

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

DIEGO RONALDO MENON

**CARACTERIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS DE OSSOS E DO PALEOAMBIENTE
DO MASTODONTE EXPOSTO NO MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA UEPG**

PONTA GROSSA

2023

DIEGO RONALDO MENON

**CARACTERIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS DE OSSOS E DO PALEOAMBIENTE
DO MASTODONTE EXPOSTO NO MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DA UEPG**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do título
de licenciado em Geografia na
Universidade Estadual de Ponta
Grossa, Área de Geociências.

Orientador(a): Karin Linete Hornes.

PONTA GROSSA

2023



**FOLHA DE APROVAÇÃO
ATA DE DEFESA**

Ao 1º dia do mês de março de dois mil e vinte e três, no Museu de Ciências Naturais reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos(as) professores(as): Dra. Karin Linete Hornes (Presidente- Orientador), Dr. Antonio Liccardo (membro) e Dr. Fernando Antonio Sedor (membro) para a análise do trabalho de Conclusão de Curso sob o Título “Caracterização dos fragmentos de osso de do paleoambiente do Mastodonte exposto no museu de Ciências Naturais da UEPG”, elaborado por concluinte Diego Ronaldo Menon do Curso de Licenciatura em Geografia. Aberta a sessão, o autor teve vinte minutos para a apresentação do seu trabalho, sendo, posteriormente, arguido pelos integrantes da Banca. Após o procedimento da avaliação, chegou-se aos seguintes resultados:

O trabalho foi considerado APROVADO

Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a presente sessão, da qual lavrou-se a presente ata que vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora.

1) Presidente: Dra. Karin Linete Hornes

2) Membro 1: Dr. Antonio Liccardo

3) Membro 2: Dr. Fernando Antonio Sedor

Ponta Grossa, 1 de março de 2023.

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO ÉTICO

Eu, Diego Ronaldo Menon, RA: 19005502, RG: 13.153.775-1, asseguro que o Trabalho de Conclusão de Curso foi por mim elaborado e portanto, responsabilizo-me pelo texto escrito que apresenta os resultados de minha pesquisa científica.

Atesto que todo e qualquer texto, que não seja de minha autoria, transcrito em sua íntegra ou parafraseado de outros documentos, estejam eles publicados ou não, estão devidamente referenciados conforme reza a boa conduta ética, o respeito aos direitos autorais e à propriedade intelectual.

Tenho conhecimento de que os textos transcritos na íntegra de outras fontes devem apontar a autoria, o ano da obra, a página de onde foi extraído e ainda apresentar a marcação de tal transcrição, conforme as regras da ABNT. No caso de paráfrase, o trecho deve vir com a referência de autoria e ano da obra utilizada.

Além disso, declaro ter sido informado pelos responsáveis do Curso de Licenciatura em Geografia das leis que regulam os direitos autorais e das penalidades a serem aplicadas em caso de infração, conforme constam na Lei 10.695 de julho de 2003.

Sendo assim, declaro que estou ciente de que, caso infrinja as disposições que constam na Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998, serei responsabilizado juridicamente pelos meus atos e terei que arcar com qualquer prejuízo moral e financeiro deles decorrentes.

Ponta Grossa, 20 de fevereiro de 2023.



Assinatura do Acadêmico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus que me deu força para superar todos os momentos de dificuldade.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelo acesso a uma formação de excelência, gratuita e de qualidade. Ao Museu de Ciências Naturais da UEPG, pela oportunidade de trabalhar na divulgação das amostras do acervo.

A minha prezada e querida orientadora, Prof. Dra. Karin Linete Hornes, por todas as considerações no trabalho e pelo apoio constante durante as orientações.

Ao Prof. Dr. Antonio Liccardo, coordenador do Museu de Ciências Naturais, pelo apoio durante toda a graduação, pelo acesso às amostras e ao ambiente do Museu.

Ao Prof. Dr. Denilton Vidolin, pelo tempo cedido a fim de interpretar e comparar os fragmentos ósseos.

A Vanessa Parise Chagury, Técnica Laboratorial do C-LABMU da UEPG, pela análise das amostras enviadas.

