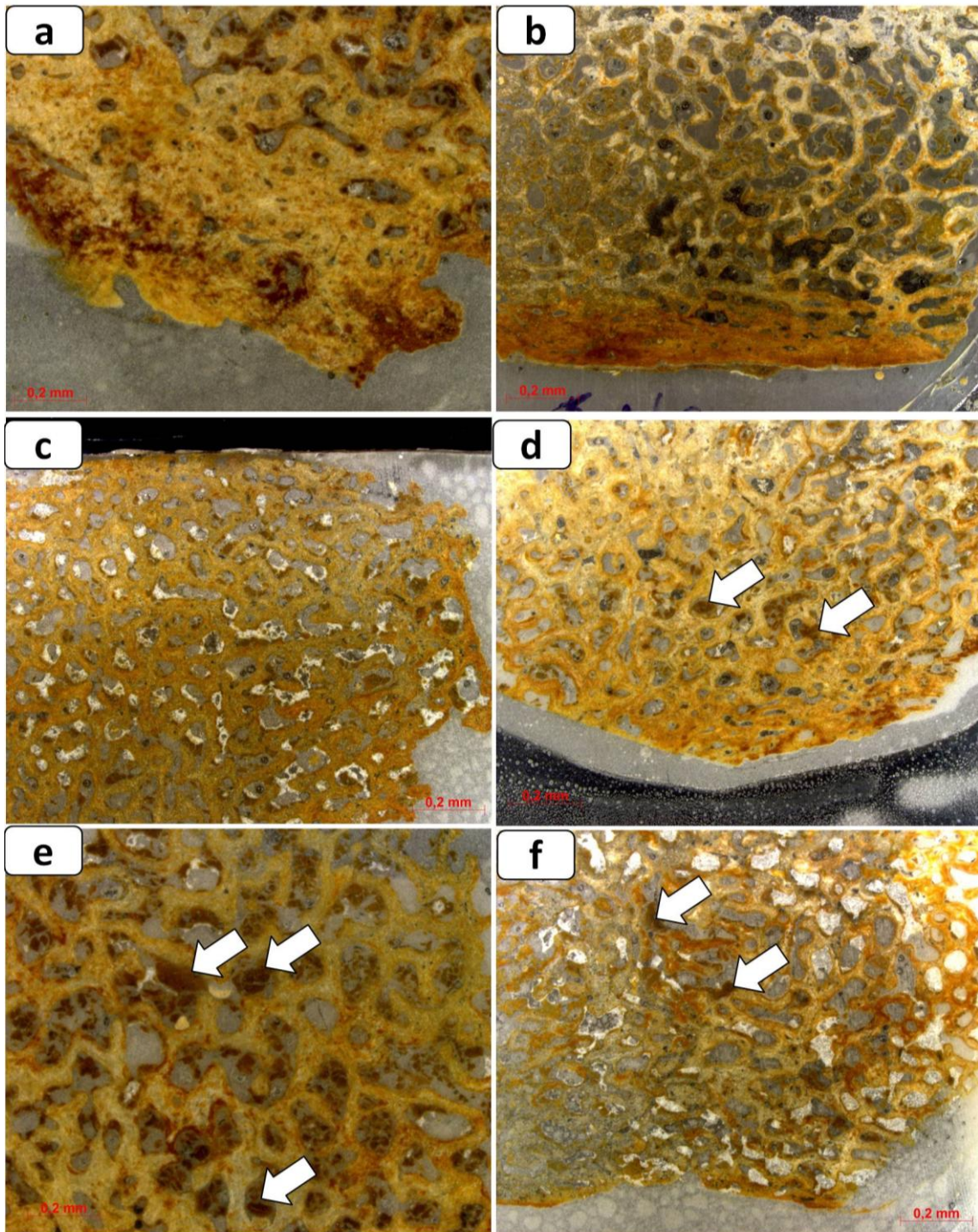


Figura 3 – Osteodermos de *Panochthus* sp. provenientes do tanque lagoa do Santo vistos em lupa. a) microestrutura óssea bem preservada no osteodermo A1. B) microestrutura bem preservada no osteodermo A1. c) microestrutura bem preservada no osteodermo A4. d) fracos indícios de permineralização por clorita (setas brancas) no osteodermo 1616-V. e) fracos indícios de permineralização por clorita (setas brancas) no osteodermo A5. f) indícios moderados de permineralização por clorita (setas brancas) no osteodermo A7.

