



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

FÁBIO CUNHA GUIMARÃES DE LIMA

**ALTERAÇÕES ANTE MORTEM E PSEUDOPATOLOGIAS EM EXOESQUELETO
DE CINGULADOS PLEISTOCÊNICOS DE GRANDE PORTE DA REGIÃO
INTERTROPICAL BRASILEIRA.**

MOSSORÓ

2017

FÁBIO CUNHA GUIMARÃES DE LIMA

**ALTERAÇÕES ANTE MORTEM E PSEUDOPATOLOGIAS EM EXOESQUELETO
DE CINGULADOS PLEISTOCÊNICOS DE GRANDE PORTE DA REGIÃO
INTERTROPICAL BRASILEIRA.**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecossistemas terrestres

Orientador: Kleberson de Oliveira Porpino,
Prof. Dr.

MOSSORÓ

2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

L732a Lima, Fábio Cunha Guimarães de.
ALTERAÇÕES ANTE MORTEM E PSEUDOPATOLOGIAS EM
EXOESQUELETO DE CINGULADOS PLEISTOCÊNICOS DE
GRANDE PORTE DA REGIÃO INTERTROPICAL BRASILEIRA /
Fábio Cunha Guimarães de Lima. - 2017.
62 f. : il.

Orientador: Kleberon de Oliveira Porpino.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ecologia e Conservação, 2017.

1. Região Intertropical Brasileira. 2.
Megafauna. 3. Cingulata. 4. Exoesqueleto. 5.
Paleopatologia. I. Porpino, Kleberon de Oliveira
, orient. II. Título.

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

FÁBIO CUNHA GUIMARÃES DE LIMA


**ALTERAÇÕES ANTE MORTEM E PSEUDOPATOLOGIAS EM EXOESQUELETO
DE CINGULADOS PLEISTOCÊNICOS DE GRANDE PORTE DA REGIÃO
INTERTROPICAL BRASILEIRA.**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

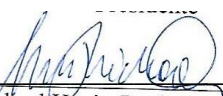
Linha de Pesquisa: Ecossistemas terrestres

Defendida em: 22 / 02 / 2017_____.

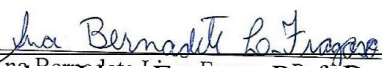
BANCA EXAMINADORA



Kleber de Oliveira Porpino, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Michael Hncir, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Ana Bernadete Lima Fragoso, Prof. Dr. (UERN)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A minha família, meu pai José Guimarães de Lima e irmã Luciana. C. G. de Lima e especialmente minha mãe, Dalva da Cunha de Lima por nunca me deixar parar de estudar. E a meus bichos.

Ao professor Dr. Kleber de Oliveira Porpino, pelo incentivo, paciência e dedicação na construção da minha carreira científica e parceria a completar cinco anos.

Aos membros do Labseco, Shaline, Juliana, Isabela, Tarcísio, Carlos e em caráter especial Camilo, pela parceria durante todo o mestrado.

Ao professor Dr. Hermínio Ismael e ao Me. Fernando Barbosa pela parceria e auxílio na construção e discussão das ideias deste trabalho.

Aos professores Dr. Vitor Lunardi e Dra. Ana Bernadete Lima Fragoso, pelas honrosas contribuições para melhorar este trabalho.

A Tales Martins, pela efetiva participação e parceria neste trabalho, com auxílio na coleta de dados e companhia em viagens. Certamente, uma ajuda sem dimensões.

Aos amigos Antonio Francisco (Tony Gov), Marcus Lopes, e Verinaldo Paiva pela genuína amizade.

Ao Museu Câmara Cascudo, por ceder permissão para a realização deste trabalho. Sua equipe, Profa. Maria de Fátima Cavalcante Ferreira dos Santos, Lucas Henrique, Ariane e Guilherme pelo apoio prestado em minhas recorrentes visitas. Em caráter especial, agradeço ao técnico e curador da coleção Wagner de França Alves, pela amizade construída e imprescindível contribuição neste trabalho.

Ao professor Dr. Édison Vicente de Oliveira por ceder o material da coleção da UFPE para análises e enriquecer este trabalho.

Ao Museu de História Natural e Jardim Botânico e sua equipe, a museóloga Cláudia Cristina Cardoso e Jonathas Bittencourt pela recepção e atenção em minha visita as instalações do museu.

A Aucivaneide, pelas diversas e confortáveis hospedagens. A Ciro e Vladimir, pelas noites de longas conversas e discussões sobre os mais variados assuntos.

A Maralice Cunha, pela ajuda no processo de fotografia do material e apoio e ao Professor Me. Felipe Peixoto pela ajuda na confecção do mapa.

Ao Programa de Ecologia e Conservação pela oportunidade de realizar este trabalho e crescer para minha formação.

RESUMO

Na Megafauna Brasileira do Pleistoceno, a Ordem Cingulata, um dos principais integrantes da megafauna brasileira do Pleistoceno, é composta por animais bastante conhecidos (tatus, pampatérios e gliptodontes) e caracterizados por um peculiar exoesqueleto ósseo. Muitos estudos em paleoecologia de cingulados envolvem esta estrutura, no entanto, poucos trabalhos têm direcionado a atenção para alterações patológicas do exoesqueleto, embora se reconheça o seu enorme potencial em termos de informações paleobiológicas. O objetivo deste trabalho foi identificar e descrever alterações exoesqueletais em cingulados de grande porte do Pleistoceno da Região Intertropical Brasileira, fornecendo novos *insights* paleoecológicos sobre esses animais. Analisamos componentes do exoesqueleto coletados em seis localidades da Região Intertropical Brasileira depositados em três coleções relevantes nos estados de Minas Gerais, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Por meio de exame macroscópico, detectamos alterações patológicas em superfícies ósseas acometendo o exoesqueleto em espécimes de *Hoplophorus euphractus*, *Panochuthus* sp., *Glyptotherium* sp. e *Pachyarmatherium brasiliense*. Estas lesões constituíram alterações traumáticas e infecciosas geradas por parasitas em diferentes partes do exoesqueleto e os primeiros registros de lesões causadas por pulgas em diferentes espécies de gliptodontes. Finalmente, constatamos a presença de pseudopatologias, as quais serviram de base para propormos um protocolo para diferenciar alterações patológicas de tafonômicas.

Palavras-chave: Região Intertropical Brasileira, Megafauna, Cingulata, Exoesqueleto, Paleopatologia.

ABSTRACT

The order Cingulata is one of the most representative members of the Pleistocene Brazilian Megafauna. It is composed by well-known animals (armadillos, pampatheres and glyptodonts) and characterized by a peculiar bony exoskeleton. Several studies in paleoecology of cingulates involve this peculiar structure, whatever, few studies have directed their attention to pathological alterations in the exoskeleton, despite its great potential in terms of paleobiological information. The aim of this work was to describe and identify exoskeletal diseases in large cingulates from the Pleistocene of the Brazilian Intertropical Region, providing new paleoecological insights for such animals. We analyzed exoskeletal elements collected in six localities of the Brazilian Intertropical Region deposited in three relevant fossil collections in the states of Minas Gerais, Pernambuco and Rio Grande do Norte. Through macroscopic examination, we have detected pathological and pseudopathological alterations affecting the surface of components of the exoskeleton in specimens of *Hoplophorus euphractus*, *Panochuthus* sp., *Glyptotherium* sp. and *Pachyarmatherium brasiliense*. These lesions included traumatic and infectious alterations generated by parasites in different parts of exoskeleton and the first records of lesions caused by fleas in glyptodonts and in a large non-glyptodontid cingulate (*Pachyarmatherium*). Finally, we verified the presence of pseudopathologies, which served as a base for we propose a protocol to differentiate pathological to taphonomical alterations.

Keywords: Brazilian Intertropical Region, Megafauna, Cingulata, Exoskeleton, Paleopathology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Filogenia resumida do clado Cingulata. Fonte: Pereira *et al.* (2014).....1
- Figura 2 – Processo de triagem e análise macroscópica realizados no Museu Câmara Cascudo.....7
- Figura 3 – Terminologia anatômica empregada para tubo caudal e carapaça de *Panochthus* sp. **ba**: borda anterior; **bl**: borda lateral; **bp**: borda posterior. Retirado e modificado de Porpino, Fernicola e Bergqvist (2014).....8
- Figura 4 – Representação esquemática e terminologia para estruturas que compõem a ornamentação da superfície externa de osteodermos. A: *Glyptotherium* sp.; B: *Pachyarmatherium brasiliense*; C: *Panochthus* sp. sr: sulco radial; fpo: folículo piloso; fpr: figura principal; fpe: figura periférica sc: sulco central; (figuras pequenas para *Panochthus*, sensu Porpino *et al.* 2014). Escalas: A: 5 cm, B: 3 cm, C: 4 cm.....9
- Figura 5 – (A) *Pitting*; as setas indicam o desgaste laminar gerando a cratera a medida que esta remove o material ósseo do osteodermo. Os números 1, 2 e 3 representam a evolução do *pitting*. (B) escavação: há a formação de uma câmara provocada pela neossomia (ovipostura) da pulga. Notar o aspecto vertical da escavação indicado pelas setas.....10
- Figura 6 – *Hoplophorus euphractus*. A: vista panorâmica das porções anterior e lateral esquerda e da carapaça. B: visão aproximada do orifício atentando para o afundamento dos osteodermos e desgaste ao redor da perfuração.C: Região lateral da carapaça de *H. euphractus* (MHN-1003). As setas brancas indicam os pontos com perda da ornamentação. Escalas: 10 cm.....13
- Figura 7 – Tubo caudal de *H. euphractus* (MHN-1005). **A**: vista dorsal. **B**: vista lateral esquerda. **C**: destaque da alteração na ornamentação adjacente ao orifício formado na figura lateral em um possível caso de osteomielite. Em B e C, as linhas tracejadas dimensionam a lesão. **ac**: anel caudal. **fl**: figuras laterais. **ft**: figuras terminais. **Ca**: cloaca. Escalas: 10 cm.....14

- Figura 8 – Região latero-posterior direita da carapaça de *Panochthus* (MCC-1603). As flechas amarelas indicam *pitting* e as linhas tracejadas determinam a extensão das lesões. As setas brancas indicam marcas de reação óssea e as setas amarelas apontam para a formação de microcavidades na figura principal em osteodermos da borda posterior da carapaça. **fp**=figura principal; **fc**=figura periférica. Escalas: 10 cm.....16
- Figura 9 – Osteodermos de *Panochthus* sp. alterados tafonomicamente, superfície externa. Em **A** e **C** (sem número de tombo) as setas negras apontam para o desgaste atingindo apenas as bordas. Em **B** e **D** (sem número de tombo), osteodermos patológicos, a linha tracejada dimensiona a área lesionada pela exposição de tecido esponjoso. **fp**; figuras periféricas; **fpo**: folículo pilífero. Escalas: 4 cm.....17
- Figura 10 – Osteodermos de *Panochthus* sp., superfície externa. **A**, fragmento da região dorsal da carapaça (MCC-1412) com lesões pontuadas demarcadas pelas linhas tracejadas. **B**, osteodermo da região dorsal (MCC-1653) com reação óssea apontada pelas setas negras. **C**, *pitting* em figura principal de osteodermo da borda posterior da carapaça apontado pelas setas negras. A seta amarela aponta para uma crista gerada pelo *pitting*. **fpr**: figura principal; **fpe**: figura periférica. Escalas: A: 5 cm; B e C: 4 cm.....18
- Figura 11 – Fragmentos da região lateral de tubo caudal de *Panochthus* sp. (sem número de tombo). Em **A** e **C** **vista** lateral, **B** vista ventral, as setas amarelas apontam para as cavidades formadas por escavação. Apenas em **A**, **visão lateral**, as setas vermelhas indicam a formação de cavidades menores dentro da cavidade maior. As setas pretas apontam o local do declive topográfico. As linhas tracejadas indicam a extensão da alteração da ornamentação. **fc**; figura central **fl**: figura lateral. Escalas. 5 cm.....19
- Figura 12 – Osteodermos de *Glyptotherium* sp., superfície externa. **A** (MCC-2221), processo de *pitting* bastante acentuado onde as setas negras mostram o aumento da profundidade da cavidade de fora para dentro. Em **B** (MCC-2375), As linhas tracejadas em negro apresentam a área com reação óssea; notar no grau de remodelação gerada pela deposição de cálcio. Escalas: 3 cm.....22

- Figura 13 – Osteoderms de *Glyptotherium* sp, superfície externa. Em A e B, as setas apontam para as cavidades formadas por processo de escavação em MCC-2565 e MCC-1198. Em C, D e E, estágios do processo de pitting inicial em MCC-668, intermediário em 631 e avançado em MCC-2229. As linhas tracejadas dimensionam a lesão em cada estágio. Escalas: 4 cm.....23
- Figura 14 – Osteoderms de *Pachyarmatherium brasiliense*, face externa. As setas apontam para os locais onde houve a formação da(s) cavidade(s) em **A** (DEGEO-UFPE-7266), **B** (DEGEO-UFPE-7410) e **C** (sem número de tombo). Em **A**, a linha tracejada destaca um desgaste na figura principal por um possível *pitting*. **fpo**: folículo piloso. Escalas: 1 cm.....25
- Figura 15 – Representação esquemática da morfologia de processos bioerosivos em ossos em um corte transversal. Em A, *Cubiculum levis* (retirado de Pirrone, Buatois e Riga, 2014), icnito gerado por larvas necrófagas. Em B, formato da cavidade causada pela neossomia da pulga do gênero *Tunga* descrita neste trabalho.31
- Figura 16 – Restos exoesqueléticos de *Chaetophractus villosus* com as setas negras apontando os locais lesionados e demonstrando a distribuição espaçada das lesões ocasionadas por pulgas. Retirado e modificado de Hammond *et al.* (2014).....32

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Região Intertropical Brasileira. Indicação das localidades onde foram coletados os fósseis analisados neste trabalho.....	4
--	---

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Sítios paleontológicos da Região Intertropical Brasileira. Listagem dos taxa de cingulados e respectivos fósseis inspecionados.....5
- Tabela 2 – Protocolo para diferenciação e identificação de alterações de caráter patológico e tafonômico com base em caracteres observados nas superfícies de osteodermos.....37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RIB	Região Intertropical Brasileira
MHNJB	Museu de História Natural e Jardim Botânico - MG
DEGEO-UFPE	Departamento de Geologia da Universidade Federal do Pernambuco
MCC	Museu Câmara Cascudo – RN
PI	Protocolo de Istambul
m.a.	Milhões de anos

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1 Os Cingulata na Megafauna.....	1
1.2 Paleopatologia: importância e aplicações.....	2
1.3 Paleopatologia na Megafauna brasileira.....	2
1.4 Paleopatologia e outras alterações <i>ante mortem</i> em cingulados fósseis.....	4
2. Material e Métodos.....	4
2.1 Material estudado e localização geográfica.....	4
2.2.2 Metologia.....	6
2.2.1 Inspeção macroscópica.....	6
2.2.2 Terminologias anatômicas.....	7
2.2.3 Terminologias patológicas.....	9
2.2.4 Protocolo de Istanbul.....	10
2.2.3 Sistemática.....	11
3.Resultados.....	11
3.1 <i>Hoplophorus euphractus</i>	11
3.2 <i>Panochthus</i> sp.	14
3.3 <i>Glyptotherium</i> sp.	19
3.4 <i>Pachyarmatherium brasiliense</i>	23
4. Discussão.....	25
4.1 Infecções associadas possivelmente a lesões traumáticas.....	25
4.2. Ectoparasitismo.....	28
4.2.1 Pulga: Gênero <i>Tunga</i>	28

4.2.2 Poderiam as pulgas ser vetores de patógenos osteoarticulares?.....	33
4.3 <i>Pitting</i>	34
4.4 Dimensionando os diagnósticos de acordo com o Protocolo de Istambul.....	34
4.5 Pseudopatologias geradas por processos tafonômicos.....	35
4.6 Aspectos paleoecológicos.....	37
5. Conclusão.....	39
Referências.....	40

1. Introdução

1.1 Os Cingulata na Megafauna

Estudos paleoecológicos no Cenozoico da América do Sul são bastante abundantes. Em grande parte, isto se deve à diversa e exuberante comunidade mamífera conhecida como Megafauna (Cartelle, 2012; Fariña, Vízcaíno e De Iullis, 2013). Esta mastofauna de grandes proporções foi diversa ao longo de grande parte da Era Cenozoica (Cartelle, 1999) até o início do Holoceno.

Entre os grupos que constituíram a Megafauna, o clado Cingulata foi o mais diverso e um dos mais peculiares em termos anatômicos. Nesta ordem encontramos três grupos principais tradicionalmente atribuídos à categoria de família: Dasypodidae, um grupo provavelmente parafilético (Gaudin & Wible, 2006), com formas fósseis e recentes, e as extintas Pamphathiidae e Glyptodontidae (Figura 1). Além destas, são discutíveis a presença de mais duas famílias, Paleopeltidae, e Peltephildae, também extintas. (McKenna e Bell, 1997).

