

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - FANAT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS - PPGCN
MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS

Rodolfo Costa da Silva

**PALEOPATOLOGIAS EM MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DO ESTADO DE
PERNAMBUCO, MUNICÍPIO DE CARUARU: DIAGNÓSTICOS,
IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS E ECOLÓGICAS**

MOSSORÓ
MARÇO, 2022

Rodolfo Costa da Silva

**PALEOPATOLOGIAS EM MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DO ESTADO DE
PERNAMBUCO, MUNICÍPIO DE CARUARU: DIAGNÓSTICOS,
IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS E ECOLÓGICAS**

Dissertação de Mestrado,
apresentado ao do Programa de
Pós-Graduação em Ciências
Naturais (PPGCN), na linha de
pesquisa Diagnóstico e
Conservação Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Kleberon de
Oliveira Porpino. Co-orientador:
Profº Dr. Fernando Henrique de
Souza Barbosa.

MOSSORÓ
MARÇO, 2022

RODOLFO COSTA DA SILVA

PALEOPATOLOGIAS EM MAMÍFEROS QUATERNÁRIOS DO ESTADO DE
PERNAMBUCO, MUNICÍPIO DE CARUARU: DIAGNÓSTICOS,
IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS E ECOLÓGICAS

Dissertação de Mestrado,
apresentado ao do Programa de
Pós-Graduação em Ciências
Naturais (PPGCN), na linha de
pesquisa Diagnóstico e
Conservação Ambiental.

Aprovada em: 10/03/2022.

Banca examinadora

Profº Dr. Kleberon de Oliveira Porpino (orientador)
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

Profª Dra. Ana Maria Ribeiro
Museu de Ciências Naturais - Secretaria Estadual do meio ambiente e
infraestrutura/RS

Profª Dra. Ana Bernardete Lima Fragoso
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. 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. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliotecário.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

S586p

Silva, Rodolfo Costa da
PALEOPATOLOGIAS EM MAMÍFEROS
QUATERNÁRIOS DO ESTADO DE
PERNAMBUCO,
MUNICÍPIO DE CARUARU:
DIAGNÓSTICOS,
IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS E
ECOLÓGICAS. /
Rodolfo Costa da Silva. - Mossoró, Rio Grande
do Norte, 2022.
52p.

Orientador(a): Prof. Dr. Kleber de
Oliveira Porpino.

Coorientador(a): Prof. Dr. Fernando
Henrique de Souza Barbosa.

Dissertação (Mestrado em Programa de
PósGraduação em Ciências Naturais). Universidade do
Estado do Rio Grande do Norte.

1. Paleopatologia. 2. Megafauna. 3.
Paleoecologia. 4. Paleoambiente. 5.
Quaternário. I. Porpino, Kleber de
Oliveira. II. Universidade do Estado do Rio
Grande do
Norte. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pela Diretoria de Informatização (DINF), sob orientação dos bibliotecários do SIB-UERN, para ser adaptado às necessidades da comunidade acadêmica UERN.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, juntamente ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Aos orientadores Dr. Kleberson de Oliveira Porpino (UERN) e Dr. Fernando Henrique Barbosa (UERJ), por todo suporte, apoio e, sobretudo, às orientações nas diretrizes de realização da pesquisa.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Laboratório de Paleontologia e Sistemática e ao Professor Dr. Gustavo Ribeiro de Oliveira (UFRPE), por ceder o material de pesquisa utilizado neste trabalho.

Aos membros da banca examinadora Dra. Ana Maria Ribeiro (MCN/RN), Dra. Ana Bernadete Lima Fragoso (UERN) e Dr. Kleberson de Oliveira Porpino (UERN), e os respectivos suplentes, Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior (UERJ) e Dra. Danielle Peretti (UERN), por aceitarem contribuir para a melhoria e desenvolvimento do trabalho.

À minha família pelo suporte e apoio durante todo o curso, meus pais: Betânia Costa e Rogério José; e meu irmão: Rogério Filho.

Aos colegas de classe por todo apoio e incentivo, em destaque Samara e Lucas, que estiveram sempre ao meu lado me ajudando e contribuindo para esta dissertação.

Aos amigos da UFRPE, Williams, Guilherme, Kathyanne, Isabela, Josias e Arthur que sempre estiveram torcendo e me incentivando desde a graduação até o mestrado.

“O homem faz o que pode até que seu destino lhe seja revelado.”
O último samurai.

“Corrida hoje, vitória amanhã.”
Racionais MC's

Lista de figuras

- Figura 1** - Mapa da localização de Serra do Medo, no Município de Caruaru, Estado de Pernambuco. Pernambuco (PE), Paraíba (PB), Rio Grande do Norte (RN), Ceará (CE), Piauí (PI), Bahia (BA), Sergipe (SE), Alagoas (AL).....23
- Figura 2** - Foto do depósito de tanque em Serra do Medo, Município de Caruaru, Estado de Pernambuco, onde foram coletados os fósseis aqui estudados.....24
- Figura 3** - Fragmento vertebral arco neural, possivelmente de Megatheriidae (UFRPE - 5188). Em destaque crescimento ósseo na lateral do espécime.....25
- Figura 4** - Fragmento da escápula de *Eremotherium laurillardi*, UFRPE - 5239. Em detalhes: A - crescimento ósseo na superfície subcondral da cavidade glenoide associado à erosão óssea (seta branca). B - ocorrência de uma placa óssea na superfície da cavidade glenoide, e superfície rugosa ao redor da placa.....27
- Figura 5** - Fragmento de escápula de *Eremotherium laurillardi*, porção UFRPE - 4982. A - Setas pretas apontam crescimento ósseo na superfície e à margem da cavidade glenoide; a seta vermelha indica local de erosão óssea, associada às placas calcificadas. B - Detalhe interno da erosão óssea, com evidências de atividade osteoblástica dentro do local de erosão; setas vermelhas apontam para a cavidade formada pela erosão óssea e a seta branca indica crescimento ósseo dentro da cavidade erodida. C - Detalhe de placas calcificadas subcondrais na cavidade glenoide, associadas às erosões ósseas; setas pretas indicam crescimento ósseo na superfície articular da cavidade glenoide.....28
- Figura 6** - Tubérculo e capítulo de costela de Megatheriidae indeterminado (UFRPE - 5547). Círculo preto indica local da lesão.....29
- Figura 7** - erosões ósseas na superfície articular da faceta ectal de calcâneo de *Eremotherium laurillardi* (UFRPE - 5187). Setas pretas indicam locais de erosão.....29

- Figura 8** - Calcâneo de *Eremotherium laurillardi* (UFRPE - 4981). A - vista dorsal das faceta sustentacular (FS) e ectal (FE). B - vista lateral com a parte posterior da FE. Setas pretas indicam elevação óssea. Retângulo preto indica local de depressão óssea.....30
- Figura 9** - Articulação distal de tibia de Mylodontidae indet em vista distal (UFRPE - 4958). Círculo preto indica o local da lesão.....31
- Figura 10** - Porção distal da fíbula de Toxodontidae. A - Face articular do maléolo lateral, em destaque crescimento ósseo na margem articular. Setas pretas indicam crescimento ósseo às margens da articulação. B - Vista cranial da fíbula, em destaque elevação de uma pequena placa óssea, associada a pequenas erosões. Círculo preto indica pequena placa óssea na superfície articular.....32
- Figura 11** - Fragmento de cintura pélvica em vista lateral, possivelmente de Camelidae (UFRPE - 5227), com crescimento ósseo próximo ao centro do acetábulo. Círculo vermelho indica local de crescimento ósseo.33
- Figura 12** - Calcâneo de Equidae UFRPE – 4938 em vista distal. FE = Faceta Ectal. FS = Faceta sustentacular, O Círculo vermelho indica o local da lesão, representada por depressão articular na superfície da faceta.....34
- Figura 13** - Tubérculo da costela de táxon não identificado. Setas brancas indicam local erodido. Seta vermelha indica o crescimento ósseo interno a cavidade de erosão.....34
- Figura 14** - A - vista cranial do espécime UFRPE - 5167. B - Vista caudal do espécime, em detalhe no retângulo crescimento ósseo lamelar. C - vista lateral. Setas brancas indicam reação periosteal com aspecto rugoso. Seta vermelha indica calcificação na superfície óssea. Seta preta indica depressão óssea. Táxon e peça anatômica indefinidos.35

Figura 15 - Espécime UFRPE - 5200. No retângulo detalhe da lesão (táxon e peça anatômica indefinidos)	36
Figura 16 - Espécime UFRPE - 5197. No retângulo detalhe da lesão (táxon e peça anatômica indefinidos).....	37

Lista de Tabela

Tabela 1 - Distribuição geográfica e taxonômica das doenças por deposição de pirofosfato de cálcio, espondiloartropatia, infecção óssea, entesófitos e depressão articular na Megafauna pleistocênica.....	37
--	----

Sumário

1 Introdução	14
2 Objetivos	16
2.1 Objetivos gerais.....	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 Fundamentação teórica	16
3.1 A paleopatologia.....	16
3.2 Identificação das lesões ósseas.....	19
3.3 Megafauna.....	21
4 Metodologia	22
5 Resultados	25
5.1 Megatheriidae.....	25
5.2 Mylodontidae.....	31
5.3 Toxodontidae.....	31
5.4 Camelidae.....	32
5.5 Equidae.....	33
5.6 Táxons indeterminados.....	34
6 Discussão	38
6.1 Doença por Deposição de Pirofosfato de Cálcio.....	38
6.2 Artrite Erosiva.....	40
6.3 Depressão Articular.....	42
6.4 Neoplasia benigna.....	43
6.5 Reação periosteal.....	45
6.6 Patologias indefinidas.....	46

7 Conclusão.....	46
8 Referências.....	47

Resumo

Abordagens importantes – como a paleopatologia – ainda são incipientes para alguns grupos da Megafauna quaternária (e.g. toxodontes, macraquênias, mastodontes) da Região Intertropical Brasileira (RIB). As enfermidades foram originadas em um contexto ecológico, estando relacionadas com a autoecologia dos indivíduos. Fatores ambientais inter-relacionados também podem ter contribuído na incidência de doenças, desencadeando distúrbios metabólicos patológicos. O objetivo deste trabalho é analisar alterações patológicas em fósseis de mamíferos, e discutir suas implicações ecológicas, ambientais e a distribuição das doenças na Megafauna durante o período Quaternário na RIB. Os materiais analisados pertencem à coleção de Paleontologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e foram coletados em um depósito de tanque localizado em Serra do Medo/Caruaru, Estado de Pernambuco (8°6.8225'S, 36°6.0349'W). Os espécimes foram analisados macroscopicamente para identificar os aspectos da alteração patológica e o diagnóstico seguiu conforme literatura específica. Foram diagnosticados uma neoplasia benigna, artrite erosiva, depressão articular e doença por deposição de pirofosfato de cálcio (DDPC). Desta forma, este trabalho contribui para o avanço dos estudos paleopatológicos e distribuição taxonômica das doenças, tendo o primeiro registro de Neoplasia benigna e depressão articular na Megafauna, e o primeiro caso documentado de DDPC em Toxodontidae.

Palavras-chave: Paleopatologia, Paleoecologia, Paleoambiente, Megafauna, Quaternário.