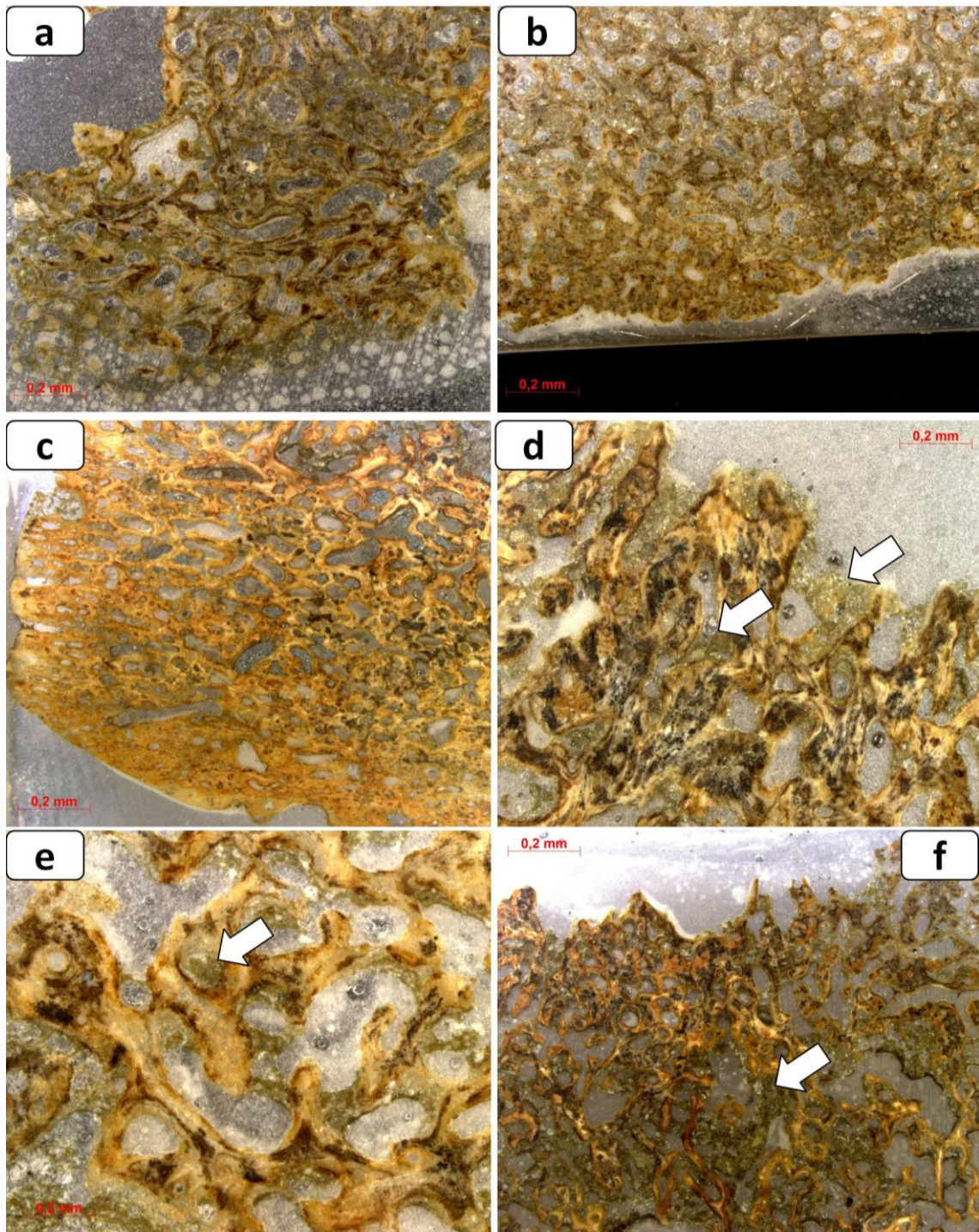


Figura 4 – Osteoderms vistos em microscópio petrográfico. a) detalhe da permineralização por óxido de ferro (setas brancas) nos poros do osteodermo de *Glyptotherium* sp. G1. b) detalhe da permineralização por óxido de ferro (setas brancas) nos poros do osteodermo de *Glyptotherium* sp. 2601-V. c) detalhe da permineralização por minerais escuros nos poros do osteodermo de *Panochthus* sp. A5. d) detalhe da permineralização por clorita nos poros do osteodermo de *Panochthus* sp. A4.