Ao Prof. Me. Fernando Pilatti, por ceder uma cópia de seu trabalho original sobre os fósseis encontrados e muitas informações a respeito das escavações.

Ao Prof. Me. Fernando Antonio Sedor, pelo compartilhamento de referenciais teóricos para a pesquisa.

A todos os professores que fizeram parte da minha trajetória no curso de Licenciatura em Geografia.

A minha família que esteve ao meu lado em todos os momentos, em especial ao meu pai Orlei, minha mãe Claudia e minha irmã Jessica, pelos conselhos e motivação.

A minha namorada Sabrina dos Santos que durante a graduação foi minha companheira fiel nos melhores e piores momentos.

RESUMO

Os museus simbolizam uma janela para uma variedade de conhecimentos que estão disponibilizados em seus vastos acervos. Eles representam elementos culturais e científicos que podem ser acessados, pesquisados e divulgados pelo público interessado. Em muitos casos estas são uma das poucas organizações que se dispõem a salvaguardar exemplares de rochas, fósseis, minerais e objetos culturais e disponibilizá-las ao público. O museu de Ciências Naturais da UEPG apresenta em seu acervo, fragmentos ósseos do primeiro mastodonte encontrado no estado do Paraná proveniente do município de Chopinzinho. Estes materiais foram descritos por Pilatti e Bortoli no ano de 1978, e desde lá não ocorreram mais trabalhos para caracterizar e atualizar as informações a respeito dos fragmentos. Assim a presente pesquisa teve como principal objetivo buscar mais informações sobre os fragmentos e do provável ambiente deste animal, a fim de complementar as pesquisas a respeito da amostra exposta e auxiliar na divulgação do conhecimento e reconhecimento das atividades deste parente dos elefantes, os mastodontes do Brasil. O trabalho possuiu um caráter descritivo e se constituiu pela comparação de referencial teórico com base em pesquisas relacionadas aos fósseis e nomenclaturas dos mastodontes da família *Gomphotheriidae* encontrados no Brasil, com ênfase ao Estado do Paraná. A pesquisa elaborou a comparação dos fragmentos com outros já descritos, o intuito foi detalhar mais informações do posicionamento anatômico destes fragmentos ósseos. O laboro também contou com a análise no microscópio FEG (*Field Emission Gun*) e levantamentos de referenciais teóricos a respeito da situação ambiental da idade estimada da amostra, Pleistoceno. O trabalho permitiu evidenciar que a nomenclatura atualizada do mastodonte é de *Notiomastodon platensis* os fragmentos encontrados correspondem em sua maioria a elementos pós-cranianos, possivelmente tibia, costela e fíbula; e um fragmento craniano, Molar M₁. O provável ambiente de vida deste animal era de vegetação de campos, em momentos de ambiente árido e clima frio, intercalado com breves períodos de temperatura elevada e grande umidade, o que favorecia o aparecimento de porções de mata.

Palavras-chave: Gomphotheriidae. Pleistoceno. Megafauna.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fragmentos de mastodonte em exposição no Museu de Ciências Naturais UEPG	14
Figura 2 - Elefante asiático, <i>Elephas maximus</i>	18
Figura 3 - <i>Loxodonta africana</i>	19
Figura 4 - <i>Loxodonta cyclotis</i>	20
Figura 5 - Comparação da extremidade da tromba de duas espécies de elefante ...	21
Figura 6 - Representação de <i>Platybelodon</i>	24
Figura 7 - Distribuição geográfica de <i>Gomphotheriidae</i>	27
Figura 8 – Características gerais de <i>Notiomastodon platensis</i>	29
Figura 9 - Representação de <i>Cuvieronius hyodon</i>	29
Figura 10 – Visão histórica da classificação de <i>Gomphotheriidae</i>	35
Figura 11 - Registros fósseis da ordem proboscídea para o Sul do Brasil	52
Figura 12 - Gráfico de análise química da amostra enviada ao laboratório	54
Figura 13 – Comparação entre a tíbia ilustrada por Molena (2012) e o material estudado	56
Figura 14 - Fragmentos de fíbula, a esquerda <i>Malleolus lateralis</i> . A direita fragmento da diáfise da fíbula	57
Figura 15 - Comparativo de fíbula segundo Molena (2012) e o material estudado ...	57
Figura 16 - Comparativo molar M ₁ , ilustrado por Marcon (2007) e o exemplar de Chopinzinho-PR	59
Figura 17 – Costelas segundo Ferretti (2010) e o material estudado.....	60
Figura 18 - Reconstituição de esqueleto de <i>Notiomastodon platensis</i>	60
Figura 19 - Perfil do afloramento fossilífero em Chopinzinho–PR	63
Figura 20 - Imagem de satélite do possível local de afloramento.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CENPALEO	Centro de Pesquisa Paleontológica
C-LABMU	Complexo de Laboratórios Multiusuários
GIBA	Grande Intercâmbio Biótico Americano
MCN	Museu de Ciências Naturais
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UNICENTRO	Universidade do Centro-Oeste
FEG	Field Emission Gun