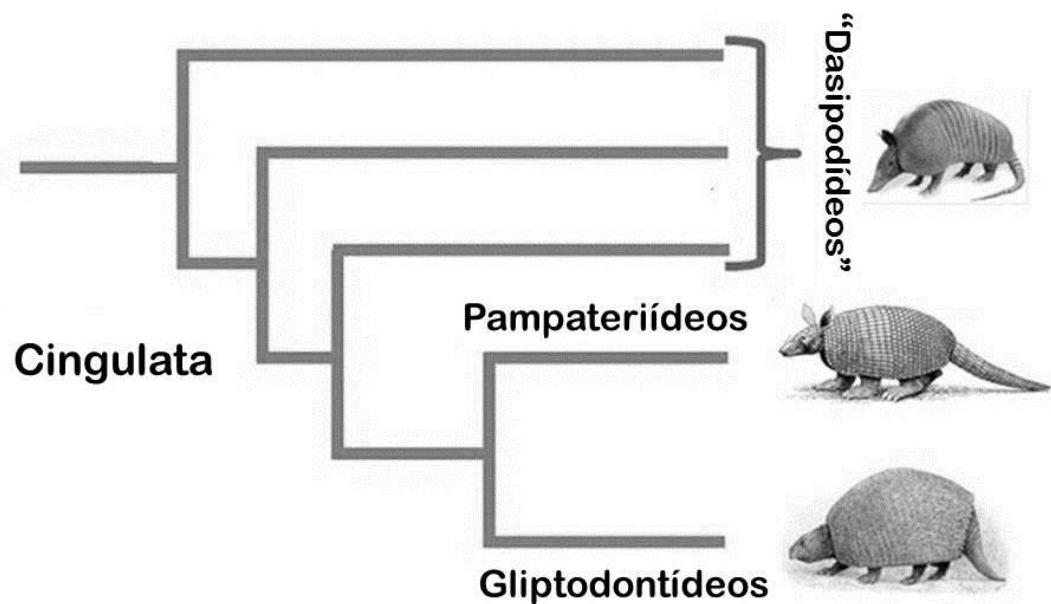


Figura 1: Filogenia resumida dos Cingulata. Fonte: Pereira *et al.* (2014).

Uma das características mais marcantes desse grupo é a presença de um exoesqueleto que reveste a cabeça, o dorso e a cauda (Paula Couto, 1979). Os Cingulata

são exclusivos das Américas, mas mal distribuído, pois, há poucas espécies registradas na América do Norte e Central e uma imensa maioria na América do Sul (Cartelle, 1994), embora sua distribuição biogeográfica latitudinal seja ampla, estendendo-se do Sul dos Estados Unidos à Patagônia Argentina. Dentre as formas fósseis de Cingulata, espécimes de Glyptodontidae são os mais frequentes, sendo um grupo alvo de diversos estudos desde meados do século XIX (e.g. Ameghino, 1889). Porém, mediante o grande número de fósseis e espécies, a sistemática do grupo ainda não está bem resolvida em alguns aspectos (e.g. filogenias de alguns grupos mais restritos; validade de certas espécies).

1.2 Paleopatologia: importância e aplicações

Paleopatologia é o estudo das doenças que acometiam organismos de tempos antigos (Moodie, 1917). Historicamente, ela tem sido mais aplicada em estudos arqueológicos (Waldron, 2009), entretanto, estudos paleopatológicos em Paleozoologia vêm crescendo desde o século passado, principalmente com mamíferos e répteis (Rothschild & Martin, 2006).

Há diversas aplicações da paleopatologia, mas primeiro, devemos compreender seus objetivos. Ferigolo (2007) aponta que ela não deve ser uma mera aplicação dos conhecimentos em medicina nos fósseis, o que a tornaria uma ciência puramente descritiva; mais do que isso, ela deve ser utilizada como uma ferramenta para o entendimento da paleobiologia dos organismos passados, em aspectos paleoecológicos (Rothschild & Martín, 2006), evolutivos (Ferigolo, 1999) e paleoambientais, como por exemplo, a hipótese de mudanças climáticas no final do Pleistoceno causaram um déficit nutricional na dieta de *Toxodon*, acarretando o aparecimento de hipoplasia de esmalte dentário Melo (2007).

1.3 Paleopatologia na Megafauna brasileira

O histórico de pesquisas em paleopatologia para a Megafauna no Brasil se mostra um tanto recente. Pode-se dizer que os primeiros estudos iniciaram ainda na década de 1980. Como exemplos, podemos mencionar Ferigolo (1985), que descreveu doenças articulares degenerativas em preguiça Megatheriidae e Ferigolo (1987) que identificou hipoplasia de esmalte em dente de *Toxodon*. Na década de 1990 os trabalhos já se tornam mais recorrentes; Mello *et al.* (1992), por exemplo, reportaram um caso de fratura em vértebra de *Lestodon armatus* (preguiça). Porém, somente nos últimos 15 anos é que o estudo da paleopatologia na megafauna realmente alavancou no Brasil, mais notoriamente nos últimos seis anos. Dentre esses trabalhos mais recentes, podemos

ressaltar Barbosa *et al.* (2013), descrevendo um caso de osteomielite em Proboscídea, Barbosa *et al.* (2014) ao registrar um caso de osteoartrite em *Eremotherium laurillardi* e Barbosa *et al.* (2016) registrando três doenças em indivíduos de uma mesma população de *Notiomastodon platensis*.

1.4 Paleopatologia e outras alterações *ante mortem* em cingulados fósseis

O exoesqueleto revestindo grande extensão do seu corpo em cingulados também foi alvo de alterações *ante mortem*. Toda patologia é obrigatoriamente uma alteração *ante mortem*, porém, nem toda alteração em vida é patológica. Em alguns casos, algumas alterações, como fraturas em carapaça, foram atribuídas a traumas causados por possíveis combates intraespecíficos (Lydekker, 1894; Alexander, Fariña e Vizcaíno, 1999) e até eventos de reprodução (Ferigolo, 1999).

Devemos considerar que traumas mecânicos podem proporcionar o aparecimento de doenças por exporem o indivíduo a infecções por patógenos oportunistas. Aramayo (2006), Druetta (2009; 2012) e Barbosa e Luna (2014) sugeriram que o aparecimento de patologias cutâneas após lesões primárias geradas por combates intraespecíficos. Por fim, o aparecimento de patologias cutâneas por parasitas pode ter uma causa direta e independente, sem um evento lesivo anterior. Recentemente, Tomassini, Montalvo e Ezquiaga (2016) constataram um caso de parasitismo por pulgas em dasipodídeos do Mioceno.

O diagnóstico de patologias não se restringe apenas ao exoesqueleto. Henriques, Soares e Mello (1998) relataram osteoartrite em *Panochthus* e Barbosa *et al.* (2014) identificaram múltiplas alterações articulares em *Glyptotherium*, sendo estes os únicos trabalhos publicados de alterações *ante mortem* para endoesqueleto de cingulados fósseis. Todos os trabalhos envolvendo alterações em exoesqueleto foram realizados na Argentina, de modo que, não há trabalhos envolvendo alterações em exoesqueleto no Brasil, a não ser breves descrições de Ferigolo (2007). Além disso, pode-se considerar que o número de trabalhos sobre este último aspecto é muito pequeno, de maneira que o conhecimento sobre alterações *ante mortem* em exoesqueleto de cingulados fósseis é bastante incipiente.

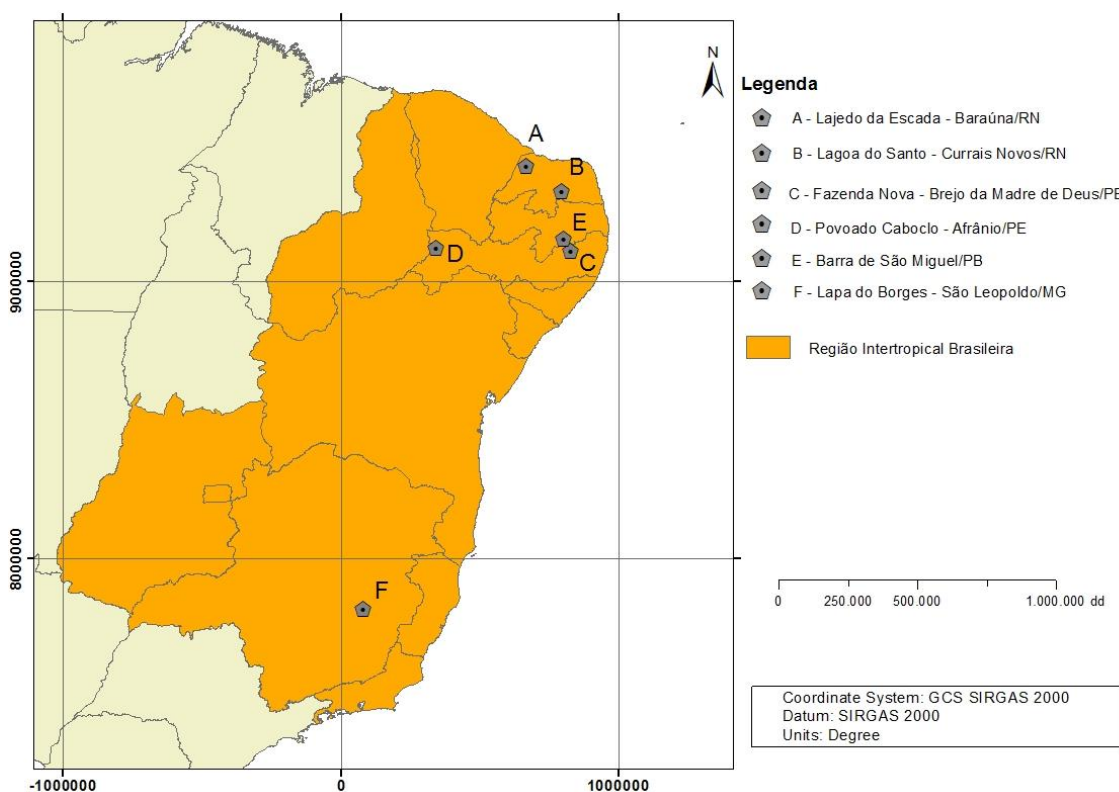
Diante do potencial apresentado pela paleopatologia de fornecer novas informações para o entendimento da paleoecologia este trabalho busca identificar e descrever as principais patologias em exoesqueleto que acometiam espécies da Ordem Cingulata ocorrentes no nordeste do Brasil, proporcionando novos *insights* e

contribuições à paleoecologia através de aspectos paleopatológicos de cingulados brasileiros durante o Pleistoceno.

2. Material e Métodos

2.1. Material estudado e localização geográfica

Os fósseis analisados neste trabalho estão depositados em algumas das coleções paleontológicas mais representativas da Região Intertropical Brasileira, pertencendo as seguintes instituições: Museu Câmara Cascudo (Natal-RN), Departamento de Geologia – UFPE (Recife-PE) e Museu de Historia Natural e Jardim Botânico da UFMG (Belo Horizonte-MG). Os fósseis estudados correspondem a espécimes de cingulados de grande porte coletados em locais situados na Região Intertropical Brasileira (RIB) (sensu Cartelle, 1999; Mapa 1). Esta região abriga uma extensa área de 2,140,000 Km², com a presença marcante dos ecossistemas Cerrado e Caatinga e é considerada uma importante área geográfica para estudos paleontológicos (Cartelle, 1999).



Mapa 1: Região Intertropical Brasileira. Indicação das localidades onde foram coletados os fósseis analisados neste trabalho.

O material utilizado neste trabalho foi coletado em quatro estados inseridos na RIB (Mapa 1; Tabela 1). Na RIB ocorrem diversos tipos de depósitos portadores de

fósseis (Araújo-Júnior e Porpino, 2011; Dantas, 2011). Neste trabalho, analisamos fósseis coletados em depósitos sedimentares no interior de cavernas em rochas carbonáticas, e tanques, além de depósitos aluviais, todos pertencentes ao período Pleistoceno.

Localidade	Região do exoesqueleto	Taxa
Lajedo da Escada Baraúna/RN	Osteodermos isolados	<i>Glyptotherium</i> sp <i>Pachyarmatheriu</i> <i>m brasiliense</i>
Povoado Caboclo Afrânio - PE	Osteodermos isolados	<i>Panochthus</i> sp
Fazenda Nova Brejo da Madre de Deus - PE Lagoa do Santo	Osteodermos isolados	<i>Pachyarmatheriu</i> <i>m brasiliense</i>
Currais Novos - RN	Osteodermos isolados e uma (1) carapaça	<i>Panochthus</i> sp.
Barra do São Miguel - PB	Fragmentos de região lateral de tubo caudal (2)	<i>Panochthus</i> sp.
Lapa do Borges São Leopoldo - MG	Uma (1) carapaça e um (1) tubo caudal	<i>Hoplophorus</i> <i>euphractus</i> .

Tabela 1. Sítios paleontológicos da Região Intertropical Brasileira. Listagem dos taxa de cingulados e respectivos fósseis inspecionados.

Analisamos fósseis de *Hoplophorus euphractus* provenientes de uma caverna na localidade Lapa do Borges (19°61'46''S e 44°03'09''), município de São Leopoldo em Minas Gerais. Avaliamos osteodermos isolados de *Pachyarmatherium brasiliense* e *Glyptotherium* sp. coletados em uma caverna no Lajedo da Escada (5°14'31''S e 37°44'20''W), município de Baraúna, Rio Grande do Norte. O Lajedo da Escada foi alvo de intensos estudos na década de 60, sendo um sítio paleontológico importantíssimo para esta região (Carvalho, 1966). As cavernas compreendem

ambientes formados pelo processo de carstificação, resultado da dissolução química do carbonato de cálcio pela água de chuvas e rios (Souza *et al.*, 2005).

Outro depósito fossilífero comum na RIB são os tanques, que correspondem a depressões naturais produzidas pela erosão de fraturas em rochas do embasamento por intemperismo físico-químico, as quais formam pequenos reservatórios de água pluvial (Paula-Couto, 1980; Cartelle, 1999; Santos, 2001). Destes depósitos, estudamos osteodermos de *P. brasiliensis* coletados em um tanque na localidade de Fazenda Nova (8°11'2''S e 36°10'01''W), município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco e uma carapaça incompleta e osteodermos isolados do gênero *Panochthus* coletados em tanque na localidade Lagoa do Santo (19°61'46''S e 44° 03'09'' W), município de Currais Novos, Rio Grande do Norte.

Ainda para o gênero *Panochthus*, analisamos dois fragmentos da porção lateral de tubo caudal extraído de um ambiente fluvial em Barra do São Miguel, Paraíba e osteodermos isolados coletados em um depósito de lama próximo a região de afluentes (Silva, *et al.*, 2010) na localidade de Povoado Caboclo (08°30'54''S e 41°00'18''W) no município de Afrânio, Pernambuco.

2.2 Metodologia

2.2.1 Inspeção macroscópica e diagnóstico

Para os osteodermos isolados, realizamos uma triagem com a finalidade de obtermos os mais bem preservados. Foram analisados apenas os osteodermos com um grau de preservação de 50% ou mais, os quais permitem uma análise mais fidedigna das patologias e identificação taxonômica mais segura. Posteriormente, foi realizada uma diferenciação entre patologias e pseudopatologias.

Conduzimos nossas análises utilizando o método de inspeção macroscópica (Ferigolo, 2007). Este procedimento tem execução simples, mas suficiente para a detecção e descrição de macroalterações de superfície (Figura 2). Este tipo de análise permite diferenciar patologias e pseudopatologias. A identificação de patologias se dá pela detecção da reação óssea, que se trata de uma resposta metabólica numa tentativa de restaurar a região afetada (Waldron, 2009). Em alguns casos, a reação pode ser completa, significando que a lesão não causou a morte do indivíduo e houve total recuperação. Outra condição é o trauma ósseo não ocasionar a morte imediata do indivíduo, permitindo uma reação óssea parcial, mas detectável. Finalmente, o trauma pode causar uma morte súbita ou tão rápida que a reação óssea não teve tempo de se

formar, neste caso, a identificação da patologia não é impossível, mas torna-se mais difícil.



Figura 2: Processo de triagem e análise macroscópica realizados no Museu Câmara Cascudo.

O diagnóstico para as alterações foi possível a partir de comparações com casos já registrados na literatura. Para isso, também utilizamos lupas estereoscópicas para melhor observar as alterações e paquímetro digital com precisão de 0,01 mm para dimensioná-las.

2.2.2 Terminologia anatômica

A estrutura exoesquelética dos cingulados pode ser dividida em subunidades maiores e menores. As subunidades menores constituem os osteodermos, que são ossos que se localizam sob uma camada queratinizada abaixo da epiderme (Hill, 2006). Osteodermos podem variar de morfologia e ornamentação, tanto ao longo do corpo do indivíduo como em diferentes estágios ontogenéticos (Gillette *et al.*, 2015). São os osteodermos que compõem as subunidades maiores: escudo cefálico, carapaça, anel caudal e tubo caudal. O tubo caudal é restrito aos gliptodontes, mas não é presente em todos os gêneros, de modo que algumas espécies apresentam a cauda revestida por osteodermos conectados, formando anéis caudais, como em cingulados não gliptodontídeos.

Descrevemos as lesões utilizando terminologias específicas para cada região do exoesqueleto. Para a carapaça com um todo e para o tubo caudal, utilizamos a terminologia proposta por Porpino *et al.* (2014) (Figura 3). Para osteodermos isolados ou fragmentos, adotamos os termos anatômicos propostos por Hill (2006), Porpino *et al.* (2014) e Gillette *et al.* (2015) referentes à ornamentação da superfície externa dos osteodermos (Figura 4).