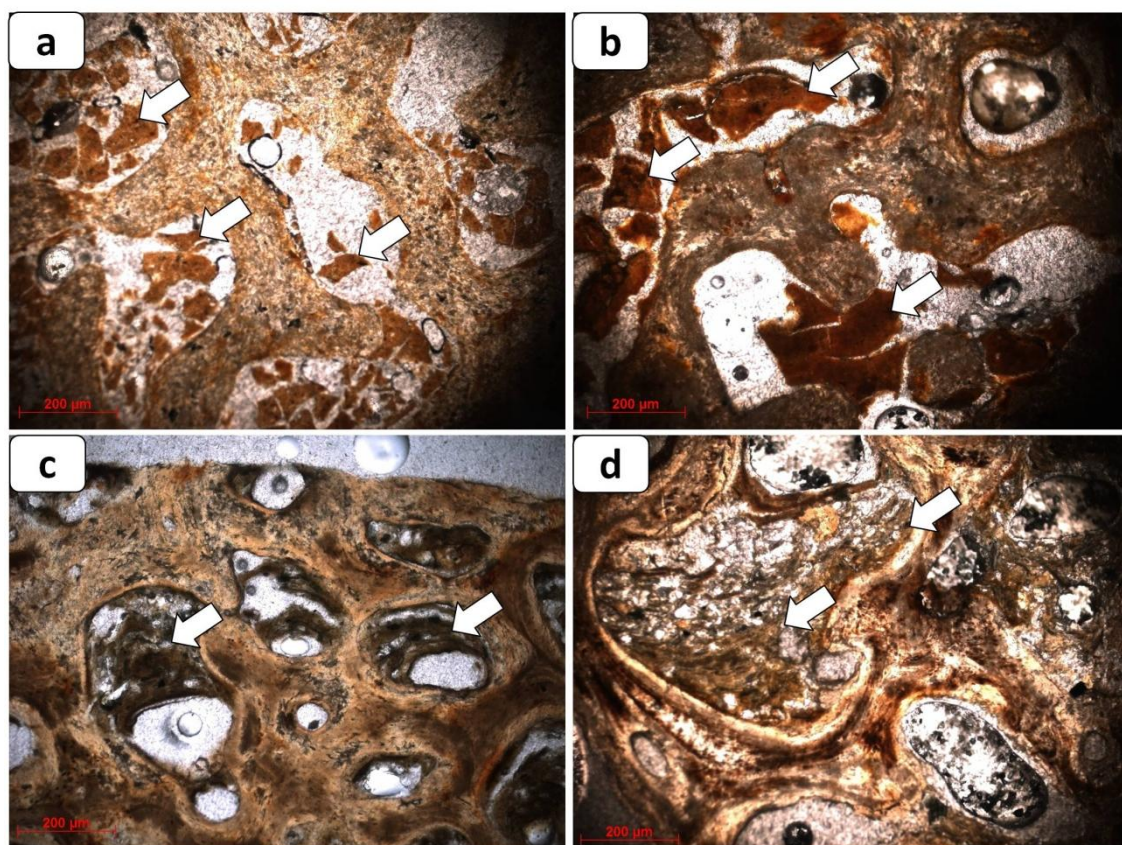


Figura 5 – Resultado da análise de Difratoimetria em osteodermos de *Glyptotherium* sp.