Abstract

Important approaches – such as paleopathology – are still incipient for some groups of the Quaternary Megafauna (e.g. toxodont, macrauchenia, mastodons) in the Brazilian Intertropical Region (BIR). The diseases originated in an ecological context, being related to the individuals' autoecology. Interrelated environmental factors may also have contributed to the incidence of diseases, triggering pathological metabolic disorders. The aim of this work is to analyze pathological changes in fossils of mammals, and discuss its ecological, environmental and disease distribution implications in Megafauna during the Quaternary period in the RIB. The analyzed materials belong to the Paleontology collection of the Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) and were collected in a tank deposit located in Serra do Medo - Caruaru, State of Pernambuco (8°6.8225'S 36°6.0349'W). The specimens were analyzed macroscopically to identify the aspects of the pathological alteration and the diagnosis followed according to the specific literature. A benign neoplasm, erosive arthritis, joint depression and calcium pyrophosphate deposition disease (CPPD) were diagnosed. Thus, this work contributes to the advancement of paleopathological studies and taxonomic distribution of diseases, having the first record of a benign neoplasm and joint depression in Megafauna, and the first documented case of CPPD in Toxodontidae.

Keywords: Paleopathology, Paleoecology, Paleoenvironment, Megafauna, Quaternary.

1 INTRODUÇÃO

A Região Intertropical Brasileira (RIB) é uma área que engloba 14 estados entre as regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, representada pelos biomas da Caatinga e Cerrado (CARTELLE, 1999; OLIVEIRA et al., 2017). Muitos trabalhos têm documentado fósseis de mamíferos pertencentes à fauna extinta do Pleistoceno em depósitos de tanque no interior da RIB, particularmente na região Nordeste (SILVA, 2008). Embora haja muitos estudos sobre a Megafauna pleistocênica, incluindo aspectos paleoecológicos e paleoambientais (e. g. SILVA, 2008; PANSANI et al., 2019; SILVA et al., 2019), abordagens importantes – como a paleopatologia, ou seja, o estudo das enfermidades em organismos do passado – ainda são incipientes para alguns grupos de ampla ocorrência nos depósitos fossilíferos da região, como os ungulados sul-americanos (e.g. toxodontes e macrauquênias) e proboscídeos (e.g. mastodontes).

É importante salientar que as marcas deixadas por enfermidades nos fósseis tiveram origem dentro de um contexto ecológico no qual os animais estavam inseridos e, além disso, estão relacionadas com as características individuais das espécies (BARBOSA, 2017). Nesse sentido, fatores ambientais inter-relacionados como latitude, longitude e clima, podem ter tido grande influência sobre a incidência de algumas doenças, desencadeando distúrbios metabólicos (ANDRADE, 2019). Dessa forma, os estudos paleopatológicos podem fornecer informações importantes sobre diversos aspectos da vida de determinados grupos e, aliada a outros tipos de informações (distribuição geográfica, evidências deixadas pelos processos de fossilização), podem ajudar na reconstrução paleoambiental. BARBOSA et al. (2014), por exemplo, afirmaram que é possível que algumas doenças articulares inferidas para

representantes da Megafauna estejam diretamente relacionadas com o biótipo do animal (e.g. animais de grande massa corpórea) ou com a sua autoecologia (e.g. hábitos alimentares, comportamentais). O tamanho corporal, por exemplo, pode ter sido um dos principais fatores que influenciou o aparecimento de anormalidades em preguiças-gigantes do Pleistoceno (um dos animais mais comuns no contexto da Megafauna brasileira) (BARBOSA et al., 2019b). Dessa forma, descrever e diagnosticar de forma precisa, enfermidades em fósseis pode ser útil na construção de novas hipóteses paleoecológicas ou para avaliar hipóteses anteriores (BARBOSA, 2017). Isto é importante para identificar se o paleoambiente foi um dos fatores que ajudaram na disseminação de tais enfermidades durante o Quaternário ou se fatores intrínsecos de cada organismo direcionaram o aparecimento de determinadas doenças.

Estudos sugerem que algumas doenças articulares mencionadas acima (e.g. espondiloartropatia, doença por deposição de pirofosfato de cálcio e osteoartrite) eram comuns entre a Megafauna pleistocênica, atingindo, principalmente, o grupo Xenarthra, formado pelos Cingulata (tatus atuais e seus parentes fósseis, como gliptodontes e pampatérios), Folivora (preguiças atuais e extintas) e Vermilingua (tamanduás) (BARBOSA et al., 2014; BARBOSA, 2017; BARBOSA et al., 2019a; BARBOSA et al., 2019b). Contudo, pouco se sabe quanto a presença dessas e outras doenças em outros grupos comuns na Megafauna pleistocênica da RIB, como toxodontídeos e macrauquenídeos, e suas potenciais implicações ecológicas e ambientais. Ao passo que novas ocorrências são documentadas, novas informações importantes podem nos ajudar a inferir alguns aspectos ecológicos destes grupos. Por fim, é possível que novos registros paleopatológicos possam expandir a distribuição geográfica e taxonômica de determinadas doenças no registro fóssilífero.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar alterações patológicas em fósseis de mamíferos pleistocênicos recuperados de um depósito de tanque da localidade Serra do Medo, Município de Caruaru, Estado de Pernambuco, e discutir suas implicações ecológicas, ambientais e para a distribuição das doenças na Megafauna durante o período Quaternário da Região Intertropical Brasileira (RIB).

2.2 Específicos

- Descrever e identificar novas ocorrências paleopatológicas em fósseis da Megafauna quaternária na RIB;
- Comparar as patologias identificadas com registros prévios para a Megafauna quaternária da Região Intertropical Brasileira;
- Correlacionar a ocorrência das doenças identificadas com aspectos paleoecológicos/ambientais da região.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Paleopatologia

Paleopatologia, no sentido etimológico da palavra, significa o estudo (*logos*) da enfermidade ou sofrimento (*pathos*) antiga (*paleo*) (RUFFER, 1913). A paleopatologia é uma disciplina holística que estuda a origem evolução e progresso de doenças em longa escala temporal (ROBERTS & MANCHESTER, 2010). Perfaz uma área de

estudo interdisciplinar, transdisciplinar e multidisciplinar dentro de um campo híbrido que integra estudos médicos, arqueológicos e paleontólogos (SOUZA, 2011). A paleopatologia reúne profissionais de diversas áreas como antropologia, história, medicina, literatura, biologia, radiologia, genética, odontologia, parasitologia, geografia, dentre outros que possam contribuir no estudo das doenças pretéritas (SANTOS, 1999; SOUZA, 2011).

A paleopatologia não é um assunto novo, pois na realidade, médicos, antropólogos e paleontólogos já se interessam há bastante tempo por temas relacionados (BARBOSA et al., 2019c). Desde o século XVI, pesquisadores têm feito inferências – muitas vezes equivocadas – sobre alterações patológicas no registro fóssilífero. Porém, apenas no ano de 1774, o alemão Johann Friederich Esper diagnosticou um osteosarcoma no fêmur de urso de caverna e este achado é considerado o marco de reconhecimento da Paleopatologia como ciência (AUFDERHEIDE & RODRÍGUEZ-MARTÍN, 1998). Apesar de ainda não ser um tema amplamente explorado (BARBOSA, 2013), estudos paleopatológicos têm recebido maior atenção dos pesquisadores nos últimos anos, incluindo a Megafauna Quaternária sul-americana (e.g. BARBOSA et al., 2014; LIMA & PORPINO, 2018; BARBOSA et al., 2019a, b, c; ANDRADE et al., 2019).

As pesquisas na área da paleopatologia são de grande relevância para estudos paleoecológicos e paleobiológicos das espécies, trazendo sempre informações importantes nesses contextos (FERIGOLO, 2007; BARBOSA, 2013). Os sinais de doenças no registro fóssilífero, em determinados táxons, tem um viés tafonômico e paleoecológico, pois estaria relacionado à abundância populacional e resistência óssea dos indivíduos, o que facilitaria a preservação dos restos esqueléticos e, conseqüentemente, de várias doenças (ANDRADE et al., 2019). O estudo

paleopatológico pode, também, ajudar na compreensão da causa de extinção dos organismos no passado (FERIGOLO, 1999).

A tendência para um paleopatologista é trabalhar com dados limitados (ROBERTS & MANCHESTER, 2010). Apesar de ser uma ciência que estuda doenças a partir da interpretação de restos biológicos (SANTOS, 1999), em se tratando de paleontologia, o estudo se torna ainda mais restrito. O registro fossilífero possui informações paleobiológicas e ecológicas incompletas, pois, na maioria dos casos, apenas ossos e dentes são preservados e estão disponíveis para interpretações e diagnóstico (BARBOSA, 2017; BARBOSA et al., 2019c). Uma outra fonte de restrição está relacionada com a quantidade de doenças passíveis de acometer o tecido ósseo que, em relação a outros tecidos do corpo, é pequena. Além disso, a forma como os ossos respondem aos agentes agressores e os tipos de manifestações das alterações deixam os estudos paleopatológicos ainda mais limitados (BARBOSA, 2017). Outro fator importante é que doenças agudas que causam a morte dos indivíduos, geralmente não ficam preservadas, pois não há tempo de atingir os ossos, ou desses manifestarem qualquer reação (BARBOSA, 2013). Assim, uma alteração anormal de origem patológica no osso preservado está comumente associada à enfermidades crônicas, ou seja, quando o corpo do indivíduo reage a um problema contínuo (ROBERTS & MANCHESTER, 2010).

Por fim, apenas poucos restos de indivíduos podem estar disponíveis para serem estudados no registro fossilífero e geralmente não há como analisar a população inteira, o que limita as conclusões em termos populacionais (ANDRADE, 2019). Perante tais obstáculos, muitas vezes é difícil propor diagnósticos acurados nas análises paleopatológicas, pois detalhes importantes como sintomas e sinais não

são possíveis de examinar. Entretanto, mesmo com tamanha limitação, diagnósticos precisos de várias doenças diferentes e em animais dos mais diferentes períodos têm sido alcançados, com base nas alterações ósseas e métodos adequados para análise (BARBOSA, 2017).

3.2 Identificação de lesões ósseas

Em estudos paleopatológicos de vertebrados é preciso identificar se a alteração encontrada no fóssil é de origem tafonômica (alterações *post-mortem*, relacionadas aos processos de fossilização) ou se é decorrente de uma lesão (organismo vivo). As alterações tafonômicas que simulam alterações patológicas são denominadas de pseudolesões, e seu estudo é reconhecido como pseudopatologia (BARBOSA, 2017). As alterações anormais, para serem consideradas patológicas, obrigatoriamente devem ser de origem *ante-mortem* (antes do organismo ter ido a óbito), embora muitas dessas alterações anormais *in vivo* não sejam consideradas alterações patológicas, como, por exemplo, traumas em decorrência de combate intraespecíficos ou casos de predação (LIMA, 2017). Identificar se a alteração observada em um fóssil teve origem enquanto o animal ainda estava vivo ou se ocorreu após sua morte (*post-mortem*), é uma tarefa difícil quando se estuda restos fossilizados (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006) e, algumas vezes, é um desafio impossível, devido ao estado de preservação e aos fatores tafonômicos que influenciaram a preservação do material (AUFDERHEIDE & RODRÍGUEZ-MARTIN, 1998). Restos esqueléticos submetidos a soterramento rápido, por exemplo, tendem a ser mais bem preservados, enquanto ossos que ficam expostos a agentes físicos, químicos e biológicos, mesmo que por um curto período de tempo, tendem a sofrer mais danos tafonômicos (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006).