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	METODOLOGIA	13
3	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PROBOSCÍDEOS E A FAMÍLIA <i>GOMPHOTHERIIDAE</i>	16
3.1	OS PROBOSCÍDEOS ATUAIS.....	17
3.2	HISTÓRICO DAS PESQUISAS SOBRE MASTODONTES NA AMÉRICA DO SUL.....	26
4	POSSÍVEIS CENÁRIOS PALEOCLIMÁTICOS E PALEOAMBIENTAIS PARA O PLEISTOCENO NA AMÉRICA DO SUL	37
5	MEGA FAUNA SUL-AMERICANA	43
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
6.1	O MASTODONTE DO MUSEU.....	50
6.2	CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA.....	52
6.3	DO ESTADO DA FOSSILIZAÇÃO.....	53
6.4	MATERIAL ATRIBUIDO A MASTODONTE DO MCN UEPG.....	55
6.4.1	Tíbia.....	56
6.4.2	Fíbula.....	56
6.4.3	Molar (M ₁).....	58
6.4.4	Costela.....	59
6.5	O SÍTIO PALEONTOLÓGICO.....	61
6.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CENÁRIO PALEOCLIMÁTICO.....	64
7	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

O Museu de Ciências naturais (MCN) da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa), dispõe em seu acervo para a exposição de 8 fragmentos ósseos de um mastodonte pertencente à família *Gomphotheriidae*. Os fragmentos foram encontrados em Chopinzinho-PR, nas proximidades do rio Iguaçu, e descritas por Pilatti e Bortoli (1978), doadas inicialmente ao Museu dos Campos Gerais e posteriormente cedidas ao MCN UEPG por possuírem mais afinidade com a temática.

Esses relictos contam uma história paleoambiental e evolutiva das paisagens paranaenses, e pensando a respeito dessa história, o presente trabalho busca responder os seguintes questionamentos: Os fragmentos disponíveis no museu representam quais partes dos mastodontes? Qual a distribuição dos mastodontes no Paraná, e como era o cenário ambiental de sua existência. Qual a provável espécie e nomenclatura do exemplar disponível no museu?

É intrigante e difícil de explicar para comunidade, como o mastodonte um animal tão imponente que atingia cerca de 2,5 metros de altura, e pesava por volta de 3 toneladas, não sobreviveu até os tempos atuais. Os mastodontes tiveram uma distribuição geográfica no território nacional e em toda a América do Sul. Isso ocorreu a partir do Grande Intercâmbio Biótico Americano (GIBA) e seus registros fósseis são encontrados em diversos estados com ênfase para o nordeste brasileiro (CHAVES, 2018, p. 22-23). Não há um consenso em relação a taxonomia exata do gênero, família e espécies de mastodonte que estiveram presentes no país, neste sentido o presente trabalho buscou apresentar as discussões recentes da determinação desta nomenclatura.