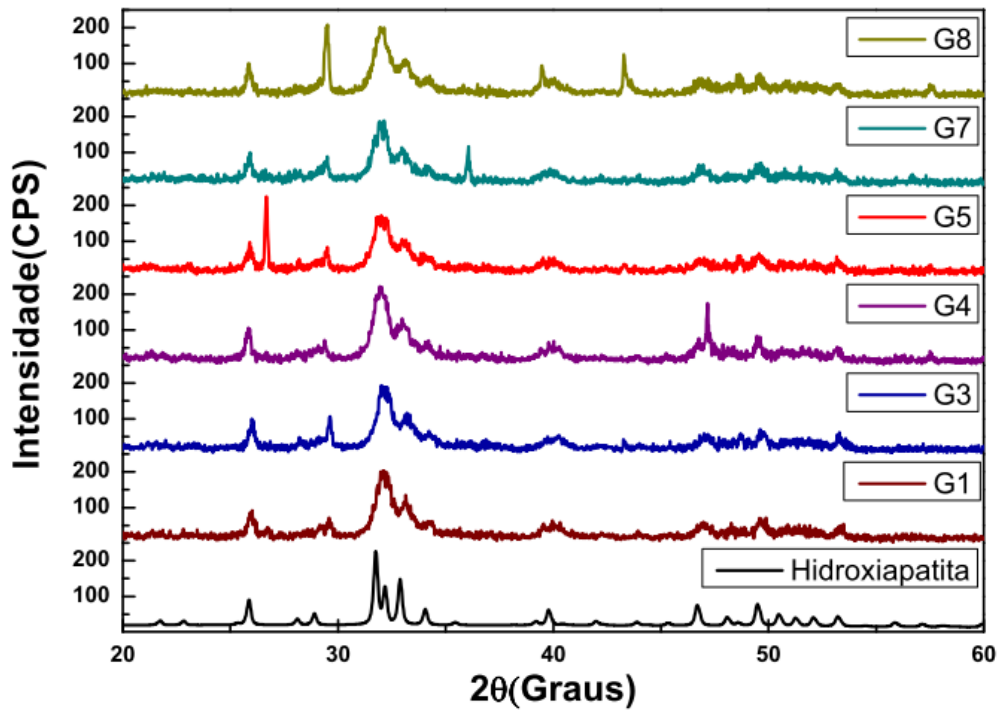


Figura 6 – Resultado da análise de Difratoimetria em osteodermos de *Panochthus* sp.

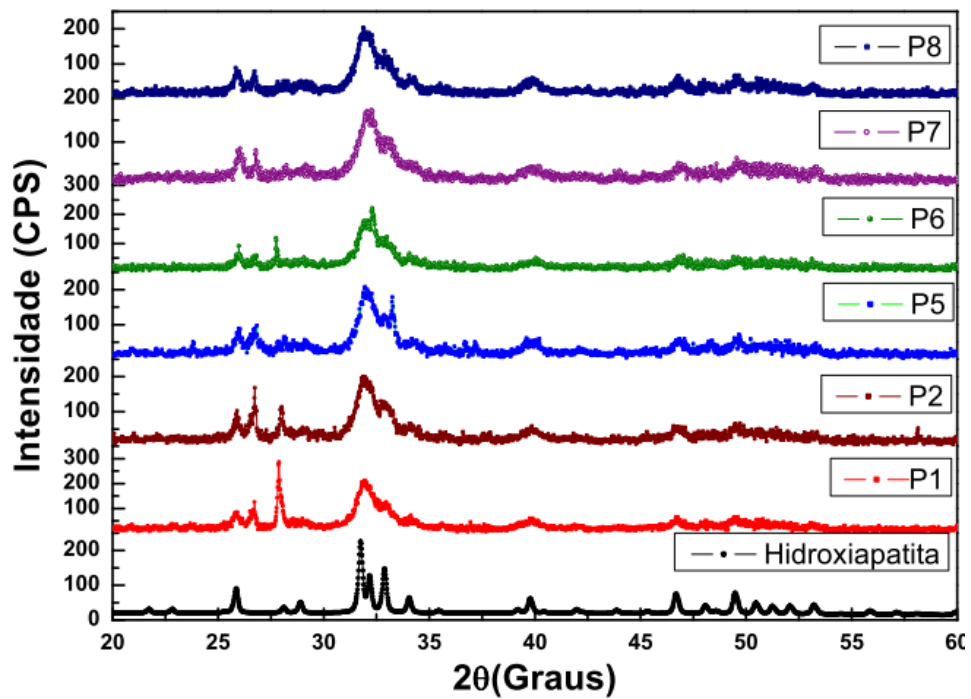


Figura 7 – Média dos valores obtidos na análise de FRX para os osteodermos de *Glyptotherium* sp.