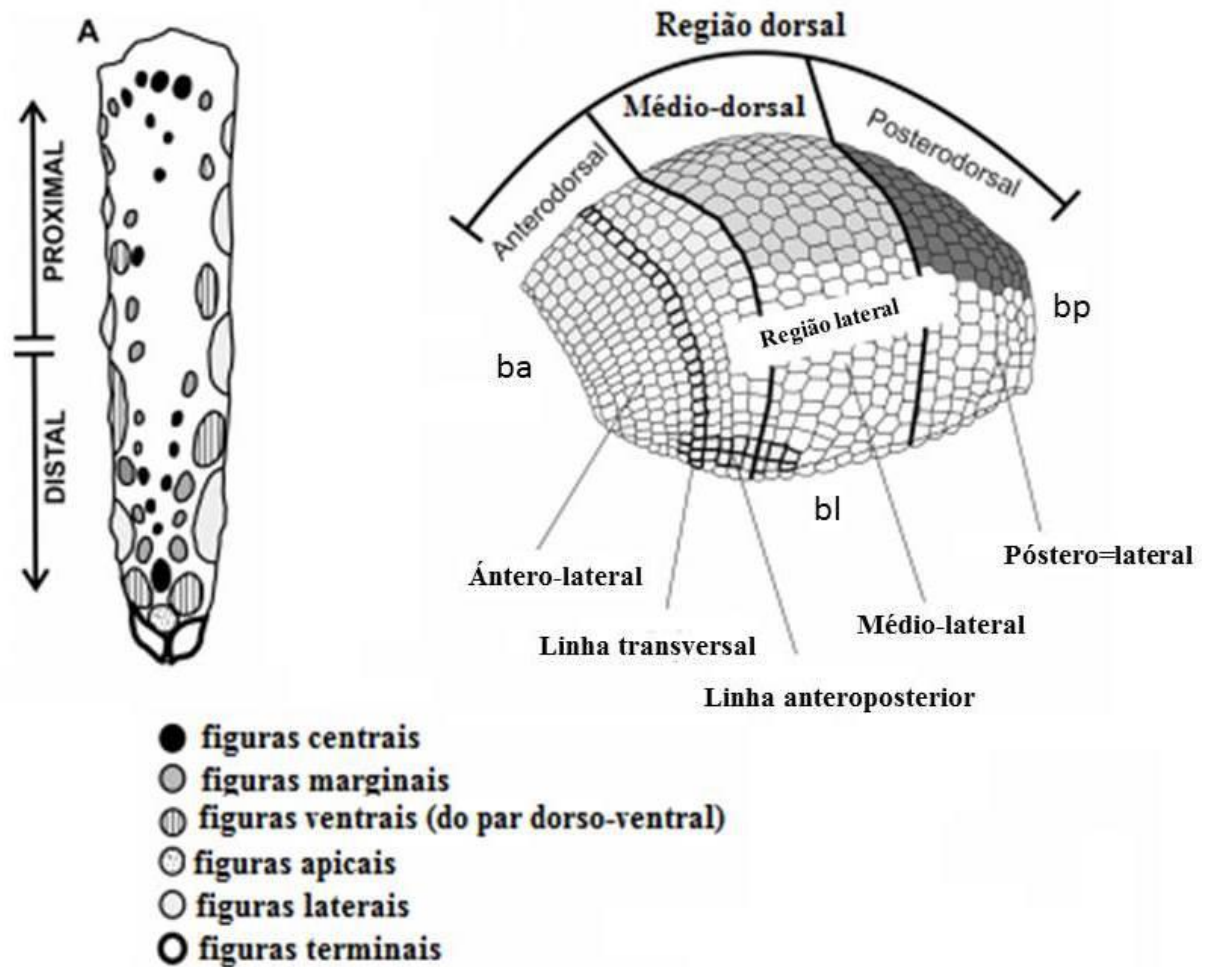


Figura 3: Terminologia anatômica empregada para tubo caudal e carapaça de *Panochthus* sp. **ba:** borda anterior; **bl:** borda lateral; **bp:** borda posterior. Retirado e modificado de Porpino, Fernicola e Bergqvist (2014).

Em alguns casos, como osteodermos de *Panochthus* sp., os termos figura principal e figura central referem-se à mesma estrutura, e aqui utilizamos a primeira terminologia. Consideramos fragmentos de carapaça osteodermos associados em número maior que dois, embora estes tenham sido analisados e contabilizados na categoria de osteodermos isolados por representarem uma pequena fração da estrutura completa do exoesqueleto dorsal.

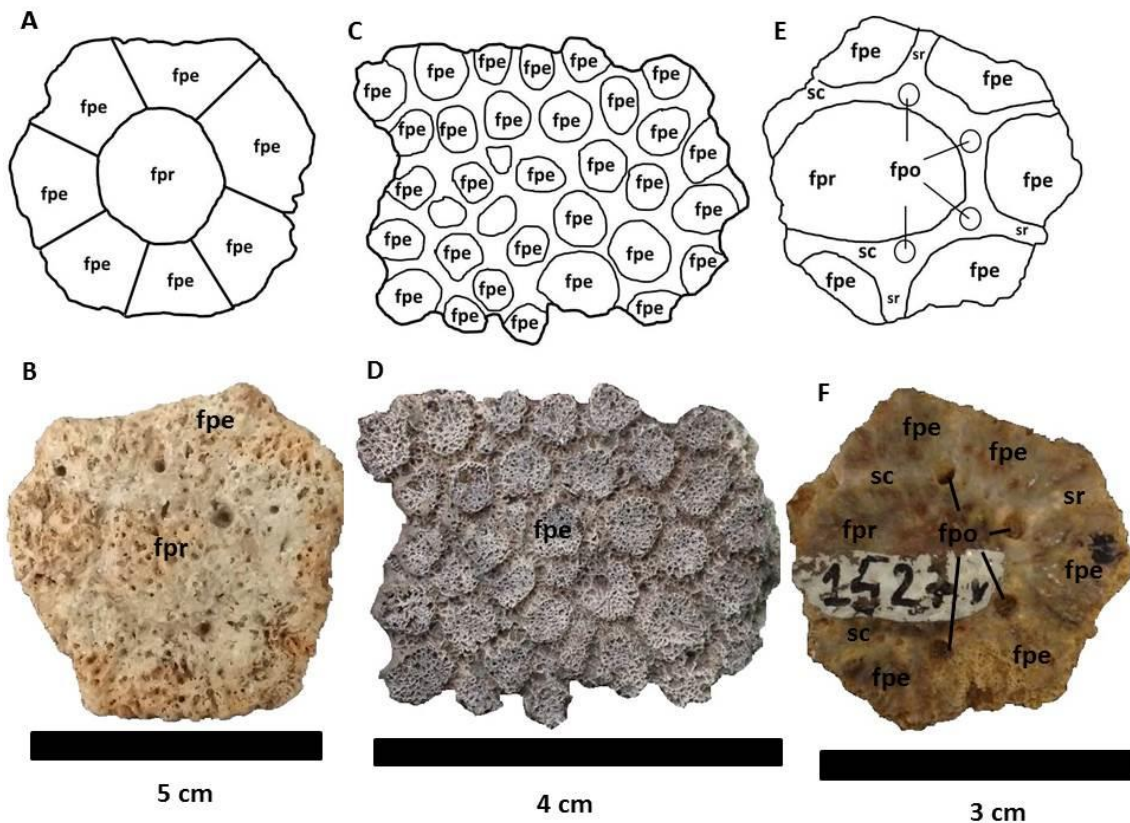


Figura 4: Representação esquemática e terminologia para estruturas que compõem a ornamentação da superfície externa de osteodermos. A: *Glyptotherium* sp.; B: *Pachyarmatherium brasiliense*; C: *Panochthus* sp. sr: sulco radial; fpo: fólculo piloso; fpr: figura principal; fpe: figura periférica sc: sulco central. Escalas: A: 5 cm, B: 3 cm, C: 4 cm.

Para *Panochthus* Porpino *et al.* (2014) denominam as figuras periféricas que compõem a ornamentação dos osteodermos no dorso e ventre da carapaça e laterais do tubo caudal como figuras pequenas, por não estarem associadas a figuras principais (Figura 4C e 4D). Contudo, devido à presença de uma figura principal em osteodermos das laterais da carapaça (ver Figura 8 e 10C para osteodermos da borda), utilizaremos aqui a denominação figuras periféricas indiscriminadamente para as figuras de menor tamanho, estejam estas associadas ou não a uma figura principal.

2.2.3 Terminologia patológica

As alterações ósseas observadas também seguiram terminologias e conceitos já consagrados na literatura. No entanto, alguns termos podem gerar confusão ou ambiguidade no que se refere à bioerosão óssea. Nesse contexto, ressaltamos a distinção dos termos *pitting* e perfuração ou escavação. Matthias, Whitney e Carpenter (2016) descrevem *pitting* ou crateramento como cavidades horizontalmente geradas por erosões

na superfície cortical externa e com potencial de penetrar no osso trabecular (Figura 5a). Diferentemente, perfuração é um termo utilizado para a formação de cavidades com caráter verticalizado, com bordas circulares bem delimitadas (Figura 5b).

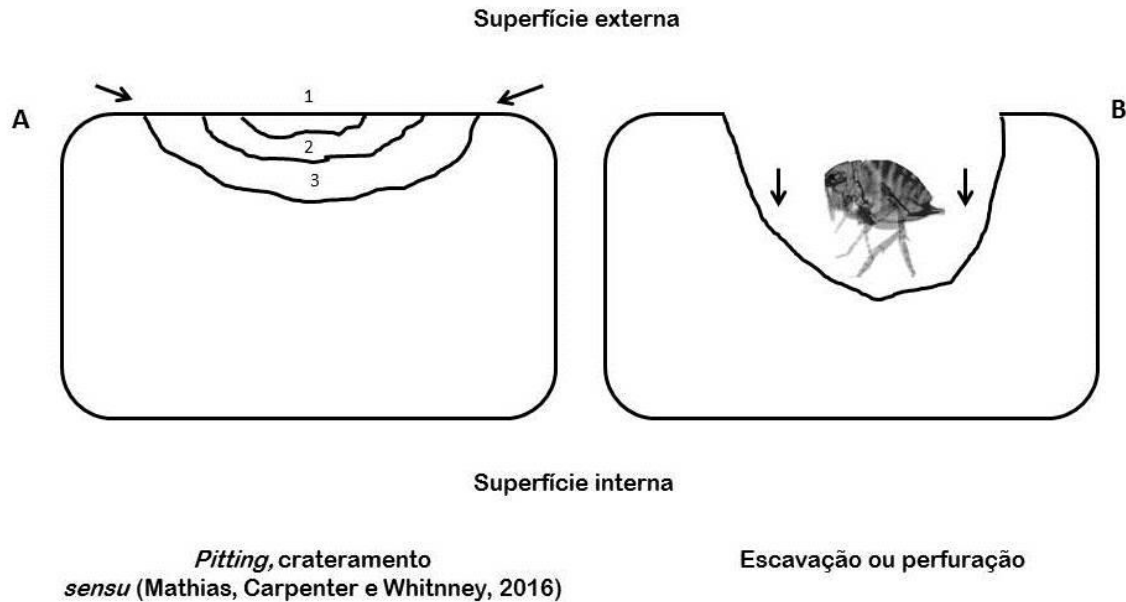


Figura 5: (A) *Pitting*; as setas indicam o desgaste laminar gerando a cratera a medida que esta remove o material ósseo do osteodermo. Os números 1, 2 e 3 representam a evolução do *pitting*. (B) escavação: há a formação de uma câmara provocada pela neossomia (ovipostura) da pulga. Notar o aspecto vertical da escavação indicado pelas setas.

Recorrendo à Rothschild & Martin (2006), Ferigolo (2007) e McGavin e Zachary (2009), utilizamos nomenclaturas técnicas aplicadas em medicina humana ou veterinária para descrição de patologias traumáticas e infecciosas.

2.2.4 Protocolo de Istambul

O Protocolo de Istambul (PI) proporciona uma terminologia padrão para melhor diagnosticar traumas em estudos de ciências forenses. Appleby, Thomas e Buikstra (2015) reconheceram que essas orientações teriam boa aplicabilidade para estudos em paleopatologia, num sentido de melhor quantificar o diagnóstico e evitar ambiguidades, e criaram um PI modificado para tal finalidade, composto por cinco categorias.

Entretanto, neste trabalho consideramos uma revisão e modificação do PI proposta por Matthias, Whitney e Carpenter (2016), os quais o excluíram a categoria “Típica”, mantendo apenas a “Altamente consistente”, por considerarem a primeira vaga. Sobre esta justificativa aplicamos o PI modificado sugerido por estes autores, que inclui somente as seguintes categorias:

1. Não consistente: a lesão pode não ter sido causada pela condição descrita;
2. Consistente com: a lesão pode ter sido causada pela(s) condição(ões) descrita(s), mas ela é não específica e há outras possíveis;
3. Altamente consistente: a lesão pode ter sido causada pela(s) condição(ões) descrita(s), e há poucas outras causas possíveis;
4. Diagnóstico de: a lesão não pode ter sido causada de nenhum outro modo que não seja a condição descrita (i.e., ela é patognomônica).

2.2.5 Sistemática

Neste trabalho, seguiremos a sistemática para os táxons de cingulados proposta nos seguintes trabalhos: para os gêneros *Panochthus* e *Glyptotherium*, adotamos a classificação de Porpino, Fernicola e Bergqvist (2014) e Oliveira, Porpino e Barreto (2010), respectivamente. Para *H. euphractus*, utilizamos Porpino, Fernicola e Bergqvist (2010). Por último, seguimos Porpino *et al.* (2009) para *P. brasiliense*.

3. Resultados

3.1 *Hoplophorus euphractus*

Supeordem Xenarthra Cope, 1889

Ordem Cingulata Illiger, 1811

Subordem Glyptodontia Amenghino, 1889

Família Panochthidae Castelanos, 1827

Gênero *Hoplophorus*, Lund 1839

Hoplophorus euphractus Lund, 1839

Material analisado: uma carapaça (MHN-1003) e um tubo caudal (MHN-1005);

Aspectos Gerais

Analisamos uma carapaça incompleta (MHN-1003) possuindo aproximadamente 103 cm de comprimento e 56 cm de largura e um tubo caudal (MHN-1005) com aproximadamente 60 cm de comprimento e 17 de largura. Os fósseis utilizados em nossas análises foram encontrados em associação com outros elementos do endoesqueleto, segundo Paula Couto (1947, 1957). Estes elementos do exoesqueleto apresentam-se no mesmo estágio ontogenético, como também os demais elementos do endoesqueleto encontrados em associação. A partir disso, é passível concluir que

pertencem a um mesmo indivíduo. Em comparação com outros gliptodontes pleistocênicos da RIB, os osteodermos de *H. euphractus* são menores, pouco espessos, têm pequeno grau de rugosidade e sua figura principal apresenta uma suave concavidade (Porpino, Fernicola e Bergqvist, 2010).

Descrição das alterações

A alteração mais comum em MHN-1003 é o desgaste da ornamentação em diversos pontos da carapaça, consistindo em lesões multifocais (*sensu* Matthias, McWhinney e Carpenter, 2016). Os locais mais afetados são as regiões laterais e latero-dorsal. As alterações diagnosticadas são: perda da ornamentação na superfície dos osteodermos em diversos pontos da carapaça (Figura 6C) e a presença de um orifício de aproximadamente oito centímetros de diâmetro (Figura 6A e 6B).

Essas perdas configuram-se em erosões que atingem diferentes níveis em alguns pontos da carapaça. Uma marca desse tipo bastante acentuada ocorre na região próxima a um orifício, onde há exposição de tecido esponjoso e a obliteração de grande parte da ornamentação da superfície externa dos osteodermos nos pontos atingidos. Além disso, os osteodermos diretamente afetados pelo orifício apresentam uma inclinação para o interior da carapaça. Nas porções laterais, os locais com lesão também apresentam perda considerável da ornamentação e a formação de crateras por uma possível erosão (Figura 6C).

Examinando o tubo caudal MHN-1005 (Figura 7), constatamos lesões brandas na porção medial e lesões mais graves nas laterais das porções proximal e distal. As lesões assemelham-se às da carapaça. Observamos pouca ornamentação preservada em alguns pontos, pequenas fraturas e maior fragmentação na porção caudo-lateral direita. O tubo caudal desta espécie apresenta, em sua extremidade caudal, um par de figuras laterais e um par de figuras terminais de formato elíptico, com tubérculos cônicos centrais, as quais serviam para a inserção de um tubérculo no centro (Porpino, Fernicola e Bergqvist, 2010). No tubérculo central da figura lateral esquerda, existe um orifício em direção ao interior do tubo caudal, assemelhando-se a uma cloaca. Os osteodermos situados entre as figuras laterais e terminais têm maior nível de desgaste do que o de outros pontos do tubo caudal (Figura 7B e 7C). O anel caudal que separa a extremidade cranial do tubo caudal da carapaça possui na lateral direita um sulco profundo rodeado por desgaste da superfície, criando um aspecto rugoso com algumas cavidades

circulares associadas à região do desgaste. Observamos à presença de uma depressão topográfica próxima a região do sulco, com parte da ornamentação preservada. Há outros pontos do anel caudal que preservam a ornamentação e delineamento topográfico, demonstrando que as feições descritas não são normais.

