



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Ana Clara Fonseca de Paiva

**Caracterização de cálculo dental em *Notiomastodon platensis* (Mammalia:
Proboscidea) e o seu significado paleopatológico**

Rio de Janeiro

2023

Ana Clara Fonseca de Paiva

**Caracterização de cálculo dental em *Notiomastodon platensis* (Mammalia: Proboscidea)
e o seu significado paleopatológico**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geociências. Linha de pesquisa: Geologia do Quaternário.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Henrique de Souza Barbosa

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

P149 Paiva, Ana Clara Fonseca de.
Caracterização de cálculo dental em *Notiomastodon platensis*
(Mammalia: Proboscidea) e o seu significado paleopatológico / Ana
Clara Fonseca de Paiva. – 2023.
106 f. : il.

Orientador: Fernando Henrique de Souza Barbosa.
Dissertação (Geologia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Geologia.

1. Paleontologia - Teses. 2. Cálculo dental – Tártaro - Teses. 3.
Morfologia molar - Teses. 4. Proboscidea – Teses. I. Barbosa, Fernando
Henrique de Souza. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Faculdade de Geologia. III. Título.

CDU: 569.61

Bibliotecária Responsável: Priscila Freitas Araujo/ CRB-7: 6390

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Ana Clara Fonseca de Paiva

**Caracterização de cálculo dental em *Notiomastodon platensis* (Mammalia: Proboscidea)
e o seu significado paleopatológico**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geociências. Linha de pesquisa: Geologia do Quaternário.

Aprovada em 1º de agosto de 2023.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Henrique de Souza Barbosa
Faculdade de Geologia - UERJ

Banca Examinadora: _____

Prof. Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior
Faculdade de Geologia - UERJ

Prof.^ª Dr.^a Lidiane Azevedo
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof. Dr. Rafael Costa da Silva
Museu de Ciências da Terra - CPRM

Rio de Janeiro

2023

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa que permitiu a realização do mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Geociências (PPGG) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), pelas oportunidades e pelo suporte para participar de atividades de campo, congressos e simpósios.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Henrique de Souza Barbosa, pela confiança e colaboração com esta pesquisa, contribuindo com seus questionamentos e ensinamentos em mais uma etapa do meu desenvolvimento acadêmico.

Ao Museu de Ciências da Terra (MCTer) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), por me permitir o acesso à coleção paleontológica. A Dr. Rafael, Amanda e Isabela, pelo auxílio na separação e movimentação do material para análise durante as minhas idas ao MCTer e por fornecerem dados necessários para este trabalho.

Ao Setor de Paleontologia do Museu Câmara Cascudo (MCC) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), na pessoa de Prof. Me. Claude Santos, por mais uma vez me permitir utilizar a coleção paleontológica para análise. A William Bruno, Pedro Tolipan, Matheus Pinheiro e Marciana Lima, por enviarem fotos de bibliografias e dos fósseis e pelo auxílio nas vezes em que fui ao MCC reavaliar e fotografar o material.

À Me. Laís Alves Silva (PPGG/UERJ), por ter colaborado com esta pesquisa, dando grandes contribuições durante as análises estatísticas e na revisão do manuscrito do artigo.

Aos membros das bancas de avaliação de Seminário, de Qualificação e de Defesa do mestrado, Profs. Dr. Hermínio Araújo Júnior (UERJ), Dra. Lidiane Asevedo (UFS), Dr. Rafael Costa da Silva (CPRM) e Dr. Celso Ximenes (Petrobras), pelas sugestões para a melhoria deste trabalho.

Ao Juan Bueno Xavier, por ser um dos meus maiores incentivadores, por todo o apoio, pelas ideias e discussões em torno do tema, além da ajuda na fotografia e na edição das imagens.

Ao Me. João Paulo da Costa (PPGG/UERJ), pela confecção do mapa de localização dos depósitos fossilíferos.

À Prof. Me. Fátima Santos, pelo incentivo desde o início no MCC e pelas bibliografias disponibilizadas para esta dissertação. Aos Profs. Dr. Celso Ximenes e Dr. Kleber Porpino (UERN) também por disponibilizarem bibliografias que ajudaram nas informações do

contexto geológico e paleontológico deste trabalho. Ao Dr. Wagner Alves (MCC/UFRN), pelas imagens de campo cedidas para o contexto geológico.

Ao Laboratório de Paleontologia (LABPALEO) da UERJ, Prof. Dr. Hermínio Araújo Júnior e colegas do laboratório, por terem me recebido como integrante.

À Secretaria do PPGG/UERJ, pelo auxílio prestado e dúvidas sanadas de forma excelente.

À minha mãe, Valdenora Fonseca, ao meu pai, Silvio Paiva, às minhas tias e aos meus avós, por todo o incentivo e o apoio de sempre.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que este trabalho pudesse ser concretizado.

RESUMO

PAIVA, Ana Clara Fonseca de. **Caracterização de cálculo dental em *Notiomastodon platensis* (Mammalia: Proboscidea) e o seu significado paleopatológico.** 2023. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Cálculo dental, ou tártaro, é um biofilme mineralizado, composto principalmente de fosfato de cálcio, que se forma sobre a superfície dos dentes. Depósitos de cálculo têm sido registrados em molares do proboscídeo sulamericano quaternário *Notiomastodon platensis*, embora não haja uma caracterização abrangente sobre a sua ocorrência nesta espécie. O objetivo deste trabalho é fornecer uma caracterização macromorfológica detalhada do tártaro em *N. platensis*, incluindo sua prevalência, padrões de distribuição e severidade, bem como a sua importância paleopatológica. Um total de 117 molariformes provenientes de depósitos fossilíferos quaternários do Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil foram analisados para identificar e avaliar o cálculo dental. Dentre estes, 35 apresentaram cálculo dental (29,9%), sendo a maioria de severidade moderada (54,3%). O tártaro estava presente em pelo menos um interlof(id)o de cada molar e prevaleceu na região posterior. A predominância ocorreu nos molares inferiores e nos terceiros molares permanentes. Indivíduos adultos mostraram predominância em comparação aos juvenis. Esses padrões do tártaro em *N. platensis* provavelmente se devem ao ambiente oral suscetível, à morfologia do molar, à idade matura dos indivíduos e ao processo de substituição dos dentes. Indivíduos com depósitos severos podem ter desenvolvido danos orais devido à presença do tártaro, embora provavelmente não tenham experienciado limitações extremas em sua saúde. Esses resultados sugerem que *N. platensis* tinha relativa suscetibilidade ao desenvolvimento do cálculo dental.

Palavras-chave: tártaro; paleopatologia; paleobiologia; megafauna; pleistoceno.

ABSTRACT

PAIVA, Ana Clara Fonseca de. **Characterization of dental calculus in *Notiomastodon platensis* (Mammalia: Proboscidea) and its paleopathological significance.** 2023. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Dental calculus, or tartar, is a mineralized biofilm, composed mainly of calcium phosphate, that develops on the teeth. Tartar deposits have been recorded in molars of the Quaternary proboscidean of South America *Notiomastodon platensis*, although there is no comprehensive characterization of their occurrence in this species. The aim of this dissertation is to provide a detailed macromorphological characterization of tartar in *N. platensis*, including its prevalence, distribution patterns, and severity, as well as its paleopathological significance. A total of 117 molariforms from Quaternary fossiliferous deposits in the Northeast, Southeast and South of Brazil were analyzed to identify and evaluate the calculus. Among these, 35 presented tartar (29.9%), most of which were of moderate severity (54.3%). Calculus was present at least in one inteloph(id) of each molar, and prevailed on the posterior region. It predominated in lower and third molars. Adult individuals presented predominance compared to juveniles. These patterns in *N. platensis* are probably due to the susceptible oral environment, the morphology of the molar, mature age, and the process of teeth replacement. Individuals with severe deposits may have developed oral damage due to the tartar presence, although probably not experienced extreme limitations in their health. These results suggest that *N. platensis* was relatively susceptible to development of dental calculus.

Keywords: tartar; paleopathology; paleobiology; megafauna; pleistocene.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Reconstrução de <i>Notiomastodon platensis</i>	11
Figura 2	–	Ilustração de ramo mandibular com molares de <i>Notiomastodon platensis</i>	12
Figura 3	–	Ilustração esquemática de molar trilofodonte de <i>Notiomastodon platensis</i>	13
Figura 4	–	Ilustração esquemática de molar pentalofodonte de <i>Notiomastodon platensis</i>	13
Figura 5	–	Depósitos de cálculo dental em mamíferos.....	14
Figura 6	–	Mapa de localização dos depósitos fossilíferos de procedência do material estudado.....	20
Figura 7	–	Depósito quaternário de Águas de Araxá.....	21
Figura 8	–	Bacia de São José de Itaboraí.....	24
Figura 9	–	Depósito de tanque de Acauã.....	27
Figura 10	–	Depósito de tanque do Sítio Lage Grande.....	29
Figura 11	–	Lagoa do Ipiranga.....	33
Figura 12	–	Lajedo da Escada.....	35
Figura 13	–	Regiões e estruturas dos molares de <i>Notiomastodon platensis</i> indicadas durante a identificação do cálculo dental.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Material analisado no Museu Câmara Cascudo/UFRN.....	37
Tabela 2	–	Material analisado no Museu de Ciências da Terra/CPRM.....	38
Tabela 3	–	Descrição dos molariformes de <i>Notiomastodon platensis</i> analisados...	45

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	10
1	OBJETIVOS	17
1.1	Objetivo geral	17
1.2	Objetivos específicos	17
2	FINALIDADE	18
3	CONTEXTO GEOGRÁFICO, GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO	19
3.1	Caldeirões	20
3.1.1	<u>Depósito de Águas de Araxá</u>	21
3.1.2	<u>Depósito de Iraí</u>	23
3.2	Bacia de Itaboraí	23
3.3	Tanques naturais	25
3.3.1	<u>Depósito de tanque de Acauã</u>	26
3.3.2	<u>Depósitos de tanque do Sítio Lage Grande</u>	28
3.3.3	<u>Lagoa de Lajes</u>	30
3.3.4	<u>Lagoa de São Pedro</u>	31
3.4	Lagoa do Ipiranga	32
3.5	Lajedo da Escada	33
4	MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1	Material de estudo	35
4.2	Método de análise	40
4.2.1	<u>Caracterização macromorfológica e severidade do cálculo dental</u>	41
4.2.2	<u>Análise estatística</u>	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	Tipos de molares e grupos etários identificados	46
5.2	Caracterização do cálculo dental em <i>Notiomastodon platensis</i>	51
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A – Tabela com dados estatísticos do Teste Exato de Fisher (TEF).....	98
	APÊNDICE B – Tabela com a quantidade de depósitos de cálculo dental por	

regiões anterior, intermediária e posterior em cada molar.....	99
APÊNDICE C – Tabela com descrições e observações adicionais de características macromorfológicas do cálculo dental nos molares.....	102

INTRODUÇÃO

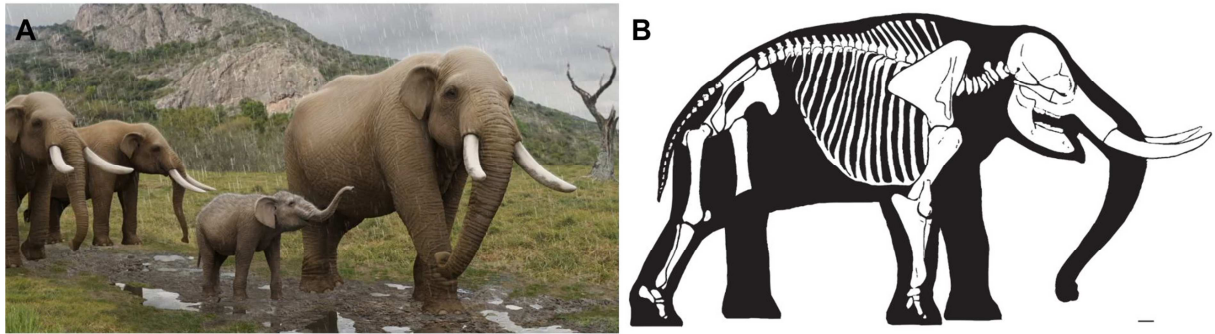
A ordem Proboscidea Illiger, 1811 compreende um grupo de mamíferos placentários que inclui os elefantes atuais (*Loxodonta africana*, *Loxodonta cyclotis* e *Elephas maximus*) e seus diversos parentes extintos (GHEERBRANT, 2009; NGATIA *et al.*, 2019). Os proboscídeos são caracterizados principalmente por uma probóscide, que consiste em um prolongamento do nariz, e pelo segundo par de dentes incisivos superiores e inferiores alongados (condição tetrabelodonte, ou seja, dois pares de presas), sendo os inferiores reduzidos ou ausentes nas linhagens que divergiram mais recentemente, incluindo as espécies viventes (condição dibelodonte, isto é, apenas um par de presas; PAULA-COUTO, 1979; SHOSHANI; TASSY, 1996). Apesar das formas mais basais serem representadas por fósseis de animais de pequeno porte, os proboscídeos, em geral, são grandes herbívoros, principalmente após a segunda radiação do grupo, a partir do Mioceno (PAULA-COUTO, 1979; SHOSHANI; TASSY, 1996).

Ao longo de seu processo evolutivo, os proboscídeos mantiveram a quantidade de dentes molariformes: seis em cada hemi-arcada inferior e seis em cada hemi-arcada superior, sendo três decíduos e três permanentes em cada uma delas, totalizando 24 molariformes ao longo da vida (SHOSHANI; TASSY, 1996). No entanto, houve uma redução no número de incisivos e a perda dos caninos, que estiveram presentes somente nas linhagens mais iniciais (PAULA-COUTO, 1979; SHOSHANI; TASSY, 1996). Uma das características mais interessantes na dentição dos proboscídeos, e que também está presente em alguns sirênios — uns dos seus parentes mais próximos — é o processo de substituição dos dentes. Diferentemente do que ocorre na maioria dos mamíferos, na grande parte das linhagens dos Proboscidea a substituição dentária não se dá verticalmente, mas a partir de um mecanismo horizontal de trás para frente, ou seja, conforme os dentes já irrompidos vão sendo desgastados, os posteriores, que ainda estão irrompendo, os deslocam. Assim, somente dois ou três molares ficam em uso ao mesmo tempo na mandíbula de um proboscídeo (PAULA-COUTO, 1979; SHOSHANI; TASSY, 1996; SANDERS, 2018).

O proboscídeo *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1988), incluído na família “Gomphotheriidae”, é endêmico da América do Sul e uma das duas espécies conhecidas para este continente, juntamente com *Cuvieronius hyodon* (MOTHÉ *et al.*, 2019; ALBERDI; PRADO, 2022), sendo o único registrado no Brasil e um dos mais abundantes representantes dos megamamíferos do Pleistoceno, os quais são encontrados em diferentes depósitos

fossilíferos de todo o país (Figura 1; PAULA-COUTO, 1979; LUCAS, 2013; MOTHÉ *et al.*, 2017).

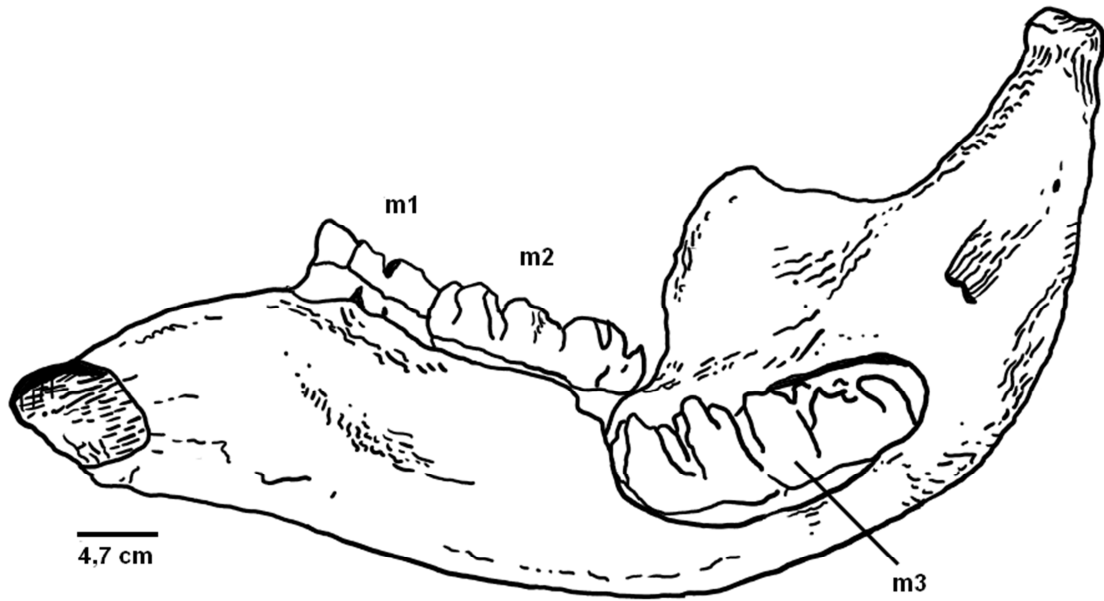
Figura 1 — Reconstrução de *Notiomastodon platensis*.



Legenda: (A) Reconstrução artística de um grupo de indivíduos de *Notiomastodon platensis*. (B) Reconstrução gráfica do esqueleto de *Notiomastodon platensis*. Barra de escala: 10 cm.
 Fonte: (A) Ilustração de Francisco Hueichaleo; (B) Retirada de Ferretti (2010).

A dentição de *N. platensis* era bastante especializada, consistindo em um par de presas superiores, três pré-molares decíduos e três molares permanentes em cada hemimandíbula e hemimaxila. Os incisivos inferiores e os pré-molares permanentes estavam ausentes (MOTHÉ *et al.*, 2010, 2012). Os molariformes possuem cúspides arredondadas e apresentam padrão de desgaste em formato de trevo, sendo aquelas dos lof(id)os posteriores, em geral, oblíquas. Os pré-molares decíduos de *N. platensis* consistem em DP2/dp2, DP3/dp3 e DP4/dp4, isto é, primeiro, segundo e terceiro pré-molares decíduos superiores/inferiores, respectivamente. Já os molares permanentes de *N. platensis* são M1/m1, M2/m2 e M3/m3, isto é, primeiro, segundo e terceiro molares permanentes superiores/inferiores, respectivamente (Figura 2; SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957; PAULA-COUTO, 1979; FERRETTI, 2010; MOTHÉ *et al.*, 2010, 2012).

Figura 2 — Ilustração de ramo mandibular com molares de *Notiomastodon platensis*.

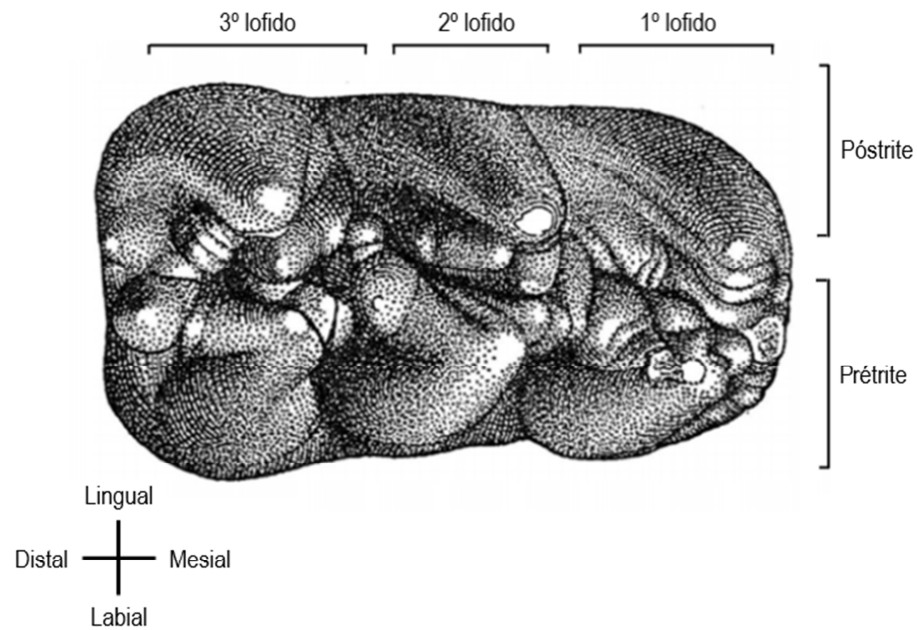


Legenda: Desenho esquemático mostrando a face interna (lingual) de ramo mandibular direito de *Notiomastodon platensis*, com m1 e m2 em uso e m3 ainda não irrompido (MCT.M.72).

Fonte: Modificado de Paula-Couto (1979).

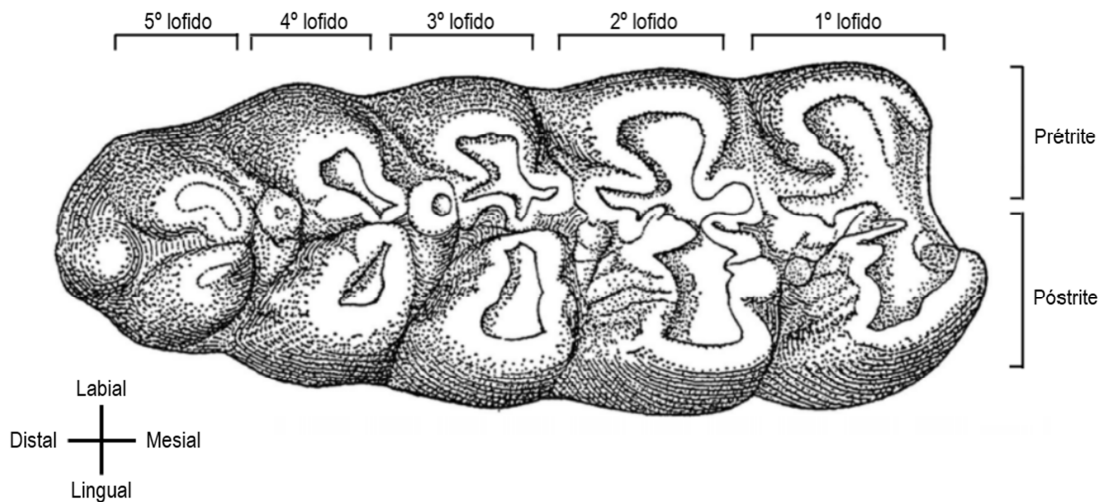
Os molariformes dp2/DP2 apresentam dois lof(id)os (bilofodontes), enquanto os dp3/DP3, dp4/DP4, m1/M1 e m2/M2 têm três lof(id)os (trilofodontes; Figura 3). Os terceiros molares permanentes podem apresentar quatro (tetralofodontes) ou cinco lof(id)os (pentalofodontes; Figura 4). Cada lof(id)o é composto por um conjunto de duas cúspides principais: a fileira de cúspides externas (labiais) nos molares inferiores e internas (linguais) nos superiores é chamada de prérite — em geral, mais desgastada — enquanto aquela que se encontra na região interna nos inferiores e externa nos superiores, é denominada póstrite (Figuras 3 e 4; SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957; FERRETTI, 2010; MOTHÉ *et al.*, 2012).

Figura 3 — Ilustração esquemática de molar trilofodonte de *Notiomastodon platensis*.



Legenda: Segundo molar permanente (m2) direito de *Notiomastodon platensis*.
Fonte: Modificado de Simpson e Paula-Couto (1957).

Figura 4 — Ilustração esquemática de molar penatolofodonte de *Notiomastodon platensis*.



Legenda: Terceiro molar permanente inferior (m3) esquerdo de *Notiomastodon platensis*, com desgaste bem evidente.

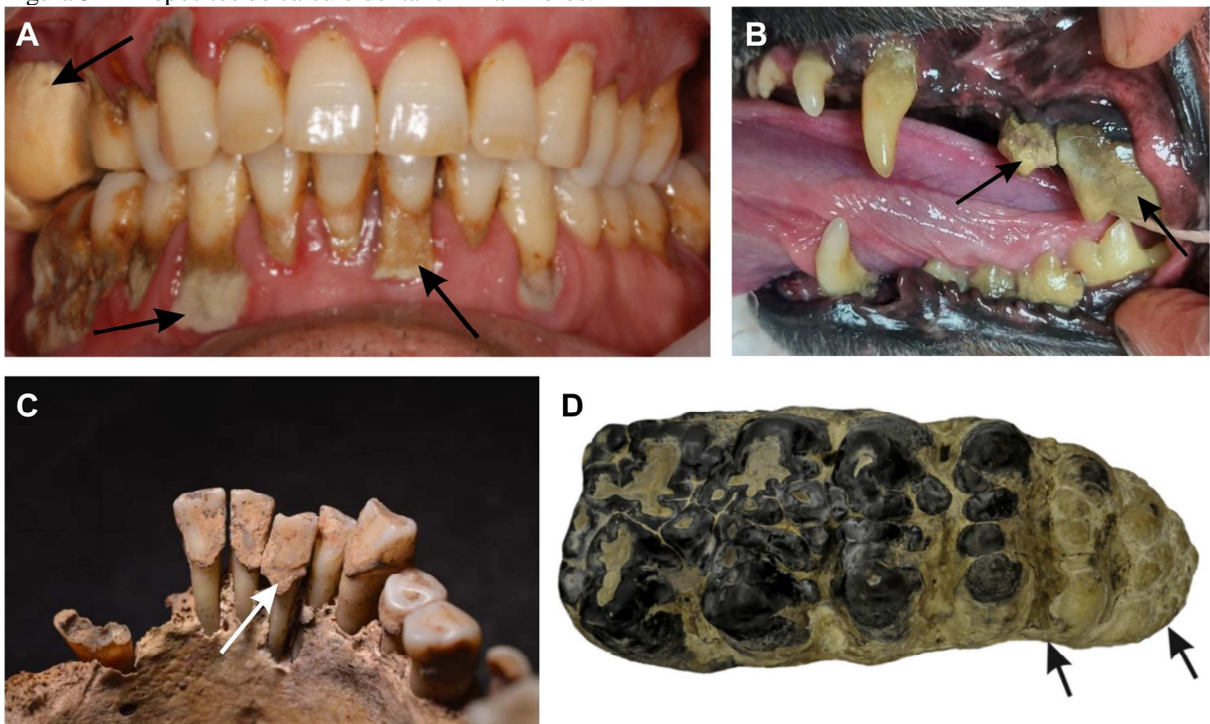
Fonte: Modificado de Simpson e Paula-Couto (1957).