### Osteodermos de *Glyptotherium* sp.

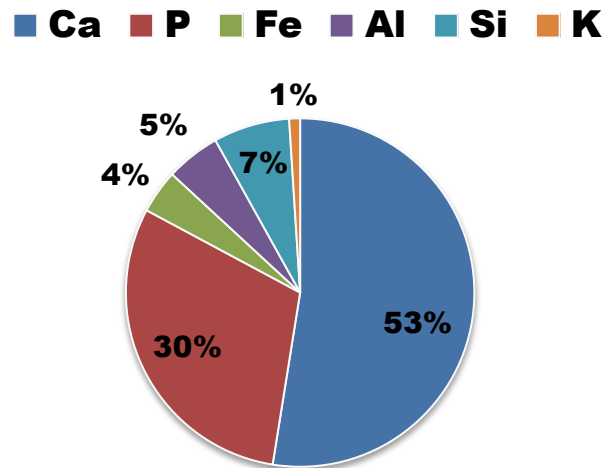


Figura 8 – Média dos valores obtidos na análise de FRX para os osteodermos de *Panochthus* sp.

### Osteodermos de *Panochthus* sp.

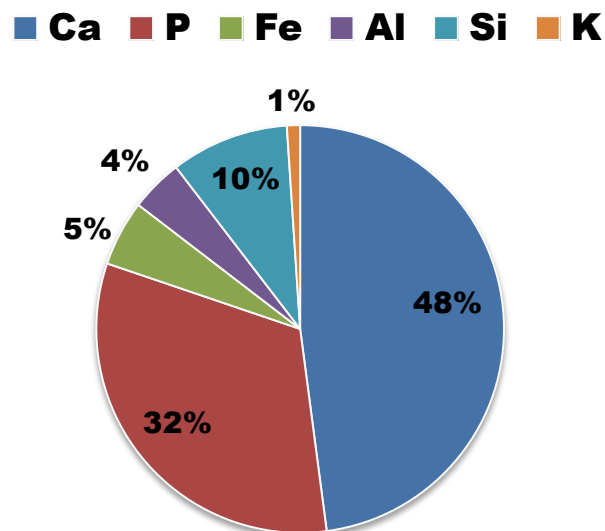




Tabela 1 – Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  obtidos para as amostras de *Glyptotherium* sp. e *Panochthus* sp.

<b>Espécie</b>	<b>Número</b>	<b><math>\delta^{13}\text{C}</math></b>	<b><math>\delta^{18}\text{O}</math></b>	<b>Localidade</b>
<i>Panochthus</i> sp.	A1	-1,410	2,671	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	1616-V	-1,043	3,770	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A3	-1,081	3,115	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A4	-0,767	3,875	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A5	-0,751	3,129	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A6	0,494	3,644	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A7	-1,646	3,080	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A8	-0,466	3,315	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A9	-1,301	3,151	Lagoa do Santo (RN)
<i>Panochthus</i> sp.	A10	-1,124	3,818	Lagoa do Santo (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	G1	-7,245	-1,821	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2593-V	-5,545	-0,725	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2230-V	-7,194	0,468	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2601-V	-7,858	0,517	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2328-V	-7,524	-1,596	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2585-V	-8,508	0,173	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2096-V	-7,987	-1,763	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2579-V	-8,867	-1,523	Lajedo da Escada (RN)
<i>Glyptotherium</i> sp.	2092-V	-7,033	1,266*	Lajedo da Escada (RN)