Para tanto, foi necessário o levantamento de referencial teórico dos trabalhos que detalham e classificam os achados fossilizados destes animais na América do Sul, Brasil e Paraná. Além disso a pesquisa buscou informações a respeito dos atuais parentes vivos destes exemplares afim, de traçar relações fisiológicas e ambientais. A teoria evolucionista aponta para a mutabilidade das espécies, no entanto seus ancestrais podem deixar vestígios comportamentais, fisiológicos e genéticos que

podem ter se mantido graças ao sucesso destes diante da evolução. Desta forma, o primeiro capítulo se dedica a descrição dos representantes vivos e extintos da ordem a qual pertenciam os mastodontes, fazendo o percurso temporal ao passado para o entendimento de seus progenitores.

Após a explanação a pesquisa buscou detalhar as características da megafauna, vegetação e clima atuantes durante o intervalo de tempo de duração desta espécie, estas foram descritas no capítulo três e quatro. Dadas as preleções, foram realizadas discussões de pesquisas já consolidadas que permitiram evidenciar algumas características ambientais presentes durante o Pleistoceno.

Posteriormente houve a construção dos resultados que permitiu a comparação do referencial teórico aos fragmentos disponíveis no museu e por conseguinte a formulação das conclusões a respeito dos fragmentos.

O MCN, dispõe em seu acervo de diversos materiais como rochas, minerais, meteoritos, fósseis, artefatos arqueológicos, animais taxidermizados, esqueletos, e amostras que compõem e explicam a Geodiversidade do Paraná com destaque para a região dos Campos Gerais. Este conjunto, permite identificar como ocorreu a evolução da Terra e da vida. Algumas amostras de fósseis funcionam como *proxies* que permitem identificar as espécies vivas e as condições ambientais atuantes no momento de sua existência.

De acordo com Sedor (2014, p. 13), o fóssil é o resto de um organismo ou vestígio da sua atividade, com idade superior a 12.000 anos. São preservados comumente em rochas sedimentares e sua preservação se dá na maioria dos casos por conta do processo de mineralização denominado fossilização. Os registros fósseis se apresentam de várias formas: impressão, moldes, ossos, fezes, rastros, escavações, entre outros.

Tomassi e Almeida (2011, p. 4) apontam que os fósseis podem auxiliar na classificação biológica de espécies, idade de formação de rochas, composição química ou orgânica e até mesmo na interferência do homem na sua preservação, dependendo de suas características de gênese e conservação. Dessa maneira, a variedade de estudos sobre esses registros auxilia no conhecimento a respeito da vida na Terra. Reconhecer essa história evolutiva presente no museu permitirá ao visitante

compreender como eram as condições ecológicas vigentes em momentos pretéritos, isso auxiliará na disseminação do conhecimento regional a respeito da história evolutiva, geológica e paleoambiental existente em nosso estado.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho teve caráter descritivo e procurou realizar sua fundamentação em pesquisas já consolidadas, a fim de qualificar as amostras do museu. Por meio de consultas em referenciais teóricos correlacionados com o tema dos proboscídeos, em especial dos mastodontes, foi traçado um breve histórico da ordem Proboscidea, com comentários sobre os proboscídeos já extintos e viventes; esta atividade foi embasada nos trabalhos de Storer *et al.* (2003), Karkala (2016), Howard (2017), Connor (2009), Fowler e Mikota (2006), Gheerbrant (1996), Gheerbrant e Tassy (2008), Gheerbrant *et al.*, (2002), Mothé (2012), Mothé (2016), Gohlich (1999), Silva, L. (2015).

O conhecimento dos demais membros da ordem ainda vivos, suas características fisiológicas e ambientais, trazem indícios para entendimento do indivíduo estudado. Fica claro que há certas características semelhantes entre indivíduos de mesma ordem, sejam espécies extintas ou ainda vivas. Desse modo, foram correlacionados os debates de Mothé (2012), Mothé (2016), Mothé, *et al.*, (2017) Gheerbrant e Tassy (2008), Asevedo (2015), Marcon (2007) e Chaves (2018) que se dedicam a temática, e assim foi possível compreender elementos sobre a evolução da espécie, características físicas e a nomenclatura utilizada atualmente.