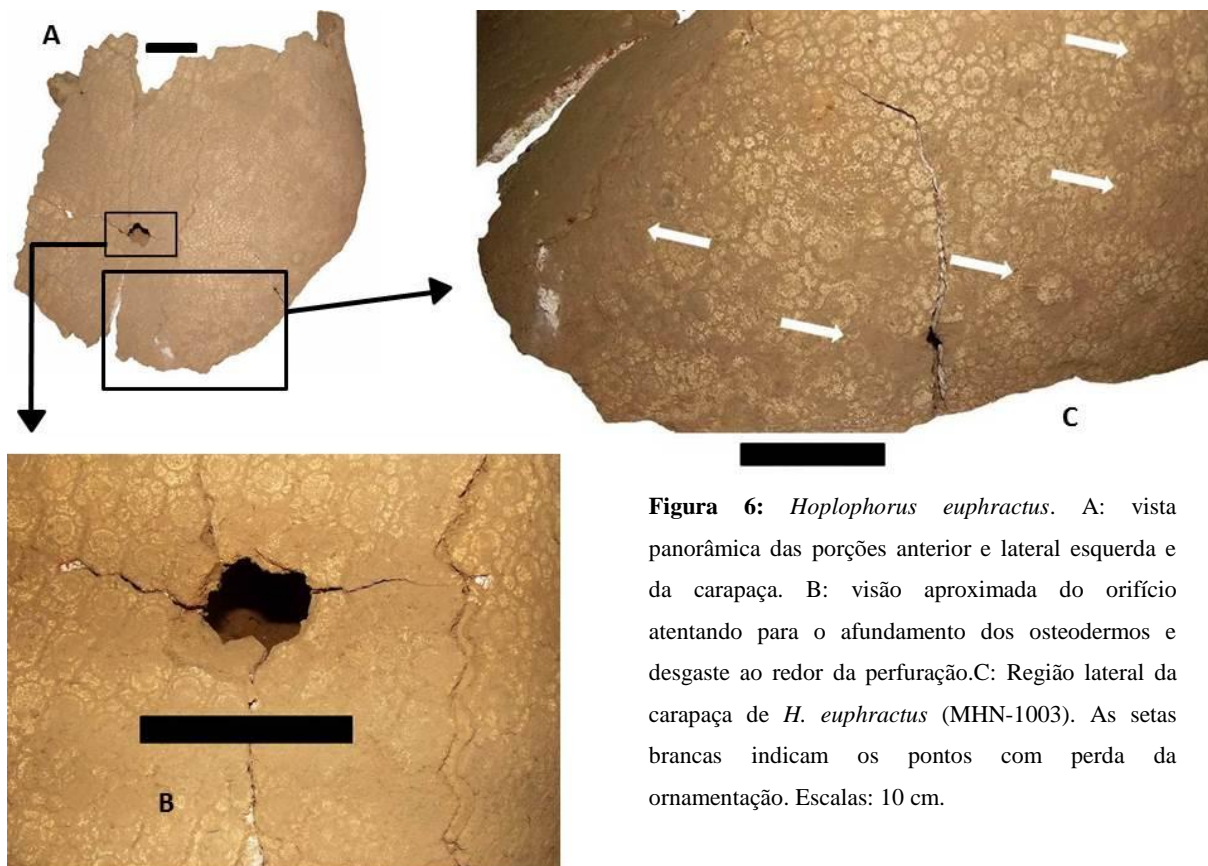


Figura 6: *Hoplophorus euphractus*. A: vista panorâmica das porções anterior e lateral esquerda e da carapaça. B: visão aproximada do orifício atentando para o afundamento dos osteodermos e desgaste ao redor da perfuração. C: Região lateral da carapaça de *H. euphractus* (MHN-1003). As setas brancas indicam os pontos com perda da ornamentação. Escalas: 10 cm.

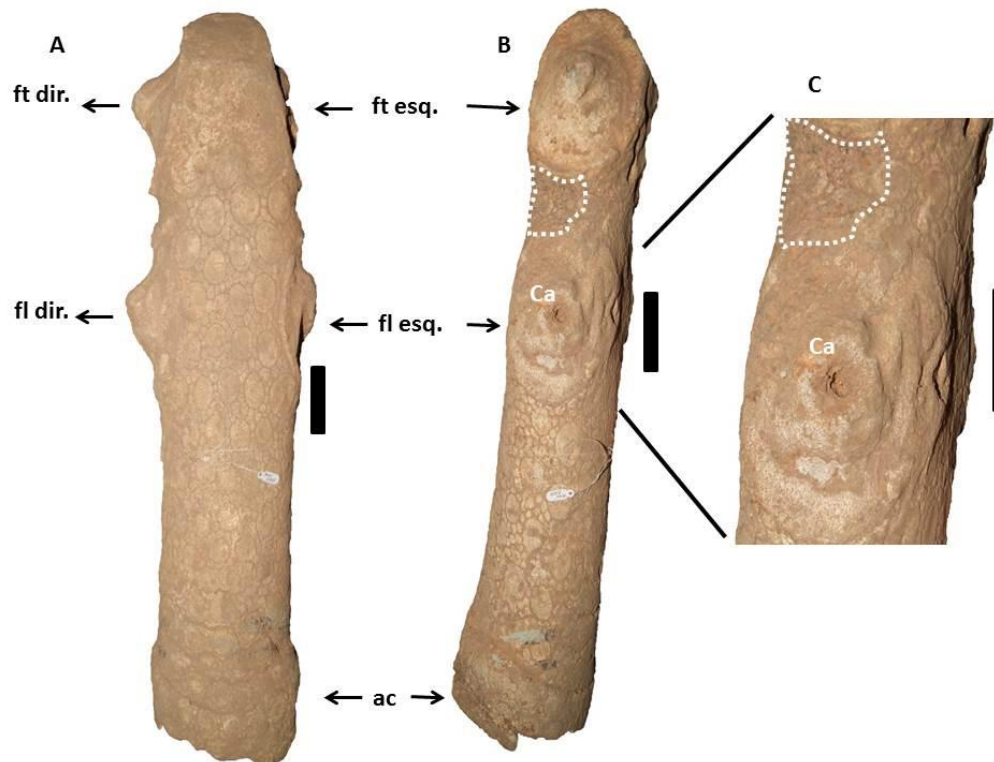


Figura 7: Tubo caudal de *H. euphractus* (MHN-1005). **A:** vista dorsal. **B:** vista lateral esquerda. **C:** destaque da alteração na ornamentação adjacente ao orifício formado na figura lateral em um possível caso de osteomielite. Em B e C, as linhas tracejadas dimensionam a lesão. **ac:** anel caudal. **fl:** figuras laterais. **ft:** figuras terminais. **Ca:** cloaca. Escalas: 10 cm.

3.2 *Panochthus* sp.

Superordem Xenarthra Cope, 1889

Ordem Cingulata Illiger, 1811

Subordem Glyptodontia Ameghino, 1889

Família Panochthidae Castellanos, 1927

Subfamília Panochthinae Castellanos, 1927

Tribo Panochitini Castellanos, 1927

Gênero *Panochthus* Burmeister, 1866

Panochthus sp.

Material analisado: uma carapaça incompleta (MCC-1603), um fragmento da região lateral de tubo caudal (sem número de tombo), 162 osteodermos isolados, 53 apresentando alterações: DEGEO-UFPE-2434, DEGEO-UFPE-5914; DEGEO-UFPE-7440; MCC-1385; MCC-1411; MCC-1412; MCC-1419; MCC-1422; MCC-1425; MCC-1427; MCC-1430; MCC-1575; MCC-1598; MCC-1602; MCC-1604; MCC-1606; MCC-1607; MCC-1609; MCC-1614; MCC-1615; MCC-1629; MCC-1631; MCC-1632;

MCC-1634; MCC-1637; MCC-1638; MCC-1653; MCC-1654; MCC-1657; MCC-1659; MCC-1661; MCC-1665; MCC-1672; MCC-1674; MCC-1685; MCC-1686; MCC-2957; MCC-2967; MCC-3218; MCC-3222 e 11 peças sem número de tombo.

Aspectos gerais

Gliptodontes do gênero *Panochthus* possuem osteodermos robustos e com uma ornamentação variável ao longo do seu exoesqueleto. Os osteodermos da região próxima da borda lateral têm figuras centrais e periféricas diferentemente do restante da região lateral e da região dorsal, estas últimas portando, na maioria das espécies, osteodermos apenas com figuras periféricas (Burmeister, 1874), provavelmente homólogas as figuras periféricas dos osteodermos portadores de figura principal. Observamos osteodermos de diferentes pontos da carapaça apresentando lesões diferentes, que variavam de acordo com a ornamentação dos osteodermos.

Descrição das alterações

Examinamos uma carapaça incompleta (MCC-1603) de aproximadamente 150 cm de comprimento e 120 cm de largura. Esta carapaça provavelmente pertence a um único indivíduo devido ao fato dos osteodermos desarticulados terem sido encontrados associados à carapaça e apresentarem mesmo grau ontogenético; também observamos que se tratava de um cingulado adulto, visto o grau de fusionamento dos osteodermos da carapaça, especialmente na região dorsal, onde as suturas entre os osteodermos são pouco visíveis. As regiões da carapaça mais afetadas foram as regiões posterior e a lateral. Notamos perda de ornamentação multilocalizada, onde na região lateral, a ornamentação característica também foi perdida em alguns pontos, conferindo um aspecto áspero e irregular, em parte pela exposição do tecido esponjoso. Observamos também formação de microcavidades em figuras principais de osteodermos próximos da borda posterior da carapaça (Figura 8) e *pitting*, com alguns pontos com possível reação óssea, essa última não observada em *H. euphractus*. Este exemplar está bastante fragmentado na região anterior, sendo bem distinguíveis as quebras tafonômicas de possíveis fraturas patológicas (ver Figura 5G em Porpino, Fernicola e Bergqvist, 2014).

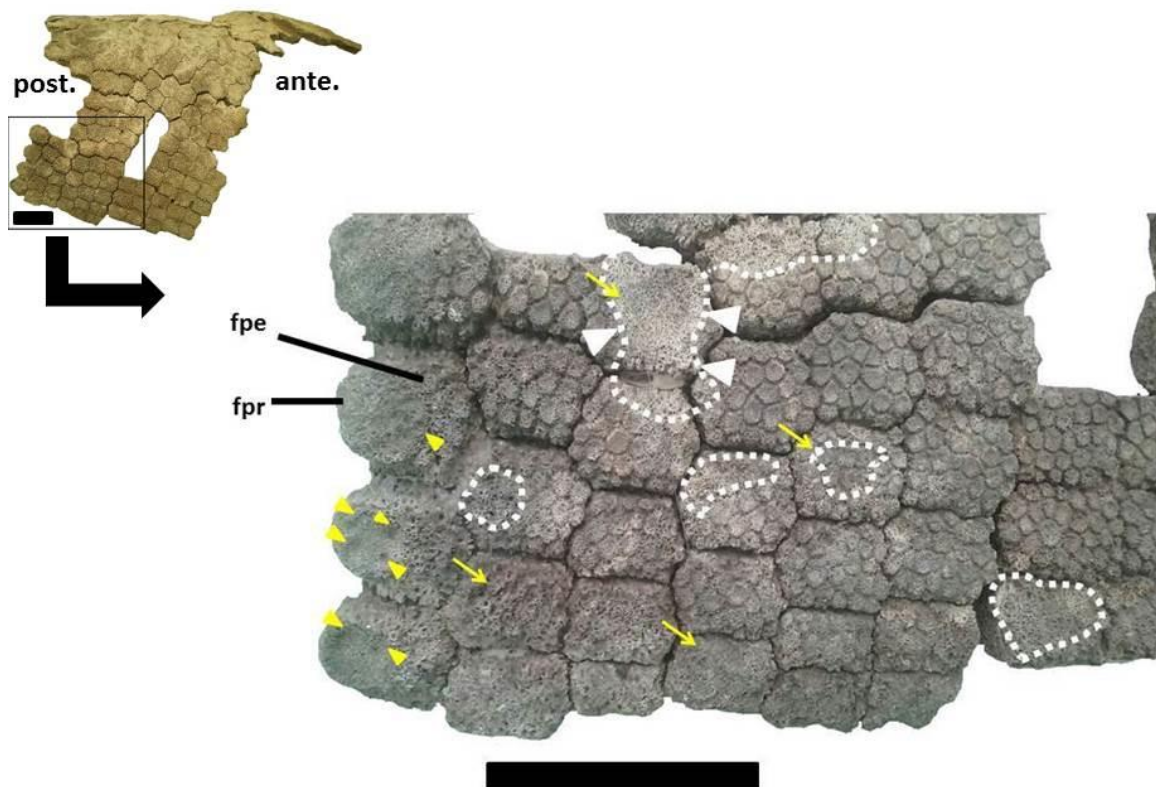


Figura 8: Região látero-posterior direita da carapaça de *Panochthus* (MCC-1603). As flechas amarelas indicam *pitting* e as linhas tracejadas determinam a extensão das lesões. As setas brancas indicam marcas de reação óssea e as setas amarelas apontam para a formação de microcavidades na figura principal em osteodermos da borda posterior da carapaça. **fp**=figura principal; **fc**=figura periférica. Escalas: 10 cm

As alterações em osteodermos isolados de *Panochthus* de Pernambuco e Rio Grande do Norte apresentam as mesmas alterações descritas em MCC-1603. A ornamentação muitas vezes torna-se imperceptível, com osteodermos apresentando perda parcial ou total da mesma. Apenas para o material de Pernambuco, notamos, em alguns osteodermos, um desgaste que atinge apenas as bordas, provocando uma exposição de tecido esponjoso com caráter polido (Figuras 9A e 9C), os quais podem representar alterações tafonômicas (i.e. *post mortem*) ao invés de patológicas (ver discussão). Por outro lado, também entre o material de Pernambuco, observamos osteodermos com *pitting*, desgaste irregular e reação óssea, que configuram reações *ante mortem* (Figuras 9B e 9D). Independente do local da carapaça, todos os osteodermos de ambas localidades possuíam desgaste da superfície externa, resultando em exposição leve a severa de tecido esponjoso.

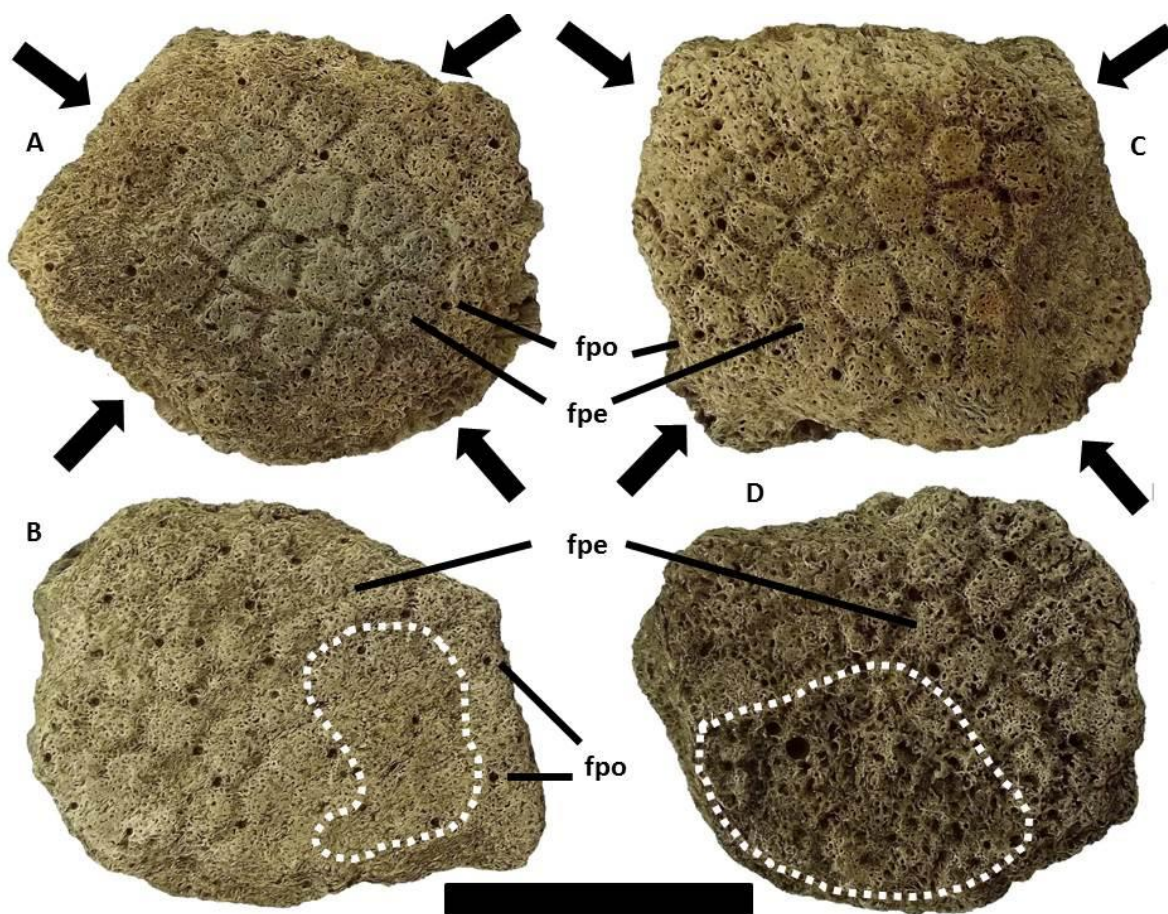


Figura 9: Osteodermos de *Panochthus* sp. alterados tafonomicamente, superfície externa. Em **A** e **C** (sem número de tombo) as setas negras apontam para o desgaste atingindo apenas as bordas. Em **B** e **D** (sem número de tombo), osteodermos patológicos, a linha tracejada dimensiona a área lesionada pela exposição de tecido esponjoso. **fpe**; figuras periféricas; **fpo**: folículo pilífero. Escalas: 4 cm

No material de Currais Novos, a inspeção de alguns osteodermos articulados da região dorsal mostrou uma distribuição pontuada das lesões degenerativas, provocando perda parcial da ornamentação em grande parte da superfície do fragmento e formação de cristas por erosão irregular (MCC-1412; Figura 10A), condição pouco observável em osteodermos isolados (MCC-1653; Figura 10B). Poucos osteodermos da região dorsal da carapaça MCC-1603 apresentam *pitting*. Como observado em *Glyptotherium* (ver 3.3), em *Panochthus* presenciamos alguns poucos osteodermos apresentando resposta óssea em decorrência da lesão; esta característica confere à superfície afetada um aspecto semipolido e retorcido (Figura 10B). Observamos também a formação de *pitting* na figura principal dos osteodermos laterais e posteriores, o qual modificou a figura principal gerando uma pequena crista proveniente de uma dupla depressão e

aumento da profundidade das mesmas, representando, possivelmente, dois processos de *pitting* que coalesceram com o avanço da lesão (Figura 9C).