\*dados não homogêneos

#### 4. CONCLUSÕES

- Os osteodermos aqui avaliados mostram a existência de variações histológicas quando comparam-se osteodermos de regiões distintas de *Glyptotherium* sp. e *Panochthus* sp.
- Existem diferenças histológicas entre os osteodermos da região dorsal e lateral de *Glyptotherium* sp. registrados na RIB e os osteodermos de *G. floridanum*. Contudo, observou-se que há semelhanças histológicas entre os osteodermos da região próxima a borda posterior da carapaça e o osteodermo da região dorsal de *G. floridanum* sugerindo cautela ao se propor uma diferenciação entre espécies com base em características histológicas.
- Ao se comparar espécies pertencentes ao grupo Glyptodontinae notam-se semelhanças histológicas quando comparamos osteodermos de *Glyptotherium* sp., *G. reticulatus* e *D. giganteus*, reforçando a hipótese de uma possível afinidade filogenética em alguns trabalhos prévios.
- Observou-se diferenças entre os osteodermos de *Glyptotherium* sp. aqui estudados e o exemplar de *G. reticulatus* reforçando que características histológicas podem ser mais uma ferramenta a ser utilizada para distinguir esses gêneros, uma vez que a diferença entre as características morfológicas é muito tênue.
- Os osteodermos de *Panochthus* sp. da borda posterior e osteodermos alterados possuem camadas compactas muito semelhantes, principalmente na disposição dos feixes de fibras (aleatório) diferindo do padrão histológico encontrado em osteodermos da região dorsal que possuem feixes de fibras alinhados obliquamente nessas camadas, e diferindo, também, do padrão encontrado em osteodermos da região lateral que possuem feixes de fibras alinhados paralelamente nessas camadas.

- De acordo com as diferenças histológicas observadas possivelmente existam diferenças quando se compara elementos diferentes do exoesqueleto.
- Possíveis patologias podem ter alterado o padrão morfológico e histológico de alguns osteodermos de *Panochthus* sp. sendo assim mais uma evidência de que é necessário cautela ao propor a presença do gênero *Neuryurus* na RIB de acordo com características morfológicas e histológicas.
- Os osteodermos aqui avaliados apresentaram boa preservação do material ósseo, sendo essa característica comprovada tanto pelas análises histológicas como pelas de composição mineralógica e de elementos (DRX e FRX).
- Dentre os processos fossildiagnéticos observados nesses osteodermos constata-se a ausência de substituição, sendo presente apenas com fracas a moderado indícios a permineralização que pode ocorrer por óxido de ferro, minerais opacos ligados ao ferro ou por clorita.
- Esse tipo de permineralização permite inferir que durante o pleistoceno final-Holoceno inicial o clima era árido ou semi-árido, com eventuais inundações que causavam o percolamento da água com minerais e, conseqüentemente, o preenchimento dos poros dos ossos quando essa solução se infiltrava no sedimento no qual estão soterrados os fósseis.
- A análise de isótopos de carbono e oxigênio apresenta *Panochthus* sp. como um possível pastador (plantas C4) habitando ambientes abertos corroborando com trabalhos paleoecológicos prévios para os depósitos onde foram encontrados. *Glyptotherium* sp. seria um animal de dieta mista (com maior consumo de plantas C3) em um ambiente que era relativamente mais úmido corroborando com trabalhos prévios para outros grupos presentes nessa região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMEGHINO, F. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. **Actas de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba**, v. 6, n.1, p. 1027, 1889.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. et al. Unveiling the taphonomy of elusive natural tank deposits: A study case in the Pleistocene of northeastern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 378, p. 52-74, 2013.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. & MOURA, G. J. B. Anuros (Amphibia, Anura) do Pleistoceno Final-Holoceno inicial de Itapipoca, Estado do Ceará, Brasil: Taxonomia, Paleoecologia e Tafonomia. **Rev. Bras. Paleontol**, v. 17, p. 373-388, 2014.
- BARBOSA, F. H. & LUNA, C. A. Lesiones en la coraza y endoesqueleto de un ejemplar de *Panochthus Burmeister*, 1866 (Mammalia, Glyptodontia) de la provincia de Córdoba, Argentina. **Revista del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Dr. Arturo Umberto Illia"**, 1:9-26, 2014.
- BRETT, C. E. & BAIRD, G. C. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. **Palaios**, p. 207-227, 1986.
- CARTELLE, C. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. **Mammals of the Neotropics**, v. 3, p. 27-46, 1999.
- CARVALHO, J. N.C. et al. Informação sobre a jazida fossilífera pleistocênica do Lajedo da Escada, município de Mossoró, Rio Grande do Norte; p. 391–404 in **Arquivos do Instituto de Antropologia**. UFRN, Natal, 1966.
- COUTO, C. P. **Tratado de Paleomastozoologia**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 590 pp, 1979.
- DELSUC, F. et al. The phylogenetic affinities of the extinct glyptodonts. **Current Biology**, v. 26, n. 4, p. R155-R156, 2016.
- DONOVAN, S.K. Fossils explained, nº 41: Taphonomy. **Geology Today**, v.18. p 226-231. 2002.
- FARIÑA, R.A. Análisis filogenético de Glyptodontia. **Ameghiniana**, 30 (3): 329-330, 1993.
- FARIÑA, R.A. et al. **Megafauna: giant beasts of Pleistocene South America**. **Bloomington**: Indiana University Press, 2013.
- FERNICOLA, C. J. Nuevos aportes para la sistemática de los Glyptodontia Ameghino 1889 (Mammalia, Xenarthra, Cingulata). **Ameghiniana**. 45(3): 553-574, 2008.
- FERNICOLA, J. C. Nuevos aportes para la sistemática de los Glyptodontia Ameghino, 1889 (Mammalia, Xenarthra, Cingulata). **Ameghiniana**, v. 45, n. 3, p. 553-574, 2013.
- FERNICOLA, J. C. & PORPINO, K. O. Exoskeleton and systematics: a historical problem in the classification of glyptodonts. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 19, n. 3, p. 171-183, 2012.