Devido à sua composição mineral relativamente resistente, os dentes são um dos elementos que mais se preservam no registro fóssilífero, mesmo quando fragmentados. Os dentes de *N. platensis* têm sido utilizados em uma gama de estudos, sejam taxonômicos

(MOTHÉ *et al.*, 2012, 2019), paleoecológicos (MOTHÉ *et al.*, 2010; ASEVEDO *et al.*, 2012, 2020, 2021; DANTAS *et al.*, 2013b, 2017, 2020, 2022; ASEVEDO, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2021; LESSA *et al.*, 2021; OMENA *et al.*, 2021), paleoambientais (DANTAS *et al.*, 2013a, 2020, 2022; ASEVEDO *et al.*, 2020, 2021; ARAÚJO *et al.*, 2021; LESSA *et al.*, 2021; OMENA *et al.*, 2021), bem como para datação (DANTAS *et al.*, 2013a, 2013b, 2017, 2020, 2022) e análises paleogenéticas (NOGUEIRA *et al.*, 2021; BALEKA *et al.*, 2022). Além disso, feições *ante-mortem* associadas aos dentes, como o cálculo dental, também podem ser analisadas (ASEVEDO *et al.*, 2012, 2020; MOTHÉ *et al.*, 2021).

O cálculo dental, também denominado de tártaro, é uma placa bacteriana mineralizada que se forma sobre a superfície dos dentes, tanto acima (supragengival) como abaixo (subgengival) da linha da gengiva (Figura 5; ANERUD; LOE; BOYSEN, 1991; WHITE, 1997). Em geral, o cálculo supragengival está localizado na superfície da coroa do dente — sobre o esmalte — algumas vezes também ocorrendo sobre a dentina e o cimento, a depender do quanto esses tecidos estão expostos. Por outro lado, o cálculo subgengival, em geral, se encontra sobre o esmalte subgengival e sobre a raiz do dente (ANERUD; LOE; BOYSEN, 1991; WHITE, 1997; JIN; YIP, 2002; WILKINS, 2004).

Figura 5 — Depósitos de cálculo dental em mamíferos.



Legenda: Cálculo dental em seres humanos: (A) na odontologia moderna e (C) em material arqueológico. (B) Cálculo dental em cachorro doméstico (*Canis lupus familiaris*). (D) Cálculo dental em terceiro molar fóssil de *Notiomastodon platensis*.

Fonte: (A) Modificado de Ackali e Lang (2018). (B) Modificado de Maciel *et al.* (2022). (C) Modificado de Radini *et al.* (2017). (D) Retirado de Asevedo *et al.* (2020).

O desenvolvimento inicial do cálculo dental ocorre a partir de uma película glicoproteica, depositada principalmente pela saliva sobre a superfície do dente (HAZEN, 1995; LIEVERSE, 1999). Bactérias e outros microrganismos orais podem se fixar na película e iniciar a sua colonização, formando a placa dental ou biofilme (HAZEN, 1995). A mineralização deste biofilme se inicia quando cristais de fosfato de cálcio, provenientes da saliva, são precipitados no interior da matriz da placa, calcificando-a (HAZEN, 1995; LIEVERSE, 1999; AKCALI; LANG, 2018). A composição do tártaro é formada predominantemente por material mineral, como cristais de hidroxiapatita e fosfato-octacálcio, além de componentes orgânicos, como restos de microrganismos e de alimentos (HAZEN, 1995; WHITE, 1997; AKCALI; LANG, 2018).

Por ficar aderido à superfície externa dos dentes, o cálculo dental se encontra, em geral, disponível para ser analisado. Além disso, por ser uma estrutura mineralizada, frequentemente se preserva em dentes encontrados em depósitos arqueológicos e fossilíferos (Figura 5C, D; LIEVERSE, 1999; BREALEY *et al.*, 2020). Como consequência desta preservação, ao longo das últimas décadas, o tártaro tem sido muito utilizado como ferramenta informativa para compreender variados aspectos de populações antigas (WEYRICH; DOBNEY; COOPER, 2015).

Restos de comida e fitólitos de plantas, por exemplo, que frequentemente ficam presos no tártaro, podem ser úteis na reconstrução de dietas. Para isso, técnicas de extração e identificação de fitólitos e outros elementos orgânicos, como grãos de amido e de pólen, têm sido propostas e empregadas (ARMITAGE, 1975; MIDDLETON; ROVNER, 1994; BOYADJIAN, 2007; HARDY; BUCKLEY; COPELAND, 2018). Análises macroscópicas para registro e quantificação do cálculo dental também foram realizadas, contribuindo para uma melhor caracterização dos depósitos (BROTHWELL, 1981; DOBNEY; BROTHWELL, 1987; BUIKSTRA; UBELAKER, 1994; GREENE; KUBA; IRISH, 2005). É possível também detectar anomalias relacionadas à presença do tártaro (HANIHARA *et al.*, 1994), que podem indicar prováveis doenças dentárias. A composição do microbioma oral e o DNA antigo também podem ser identificados através de análises microscópicas do cálculo dental (WEYRICH; DOBNEY; COOPER, 2015; BREALEY *et al.*, 2020).

Análises utilizando o tártaro presente nos molares de proboscídeos fósseis, incluindo a espécie *N. platensis*, têm se mostrado bastante promissoras, objetivando, principalmente, reconstruir paleodietas e paleoambientes (GOBETZ; BOZARTH, 2001; ASEVEDO *et al.*, 2012; 2020; MISUMI *et al.*, 2016; CORDOVA; AVERY, 2017; GONZÁLEZ-GUARDA *et*

al., 2018; WU *et al.*, 2018; CAMMIDGE *et al.*, 2020), além da busca mais recente por microrganismos orais (MOTHÉ *et al.*, 2021).

Justificativa

Embora existam crescentes informações decorrentes de análises microscópicas do cálculo dental em dentes fossilizados de *Notiomastodon platensis*, nenhum trabalho apresentou uma clara caracterização macromorfológica desses curiosos depósitos *ante-mortem* para esta espécie, e nem mesmo para outros grupos de proboscídeos. Desse modo, importantes aspectos macroscópicos do cálculo dental, como espessura, extensão, grau de severidade e distribuição dentária, além de sua prevalência e distribuição ontogenética, têm sido completamente negligenciados. Tais características são consideradas fundamentais para compreender fatores relacionados à formação e à progressão do tártaro, bem como a importância paleopatológica deste para os indivíduos.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Caracterizar macromorfológicamente os depósitos de cálculo dental presentes nos molares de *Notiomastodon platensis* provenientes de diferentes associações fossilíferas do Quaternário do Brasil.

1.2 Objetivos específicos

- a) Fazer um levantamento quantitativo do cálculo dental nos molares;
- b) Descrever parâmetros macromorfológicas do cálculo dental;
- c) Reconhecer possíveis padrões de distribuição e de predominância do cálculo dental nos molares;
- d) Verificar a relação entre progressão do cálculo dental e grupo etário dos indivíduos;
- e) Interpretar o significado paleopatológico da presença do cálculo dental nos molares da espécie.

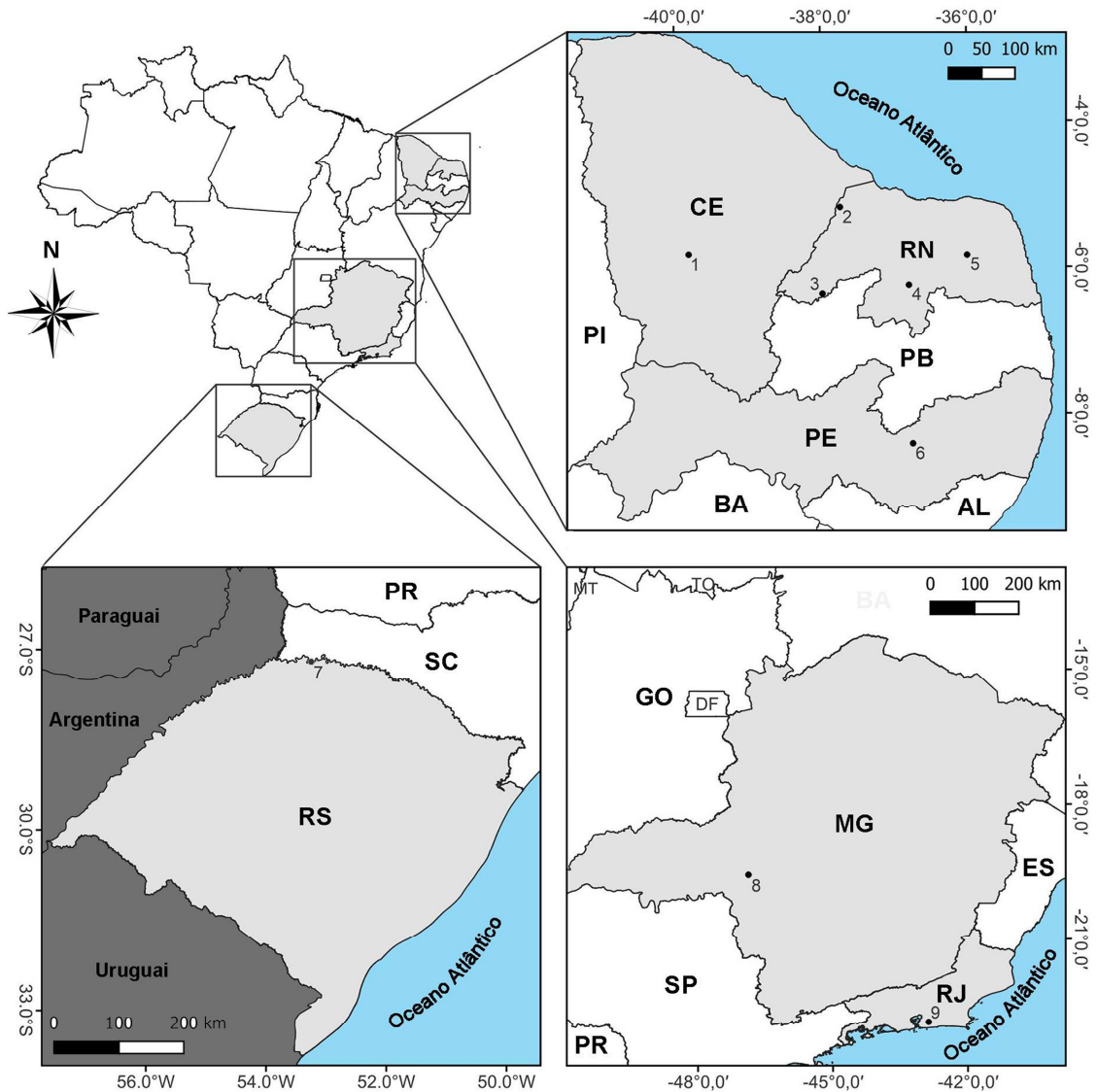
2 FINALIDADE

Ao final deste trabalho é esperado que um conjunto de dados referentes ao cálculo dental presente em *Notiomastodon platensis* seja criado, de modo a contribuir para a identificação e a interpretação desses depósitos *ante-mortem* não só nesta espécie, mas também para outros *taxa* de proboscídeos e de megamamíferos do Quaternário. Esses dados poderão auxiliar no entendimento de questões paleobiológicas, paleoecológicas e paleopatológicas, bem como servirão de base para análises geoquímicas e microbiológicas futuras.

3 CONTEXTO GEOGRÁFICO, GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

Os fósseis estudados nesta dissertação são provenientes de diferentes tipos de depósitos fossilíferos, incluindo caldeirões, tanques naturais, bacias sedimentares, cavernas e lagoas, localizados em Estados brasileiros distintos (Figura 6). Todos incluem associações fossilíferas do período Quaternário. No Brasil, os fósseis quaternários de grupos extintos têm sido datados em um intervalo entre, aproximadamente, 500 mil e 6 mil anos, desde o Pleistoceno Médio até o Holoceno (LOPES *et al.*, 2010; DANTAS *et al.*, 2013a; SCHERER; PALES; SILVA, 2017). Cada um dos depósitos de onde foram recuperados os fósseis utilizados neste estudo, bem como seus contextos geográficos, geológicos e paleontológicos serão descritos individualmente a seguir.

Figura 7 — Mapa de localização dos depósitos fossilíferos de procedência do material estudado.



Legenda: 1. Lagoa de São Pedro, Mombaça; 2. Lajedo da Escada, Baraúna; 3. Lagoa de Lajes, Alexandria; 4. Lagoa do Ipiranga, Florânia; 5. Depósito de tanque de Acauã, Ruy Barbosa; 6. Depósitos de tanque do Sítio Lage Grande, Alagoíinha; 7. Depósito de Iraí, Iraí; 8. Depósito quaternário de Águas de Araxá, Araxá; 9. Bacia de São José de Itaboraí, Itaboraí. Siglas: AL, Alagoas; BA, Bahia; CE, Ceará; DF, Distrito Federal; ES, Espírito Santo; GO, Goiás; MG, Minas Gerais; PB, Paraíba; PE, Pernambuco; PI, Piauí; PR, Paraná; RJ, Rio de Janeiro; RN, Rio Grande do Norte; RS, Rio Grande do Sul; SC, Santa Catarina; SP, São Paulo.

Fonte: Elaborado por João Paulo da Costa (PPGG/UERJ).

3.1 Caldeirões

Os caldeirões (ou marmitas) são depressões cilíndricas ou cônicas que têm a sua origem diretamente associada ao processo de erosão fluvial (WINGE *et al.*, 2001; WALDHERR *et al.*, 2017). Quando sedimentos de granulometria mais grossa, como areias,

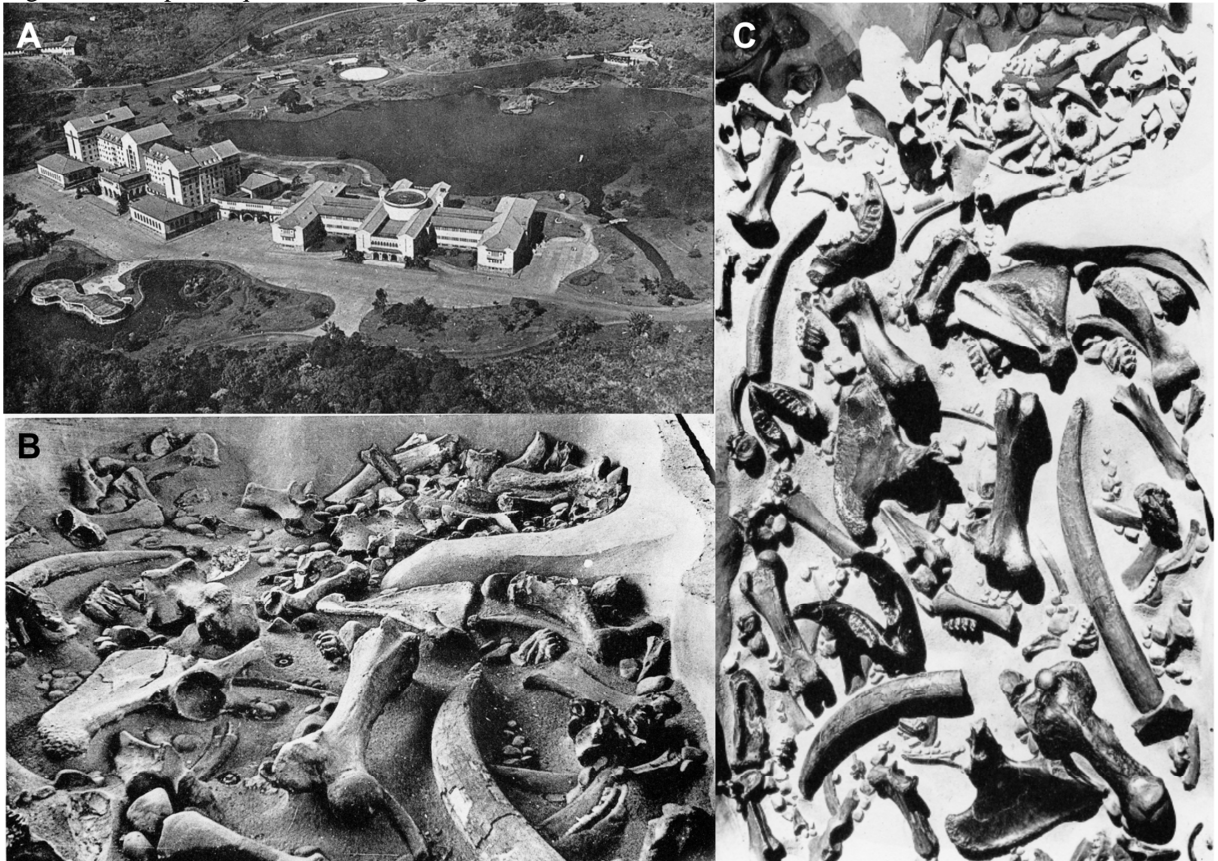
seixos e blocos de rocha são transportados e giram em alta velocidade em pontos de redemoinhos no leito de um rio, podem gerar cavidades na rocha que serve de embasamento para o rio (WINGE *et al.*, 2001; WALDHERR *et al.*, 2017). A abrasão gerada pela turbulência de sedimentos na água resulta nas cavidades cilíndricas, confluentes ou não, que caracterizam os caldeirões (WALDHERR *et al.*, 2017).

3.1.1 Depósito de Águas de Araxá

O depósito quaternário de Águas de Araxá (19° 38' 45,77''S; 45° 56' 59,99''W), atualmente não mais existente, estava localizado no município de Araxá, no Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. Consistia em um caldeirão, descoberto durante as obras para construção de um balneário de águas termais, e foi descrito inicialmente, em 1944, pelo paleontólogo Llewellyn Ivor Price (SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957; MELO *et al.*, 2005; AVILLA *et al.*, 2013). O afloramento rochoso que formava o embasamento do depósito de Águas de Araxá consiste em rochas metamórficas do Grupo Araxá, compreendendo rochas metassedimentares da Faixa Brasília, bem como associações vulcânicas e granitoides (SEER *et al.* 2001; MACHADO; SILVA, 2010).

No caso do depósito de Águas de Araxá, o caldeirão apresentava dimensões de aproximadamente seis metros de comprimento, quatro metros de largura e 1,2 metro de profundidade, sendo formado por uma série de cavidades arredondadas e confluentes (Figura 7; SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957). A camada mais basal deste depósito era formada por sedimentos poucos selecionados, incluindo fragmentos de rocha de até 30 cm de diâmetro, indicando um fluxo intenso, e pela maior parte dos fósseis mais bem preservados, apesar de fragmentados. Em direção ao topo do depósito as partículas sedimentares se tornavam cada vez mais selecionadas e finas, havendo também um maior número de fósseis mais fragmentos, indicando uma redução do fluxo do rio (SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957).

Figura 7 — Depósito quaternário de Águas de Araxá.



Legenda: (A) Vista aérea do balneário Águas de Araxá, em Araxá, Minas Gerais. O depósito quaternário está coberto por um dos pavilhões da construção, no canto inferior esquerdo. (B) e (C) Restos fósseis de *Notiomastodon platensis* durante exposição no balneário. O material foi exposto exatamente no local onde foram encontrados no caldeirão.

Fonte: Modificado de Simpson e Paula-Couto (1957).

O depósito de Águas de Araxá ficou mais conhecido pela abundância de fósseis de proboscídeos, identificados como da espécie *Notiomastodon platensis* (SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957; MOTHE *et al.*, 2010). A datação absoluta do depósito, obtida a partir de um dente de *N. platensis* e de sedimentos associados a ele, indica uma idade entre 60 mil e 55 mil anos (AVILLA *et al.*, 2013). Estudos tafonômicos indicam que os animais viviam próximos ao rio e, após morrerem, as suas carcaças ficavam expostas por vários meses, algumas sofrendo necrofagia de canídeos e, mais tardiamente, de insetos necrófagos (DOMINATO *et al.*, 2011). Os ossos, após o período de exposição, provavelmente sofreram transporte por um grande rio, evidenciado pelos fósseis mal selecionados e também pela variedade de fragmentos de diferentes tipos, como vértebras, dentes e ossos longos (AVILLA *et al.*, 2013).

Cerca de 40 indivíduos formavam a população de mastodontes de Araxá (MOTHE *et al.*, 2010) e essa concentração possivelmente se deu como uma estratégia de sobrevivência perante o clima frio e seco e à ausência de recursos durante esse período (AVILLA *et al.*,

2013). Assim como os elefantes atuais se juntam em grandes grupos para migrarem em busca de recursos durante estações de escassez, provavelmente a população de mastodontes de Araxá também estava sofrendo com a ausência de água e comida (AVILLA *et al.*, 2013). Embora esta população receba maior atenção, outros *taxa* da megafauna do Quaternário também foram identificados, em menor quantidade, no depósito de Águas de Araxá, incluindo fósseis do equídeo *Equus*, do ungulado nativo da América do Sul *Xenorhinotherium* e da preguiça terrícola *Eremotherium* (MELO; CASSAB; PASSOS, 2005).

3.1.2 Depósito de Iraí

O depósito de caldeirão de Iraí (27° 11' 50''S; 53° 14' 46''W) estava localizado no município de Iraí, no Estado do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. Os fósseis foram descobertos, em 1936, por trabalhadores durante as obras para beneficiamento da estação balneária do município, que apresenta diversas fontes de águas termais (CUNHA, 1959).

O depósito estava inserido em um contexto de afloramentos de rochas basálticas da Província Magmática do Paraná, com seu embasamento consistindo em derrames basálticos granulares finos, melanocráticos (CUNHA, 1959; CPRM, 2006). O caldeirão continha uma mistura de seixos rolados e fósseis, com cerca de 2,30 metros de espessura (CUNHA, 1959). Nele foram encontrados fragmentos de fósseis de mastodontes, identificados como *Notiomastodon platensis*, e de perissodáctilos do gênero *Tapirus* (SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957; CUNHA, 1959; MARCON, 2007).

Não há informações mais detalhadas sobre aspectos tafonômicos e estratigráficos do depósito de Iraí. Além disso, também não há datações absolutas. No entanto, a presença de *N. platensis* e *Tapirus* sugere uma idade pleistocênica/holocênica para o depósito.

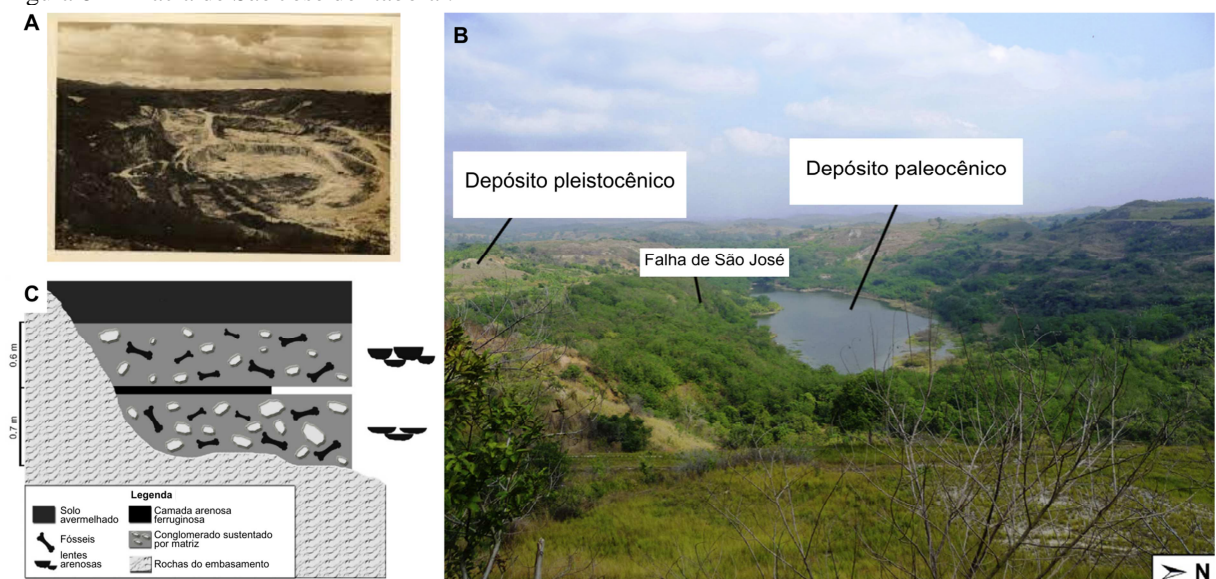
3.2 **Bacia de São José de Itaboraí**

A Bacia de São José de Itaboraí, também conhecida como Bacia de Itaboraí, é uma bacia sedimentar de idade predominantemente paleocênica, localizada no município de Itaboraí, no Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil (BRITO, 1989). Foi descoberta em

1928 a partir de um fragmento de calcário encontrado na região da Fazenda São José, onde posteriormente foram feitas prospecções por pesquisadores e descoberta uma abundância de fósseis (BERGQVIST *et al.*, 2008). Dentre os fósseis estão conchas de gastrópodes e diferentes grupos de vertebrados. Os mamíferos são os mais abundantes, incluindo notoungulados, marsupiais, tatus, litopternos, xenungulados e astrapotérios. Além disso, também foram identificados outros vertebrados, como serpentes, crocodilomorfos, quelônios, aves e anfíbios (BERGQVIST *et al.*, 2008). A fauna fóssil da Bacia de Itaboraí é muito importante para compreender a origem, evolução e diversificação dos mamíferos no Cenozoico.