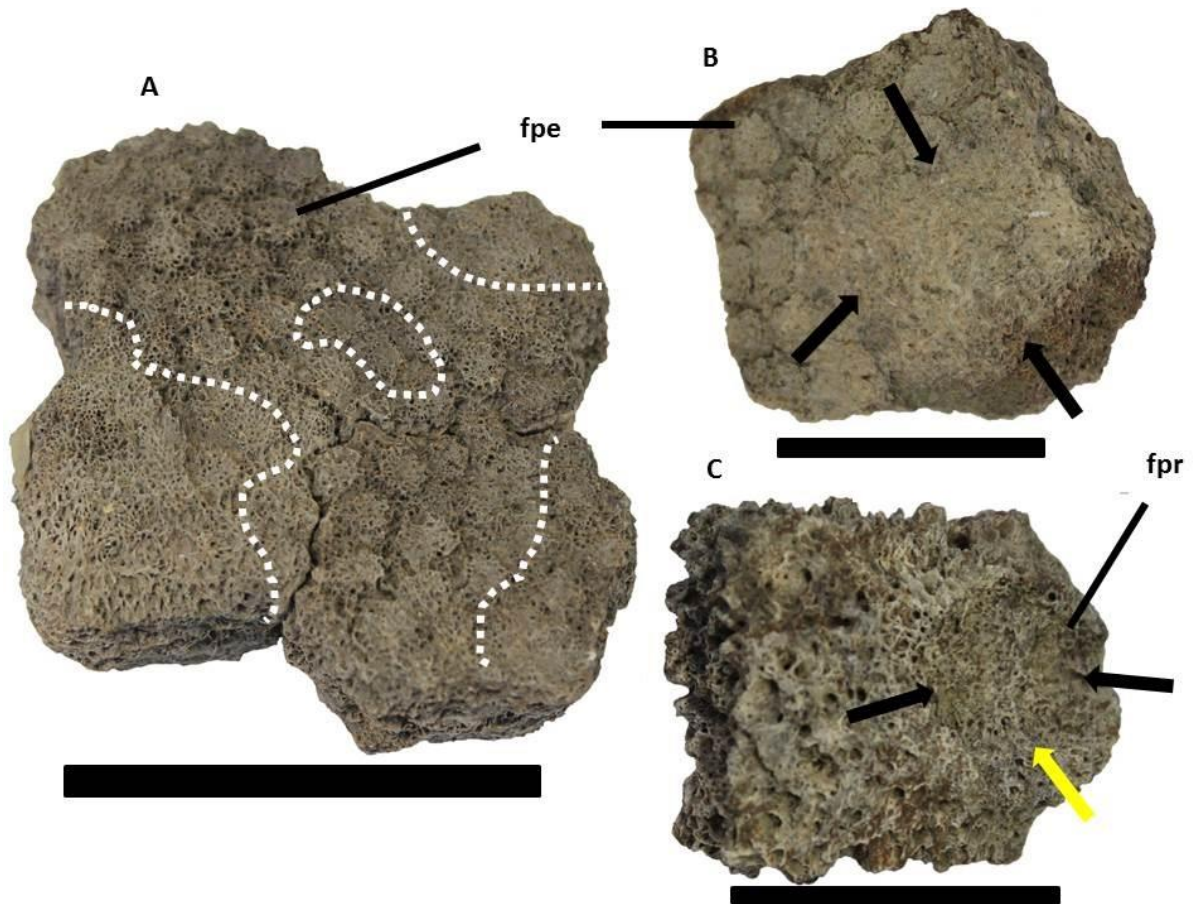


Figura 10: Osteoderms de *Panochthus* sp., superfície externa. **A**, fragmento da região dorsal da carapaça (MCC-1412) com lesões pontuadas demarcadas pelas linhas tracejadas. **B**, osteodermo da região dorsal (MCC-1653) com reação óssea apontada pelas setas negras. **C**, *pitting* em figura principal de osteodermo da borda posterior da carapaça apontado pelas setas negras. A seta amarela aponta para uma crista gerada pelo *pitting*. **fpr**: figura principal; **fpe**: figura periférica. Escalas: A: 5 cm; B e C: 4 cm.

Inspecionamos dois fragmentos do tubo caudal de *Panochthus* sp (Sem número de tombo; Figura 11). Baseado na morfologia e distribuição das figuras laterais preservadas no tubo, possivelmente os fragmentos pertencem à região látero-proximal. Apenas as figuras principais e laterais da região dorsal e figuras principais, marginais e laterais da região ventral permaneceram preservadas.

Coincidentemente, a principal alteração encontrada é a formação de cavidades em torno destas figuras laterais e em alguns osteoderms que estão próximos. As

alterações encontradas estão dispostas nas duas laterais do tubo, não necessariamente atingindo as figuras laterais. Ele está severamente afetado na região lateral esquerda distal, com a figura lateral desta região apresentando uma cavidade larga e profunda, com aproximadamente dois centímetros de diâmetro, e curiosamente, a formação de microcavidades dentro da mesma, atingindo o osso trabecular (Figura 11A). Há também o aparecimento de um maior número de cavidades de menor tamanho, exposição do tecido esponjoso e outras cavidades isoladas na mesma região, mas numa parte mais ventral (Figura 11B). Contudo, as cavidades presentes não parecem ser originadas pelo desgaste horizontal da ornamentação, não configurando o *pitting*. Na Figura 11C, observamos uma depressão atingindo também outro fragmento de região lateral, e em associação, observamos marcas de desgaste da ornamentação, como também na região lateral, como mostrado em 11A e 11B.

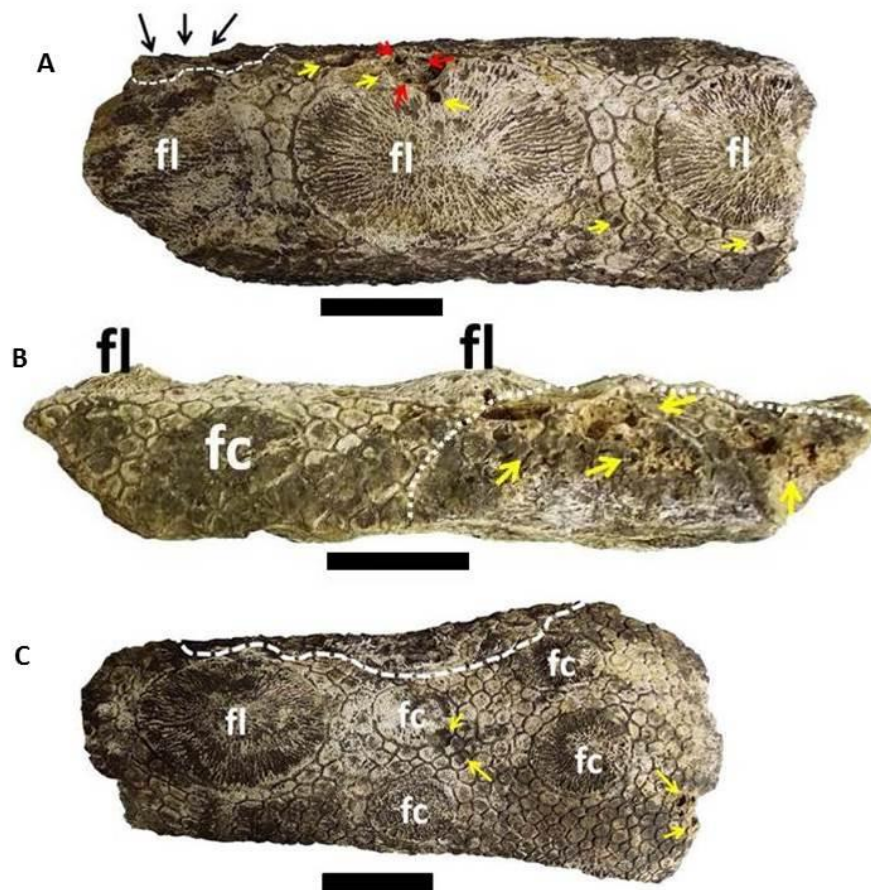


Figura 11: Fragmentos da região lateral de tubo caudal de *Panochthus* sp. (sem número de tombo). Em **A** e **C** vista lateral, **B** vista ventral, as setas amarelas apontam para as cavidades formadas por escavação. Apenas em **A**, **visão lateral**, as setas vermelhas indicam a formação de cavidades menores dentro da cavidade maior. As setas pretas apontam o local da depressão (ver texto). As linhas tracejadas indicam a extensão da alteração da ornamentação. **fc**; figura central **fl**: figura lateral. Escalas. 5 cm.

3.3 *Glyptotherium* sp.

Superordem Xenarthra Cope, 1889

Ordem Cingulata Illiger, 1811

Subordem Glyptodontia Amenghino, 1889

Superfamília Glyptodontoidea Gray, 1869

Família Glyptodontidae Gray, 1869

Subfamília Glyptodontinae Gray, 1869

Gênero *Glyptotherium* Osborn, 1903

Glyptotherium sp.

Material analisado: 1436 osteoderms isolados, com 155 apresentando alterações: MCC-264; MCC-269; MCC-271; MCC- 272; MCC-278; MCC-279; MCC- 289; MCC-291; MCC-293; MCC-296; MCC-299; MCC-300; MCC-301; MCC-304; MCC-306; MCC- 307; MCC-311; MCC-501; MCC-507; MCC-606; MCC-612; MCC-615, MCC-618; MCC-622; MCC-623; MCC-631; MCC-673; MCC-680; MCC-687; MCC-688; MCC-709; MCC-712; MCC-726; MCC-733; MCC-736; MCC-741; MCC-872; MCC-873; MCC-1198; MCC-1199 MCC-1201; MCC-1202; MCC-1332; MCC-1337; MCC-1941; MCC-1944; MCC-1885; MCC-1888, MCC-1898; MCC-1913; MCC-1920; MCC-1223; MCC-1927; MCC-1950; MCC-1951; MCC-1980; MCC-1991; MCC-1197; MCC-1998; MCC-2012; MCC-2035; MCC-2043; MCC-2057; MCC-2069; MCC-2073; MCC-2074; MCC-2085; MCC-2098; MCC-2115; MCC-2116; MCC-2123; MCC-2125; MCC-2139; MCC-2148; MCC-2151; MCC-2154; MCC-2158; MCC-2161; MCC-2166; MCC-2177; MCC-2178; MCC-2185; MCC-2187; MCC-2188; MCC-2192; MCC-2196; MCC-2206; MCC-2208; MCC-2213; MCC-2229; MCC-2225; MCC-2236;

Aspectos Gerais

Para *Glyptotherium* sp., analisamos um total de 1436 osteoderms pertencentes a um indivíduo adulto. Informações de campo relatam que eles foram coletados em associação com elementos de endoesqueleto, que inclui vários elementos pareados que apresentam correlação anatômica e ontogenética, como por exemplo, tíbia-fíbula esquerda e direita. Este material endoesquelético associado foi estudado por Barbosa *et al.* (2014). Os autores registraram artrite em diversos ossos, uma condição que atinge principalmente indivíduos senis. Entre os osteoderms, 155 apresentam alterações.

Osteodermos de *Glyptotherium* são robustos e têm como característica marcante uma superfície rugosa, com figura principal e figuras periféricas em número de seis a nove (Oliveira *et al.*, 2010).

Descrição das alterações

Os osteodermos deste táxon apresentam como principais alterações a formação de cavidades (*pitting*) com diversos tamanhos, apresentando sulcos regulares e ou irregulares internos ou externos às cavidades. Muitos osteodermos apresentaram lesões multifocais. Possivelmente, essas cavidades e sulcos foram produzidos pelo mesmo agente. Observamos o *pitting* em estágios iniciais, intermediários e avançados, exemplificados por MCC-668, MCC-631 e MCC-2229, respectivamente (Figura 13C, 13D e 13E), resultando em perda parcial ou total da ornamentação.

Estabelecemos esses estágios com base nos diferentes tamanhos de crateras encontradas. Nos locais de perda da ornamentação, ocorre à exposição de tecido esponjoso de forma pontual ou espalhada. Curiosamente, há um aumento da cavidade em direção a um determinado ponto, onde se torna mais profunda gerando um declive, como visto em MCC-2221 (Figura 11A). Além disso, a erosão da superfície não obrigatoriamente cria cavidade. Em alguns casos, o desgaste causa danos extensos que apagam completamente a ornamentação da superfície externa. Alguns osteodermos demonstram sinais de reação óssea pela deposição de cálcio em locais de exposição severa de tecido esponjoso, como observado em MCC-2375 (Figura 11B). Essa deposição mineral ocorre apenas sobre alguns osteodermos, pois nem todos com lesões severas têm reação óssea.

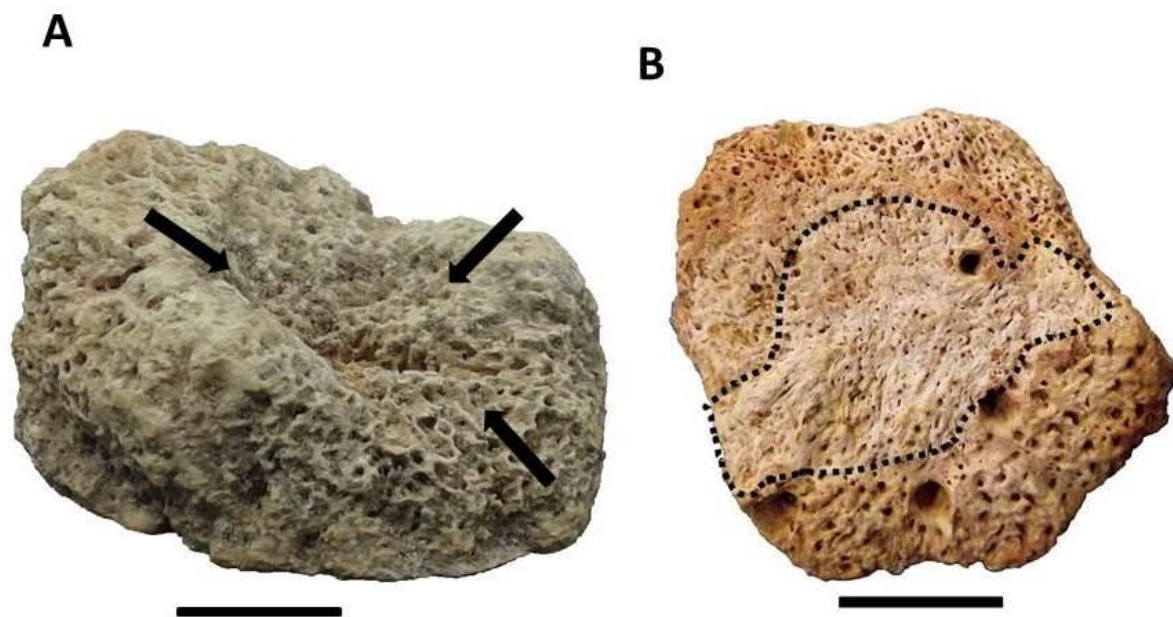


Figura 12: Osteoderms de *Glyptotherium* sp., superfície externa. **A** (MCC-2221), processo de *pitting* bastante acentuado onde as setas negras mostram o aumento da profundidade da cavidade em direção a um determinado ponto, gerando um declive. Em **B** (MCC-2375), As linhas tracejadas em negro apresentam a área com reação óssea; notar o grau de remodelação gerada pela deposição de cálcio. Escalas: 3 cm.

Alguns osteoderms apresentaram a formação de orifícios circulares bem delimitados que penetram até o tecido esponjoso. Além disso, a superfície interna desses orifícios tem um caráter polido, como visto em MCC-2565 e MCC-1198 (Figura 12 A e 12B, respectivamente), algumas coincidindo com os forames pilíferos, que se encontram ampliados (Figura 12A). Consideramos que esta alteração não se trata de *pitting*, pois não causa desgaste uniforme da superfície. Outra característica observada nessas alterações é que, não há necessariamente perda da ornamentação das figuras principais ou periféricas quando estas estão atingidas pela escavação.

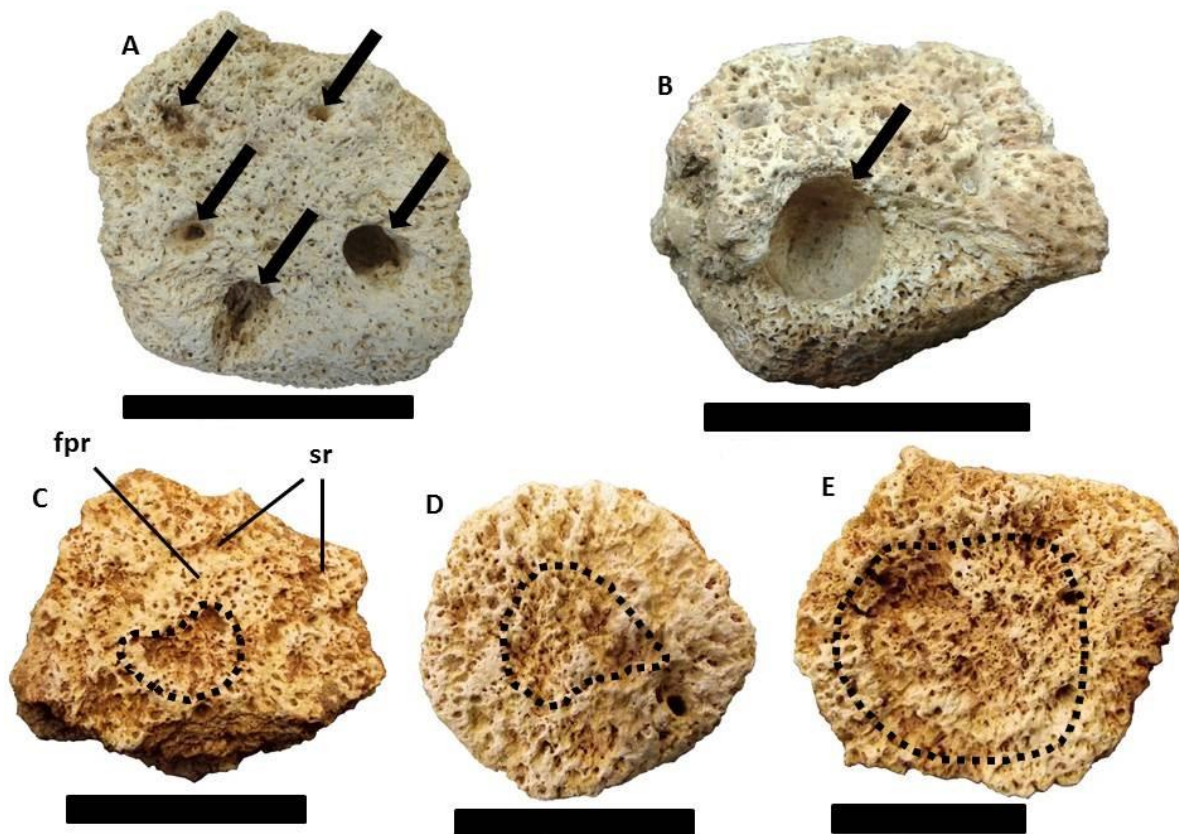


Figura 13: Osteoderms de *Glyptotherium* sp, superfície externa. Em **A** e **B**, as setas apontam para as cavidades formadas por processo de escavação em MCC-2565 e MCC-1198. Em **C**, **D** e **E**, estágios do processo de pitting inicial em MCC-668, intermediário em 631 e avançado em MCC-2229. As linhas tracejadas dimensionam a lesão em cada estágio. Escalas: 4 cm.