De posse destas informações o trabalho buscou evidenciar as descrições filogenéticas e taxonômicas de exemplares que foram encontrados em vários locais do mundo, dando foco as pesquisas que detalharam os achados fossilíferos da América do Sul, Brasil e Paraná. Assim os trabalhos de Mothé (2012), Mothé (2016), Mothé, *et al.*, (2017) Gheerbrant e Tassy (2008), Asevedo (2015), Marcon (2007) e Chaves (2018), Silva, D. *et al.*, (2009), Silva, D. *et al.*, (2011), serviram como norteadores.

Após análise do referencial teórico, foram analisadas as amostras disponibilizadas em uma vitrine do MCN. Estavam expostas um total de 8 fragmentos, descritos como pertencentes ao mastodonte. No entanto, após uma análise mais minuciosa destas porções foi possível observar que duas amostras possuíam características divergentes dos demais, como coloração, densidade e ausência de verniz. Em contato com o professor Fernando Pilatti, que inicialmente foi quem tratou

as amostras verificou-se que o mesmo utilizou verniz para atrasar o processo de degradação natural das amostras. Além disso, fez-se contato com o professor Elvio Pinto Bosetti que informou ter recebido duas amostras posteriormente em seu acervo de paleontologia na UEPG, e que estas não estavam presentes junto aos achados dos mastodontes em Chopinzinho-PR. Assim apenas os 6 fragmentos que correspondem a catalogação de Pilatti e Bortoli (1978) é que foram descritos nos resultados.

Figura 1 - Fragmentos de mastodonte em exposição no Museu de Ciências Naturais UEPG



Fonte: O autor (2022)

Após a identificação, os fragmentos do espécime foram fotografados e descritos a fim de descobrir qual era o posicionamento anatômico no corpo do *Notiomastodon* a que estes pertenciam. Nesta etapa, os referenciais de Molena (2012), Chaves (2018), Marcon (2007), Faria e Carvalho (2019), Ferreti (2010), que descreveram entre outras amostras, parte do esqueleto apendicular de *Notiomastodon platensis*, como: fíbula, tíbia, costela e outros ossos, serviram de comparativo para as amostras, e permitiu a definição e classificação dos fragmentos fósseis. Além da consulta ao referencial aqui descrito a pesquisa teve o apoio do Biólogo Denilton Vidolin que auxiliou na confirmação das partes ósseas corporais.

Para tecer hipóteses a respeito do ambiente de vida do animal, foram consultados trabalhos relacionados a análises de micro fósseis e micro desgastes em molares de indivíduos pertencentes a espécie *Notiomastodon platensis*, estes trabalhos de Silva, L. (2015) e Asevedo, *et al.*, (2012) fornecem indícios do tipo de vegetação presente em tempos pretéritos. Essas pesquisas concordam com análises de fitólitos e pólenes realizadas nas proximidades de Chopinzinho-PR, no sudoeste do

Paraná nos trabalhos de Calegari *et al.* (2017) e Paisani *et al.* (2016), com isso foi plausível lançar hipóteses da provável vegetação e por conseguinte do clima, uma vez que ambos podem ser associados.

Para verificação da situação da fossilização e composição dos ossos, uma amostra foi enviada para o laboratório C-LABMU (Complexo de Laboratórios Multiusuários) da UEPG. A amostra foi submetida a análise no microscópio FEG (Microscópio Eletrônico de Varredura com fonte por emissão de campo), que permitiu verificar a sua composição química o que auxiliou na confrontação e confirmação dos indicativos mineralógicos apontados no trabalho de Pilatti e Bortoli (1978).

A localização da área do encontro dos fósseis teve como referência os apontamentos descritos por Pillati e Bortoli (1978), com estas e com o auxílio do Google Earth foi determinado as proximidades dos achados.

Todas estas etapas permitiram inferir informações para dar conta a resposta dos objetivos aqui pretendidos.

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PROBOSCÍDEOS E A FAMÍLIA GOMPHOTHERIIDAE

Os animais popularmente conhecidos como mastodontes fazem parte da ordem dos proboscídeos a qual inclui também os elefantes. O presente capítulo irá apresentar a evolução desta ordem, caracterizando os animais que ainda estão presentes na atualidade, bem como o ambiente fisionômico de sua atuação para auxiliar na compreensão das espécies que os antecederam.