Além da importância fossilífera, uma pedreira foi instalada na região da bacia, onde por mais de cinco décadas o calcário foi explorado para fabricação de cimento, também contribuindo para o achado de fósseis (Figura 8A; BERGQVIST *et al.*, 2008). Após o fechamento da pedreira, as prospecções paleontológicas foram dificultadas devido ao acúmulo de água e formação de um lago na depressão da bacia (Figura 8B; BERGQVIST *et al.*, 2008).

Figura 8 — Bacia de São José de Itaboraí.



Legenda: Bacia de São José de Itaboraí, em Itaboraí, Rio de Janeiro. (A) Fotografia da área da Bacia durante as atividades de exploração do calcário. (B) Área da Bacia, atualmente, com a depressão preenchida por um lago, e a indicação da localização do depósito pleistocênico. (C) Perfil estratigráfico do depósito pleistocênico.

Fonte: (A) Página virtual do Parque Natural Municipal Paleontológico de São José de Itaboraí. (B) e (C) Modificado e adaptado de Araújo-Júnior *et al.* (2013).

A origem da Bacia de Itaboraí está associada à fase tardia dos eventos tectônicos que resultaram na abertura do Oceano Atlântico Sul. Ao longo desses eventos, uma série de depressões foram formadas na borda do continente (BERGQVIST *et al.*, 2008). Ao serem

preenchidas por uma sucessão de sedimentos, essas depressões deram origem a várias pequenas bacias sedimentares, entre as quais está a Bacia de Itaboraí, com preenchimento predominantemente carbonático (BRITO, 1989; BERGQVIST *et al.*, 2008). Além dos estratos de idade paleocênica, esta bacia também apresenta estratos sedimentares mais recentes, do período Quaternário.

O depósito quaternário da Bacia de Itaboraí (22° 50' 20''S; 42° 52' 30''W), situado na margem da bacia, cobria uma área de cerca de 6 metros de comprimento e 1,3 metros de profundidade (Figura 8B, C). Os sedimentos preenchem as irregularidades do gnaiss que forma o embasamento da bacia e onde foram encontrados vários fósseis de vertebrados do Quaternário (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013). Este depósito é composto, pelo menos em parte, por solo de coloração avermelhada, camadas arenosas ferruginosas e conglomerados formados por matações e seixos (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013). Os fósseis encontrados pertencem, em sua maioria, à preguiça terrícola gigante *Eremotherium laurillardi*, seguida por fósseis do proboscídeo *Notiomastodon platensis* e, em menor abundância, por restos de testudines (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013).

Análises tafonômicas indicam que o depósito quaternário da Bacia de Itaboraí foi formado a partir do transporte, em curtas distâncias, por correntes fluviais e de fluxo de detritos, que levaram sedimentos e restos ósseos para dentro das depressões na margem da bacia (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013). Os restos provavelmente ficaram pouco tempo em exposição subaérea antes de serem transportados, sofrendo ação, principalmente, de intemperismo e deformação (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013). Apesar de datações absolutas não terem sido realizadas, a presença de *Eremotherium* e *Notiomastodon*, espécies marcantes no período Quaternário do Brasil, indicam uma idade pleistocênica/holocênica para este depósito (ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2013).

3.3 Tanques naturais

Os tanques naturais são depressões produzidas por intemperismo físico-químico e erosão em substrato metamórfico ou ígneo, predominantemente ao longo de fraturas pré-existentes, que podem ser preenchidas por sedimentos e restos orgânicos, formando os depósitos de tanque, que consistem em um dos principais tipos de associações fossilíferas do Quaternário do Brasil (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2017; WALDHERR *et*

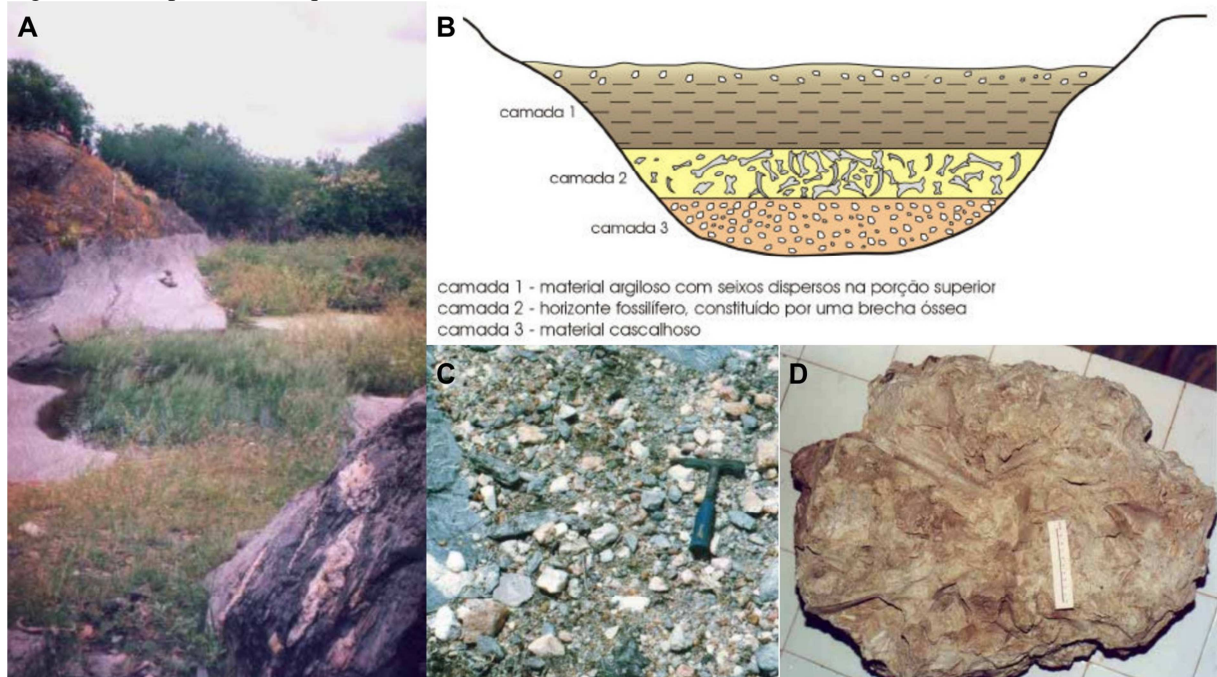
al., 2017). O embasamento de vários dos tanques naturais do Nordeste brasileiro é formado pelas rochas pré-cambrianas que compõem a Província Borborema (WALDHERR *et al.*, 2017). Esta província compreende um grande conjunto de fragmentos crustais envolvidos no processo de aglutinação do supercontinente Gondwana, apresentando alta complexidade estrutural e representada por uma superposição de eventos deformacionais, metamórficos e magmáticos que se consolidaram durante a orogenia Brasileira/Pan africana, entre 625 e 510 milhões de anos atrás (ALMEIDA *et al.*, 1981; CORDANI *et al.*, 2000; CAXITO *et al.*, 2020).

3.3.1 Depósito de tanque de Acauã

O depósito de tanque de Acauã (5° 50' 27''S; 35° 59' 2''W) está localizado na localidade de mesmo nome, no município de Ruy Barbosa, no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. A descobertaossilífera se deu primeiramente por trabalhadores da comunidade local, que removiam parte do sedimento de dentro do tanque para aumentar o acúmulo de água (SANTOS, 2001). Após a descoberta dos fósseis, paleontólogos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) realizaram escavações mais criteriosas na localidade, entre os anos de 1998 e 1999, com o intuito de descrever informações sobre o depósito e coletar uma maior representatividade de fósseis (PORPINO; SANTOS; CARVALHO-NETO, 1998; SANTOS, 2001).

O tanque natural no qual ocorre este depósitoossilífero está inserido num contexto de afloramentos de xistos da Província Borborema (SANTOS, 2001). Ele apresenta formato elíptico com contorno delimitado por bordas íngremes e mede cerca de 35 metros por 17 metros em seus eixos maior e menor, respectivamente (Figura 9; SANTOS, 2001). O conteúdo sedimentar está estratificado em três camadas (Figura 9B; PORPINO; SANTOS; CARVALHO-NETO, 1998; SANTOS, 2001). A mais basal possui conteúdo de granulometria mais grossa (cascalho), resultante da desintegração do metaxisto que compõe o embasamento do tanque. A intermediária se constitui na camadaossilífera, composta por uma brecha óssea e também por fragmentos soltos. A camada superior é a mais espessa, com cerca de um metro, e apresenta sedimentos argilosos e muitos seixos de quartzo dispersos, resultantes de intemperismo físico, bem como também é composta por matéria orgânica em sua porção mais superior.

Figura 9 — Depósito de tanque de Acauã.



Legenda: Depósito de tanque de Acauã, em Ruy Barbosa, Rio Grande do Norte. (A) Vista panorâmica do depósito. (B) Perfil esquemático do depósito. (C) Sedimento superficial do depósito. (D) Brecha óssea encontrada na camada fossilífera do depósito.

Fonte: Modificado e adaptado de Santos (2001).

A fauna fóssil encontrada no depósito de Acauã é relativamente diversificada, composta majoritariamente por megamamíferos do Quaternário, incluindo principalmente preguiças terrícolas (*Megatheriidae*), toxodontes (*Toxodontidae*) e tatus (*Dasypodidae* e *Glyptodontidae*), além de proboscídeos (*Gomphotheriidae*), equídeos, macrauchenídeos (*Macraucheniiidae*), cervídeos, entre outros (SANTOS, 2001; SANTOS *et al.*, 2002).

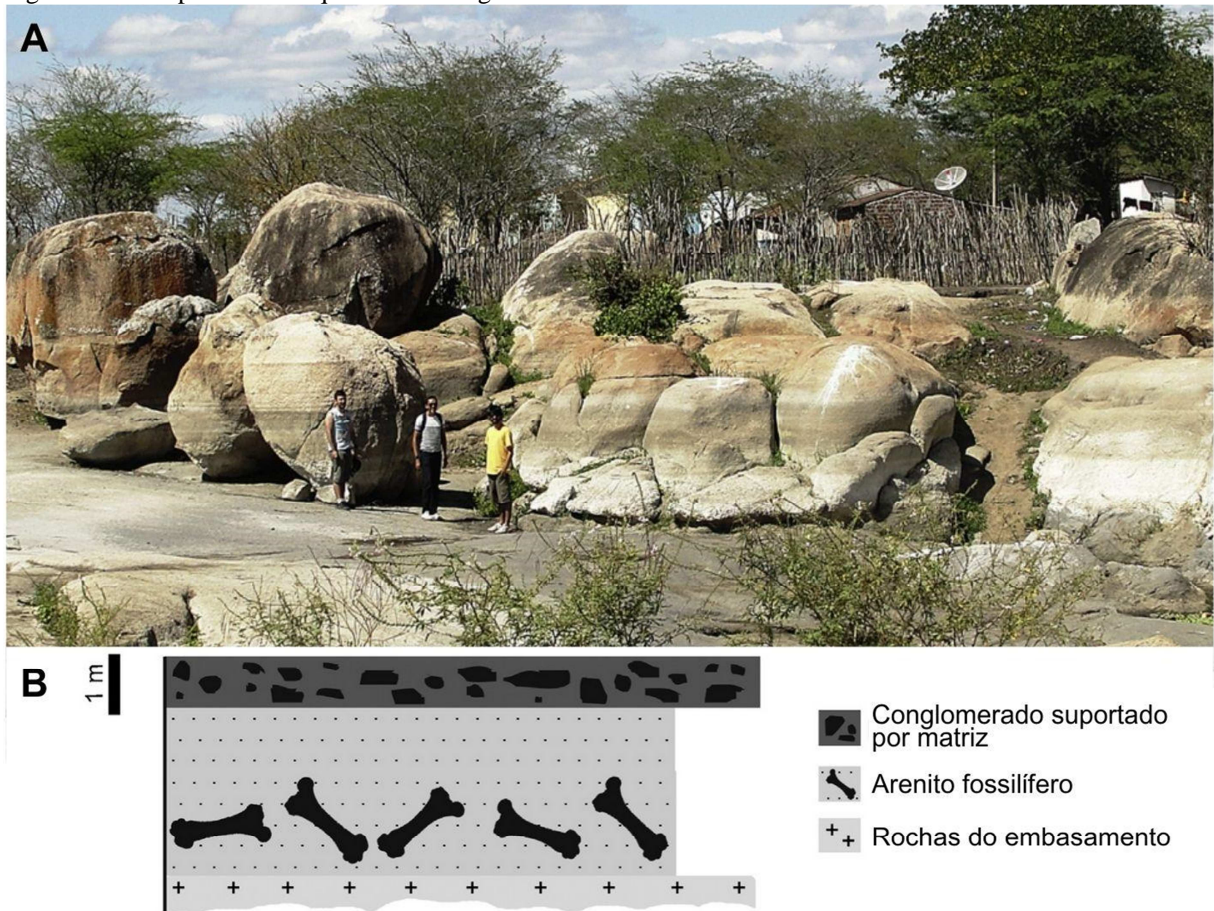
Análises tafonômicas indicam que o depósito de Acauã foi formado a partir de fluxos de enxurradas que transportaram sedimentos e restos ósseos para dentro do tanque, e que esse transporte deve ter ocorrido a curtas distâncias (SANTOS, 2001; SANTOS *et al.*, 2002). Além disso, alguns dos materiais ósseos podem ter sido depositados diretamente dentro do tanque quando, por exemplo, os animais iam em busca de água e acabavam por cair no depósito (SANTOS, 2001). Análises petrográficas do material também mostram que houve ressecamento das argilas, indicando que, em alguns momentos, a água do tanque deve ter secado e os sedimentos e restos ósseos ficaram expostos à desidratação (SANTOS, 2001; SANTOS *et al.*, 2002). Datações absolutas a partir de um fragmento fóssil de toxodonte sugerem uma idade entre 12.500 e 12.800 anos para o depósito de tanque de Acauã (DANTAS *et al.*, 2013b).

3.3.2 Depósitos de tanque do Sítio Lage Grande

Os depósitos de tanque do Sítio Lage Grande (8° 25' 27''S; 36° 43' 20''W) estão localizados no município de Alagoinha, no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Foram primeiramente descritos por Ney Vidal, em 1946, após atividades de campo realizadas por ele e sua equipe entre os anos de 1938 e 1940, nas quais escavaram dois depósitos e os consideraram como uma mesma associação fossilífera, devido à proximidade de ambos. Em 2012, um novo campo foi feito ao local para novas descrições (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2013; ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2017).

O Sítio Paleontológico Lage Grande, onde se encontram os depósitos fossilíferos de mesmo nome, está inserido em um contexto de afloramentos de gnaisses e sienitos faneríticos da Província Borborema (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2013). Os depósitos de Lage Grande possuem estratificação em duas camadas (litofácies). A inferior (fossilífera) tem cerca de três metros de espessura e é formada por sedimentos arenosos pouco selecionados, principalmente grãos de quartzo angulosos e subangulosos. A camada superior tem cerca de um metro de espessura e não contém macrofósseis; em termos sedimentológicos, se constitui em cascalho com matriz de granulometria mais fina, variando de arenosa a argilosa (Figura 10; ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2013; ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2017).

Figura 10 — Depósito de tanque do Sítio Lage Grande.



Legenda: (A) Vista panorâmica de um dos tanques do Sítio Lage Grande, em Alagoinha, Pernambuco. (B) Perfil estratigráfico de um dos tanques do Sítio Lage Grande.

Fonte: Modificado e adaptado de Araújo-Júnior *et al.* (2013).

No que se refere à associação faunística, a predominância é de macrofósseis de megamamíferos. A preguiça gigante terrícola *Eremotherium laurillardi* é a mais abundante, seguida por *Toxodon platensis* e *Notiomastodon platensis*, além da macrauquênia *Xenorhinotherium bahiense*, de cervídeos e equídeos, além de répteis crocódilomorfos (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2013; ARAÚJO-JÚNIOR *et al.*, 2017).

A formação dos depósitos de Lage Grande provavelmente se deu a partir de transporte, a curtas distâncias, do material sedimentar e dos restos ósseos por fluxo de detritos para dentro dos tanques (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2013). As análises tafonômicas também sugerem uma origem paraúctone para esta associação fossilífera e pouco tempo de exposição subaérea dos restos ósseos antes do soterramento (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2013), ou seja, os animais, em geral, provavelmente viviam nas proximidades dos tanques naturais. Além disso, a ausência de retrabalhamento dos fósseis indicam que estes depósitos representam uma associação fossilífera de um curto

período de tempo (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2013). Embora não haja datação absoluta do material fóssil, os grupos de animais encontrados são bastante representativos do Quaternário do Nordeste brasileiro, demonstrando que os depósitos do Sítio Lage Grande se formaram predominantemente durante este período.

3.3.3 Lagoa de Lajes

A Lagoa de Lajes (6° 22' 23''S; 37° 57' 42''W) está localizada na localidade de mesmo nome, no município de Alexandria, no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. O conteúdo fossilífero foi descoberto por trabalhadores que estavam escavando a lagoa para construção de uma barragem na localidade. Em 1988, uma equipe de paleontólogos da UFRN foi até o local para reconhecer a área, descrever o depósito e coletar mais fósseis (SANTOS; OLIVEIRA; SANTOS, 1989).

Embora tenha ficado conhecido como “lagoa”, o depósito fossilífero Lagoa de Lajes trata-se, na verdade, de um depósito de tanque. O tanque natural no qual o depósito se formou está inserido em um contexto de rochas graníticas do tipo Itaporanga da Província Borborema, caracterizadas por textura porfirítica e constituídas principalmente por fenocristais de K-feldspatos (SANTOS; OLIVEIRA; SANTOS, 1989; ANGELIM *et al.*, 2007). A base do depósito é formada por areia grossa e conglomerados cimentados por óxido de ferro e sílica. A camada intermediária tem constituição areno-argilosa com matéria orgânica, situada a aproximadamente um metro da superfície. A camada superior, por sua vez, é composta por material argilo-arenoso com muita matéria orgânica. Os fósseis estavam presentes tanto na camada intermediária (guia) como na base (SANTOS; OLIVEIRA; SANTOS, 1989). Devido à alta concentração de óxido de ferro, a coloração dos sedimentos e dos fósseis é bastante escura.

A maior parte dos fósseis foi encontrada fragmentada e bastante friável, em decorrência do processo de fossilização, mas também devido ao uso das máquinas utilizadas durante a escavação da lagoa e coleta do material (SANTOS; OLIVEIRA; SANTOS, 1989). Apesar disso, alguns ossos e dentes foram recuperados completos, o que permitiu identificar uma associação faunística composta por grupos bastante característicos da megafauna quaternária. Foram identificados fósseis de preguiças gigantes (*Eremotherium laurillardi*), tatus (*Panochthus*), proboscídeos (*Notiomastodon platensis*), notoungulados

(*Toxodon platensis*), além de perissodáctilos e litopternos (SANTOS; OLIVEIRA; SANTOS, 1989).

O depósito de Lagoa de Lajes provavelmente se formou a partir da deposição de sedimentos e dos restos ósseos por meio de águas pluviais, que transportaram este material para dentro do tanque natural (SANTOS; OLIVEIRA; SANTOS, 1989). No entanto, a ausência de dados tafonômicos mais detalhados não permite uma melhor inferência sobre a origem deste depósito. Além disso, também não há datação absoluta para o material fóssil da Lagoa de Lajes, mas os grupos taxonômicos encontrados indicam que esta se formou durante o período Quaternário.

3.3.4 Lagoa de São Pedro

A Lagoa de São Pedro (05° 50' 36,35"S; 39° 47' 34,91"W) está localizada no município de Mombaça, no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. As coordenadas se referem a uma lagoa localizada nas proximidades da localidade São Pedro, existente à época da confecção dos mapas topográficos do exército (Banco de Dados Geográficos do Exército - BDGEx). Atualmente, a localidade São Pedro não mais aparece nos sistemas de informação geográfica por satélite, porém a mesma Lagoa ainda pode ser visualizada.

Informações sobre o contexto de descoberta e coleta dos fósseis não foram acessadas. A única menção a este depósito, acessada, é de Moraes (1924). Este autor, ao fazer uma breve descrição sobre as formações pleistocênicas do Nordeste brasileiro, cita haver fósseis de mastodontes nas coleções do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil que são provenientes da Lagoa de São Pedro, localizada no município de Maria Pereira (à época), no Estado do Ceará.

A Lagoa de São Pedro está inserida em um contexto de afloramentos de rochas arqueanas da Província Borborema, constituídas predominantemente por gnaisses metatexíticos, frequentemente migmatizados (CPRM, 2020; NALETO; ARAÚJO, 2018). Pelo seu embasamento ser formado por rochas metamórficas e pela presença de uma fratura neste embasamento (CPRM, 2020), possivelmente a Lagoa de São Pedro também se trata de um depósito de tanque. O tanque natural deve ter se formado a partir da fratura na rocha e posteriormente foi preenchido por sedimentos levados pela água, gerando o depósito.

Infelizmente, informações mais específicas sobre o depósito da Lagoa de São Pedro, incluindo a sua gênese, suas características estratigráficas e sedimentológicas, sua datação e seu contexto paleontológico não foram acessadas.

3.4 Lagoa do Ipiranga

A Lagoa do Ipiranga (6° 15' 09''S; 36° 46' 45''W) está localizada próxima à comunidade Caiçara, no município de Florânia, no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Os fósseis foram descobertos por moradores locais, que entraram em contato com paleontólogos da UFRN. No ano de 2016, uma equipe do Museu Câmara Cascudo/UFRN foi até o local para reconhecer a área e o depósito e fazer o resgate dos fósseis (ALVES *et al.*, 2016).

A Lagoa do Ipiranga também está inserida na região abrangida pelas rochas da Província Borborema. Por não haver informações mais detalhadas documentadas sobre a sua configuração estrutural, não pode ser aqui considerado como um depósito de tanque. Trata-se de um pequeno depósito formado por conteúdo argiloso, indicativo de fluxo de baixa energia e local de água represada, onde, possivelmente, havia uma paleolagoa (Figura 11; ALVES *et al.*, 2016). O material recuperado é de uma mesma espécie, o mastodonte *Notiomastodon platensis*, e provavelmente pertence a um único indivíduo. Fósseis de outros *taxa* não foram encontrados durante as escavações (ALVES *et al.*, 2016).

Figura 11 — Lagoa do Ipiranga.



Legenda: Depósito Lagoa do Ipiranga, em Florânia, Rio Grande do Norte. (A) e (B) Mandíbula de mastodonte *Notiomastodon platensis* ainda semicoberta pelo sedimento do depósito. (C), (D) e (E) Paleontólogos durante a escavação e preparação dos fósseis na localidade.

Fonte: Imagens cedidas por Wagner Alves, biólogo e técnico do Museu Câmara Cascudo/UFRN.

Aspectos tafonômicos e estratigráficos do depósito da Lagoa do Ipiranga ainda não foram estudados e também não há datações absolutas para o material fóssil. Entretanto, pela presença de *N. platensis*, pode ser considerado como um depósito do período Quaternário.