3.4 *Pachyarmatherium brasiliense*

Superordem Xenartha Cope, 1889

Ordem Cingula Illiger, 1811

Cingulata *incertae sedis*: “Dasypodidae”

Gênero *Pachyarmatherium*, Downing and White, 1995

Pachyarmatherium brasiliense Porpino, Fernicola & Bergqvist, 2009

Material analisado: 57 osteoderms isolados com 10 apresentando alterações (DEGEO-UFPE-7410; DEGEO-UFPE-7423; DEGEO-UFPE-7424; DEGEO-UFPE-7426; DEGEO-UFPE-7432; DEGEO-UFPE-7264) e quatro sem número de tombo.

Aspectos Gerais

Comparado aos gliptodontes estudados, *P. brasiliense* tem osteodermos hexagonais menores, alguns proporcionalmente mais espessos, e superfície lisa, com a figura principal deslocada posteriormente e figuras periféricas poligonais (Porpino et al., 2009). No material de Pernambuco analisamos 35 osteodermos, sendo nove com alterações. Para no material do Lajedo da Escada, analisamos um total de 22 osteodermos e apenas um apresentou alteração.

Descrição das alterações

Os osteodermos das duas localidades possuem alterações similares entre si e com *Glyptotherium* sp. Estas alterações incluem a formação de cavidades circulares bem delimitadas, dispersas na superfície do osteodermo, algumas coincidindo com as saídas dos orifícios pilíferos, que se encontram ampliados, como em *Glyptotherium*. Em DEGEO-UFPE-7266, DEGEO-UFPE-7410 e no osteodermo sem número de tombo do MCC medições mostram que estas são tão extensas quanto às observadas em *Glyptotherium* sp. (Figura 13A, B e C). Uma segunda alteração é a presença de pequenos desgastes na ornamentação da figura principal não afetando tão extensamente quanto em *Glyptotherium*, com exposições pontuais de tecido esponjoso por escavação, configurando um possível *pitting* (Figura 15A). Ressaltamos que, assim como em *Glyptotherium* sp., não obrigatoriamente ocorre a perda da ornamentação em casos de formação das cavidades circulares.

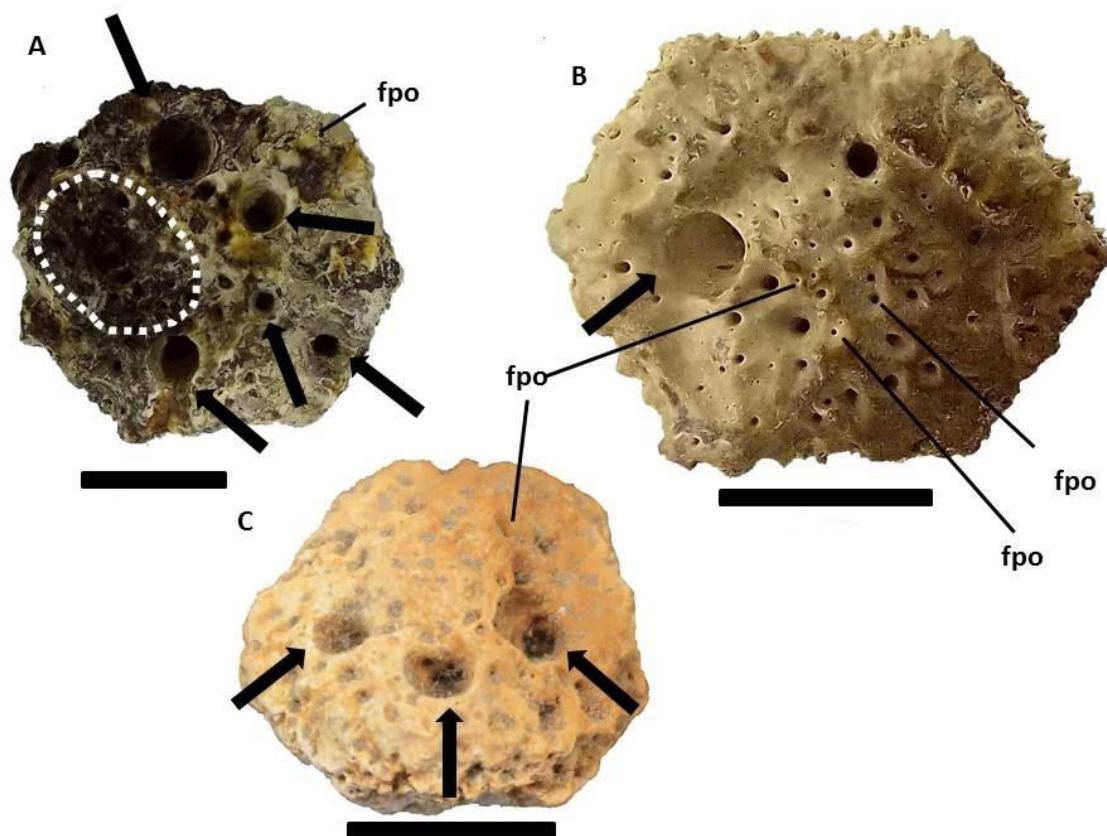


Figura 14: Osteodermos de *Pachyarmatherium brasiliense*, face externa. As setas apontam para os locais onde houve a formação da(s) cavidade(s) em **A** (DEGEO-UFPE-7266), **B** (DEGEO-UFPE-7410) e **C** (sem número de tombo). Em **A**, a linha tracejada destaca um desgaste na figura principal por um possível *pitting*. **fpo**: folículo piloso. Escalas: 1 cm.

4. Discussão

4.1 Infecções possivelmente associadas a lesões traumáticas

Constatamos diversas lesões afetando o tubo caudal de *H. euphractus* (MHN-1005) e o fragmento de tubo caudal de *Panochthus* (sem número de tombo). Ambos os tubos apresentam maiores alterações na região lateral. Em MHN-1005, as figuras laterais e terminais parecem ter sofrido um processo infeccioso externo. Chamamos atenção para a figura lateral esquerda, que parece ter sofrido um processo infeccioso também afetando o tecido ósseo esponjoso interno. Observamos perda considerável da ornamentação diretamente associada às figuras laterais e terminais. Estas marcas de desgaste da ornamentação são parecidas àquelas atribuídas a ataques bacterianos, especialmente pela espécie *Mycobacterium leprae* (Truman, 2005). Entretanto, o mesmo autor afirma que a lepra não causa alterações tão significativas em cingulados.

Dessa forma, é possível que o tubo caudal tenha sido afetado por uma infecção fúngica. Wenker (1998) demonstrou em tatus atuais um caso de esporotricose destruindo grandes extensões da epiderme por um fungo oportunista *Sporothrix scheenckii*, bastante comum em infecções osteológicas, causando erosão superficial.

Um orifício marcado, semelhante a uma cloaca, na figura lateral esquerda do tubo caudal MHN-1005 sugere um caso de osteomielite. Osteomielite é a contaminação da parte interna do osso por patógenos piogênicos, como bactérias, fungos ou vírus. Em estágios mais avançados da doença, ocorre a erupção do pus através de uma cloaca. (Aufderheide e Martín-Rodríguez, 1998). Rothschild e Martin (2006) afirmam que a infecção pode acometer qualquer região orgânica do osso. Diferente de ossos longos do endoesqueleto, o tubo caudal não possui canal medular, o que não é uma restrição para a osteomielite. Ferigolo et al (1995), por exemplo, registrou três casos desta doença em vértebras de cetáceos, que também não têm canal medular. Mediante esta condição anatômica, a infecção pode ter acometido o perióstio e o tecido esponjoso, logo abaixo da porção cortical. Suspeitamos que um evento traumático no tubo caudal facilitou a entrada de patógenos (ver abaixo).

A osteomielite pode ocorrer de diversas formas. A osteomielite direta ocorre quando a infecção óssea se situa adjacente ao local de entrada de patógenos por ferimento ou fratura após um forte trauma, ou seja, *in situ*, sendo esta a forma mais comum. Outra forma é a osteomielite hematogênica, quando o patógeno entra em outro local e migra, via corrente sanguínea, até determinado osso para gerar a infecção. Além disso, a osteomielite pode ser dividida nos tipos piogênica e não-piogênica, quando é possível determinar qual agente patogênico causou a infecção. A primeira é caracterizada pela produção de pus pela bactéria *Staphylococcus aureus* e a segunda por bactérias como *Mycobacterium tuberculosis* e *Mycobacterium bovis*, além de fungos e vírus (Aufderheide e Martín-Rodríguez, 1998; Ortner, 2003). O desgaste da ornamentação do tubo caudal (MHN-1005), possivelmente causado por fungos sugere que estes mesmos agentes possam ter provocado a osteomielite, porém, esta hipótese não é conclusiva. Diversos autores mencionam *S. aureus* em 90% dos casos de osteomielite, e devido a esta alta taxa, não descartamos a hipótese de uma infecção conjunta entre fungos e bactérias. Temos também a osteomielite secundária, que é uma forma infecciosa promovida pela entrada de patógenos por feridas e fraturas expostas (Aufderheide e Martín-Rodríguez, 1998).

Blanco, Jones e Rinderknecht (2009) afirmam que gliptodontes equipados com tubo caudal tinham o hábito de utilizá-los como armas para ataque e defesa em combates. Nesse contexto, Alexander, Fariña e Vizcaíno (1999) afirmam que o impacto de tubos caudais teria a capacidade de gerar traumas. Paralelamente a essas ideias, Lyddekker (1894) e Ferigolo (1999) descreveram fraturas em carapaça ocasionadas por choques mecânicos desta natureza. Osteodermos da carapaça apresentam espessura aproximadamente duas vezes maior comparado aos do tubo caudal. Provavelmente, esta característica tornaria o tubo caudal uma estrutura menos resistente, conseqüentemente, mais propensa a traumas ocasionados por impactos mecânicos e infecções subseqüentes causadas por agentes oportunistas.

Ortner (2003) menciona que fraturas ou ferimentos são as causas mais comuns para a introdução de patógenos. Ressaltamos que nos tubos caudais examinados as lesões estão concentradas nas figuras laterais e terminais e imediações. Tubérculos cônicos queratinizados inseriam-se nos centros dessas figuras (Castelanos, 1942; Fariña, Vizcaíno e De Iullis, 2013). Devido a essa composição não mineral de suas superfícies, os tubérculos poderiam ser a porta de entrada para patógenos em caso de lesão, como por exemplo, um fungo, pois são mais susceptíveis a danos. Por outro lado, 90% dos casos de osteomielite são causados pela bactéria oportunista *Staphylococcus aureus* (Ortner, 2003). Com base na alta frequência atribuída a este patógeno, não excluimos a possibilidade de ele ter participado, juntamente com o fungo, de forma oportunista, no processo de osteomielite observado na figura lateral.

Também devem ser consideradas as alterações na carapaça. Por enquanto, não podemos concluir que elas sejam patológicas, tal como as lesões do tubo caudal, portanto, não podemos inferi-las como outros locais de entradas de patógenos *a priori* e diferenciar uma osteomielite primária ou secundária e conseqüentemente hematogênica. Concluindo, apenas osteomielite é o diagnóstico mais aproximado, devido a impossibilidade de identificar o agente causador específico e a origem da infecção.

Para as alterações observadas no fragmento lateral do tubo caudal de *Panochthus* sp., também suspeitamos de um trauma que veio a gerar um afundamento no local seguido de uma infecção, possivelmente fúngica, devido à presença de cavidades no local da lesão, assim como em MHN-1005.

4.2 Ectoparasitismo

Todos os fósseis de *Panochthus* sp., *Glyptotherium* sp. e *P. brasiliense* demonstraram lesões do tipo escavação e *pitting*, representando possíveis casos de ectoparasitismo. Ressaltamos que até o momento, entre todos os cingulados gliptodontídeos, apenas para o gênero *Panochthus* foram descritas alterações em exoesqueleto possivelmente relacionadas à patologias cutâneas ou dermatites (Aramayo, 2006; Druetta, 2009; 2012; Barbosa e Luna, 2014). Neste trabalho, observamos lesões semelhantes as já registradas, e além destas, notamos marcas descritas até então apenas em dasipodídeos.

A princípio, descartamos a possibilidade de um ataque ocasionado por ácaros em um caso de escabiose. Estes microrganismos também ocasionam patologias cutâneas, entretanto, seu modo de vida restringe-se a atacar apenas a região epidérmica com a finalidade de ovipostura, (Neves *et al.*, 2004). Aqui, em contraste, evidenciamos um caso de penetração na estrutura óssea de osteodermos por processo de bioerosão, ou seja, uma estrutura de origem biogênica que corta ou destrói estruturas ósseas por processos químicos e ou físicos (Pirrone, Buatois e Bromley, 2014).

4.2.1 Pulga: *Tunga perforans*

Atribuímos as marcas de escavação a um ataque por pulgas. Pulgas são insetos parasitas obrigatórios em diversas classes de mamíferos e aves (Whiting *et al.*, 2008). Observamos que os processos bioerosivos de escavação em figuras laterais do tubo caudal de *Panochthus*, com o aparecimento de cavidades circulares, e dentro destas ou outros pontos do tubo, cavidades menores, assemelham-se ao caso descrito por Tomassini, Montalvo e Ezquiaga (2016; figura 2E), que atribuíram essas bioerosões ao gênero *Tunga*.

Para os osteodermos isolados de *Glyptotherium* e *P. brasiliense*, observamos alterações também similares às descritas naquele trabalho (Ver figura 2A e 2B) e em Hammond *et al.* (2014) (Ver figura 2), que também inferiram a ação de pulgas do mesmo gênero em osteodermos de dasipodídeos encontrados em contexto arqueológico. Dentre as principais similaridades, observamos que a morfologia das perfurações é: (i) consistentemente circular, (ii) com diâmetro da abertura maior que o da cavidade gerada pela neossomia e (iii) aparecem majoritariamente isoladas e em poucos casos

associadas. Curiosamente, notamos uma tendência do parasita em não perfurar a região central do osteodermo quando comparamos os osteodermos analisador por Hammond *et al.* (2014) com aos que aqui descrevemos, embora não tenhamos uma explicação para esta diferença.

Considerando as observações de Hammond *et al.* (2014), Tomassini, Montalvo e Ezquiaga (2016) suspeitamos que as alterações descritas neste trabalho também foram causadas por pulgas do gênero *Tunga*. De fato, esse gênero inclui a única espécie atual com capacidade comprovada de produzir bioerosões em osteodermos (*Tunga perforans*; ver Ezquiaga *et al.*, 2014). A primeira evidência baseia-se na morfologia coincidente das lesões. Seguindo a classificação icnotaxonômica proposta por Pirrone, Buatois e Bromley, (2014), o processo de remoção de material ósseo cria uma cavidade em formato de câmara (ver figura 12B). A formação da câmara pela pulga se dá pela neossomia em seu ciclo. Os neossomas são bolsas formadas pela extensão abdominal da pulga adulta contendo pulgas jovens em processo de maturação que sofrerão metamorfose (Audy, Radovsky e Vercammen-Grandjean, 1972). Primariamente, a fêmea grávida penetra no hospedeiro perfurando o osso e inicia-se a formação do neossoma (Ezquiaga *et al.* 2015). Não é conhecido o modo bioerosivo químico ou físico pelo qual a pulga perfura o osso. Após a ovipostura, com o desenvolvimento do neossoma, a pulga morre (Linardi e De Avelar, 2014).

A identificação de alterações *ante mortem* requer a reação óssea, entretanto, nenhum dos autores que registraram a bioerosão por pulga mencionou tal processo e em nossas análises também não constatamos sinal de resposta óssea. Interessantemente, a *T. perforans* foi descrita com base na sua capacidade de perfuração óssea, porém, mesmo nos espécies viventes em quais ela foi observada, não foi detectada a reação óssea. Segundo González *et al.* (2003), no fim do processo de neossomia, pode ocorrer ou não o aparecimento de sequelas, como cicatrização ou infecções. Nos fósseis aqui analisados, suspeitamos que em alguns houve uma leve cicatrização, devido ao aspecto polido do interior da câmara.

A ausência da reação óssea em osteodermos pode levantar a suspeita sobre a lesão ser de origem *ante* ou *post mortem*. Diversos trabalhos citam perfurações *post mortem* causadas por larvas de insetos coleópteros necrófagos em ossos do endoesqueleto. Dominato *et al.* (2009), por exemplo, descreveram perfurações em

vértebras cervicais de *Stegomastodon waringi*; Pirrone, Buatois e Riga observaram em dinossauros várias perfurações em ossos de dinossauros e Paes-Neto *et al.* (2016) observaram o processo de escavação afetando o úmero de um *Dinodontosaurus* do Triássico.