A maioria das alterações tafonômicas não mimetizam feições patológicas (e.g. marcas de raízes, pisoteio). Por outro lado, abrasão e corrosão na superfície articular podem mimetizar doenças articulares (e.g. espondiloartropatia, doença por deposição de pirofosfato de cálcio) ou infecções (e.g. osteomielite, tuberculose) (BARBOSA et al., 2019c). Contudo, há diferenças significativas entre aspectos patológicos e tafonômicos, que são importantes para o diagnóstico da alteração óssea (ORTNER, 2003). Um orifício no osso, por exemplo, cujo córtex esteja intacto, não pode ser considerado como erosão patológica, enquanto que aspectos relacionados à lise óssea cortical, erosão nas bordas, trabéculas expostas, cristas afiadas ou boleadas e assoalho escavado são feições que sugerem diagnósticos de verdadeiras lesões (WALDRON, 2009). Além disso, o pesquisador deve ter noção de como seria a anatomia básica do osso para classificar tais feições, pois anormalidades no osso, em comparação com a anatomia normal, são as primeiras evidências de patologia (ORTNER, 2003).

É essencial sistematizar as avaliações das lesões ósseas considerando alguns fatores importantes: ontogenia do indivíduo, local da lesão, padrão de destruição, margens da lesão, matriz óssea e mineralização, reação periosteal, lesão isolada ou múltiplas (WU & HOCHMAN, 2012). As alterações paleopatológicas têm como preceito básico a reação/resposta óssea, o que é fundamental na identificação das lesões (BARBOSA, 2017), enquanto os processos tafonômicos (e.g. abrasão, corrosão, fratura, incrustação ou compactação) podem ser diferenciadas de verdadeiras lesões pela falta de reatividade óssea (BARBOSA, 2013), além dos outros aspectos comentados no parágrafo anterior. Portanto, as interpretações paleopatológicas devem ser precedidas da diferenciação das alterações relacionadas à preservação (i.e., tafonômicas), com o objetivo de prevenir equívocos (BARBOSA et

al., 2019c). Também deve ser levado em consideração que diversas doenças podem causar lesões semelhantes nos ossos (ROBERTS & MANCHESTER, 2010), ou uma mesma doença pode manifestar-se de maneira variada, a depender do osso afetado (BARBOSA et al., 2019c).

Análises paleopatológicas podem ser feitas através de exames visuais macroscópicos e/ou exames de imagens (e.g. raio-X e tomografia computadorizada) – que são os principais métodos de estudos para diagnóstico de doenças ósseas em fósseis – para fazer descrições detalhadas das alterações encontradas nos restos esqueléticos (ROBERTS & MANCHESTER, 2010; BARBOSA, 2017). É importante destacar que a utilização de exames de imagens deve ser feita com interdisciplinaridade para um diagnóstico mais preciso (CHHEM & BROTHWELL, 2008). O propósito da pesquisa é o que vai determinar qual a metodologia mais adequada para o estudo paleopatológico em questão (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006). O objetivo final é fornecer um diagnóstico preciso da alteração óssea, embora muitas vezes isto não seja possível (WU & HOCHMAN, 2012).

3.3 Megafauna

A Megafauna pode ser definida como um grupo de animais com massas corpóreas acima de 44 kg que viveu durante o período Quaternário (BARNOSKY & LINDSAY, 2010), embora outras definições apliquem o termo Megafauna apenas para mamíferos cuja massa corpórea ultrapassa a tonelada (SILVA, 2008). O período Quaternário teve início há aproximadamente 2,6 milhões de anos e é, atualmente, dividido em duas épocas: Pleistoceno, que durou até aproximadamente 11,7 mil anos atrás, e Holoceno, que teve o início ao final da última glaciação pleistocênica, e tem duração até o presente (ICS, 2020). Esse período foi caracterizado por mudanças

climáticas associadas às glaciações, marcadas por variações globais correlacionadas com o avanço e recuo das geleiras em ambientes continentais (FERRAZZO, 2009).

Nos registros quaternários da RIB os fósseis da Megafauna são comumente encontrados em depósitos de tanque natural ou em cavernas. Nestes depósitos, normalmente são encontrados animais de porte médio (entre 10 e 100 kg), animais de grande porte (entre >100 e 1000 kg), e megamamíferos (acima de 1000 kg) (DANTAS et al., 2017). Vale ressaltar que os depósitos de tanque são associações fossilíferas restritas à Região Nordeste do Brasil, e contêm o registro de grande quantidade dos representantes da Megafauna na América do Sul (ARAÚJO-JÚNIOR et al., 2015).

A Megafauna Sul-americana era rica em mamíferos de grande porte, incluindo espécies endêmicas para a região Nordeste (e.g. *Xenorhinotherium bahiensis*, *Panochthus jaguaribensis*) e espécies de ampla distribuição geográfica na América do Sul (e.g. *Arctotherium brasiliense*; *Palaeolama major*, e *Toxodon platensis*) (BARBOSA et al., 2019b). Apesar de haver muitos estudos sobre a Megafauna, é difícil ter informações precisas sobre a paleoecologia e o ecossistema em que estes animais habitavam (SILVA, 2008. DANTAS et al., 2017).

4 Metodologia

Para os estudos paleopatológicos foram examinados 15 espécimes da coleção de paleontologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O material foi coletado em um depósito de tanque, na localidade Serra do Medo, Município de Caruaru, Estado de Pernambuco (8°6.8225'S; 36°6.0349'W) (figura 1). A coleta foi realizada em período de estiagem prolongada no Agreste pernambucano, no ano de

2013, quando o tanque secou após cerca de vinte anos inundado (figura 2). Pelo curto período de seca no depósito de tanque, não houve coleta do material com rigor estratigráfico detalhado.

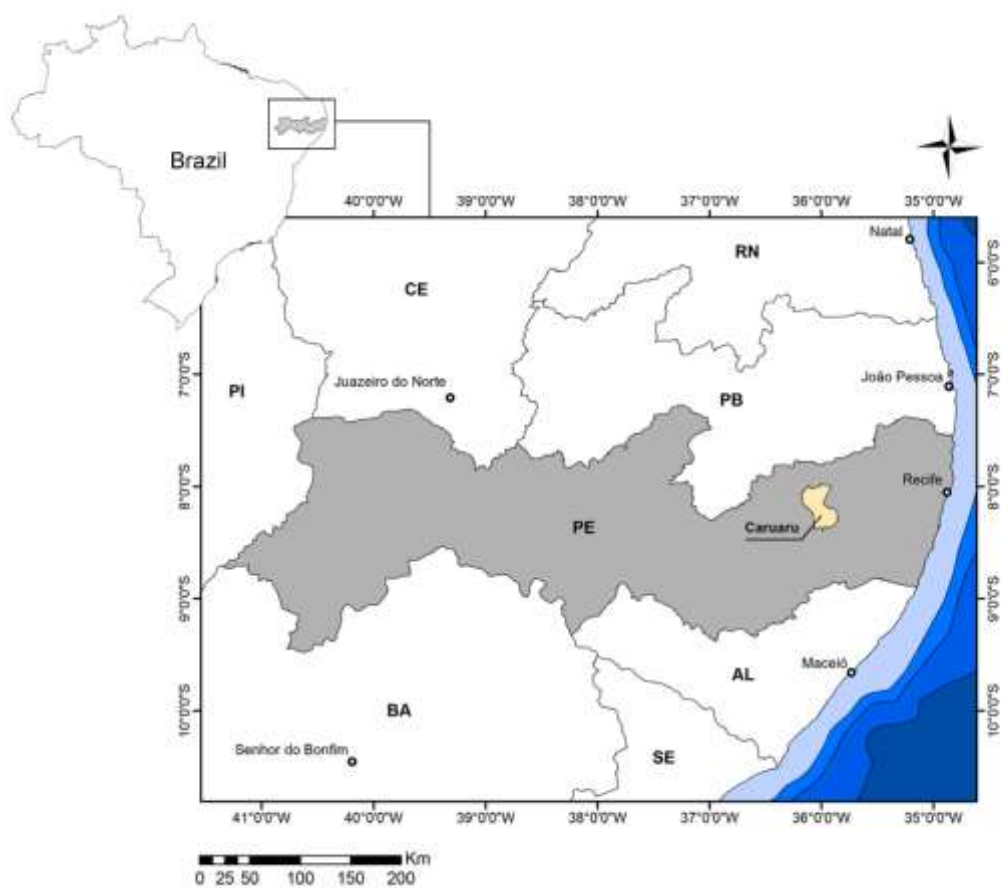


Figura 1: Mapa da localização de Serra do Medo, no Município de Caruaru, Estado de Pernambuco. Pernambuco (PE), Paraíba (PB), Rio Grande do Norte (RN), Ceará (CE), Piauí (PI), Bahia (BA), Sergipe (SE), Alagoas (AL).

Cada espécime foi examinado macroscopicamente, sendo analisados aspectos anatômicos, a posição e aspecto da lesão, tendo como base a anatomia normal do táxon; o diagnóstico apresentado seguiu conforme literatura específica (e.g. ORTNER, 2003; ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; WALDRON, 2009). Nesse método, o primeiro passo na identificação de uma enfermidade em um fóssil é distinguir se a origem da

alteração óssea anormal é *ante-mortem* (indivíduo vivo) ou *post-mortem* (após a morte do indivíduo, BARBOSA, 2017).

ORTNER (2003) propôs critérios para diferenciar as alterações *post* e *ante-mortem*, os quais foram seguidos neste trabalho: a) processos patológicos geralmente apresentam bordas suaves ou arredondadas, enquanto que alterações *post-mortem* tendem a apresentar bordas agudas, irregulares e denteadas; b) a maior parte das lesões *ante-mortem* terá indicativo de atividade osteoblástica em algum local da área afetada, algumas vezes evidenciado pelo arredondamento das extremidades destruídas ou crescimento ósseo nas bordas da lesão.

Uma vez identificada como alteração óssea *ante-mortem*, o diagnóstico diferencial foi realizado de acordo com a preservação macroscópica da lesão. Após a identificação, foi inferida, na medida do possível, a reconstrução do processo patológico até sua possível causa (ROBERTS & MANCHESTER, 2010; BARBOSA, 2017).



Figura 2: Foto do depósito de tanque em Serra do Medo, Município de Caruaru, Estado de Pernambuco, onde foram coletados os fósseis aqui estudados. Fonte: Jornal Vanguarda. Autor: Diógenes Barbosa.

A partir dos achados patológicos nos espécimes, foi realizado o levantamento taxonômico e da distribuição geográfica das lesões, comparando os locais de ocorrência. Para fazer o levantamento das ocorrências já documentadas, foram utilizadas ferramentas de pesquisa virtual (e.g. Google acadêmico; Mendeley; Web of Science; Scopus). Em seguida, foi feita a revisão da literatura encontrada, compilando os dados em uma tabela pela ferramenta online Google Sheets. A partir disso, foram analisados os tipos de enfermidades encontradas, suas respectivas localidades e os táxons afetados. Com os dados compilados foi feito o mapeamento da distribuição das doenças. Estes dados foram complementados com os achados do depósito de tanque na Serra do Medo.

5 RESULTADOS

A seguir faremos a descrição das alterações patológicas encontradas nos espécimes coletados no depósito de tanque na Serra do Medo, que compreende matérias de distintas famílias da megafauna (Megatheriidae, Toxodontidae, Camelidae, Mylodontidae, Equidae), além de alguns táxons não identificados.

5.1 Megatheriidae

O arco neural fragmentado, possivelmente de Megatheriidae (UFRPE - 5188) apresenta um crescimento ósseo em sua lateral direita, próximo ao processo transversal, na parte ventral ao mesmo (figura 3).