3.5 Lajedo da Escada

O Lajedo da Escada (5° 14' 31''S; 37° 44' 20''W) está localizado no município de Baraúna, no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Os estudos iniciais na área se deram por meio de expedições feitas por uma equipe de pesquisadores do então Instituto de Antropologia da Universidade do Rio Grande do Norte (atual Museu Câmara Cascudo/UFRN), realizadas entre os anos de 1963 e 1965 (CARVALHO *et al.*, 1966). Durante essas expedições, a equipe fez inspeções na região do Lajedo, explorou as cavernas,

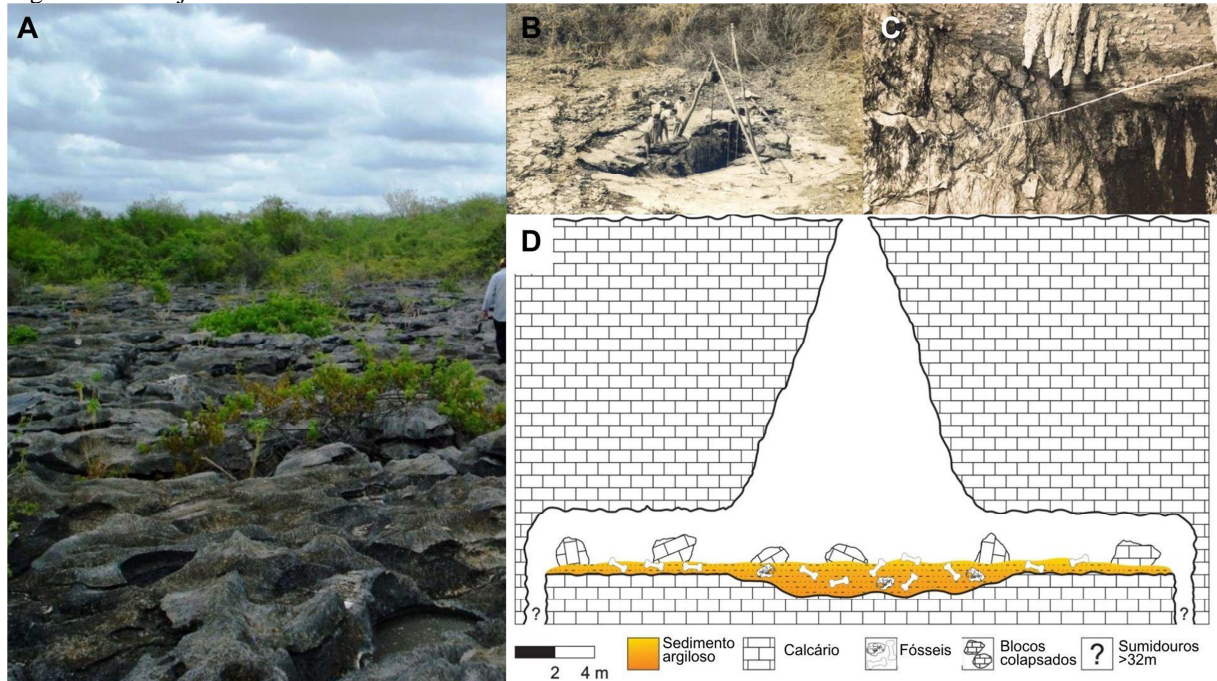
fez descrições espeleológicas e paleontológicas e coletou uma grande quantidade de fósseis de mamíferos quaternários do interior das cavernas (CARVALHO *et al.*, 1966).

O Lajedo da Escada corresponde a uma área de aproximadamente 5km² de afloramentos cársticos da Formação Jandaíra, da Bacia Potiguar (CARVALHO *et al.*, 1966). Esta Bacia é uma sequência sedimentar que tem a sua formação relacionada aos esforços extensionais e ao rifteamento que culminaram na separação das placas sulamericana e africana e, conseqüentemente, na abertura do Oceano Atlântico (ANGELIM *et al.*, 2007). A Formação Jandaíra, por sua vez, se constitui de rochas carbonáticas do Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, que formam a maior exposição de rochas calcárias do Brasil (ANGELIM *et al.*, 2007; MAIA *et al.*, 2012). Uma das principais características desta Formação é o seu relevo cárstico. Ele ocorre principalmente na forma de cavernas, dolinas, vales cársticos e lajedos, e tem a sua gênese associada a um complexo sistema de falhas e fraturas que resultaram de reativações tectônicas ao longo da história evolutiva da bacia e serviram de condutos para a drenagem da água, que levou à dissolução do material carbonático (MAIA *et al.*, 2012).

O Lajedo da Escada compreende cinco cavernas, distribuídas em dois afloramentos na forma de pavimentos cársticos, distantes cerca de 200 metros um do outro (Figura 12A; CARVALHO *et al.*, 1966). Os dois pavimentos foram denominados de lajedos. O Lajedo A é formado por duas cavernas (F1 e F2) e o Lajedo B, por três cavernas (F3, F4 e F5). A caverna F1 é composta por duas grutas verticais unidas por um túnel horizontal. Apresenta sedimento de argila calcária amarelada com concreções calcárias e limoníticas e vários fósseis de roedores, didelfídeos, répteis, tatus e mastodontes (CARVALHO *et al.*, 1966). A caverna F2 é formada por uma furna maior que se conecta com uma pequena chaminé através de um túnel e também se projeta em uma galeria pequena. O sedimento é semelhante àquele da caverna F1, com exceção das concreções limoníticas, e os fósseis encontrados são de felinos, roedores e artiodáctilos (CARVALHO *et al.*, 1966). A caverna F3 (Figura 12B, C e D) é bastante ampla, atingindo 15 metros de profundidade. Apresenta uma chaminé e duas galerias sem saída aparente. O sedimento é composto pela mesma argila das cavernas já citadas, que se encontra sobre uma outra argila de coloração mais escura. No sedimento há vários blocos enormes de calcário, provenientes de desabamentos da estrutura da caverna. O material fóssil da caverna F3 foi o mais expressivo, incluindo muitos ossos e dentes de preguiças gigantes, tatus, mastodontes e felinos (CARVALHO *et al.*, 1966). A caverna F4 parece menos complexa, formada por um único salão e sem galerias. O sedimento também é de argila amarela-queimada com muitos blocos desabados. Os fósseis encontrados são de répteis de pequeno porte (CARVALHO *et al.*, 1966). A caverna F5, por sua vez, também apresenta uma

série de blocos desabados, o que dificultou a escavação e, portanto, o reconhecimento de fósseis (CARVALHO *et al.*, 1966).

Figura 12 — Lajedo da Escada.



Legenda: Lajedo da Escada, em Baraúna, Rio Grande do Norte. (A) Visão de superfície do pavimento cárstico do Lajedo. (B) Fotografia da entrada da caverna F3. (C) Fotografia da estrutura interna da caverna F3. (D) Perfil espeleotopográfico da caverna F3.

Fonte: (A), (B) e (C) Modificados e adaptados de Barbosa (2013). (D) Modificado e adaptado de Trifilio *et al.* (2022).

Análises tafonômicas sugerem que a associação fossilífera do Lajedo da Escada, mais especificamente da caverna F3, de onde é proveniente a maior parte dos fósseis, foi preservada *in situ* (TRIFILIO *et al.*, 2022). Isso significa que os animais morreram nas proximidades da entrada da caverna. Após a morte, os ossos dos animais ficaram expostos por um curto período de tempo, cerca de um ano, até serem transportados, a curtas distâncias, para dentro da caverna (TRIFILIO *et al.*, 2022). A formação deste depósito fossilífero parece ter ocorrido em três diferentes cenários. Um durante um período mais seco, outro em meio a um período mais úmido e um terceiro onde os restos ósseos estavam sob diferentes condições climáticas, incluindo período mais seco e outro mais úmido (TRIFILIO *et al.*, 2022).

A associação fossilífera do Lajedo da Escada é bem diversa. Em maior abundância foram identificados fósseis da preguiça terrícola gigante *Eremotherium laurillardii*. Além desta, também foram descritos restos fósseis de tatus (*Glyptotherium*, *Pachyarmatherium brasiliense* e *Pampatherium*), de notoungulados (*Toxodon platensis*), de felídeos (*Smilodon populator*), de mastodontes (*Notiomastodon platensis*), de artiodáctilos (*Tapirus* e

Tayassuidae) e outros xenartros, cervídeos, carnívoros e outros mamíferos indeterminados (CARVALHO *et al.*, 1966; (TRIFILIO *et al.*, 2022).

Datações absolutas também não foram realizadas para os depósitos fossilíferos de caverna do Lajedo da Escada, mas a característica fauna encontrada em seu interior indica uma idade dentro do período Quaternário para a sua formação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material de estudo

O material analisado consiste em 117 molares fósseis da espécie *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888), isolados ou inseridos em fragmentos de mandíbula ou maxila, completos ou parcialmente completos. Sete espécimes estão na Coleção de Paleontologia de Vertebrados do Setor de Paleontologia do Museu Câmara Cascudo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (MCC/UFRN; tabela 1) e 110 espécimes fazem parte da Coleção de Mamíferos Fósseis do Museu de Ciências da Terra, Serviço Geológico do Brasil (MCTer/CPRM; tabela 2). Os molares são provenientes de diferentes localidades fossilíferas distribuídas em Estados brasileiros distintos, sendo eles: 1) Ceará: Lagoa de São Pedro, em Mombaça; Minas Gerais: Depósito de Águas de Araxá, em Araxá; 3) Pernambuco: Depósitos de tanque do Sítio Lage Grande, em Alagoinha; 4) Rio de Janeiro: Bacia de São José de Itaboraí, em Itaboraí; 5) Rio Grande do Norte: Depósito de tanque de Acauã, em Ruy Barbosa; Lagoa de Lajes, em Alexandria; Lagoa do Ipiranga, em Florânia; Lajedo da Escada, em Baraúna; 6) Rio Grande do Sul: Depósito de Iraí, em Iraí (Figura 6).

Tabela 1 — Material analisado no Museu Câmara Cascudo/UFRN.

Espécimes*	Procedência
MCC 972-V	
MCC 1136-V	Lajedo da Escada, Baraúna/RN
MCC 1142-V	
MCC 1244-V	Depósito de tanque de Acauã, Ruy Barbosa/RN
MCC 1245-V	Lagoa do Ipiranga, Florânia/RN
MCC 1731-V	Lagoa de Lajes, Alexandria/RN

Legenda: *Um mesmo número de catalogação pode representar mais de um molar analisado. Por exemplo, o espécime MCC 1245-V é uma mandíbula com mais de um molar nos alvéolos.

Fonte: A autora, 2023.

Tabela 2 — Material analisado no Museu de Ciências da Terra/CPRM (continua).

Espécimes*	Procedência
MCT.M.60(a)	
MCT.M.60(b)	
MCT.M.60(c)	
MCT.M.60(d)	
MCT.M.60(e)	
MCT.M.60(f)	
MCT.M.64	
MCT.M.65	
MCT.M.66	
MCT.M.67	
MCT.M.69	
MCT.M.70	
MCT.M.71	
MCT.M.72	Depósito de Águas de Araxá, Araxá/MG
MCT.M.73	
MCT.M.74	
MCT.M.75	
MCT.M.76	
MCT.M.78(a)	
MCT.M.78(b)	
MCT.M.83	
MCT.M.84	
MCT.M.85	
MCT.M.86	
MCT.M.87	
MCT.M.88	

MCT.M.89
MCT.M.91
MCT.M.93
MCT.M.94
MCT.M.96
MCT.M.97
MCT.M.98
MCT.M.100
MCT.M.101
MCT.M.102
MCT.M.103
MCT.M.104

Tabela 2 — Material analisado no Museu de Ciências da Terra/CPRM (continuação).

Espécimes*	Procedência
MCT.M.105	
MCT.M.106	
MCT.M.108	
MCT.M.110	
MCT.M.111	
MCT.M.112	
MCT.M.116	
MCT.M.117	
MCT.M.118	
MCT.M.119(a)	Depósito de Águas de Araxá, Araxá/MG
MCT.M.119(b)	
MCT.M.120	
MCT.M.121	
MCT.M.122	
MCT.M.124	
MCT.M.125	
MCT.M.126	
MCT.M.127	
MCT.M.128	

MCT.M.129
 MCT.M.130
 MCT.M.131
 MCT.M.132(a)
 MCT.M.132(b)
 MCT.M.133
 MCT.M.134
 MCT.M.135(a)
 MCT.M.135(b)
 MCT.M.136
 MCT.M.137
 MCT.M.138
 MCT.M.139
 MCT.M.141
 MCT.M.415
 MCT.M.749
 MCT.M.750
 MCT.M.752
 MCT.M.753

Tabela 2 — Material analisado no Museu de Ciências da Terra/CPRM (conclusão).

Espécimes*	Procedência
MCT.M.754	
MCT.M.757	
MCT.M.758	
MCT.M.759	
MCT.M.760	
MCT.M.761	
MCT.M.762	
MCT.M.763	
MCT.M.766	
MCT.M.767	Depósito de Águas de Araxá, Araxá/MG
MCT.M.769	
MCT.M.770	
MCT.M.771	
MCT.M.772	
MCT.M.774	
MCT.M.775	
MCT.M.776	
sem nº (a)	
sem nº (b)	

MCT.M.26	Lagoa de São Pedro, Mombaça/CE
MCT.M.28(a)	Depósito de tanque Lage Grande, Alagoinha/PE
MCT.M.28(b)	
MCT.M.46	Depósito de Iraí, Iraí/RS
MCT.M.719	Bacia de São José de Itaboraí, Itaboraí/RJ

Legenda: *Um mesmo número de catalogação pode representar mais de um molar analisado. Por exemplo, alguns espécimes são ramos mandibulares com mais de um molar nos alvéolos.

Fonte: A autora, 2023.

4.2 Método de análise

Foi feita uma revisão de cada um dos espécimes analisados — se dp2/DP2, dp3/DP3, dp4/DP4, m1/M1, m2/M2 ou m3/M3, se esquerdo ou direito — com base nos critérios atribuídos por Simpson & Paula-Couto (1957) para identificação dos molariformes de *Notiomastodon platensis*, bem como comparando com as descrições de material de Marcon (2007), Ferretti (2010) e Mothé *et al.* (2010). Para inferir as faixas etárias dos indivíduos aos quais os dentes de *N. platensis* pertenciam, foram utilizados os critérios de classificação de grupos etários atribuídos por Mothé *et al.* (2010). Estes autores relacionaram os intervalos de uso dentário e os estágios de desgaste dentário de *N. platensis* àqueles reconhecidos para elefantes atuais e consideraram cinco classes etárias: imaturo, subadulto, adulto, adulto maturo e adulto senil. Estas categorias serão utilizadas nesta dissertação.

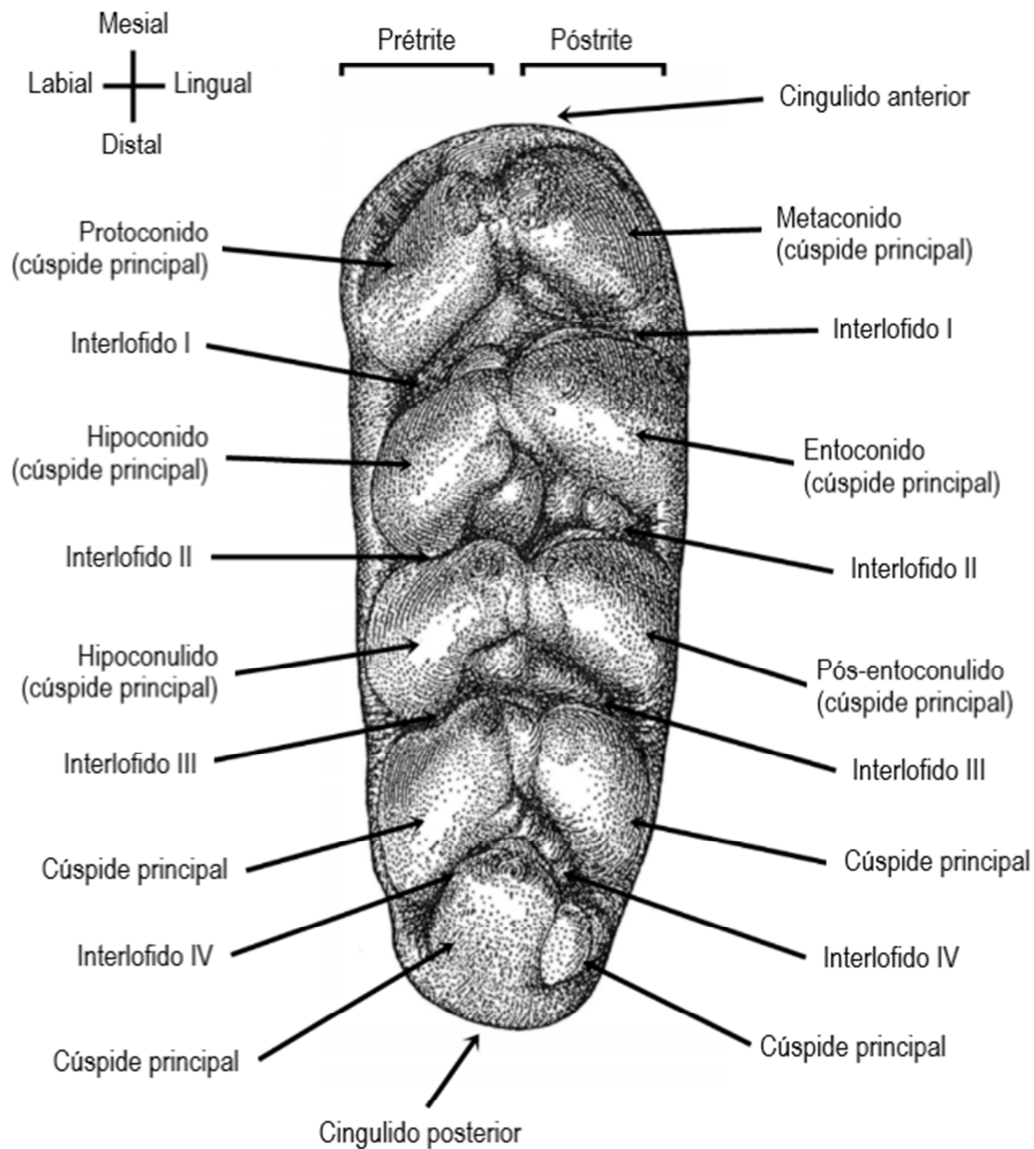
4.2.1 Caracterização macromorfológica e severidade do cálculo dental

Os espécimes foram analisados macroscopicamente para identificação dos depósitos de cálculo dental, utilizando, quando necessário, uma lupa de mão de aumento 3x. A literatura especializada (por exemplo, MISUMI *et al.*, 2016; ASEVEDO *et al.*, 2020; MOTHÉ *et al.*, 2021) foi consultada, de modo a comparar o material de estudo. O cálculo dental foi identificado como um depósito de placa endurecido e macroscopicamente maciço, moderado ou firmemente aderido à superfície do dente, contornando a sua morfologia na forma de agregados isolados ou de um depósito contínuo. O aspecto superficial pode ser liso ou mais

rugoso, a sua coloração é bastante variável e, em geral, parecida com aquela do próprio dente. Como muitos dos dentes analisados não apresentavam raízes preservadas ou não expostas (por exemplo, quando inseridas nos alvéolos da maxila/mandíbula ou quando coberta por gesso), somente o cálculo supragengival foi avaliado. Este foi considerado aqui apenas como aquele localizado sobre a coroa do dente, já que não é possível saber onde estava localizada a linha da gengiva nos indivíduos quando em vida.

Para verificar a distribuição do tártaro, inicialmente foi feita uma observação do dente como um todo e, em um segundo momento, foram avaliadas as principais estruturas e regiões que compõem os molariformes de *N. platensis*, indicando se depósitos de cálculo dental estavam presentes (1) ou ausentes (0) em cada uma delas. Para todos os dentes, as seguintes regiões foram consideradas, de acordo com Marcon (2007; Figura 5): cingul(id)os anterior e posterior; cúspides principais do primeiro, segundo e terceiro lof(id)os; interlof(id)os I e II, indicando se na prétrite ou póstrite. Para os terceiros molares foram indicadas ainda: cúspides principais do quarto e quinto lof(id)os; e interlof(id)os III e IV, também indicando se na prétrite ou póstrite. No caso dos molares inferiores, a prétrite corresponde à região labial e a póstrite, à região lingual. Nos superiores, o contrário ocorre (SIMPSON; PAULA-COUTO, 1957; SHOSHANI; TASSY, 1996).

Figura 13 — Regiões e estruturas dos molares de *Notiomastodon platensis* indicadas durante a identificação do cálculo dental.



Legenda: Terceiro molar permanente inferior (m3) esquerdo de *Notiomastodon platensis*.

Fonte: Adaptado de Simpson e Paula-Couto (1957) e Marcon (2007).

A severidade do cálculo dental, ou seja, o seu grau de desenvolvimento, foi avaliada levando em consideração a espessura e a extensão dos depósitos, baseadas em categorias atribuídas à caracterização do cálculo dental de outros mamíferos, descritas em trabalhos anteriores e que serão mencionados adiante. Categorias próprias para *Notiomastodon platensis* não foram desenvolvidas, pois não há parâmetro para animais de grande porte. A espessura máxima aproximada foi medida utilizando um paquímetro analógico, com o auxílio de uma escala, adaptando categorias atribuídas por Dobney e Brothwell (1987) para o desenvolvimento dos depósitos de cálculo dental, sendo elas: i) grau 1 (leve), < 1 mm; ii) grau

2 (moderada), 1-1,9 mm; iii) grau 3 (acentuada), 2-5 mm. Para isso, foram examinados os depósitos de cálculo dental que apresentavam perfil exposto, permitindo a mensuração. A extensão do cálculo foi estimada seguindo uma adaptação de Holmes, Thomas e Hamerow (2021), que atribuíram três categorias: i) estágio 1, cálculo leve visível geralmente sobre um dos lados do dente; ii) estágio 2, cálculo moderado desenvolvido em ambos os lados do dente, em geral; iii) estágio 3, cálculo considerável acumulado para além do contorno do dente. Seguindo esses parâmetros, a severidade do cálculo dental foi considerada como: i) leve, quando a espessura e a extensão têm grau 1; ii) moderada, quando pelo menos um dos parâmetros tem grau 2; e iii) alta, quando pelo menos um dos parâmetros tem grau 3. Esta forma de medir a severidade foi atribuída considerando que parte do cálculo dental presente nos molares pode ter sido perdida no processo de fossilização e durante a escavação, coleta e preparação dos espécimes. Além disso, é sabido que alguns molares de Águas de Araxá tiveram o cálculo dental parcialmente extraído em um estudo anterior (ver ASEVEDO *et al.*, 2012). Assim, os depósitos observados sobre os dentes de *N. platensis* podem não representar o acúmulo original que o animal tinha em vida.

4.2.2 Análise estatística

Para avaliar a distribuição de cálculo dental em cada tipo de molariforme da série dentária (isto é, dp2/dP2, dp3/dP3, dp4/dP4, m1/M1, m2/M2 e m3/M3) foi realizado o teste exato de Fisher (TEF). Para esta análise, foram consideradas a presença (1) e ausência (0) de depósitos de tártaro e comparando cada tipo de molariforme com os demais. O mesmo teste foi aplicado para verificar se existe predominância quando considerados os molares superiores e inferiores, sem distinção do tipo de dente. Já para quantificar a presença do tártaro nas porções labial e lingual dos molariformes, foi feita a contagem dos depósitos presentes (1) em cada porção para calcular a frequência relativa.

Para comparação entre as faixas etárias também foi aplicado o TEF, levando em consideração duas grandes categorias de indivíduos: 1) juvenis — que inclui os grupos etários imaturo e subadulto; e 2) adultos — que inclui os grupos etários adulto, maturo e senil. Somente essas duas categorias foram consideradas, pois uma análise prévia revelou uma diferença significativa na proporção de cálculo dental entre jovens e adultos, mas não quando os subgrupos de uma mesma faixa etária foram comparados entre si. Todas as análises foram

conduzidas utilizando o software Paleontological Statistics (PAST) versão 4, considerando um nível de significância de 5%. Os dados utilizados e obtidos na análise estatística estão nos Apêndices A e B.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Tipos de molares e grupos etários identificados

A descrição dos molariformes de *Notiomastodon platensis* analisados, incluindo o tipo de molar, a sua posição, o estágio de desgaste dentário e o grupo etário atribuído, está na Tabela 3. Os molariformes foram identificados como de diferentes tipos da série dentária de *Notiomastodon platensis*. Além disso, também foram atribuídos a diferentes grupos etários, sendo: 17 imaturos, 28 subadultos, 25 adultos, 35 maturos e 5 senis. Para sete molares o grupo etário não foi identificado, pois não foi possível atribuir o estágio de desgaste dentário, devido à elevada fragmentação da coroa do espécime.

Tabela 3 — Descrição dos molariformes de *Notiomastodon platensis* analisados (continua).

Grupo etário	Espécime	Tipo de molar	Posição do molar	Estágio de desgaste dentário
	sem nº (a)	dp3 ou DP3	?	4
	MCT.M.67	dp3	Direito	4
	MCT.M.754	dp3	Esquerdo	4
	MCT.M.66	DP3	Direito	4
	MCC 1731-V	dp4	Esquerdo	2
	sem nº (b)	dp4	Esquerdo	3
Imaturo	MCT.M.117	dp4	Direito	3
	MCT.M.65	DP4	Esquerdo	3
	MCT.M.83	DP4	Direito	3
	MCT.M.84	DP4	Esquerdo	3
	MCT.M.85	DP4	Direito	3
	MCT.M.86	DP4	Direito	3
	MCT.M.87	DP4	Direito	2
	MCT.M.753	DP4	Direito	4

MCT.M.89	m1	Esquerdo	0+
MCT.M.93	m1 ou M1	?	1
MCT.M.26	M2	Direito	0

Tabela 3 — Descrição dos molariformes de *Notiomastodon platensis* analisados (continuação).