FRANCILLON-VIEILLOT, H. et al. Microstructure and mineralization of vertebrate skeletal tissues. **Skeletal biomineralization: patterns, processes and evolutionary trends**, p. 175-234, 1990.

GAUDIN, T.J & WIBLE J.R. The phylogeny of living and extinct armadillos (Mammalia, Xenarthra, Cingulata): a craniodental analysis. Em: CARRANO, M.T. **Amniote Paleobiology: Perspectives on the Evolution of Mammals, Birds and Reptiles**. Chicago: University of Chicago Press, 2006.

GILLETTE, D. D. et al. Ontogeny and Sexual Dimorphism of *Glyptotherium texanum* (Xenarthra, Cingulata) from the Pliocene and Pleistocene (Blancan and Irvingtonian NALMA) of Arizona, New Mexico, and Mexico. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 23, n. 2, p. 133-154, 2016.

GILLETTE, D.D. & RAY, C.E. Glyptodonts of North America. **Smithsonian Contributions to Paleobiology**, 40: 1-255. 1981.

GÓIS, F. et al. A new species of *Scirrotherium* Edmund & Theodor, 1997 (Xenarthra, Cingulata, Pamphathiidae) from the late Miocene of South America. **Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology**, v. 37, n. 2, p. 177-188, 2013

HILL, R.V. Comparative Anatomy and Histology of Xenarthran Osteoderms. **Journal of Morphology**, v. 267, n.12, p.1441–1460, 2006.

HOFFSTETTER, R. Xenarthra. In: Piveteau, J. (org) **Traité de Paléontologie**. Paris. v. 6, n. 2, pp. 535-636, 1958.

HOLZ, M. & SIMÕES, M. G. **Elementos fundamentais de tafonomia**. Ed. Universidade, 2002.

LUQUE R. L. et al. Mineralogical, elemental and chemical composition of dinosaur bones from Teruel (Spain). **Journal of taphonomy**, v. 7, n. 2, p. 151-178, 2009.

LYMAN, R.L. **Vertebrate taphonomy**. Cambridge University Press. 1994.

MARTIN, R. E. **Taphonomy: a process approach**. Cambridge University Press, 1999.

MCKENNA, M.C. & BELL, S.K. **Classification of Mammals Above the Species Level**. Nova York: Columbia University Press, 631pp, 1997.

MEDEIROS, M. A. Fossildiagênese. In CARVALHO I.S. (Ed). **Paleontologia**. Editora Interciência, 2010.

OLIVEIRA, E. V. et al. On the presence of *Glyptotherium* in the Late Pleistocene of Northeastern Brazil, and the status of. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen**, v. 258, n. 3, p. 353-363, 2010.