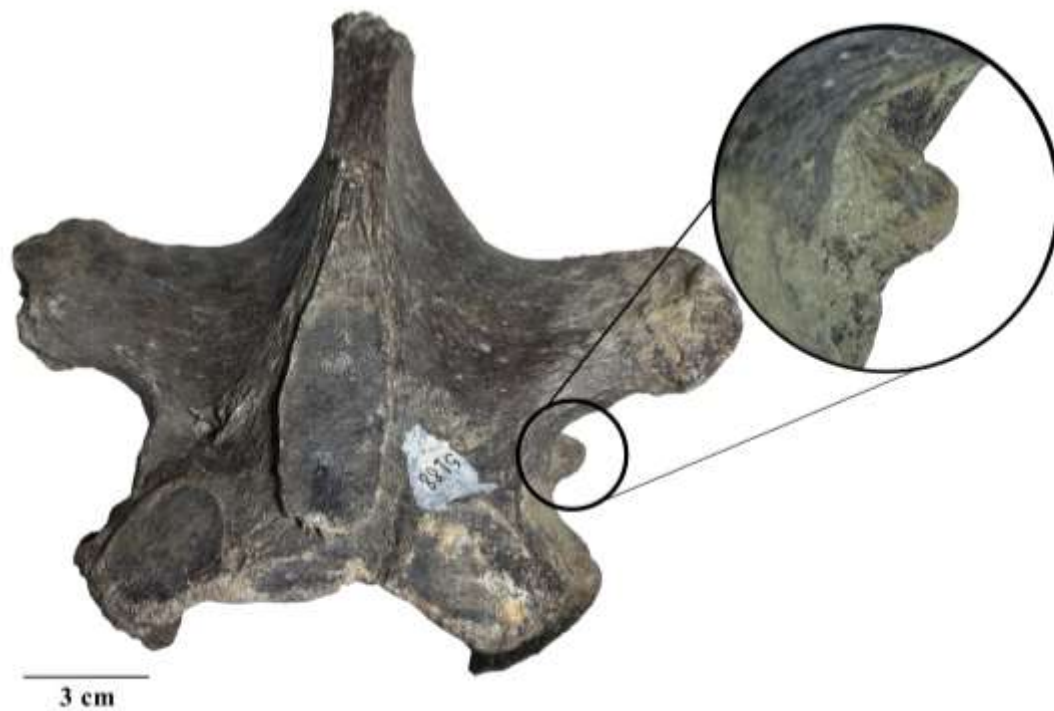


Figura 3: Fragmento vertebral arco neural, possivelmente de Megatheriidae (UFRPE - 5188). Em destaque crescimento ósseo na lateral do espécime.

Os espécimes UFRPE - 5239 e UFRPE - 4982 são partes da mesma peça, se tratando de uma escápula de *Eremotherium laurillardii*, fragmentada provavelmente por processos tafonômicos. A porção UFRPE - 5239 (figura 4) apresenta uma leve erosão óssea localizada próxima ao centro da articulação. Também é possível observar a superfície articular com aspecto rugoso, associado a uma placa óssea.

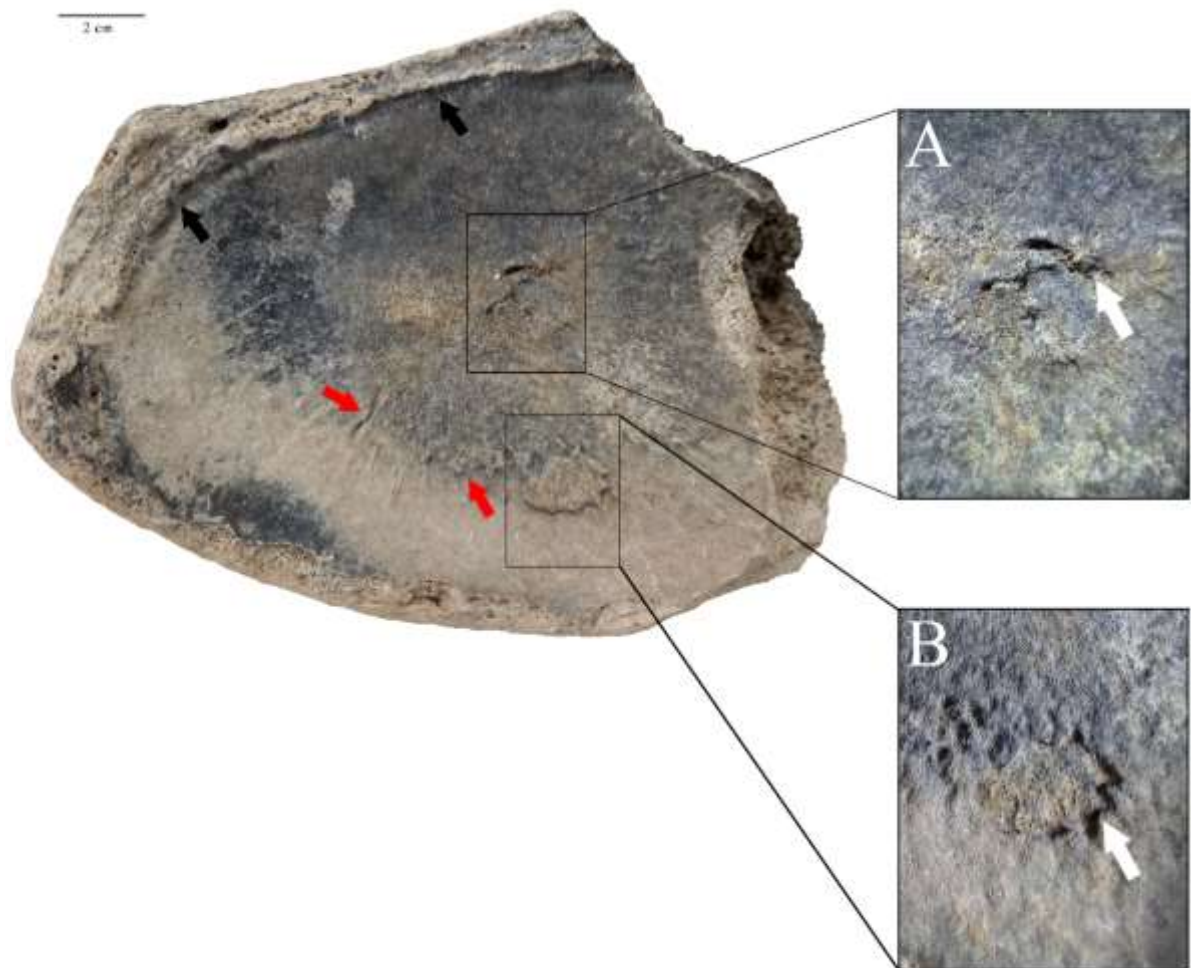


Figura 4: Fragmento da escápula de *Eremotherium laurillardii*, UFRPE - 5239. Em detalhes: A - crescimento ósseo na superfície subcondral da cavidade glenoide associado à erosão óssea (seta branca). B - ocorrência de uma placa óssea na superfície da cavidade glenoide, e superfície rugosa ao redor da placa.

Há um crescimento ósseo ao longo da margem da articulação, em direção ao centro articular, que se estende desde a margem mais externa, até a margem mais interna. O espécime UFRPE - 4982 possui dois focos de crescimento ósseo patológico, associado às erosões ósseas na superfície da cavidade glenoide (figura 5). É possível observar uma erosão severa mais ao centro da articulação, que se estende para a parte interna do osso, onde há indícios de remodelação óssea.

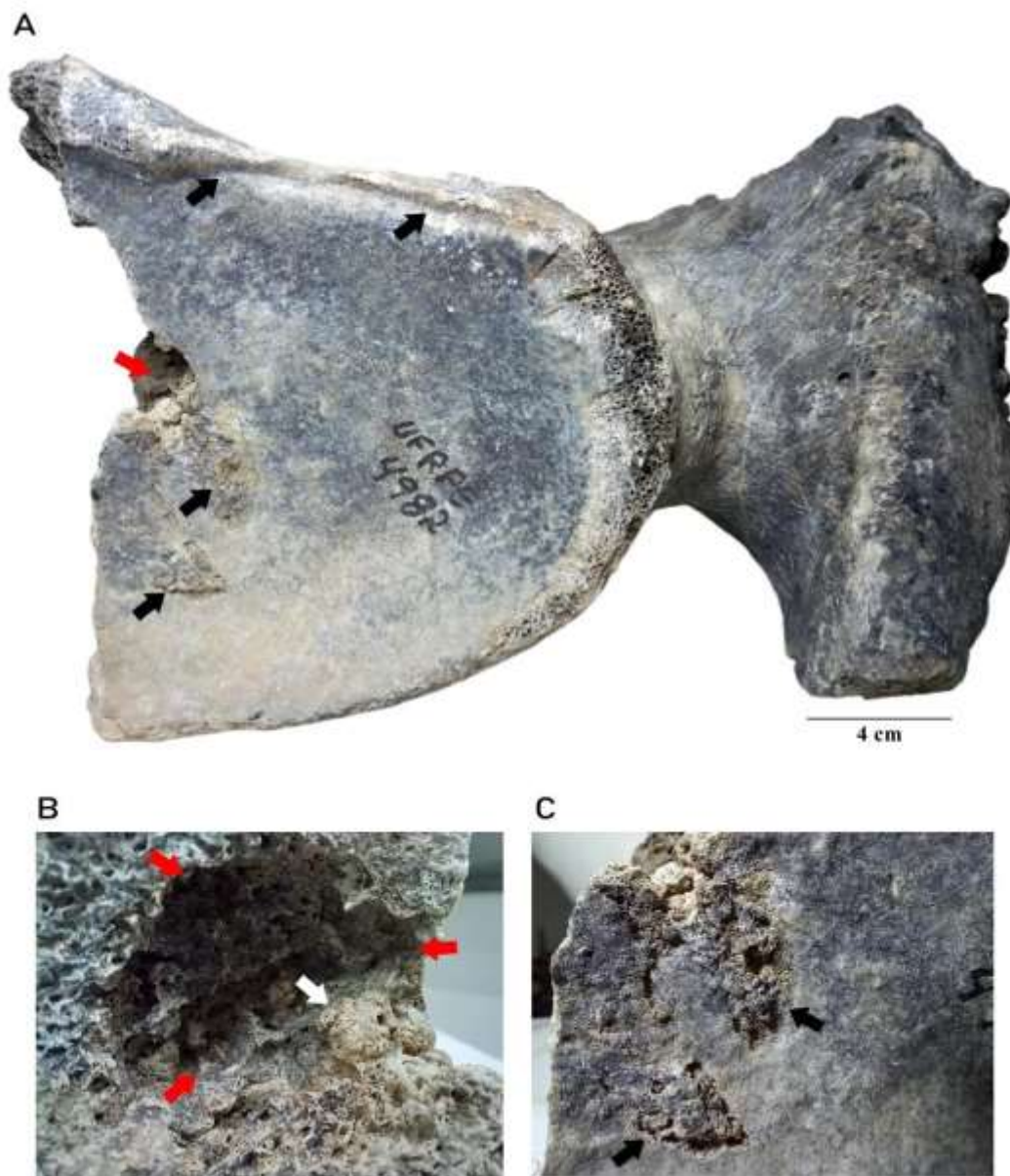


Figura 5: Fragmento de escápula de *Eremotherium laurillardii*, porção UFRPE - 4982. A - Setas pretas apontam crescimento ósseo na superfície e à margem da cavidade glenoide; a seta vermelha indica local de erosão óssea, associada às placas calcificadas. B - Detalhe interno da erosão óssea, com evidências de atividade osteoblástica dentro do local de erosão; setas vermelhas apontam para a cavidade formada pela erosão óssea e a seta branca indica crescimento ósseo dentro da cavidade erodida. C - Detalhe de placas calcificadas subcondrais na cavidade glenoide, associadas às erosões ósseas; setas pretas indicam crescimento ósseo na superfície articular da cavidade glenoide.