Grupo etário	Espécime	Tipo de molar	Posição do molar	Estágio de desgaste dentário
Subadulto	MCT.M.73	DP4	Direitos	3
		M1		2
	MCC 1136-V	m1	Direito	2
	MCC 1142-V	m2	Direito	0+
	MCT.M.88	m1	Direito	4
	MCT.M.91	M1	Esquerdo	2
	MCT.M.94	M1	Esquerdo	3
	MCT.M.96	M1	Esquerdo	1
	MCT.M.98	M1	Direito	1
	MCT.M.100	M1	Esquerdo	2
	MCT.M.755	M1	Esquerdo	3
	MCT.M.762	m1	Direito	2
	MCT.M.763	M1	Direito	4
	MCT.M.775	M1	Direito	3
		M1		3
	MCT.M.74	M2	Esquerdos	2
		M1		3
	MCT.M.136	M2	Direitos	2
		m1		2
	MCT.M.139	m2	Direitos	0+

	MCT.M.141	m1	Esquerdos	2
		m2		0
	MCC 1142-V	m2	Direito	0+
	MCT.M.75	m2	Direito	1
	MCT.M.97	m2	Esquerdo	2
	MCT.M.106	M2	Direito	0+
	MCT.M.119(b)	m2	Esquerdo	2
	MCT.M.752	M2	Direito	0+
	MCT.M.64	M1	Direito	4
	MCT.M.757	M1	Direito	4
	MCT.M.758	M1	Esquerdo	4
		M1		3
	MCT.M.719		Direitos	
		M2		2
Adulto	MCT.M.76	M2	Esquerdo	3
	MCT.M.102	m2 ou M2	?	3
	MCT.M.103	M2	Esquerdo	2
	MCT.M.108	M2	Esquerdo	3
	MCT.M.110	M2	Direito	2

Tabela 3 — Descrição dos molariformes de *Notiomastodon platensis* analisados (continuação).

Grupo etário	Espécime	Tipo de molar	Posição do molar	Estágio de desgaste dentário
	MCT.M.111	M2	Esquerdo	2
	MCT.M.112	m2	Esquerdo	3
	MCT.M.132(b)	m2	Esquerdo	2
		m2		1
	MCT.M.769		Direitos	
		m3		0
Adulto	MCT.M.28(b)	m3	Direito	2
	MCT.M.69	M3	Esquerdo	1
	MCT.M.72	m3 ou M3	?	0+
	MCT.M.116	m3 ou M3	?	0+
	MCT.M.118	m3 ou M3	?	0+
	MCT.M.122	m3	Direito	1

	MCT.M.130	m3	Direito	1
	MCT.M.132(a)	m3 ou M3	?	0+
	MCT.M.137	m3	Esquerdo	1
	MCT.M.760	m3 ou M3	?	0+
	MCT.M.78(b)	m2	Direito	4
	MCT.M.101	M2	Esquerdo	4
	MCT.M.104	M2	Direito	3
	MCT.M.105	m2	Esquerdo	4
	MCT.M.135(b)	m2	Esquerdo	4
	MCT.M.759	m2	Esquerdo	4
	MCT.M.70	m2	Esquerdos	4
		m3		3
	MCT.M.138	m2	Direitos	4
		m3		2
	MCC 1245-V	m3	Esquerdo	1
Maturo		m3	Direito	1
	MCT.M.28(a)	m3	Esquerdo	3
	MCT.M.60(a)	m3	Direito	1
	MCT.M.60(b)	M3	Esquerdo	2
	MCT.M.60(c)	M3	Direito	3
	MCT.M.60(e)	M3	Direito	2
	MCT.M.71	m3	Direito	2
	MCT.M.119(a)	M3	Esquerdo	3
	MCT.M.120	m3	Direito	3
	MCT.M.121	m3	Esquerdo	3
	MCT.M.124	m3	Direito	3
	MCT.M.125	m3	Esquerdo	3

Tabela 3 — Descrição dos molariformes de *Notiomastodon platensis* analisados (conclusão).

Grupo etário	Espécime	Tipo de molar	Posição do molar	Estágio de desgaste dentário
--------------	----------	---------------	------------------	------------------------------

Maturado	MCT.M.126	M3	Direito	3
	MCT.M.127	M3	Esquerdo	3
	MCT.M.129	m3	Direito	3
	MCT.M.131	m3	Direito	3
	MCT.M.133	m3	Esquerdo	3
	MCT.M.134	m3	Direito	3
	MCT.M.135(a)	m3	Esquerdo	1
	MCT.M.415	M3	Esquerdo	3
	MCT.M.761	m3	Esquerdo	3
	MCT.M.767	m3	Direito	3
	MCT.M.771	m3	Direito	3
	MCT.M.772	M3	Esquerdo	3
Senil	MCT.M.128	M3	Esquerdo	3
	MCT.M.749	M3	Esquerdo	4
	MCT.M.750	M3	Direito	3
	MCT.M.770	m3	Direito	4
	MCC 1244-V	m3	Direito	4
Não identificado	MCT.M.776	M1	Direito	?
	MCT.M.46	m3	Esquerdo	?
	MCT.M.60(d)	M3	Direito	?
	MCT.M.60(f)	m3	Direito	?
	MCT.M.78(a)	m3 ou M3	?	?
	MCT.M.766	m3 ou M3	?	?
	MCT.M.774	m3	Esquerdo	?

Legenda: Segundo pré-molar decíduo inferior (dp3); Segundo pré-molar decíduo superior (DP3); Terceiro pré-molar decíduo inferior (dp4); Terceiro pré-molar decíduo superior (DP4); Primeiro molar permanente inferior (m1); Primeiro molar permanente superior (M1); Segundo molar permanente inferior (m2); Segundo molar permanente superior (M2); Terceiro molar permanente inferior (m3); Terceiro molar permanente superior (M3); Informação não obtida (?).

Fonte: A autora, 2023.

5.2 Caracterização de cálculo dental em *Notiomastodon platensis*

Os demais resultados e a sua discussão serão apresentados, a seguir, no manuscrito do artigo científico submetido ao *Journal of Quaternary Science*. Descrições e observações adicionais do cálculo dental em cada molar de *N. platensis* analisado estão expostas no Apêndice C.

Antes, uma observação precisa ser feita. Na tabela S1 do material de apoio do artigo (Supporting information: Table S1), onde lê-se:

Specimen	Type of molariform	Position of molariform	Tooth wear stage	Age group	Fossiliferous locality
MCT.M.72	M1	left	3	Subadult	Águas de Araxá deposit, Araxá/MG
	M2		2		

Leia-se:

Specimen	Type of molariform	Position of molariform	Tooth wear stage	Age group	Fossiliferous locality
MCT.M.74	M1	left	3	Subadult	Águas de Araxá deposit, Araxá/MG
	M2		2		

**Characterization of dental calculus in the Quaternary proboscidean
Notiomastodon platensis (Ameghino, 1888)**

Running title: Dental calculus in *Notiomastodon platensis*

Ana Clara Fonseca de Paiva^{1*}, Laís Alves-Silva¹, Fernando Henrique de Souza
Barbosa¹

¹Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, 20550-013, Brazil. anaclarafpaiva2@gmail.com; allveslais@gmail.com; fhsbarbosa@gmail.com

*Corresponding author: anaclarafpaiva2@gmail.com (A.C.F. Paiva)

Abstract

Dental calculus, or tartar, is a mineralized biofilm that develops on the teeth. However, there is a lack of comprehensive characterization of tartar in *Notiomastodon platensis*. The aim of this paper is to provide a detailed macromorphological characterization of tartar in *N. platensis*, including its prevalence, distribution patterns, and severity, as well as its paleopathological significance. A total of 117 molariforms were analyzed to identify the calculus, of which 35 presented tartar (29.9%). The majority displayed moderate severity. Calculus was present at least in one inteloph(id) of each molar, and prevailed on the posterior region. It predominated in lower and third molars. Adult individuals presented predominance compared to juveniles. These patterns in *N. platensis* are

probably due to the susceptible oral environment, the morphology of the molar, mature age, and the process of teeth replacement. Individuals with severe deposits may have developed oral damage due to the calculus presence, although probably not experienced extreme limitations in their health. These results suggest that *N. platensis* was relatively susceptible to development of tartar.

Keywords: Tartar; Paleopathology; Paleobiology; Megafauna; Pleistocene.

Introduction

The proboscidean *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) is one of two recorded gomphothere species in South America, being endemic to this continent (Mothé and Avilla, 2015; Alberdi and Prado, 2022). It is also one of the most commonly found Pleistocene megamammals in Quaternary deposits in Brazil, and the only proboscidean recognized in this country (Mothé and Avilla, 2015). The teeth of *N. platensis* have been used in taxonomic analysis (e.g., Mothé et al., 2012, 2019), paleoecological studies (e.g., Lessa et al., 2021; Dantas et al., 2022) and paleoenvironmental reconstructions (e.g., Dantas et al., 2020; Omena et al., 2021), as well as dating (e.g., Dantas et al., 2013, 2017) and paleogenetic analysis (e.g., Nogueira et al., 2021; Baleka et al., 2022).

Many recent studies have explored the dental calculus record on *N. platensis* teeth, focusing on addressing issues related to diet and the presence of oral microorganisms (e.g., Asevedo et al., 2012, 2020; Misumi et al., 2016; González-Guarda et al., 2018; Mothé et al., 2021). Dental calculus, also known as tartar, is a hardened mineralized deposit of microbial biofilm that forms on teeth (White, 1991). It can accumulate either above (supragingival calculus) or below (subgingival

calculus) the gum line (Anerud et al., 1991; White, 1997). Supragingival calculus typically develops on the enamel of the tooth crown, while subgingival calculus develops on the tooth root. The process of calculus mineralization begins when calcium phosphate crystals from saliva are incorporated into the plaque matrix (Anerud et al., 1991; Jin and Yip, 2002; Akcali and Lang, 2018). This mineralized structure can even be found on fossil teeth in archaeological and fossiliferous settings, providing valuable information about ancient oral health (Hazen, 1995; Jin and Yip, 2002).

However, this mineralized biofilm has not been macromorphologically characterized in *N. platensis*, or even in other fossil proboscideans. Furthermore, the prevalence of tartar in this species is entirely unknown, despite its importance in evaluating the relationship between the individual and their oral health conditions. Thus, the objective of this paper is to provide a macromorphological characterization of the dental calculus in the teeth of *Notiomastodon platensis*, including its prevalence, distribution patterns and severity, as well as discuss its paleopathological significance.

Material and methods

Material

We analyzed 117 molariforms of gomphothere *Notiomastodon platensis*, which included isolated, in alveoli, complete, and fragmented teeth. These teeth belong to individuals of different ages (Table S1). The age estimation was conducted using the classification criteria proposed by Mothé et al. (2010). They compared the intervals of tooth usage and the stages of teeth wear in *N. platensis* to those

observed for extant elephants. Based on this comparison, they established five age groups: immature, subadult, adult, mature adult, and senile adult.

The specimens are currently housed at the Paleovertebrate Collection of the Museu Câmara Cascudo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (MCC/UFRN; Natal, Rio Grande do Norte state, Brazil), and the Mammalian Fossil Collection of the Museu de Ciências da Terra, Serviço Geológico do Brasil (MCTer-CPRM; Rio de Janeiro, Rio de Janeiro state, Brazil). The materials were recovered from several Quaternary fossiliferous assemblages in Brazil, including natural tank deposits, caves, lagoons and fluvial deposits (including those known as *caldeirões*). The specimens are dated to the Late Pleistocene based on numerical dating of some of the deposits from which they were recovered (e.g., Avilla et al., 2013).

Methods

The specimens were macroscopically examined using a handheld magnifying glass at 3x magnification. Previous literature records on dental calculus in fossil mammals, especially proboscideans, were accessed to compare with our material (e.g., Gobetz and Bozarth, 2001; Misumi et al., 2016; Asevedo et al., 2020; Mothé et al., 2021; Oliveira et al., 2021). Dental calculus was identified as a massive hardened plaque deposit firmly or moderately adhered to the tooth surface, forming isolated aggregates or continuous deposits. The surface of the calculus can appear smooth or rough, and its color varies but is generally similar to that of the tooth (Fig. 1). We only analyzed supragingival calculus because most of the tooth specimens did not have preserved roots or were not adequately exposed for accurate examination (they were either implanted into the mandible alveoli or covered with plaster).

-- insert figure 1 near here --

Tartar distribution was characterized based on the major anatomical structures and regions of *N. platensis* molars. The following regions were marked on each tooth (Marcon, 2007): mesial and distal cingulum; the main cusps of the first, second, and third loph(id)s; the first and second interloph(id)s, indicating whether they were pretrite or posttrite. In the third molars, additional regions were evaluated: main cusps of the fourth and fifth loph(id)s; and the third and fourth interloph(id)s, also indicating whether they are pretrite or posttrite. In lower molars, the pretrite corresponds to the labial side and the posttrite to the lingual side, while in the upper molars these positions are inverted (Simpson and Paula-Couto, 1957; Shoshany and Tassy, 1996).

The severity of dental calculus was based on the thickness and extent of the deposits. The approximate thickness (in millimeters) of dental calculus was measured using an analog pachymeter with a narrow scale. The assessed thickness categories were adapted from Dobney and Brothwell (1987), as follows: i) grade 1 (slight), < 1 mm; ii) grade 2 (moderate), 1-1,9 mm; iii) grade 3 (severe), 2-5 mm. Only exposed profile calculus deposits were evaluated for this criterion to allow for measurement. No specific categories were developed for *N. platensis* due to the lack of parameters for large animals. The extent of calculus was measured following the categories established by Holmes et al. (2021): i) stage 1, slight calculus visible on one side of the tooth; ii) stage 2, moderate calculus visible on both sides of the tooth; and iii) stage 3, substantial calculus that extends beyond the contour of the tooth.

Based on thickness and extent, the severity of dental calculus was classified as follows: i) slight, when both thickness and extension had grade 1; ii) moderate, when at least one of the parameters had grade 2; and iii) severe, when at least one of the parameters had grade 3.

Statistical analysis

The distribution of tartar in each type of molariform (dp2/dP2, dp3/dP3, dp4/dP4, m1/M1, m2/M2 e m3/M3) was evaluated using the Fisher's Exact Test (FET). In this analysis, we assigned a value of 1 to indicate the presence of tartar deposits and 0 to indicate their absence, comparing each type of molar with the others. The same test was conducted to determine if there was a predominance between upper and lower molars. To quantify the presence of tartar in the labial and lingual portions, we calculated the percentage of relative frequency.

The FET was also used to compare age groups, considering two categories: juvenile (immature and subadult individuals) and adult (adult, mature and senile individuals). We focused on these two categories as a previous analysis revealed a significant difference in the proportion of dental calculus between juveniles and adults, but not when comparing subgroups within the same age category. All analyses were conducted using the Paleontological Statistics software (PAST) version 4 (Hammer et al., 2001), with a significance level set at 5%.

Results

Among the 117 specimens analyzed, dental calculus was found in 35 molars (29.9%), all of which are permanent molars (Fig.1; Table S2). The majority of affected molars have a thickness grade 2 (60%) and extent stage 2 (60%), as well as

moderate severity (54.3%) (Fig. 2). First molars accounted for 8.57% of the specimens with tartar, second molars for 14.29%, and third molars for 77.14%. No deciduous molar presented tartar deposits (Fig. 3). The difference in frequency between the third molars and the other examined teeth is statistically significant ($p < 0.05$).

-- insert figure 2 near here --

-- insert figure 3 near here --

All molars with tartar have deposits on at least one interloph(id), whether in the pretrite or posttrite position (Table S3). Tartar is most prevalent in the posterior region of the teeth (63.16% of deposits), primarily in the last interloph(id)s and last loph(id) of the first and second molars, as well as the third interloph(id)s towards the distal cingulum in the third molars.

In terms of distribution, 20% of the molars with tartar were upper molars, 74.29% were lower molars, and 5.71% were unclassified. A significant difference was observed, when comparing the two groups, with a higher proportion of tartar ($p = 0.0002$) in the lower molars. Tartar deposits predominate on the labial portion in 12.12% of the molars and on the lingual portion in 33.3%, while 54.55% are equally present on both portions.

Regarding ontogenetic stages, tartar is more prevalent among mature adults (57.14%) (Fig. 4). No immature individual presents tartar deposits. Comparing the proportion of tartar between the juvenile and adult categories, a significantly higher value was observed in the adult category ($p < 0.0001$). Tartar thickness also varied

between juvenile and adult individuals, in general, with adults having the thickest tartar, particularly in the third molars. Additionally, adult individuals exhibited a higher extent of tartar compared to juvenile individuals.

-- insert figure 4 near here --

Discussion

The development of calculus is influenced by multiple factors, including the oral environment, salivary composition, the oral microbiome, and dietary types (Hazen, 1995; White, 1997; Jin and Yip, 2002; Hardy et al., 2009). The oral cavity of *Notiomastodon platensis* appears to have been relatively suitable for dental calculus formation, as around 30% of our sample exhibited this condition, and the vast majority (92%) had moderate to high severity. Moreover, various chemical elements, including calcium (Ca) and phosphorus (P), crucial for the formation of the main crystals (e.g., brushite and hydroxyapatite) responsible for dental plaque mineralization (Akcali and Lang, 2018), have been identified in the preserved calculus matrix on the teeth of this species (Mothé et al., 2021).

Oral microorganisms also appear to play a significant role in calculus development (Hazen, 1995; White, 1997; Lieverse, 1999; Jin and Yip, 2002), potentially through biochemical changes or the calcifying capacity of certain bacteria (Fons-Badal et al., 2020). *Streptococcus* is commonly found in the oral cavity of elephants (Saito et al., 2014; Shinozaki-Kuwahara et al., 2016), and has been reported have calcifying in vitro (Sidaway, 1978; Moorer et al., 1993), although less frequently than *Corynebacterium matruchotii*, the well-known bacteria with calcifying capacity found in dental plaque (Sidaway, 1978; Li et al., 2022). Oral bacteria likely

also have played a role in calculus formation in *N. platensis*, as these microorganisms have been recovered from tartar of this species, including cocci and filamentous morphotypes (Mothé et al., 2021), which could possibly represent calcifying bacteria.

Diet patterns have also been identified as an important factor in calculus development (White, 1997; Akcali and Lang, 2018). Several studies have shown that captive animals are more prone to developing dental calculus compared to their wild counterparts, primarily due to consuming fewer abrasive foods (e.g., Wenker et al., 1999; Kapoor et al., 2016; Ozga and Ottoni, 2023). *Notiomastodon platensis* has been considered a generalist mixed-feeder, with the proportions of different types of vegetation in their diet varying depending on habitat and resource availability (França et al., 2015; Dantas et al., 2017, 2022; Pansani et al., 2019; Asevedo et al., 2021). Their diet typically included abrasive elements, as grasses, twigs, barks, stems, herbs, foliage, and branches (Asevedo et al., 2012, 2020), suggesting that other factors may have been more important for the development of tartar than dietary pattern, as we found a relatively high frequency of tartar for *Notiomastodon*.

The prevalence of tartar on the third molars of *Notiomastodon platensis* may be due to the fact that these teeth are permanent and found only in adult individuals. This implies that the third molars remain in the mouth for an extended period, allowing more time for the accumulation of dental plaque, which can contribute to tartar formation. In addition, the unique morphology of the third molars may have contributed to the increased accumulation of calculus. Certain teeth with a specific location and morphology tend to have more calculus, aiding in food entrapment (Holmes et al. 2021). Given their larger size, additional anatomical structures, higher cusps, and deeper interloph(id)s compared to other teeth (Simpson and Paula-

Couto, 1957; Ferretti, 2010), it is likely that this unique morphology also contributes to the increased accumulation of tartar in the third molars.

When considering the anatomical structures of molars, the prevalence of tartar in interloph(id)s can be attributed to an increased likelihood of biofilm accumulation. Interloph(id)s represent deep regions of the teeth where friction with food particles is reduced, impeding the natural removal of the biofilm. While food particles can assist in removing biofilm on the tooth's most exposed surfaces, such as cusps, they can create a barrier within the interloph(id)s, making it challenging to remove plaque. Moreover, these food remains serve as a source of nutrients for oral microorganisms, promoting their growth and proliferation (Kato et al., 2017; Sharma et al., 2018; Mothé et al., 2021) and ultimately contributing to the development of tartar.

The interloph(id)s and other structures located in the posterior region of the molars show a higher incidence of calculus compared to their anterior counterparts. This can be attributed to the fact that during the chewing process, food is pushed towards the back of the mouth, leading to a more pronounced accumulation of plant remains in the posterior region. This is primarily due to the smaller mouth size of proboscideans towards the posterior direction. This smaller size makes oral hygiene challenging in this region, as the reduced space hinders effective cleaning and maintenance of the molars (Mothé et al., 2021).

When comparing the upper and lower molars, we observed that the lower molars exhibited a higher frequency and larger size of calculus deposits. The position of calculus has been associated with salivary glands in humans and certain domestic animals because salivary minerals like calcium and phosphorus are essential for mineralization of dental plaque (Uzal et al., 2016; Akcali and Lang,

2018). The sublingual and submaxillary salivary glands in modern elephants open near the base of the tongue, which could explain the prevalence of calculus in the lower molars of *N. platensis* (Eales, 1926; Shoshani, 1982). Notably, the parotid salivary glands open into the oral cavity in a labial and caudal direction towards the last maxillary teeth (Raubenheimer et al., 1988). Considering the glandular openings, we would anticipate the upper molars in our sample to be affected by calculus in a similar manner. Therefore, the predominance of calculus in the mandibular molars found in our study is likely attributed to multiple factors including the influence of the salivary glands in the lower region of the mouth and the effect of gravity, which likely caused more saliva to accumulate in the lower region of the mouth.

Calculus predominantly forms on the lingual side of the mandibular teeth and the labial side of the maxillary teeth in humans, possibly due to the mineral concentration at the openings of salivary ducts (Greene et al., 2005; Weyrich et al., 2015). While there is no exclusive predominance of either lingual or labial side in most molars in our sample, we observed that the lower molars with predominance on one side (n=9) were lingual. This observation supports the previous discussion regarding the association between the location of salivary duct openings and dental calculus. Additionally, the tongue plays a role in plaque and food residue removal through its abrasive action. The reduced plaque due to the tongue's friction in the lingual region may contribute to a similar accumulation of calculus on both labial and lingual surfaces in the majority of our sample, which could be further amplified by a supply of saliva in the absence of friction from the tongue.

It is important to note that while the opening of salivary glands likely influences the placement of calculus on teeth, this connection is not universally

applicable. A large study involving sheep and cattle found no association between the location of calculus and the orifices of salivary duct (Holmes et al., 2021).

Modern humans (e.g., Anerud et al., 1991), archaeological specimens (e.g., Dobney and Brothwell, 1987), and domestic animals (e.g., Garanayak et al., 2019; Holmes et al., 2021) have exhibited a positive correlation between the formation rate and progression of dental plaque/calculus formation rate, and the individual's age. Similarly, the molars of *N. platensis* exhibit a positive relationship with age, with a higher prevalence and larger deposits in adult individuals compared to juveniles.

Since dental plaque is a progressive condition and mammal's teeth, except the deciduous teeth, remain in the oral cavity for most individual's life, it is expected that older individuals will accumulate more calculus (White, 1991). In the case of the Quaternary proboscideans, as previously mentioned, different teeth are present in different periods of the animal's life (Simpson and Paula-Couto, 1957; Paula-Couto, 1979). Although the same molar does not remain in use throughout the life of *N. platensis*, the duration of molar use increases with age (Moss, 1996; Mothé et al., 2010). This means that adult teeth, such as permanent second and third molars in younger adults and only third molars in mature and senile adults (Mothé et al., 2010), persist longer from the formation until complete attrition.

Interestingly, the senile group exhibited less calculus among adults, even compared to subadults. This is likely due to considerable dental wear (stage 4) in the molars of elderly individuals. Mastication abrasion would have worn away any existing calculus along with tooth wear.

Considering the factors discussed earlier, the significant presence of dental calculus in *N. platensis*, with the majority of individuals (92%) exhibiting moderate to severe deposits, can be attributed to a combination of several factors. These factors

include the susceptible oral environment characterized by salivary compounds and bacteria activity, the morphology and replacement mechanism of their molars, and age of individuals. Furthermore, individuals with severe tartar deposits may have had a higher genetic predisposition to calculus development. Although we have not carried out paleogenetic analysis, genetics has been recognized an important factor in tartar formation (Weyrich et al., 2015; Akcali and Lang, 2018; Jersie-Christensen et al., 2018), since, for instance, even human individuals with appropriate oral hygiene can develop tartar and oral infections (Sharma et al., 2018).