Ao comparamos as alterações observadas nestes trabalhos com lesões *post mortem* mencionadas acima, nota-se que a morfologia arredondada das perfurações mencionadas acima tem uma semelhança sutil com a bioerosão causada pela pulga. Embora a formação de câmaras seja atribuída à pulga e insetos necrófagos, a morfologia interna das marcas geradas por esses últimos é diferente. Segundo Pirrone, Buatois e Riga (2014), larvas necrófagas constroem câmaras com o diâmetro da cavidade com até duas vezes o diâmetro da abertura, além disso, o orifício tem um formato elipsoidal, sendo denominada *Cubiculum levis* (Figura 15A). Contrariamente, pulgas geram cavidades com diâmetro igual ou menor ao da abertura, e esta tem formato circular. (Figura abaixo 15B). Além disso, as larvas interconectam as cavidades por meio de tuneis. Uma possível explicação para isso está na finalidade da escavação. As larvas objetivam o canal medular do osso para alimentarem-se da medula óssea, razão pela qual as perfurações atingem maior profundidade (ver Figura 2 em Dominato *et al.* 2009). Pulgas são menos invasivas, devido utilizar o osso apenas como local de reprodução e não para se alimentar da medula óssea (possuem hábito hematófago); dessa forma a cavidade gerada não necessita atingir um diâmetro extenso.

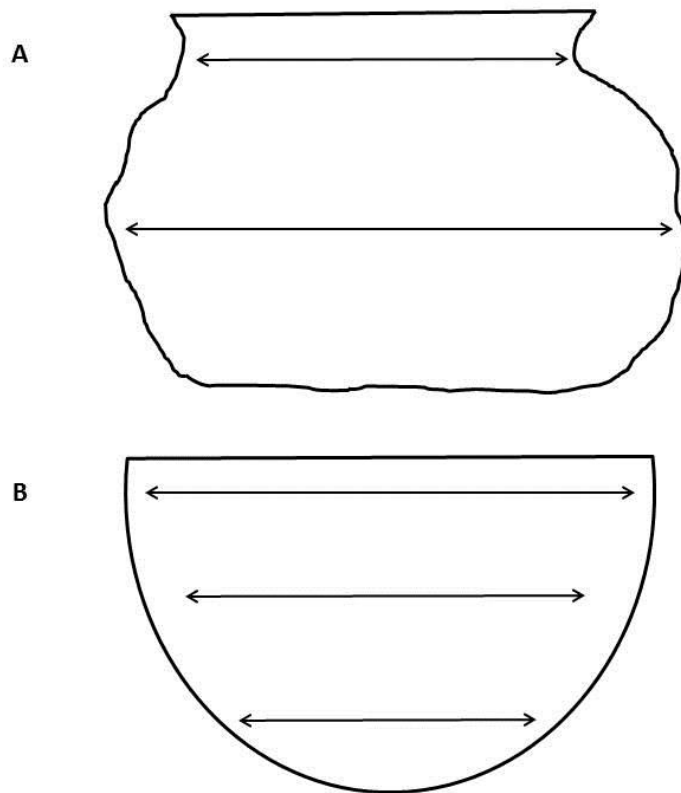


Figura 15: Representação esquemática da morfologia de processos bioerosivos em ossos em um corte transversal. Em A, *Cubiculum levis* (retirado de Pirrone, Buatois e Riga, 2014), icnito gerado por larvas necrófagas. Em B, formato da cavidade causada pela neossomia da pulga do gênero *Tunga* descrita neste trabalho.

Outro fator a ser considerado é a maior frequência no aparecimento de cavidades e sua distribuição na superfície óssea. Uma grande quantidade de cavidades por área com pouco espaçamento entre elas sugere que várias larvas atuaram no processo (Roberts, Rogers e Foreman, 2007). Nas lesões causadas por pulgas, poucos osteodermos apresentam mais de uma cavidade, algo que poder estar associado a um comportamento para evitar a competição. Além da baixa frequência por osteodermo, há também uma pequena quantidade de osteodermos com as perfurações que atribuímos a pulgas em todos os materiais analisados de *Glyptotherium* e *P. brasiliense*, o que coincide com o observado em casos prévios em dasipodídeos.

Um detalhe interessante observado por Hammond *et al.* (2014) sobre alterações por pulgas foi o isolamento das perfurações produzidas por essas infestações em carapaças de tatus atuais em *Chaetophractus villosus* (ver Figura 5 em Hammond *et al.*, 2014). Montalvo *et al.* (2016) também observaram lesões similares, mas sem discutir a distribuição na carapaça. No entanto, avaliando a figuras 4G, 5B e 6F deste mesmo

trabalho, observamos que a lesões também têm um padrão semelhante de distribuição. Assumindo que esta distribuição seria parecida para nossos exemplares, isto explicaria a baixa ocorrência de fósseis apresentando esse tipo de perfuração, sendo 10 entre 57 osteodermos para o *P. brasiliense* e apenas nove entre 1436 para o *Glyptotherium* apresentando alterações.



Figura 16: Restos exoesqueléticos de *Chaetophractus villosus* com as setas negras apontando os locais lesionados e demonstrando a distribuição espaçada das lesões ocasionadas por pulgas. Retirado e modificado de Hammond *et al.* (2014).

Citamos anteriormente que os osteodermos de *Glyptotherium* foram encontrados associados aos ossos de endoesqueleto e que este material foi estudado por Barbosa *et al.* (2014) numa perspectiva de encontrar alterações *ante mortem*. Em discussão com os autores e reanálise do material, não foram observadas alterações *post mortem* similares às causadas por larvas de insetos.

Finalmente, um último fator interessante foi que nenhuma perfuração por pulgas atravessou inteiramente os osteodermos fósseis. Por outro lado, Ezquiaga (2013) observou que a *T. perforans* desgasta o osteodermo até atingir a porção epitelial nos

tatus viventes. Esta diferença pode ser explicada com base na espessura dos osteodermos, pois, osteodermos de *Glyptotherium* e *Pachyarmatherium* têm uma espessura bem maior do que de qualquer dasipodídeo atual. Se projetarmos a perfuração encontrada nos espécimes atuais em exemplares fósseis, elas atingiriam proporções semelhantes ou menores que as encontradas neste trabalho.

Sobre as alterações em folículos pilíferos, não sabemos se este é um local de entrada preferido pelas pulgas em seu ciclo reprodutivo. Oliveira, Porpino e Silva (2013) sugeriram que um aumento dos canais pilíferos observados em alguns dos osteodermos aqui descritos (DEGEO-UFPE-7266 e DEGEO-UFPE-7410) teria sido causado por ácaros, remetendo-se a um caso descrito por Fernandez (1922) para tatus atuais. Todavia, os osteodermos de *P. brasiliense*, como mencionado, têm lesões circulares e isoladas, compatíveis com aquelas geradas por pulgas, além de também apresentarem baixa frequência nesta espécie, tal como descrito registrado por (Hammond *et al.*, 2014). Em *P. brasiliense*, o aumento dos folículos tem como provável causa a neossomia, já discutida acima. Entretanto, a entrada da pulga não é exclusivamente pelo folículo, pois, nem todas as cavidades observadas correspondem a um aumento do folículo piloso, sendo notados casos onde a cavidade produzida por pulgas atingem outras regiões onde não há forames pilíferos (Figura 13A).

A Família Tungidae abrange pulgas tipicamente infectantes de cingulados e é a única a apresentar neossomia além de representantes do gênero *Neotunga* da Família Pulicidae, distante filogeneticamente de Tungidae e que infectam estritamente pangolins (Whiting, 2008). Existem 13 espécies do gênero *Tunga*, entre as quais quatro são infectantes de cingulados atuais (Ver Tabela 4 em Linardi e De Avelar, 2014), sendo *T. penetrans* a mais comum. Até o momento, apenas foram constatadas ataques por pulgas à dasipodídeos fósseis ou recentes; desse modo, descrevemos o primeiro possível caso de *Tunga* em gliptodontídeos e em um cingulado fóssil não-gliptodontídeo de grandes proporções (*Pachyarmatherium*).

4.2.2 Poderiam as pulgas ser vetores de patógenos osteoarticulares?

Por último, ressaltamos novamente que os osteodermos de *Glyptotherium* foram encontrados em associação com ossos o qual apresentavam doenças articulares infecciosas (espondiloartropatia; Barbosa, 2014). A princípio, não sabemos se há alguma correlação entre as doenças endo e exoesqueléticas devido à presença de

patógenos. Já foi constatado que algumas bactérias podem provocar o aparecimento de espondiloartropatia (Rothschild & Martin, 2006), assim como de outras artrites. Tendo em vista o fato de que as pulgas são vetores de algumas bactérias, investigamos se algumas delas estão entre as que causam espondiloartropatia. Através de uma análise na literatura especializada (Neves *et al.*, 2004; Rothschild & Martin, 2006; Linardi e De Avelar, 2014), não identificamos uma bactéria capaz de gerar tal correlação. Alguns microrganismos contribuem para o aparecimento de espondiloartropatia, porém, nenhum deles em comum com os agentes causadores da osteomielite anteriormente citados ou bactérias associadas à pulga.

4.3 *Pitting*

Notamos a formação de cavidades na figura principal tanto em osteodermos isolados como em MCC-1603, todas localizadas na região lateral do osteodermo (Figura 7), sendo a principal alteração nestes tipos de osteodermos. Em *Glyptotherium*, podemos observar estágios iniciais, intermediários e avançados do *pitting*, mas com exposição de tecido esponjoso em todos (Figura 12 C, D e E). A obliteração irregular da ornamentação e o *pitting* não são atribuídos às pulgas, embora elas possam ter participação fundamental por atuarem como vetores de micropatógenos oportunistas. Dentre estes últimos, Linardi e Avelar (2014) destacam *Staphylococcus aureus* e *Clostridium tetani* como patógenos atuantes em casos de superinfecção. Adicionalmente, pulgas veiculam esporos do fungo *Paracoccidioides brasiliensis*, causador de dermatites e a bactéria *Clostridium perfringens* (Neves *et al.*, 2004). Em um estudo envolvendo osteodermos de anquilossauros, Matthias, Whinney e Carpenter (2016) atribuíram o *pitting* a um processo de dermatite ocasionada por fungo ou bactéria. Esta se caracteriza pela inflamação cutânea ocasionada por um agente infeccioso, como bactérias, fungos e vírus. Entretanto, não podemos assumir diretamente que estes mesmos patógenos de répteis são também responsáveis pelas lesões observadas em cingulados.

4.4 Dimensionando os diagnósticos de acordo com o Protocolo de Istambul.

O diagnóstico para osteomielite no tubo caudal de *H. euphractus* remete a categoria 4, pois, nenhuma outra patologia óssea produz uma cloaca, tornando-a patognomônica. Quanto ao ectoparasitismo por pulgas em *Glyptotherium*, *Panochthus* e *P. brasiliense*, todos também remetem a categoria 4 do Protocolo. Essas lesões têm em

comum a perfuração da superfície óssea (bioerosão), sendo que apenas a pulga *Tunga perforans* possui tal habilidade (Tomassini, Montalvo e Ezquiaga, 2016).

4.5 Pseudopatologias geradas por processos tafonômicos

Observamos em *H. euphractus* um afundamento acentuado na região dorsal da carapaça onde se encontra um orifício em MHN-1003(Figura 5B e 5C) e um mais suave, associado à perda da ornamentação no anel caudal (MHN-1005). Levantamos a hipótese de que estes afundamentos são traumas ocasionados por choque mecânicos. Druetta (2009) propôs um caso de afundamento de carapaça ocasionado pelo impacto do tubo caudal, onde houve alteração da ornamentação afetada e reação óssea. Entretanto, a não observação de reação óssea no anel caudal nos limita à descrição de mais uma lesão patológica no exoesqueleto desta espécie. Consideramos que não só a carapaça, mas qualquer parte do exoesqueleto poderia sofrer danos similares uma vez atingidos, já que são todos formados por osteodermos com características estruturais similares. Ao mesmo tempo, esta hipótese é uma alternativa em relação à sugestão de Cartelle (1994) sobre a causa da perfuração. Este autor menciona que o orifício da carapaça foi formado pela sobreposição da carapaça no tubo caudal, após a morte do animal, e pelo acúmulo de sedimentos dentro dela; a carapaça foi lentamente perfurada pelo tubérculo cônico presente na extremidade do tubo, assim gerando a alteração *post mortem*. Não há estudos em biomecânica de cingulados a concluir que os tubérculos cônicos na extremidade do tubo caudal tivessem a capacidade de gerar perfurações em carapaças ou outras regiões do exoesqueleto e, portanto, não descartamos uma possibilidade tafonômica por compressão litostática que possam gerar estas marcas. Entretanto, não temos informações geológicas da coleta desses fósseis de modo a propor uma resposta mais conclusiva.

Análises em osteodermos de *Panochthus* encontrados em um tanque no município de Afrânio demonstraram alterações que podem ser confundidas com bioerosão infecciosa e remodelação óssea e que, portanto, representam casos de pseudopatologias. Estas são processos *post mortem* que promovem alterações em ossos e que podem ser confundidas com patologias (Ferigolo, 2007; Sinibaldi, 2010).

Diagnosticamos uma origem pseudopatológica para as alterações mencionadas devido as seguintes feições: i) arredondamento das bordas e superfície interna por

abrasão, possivelmente por processo de transporte; ii) desgaste abrasivo regular nas bordas conferindo um aspecto polido (Figura 8A e 8C).

Estas duas feições opõem-se àquelas observadas nos osteodermos patológicos de *Panochthus* sp. coletados no tanque de Lagoa do Santo em Currais Novos. Estes osteodermos possuem bordas laterais com arestas preservadas, evidenciando que neste caso não há indícios de alterações tafonômicas como desgaste. Araújo-Júnior *et al.* (2013) ao descreverem alterações tafonômicas em ambiente de tanques, concluem que o transporte hidráulico é um mecanismo de transporte de ossos para dentro do tanque e capaz de gerar marcas de desgaste por abrasão. Estas marcas são igualmente distribuídas pela superfície óssea total, ou seja, não apenas uma das superfícies seria alterada, tal como foi observado nos osteodermos de *Panochthus* coletados em ambiente fluvial em Pernambuco aqui estudados. Adicionalmente, osteodermos são ossos leves, conferindo alta transportabilidade, o que agravaria o processo abrasão, o qual gera o desgaste das arestas, levando a um arredondamento nas bordas dos osteodermos.

Um protocolo de diferenciação entre osteodermos patológicos (alterações *ante mortem*) e osteodermos com feições tafonômicas pseudopatológicas (alterações *post mortem*) é proposto na tabela 2.

Região do osteodermo	Alteração patológica (<i>ante mortem</i>)	Alteração tafonômica (<i>post mortem</i>)
Superfície externa	Desgaste irregular e pontual; Crateramento; Muito áspera	Desgaste uniforme; Ornamentação ausente em maior grau das bordas para o centro; Polimento.
Laterais	Sem alterações; arestas preservadas e anguladas.	Arestas erodidas tornando-se arredondadas.
Superfície interna	Sem alterações; não há registros da patologia afetando essa região.	Desgaste uniforme nas bordas; Formação de uma superfície áspera.

Tabela 2. Protocolo para diferenciação e identificação de alterações de caráter patológico e tafonômico com base em caracteres observados nas superfícies de osteodermos.

A superfície interna dos osteodermos revela-se crucial na identificação de patologias. Sem exceção, os osteodermos aqui estudados apresentam essa superfície lisa ou polida e desgastes nessa região indicam um evento tafonômico. Nessa última situação devem ser observáveis desgastes similares na superfície externa, pois, a abrasão sofrida é uniforme. Entretanto, a presença de desgaste na parte interna não exclui a presença de patologias atingindo a superfície externa, devendo ser consideradas as feições citadas na Tabela 2.

4.6 Aspectos paleoecológicos e evolutivos

Constatamos novos casos de interação interespecífica desarmônica (parasitismo) entre cingulados e pulgas, para espécies anteriormente não relatadas com esse tipo de

interação. É possível que as pulgas do gênero *Tunga* tenham sido amplamente distribuídas biogeograficamente e tenham sido parasitas comuns da maioria, ou mesmo de todas as linhagens principais de cingulados. Nossas suposições baseiam-se em novos registros aqui relatados; três de quatro espécies (*Panochthus*, *Glyptotherium* e *P. brasiliense*) examinadas apresentaram as perfurações causadas pela ovoposição, além de casos envolvendo outras espécies fósseis (*Chasicotatus ameghinoi* e *Vetelia perforata*) e atuais (*Chaetophractus villosus*), descritos em Hammond *et al.* (2014) e Tomassini, Montalvo e Ezquiaga (2016), respectivamente. Além disso, o presente estudo amplia a área de distribuição desse gênero de pulga, a qual era restrita apenas a Argentina (Hammond *et al.*, 2014; Montalvo *et al.*, 2016 e Tomassini, Montalvo e Ezquiaga, 2016), reportando sua ocorrência também em ambientes mais quentes do Nordeste brasileiro,

Podemos atribuir o sucesso da pulga quando relacionamos sua distribuição temporal no Cenozoico e sua habilidade peculiar de infecção. Sua distribuição temporal prévia inclui o Mioceno Tardio (Tomassini, Montalvo e Ezquiaga, 2016) e Holoceno (Hammond *et al.*, 2014; Montalvo *et al.*, 2015) e agora com novos casos provenientes do Pleistoceno descritos aqui. Sua habilidade única de perfurar ossos poderia conferir vantagem sobre outras pulgas que se limitavam a superfície dérmica. Esta adaptação evitaria a competição por nicho ecológico, permitindo uma maior disponibilidade de habitat e recursos para a reprodução.

A Família Tungidae apareceu no início da Era Cenozoica, no Eoceno (aproximadamente há 45 m.a) (Zhu *et al.*, 2015) e os cingulados mais antigos são reportados para o Eoceno médio há 45 m.a. (Gibbs *et al.*, 2014), o que permite inferir uma relação temporal bastante antiga em caso de co-evolução entre esses grupos, como sugere Whiting *et al.* (2008) e Linardi e Avelar (2014). Como citado, atualmente, a habilidade de escavar osteodermos é conhecida apenas para *T. perforans*. Entretanto, não descartamos a existência de outra(s) espécie(s) com a mesma capacidade devido à vasta escala temporal envolvida na interação, quando se considera o aparecimento dos Tungidae mencionada acima. Considerar que *T. perforans* como a única espécie afetando os cingulados fósseis, implicaria uma larga estase evolutiva para uma espécie de ciclo de vida rápido e distribuição geográfica ampla. Em suma, levantamos a hipótese de a habilidade de perfuração óssea desse tipo de parasita (Tungidae) tenha persistido durante esse intervalo de tempo, não necessariamente a espécie *T. perforans* .