O fragmento de costela UFRPE - 5547 apresenta uma pequena placa óssea elevada na margem mais externa da superfície articular do capítulo (figura 6). Na superfície subcondral da articulação, no calcâneo de *Eremotherium laurillardii* UFRPE – 5187, é

possível observar dois focos de erosão óssea na faceta ectal (figura 7). Uma erosão está localizada na margem mais externa da articulação em relação ao sulco de inserção do tendão, e possui pouco mais de 1 cm de comprimento; a outra tem aproximadamente 0,5 cm de comprimento, e está localizada próximo à margem interna do sulco de inserção do tendão.



Figura 6: Tubérculo e capítulo de costela de Megatheriidae indeterminado (UFRPE – 5547). Círculo preto indica local da lesão.



Figura 7: erosões ósseas na superfície articular da faceta ectal de calcâneo de *Eremotherium laurillardii* (UFRPE - 5187). Setas pretas indicam locais de erosão.

O calcâneo UFRPE - 4981 (figura 8) apresenta projeção óssea na extremidade superficial da faceta sustentacular, localizada na margem articular próxima ao poço de inserção do tendão. No mesmo espécime, na faceta ectal, há projeções ósseas que se estendem à margem articular próxima ao sulco de inserção do tendão; ainda na faceta ectal, na porção mais plantar, também é possível observar crescimentos ósseos semelhantes. Mais ao centro da faceta ectal há uma depressão subcondral em formato de fenda.

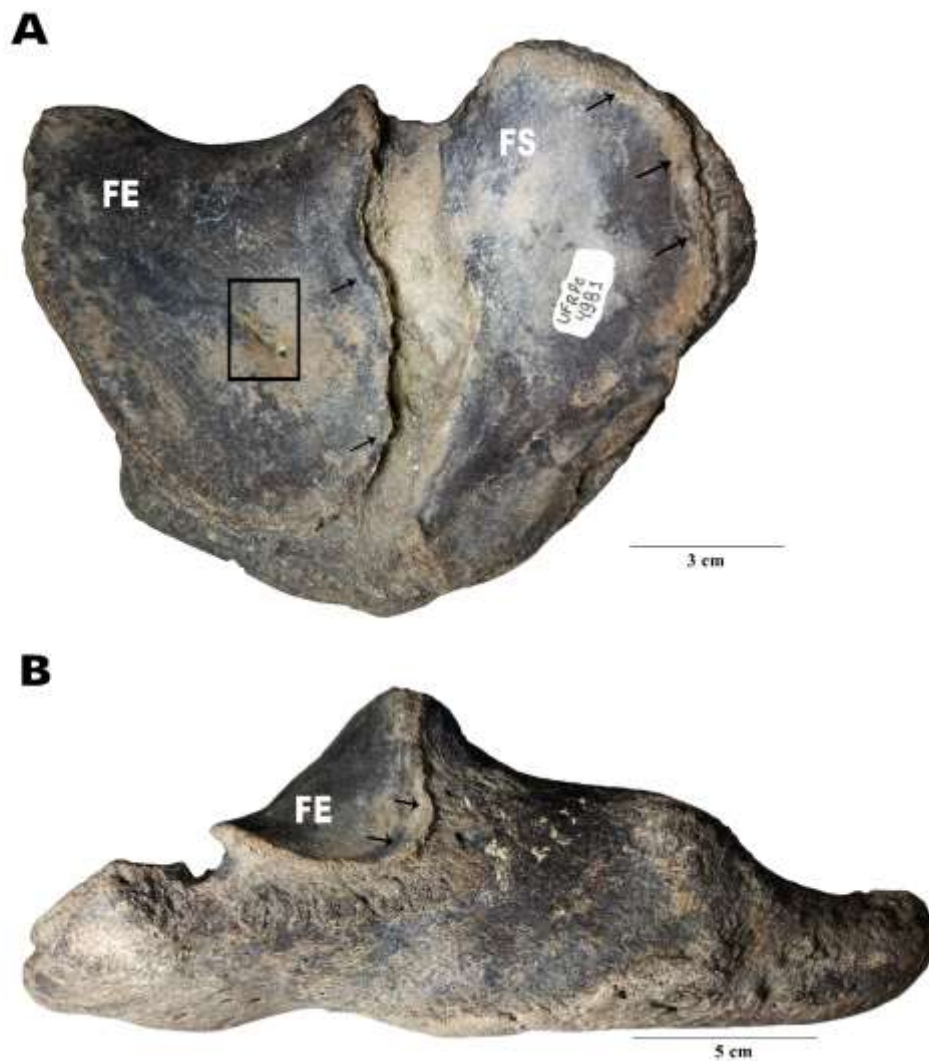


Figura 8: Calcâneo de *Eremotherium laurillardii* (UFRPE - 4981). A - vista dorsal das faceta sustentacular (FS) e ectal (FE). B - vista lateral com a parte posterior da FE. Setas pretas indicam elevação óssea. Retângulo preto indica local de depressão óssea.

5.2 Mylodontidae

Na tíbia de Mylodontidae (UFRPE - 4958), no centro da face articular distal para o astrágalo, há uma região bem definida em formato oval, com pouco mais de 1 cm de comprimento, e aspecto poroso (figura 9).



Figura 9: Articulação distal de tíbia de Mylodontidae indet em vista distal (UFRPE - 4958). Círculo preto indica o local da lesão.

5.3 Toxodontidae

A fíbula UFRPE - 4990 apresenta superfície articular rugosa e erodida, na qual ocorre deposição de placas calcificadas na superfície articular da extremidade distal. Também é possível observar crescimento ósseo na margem lateral da face articular do maléolo lateral (figura 10).

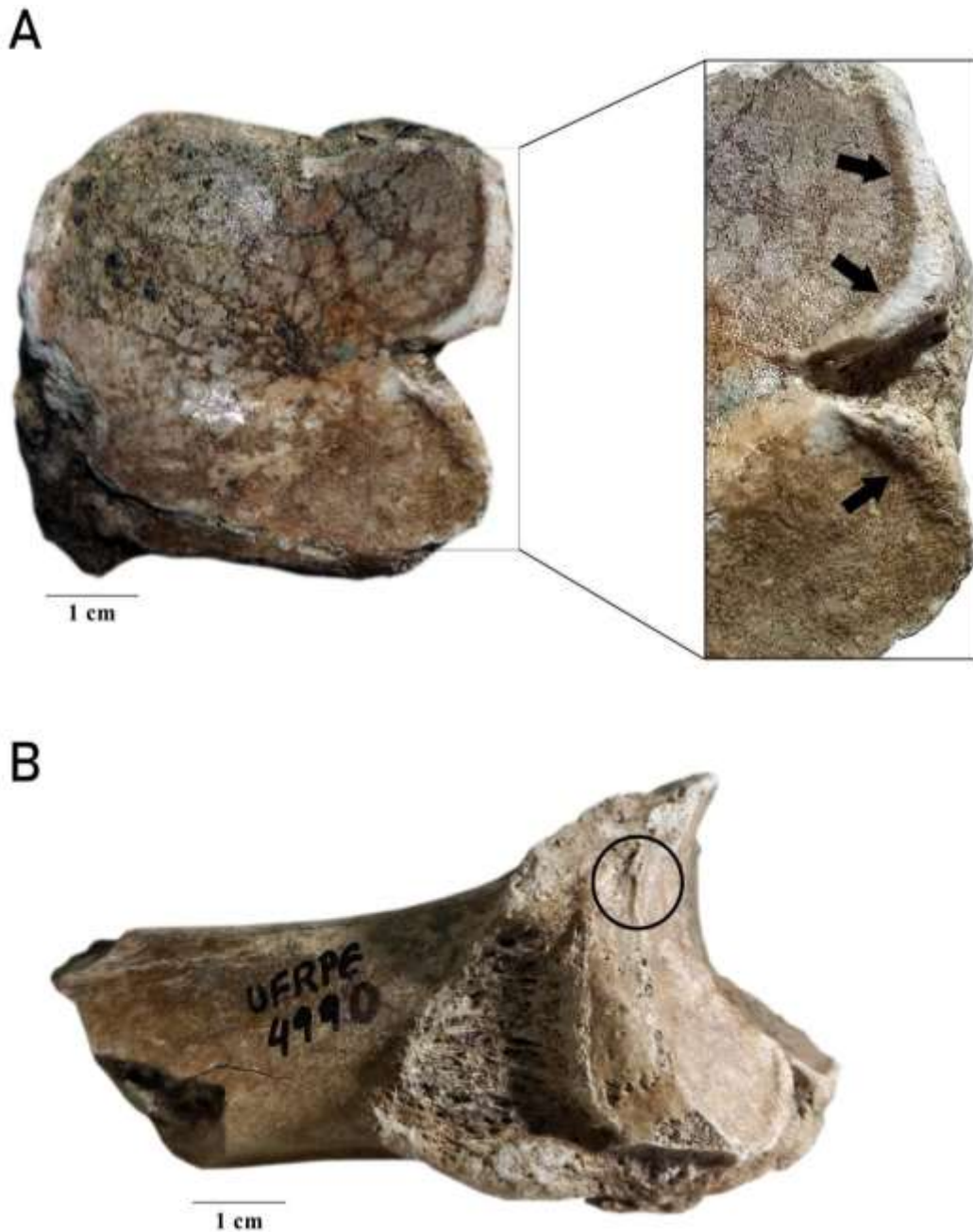


Figura 10: Porção distal da fíbula de Toxodontidae. A - Face articular do maléolo lateral, em destaque crescimento ósseo na margem articular. Setas pretas indicam crescimento ósseo às margens da articulação. B - Vista cranial da fíbula, em destaque elevação de uma pequena placa óssea, associada a pequenas erosões. Círculo preto indica pequena placa óssea na superfície articular.

5.4 Camelidae

A alteração patológica ocorre em um fragmento de cintura pélvica (possivelmente de *Palaeolama*) e consiste em um pequeno crescimento ósseo em

forma de botão, localizado próximo ao centro do acetábulo, com cerca de um milímetro de diâmetro (figura 11).



Figura 11: Fragmento de cintura pélvica em vista lateral, possivelmente de Camelidae (UFRPE - 5227), com crescimento ósseo próximo ao centro do acetábulo. Círculo vermelho indica local de crescimento ósseo.

5.5 Equidae

A identificação deste espécime como Equidae se deu através de comparações com figuras de elementos homólogos disponíveis na literatura. O calcâneo de Equidae (UFRPE - 4938) apresenta uma depressão subcondral em formato de fenda, próxima ao centro da faceta sustentacular (figura 12).