Paleopathological implications

Dental calculus can directly impact oral health through viable pathogenic bacteria that can reside within the pores of its matrix (Moolya et al., 2010; Li et al., 2022). Additionally, the presence of crystalline particles, such as calcium phosphate, found in calculus can cause damage to gingival epithelium (Li et al., 2022). However, the main impact of calculus is indirect. The nonmineralized biofilm that superficially covers tartar contains microorganisms that can lead to infections in the oral mucosa (Akcali and Lang, 2018). Consequently, tartar provides an ideal environment for the growth of microorganisms in dental plaque, contributing to the maintenance and exacerbation of periodontal diseases by promoting plaque retention (Aghanashini et al., 2016; Akcali and Lang, 2018; Forshaw, 2022). Over time, the presence of extensive calculus deposits can lead to other harmful conditions may advance, particularly due to the oral cavity's role as a gateway and reservoir for infectious agents that can affect different organs, potentially resulting in malnutrition and systemic diseases (Sharma et al., 2018; Forshaw, 2022).

Although we have not directly evaluated these conditions in our *N. platensis* specimens, it is possible that some individuals may have experienced oral damage, such as periodontitis, especially considering the high frequency of moderate and severe deposits (92%) compared to slight deposits (8%). However, overall, the presence of dental calculus likely did not significantly limit their systemic health. This finding highlights the need for further investigations into oral paleopathologies in extinct proboscideans.

Conclusion

In this study we provided a detailed analysis of dental calculus in the South American proboscidean *Notiomastodon platensis*. We observed that dental calculus deposits were mostly moderate to severe, and predominantly located in the lower and third molars, interloph(id)s, and the posterior region of the tooth. It was relatively common among adult individuals of this species, especially in mature individuals. The frequency, severity, and distribution of tartar in *N. platensis* can be attributed to the susceptible oral environment, the morphology of the molars, the age of individuals, and the process of teeth replacement. These findings indicate that *N. platensis* had a high susceptibility to the development of tartar.

Acknowledgments

We are grateful to team responsible for paleontological collections of Museu de Ciências da Terra (McTer) of Serviço Geológico do Brasil (CPRM) and Setor de Paleontologia of Museu Câmara Cascudo of Universidade Federal do Rio Grande do Norte (MCC-UFRN) for supporting and allowing access to the fossil material studied here.

Funding

This work was supported by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) [grant number 88887.635924/2021-00] and Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) [grant number E-26/201.881/2020].

References

- Aghanashini, S., Puvvalla, B., Mundinamane, D.B. et al. (2016) A comprehensive review on dental calculus. *Journal of Health Sciences & Research*, 7(2): 42-50. Available at: <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10042-1034>
- Akcali, A. and Lang, N.P. (2018) Dental calculus: the calcified biofilm and its role in disease development. *Periodontology 2000*, 76(1): 109-115. Available at: <https://doi.org/10.1111/prd.12151>
- Alberdi, M.T. and Prado, J.L. (2022) Diversity of the fossil gomphotheres from South America. *Historical Biology*, 34(8): 1685-1691. Available at: <https://doi.org/10.1080/08912963.2022.2067754>
- Anerud, A., Loe, H. and Boysen, H. (1991) The natural history and clinical course of calculus formation in man. *Journal of Clinical Periodontology*, 18(03): 160-170. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.1991.tb01128.x>
- Asevedo, L., D'Apolito, C., Misumi, S.Y. et al. (2020) Palynological analysis of dental calculus from Pleistocene proboscideans of southern Brazil: a new approach for paleodiet and paleoenvironmental reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 540: 109523. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109523>

- Asevedo, L., Ranzi, A., Kalliola, R. et al. (2021) Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of late Quaternary herbivorous mammal assemblages from southwestern Amazon. *Quaternary Science Reviews*, 251: 106700. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106700>
- Asevedo, L., Winck, G.R., Mothé, D. et al. (2012) Ancient diet of the Pleistocene gomphothere *Notiomastodon platensis* (Mammalia, Proboscidea, Gomphotheriidae) from lowland mid-latitudes of South America: stereomicrowear and tooth calculus analyses combined. *Quaternary International*, 255: 42-52. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.08.037>
- Avilla, L.S, Figueiredo, A.M.G., Kinoshita, A. et al. (2013) Extinction of a gomphothere population from Southeastern Brazil: taphonomic, paleoecological and chronological remarks. *Quaternary International*, 305: 85-90. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.09.015>
- Baleka, S., Varela, L., Tambusso, P.S. et al. (2021) Revisiting proboscidean phylogeny and evolution through total evidence and palaeogenetic analyses including *Notiomastodon* ancient DNA. *iScience*, 25(1): 103559. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.103559>
- Dantas, M.A.T., Cherkinsky, A., Bocherens, H. et al. (2017) Isotopic paleoecology of the Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region: Feeding ecology ($\delta^{13}\text{C}$), niche breadth and overlap. *Quaternary Science Reviews*, 170: 152-163. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.06.030>
- Dantas, M.A.T., Liparini, A., Asevedo, L. et al. (2022) Annual isotopic diet ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) from Brazilian

Intertropical Region. *Quaternary International*, 610: 38-43. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.06.015>

Dantas, M.A.T., Missagia, R.V., Dutra, R.P. et al. (2020) Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$) from mammals from UIIU/BA and paleoenvironmental reconstruction ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) for the Brazilian intertropical region through the late Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 242: 106469. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106469>

Dantas, M.A.T., Xavier, M.C.T., França, L.M. et al. (2013) A review of the time scale and potential geographic distribution of *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) in the late Pleistocene of South America. *Quaternary International*, 317: 73-79. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.06.031>

Dobney, K. and Brothwell, D. (1987) A method for evaluating the amount of dental calculus on teeth from archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, 14(4): 343-351. Available at: [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(87\)90024-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(87)90024-0)

Eales, N.B. (1926) XI.—The anatomy of the head of a foetal african elephant, *Elephas africanus* (*Loxodonta africana*). *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 54(3): 491-551. Available at:
<https://doi.org/10.1017/S0080456800016082>

Ferretti, M.P. (2010) Anatomy of *Haplomastodon chimborazi* (Mammalia, Proboscidea) from the late Pleistocene of Ecuador and its bearing on the phylogeny and systematics of South American gomphotheres. *Geodiversitas*, 32(4): 663-721. Available at: <https://doi.org/10.5252/g2010n4a3>

- Fons-Badal, C., Fons-Font, A., Labaig-Rueda, X. et al. (2020) Analysis of predisposing factors for rapid dental calculus formation. *Journal of Clinical Medicine*, 9(3): 858. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm9030858>
- Forshaw, R. (2022) Dental calculus - oral health, forensic studies and archaeology: a review. *British Dental Journal*, 233(11): 961-967. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41415-022-5266-7>
- França, L.M., Asevedo, L., Dantas, M.A.T. et al. (2015) Review of feeding ecology data of Late Pleistocene mammalian herbivores from South America and discussions on niche differentiation. *Earth-Science Reviews*, 140: 158-165. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.10.006>
- Garanayak, N., Das, M., Patra, R.C. et al. (2019) Effect of age on dental plaque deposition and its control by ultrasonic scaling, dental hygiene chew, and chlorhexidine (0.2%w/v) in dogs. *Veterinary World*, 12(11): 1872-1876. Available at: www.doi.org/10.14202/vetworld.2019.1872-1876
- Gobetz, K.E. and Bozarth, S.R. (2001) Implications for Late Pleistocene mastodon diet from opal phytoliths in tooth calculus. *Quaternary Research*, 55(2): 115-122. Available at: <https://doi.org/10.1006/qres.2000.2207>
- González-Guarda, E., Petermann-Pichincura, A., Tornero, C. et al. (2018) Multiproxy evidence for leaf-browsing and closed habitats in extinct proboscideans (Mammalia, Proboscidea) from Central Chile. *PNAS*, 115(37): 9258-9263. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1804642115>
- Greene, T.R., Kuba, C.L. and Irish, J.D. (2005) Quantifying calculus: a suggested new approach for recording an important indicator of diet and dental health. *HOMO*, 56(2): 119-132. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2005.02.002>

- Hammer, Ø., Harper, D. A. and Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1). 9pp.
- Hardy, K., Blakeney, T., Copeland, L. et al. (2009) Starch granules, dental calculus and new perspectives on ancient diet. *Journal of Archaeological Science*, 36(2): 248-255. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.09.015>
- Hazen, S.P. (1995) Supragingival dental calculus. *Periodontology 2000*, 8(1): 125-136. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1995.tb00050.x>
- Holmes, M., Thomas, R. and Hamerow, H. (2021) Periodontal disease in sheep and cattle: understanding dental health in past animal populations. *International Journal of Paleopathology*, 33: 43-54. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2021.02.002>
- Jersie-Christensen, R.R., Lanigan, L.T., Lyon, D. et al. (2018) Quantitative metaproteomics of medieval dental calculus reveals individual oral health status. *Nature Communications*, 9: 4744. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07148-3>
- Jin, Y. and Yip, H. (2002) Supragingival calculus: formation and control. *Critical Reviews in Oral & Biology Medicine*, 13(5): 426-441. Available at: <https://doi.org/10.1177/154411130201300506>
- Kapoor, V., Antonelli, T., Parkinson, J.A. et al. (2016) Oral health correlates of captivity. *Research in Veterinary Science*, 107: 213-219. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.06.009>
- Kato, I., Vasquez, A., Moyerbrailean, G. et al. (2017) Nutritional correlates of human oral microbiome. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(2): 88-98. Available at: <https://doi.org/10.1080/07315724.2016.1185386>

- Lessa, C.M.B., Gomes, V.S., Cherkinsky, A. et al. (2021) Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of two megamammals assemblages from the late Pleistocene of Brazilian Intertropical Region. *Journal of South American Earth Sciences*, 112(1): 103576. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103576>
- Li, Q., Zhou, F., Su, Z. et al. (2022) *Corynebacterium matruchotii*: a confirmed calcifying bacterium with a potentially important role in the supragingival plaque. *Frontiers in Microbiology*, 13: 940643. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.940643>
- Lieverse, A.R. (1999) Diet and the aetiology of dental calculus. *International Journal of Osteoarchaeology*, 9(4): 219-232. Available at: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(199907/08\)9:4%3C219::AID-OA475%3E3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199907/08)9:4%3C219::AID-OA475%3E3.0.CO;2-V)
- Marcon, G.T.G. (2007) Contribuição ao estudo dos Proboscidea (Mammalia, Gomphotheriidae) do Quaternário do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Master thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Available at: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/11266>
- Misumi, S.Y., Asevedo, L., Avilla, L.S. et al. (2016) Técnica de extração de palinóforos em cálculos dentários de gonfotérios sul-americanos. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 39(1): 127-132. Available at: https://doi.org/10.11137/2016_1_127_132
- Moolya, N.N., Thakur, S., Ravindra, S. et al. (2010) Viability of bacteria in dental calculus - a microbiological study. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 14(4): 222-226. Available at: <https://doi.org/10.4103/0972-124x.76921>
- Moorer, W.R., Ten Cate, J.M. and Bujis, J.F. (1993) Calcification of a Cariogenic *Streptococcus* and of *Corynebacterium (Bacterionema) matruchotii*. *Journal of*

- Dental Research, 72(6): 1021-1026. Available at:
<https://doi.org/10.1177/00220345930720060501>
- Moss, C. (1996) Chapter 7 - Getting to know a population, 58-74 pp. In: Kangwana, K. (editor). Studying Elephants. Nairobi: African Wildlife Foundation. 188 pp.
- Mothé, D. and Avilla, L.S. (2015) Mythbusting evolutionary issues on South American Gomphotheriidae (Mammalia: Proboscidea). Quaternary Science Reviews, 110: 23-35. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.12.013>
- Mothé, D., Avilla, L.S., Cozzuol, M. et al. (2012) Taxonomic revision of the Quaternary gomphotheres (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae) from the South American lowlands. Quaternary International, 276-277: 2-7. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.05.018>
- Mothé, D., Avilla, L.S. and Winck, G.R. (2010) Population structure of the gomphothere *Stegomastodon waringi* (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae) from the Pleistocene of Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 82(4). Available at: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652010005000001>
- Mothé, D., de Oliveira, K., Rotti, A. et al. (2021) The micro from mega: dental calculus description and the first record of fossilized oral bacteria from an extinct proboscidean. International Journal of Paleopathology, 33: 55-60. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2021.02.004>
- Mothé, D., Ferretti, M.P. and Avilla, L.S. (2019) Running over the same old ground: *Stegomastodon* never roamed South America. Journal of Mammalian Evolution, 26: 165-177. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10914-017-9392-y>

- Nogueira, F.C.S., Neves, L.X., Pessoa-Lima, C. et al. (2021) Ancient enamel peptides recovered from the South American Pleistocene species *Notiomastodon platensis* and *Myocastor cf. coypus*. *Journal of Proteomics*, 240: 104-187. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2021.104187>
- Oliveira, K., Asevedo, L., Calegari, M.R. et al. (2021) From oral pathology to feeding ecology: the first dental calculus paleodiet study of a South American native megamammal. *Journal of South American Earth Sciences*, 109: 103281. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103281>
- Omena, E.C., Silva, J.L.L., Sial, A.N. et al. (2021) Late Pleistocene meso-megaherbivores from Brazilian Intertropical Region: isotopic diet ($\delta^{13}\text{C}$), niche differentiation, guilds and paleoenvironmental reconstruction ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$). *Historical Biology*, 33(10): 2299-2304. Available at: <https://doi.org/10.1080/08912963.2020.1789977>
- Ozga, A.T. and Ottoni, C. (2023) Dental calculus as a proxy for animal microbiomes. *Quaternary International*, 653-654:47-52. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.06.012>
- Pansani, T.R., Muniz, F.P., Cherkinsky, A. et al. (2019) 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*, 221: 105864. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.105864>
- Paula-Couto, C. (1979) *Tratado de Paleomastozoologia*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 590 pp.
- Raubenheimer, E.J., Dauth, J., Dreyer, M.J. et al. (1988) Parotid salivary gland of the African elephant (*Loxodonta africana*): structure and composition of saliva.

Journal of the South African Veterinary Association, 59(4): 184-187. PMID: 3210214.

Saito, M., Shinozaki-Kuwahara, N., Hirasawa, M. et al. (2014) *Streptococcus loxodontisalivarius* sp. nov. and *Streptococcus saliviloxodontae* sp. nov., isolated from oral cavities of elephants. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64(9): 3288-3292. Available at:

<https://doi.org/10.1099/ijs.0.063263-0>

Sharma, N., Bhatia, S., Sodhi, A.S. et al. (2018) Oral microbiome and health. AIMS Microbiology, 4(1): 42-66. Available at:

<https://doi.org/10.3934/microbiol.2018.1.42>

Shinozaki-Kuwahara, N., Saito, M., Hirasawa, M. et al. (2016) *Streptococcus dentiloxodontae* sp. nov., isolated from the oral cavity of elephants. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 66(10):

3878-3883. Available at: <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001280>

Shoshani, J. (1982) On the dissection of a female asian elephant (*Elephas maximus maxiums* Linnaeus, 1758) and data from other elephants. Elephant, 2(1): 3-

93. Available at: <https://doi.org/10.22237/elephant/1521731887>

Shoshani, J. and Tassy, P. (editors) (1996) The Proboscidea: evolution and paleoecology of elephants and their relatives. Oxford, New York, Tokyo: Oxford University Press.

Sidaway, D.A. (1978) A microbiological study of dental calculus. II. The in vitro calcification of microorganisms from dental calculus. Journal of Periodontal Research, 13(4): 360-366. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1978.tb00190.x>

- Simpson, G.G. and Paula-Couto, C. (1957) The mastodonts of Brazil. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 112, article 2. Available at: <http://hdl.handle.net/2246/434>
- Uzal, F.A., Plattner, B.L. and Hostetter, J.M. (2016) Chapter 1 - Alimentary System. In: Jubb, Kennedy & Palmer's *Pathology of Domestic Animals: Volume 2* (Sixth Edition). Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5318-4.00007-3>
- Wenker, C.J., Stich, H., Muller, M. et al. (1999) A retrospective study of dental conditions of captive brown bears (*Ursus arctos* spp.) compared with free-ranging alaskan grizzlies (*Ursus arctos horribilis*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 30(2): 208-221. Available at: <https://www.jstor.org/stable/20095847>
- Weyrich, L.S., Dobney, K. and Cooper, A. (2015) Ancient DNA analysis of dental calculus. *Journal of Human Evolution*, 79: 119-124. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2014.06.018>
- White, D.J. (1991) Processes contributing to the formation of dental calculus. *Biofouling*, 4(1-3): 209-218. Available at: <https://doi.org/10.1080/08927019109378211>
- White, D.J. (1997) Dental calculus: recent insights into occurrence, formation, prevention, removal and oral health effects of supragingival and subgingival deposits. *European Journal of Oral Sciences*, 105(5): 508-522. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1997.tb00238.x>

Figures:

Figure 1. Molars of *Notiomastodon platensis* showing dental calculus. (A) lower permanent second molar (MCT.M.78b) in occlusal view without dental calculus. (B)

lower permanent first molar (MCC 972-V) in occlusal with isolated aggregates of dental calculus. (C) distal fragment of permanent third molar (MCT.M.46) in lateral view with severe coverage of dental calculus. (D) distal fragment of permanent third molar (MCT.M.46) in lateral views and detail of the dental calculus. (E) lower permanent third molar (MCT.M.28a) in occlusal view. (F) lower permanent third molar (MCT.M.28a) in lateral view. The black dotted outline calculus deposits. The red dotted outline exposed enamel into calculus deposits. Scale: 4 cm.

Figure 2. Frequency of the thickness grades (A), the extent stages (B), and the severity levels (C) of dental calculus in *Notiomastodon platensis*.

Figure 3. Distribution of dental calculus by type of molariform of *Notiomastodon platensis*.

Figure 4. Distribution of dental calculus by age groups in *Notiomastodon platensis*.

Supporting information:

Table S1. Material analyzed.

Table S2. Molars of *Notiomastodon platensis* with dental calculus, including thickness, extent, and severity.

Table S3. Distribution of dental calculus on molars of *Notiomastodon platensis*.
Abbreviations: (MC) mesial cingulum; (C 1^o loph) main cusps of the first loph(id); (ILPH I) first interloph(id); (C 2^o loph) main cusps of the second loph(id); (ILPH II)

second interloph(id); (C 3^o loph) main cusps of the third loph(id); (ILPH III) third interloph(id); (C 4^o loph) main cusps of the fourth loph(id); ILPH IV) fourth loph(id); (C 5^o loph) main cusps of the fifth loph(id); (ILPH V) fifth interloph(id); (DC) distal cingulum; (pret) pretrite; (post) posttrite; (0) absence; (1) presence; (-) missing tooth structure or dental calculus cannot be seen during analyzes; (?) information not obtained or uncertain.

Figures:

Figure 1

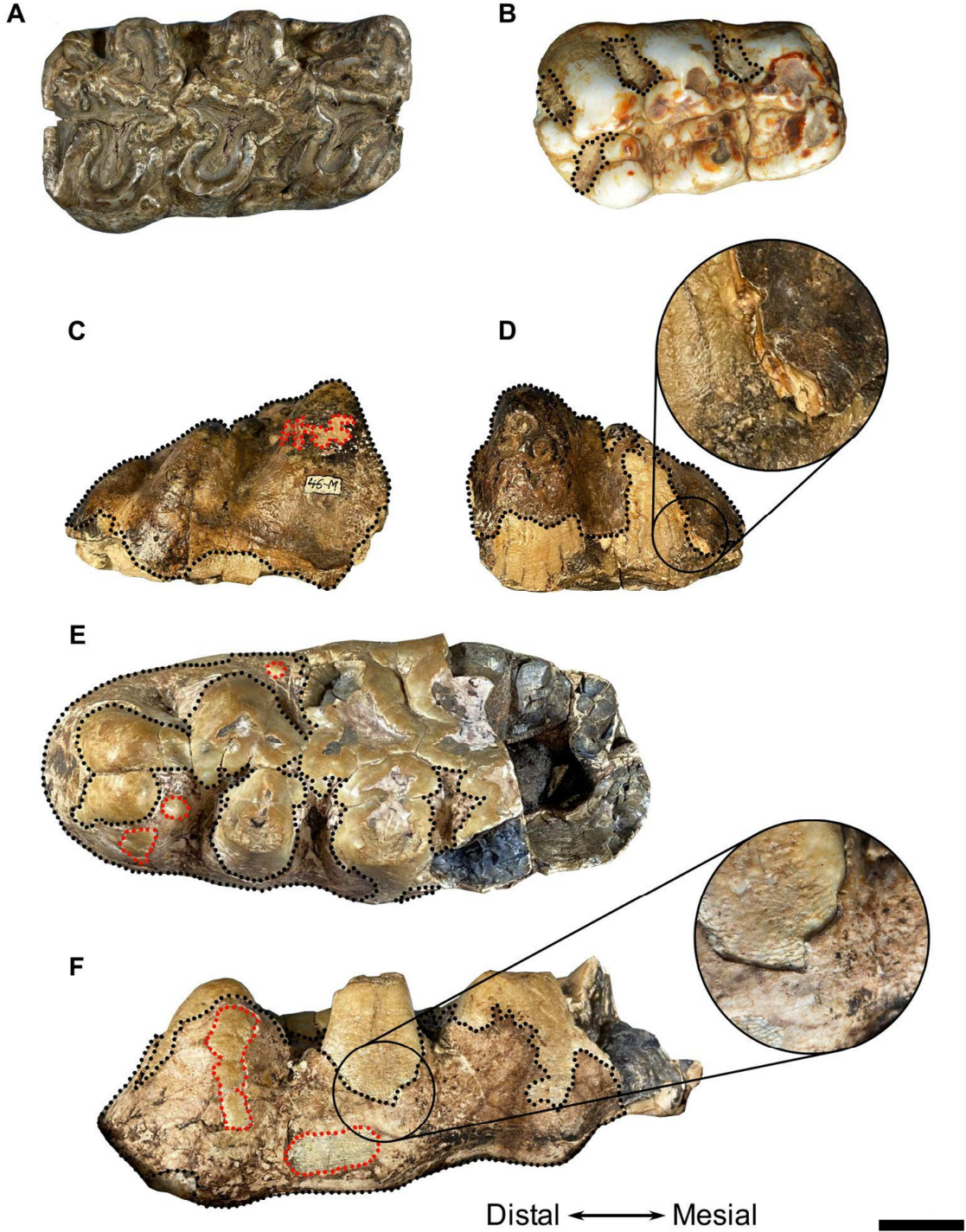
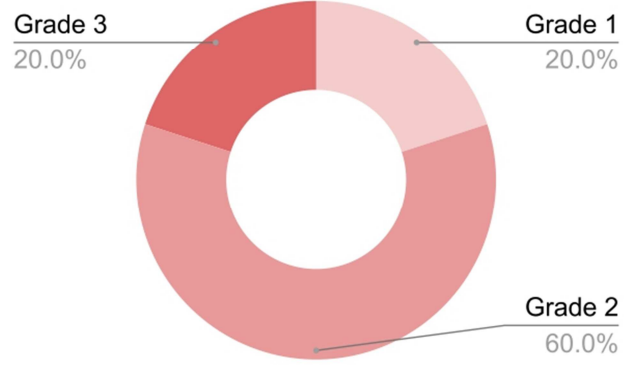
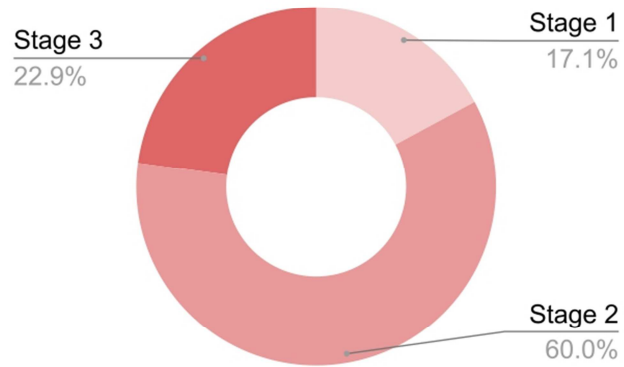