Interações intraespecíficas também devem ser consideradas quando remetemos as lesões observadas a possíveis combates entre dois gliptodontes (competição), como sugerem Alexander, Fariña e Vizcaíno (1999) e Blanco, Jones e Rinderknecht (2009). Embora não concluamos um caso desse tipo, feições como deformação topográfica estão de acordo com essa possibilidade. Entre as causas que induziriam combates, podemos citar a territorialidade, competição por alimento e seleção sexual (Ferigolo, 1999).

5. Conclusão

Registramos que cingulados fósseis de grande porte como o *P. brasiliense* e alguns gliptodontes, tais como *Panochthus*, *Glyptotherium* sp. e *H. euphractus*, também foram acometidos por ectoparasitas. Nestes táxons identificamos possíveis casos de infecção conjunta proporcionada por pulgas com bactérias ou fungos. Descrevemos o primeiro caso de infecção por pulgas do gênero *Tunga* em *Glyptotherium* sp, *Panochthus* sp e *P. brasiliense*., até então registrada apenas para cingulados de pequeno porte (recentes e fósseis). Em *H. euphractus*, foram constatados possíveis casos de lesões traumáticas resultantes de trauma por impacto gerado em tubo caudal ocasionando, adicionalmente, um quadro de osteomielite. Diagnosticamos ainda lesões do tipo *pitting* em osteodermos *Glyptotherium* sp, *Panochthus* sp e *P. brasiliense* , as quais eram conhecidas até então apenas em dinossauros anquilossaurídeos.

Ressaltamos que algumas patologias causadas por ectoparasitas de cingulados têm feições singulares, o que torna fácil a identificação e diagnóstico. Curiosamente, mesmo em fósseis, a categoria 4 do PI, a mais elevada, foi predominante neste trabalho. Por fim, descrevemos casos de pseudopatologias (alterações *post mortem*) que podem ser confundidas com alterações *ante mortem* provocadas por fungos ou bactérias, as quais obliteram a ornamentação da superfície externa dos osteodermos, além de propormos um protocolo para facilitar a identificação e diferenciação entre alterações patológicas e tafonômicas.

Referências

AFDERHEIDE, Arthur C.; RODRÍGUEZ-MARTÍN, Conrado. **The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopatology**. Cambridge University Press, 478 p. 1998.

ALEXANDER, R.M.; FARÍÑA e Richard A.; VIZCAÍNO, Sergio F. Tail blow energy and carapace fractures in a large glyptodont (Mammalia, Xenarthra). **Zoological Journal of the Linnean Society**, 126, p.41-49, 1999.

AMEGHINO, Florentino. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. **Actas de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba** v.6, n.1–1027, 1889.

ARAMAYO, Silvia A. Procesos tafonómicos y paleopatológicos observados en un ejemplar de *Panochthus tuberculatus* (Owen) (Xenarthra, Glyptodontidae) (Pleistoceno tardío) Quequén Salado, Provincia de Lesiones en un ejemplar de *Panochthus* Burmeister, 1866 Glyptodontia) 23 Buenos Aires, Argentina. In: **3º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología** (Córdoba), Actas: 737-741, 2006.

APPLEBY, Jo; THOMAS, Richard and BUIKSTRA, Jane. **Internation Journal of Paleopathology**. Increasing confidence in paleopathological diagnosis – Application of the Istanbul terminological framework, v. 8, 19-21, 2015

ARAÚJO-JÚNIOR, Hermínio I. *et al.* Unveiling the taphonomy of elusive natural tank deposits: A study case in the Pleistocene of northeastern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology**. n.378 p.52–74, 2013.

ARAÚJO-JÚNIOR, Hermínio I., PORPINO, Kleberson .O. Assembleias fossilíferas de mamíferos do Quaternário do Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: diversidade e aspectos tafonômicos e paleoecológicos. **Pesquisas em Geociências** 38, 67–83, 2011.

AUDY J.R., RADOVSKY F. J. e VERCAMMEN-GRANDJEAN, P.H. Neosomy: radical intrastadial metamorphosis associated with arthropod symbioses. **Journal of Medical Entomology**. v.9, p. 487-494, 1972.

BARBOSA, Fernando H.S. et al. Osteomyelitis in Quaternary mammal from the Rio Grande do Norte State, Brazil. **Quaternary International**, p. 90-93, 2013.

BARBOSA, Fernando H.S. et al. Arthritis in a Glyptodont (Mammalia, Xenarthra, Cingulata). **Plos One**. v. 9, n. 2, e:88646, 2014.

BARBOSA, F.H.S. et al. Osteological disease in an extinct *Notiomastodon*. (Mammalia, Proboscidea) population from the late Pleistocene of Brazil. **Quaternary International**. doi: 10.1016, 2016.

BLANCO, R. E.; JONES, Washington W. and RINDERKNECHT, Andrés. The sweet spot of a biological hammer: the centre of percussion of glyptodont (Mammalia: Xenarthra) tail clubs. **Proceedings of the Royal Society B**. 8 p., 2009.
doi:10.1098/rspb.2009.1144

BURMEISTER, G. Observations on the various species of Glyptodon in the Public Museum of Buenos Aires. **The Annals and Magazine of Natural History** 14:81–97, 1864.

CARTELLE, Cástor. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: Eisenberg, J.F e Redford, K.H. **Mammals of Neotropics**. v.3. Illinois, Chicago University Press, p. 27-46, 1999.

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

CARTELLE, Cástor. **Tempo passado: Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Ed. Palco, 132 p., 1994.

CARVALHO, J.N.C. Considerações sobre a fauna pleistocênica do Lajedo da Escada. In: **Arquivos do Instituto de Antropologia**, Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 303–313, 1966.

CASTELLANOS, A. A proposito de los generos Plohophorus, Nopachthus y Panochthus (Tercera parte). **Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología de la Universidad Nacional del Litoral** 11:417–592, 1942.

DANTAS, Mário.A.T. *et al.* Megafauna do Pleistoceno Superior de Sergipe, Brasil: registros taxonômicos e cronológicos. *Revista Brasileira de Paleontologia* 14, 311–320, 2011.

DOMINATO, Vitor H. *et al.* Ação de insetos em vértebras de *Stegomastodon waringi* (Mammalia, Gomphotheriidae) do Pleistoceno de águas de Araxá, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. v. 12, p. 72-82, 2009.

DRUETTA, H.S. Evidencias patológicas en un ejemplar de gliptodonte del Pleistoceno de la provincia de Córdoba, Argentina. In: **III Congreso de la Asociación de Paleopatología en Sudamérica**, Resúmenes: 86. Argentina, 2009.

DRUETTA, H.S. Patologías infecciosas en un ejemplar de *Glyptodon* Owen (Mammalia, Cingulata, Glyptodontidae) del Pleistoceno de la provincia de Córdoba, Argentina. **Ameghiniana**. 49 (4) Suplemento Resúmenes: R45- R46, 2012.

EZQUIAGA, María C. *et al.* A new species of Tunga perforating the osteoderms of its armadillo host in Argentina and redescription of the male of *Tunga terasma*. **Medical and Veterinary Entomology**, n. 29, p.196–204, 2015.

FARIÑA, Richard. A. VIZCAÍNO, Sergio. F. e DE IULLIS, Gerry. **Megafauna: giant beasts of Pleistocene South America**. Bloomington Indiana University Press, 448 p, 2013.

FERIGOLO, Jorge *et al.* Três casos de osteomielite vertebral em *Sotalia fluviatilis* (Cetacea, Odontoceti) do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Rusumenes de las Jornadas Argentinas de Mastozoología**, Buenos Aires, Argentina. P. 58, 1985.

FERIGOLO, Jorge. Late Pleistocene South American land-mammal extinctions: The infection hypothesis. In: RABASSA, J.; SALEMME, M. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**. V. 1. Rotterdam, Balkema, p.279-310, 1999.

FERIGOLO, Jorge. **Paleopatologia comparada de vertebrados: Homem de Lagoa Santa, Homem de Sambaquí e mamíferos pleistocênicos**. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.

FERIGOLO, Jorge. Paleopatologia em mamíferos. In: Carvalho, I. S.; Fernandes, A. C. S. **ICNOLOGIA**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 88-107, 2007.

FERIGOLO, Jorge. Paleopatologias em preguiças terrícolas – Artrose. In: **Congresso Brasileiro de Paleontologia**, Coletânea de Trabalhos paleontológicos, sér. Geologia. DNPM. Rio de Janeiro. pp. 43-49, 1985

FERNANDES, CARVALHO e AGOSTINHO. Icnofósseis: conceitos gerais. In: Carvalho, I. S.; Fernandes, A. C. S. **ICNOLOGIA**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 88-107, 2007.

FERNÁNDEZ, Miguel. Sobre la glándula pelviana y formaciones similares em desdentados recientes y fósiles. **Revista del Museo de La Plata**. 26, 212–255, 1922.

GAUDIN, T. J., and WIBLE, J. R. The phylogeny of living and extinct armadillos (Mammalia, Xenarthra, Cingulata): a craniodental analysis; pp. 153–198 In: M. T. Carrano, T. J. Gaudin, R. W. Blob and J. R. Wible (eds.), **Amniote Paleobiology, Perspectives on the evolution of Mammals, Birds and Reptiles**. The University of Chicago Press, Chicago and London, 2006.

GILLETTE, David D. *et al.* Ontogeny and sexual dimorphism of *Glyptothrium texanum* (Xenarthra, Cingulata) from the Pliocene and Pleistocene (Blancan and Irvingtonian NALMA) of Arizona, New Mexico and Mexico. **Journal of Mammalian Evolution**, 2015. doi: 0.1007/s10914-015-9309-6

HAMMOND, Heidi *et al.* Placas óseas perforadas de *Zaedyus pichiy* en un contexto arqueológico: ¿elementos confeccionados antrópicamente o generados por agentes biológicos? Um abordaje interdisciplinario. **Atek Na** 4, 9–36, 2014.

HENRIQUES, D.D.R.; SOARES, A.A.; MELLO, M.G.S. Registro de reação óssea em *Panochthus* Burmeister, 1866 do Pleistoceno do Estado da Paraíba. **Acta Geologica Leopoldensia**. **XXI** (46/47): 149-155, 1998.

HILL, Robert V. Comparative anatomy and histology of xenarthran osteoderms. **Journal of Morphology**, n 267:1441–1460, 2006.

LINARDI, Pedro M. e AVELAR, Daniel M. Neosomes of tungid fleas on wild and domestic animals. **Parasitology Research**. n.113 (10), p.3517–3533, 2014.

LYDEKKER, R. **Contributions to a knowledge of the fossil vertebrates of Argentina, Part II, The extinct Edentates of Argentina**. *Anales del Museo de La Plata* (Paleontología) 3, p. 1–118, 1894.

MATTHIAS, Angela, MCWHINNEY, Lorrie A. e CARPENTER, Kenneth. Pathological pitting in ankylosaur (Dinosauria) osteoderms. **International Journal of Paleopathology**. n.13, p.82-90, 2016.

MCGAVIN, M.D. and ZACHARY, J.F. **Pathologic bases in veterinary disease**. 4th editon. Missouri, Mosby, 1476 p., 2007.

MCKENNA M.C. e BELL, S.K. **Classification of Mammal Above the Species Level**. Columbia University Press, New York, 1997.

MELLO, M.G.S. & HENRIQUES, D.D.R. Fratura em vertebra de *Lestodon armatus* Gervais, 1885 (*Edentata, Mylodontidae*). In: **I reunião Científica da Sociedade de Brasileira de paleopatologia**. Rio de Janeiro. Coletânea científica da Sociedade de Brasileira de Paleopatologia, 1992.

MELO, D.J., HENRIQUES, D.D.R. e Carvalho C.R.. Ocorrência de defeitos de esmalte em materiais de *Toxodon* na coleção do Museu Nacional/UFRJ, uma perspectiva paleoepidemiológica. In: Carvalho, I. S., **Paleontologia: Cenário da Vida**. Editora Interciência. Rio de Janeiro. pp. 745-756, 2007.

MONTALVO, Claudia. I. *et al.* Crowned solitary eagle (*Buteogallus coronatus*) as accumulator of armadillo osteoderms in the archaeological record? An actualistic

taphonomic study for central Argentina. **Quaternary International**. p.1-10, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.017>

MOODIE, Roy L. Studies in Paleopathology: General consideration of the evidences of pathological conditions found among fossil animals. **Annals of Medical History**, Chicago, 374-396, 1917.

NEVES, David P.; MELO, Alan. L. LINARDI, Pedro. M. e VITOR, Ricardo. W. A. **Parasitologia Humana**. 11^a ed. Atheneu, 498p, 2004.

OLIVEIRA, Edison. V, PORPINO, Kleberson.O. e SILVA, F. M.. New material of *Pachyarmatherium* from the late Pleistocene of northeastern Brazil: insights into its morphology and sistematics. **Paläontol Z.** n.87: p.505–51, 2013.

OLIVEIRA, Edison. V. PORPINO, Kleberson. O e BARRETO, Alcina. F.. On the presence of Glyptotherium in the Late Pleistocene of Northeathern Brazil, and the status of “Glyptodon” and Chlamydotherium” paleobiogeographic implications. **Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie**, n. 2583, p.353-363, 2010.

ORTNER, Donald J. **Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains**. Academic Press, San Diego, 647p, 2003.

PAES-NETO, Voltaire D. *et al.* Oldest evidence of osteophagic behavior by insects from the Triassic of Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. N 43, 30-41, 2016.

PAULA COUTO, Carlos. Contribuição para o estudo de *Hoplophorus euphractus* Lund, 1839. **Summa Brasiliensis Geologiae**, 1: 1-14, 1947.

PAULA COUTO, Carlos. Fossil Pleistocene to subrecent mammals from northeastern of Brazil.I-Edentada Megalonychidae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 52 (1), 143-151, 1980.

PAULA COUTO, Carlos. Sobre um gliptodonte do Brasil. Rio de Janeiro. Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia, 37 p., 1957.

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

- PERREIRA, Paulo Vitor L. G. C *et al.* Osteoderm histology of Late Pleistocene cingulates from the intertropical region of Brazil. **Acta Palaeontologica Polonica**. v. 59(3), p. 543-552, 2014.
- PIRRONE, Cecília A; BUATOIS, Luis A. e BROMLEY, Richard G. Ichnotaxobases for bioerosion trace fossils in bones. **Journal of Paleontology**. v. 88(1), p.195-203, 2014.
- PIRRONE, Cecilia A.; BUATOIS, Luis A. e Riga, Bernardo G. A New Ichnospecies of Cubiculum from Upper Cretaceous Dinosaur Bones in Western Argentina. **Ichnos: an International Journal for Plant and Animal Traces**. 21(4), 251-260, 2016.
- PORPINO, Kleber O. *et al.* 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, 2014.
- PORPINO, Kleber O., FERNICOLA, Juan C. e BERGQVIST, Lillian, P. A new Cingulate (Mammalia: Xenarthra), *Pachyamatherium brasiliense* sp. nov., from the late Pleistocene of Northeastern Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology** 29: 881–893, 2009.
- PORPINO, Kleber O., FERNICOLA, Juan C e BERGQVIST, Lillian. P. Revisiting the intertropical Brazilian species *Hoplophorus euphractus* (Cingulata, Glyptodontoidea) and the phylogenetic affinities of Hoplophorus. **Journal of Vertebrate Paleontology**. 30, 911-927, 2010.
- ROBERTS, Eric M., ROGERS, Raymond R. and FOREMAN, Brady Z. continental insect borings in dinosaur bone: examples from the Late Cretaceous of Madagascar and Utah. **Journal of Paleontology**. 81 (1), 2007.
- ROTHSCHILD, Bruce M.; MARTIN, Larry. Skeletal Impact of Diseases. **New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin**, n. 33: p. 1-226, 2006.
- SANTOS, Maria de Fátima C.F. **Geologia e Paleontologia de depósitos fossilíferos pleistocênicos do Rio Grande do Norte**. 2001. 70 p. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

- SILVA, Fabiana, M.; FILGUEIRAS, C  ssar, F.C.; BARRETO, Alcina M.F.; OLIVEIRA, Edison V. Mamíferos do Pleistoceno superior de Afrânio, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 2(2):1-11, 2010.
- SINIBALDI, Robert W. **What your fossil can tell you: vertebrate morphology, pathology, and cultural modification**. University Press of Florida. p.152 – 194, 2010.
- SOBEILZON, Esteban, ZURITA, Alfredo & CARLINI, Alfredo A. *Glyptodon munizi* Ameghino (Mammalia, Cingulata, Glyptodontidae): redescrici  n y anatomia. **Ameghiniana**, v. 43, n. 2, 377-384, 2006.
- SOUZA, C  lia R.D *et al.* **Quatern  rio do Brasil**. Holos Editora. 382 p., 2005.
- TOMASSINI, Rodrigo L. MONTALVO, Claudia I. and EZQUIAGA, María C. The oldest record of flea/armadillos interaction as example of bioerosion on osteoderms from the late Miocene of the Argentine Pampas. **International Journal of Paleopathology**. V. 247, doi10.1016, 2016.
- TRUMAN, Richard W. Leprosy in wild armadillos. **Leprosy Review** 76:198–208, 2005.
- WALDRON, Tony. Palaeopathology. **Cambridge University Press**, London, 279 p, 2009.
- WENKER, Christian J. *et al.* Sporotrichosis in a nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine** 29(4): 474-478, 1998.
- WHITING, Michael F. *et al.* A molecular phylogeny of fleas (Insecta: Siphonaptera): origins and host associations. **Cladistics**. 24 (5), 677-707, 2008.
- ZHU, Qiyun *et al.* Fleas (Siphonaptera) are Cretaceous, and evolved with Theria. **Journal of Molecular Biology**. 90, 129-139, 2015.