Esta ordem conforme Storer *et al.* (2003, p. 850) é caracterizada por apresentar pele grossa com pelos dispersos, orelhas largas, achatadas e maciças. O seu pescoço é curto e o corpo é grande com pernas semelhantes a pilares. O nariz e o lábio superior possuem uma exclusividade com o formato de uma tromba com flexibilidade muscular, que abriga as fossas nasais das quais há uma abertura na extremidade. Alguns animais presentes nesta categoria apresentam longos incisivos superiores que se assemelham a presas. Elas estão presentes em ambos os sexos, porém apresentam dimorfismo sexual. Nas fêmeas são vestigiais e nos machos são proeminentes. Elas são trocadas uma vez na vida, e depois permanecem até a morte do animal.

Os molares dos animais da presente ordem possuem cristas transversais apresentando uma superfície fosca, possuem dentes funcionais de cada lado, esqueleto apendicular em forma de “colunas” em conjunto com dedos, e unhas espessadas. Conforme Storer *et al.* (2003, p. 850), atuam desde o Eoceno recente, e no presente podem ser encontrados no sudeste da África e Ásia.

Estes grandes mamíferos tanto do passado como do presente estão associados a diversos ambientes, desde florestas a áreas com grandes gramíneas. Vivem em rebanhos de 10 a 100 animais consomem cerca de 275 a 375 kg de material vegetal. A gestação dura um ano, seus filhotes têm o tamanho aproximado de 1 metro de altura e podem pesar 90 kg. Vivem cerca de 50 anos. (STORER *et al.*, 2003, p. 850).

3.1 OS PROBOSCÍDEOS ATUAIS

De acordo com Storer *et al.* (2003, p. 850) dentro desta ordem estão os Elefantídeos que são representados pelas espécies *Elephas maximus*, *Loxodonta africana* e *Loxodonta cyclotis*. A primeira espécie pode ser encontrada em alguns países da Ásia. As espécies, *L.africana* e *L. cyclotis*, são encontradas atualmente na África. Essa espécie apresenta-se maior, quando comparado ao *Elephas maximus*, possuindo 3 metros de altura. Estes animais já foram utilizados para a guerra, como meio de transporte e em apresentações. Em alguns locais do mundo ainda continuam auxiliando a humanidade com determinadas funções de transporte e destoca.

O elefante asiático (*E. maximus*), vive em uma variedade de habitats próximo aos trópicos, estão presentes em regiões de pastos e florestas tropicais. Geralmente encontra-se em elevações próximas a 3.000m. No entanto, na Índia alguns exemplares podem ter seu biótopo em altitudes maiores próximos ao Himalaia. O *Elephas maximus* pode ser encontrado na Índia, Sri Lanka, Malásia e Sumatra. Eles possuem algumas características distintas, em comparação ao gênero africano, tem orelhas menores, apresentam corcovas na cabeça e sua coluna possui um formato côncavo. O dimorfismo sexual no elefante asiático é muito representativo ao analisar as presas. Os machos ostentam grandes presas de até 2,5 metros. Enquanto as fêmeas geralmente não as possuem ou são muito pequenas. (KARKALA, 2016, n.p).

Figura 2 - Elefante asiático, *Elephas maximus*



Fonte: Santuário de elefantes Brasil. Disponível em: <https://elefantesbrasil.org.br/informacoes-detalhadas/>. Acesso em: 7 dez. 2022.

O *Loxodonta africana*, é também conhecido como elefante africano da savana, algumas características físicas o distinguem do *Loxodonta cyclotis*. O elefante africano da Savana geralmente é mais robusto, mais alto e apresenta presas maiores. O principal habitat de *L. africana* são as savanas ao Sul do Sahara, a espécie está presente também em bosques e matagais e ocasionalmente aparece em desertos. (HOWARD, 2017, n.p).

Figura 3 - *Loxodonta africana*

Fonte: Wikipedia. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Elefante-da-savana>. Acesso em 07 dez. 2022

Loxodonta cyclotis, tem sua maior densidade populacional na África Central, principalmente em florestas tropicais fechadas. São registrados também em regiões de pântano, devido as migrações sazonais que realizam nas épocas de seca, mas retornam as áreas de floresta tropical na estação chuvosa. (CONNOR, 2009, n.p).