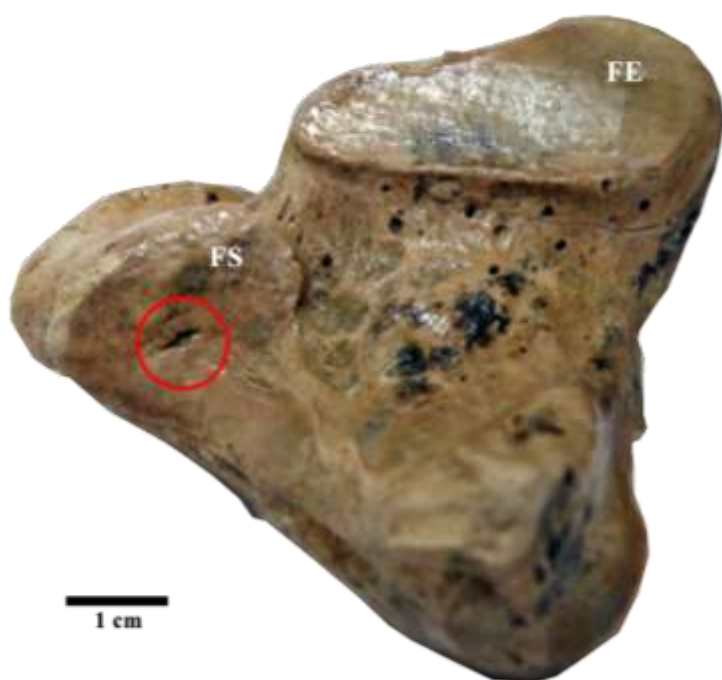


Figura 12: calcâneo de Equidae UFRPE – 4938 em vista distal. FE = Faceta Ectal. FS = Faceta sustentacular, O Círculo vermelho indica o local da lesão, representada por depressão articular na superfície da faceta.

5.6 Táxons indeterminados

No tubérculo da costela (UFRPE - 5170) é possível observar uma erosão severa, onde seria a superfície articular (figura 13).



Figura 13: Tubérculo da costela de táxon não identificado. Setas brancas indicam local erodido. Seta vermelha indica o crescimento ósseo interno a cavidade de erosão.

O espécime apresenta atividade osteoblástica às margens da erosão, e crescimento ósseo dentro da cavidade da lesão. No espécime UFRPE - 5167 (figura 14), as dimensões e características, observadas em seção transversa deste espécime permitem classificá-lo como um osso longo, onde a parte articular foi destruída por processos tafonômicos. Em corte transversal é possível observar um aspecto triangular. Em vista cranial é possível observar reação óssea com aspecto rugoso na superfície óssea e crescimento ósseo no periósteo na região da diáfise; também é possível observar um crescimento ósseo lamelar em vista caudal, possivelmente no ponto de inserção do tendão. Na região caudal do espécime há calcificações. Em vista lateral é possível observar uma depressão na superfície óssea.

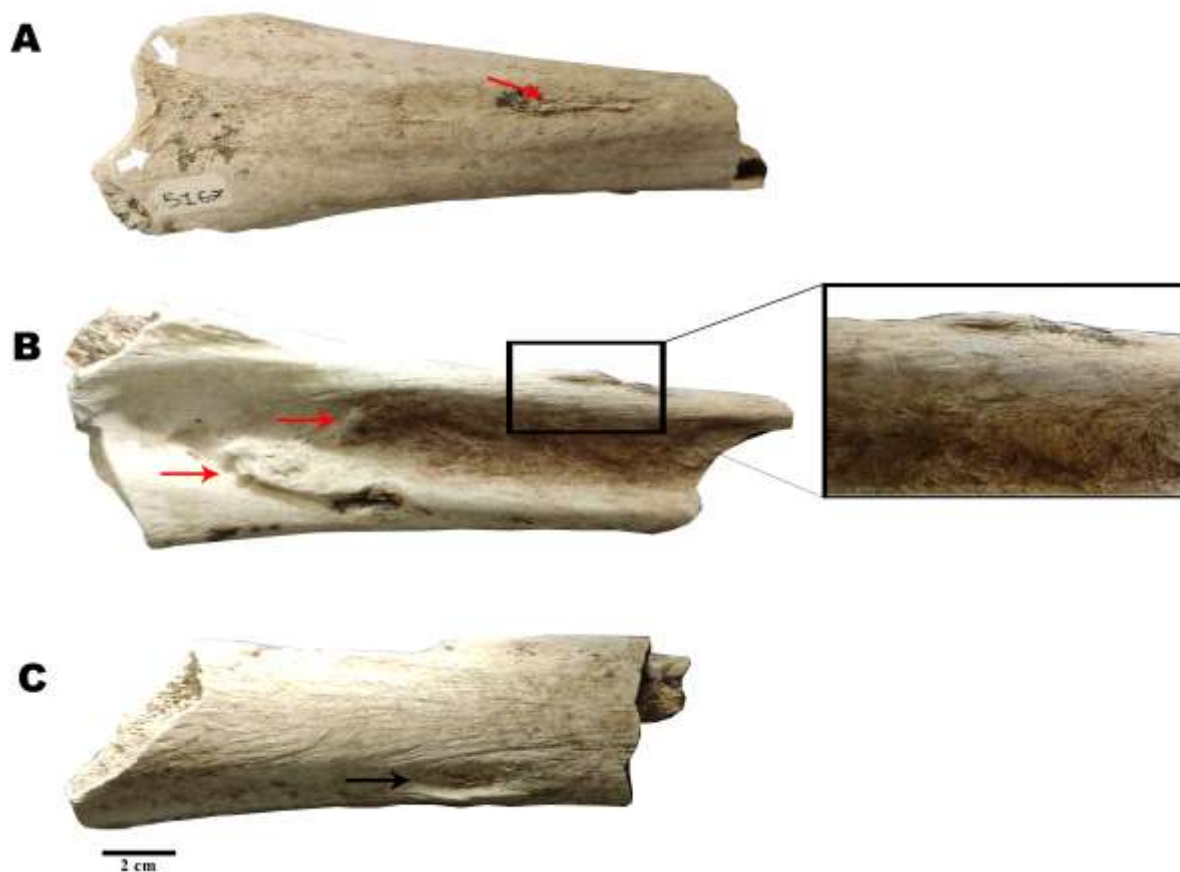


Figura 14: A - vista cranial do espécime UFRPE - 5167. B - Vista caudal do espécime, em detalhe no retângulo crescimento ósseo lamelar. C - vista lateral. Setas brancas indicam reação periosteal com aspecto rugoso. Seta vermelha indica calcificação na superfície óssea. Seta preta indica depressão óssea. Táxon e peça anatômica indefinidos.

Há projeções ósseas em forma de botões no espécime UFRPE - 5200, sendo várias lesões com aproximadamente 1 cm cada, aglomeradas, com proximidade 1 a 3 cm de distância entre elas (figura 15).



Figura 15: Espécime UFRPE - 5200. No retângulo detalhe da lesão (táxon e peça anatômica indefinidos).

O espécime UFRPE - 5197 possui uma lesão em formato de sulco disposto paralelamente ao sentido do osso (figura 16), com aproximadamente 5 cm de comprimento e 1 cm de largura e bordas boleadas.



Figura 16: Espécime UFRPE - 5197. No retângulo detalhe da lesão (táxon e peça anatômica indefinidos).

5.7 Distribuição taxonômica e geográfica das lesões encontradas

Na tabela 1 é possível observar a distribuição geográfica na RIB e taxonômica na Megafauna das doenças encontradas no depósito de Serra do Medo (DDPC, EpA, Infecção óssea, entesófitos).

Tabela 1: Distribuição geográfica e taxonômica das doenças DDCP, EpA, infecção óssea, entesófitos e depressão articular na Megafauna pleistocênica.

	DDPC	EpA	Infecção óssea	Entesófito	Neoplasia	Depressão articular	Osteocondrite dissecante
Serra do Medo, Caruaru/PE	<i>Eremotherium laurillardii</i> ; Toxodontidae	<i>Eremotherium laurillardii</i> ; Toxodontidae		Taxon indeterminado	Camelidae	Equidae; <i>Eremotherium laurillardii</i>	
Sítio Lagoa do Santo, Currais Novos/RN	<i>Panochthus</i> sp.						
Sítio Campo Alegre, Taperoá/PB	<i>Panochthus</i> sp.			<i>Panochthus</i> sp.			
Lajedo da Escada, Baraúna/RN	<i>Gliptotherium</i> sp.	<i>Gliptotherium</i> sp.	<i>Eremotherium laurillardii</i> ; <i>P. brasiliensis</i> ; Taxon indeterminado				<i>Eremotherium laurillardii</i>
Toca da Pedreira, Ourolândia/BA	<i>Eremotherium laurillardii</i>						

Toca da Boa vista, Campo Formoso/BA		<i>Nothrotherium maquinense</i> ; <i>Catonyx cuvieri</i> ;					
Poço azul , Nova Redenção/BA	<i>Catonyx cuvieri</i> , <i>Valgipies bucklandi</i>	<i>Nothrotherium maquinense</i> , <i>Catonyx cuvieri</i> , <i>Eremotherium laurillardi</i>	<i>Nothrotherium maquinense</i>				
Lagoa da cruz, Nova Cruz/RN			<i>Notiomastodon platensis</i>				
Águas de Araxá, Araxá/MG			<i>Notiomastodon platensis</i>				
Lapa dos Peixes, Carinhanha/BA					<i>Nothrotherium maquinense</i>		
Sítio de Paleontologia Zabelê, Capoeiras/PE	<i>Eremotherium laurillardi</i>		<i>Eremotherium laurillardi</i>				
Toca dos Ossos, Jacobina/BA	<i>Glossotherium</i> sp.; <i>Ocnotherium giganteum</i>	<i>Glossotherium</i> sp.; <i>Ocnotherium giganteum</i>					
Iraquara/BA	<i>Valgipies bucklandi</i>						
Gruta dos Brejões, Morro do Chapéu/BA		<i>Myloodonopsis ibseni</i>					
Toca do Garrincho/PI		<i>Catonyx cuvieri</i>					

6 DISCUSSÃO

6.1 Doença por Deposição de Pirofosfato de Cálcio (DDPC)

No material analisado a doença de deposição de pirofosfato de cálcio foi encontrada Megatheriidae e Toxodontidae. É caracterizada pela presença de placas calcificadas, bem como concreções na superfície articular (ROTHSCHILD et al., 1992; ROTHSCCHILD & MARTIN, 2006). O calcâneo UFRPE - 4981 e fragmento de escápula UFRPE - 5239 e a costela UFRPE - 5547 de *E. laurillardi* apresentam atividade osteoblástica às margens da articulação na forma de projeções ósseas que crescem em direção ao centro articular; esse tipo de crescimento é indicativo de DDPC, e serve

como diagnóstico diferencial em relação à outras doenças articulares, como osteoartrite, que tem placas calcificadas com crescimento em sentido paralelo à articulação (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006). A superfície rugosa e a placa calcificada na superfície da cavidade glenoide no espécime UFRPE - 5239 também são indicativo de DDPC. As erosões na superfície articular, associadas às placas calcificadas na fíbula (UFRPE - 4990) de *Toxodon* sp. e no fragmento de escápula UFRPE - 4982 de *Eremotherium laurillardi*, são indicativas de espondiloartropatia, doença muito comumente associada à DDPC, descartando o diagnóstico de osteoartrite, pois nessa última erosões ósseas são completamente ausentes (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006). Apesar de não ser uma associação rara de ocorrer (BARBOSA et. al., 2019a), é difícil correlacionar as duas enfermidades, sobretudo pela falta de tecidos moles preservados no registro fóssilífero (ROTHSCHILD et al., 1992). Embora seja amplamente documentada no grupo dos Xenarthra, este trabalho registra a primeira ocorrência de DDPC em Notoungulata no espécime UFRPE – 4990 (ver tabela 1). Sekijima et al. (2010) afirmaram que, dentre as artrites que são associadas a cristais, a DDPC é a que manifesta maior ocorrência. Para a época do período Pleistoceno, esta doença articular também tem sido considerada uma das mais comuns dentre as alterações patológicas encontradas entre os integrantes da Megafauna da RIB (BARBOSA et al., 2019b).