Figure 2

A



B



C

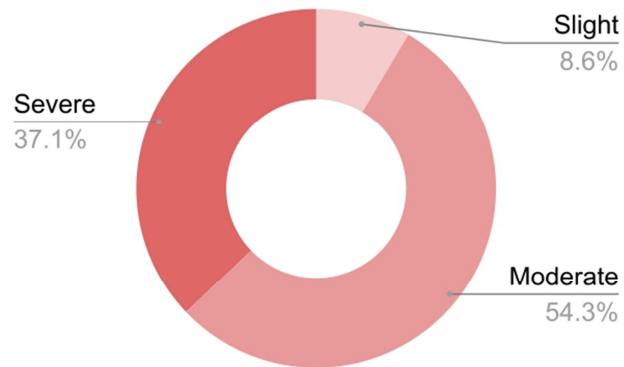


Figure 3

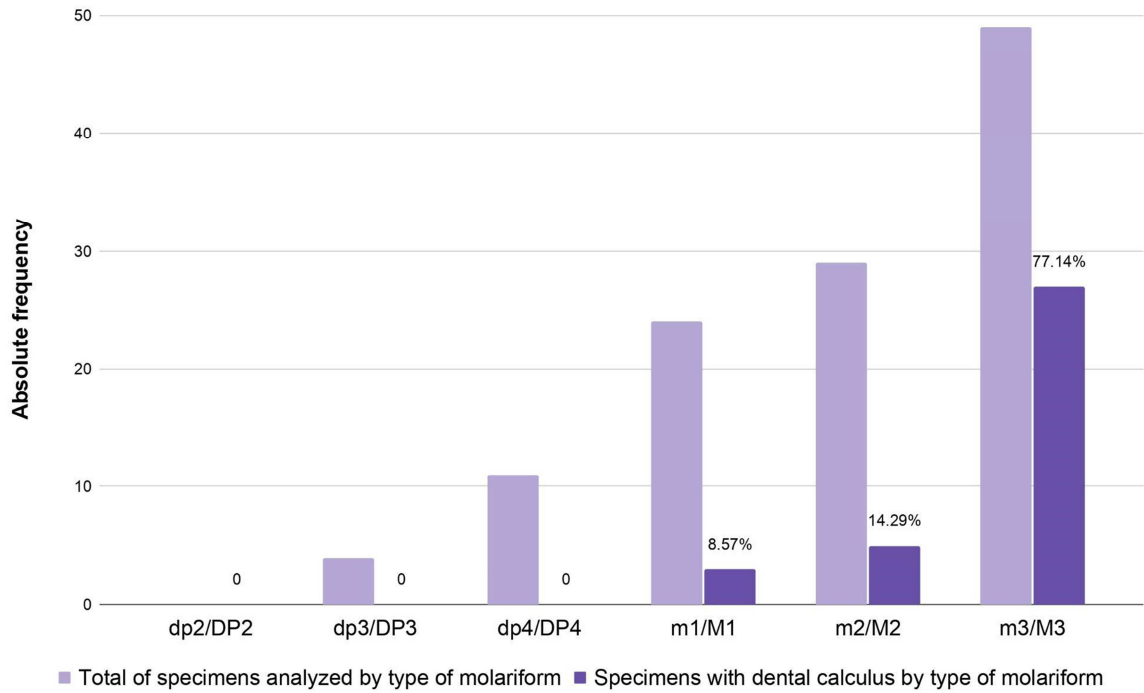
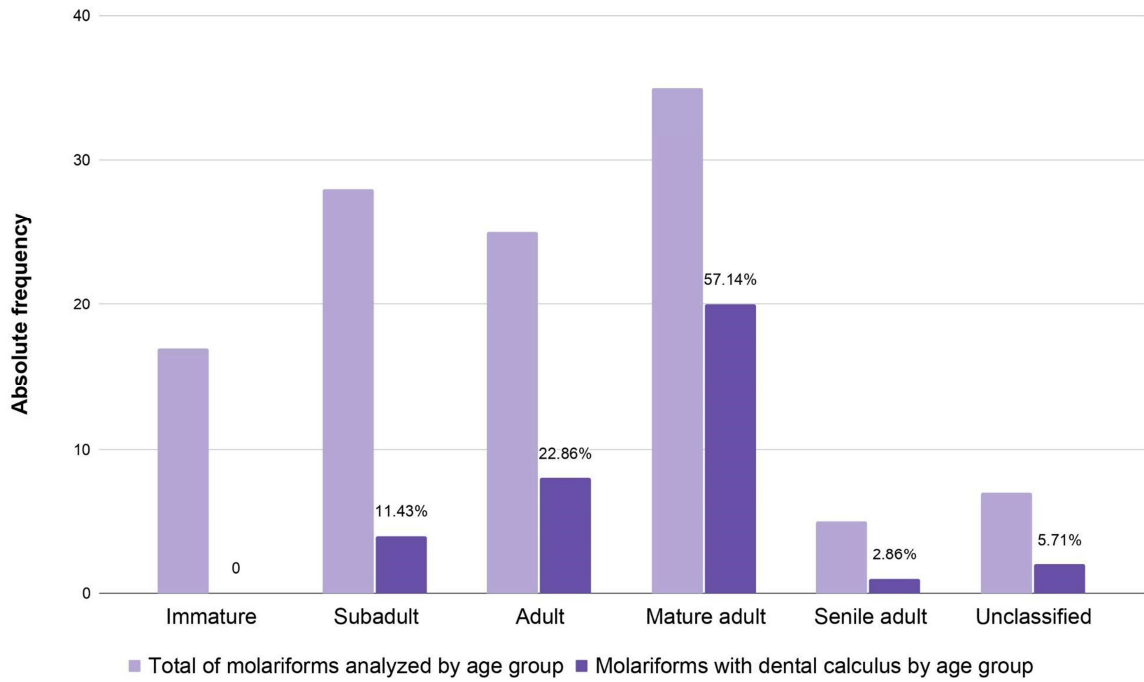


Figure 4



Supporting information:

Table S1

Specimen	Type of molariform	Position of molariform	Tooth wear stage	Age group	Fossiliferous locality
Museu Câmara Cascudo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte					
MCC 1731-V	dp4	Left	2	Immature	"Lagoa de Lajes" deposit, Alexandria/RN
MCC 972-V	m1	Left	2		
MCC 1136-V	m1	Right	2	Subadult	Lajedo da Escada, Baraúna/RN
MCC 1142-V	m2	Right	0+		
MCC 1245-V	m3	Left	1	Mature adult	"Lagoa do Ipiranga" deposit, Florânia/RN
MCC 1244-V	m3	Right	1		
MCC 1244-V	m3	Right	4	Senile adult	Acauã tank deposit, Ruy Barbosa/RN
Museu de Ciências da Terra, Serviço Geológico do Brasil					
Without number	dp3 or DP3	?	4		
MCT.M.67	dp3	Right	4		
MCT.M.754	dp3	Left	4		
MCT.M.66	DP3	Right	4		
Without number	dp4	Left	3		
MCT.M.117	dp4	Right	3		
MCT.M.65	DP4	Left	3		
MCT.M.83	DP4	Right	3	Immature	Águas de Araxá deposit, Araxá/MG
MCT.M.84	DP4	Left	3		
MCT.M.85	DP4	Right	3		
MCT.M.86	DP4	Right	3		
MCT.M.87	DP4	Right	2		
MCT.M.753	DP4	Right	4		

MCT.M.89	m1	Left	0+
MCT.M.93	m1 or M1	?	1
MCT.M.26	M2	Right	0
MCT.M.73	DP4	Right	3
	M1		2
MCT.M.88	m1	Right	4
MCT.M.91	M1	Left	2
MCT.M.94	M1	Left	3
MCT.M.96	M1	Left	1
MCT.M.98	M1	Right	1
MCT.M.100	M1	Left	2
MCT.M.755	M1	Left	3
MCT.M.762	m1	Right	2
MCT.M.763	M1	Right	4
MCT.M.775	M1	Right	3
	M1		3
MCT.M.72	M2	Left	2
	M1		3
MCT.M.136	M2	Right	2
	m1		2
MCT.M.139	m2	Right	0+
	m1		2
MCT.M.141	m2	Left	0
	m2		1
MCT.M.75	m2	Right	1
MCT.M.97	m2	Left	2
MCT.M.106	M2	Right	0+
MCT.M.119(b)	m2	Left	2

"Lagoa São Pedro" deposit, Mombaça/CE

Subadult

Águas de Araxá deposit, Araxá/MG

MCT.M.752	M2	Right	0+		
MCT.M.64	M1	Right	4		
MCT.M.757	M1	Right	4		
MCT.M.758	M1	Left	4		
MCT.M.719	M1	Right	3		
	M2		2		São José de Itaboraí basin, Itaboraí/RJ
MCT.M.76	M2	Left	3		
MCT.M.102	m2 or M2	?	3		
MCT.M.103	M2	Left	2		
MCT.M.108	M2	Left	3		
MCT.M.110	M2	Right	2		
MCT.M.111	M2	Left	2		Águas de Araxá deposit, Araxá/MG
MCT.M.112	m2	Left	3		
MCT.M.132(b)	m2	Left	2	Adult	
	m2		1		
MCT.M.769	m3	Right	0		
MCT.M.28(b)	m3	Right	2		Lage Grande tank deposit, Alagoinha/PE
MCT.M.69	M3	Left	1		
MCT.M.72	m3 or M3	?	0+		
MCT.M.116	m3 or M3	?	0+		
MCT.M.118	m3 or M3	?	0+		
MCT.M.122	m3	Right	1		
MCT.M.130	m3	Right	1		
MCT.M.132(a)	m3 or M3	?	0+		
MCT.M.137	m3	Left	1		
MCT.M.760	m3 or M3	?	0+		
MCT.M.78(b)	m2	Right	4		Águas de Araxá deposit, Araxá/MG

MCT.M.101	M2	Left	4	
MCT.M.104	M2	Right	3	
MCT.M.105	m2	Left	4	
MCT.M.135(b)	m2	Left	4	
MCT.M.759	m2	Left	4	
MCT.M.70	m2	Left	4	
	m3		3	
MCT.M.138	m2	Right	4	
	m3		2	
MCT.M.28(a)	m3	Left	3	
MCT.M.60(a)	m3	Right	1	
MCT.M.60(b)	M3	Left	2	
MCT.M.60(c)	M3	Right	3	
MCT.M.60(e)	M3	Right	2	
MCT.M.71	m3	Right	2	
MCT.M.119(a)	M3	Left	3	Mature adult
MCT.M.120	m3	Right	3	
MCT.M.121	m3	Left	3	
MCT.M.124	m3	Right	3	
MCT.M.125	m3	Left	3	
MCT.M.126	M3	Right	3	
MCT.M.127	M3	Left	3	
MCT.M.129	m3	Right	3	
MCT.M.131	m3	Right	3	
MCT.M.133	m3	Left	3	
MCT.M.134	m3	Right	3	
MCT.M.135(a)	m3	Left	1	

 Lage Grande tank deposit, Alagoinha/PE

Águas de Araxá deposit, Araxá/MG

MCT.M.415	M3	Left	3		
MCT.M.761	m3	Left	3		
MCT.M.767	m3	Right	3		
MCT.M.771	m3	Right	3		
MCT.M.772	M3	Left	3		
MCT.M.128	M3	Left	3		
MCT.M.749	M3	Left	4		
MCT.M.750	M3	Right	3	Senile adult	
MCT.M.770	m3	Right	4		
MCT.M.776	M1	Right	?		
MCT.M.46	m3	Left	?		
MCT.M.60(d)	M3	Right	?		
MCT.M.60(f)	m3	Right	?	Unclassified	
MCT.M.78(a)	m3 or M3	?	?		Águas de Araxá deposit, Araxá/MG
MCT.M.766	m3 or M3	?	?		
MCT.M.774	m3	Left	?		

Table S2

Specimen	Type of molar	Age group	Thickness grade of dental calculus	Extent grade of dental calculus	Severity
MCT.M.98	M1	Subadult	2	2	Moderate
MCC 972-V	m1		2	2	Moderate
MCC 1136-V	m1		2	2	Moderate
MCC 1142-V	m2		2	2	Moderate
MCT.M.110	M2		2	2	Moderate
MCT.M.112	m2	Adult	1	1	Slight
MCT.M.719	M2		2	2	Moderate
MCT.M.28(b)	m3		3	2	Severe
MCT.M.69	M3		1	2	Moderate
MCT.M.122	m3		2	3	Severe
MCT.M.130	m3		2	2	Moderate
MCT.M.137	m3		2	3	Severe
MCT.M.78(b)	m2		1	2	Moderate
MCT.M.28(a)	m3		2	3	Severe
MCT.M.60(a)	m3		3	3	Severe
MCT.M.60(b)	M3	2	3	Severe	
MCT.M.60(e)	M3	1	2	Moderate	
MCT.M.70	m3	2	1	Moderate	
MCT.M.71	m3	3	2	Severe	
MCT.M.121	m3	1	1	Slight	

MCT.M.124	m3		2	2	Moderate
MCT.M.125	m3	Mature adult	2	2	Moderate
MCT.M.129	m3		2	2	Moderate
MCT.M.131	m3		1	1	Slight
MCT.M.133	m3		2	1	Moderate
MCT.M.134	m3		2	1	Moderate
MCT.M.135(a)	m3		1	3	Severe
MCT.M.138	m3		2	3	Severe
MCT.M.415	M3		2	2	Moderate
MCT.M.771	m3		2	2	Moderate
MCC 1245-V	m3 left		3	2	Severe
	m3 right		2	2	Moderate
MCC 1244-V	m3	<u>Senile adult</u>	3	2	Severe
MCT.M.46	m3 or M3	Unclassified	3	3	Severe
MCT.M.78(a)	m3 or M3		3	2	Severe

Table S3

Molar	AC	C 1° loph pret	C 1° loph post	ILPH I prEt	ILPH I post	C 2° loph pret	C 2° lof póst	ILPH II pret	ILPH II post	C 3° loph pret	C 3° loph post	ILPH III pret	ILPH III post	C 4° loph pret	C 4° loph post	ILPH IV pret	ILPH IV post	C 5° loph pret	C 5° loph post	PC
MCT.M.98	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MCC 972-V	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MCC 1136-V	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MCC 1142-V	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
MCT.M.110	-	0	0	1	0	0	0	1	1	?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	?
MCT.M.112	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MCT.M.719	-	-	0	0	0	-	0	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
MCT.M.28(b)	-	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	0
MCT.M.69	-	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
MCT.M.122	-	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
MCT.M.130	-	-	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.137	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.78(b)	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
MCT.M.28(a)	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.60(a)	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.60(b)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
MCT.M.60(e)	0	0	0	-	-	0	0	-	1	0	0	-	-	0	0	-	-	0	0	0
MCT.M.70	-	0	0	0	?	0	0	?	1	0	0	1	1	0	1	1	1	-	-	1
MCT.M.71	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.121	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	?	?	?
MCT.M.124	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
MCT.M.125	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
MCT.M.129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	1	1	1	1	0
MCT.M.131	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	-	-	-
MCT.M.133	-	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
MCT.M.134	-	-	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
MCT.M.135(a)	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.138	-	0	?	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
MCT.M.415	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MCT.M.771	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
MCC 1245-V left	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-
MCC 1245-V right	-	-	-	-	1	0	0	-	1	0	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-

MCC 1244-V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1
MCT.M.78(a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação forneceu uma caracterização detalhada do cálculo dental no proboscídeo sulamericano *Notiomastodon platensis*. Foi observado que os depósitos de cálculo eram, na maioria dos molares, moderados a severos, e predominavam nos molares inferiores e nos terceiros molares permanentes, bem como nos interlof(id)os e na região posterior dos dentes. O tártaro era relativamente comum entre os adultos desta espécie, principalmente nos indivíduos maduros. A frequência, a severidade e a distribuição do cálculo dental em *N. platensis* podem ser atribuídas ao ambiente oral suscetível, à morfologia dos molares, à idade dos indivíduos e ao processo de substituição dos dentes. Esses achados indicam que *N. platensis* tinha uma suscetibilidade relativamente alta ao desenvolvimento do cálculo dental.

REFERÊNCIAS

- AKCALI, A.; LANG, N.P. Dental calculus: the calcified biofilm and its role in disease development. *Periodontology 2000*, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 109-115, 2018.
- ALBERDI, M.T.; PRADO, J.L. Diversity of the fossil gomphotheres from South America. *Historical Biology*, [S.L.], v. 34, n. 8, p. 1685-1691, 2022.
- ALMEIDA, F.F.M. *et al.* Brazilian Structural Provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, [S.L.], v. 17, p. 1-29, 1981.
- ALVES, W.F. *et al.* Registro de Gomphotheriidae (Mammalia: Proboscidea) na Fazenda Caiçara, Florânia, Rio Grande do Norte, Brasil. Natal: Museu Câmara Cascudo (MCC/UFRN), 2016. Poster em exposição do Museu Câmara Cascudo.
- ANERUD, A.; LOE, H.; BOYSEN, H. The natural history and clinical course of calculus formation in man. *Journal of Clinical Periodontology*, [S.L.], v. 18, p. 160-170, 1991.
- ANGELIM, L.A.A. *et al.* (org.). *Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte*. Recife: CPRM, 2007. 233 f.
- ARAÚJO, T. *et al.* Species distribution modeling reveals the ecological niche of extinct megafauna from South America. *Quaternary Research*, [S.L.], v. 104, p. 151-158, mai. 2021.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I. *et al.* Nova ocorrência de mamíferos do Quaternário nos tanques de Taperoá (Paraíba) e Alagoinha (Pernambuco), Nordeste do Brasil: implicações paleoambientais. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 40, n. 1, p. 37-46, 2017.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I. *et al.* Taphonomic aspects of the Pleistocene vertebrate assemblage of Itaboraí, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.L.], v. 46, p. 26-34, 2013.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K.O.; BERGQVIST, L.P. Origin of bonebeds in Quaternary tank deposits. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.L.], v. 76, p. 257-263, mar. 2017.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K.O.; BERGQVIST, L.P. Taphonomic analysis of a late Pleistocene vertebrate accumulation from Lage Grande Paleontological Site, Pernambuco State, northeastern Brazil: new remarks on preservational aspects of tank deposits. *Quaternary International*, [S.L.], v. 317, p. 88-101, ago. 2013.
- ARMITAGE, P.L. The Extraction and Identification of Opal Phytoliths from the Teeth of Ungulates. *Journal of Archaeological Science*, [S.L.], v. 2, p. 187-197, 1975.
- ASEVEDO, L. *et al.* Ancient diet of the Pleistocene gomphothere *Notiomastodon platensis* (Mammalia, Proboscidea, Gomphotheriidae) from lowland mid-latitudes of South America: stereomicrowear and tooth calculus analyses combined. *Quaternary International*, [S.L.], v. 255, p. 42-52, mar. 2012.

ASEVEDO, L. *et al.* Diversity of Pleistocene megamammals from southern Amazon, Mato Grosso state, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.L.], v. 112, n. 1, p. 103552, dez. 2021.

ASEVEDO, L. *Paleoecologia alimentar dos gonfotérios (Proboscidea: Mammalia) pleistocênicos da América do Sul*. 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Neotropical) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ASEVEDO, L. *et al.* Palynological analysis of dental calculus from Pleistocene proboscideans of southern Brazil: a new approach for paleodiet and paleoenvironmental reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, [S.L.], v. 540, p. 109523, fev. 2020.

BALEKA, S. *et al.* Revisiting proboscidean phylogeny and evolution through total evidence and palaeogenetic analyses including *Notiomastodon* ancient DNA. *iScience*, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 103559, jan. 2022.

BARBOSA, F.H.S. *Análise paleopatológica em megafauna pleistocênica do Lajedo da Escada, Baraúna, Rio Grande do Norte*. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

BERGQVIST, L.P. *et al.* Bacia São José de Itaboraí, RJ: berço dos mamíferos do Brasil. In: WINGE, M. *et al.* (ed). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 2. ed. Brasília: CPRM, 2008. p. 1-16.

BOYADJIAN, C.H.C. *Microfósseis contidos no cálculo dentário como evidência do uso de recursos vegetais nos sambaquis de Jabuticabeira II (SC) e Moraes (SP)*. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de Genética e Biologia Evolutiva) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BREALEY, J.C. *et al.* Dental Calculus as a Tool to Study the Evolution of the Mammalian Oral Microbiome. *Molecular Biology And Evolution*, [S.L.], v. 37, n. 10, p. 3003-3022, 28 mai. 2020.

BRITO, I.M. Geologia e Paleontologia da bacia calcária de São José de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 12, p. 56-64, 1989.

BROTHWELL, D.R. *Digging Up Bones: the excavation, treatment and study of human skeletal remains*. 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1981. 208 p.

BUIKSTRA, J.E.; UBELAKER, D.H. (ed.). *Standards for data collection from human skeletal remains*. 44. ed. Fayetteville: Arkansas Archeological Survey Research Series, 1994. 224 f.

CAMMIDGE, T.S. *et al.* Diet reconstructions for end-Pleistocene *Mammuthus americanus* and *Mammuthus* based on comparative analysis of mesowear, microwear, and dental calculus in modern *Loxodonta africana*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, [S.L.], v. 538, p. 109403, jan. 2020.

CARVALHO, J.N.C. *et al.* Informação sobre a jazida fossilífera pleistocênica do Lajedo da Escada, município de Mossoró, Rio Grande do Norte. *Arquivos do Instituto de Antropologia*, Natal, v. 2, p. 391-404, 1966.

CAXITO, F.A. *et al.* Toward an integrated model of geological evolution for NE Brazil-NW Africa: the Borborema Province and its connections to the Trans-Saharan (Benino-Nigerian and Tuareg shields) and Central African orogens. *Brazilian Journal of Geology*, [S.L.], v. 50, n. 2, e20190122, 2020.

CORDANI, U.G. *et al.* Crustal evolution of the South American Platform. In: CORDANI, U.G. *et al.* (ed). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000.

CORDOVA, C.; AVERY, G. African savanna elephants and their vegetation associations in the Cape Region, South Africa: opal phytoliths from dental calculus on prehistoric, historic and reserve elephants. *Quaternary International*, [S.L.], v. 443, p. 189-211, jul. 2017.

CPRM. *Mapa geológico do Estado do Ceará*. Fortaleza: 2020. Escala: 1:500.000.

CPRM. *Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: 2006. Escala: 1:750.000.

CUNHA, F.L.S. Mamíferos fósseis do Pleistoceno do Rio Grande do Sul: I - Ungulados. *Boletim nº 202 do Departamento Nacional de Produção Mineral*, Rio de Janeiro, 1959. 62 f.

DANTAS, M.A.T. *et al.* Annual isotopic diet ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) from Brazilian Intertropical Region. *Quaternary International*, [S.L.], v. 610, p. 38-43, fev. 2022.

DANTAS, M.A.T. *et al.* A review of the time scale and potential geographic distribution of *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) in the late Pleistocene of South America. *Quaternary International*, [S.L.], v. 317, p. 73-79, dez. 2013a.

DANTAS, M.A.T. *et al.* Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$) from mammals from IUIU/BA and paleoenvironmental reconstruction ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) for the Brazilian intertropical region through the late Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, [S.L.], v. 242, p. 106469, ago. 2020.

DANTAS, M.A.T. *et al.* Isotopic paleoecology of the Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region: Feeding ecology ($\delta^{13}\text{C}$), niche breadth and overlap. *Quaternary Science Reviews*, [S.L.], v. 170, p. 152-163, ago. 2017.

DANTAS, M.A.T. *et al.* Paleoecology and radiocarbon dating of the Pleistocene megafauna of the Brazilian Intertropical Region. *Quaternary Research*, [S.L.], v. 79, n. 1, p. 61-65, jan. 2013b.

DOBNEY, K.; BROTHWELL, D. A Method for Evaluating the Amount of Dental Calculus on Teeth from Archaeological Sites. *Journal of Archaeological Science*, [S.L.], v. 14, p. 343-351, 1987.

- DOMINATO, V.H. *et al.* Evidence of scavenging on remains of the gomphothere *Haplomastodon waringi* (Proboscidea: Mammalia) from the Pleistocene of Brazil: taphonomic and paleoecological remarks. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.L.], v. 31, n. 2-3, p. 171-177, 2011.
- FERRETTI, M.P. Anatomy of *Haplomastodon chimborazi* (Mammalia, Proboscidea) from the late Pleistocene of Ecuador and its bearing on the phylogeny and systematics of South American gomphotheres. *Geodiversitas*, v. 32, n. 4, p. 663-721, 2010.
- GHEERBRANT, E. Paleocene emergence of elephant relatives and the rapid radiation of African ungulates. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, [S.L.], v. 106, n. 26, p. 10717-10721, jun. 2009.
- GOBETZ, K.E.; BOZARTH, S.R. Implications for Late Pleistocene Mastodon Diet from Opal Phytoliths in Tooth Calculus. *Quaternary Research*, [S.L.], v. 55, n. 2, p. 115-122, mar. 2001.
- GONZÁLEZ-GUARDA, E. *et al.* Multiproxy evidence for leaf-browsing and closed habitats in extinct proboscideans (Mammalia, Proboscidea) from Central Chile. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, [S.L.], v. 115, n. 37, p. 9258-9263, ago. 2018.
- GREENE, T.R.; KUBA, C.L.; IRISH, J.D. *et al.* Quantifying calculus: a suggested new approach for recording an important indicator of diet and dental health. *Homo: Journal of Comparative Human Biology*, [S.L.], v. 56, n. 2, p. 119-132, ago. 2005.
- HANIHARA, T. *et al.* Dental Calculus and other Dental Disease in a Human Skeleton of the Okhotsk Culture Unearthed at Hamanaka-2 Site, Rebun-Island, Hokkaido, Japan. *International Journal of Osteoarchaeology*, [S.L.], v. 4, p. 343-351, 1994.
- HARDY, K.; BUCKLEY, S.; COPELAND, L. Pleistocene dental calculus: recovering information on paleolithic food items, medicines, paleoenvironment and microbes. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, [S.L.], v. 27, n. 5, p. 234-246, set. 2018.
- HAZEN, S.P. Supragingival dental calculus. *Periodontology 2000*, [S.L.], v. 8, p. 125-136, 1995.
- HOLMES, M.; THOMAS, R.; HAMEROW, H. Periodontal disease in sheep and cattle: understanding dental health in past animal populations. *International Journal of Paleopathology*, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 43-54, jun. 2021.
- JIN, Y.; YIP, H.K. Supragingival Calculus: formation and control. *Critical Reviews In Oral Biology & Medicine*, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 426-441, set. 2002.
- KELLNER, A.W.A.; PINHEIRO, A.E.P.; CAMPOS, D.A. A new Sebecid from the Paleogene of Brazil and the Crocodyliform Radiation after the K-Pg Boundary. *PLoS ONE*, [S.L.], v. 9, n. 1, e81386, jan. 2014.