OLIVEIRA, E. V. et al. New material of *Pachyarmatherium* from the late Pleistocene of northeastern Brazil: insights into its morphology and systematics. **Paläontologische Zeitschrift**, v. 87, n. 4, p. 505-513, 2013.

OLIVEIRA, L. D. D. et al. Nova ocorrência de *Panochthus greslebini* Castellanos, 1914, no estado do Rio Grande do Norte. **Simpósio de Geologia do Nordeste**, v. 11, p. 346-351, 1984.

OLIVEIRA, Y. A. B. **Paleohistologia comparada em osteodermos de *Panochthus* sp. Burmeister, 1866 e *Neuryurus* sp. Ameghino, 1889 (Xenarthra, Glyptodontoidea)**. Dissertação de mestrado, 2015.

PEREIRA, P.V.L.G. et al. Osteoderm histology of Late Pleistocene cingulates from the intertropical region of Brazil. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 59, n.3, p. 543–552, 2014.

PORPINO, K.O & BERGQVIST, L. P. Novos achados de *Panochthus* (Mammalia, Cingulata, Glyptodontoidea) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 4, n. 5, 2002.

PORPINO, K.O. et al. Lajedo de Soledade, Apodi, RN. Ocorrência peculiar de megafauna fóssil quaternária no Nordeste do Brasil. In SIGEP: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil, v. 2, p. 403-412, 2007.

PORPINO, K.O. et al. A new cingulate (Mammalia: Xenarthra) *Pacharmatherium brasiliensis* sp. nov. from the late Pleistocene of the Northeastern Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 29, n.3, p. 881–893, 2009.

PORPINO, K.O. et al. The intertropical Brazilian species of *Panochthus* (Xenarthra, Cingulata, Glyptodontoidea): a reappraisal of their taxonomy and phylogenetic affinities. **Journal of Vertebrate Paleontology** v. 34, n.5, p. 1165-1179, 2014.

REICHEL, M. et al. Diagenetic pattern of vertebrate fossils from the Traversodontidae biozone, Santa Maria Formation (Triassic), southern Brazil. **Revista brasileira de paleontologia**. Vol. 8, n. 3 (2005), p. 173-180, 2005.

REISZ, R. R. & SUES, H. The challenges and opportunities for research in paleontology for the next decade. **Frontiers in Earth Science**. v. 3, n. 9, 2015.

RIBEIRO, R. C. et al. Electron spin resonance dating of the late quaternary megafauna fossils from Baixa Grande, Bahia, Brazil. **Quaternary International**, v. 305, p. 91-96, 2013.

SANTOS, M. F. C. F. et al. Feições tafonômicas observadas em fósseis pleistocênicos do Rio Grande do Norte. **Revista de Geologia**, v. 15, n. 3, 2002.

SILVA, F. et al. **Mamíferos do pleistoceno superior de Afrânio, Pernambuco, nordeste do Brasil**. Tese de doutorado, 2009.

SILVA, J. L. L. et al. **Tafonomia em mamíferos pleistocênicos: caso da planície colúvio-aluvionar de Maravilha-AL**. Dissertação de mestrado, 2001.

SIMÕES, M. G. et al. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. In CARVALHO I.S. (Ed). **Paleontologia**. Editora Interciência, 2010.

TOMASSINI, R. L. et al. Mineralogy, Geochemistry and Paleohistology of Pliocene Mammals from the Monte Hermoso Formation (Argentina). *Paedotherium bonaerense*

(Notoungulata, Hegetotheriidae) as a Case Study. **Ameghiniana**, v. 51, n. 5, p. 385-395, 2014.

TOMASSINI, R. L. et al. Modificaciones fosildiagénicas en *Toxodon platensis* Owen, 1837 (Notoungulata, Toxodontidae) del Pleistoceno Tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. **Revista Mexicana de Ciencias Geológicas**, v. 32, n. 2, p. 283-292, 2015.

VAUGHAN, T. et al. **Mammalogy**. United States of America: Thomson Learning, Fourth Edition, 565 p, 2000

WOLF, D. et al. Osteoderm histology of the Pamphathiidae (Cingulata, Xenarthra, Mammalia): Implications for Systematics, Osteoderm Growth and Biomechanical Adaptation. **Journal of Morphology**, v. 273, n. 4, p. 388–404, 2011.