Barbosa et al. (2019b) pontuaram que todos os casos de doenças articulares encontrados na Megafauna foram relatados em indivíduos adultos, sendo isto indicativo de que a doença afeta, predominantemente, animais com idade avançada. É sugestivo que esses animais apresentavam grande desgaste ósseo com o passar da idade. É possível considerar que a DDPC prejudicou severamente a locomoção destes indivíduos, tornando o animal mais suscetível à predação no cenário

pleistocênico. Na verdade, os cristais de pirofosfato de cálcio estão diretamente associados à causa da inflamação aguda nas regiões articulares que, além da inflamação, causa dores, inchaço e rigidez cartilaginosa (ARIE & DOHERTY, 1989), o que possivelmente também ocorreu com os animais extintos.

6.2 Artrite erosiva

Erosões na superfície articular, como observadas em representantes de Megatheriidae (UFRPE - 4982, UFRPE - 5187, UFRPE - 5239) e Toxodontidae (UFRPE - 4990), são indicativas de artrite erosiva (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006). De maneira geral, artrites erosivas fazem parte de um subgrupo dentro das doenças articulares, caracterizada pela destruição óssea (ORTNER, 2003). A maior parte das erosões ósseas subcondrais são causadas por algum tipo de artrite erosiva, dentre elas uma das mais comuns no registro fossilífero de tetrápodes do Pleistoceno é a espondiloartropatia (EpA) (ORTNER, 2003; BARBOSA et al., 2014; BARBOSA et al., 2019). Espondiloartropatia engloba vários tipos de artrites erosivas (e.g. espondilite anquilosante, artrite reativa, artrite psoriática, doença de Bowell e artrite enteropática.), que podem atingir qualquer parte do osso subcondral (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; NUNN, ROTHSCHILD & GITTLEMAN, 2006; WALDRON, 2009). Este tipo de doença pode ser caracterizado pelo crescimento ósseo anormal, ossificação de ligamentos e tendões, destruição óssea, erosão e fusão óssea de cápsulas articulares (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; NUNN, ROTHSCHILD & GITTLEMAN, 2006; WALDRON, 2009); também é caracterizada por ser um tipo de artrite inflamatória (NUNN, ROTHSCHILD & GITTLEMAN, 2006; BARBOSA et al., 2014). Os diferentes tipos de EpA possuem características morfológicas e

metabólicas em comum e todos estão relacionados à presença do antígeno HLA-B27 (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; WALDRON, 2009).

Este tipo de doença já foi diagnosticado em vários grupos de mamíferos fósseis e viventes no período Quaternário (BARBOSA et al., 2014). Ambos os táxons que apresentaram esta alteração patológica no material aqui estudado são animais de grande porte (*E. laurillardi* e Toxodontidae). De acordo com NUNN, ROTHSCHILD & GITTLEMAN (2006), tais animais são mais suscetíveis a desenvolver este tipo de doença, portanto estas lesões estão diretamente relacionadas com as características autoecológicas do indivíduo (e.g. massa corporal e hábitos alimentares) (BARBOSA et al., 2014; BARBOSA et al., 2019). O esforço biomecânico associado a massa corpórea avantajada, pode ter contribuído para o desenvolvimento de artrites nestes animais. Porém, é improvável que apenas o esforço físico seja a única ou mesmo a causa principal da origem da espondiloartropatia nesses indivíduos. Processos inflamatórios e erosivos são mais relacionados a agentes infecciosos, portanto acredita-se que estes organismos desencadeiam tal doença no indivíduo (NUNN, ROTHSCHILD & GITTLEMAN, 2006). Além de agentes infecciosos, a EpA pode se manifestar associada à outras artrites (e.g DDPC) (BARBOSA et al., 2019), como é possível visualizar nos espécimes UFRPE - 4982, UFRPE - 5239, UFRPE - 4990. É importante destacar, especificamente, que no fragmento de escápula de *Eremotherium laurillardi* (UFRPE - 4982), é possível ver que a espondiloartropatia está em um estágio avançado, pois apresenta erosão óssea bem desenvolvida, com reação e crescimento ósseo na parte interna da área erodida, e DDPC severa associada às erosões. Isso sugere que o animal desenvolveu EpA e DDPC crônicas, ao longo da vida. Por se tratar de artrites inflamatórias, este animal provavelmente sofreu com dores e dificuldade locomotora no membro anterior associada à cavidade

glenoide afetada pelas doenças; os impactos destes sintomas tendem a aumentar, proporcionalmente, de acordo com a massa corpórea (NUNN, ROTHSCCHILD & GITTLEMAN, 2006).

6.3 Depressão articular

Esta patologia foi encontrada em Megateriidae e Equidae (UFRPE - 4981) UFRPE - 4938, trata-se de lesões bem definidas com formato de fenda na superfície articular. Tais alterações são indicativas de um tipo de artrite denominado depressão articular. Baker & Brothwell (1980) classificaram três tipos de depressão articular, sendo elas: tipo 1 - lesão rasa, normalmente de formato oval com orientação anteroposterior, podendo ser encontrada na superfície distal ou proximal de articulações; tipo 2 - lesão estreita em formato de fenda, com comprimento variável, localizada tipicamente entre as facetas distais das primeira e segunda falange; tipo 3 - lesão normalmente encontrada na terceira falange, apresenta formato de fenda estreita e está orientada obliquamente no eixo médiolateral das facetas. Contudo, Thomas & Johannsen (2011) reconheceram um quarto tipo de depressão articular, representada por uma lesão rasa, com formato circular, que foi encontrada nas primeira, segunda e terceira falanges de gados domésticos. Dadas as características morfológicas das lesões encontradas nos espécimes UFRPE - 4981 e UFRPE - 4938, ambos apresentam depressão articular tipo 1, por se tratar de uma lesão rasa bem definida em formato de fenda. A depressão articular tem origem a partir da cartilagem articular (HILL, SUTTON & THOMPSON, 1998), podendo evoluir e afetar o tecido ósseo, como encontrado em UFRPE- 4981 e UFRPE - 4938. Acredita-se que a origem da doença esteja relacionada com o corpo do animal, idade, sexo, fatores hereditários e influência ambiental (MARKOVIĆ et al., 2014; THOMAS & JOHANNSEN, 2011). É

importante pontuar que o registro desta doença na literatura é restrito a animais herbívoros, como os animais preservados na assembleia fossilífera de Serra do Medo (e. g. *Eremotherium laurillardi* e Equidae), e seu desenvolvimento pode ter sido influenciado pela alimentação disponível no paleoambiente.

Embora ainda não tenha sido documentada no registro fossilífero, outros estudos mostram depressão articular em materiais zooarqueológicos (BAKER & BROTHWELL, 1980; MIKLÍKOVÁ, 2008; MARKOVIĆ et al., 2014) e em gado doméstico (HILL, SUTTON & THOMPSON, 1998; THOMAS & JOHANNSEN, 2011), portanto este é o primeiro diagnóstico registrado em animais da Megafauna pleistocênica do mundo (ver tabela 1).

Apesar de Baker & Brothwell (1980) terem agrupado os tipos de depressão articular, é muito provável que a etiologia de cada tipo seja diferente, embora é sugestivo que o paleoambiente esteja diretamente relacionado com etiologia da depressão articular (THOMAS & JOHANNSEN, 2011).

6.4 Neoplasia benigna

O crescimento ósseo no fragmento de cintura pélvica de Camelidae (UFRPE - 5527) apresenta evidências de uma neoplasia benigna. O neoplasma (tumor) é a proliferação celular, definido como uma massa de células de crescimento anormal, localizado no tecido, que não está sujeita aos mecanismos de regulação do crescimento (AUFDERHEIDE & RODRÍGUEZ-MARTÍN, 1998). Os tumores podem ser divididos em benignos e malignos. Quando as células de crescimento anormal não invadem tecidos adjacentes, o tumor é considerado benigno, quando a neoplasia cresce a ponto de invadir novos tecidos, é classificado como tumor maligno (ORTNER,

2003; ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; MILLER, 2008; WALDROM 2009; ROBERTS & MANCHESTER, 2010). No caso do espécime UFRPE - 5527, considerando a forma regular da neoplasia, em forma de botão, o neoplasma é considerado benigno, pois trata-se de um crescimento ósseo pequeno, provavelmente em fase inicial, e não há indícios de invasão dos tecidos vizinhos. Em se tratando do registro fossilífero, a falta de tecidos moles (e.g. cartilagem) dificulta inferir os danos causados pela alteração patológica.

Os tumores ósseos são resultado da proliferação em desordem do tecido ósseo (ORTNER, 2003). Uma protusão cortical lisa, em forma de botão, e que mede até 2 cm, como observada no fragmento de cintura pélvica de Camelidae, é normalmente caracterizada como Osteoma osteoide (AUFDERHEID & RODRIGUEZ-MARTIN, 1998; ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; MILLER, 2008),. Contudo, só é possível diagnosticar precisamente o tipo do tumor com exames de imagem e histológicos, pois os osteomas possuem nidus vascularizado no centro do neoplasma (ORTNER, 2003; ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; MILLER, 2008). O osteoma osteoide pode ser facilmente mimetizado pelo hematoma, um tumor benigno composto de células normais do tecido, que crescem em desordem arquitetônica em relação ao órgão (AUFDERHEID & RODRIGUEZ-MARTIN, 1998).

Acredita-se que o paleoambiente desempenha um papel importante na causa dessas neoplasias, seja no tipo ou prevalência entre a fauna em questão (ORTNER, 2003). A ecologia, em geral, tende a influenciar a ocorrência desses fatores paleopatológicos.: a disponibilidade de alimento, interações intraespecíficas e interespecíficas, e agentes infecciosos podem contribuir para o aparecimento de certas doenças, incluindo as neoplasias. Já havia o registro de neoplasia maligna em

preguiça terrícola (BARBOSA et al., 2020), porém, se tratando de neoplasia benigna em animais da Megafauna pleistocênica, este é o primeiro registro na América do Sul.

6.5 Reação periosteal

A reação periosteal é uma elevação do periósteo que pode ter origem de várias formas e condições diferentes (e.g. tumor, infecção, trauma, algumas artrites e etc.) (ROTHSCHILD & MARTIN, 2006; RANA et al., 2009). É possível observar um crescimento ósseo lamelar no espécime UFRPE – 5167 (táxon indeterminado). Esse tipo de reação periosteal, pouco severa, é indicativo de osteomielite (RANA et al., 2009). Esta reação periosteal ocorre, pois, a inflamação subperiosteal eleva o periósteo e estimula a formação de múltiplas camadas de osso novo (padrão laminar) sobre o córtex em determinada região no osso (RANA et al., 2009). É difícil definir proporcionalmente a região da lesão no espécime UFRPE - 5167, por causa do estado de conservação do fóssil, porém esse tipo de ossificação também ocorre em pontos de inserção de tendões (enteses), ligamentos e cápsulas de tendão e neste caso é considerado como entesófito (RTHSCHILD & MARTIN, 2006; BARBOSA et al., 2019a; BARBOSA et al., 2019b). A calcificação do tendão pode ser proveniente de trauma, fenômeno genético ou distúrbios metabólicos associado a doenças (e.g. espondiloatropatia, ROTHSCHILD & MARTIN, 2006), ou de forma isolada (BARBOSA et al., 2019a). De acordo com Roberts & Manchester (2010), entesófitos também podem ser resultado do aumento do tamanho dos músculos nas enteses, e podem indicar movimento e esforço muscular localizado. Este tipo de causa pode estar associado à calcificação encontrada na região dorsal do espécime, que ocorre pouco abaixo da parte fragmentada, onde seria a articulação do osso.

6.6 Patologias indefinidas

Pela limitação no registro fossilífero, muitas alterações patológicas são difíceis de serem definidas, como é o caso dos espécimes UFRPE - 5188, UFRPE - 5170, UFRPE - 5200, UFRPE - 5197 e UFRPE - 4959.