LESSA, C.M.B. *et al.* Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of two megamammals assemblages from the late pleistocene of Brazilian intertropical region. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.L.], v. 112, p. 1-5, dez. 2021.

LIEVERSE, A.R. Diet and the Aetiology of Dental Calculus. *International Journal of Osteoarchaeology*, [S.L.], v. 9, p. 219-232, 1999.

LOPES, R.P. *et al.* ESR dating of pleistocene mammal teeth and its implications for the biostratigraphy and geological evolution of the coastal plain, Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Quaternary International*, [S.L.], v. 212, n. 2, p. 213-222, 2010.

LUCAS, S.G. The palaeobiogeography of South American gomphotheres. *Journal of Palaeogeography*, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 19-40, jan. 2013.

MACIEL, V.O. *et al.* Doença periodontal em cães: uma série de 43 casos atendidos na Serra Gaúcha. *Research, Society and Development*, [S.L.], v. 11, n. 3, p. e46211326769, 2022.

MAIA, R.P. *et al.* A importância do controle tectônico para a formação da paisagem cárstica na Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 451-463, 2012.

MACHADO, M.F.; SILVA, S.F. (org.). *Geodiversidade do Estado de Minas Gerais: Programa Geologia do Brasil, levantamento da geodiversidade*. Belo Horizonte: CPRM, 2010. 131 p.

MARCON, G.T.G. *Contribuição ao estudo dos Proboscidea (Mammalia, Gomphotheriidae) do Quaternário do estado do Rio Grande do Sul*. 2007. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MELO, D.J.; CASSAB, R.C.T.; PASSOS, F.V. Coleção de mamíferos pleistocênicos de Águas de Araxá, MG, no Museu de Ciências da Terra/DNPM-RJ. *Resumos do 10º Congresso da ABEQUA*, Guarapari, v. 1, p. 18, 2005.

MIDDLETON, W.D.; ROVNER, I. Extraction of opal phytoliths from herbivore dental calculus. *Journal of Archaeological Science*, [S.L.], v. 21, p. 469-473, 1994.

MISUMI, S.Y. *et al.* Técnica de extração de palinomorfos de cálculos dentários de gonfotérios sul-americanos. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 127-132, 7 mar. 2016.

MORAES, L.J. Formações pleistocênicas no Nordeste. In: MORAES, L.J. *Serras e montanhas do Nordeste*. Mossoró: Coleção Mossoroense, 1977. Capítulo 4, p. 51-56. Fac-símile da obra original de 1924.

MOTHÉ, D. *et al.* Population structure of the gomphothere *Stegomastodon waringi* (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae) from the Pleistocene of Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 82, n. 4, p. 983-996, 2010.

MOTHÉ, D. *et al.* Running over the same old ground: *Stegomastodon* never roamed South America. *Journal of Mammalian Evolution*, v. 26, n. 2, p. 165-177, 2019.

MOTHÉ, D. *et al.* Sixty years after ‘The mastodonts of Brazil’: the state of the art of South American proboscideans (Proboscidea, Gomphotheriidae). *Quaternary International*, [S.L.], v. 443, p. 52-64, jul. 2017.

MOTHÉ, D. *et al.* Taxonomic revision of the Quaternary gomphotheres (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae) from the South American lowlands. *Quaternary International*, v. 276, p. 2-7, 2012.

MOTHÉ, D. *et al.* The micro from mega: dental calculus description and the first record of fossilized oral bacteria from an extinct proboscidean. *International Journal of Paleopathology*, [S.L.], v. 33, p. 55-60, jun. 2021.

NALETO, J.L.C.; ARAÚJO, E.G. *Geologia e recursos minerais da folha Mombaça - SB.24-V-D-V: estado do Ceará*. Escala 1:100.000. Fortaleza: CPRM, 2018. 58 p.

NGATIA, J.N. *et al.* Distinguishing extant elephants ivory from mammoth ivory using a short sequence of cytochrome b gene. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 18863, dez. 2019.

NOGUEIRA, F.C.S. *et al.* Ancient enamel peptides recovered from the South American Pleistocene species *Notiomastodon platensis* and *Myocastor cf. coypus*. *Journal of Proteomics*, [S.L.], v. 240, p. 104187, mai. 2021.

OMENA, É.C. *et al.* Late Pleistocene meso-megaherbivores from Brazilian Intertropical Region: isotopic diet ($\delta^{13}C$), niche differentiation, guilds and paleoenvironmental reconstruction ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$). *Historical Biology*, [S.L.], v. 33, n. 10, p. 2299-2304, jul. 2021.

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

PORPINO, K.O.; SANTOS, M.F.C.F.; CARVALHO-NETO, A.T. Investigações paleontológicas no jazigo fossilífero da Fazenda Acauã, Rui Barbosa-RN. *Resumos da Reunião Anual da SBPC*, Natal, p. 1035, 1998.

RADINI, A. *et al.* Beyond food: the multiple pathways for inclusion of materials into ancient dental calculus. *American Journal of Physical Anthropology*, [S.L.], v. 162, p. 71-83, 2017.

SANDERS, W.J. Horizontal tooth displacement and premolar occurrence in elephants and other elephantiform proboscideans. *Historical Biology*, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 137-156, 2018.

SANTOS, M.F.C.F. *et al.* Feições tafonômicas observadas em fósseis pleistocênicos do Rio Grande do Norte. *Revista de Geologia*, [S.L.], v. 15, p. 31-41, 2002.

SANTOS, M.F.C.F. Geologia e Paleontologia de depósitos fossilíferos pleistocênicos do Rio Grande do Norte. 81 f. 2001. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

SANTOS, M.F.C.F.; OLIVEIRA, L.D.D.; SANTOS, C.L.A. Mamíferos quaternários da Lagoa de Lajes, Alexandria, RN. Ordens: Edentata, Proboscidea e Notoungulata. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Curitiba, v. 1, p. 699-710, 1989.

SCHERER, C.S.; PALES, L.F.M.; SILVA, M.R.S.A. Chronological, taphonomical, and paleoenvironmental aspects of a Late Pleistocene mammalian fauna from Guanambi, Bahia, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.L.], v. 79, p. 95-110, 2017.

SEER, H.J. *et al.* Grupo Araxá em sua área tipo: um fragmento de crosta oceânica neoproterozoica na Faixa de dobramentos Brasília. *Revista Brasileira de Geociências*, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 385-396, set. 2001.

SHOSHANI, J.; TASSY, P. (ed.). *The Proboscidea: evolution and palaeoecology of the elephants and their relatives*. New York: Oxford University Press, 1996. 472 p.

SILVA, L.H.M. *Tafonomia e paleoicnologia em vertebrados quaternários de cavernas do Lajedo da Escada, Baraúna, Rio Grande do Norte*. 119 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

SIMPSON, G.G.; PAULA-COUTO, C. The mastodonts of Brazil. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York, v. 112, article 2, p. 125-190, 1957.

TRIFILIO, L.H.M.S. *et al.* Mammal taphonomy in a cave deposit from Quaternary of Brazil. *Frontiers in Ecology and Evolution*, [S.L.], v. 10, artigo 830190, 2022.

WALDHERR, F.R. *et al.* Origem e morfologia dos tanques naturais do Nordeste do Brasil. *Pesquisa em Geociências*, Porto Alegre, v. 44, n. 3, p. 467-488, dez. 2017.

WEYRICH, L.S.; DOBNEY, K.; COOPER, A. Ancient DNA analysis of dental calculus. *Journal of Human Evolution*, [S.L.], v. 79, p. 119-124, fev. 2015.

WHITE, D.J. Dental calculus: recent insights into occurrence, formation, prevention, removal and oral health effects of supragingival and subgingival deposits. *European Journal of Oral Sciences*, [S.L.], v. 105, p. 508-522, jul. 1997.

WILKINS, E.M. *Odontologia geral: teoria e prática*. São Paulo: Rideel, 2004. 990 p.

WINGE, M. *et al.* *Glossário geológico ilustrado*. 2001. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html>. Acesso em: 17 jan. 2023.

WU, Y. *et al.* A grazing *Gomphotherium* in Middle Miocene Central Asia, 10 million years prior to the origin of the Elephantidae. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 7640, 16 mai. 2018.

APÊNDICE A – Tabela com dados estatísticos do Teste Exato de Fisher (TEF)

	Quantidade de molares com cálculo dental	Quantidade de molares sem cálculo dental	Resultado do TEF (valor de p)
Grupo etário			
Juvenil	4	41	p < 0,0001
Adulto	29	36	
Total	33*	77	
Tipo de molar			
DP3 ou dp3	0	4	Dp3 x Dp4: p = 1
DP4 ou dp4	0	11	Dp3 x Mm1: p = 1
M1 ou m1	3	21	Dp3 x Mm2: p = 1
M2 ou m2	5	24	Dp3 x Mm3: p = 0,0511
M3 ou m3	27	22	Dp4 x Mm1: p = 0,5361
Total	35	82	Dp4 x Mm2: p = 0,2975
			Dp4 x Mm3: p = 0,0006
			Mm1 x Mm2: p = 0,7153
			Mm1 x Mm3: p = 0,0008
			Mm2 x Mm3: p = 0,0017
Posição do molar			
Superior	7	44	p = 0,0003
Inferior	26	30	
Total	33*	74	

Legenda: *Esse total está desconsiderando dois molares (MCT.M.46 e MCT.M.78(a)) que não tiveram grupo etário atribuído e nem a sua posição identificada, devido ao seu alto grau de fragmentação. Segundo pré-molar decíduo inferior (dp3); Segundo pré-molar decíduo superior (DP3); Terceiro pré-molar decíduo inferior (dp4); Terceiro pré-molar decíduo superior (DP4); Primeiro molar permanente inferior (m1); Primeiro molar permanente superior (M1); Segundo molar permanente inferior (m2); Segundo molar permanente superior (M2); Terceiro molar permanente inferior (m3); Terceiro molar permanente superior (M3); Representa DP3 e dp3 (Dp3); Representa DP4 e dp4 (Dp4); Representa M1 e m1 (Mm1); Representa M2 e m2 (Mm2); Representa M3 e m3 (Mm3).

Fonte: A autora, 2023.

APÊNDICE B – Tabela com a quantidade de depósitos de cálculo dental por regiões anterior, intermediária e posterior em cada molar (continua).

Molar	Região anterior	Região intermediária	Região posterior
MCT.M.98	2	0	3
MCC 972-V	2	0	4
MCC 1136-V	4	0	4
MCC 1142-V	4	1	3
MCT.M.110	1	0	2
MCT.M.112	0	0	1
MCT.M.719	0	0	4
MCT.M.28(b)	6	2	4
MCT.M.69	5	0	6
MCT.M.122	6	2	7
MCT.M.130	4	0	9
MCT.M.137	7	2	9
MCT.M.78(b)	2	0	2
MCT.M.28(a)	1*	1	9
MCT.M.60(a)	5	2	9
MCT.M.60(b)	1	0	7
MCT.M.60(e)	1	0	0
MCT.M.70	1	0	6
MCT.M.71	6	0	9
MCT.M.121	1	0	3
MCT.M.124	1	0	5
MCT.M.125	3	1	8
MCT.M.129	0	0	4
MCT.M.131	2	0	3
MCT.M.133	1	0	7
MCT.M.134	2	0	6
MCT.M.135(a)	5	2	9
MCT.M.138	5	1	8
MCT.M.415	3	2	0*
MCT.M.771	1	0	8

MCC 1245-V esquerdo	6*	1	4*
MCC 1245-V direito	2*	1	6*

APÊNDICE B – Tabela com a quantidade de depósitos de cálculo dental por regiões anterior, intermediária e posterior em cada molar (conclusão).

Molar	Região anterior	Região intermediária	Região posterior
MCC 1244-V	0*	2	9
MCT.M.46	0*	0*	7
MCT.M.78(a)	0*	2	7
Total	90	22	192
Porcentagem	26,60%	7,24%**	63,16%

Legenda: Seguindo as estruturas dos molares conforme a Figura 13 e a distribuição do cálculo dental conforme a *Table S3* do artigo submetido, a região anterior inclui: o cingul(id)o anterior, as cúspides principais do primeiro lof(id)o e os primeiros interlof(id)os, quando o molar é trilofodonte. Adicionalmente, inclui também: as cúspides principais do segundo lof(id)o e os segundos interlof(id)os, quando o molar é tetra- ou pentalofofodonte; A região intermediária inclui: as cúspides principais do segundo lof(id)o, quando o molar é trilofodonte, ou as cúspides principais do terceiro lof(id)o, quando o molar é tetra- ou pentalofofodonte; A região posterior inclui: os segundos interlof(id)os, as cúspides principais do terceiro lof(id)o e o cingul(id)o posterior, quando o molar é trilofodonte, ou os terceiros interlof(id)os, as cúspides principais do quarto lof(id)o e o cingul(id)o posterior, quando o molar é tetralofodonte. Adicionalmente, inclui também: os quartos interlof(id)os e as cúspides principais do quinto lofido, quando o molar é pentalofofodonte. *Região parcialmente ou completamente danificada ou ausente. **A região intermediária inclui menos estruturas e não engloba interlof(id)os, onde, em geral, o cálculo dental predominou. Portanto, deve haver um viés na baixa porcentagem. Entretanto, o objetivo da comparação entre as regiões é dar foco para as regiões anterior e posterior, que têm quantidades iguais de estruturas.

Fonte: A autora, 2023.

APÊNDICE C – Tabela com descrições e observações adicionais de características macromorfológicas do cálculo dental nos molares (continua).

Molar	Coloração do cálculo dental*	Espessura do cálculo dental	Observações
MCT.M.98	Cinza	1,5 mm (1º ILF pós.); nos demais pontos, tem 1 mm ou menos	O cálculo dental teve a sua superfície retirada, provavelmente em um estudo anterior. Portanto, a espessura era maior do que a observada durante a análise e a coloração cinza se refere à parte interna do depósito. Este molar está coberto por resina, dando um aspecto superficial mais liso para o cálculo dental
MCC 972-V	Marrom, com alguns pontos mais escuros	1,5mm (1º ILF pré); 1,5 mm (2ºILF pré); < 1 mm (posterior cusp 3 pré); 1 mm (posterior cusp 3 pós)	Os aspecto superficial é mais rugoso, com algumas pequenas irregularidades
MCC 1136-V	Bege claro com alguns pontos em marrom claro	1,2 mm (1ºILF pré); 1 mm (2ºILF pré) - parece mais espesso, porém não tem outro perfil exposto; 1 mm (posterior cusp 3 pré) - mesmo caso do tártaro anterior; 1 mm (posterior cusp 3 pós)	O aspecto superficial dos depósitos de cálculo é rugoso
MCC 1142-V	Bege claro com alguns pontos em marrom escuro	1 mm ou menos em todos os pontos	O aspecto superficial dos depósitos de cálculo é bastante rugoso
MCT 110-M	Cinza com pontos marrons e pretos	2 mm (1º ILF pré.); nos demais, < 1 mm	O aspecto superficial do cálculo dental é mais liso/suave
MCT 112-M	Cinza a marrom	< 1 mm em todos os pontos	Parte do cálculo dental parece ter sido retirada em um momento anterior. Portanto, a espessura deveria ser maior do que a observada durante a análise.
MCT 719-M	Predominantemente branca com pontos amarelados	1,5 mm (CP); ~ 1 mm (2º ILF pós.); nos demais, < 1 mm	O aspecto superficial do cálculo dental é mais liso/suave
MCT.M.28(b)	Bege rosado e pontos pretos	3 mm (3º ILF pós.); 2 mm (2º ILF pré. e pós.); nos demais, < 1 mm	Em alguns pontos, o sedimento que recobre parte da superfície do molar dificulta visualizar a aparência do cálculo dental

APÊNDICE C – Tabela com descrições e observações adicionais de características macromorfológicas do cálculo dental nos molares (continua).

Molar	Coloração do cálculo dental*	Espessura do cálculo dental	Observações
MCT.M.69	Cinza a marrom com pontos pretos	< 1 mm em todos os pontos	Nos 1° e 2° ILF pós. parece que parte do cálculo dental foi retirada, reduzindo a sua espessura. Se na raiz anterior for mesmo um depósito de cálculo dental (subgingival), tem 1,5 mm de espessura. O aspecto superficial é liso/suave
MCT.M.122	Marrom escura a preta	1 mm ou menos em todos os pontos	Em alguns ILF parte do cálculo dental parece ter sido retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial é liso/suave, porém o molar está coberto por resina**
MCT.M.130	Marrom clara e cinza escura (superfície) e cinza clara (interna)	1 mm (1° ILF pré., 2° e 3° ILF pós. e posterior ao lofido V); > 1 mm (4° ILF pré. e pós.); nos demais pontos, < 1 mm	Nos 4° ILF parte do cálculo dental parece ter sido retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial é liso/suave, porém o molar está coberto por resina
MCT.M.137	Cinza escura a preta (superfície) e branca (interna)	1,5 mm (anterior na 1ª cúsp. pós.); 1 mm (4° ILF pré.); nos demais pontos, < 1 mm	Nos 3° e 4° ILF pós. parece que parte do cálculo dental foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial do cálculo dental é um pouco rugoso
MCT.M.78(b)	Marrom escura	< 1 mm em todos os pontos.	Em alguns pontos o cálculo dental parece ter sido retirado. O aspecto superficial do cálculo dental é um pouco rugoso
MCT.M.28(a)	Predominantemente bege com pontos mais escuros	2 mm (2° e 4° ILF pós.); 1 mm (3° ILF pós. e próximo ao CP); nos demais pontos, < 1 mm	O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave
MCT.M.60(a)	Marrom a amarelada (superfície) e bege clara e cinza (interna)	2-3 mm (4° ILF pós.); 1,5 mm (lateral na 4ª cúsp. pré.); 1 mm (2° e 3° ILF pós.); nos demais pontos, < 1 mm	Em alguns ILF parece que parte do cálculo dental foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave, porém o dente está coberto por resina

APÊNDICE C – Tabela com descrições e observações adicionais de características macromorfológicas do cálculo dental nos molares (continua).

Molar	Coloração do cálculo dental*	Espessura do cálculo dental	Observações
MCT.M.60(b)	Marrom a preta	2 mm (posterior na 5ª cúsp. pós.); nos demais pontos, < 1 mm	Em alguns pontos, parte do cálculo dental parece que foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial é liso/suave
MCT.M.60(e)	Marrom	< 1 mm (2º ILF pós.); nos demais pontos, não foi possível ser mensurada	O sedimento incrustado que recobre parte do molar dificulta mensurar a espessura do cálculo dental na maioria dos pontos. O 2º ILF pós. parece ter tido parte do cálculo retirada, reduzindo a sua espessura
MCT.M.70	Marrom a preta	1 mm (3º ILF pré. e lateral na 4ª cúsp. pós.); nos demais pontos, < 1 mm	O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave, porém o molar está com resina
MCT.M.71	Cinza escura a marrom (superfície) e cinza clara (interna)	Pelo menos 1 mm (2º e 4º ILF pré. e 1º ILF pós.); pelo menos 2 mm (3º ILF pré. e 2º, 3º e 4º ILF pós.); nos demais pontos, < 1 mm	"Pelo menos" pois nas partes mais profundas dos ILF o cálculo dental deve ter espessura maior. O aspecto superficial é liso/suave
MCT.M.121	Cinza a marrom	< 1 mm em todos os pontos	Em alguns ILF parece que parte do cálculo dental foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial é liso/suave
MCT.M.124	Cinza	2 mm (1º ILF pós.); 1 mm (4º ILF pós.); nos demais pontos, < 1 mm	Nos demais pontos, como parte do cálculo dental foi retirada, a espessura está reduzida. O aspecto superficial é liso/suave
MCT.M.125	Preta (superfície) e cinza escura (interna)	1 mm (CP); 1,5 mm (5ª cúsp. pré.); 2 mm (5ª cúsp. pós.); nos demais pontos, < 1 mm	No 4º ILF pré. o cálculo dental parece espesso, no entanto não tem perfil interno exposto e portanto não dá para mensurar a sua espessura
MCT.M.129	Marrom	1 mm (4º ILF pré.); nos demais pontos, < 1 mm	No 4º ILF pós. parece que parte do cálculo dental foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial é variável, em alguns pontos mais liso e, em outros, mais rugoso

APÊNDICE C – Tabela com descrições e observações adicionais de características macromorfológicas do cálculo dental nos molares (continua).

Molar	Coloração do cálculo dental*	Espessura do cálculo dental	Observações
MCT.M.131	Preta (superfície) e cinza clara (interna)	< 1mm nas bordas dos agregados; nos demais pontos, não pode ser mensurada	Não há perfil exposto do cálculo dental na maior parte dos pontos, não sendo possível, portanto, mensurar a sua espessura. Nos 3° e 4° ILF a maior parte do cálculo parece que foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave, porém o molar está com resina
MCT.M.133	Cinza escura a preta	1 mm ou menos em todos os pontos	Provavelmente nos pontos mais profundos dos ILF a espessura seja maior do que 1 mm, no entanto não há como medir. Parte do cálculo dental também parece que foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave, porém o molar está com resina
MCT.M.134	Cinza (superfície) e cinza clara (interna)	1 mm (4° ILF pós.); nos demais pontos, < 1 mm	Em alguns ILF parece que parte do cálculo dental foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave
MCT.M.135(a)	Cinza (superfície) e branca (interna)	< 1 mm em todos os pontos	A maior parte do cálculo dental parece ter sido retirada, reduzindo a sua espessura. Nos pontos em que parece está “completo”, o aspecto superficial é liso/suave
MCT.M.138	Cinza a marrom (superfície) e cinza esbranquiçada (interna)	1 mm (2° ILF pós.); nos demais pontos, < 1 mm	Em alguns pontos, parte do cálculo dental parece que foi retirada, reduzindo a sua espessura. O aspecto superficial é um pouco liso/suave
MCT.M.415	Bege clara	1 mm ou menos em todos os pontos.	O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave, porém o molar está com resina
MCT.M.771	Marrom (superfície) e cinza clara (interna)	Pelo menos 1 mm (4° ILF pré.); 2 mm (posterior ao lofido V); nos demais, < 1 mm	No 4° ILF pré. o cálculo dental parece ser bem mais espesso do que foi possível mensurar. O aspecto superficial é liso/suave

APÊNDICE C – Tabela com descrições e observações adicionais de características macromorfológicas do cálculo dental nos molares (conclusão).

Molar	Coloração do cálculo dental*	Espessura do cálculo dental	Observações
MCC 1245-V esquerdo	Bege clara	1,5 mm (1º ILF pré.); 1,5 mm (2º ILF pré.); 1,3 mm (3º ILF pré.); 2 mm (4º ILF pós.)	Nos demais pontos, o cálculo dental está muito fragmentado, não permitindo medi-lo. O aspecto superficial é um pouco liso/suave
MCC 1245-V direito	Bege clara	1,5 mm (posterior cúsp 4 pré e pós); nos demais pontos, 1 mm ou menos	Em alguns pontos o cálculo dental tem aspecto mais liso e, em outros, mais rugoso
MCC 1244-V	Bege claro e branco	2 mm (4º ILF pré.); 2 mm (conulido posterior); 1 mm ou menos nos demais pontos	O aspecto superficial é liso/suave
MCT.M.46	Marrom a preta (superfície) e bege clara (interna)	3 mm (posterior na 5ª cúsp pós.); 2 mm (4º ILF pós.); 1,5 mm (anterior na 3ª cúsp. pós.); nos demais pontos, < 1 mm	O aspecto superficial do cálculo dental é liso/suave, porém o molar está com resina
MCT.M.78(a)	Bege clara com pontos escuros	3 mm (anterior, entre as 3ª cúsp.); 2 mm (3º ILF pós.); ~ 1 mm (4º ILF pós.); nos demais pontos, < 1 mm	O aspecto superficial é um pouco rugoso

Legenda: Interlo(id)os (ILF); Prérite (pré.); Pósrite (pós.); Cúspide (cusp.); *A coloração se refere, em geral, àquela vista na superfície externa do depósito de cálculo dental, exceto quando mencionada a parte interna entre parênteses; **A resina que recobre alguns dos molares é, em geral, transparente e brilhosa, permitindo visualizar o cálculo dental, porém dando a este um aspecto superficial mais liso. No entanto, em alguns espécimes, como a resina havia sido colocada há bastante tempo sobre o molar, ela já estava adquirindo uma aparência mais fosca, dificultando um pouco a visualização do cálculo dental em alguns pontos do molar.

Fonte: A autora, 2023.