Um possível diagnóstico para o arco neural fragmentado de Megatheriidae (UFRPE - 5188) é que a projeção óssea no espécime seja uma ossificação no ponto de fixação muscular. No tubérculo da costela UFRPE - 5170 não foi possível inferir diagnóstico, porém é possível que o indivíduo tenha sido vítima de trauma mal cicatrizado que desencadeou os padrões de destruição e remodelação óssea observados. O sulco encontrado na peça UFRPE - 5197 também pode ser sugestivo de algum trauma mal cicatrizado, formando um padrão de reação óssea labial. Para a realização de um diagnóstico preciso no espécime UFRPE - 5200, é preciso exames de imagens como radiografia e tomografia, além de exame histológico para definir a natureza das projeções ósseas no osso.

A lesão no espécime UFRPE - 4958 tem diagnóstico sugestivo para osteocondrite dissecante. Trata-se de uma pequena fratura osteocondral, onde o fragmento fraturado se destaca completa ou incompletamente, formando pequenas necroses em articulações sinoviais e epífises. (AUFDERHEIDE & RODRÍGUES-MARTIN, 1998; WALDRON, 2009). A osteocondrite dissecante, embora não inflamatória, é uma artrite que pode causar dores, pois trata-se de uma necrose óssea. Para um diagnóstico preciso seria necessário exame de imagem para entender o padrão de distribuição da lesão.

7 CONCLUSÃO

As alterações patológicas identificadas nesta pesquisa contribuem para o estudo de Paleopatologia na Megafauna Pleistocênica. Os achados de neoplasia benigna e depressão articular são os primeiros registros destas enfermidades para a Megafauna quaternária mundial. Além disso, este foi o primeiro registro de DDPC em Toxodontidae na literatura, antes encontrada apenas em animais do grupo Xenarthra. Isto amplia a distribuição taxonômica da DDPC e a variedade de doenças identificadas no Registro fossilífero da Megafauna da RIB, além de aumentar a distribuição geográfica destas doenças, durante o Quaternário, com os achados em Serra do Medo. O diagnóstico realizado de artrite erosiva contribui como evidências de que a EpA seja a artrite mais comum entre a Megafauna pleistocênica.

8 REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. C.; BARBOSA, F. H. S.; ARAÚJO-JUNIOR, H. I.; MANIESI, V. Revealing bone diseases in the Quaternary ground sloth *Eremotherium laurillardi* (Mammalia, Xenarthra). *Historical Biology*, 2019.

ANDRADE, L. C. Cenário paleoambiental, tafonômico e paleopatológicos dos mamíferos fósseis do Depósito de tanque Zabelê, Capoeiras, Pernambuco, Brasil. 2019. 165 f. Tese (Doutorado em Geociências). Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

ARAÚJO-JÚNIOR, H. I.; PORPINO, K. O.; BERGQVIST, L. P. Vertebrate Taphonomy and Paleoecology in an Upper Pleistocene tank deposit of Paraíba, Brazil: Taphonomic modes, evidence of temporal and spatial resolutions and paleoecological

patterns of the Brazilian Intertropical Region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2015.

ARIE, E.; DOHERTY, M. Crystal-Associated rheumatic disease. *Drugs*, 37, p. 566-576. 1989.

AUFDERHEIDE, A. C.; RODRÍGUES-MARTIN, C. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 478, 1998.

BAKER, J. B. D., BROTHWELL, D. *Animal Diseases in Archaeology*. Academic Press. 1980.

BARBOSA, F. H. S. Análise paleopatológica em Megafauna pleistocênica do Lajedo da Escada, Baraúna, Rio Grande do Norte, Brasil. 2013. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.

BARBOSA, F. H. S. Estudo paleopatológico em Xenarthra Folivora (Mammalia) do Quaternário da Região Intertropical Brasileira. 2017. 111 f. Tese (Doutorado em Geociências). Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

BARBOSA, F. H. S.; PORPINO, K.O.; FRAGOSO, A.B. L.; OLIVEIRA, E. V. Arthritis in a Glyptodont (Mammalia, Xenarthra, Cingulata). *PlosOne*, v. 9, p. 1-5, 2014.

BARBOSA, F. H. S.; PORPINO, K. O.; ROTHSCHILD, B. M.; CABRAL, U.G.; BERGQVIST, L.P. Arthritic lesions and congenital fusion in foot bones of Panochthus sp. (Xenarthra, Cingulata). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2019a.

BARBOSA, F. H. S.; PORPINO, K.; ARAÚJO-JÚNIOR, H. I.; BERGQVIST, L. P.; ROTHSCCHILD, B. M. Articular and vertebral lesions in the Pleistocene sloths (*Xenarthra*, *Folivora*) from the Brazilian Intertropical Region. *Historical Biology*, v. 1, n. 15, 2019b.

BARBOSA, F. H. de S.; SILVA, L. H. M.; ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. Differentiating taphonomic and paleopathological features in *Vertebrate Paleontology*: a study case with Quaternary mammals. *PalZ*, 2019c.

BARNOSKY, A. D.; LINDSAY, E.L. Timing of Quaternary megafaunal extinction in South America in relation to human arrival and climate change. *Quaternary International*. Vol 207. 2010.

CARTELLE, C. G. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. (Eds.). *Mammals of the Neotropics: the centralneotropics*. Chicago: University of Chicago Press, p. 27-46, 1999.

CHHEM, R. K.; BROTHWELL, D. R. *Paleoradiology: Imaging Mummies and Fossils*. p. 178, 2008.

COHEN, K.M.; FINNEY, S.C.; GIBBARD, P.L.; FAN, J.-X. (2013; atualizada). Traducción al castellano de J.C. Gutiérrez-Marco en colaboración con: The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36: 199-204. 2020.

DANTAS, M.A.T.; CHERKINSKY, A.; BOCHERENS, H.; DREFAHL, M.; BERNARDES, C.; FRANÇA, L. M. Isotopic paleoecology of the Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region: Feeding ecology ($\delta^{13}C$), niche breadth and overlap. *Quaternary science reviews*. 2017.

FERIGOLO, J. Paleopatologia em Mamíferos. In: Carvalho, I.S., Fernandes, A.C.S. (Eds.), Icnologia. Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, p. 88-107, 2007.

FERIGOLO, J. Late Pleistocene South American land-mammals extinctions: The infectionhypothesis. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, p. 279-310, 1999.

FERRAZZO, M. Reconstituição Paleoambiental com base em Palinomorfos do Quaternário do Baixo Vale do Rio Doce, ES, Brasil. 2008. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geologia) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2009.

HILL, B.D.; SUTTON, R.H.; THOMPSON, H. Investigation of osteochondrosis in grazing beef cattle. 1998, Aust. Vet. J. 76, 171–175.

LIMA, F. C. G. Alterações ante-mortem e pseudopatologias em exoesqueleto de cingulados pleistocênicos de grande porte da Região Intertropical Brasileira. 62 f. Dissertação (mestrado em ecologia e conservação). Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal Rural do Semi-árido. 2017.

LIMA F. C. G; PORPINO K. O. Ectoparasitism and infections in the exoskeletons of large fossil cingulates. PLoS ONE 13(10). 2018.

MARKOVIĆ, N.; STEVANOVIĆ, O. , NEŠIĆ, V.; MARINKOVIĆ, D.; KRSTIĆ, N.; NEDELJKOVIĆ, D.; RADMANOVIĆ, D.; JANEČEK, M. Palaeopathological study of Cattle and Horse bone remains of the Ancient Roman city of Sirmium (Pannonia / Serbia) 2014.

MILLER, T.T. Bone Tumors and Tumorlike conditions: analysis with conventional radiography. Vol 246: 3. 2008.

MIKLÍKOVÁ, Z.. Skeletal alterations of animal remains from the early medieval settlement of Bajc, south-west Slovakia. In: Miklíková, Z., Thomas, R. Current Research in Animal Palaeopathology: Proceedings of the Second ICAZ Animal Palaeopathology Working Group Conference. British Archaeological Reports, International Series 1844. Archeopress, 63–73. 2008

NUNN, C. L.; ROTHSCHILD, B.; GITTLEMAN, J. L. Why are some species more commonly afflicted by arthritis than others? A comparative study of spondyloarthropathy in primates and carnivores. 2006.

OLIVEIRA, A. M.; BECKER-KERBER, B.; CORDEIRO, L. M.; BORGHEZAN, R.; ÁVILLA, L. S.; PACHECO, M. L. A. F.; SANTOS, C. M. D. Quaternary mammals from Central Brazil (Serra da Bodoquema, Mato Grosso do Sul) and Comments on Paleobiogeography and Paleoenvironment. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 20, n. 1, p. 31-44, 2017.

ORTNER, D. J. Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Academic Press, San Diego, p.662, 2003.

PANSANI, T. R., MUNIZ, F. P., CHERKINSKY, A., PACHECO, M. L. A. F., & DANTAS, M. A. T. Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of Late Quaternary megafauna from Mato Grosso do Sul and Bahia States, Brazil. *Quaternary Science Reviews*, 1–10, 2019.

RANA, R.S; WU, J.S.; EISENBERG, R.L. Periosteal reaction. Residents Section, Pattern of the Month. 2009.

ROBERTS, C.; MANCHESTER, K. The archaeology of disease. Cornell University Press, p. 352, 2010.

ROTHSCHILD, B. M.; MARTIN, L. D. Skeletal impact of disease. New Mexico Museum of Natural History & Science, Division of the department of cultural affairs, Albuquerque, Bulletin 33, 2006.

ROTHSCHILD, B. M.; WOODS, R.J.; ROTHSCCHILD, C. 1992. Calcium pyrophosphate deposition disease: description in defleshed skeletal. Clinical and experimental rheumatology. 1992.

RUFFER, S. A. M. Studies in paleopathology in Egypt. The Journal of Pathology and Bacteriology, v.18, p. 149, 1913.

SANTOS, A. L. Os caminhos da paleopatologia - passado e desafios. Antropologia Portuguesa, 16/17: 161-184, 1999.

SEKIJIMA, Y.; YOSHIDA, T.; IKEDA, S-I. CPPD crystal deposition disease of the cervical spine: A common cause of acute neck pain encountered in the neurology department. Journal of the neurological sciences, 296, p. 79-82. 2010.

SILVA, J. A.; LEAL, L. A.; CHERKINSKY, A; DANTAS, M. A. T. Late Pleistocene meso-megamammals from Anagé, Bahia, Brazil: Taxonomy and isotopic paleoecology. Journal of South American Earth Sciences, V. 96, 2019.

SILVA, J. L. L. Reconstituição Paleoambiental baseada no estudo de mamíferos pleistocênicos de Maravilha e Poço das Trincheiras, Alagoas, Nordeste do Brasil. 244 f. Tese (Doutorado em Geociências). Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

SOUZA, S. M. F. A paleopatologia no Brasil: crânios, parasitos e doenças do passado. In: FERREIRA, Luiz F.; REINHARD, Karl J.; ARAÚJO, Adauto (Eds.). Fundamentos da Paleoparasitologia. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p. 53-68, 2011.

THOMAS, R; JOHANNSEN, N. Articular depressions in domestic cattle phalanges and their archaeological relevance. 2011, International Journal of Paleopathology. 43–54.

WALDRON, T. Paleopathology. In: BARKER, G.; SLATER, E.; BOGUCKI, P. (Eds.) Cambridge Manuals in Archaeology, p. 299, 2009.

WU, J. S.; HOCHMAN, M. G. Bone Tumors: A practical Guide to Imaging. p. 424, 2012.