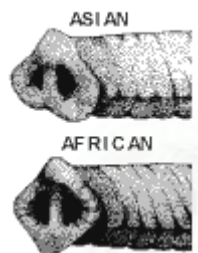
Figura 4 - *Loxodonta cyclotis*

Fonte: Santuário de elefantes Brasil. Disponível em: <https://elefantesbrasil.org.br/informacoes-detalhadas/>. Acesso em 07 dez. 2022

Em relação a morfologia do elefante africano e do asiático nota-se que, a pele dos dois gêneros de elefante africano apresenta estruturas semelhantes a rachaduras em todo seu corpo que auxilia a retenção de líquidos e na regulação da temperatura corporal. Os elefantes africanos, machos e fêmeas possuem presas. Diferente do gênero asiático que apresenta dimorfismo sexual. A presa é um elemento inerente dos elefantes africanos machos e fêmeas. No caso dos elefantes asiáticos está presente apenas nos machos, em raros casos podem aparecer em fêmeas, mas de dimensão ínfima. (KARKALA, 2016, n.p).

A ponta da tromba desses dois gêneros possui característica distintas, nos elefantes africanos a tromba termina em dois processos um superior e um inferior, já no elefante asiático termina apenas com um processo superior. (FOWLER; MIKOTA, 2006, p. 301).

Figura 5 - Comparação da extremidade da tromba de duas espécies de elefante



Fonte: Elephant Information Repository. Disponível em: http://elephant.elehost.com/About_Elephants/Anatomy/The_Trunk/the_trunk.html. Acesso em: 07 dez 2022.

As presas são uma característica notável dos proboscídeos. Nada mais são do que os segundos incisivos superiores alongados. Os indivíduos jovens desenvolvem primeiro as presas decíduas, também conhecidos como “dentes de leite”, essas presas podem atingir até 5cm de comprimento. Nesse primeiro estágio de desenvolvimento o animal aprende a usá-las. (FOWLER; MIKOTA, 2006, p. 299).

Ainda no primeiro ano de vida do animal surgem as presas permanentes, estas por sua vez podem crescer até 17cm por ano e não cessam o seu crescimento durante toda a vida do animal. As presas dos machos crescem muito mais rápido do que das fêmeas. (FOWLER; MIKOTA, 2006, p. 299).

As presas dos elefantes apresentam um lado predominante, assim como os seres humanos têm uma mão predominante. Os elefantes podem utilizar mais a presa esquerda ou direita, suas principais funções são, cavar em busca de água, retirar cascas de árvores, ou também quebrar galhos. No caso dos machos podem utilizar a presa durante os conflitos com outros indivíduos. (FOWLER; MIKOTA, 2006, p. 299).

Além das presas os elefantes também possuem molares, que são utilizados para mastigação. Durante toda a vida do animal o elefante terá 24 dentes molares sendo 12 superiores e 12 inferiores, possuem ciclos de rotação na arcada. Sua substituição se dá conforme ocorre o desgaste dos molares da parte da frente da arcada. Os dentes desgastados são empurrados para frente, pelos dentes vindos da parte de trás da arcada renovando-os com o tempo. Diferente dos humanos, onde os dentes são empurrados de baixo para cima. Na maioria dos casos os elefantes costumam perder seu último molar por desgaste próximo de atingir 45 anos. Após essa perda, o animal se torna impossibilitado de mastigar o alimento e sua morte se torna inevitável. (FOWLER; MIKOTA, 2006, p. 299).

Gheerbrant e Tassy (2008, p. 283), afirmam que restam apenas duas a três espécies vivas da ordem Proboscidea, sendo os elefantes os únicos representantes. Os autores relatam ainda que há evidências de cerca de 180 espécies que permitem realizar uma história taxonômica da ordem através dos estudos fósseis.

Segundo Paula-Couto (1979 *apud* CHAVES, 2018, p. 14) análises indicam que os proboscídeos são oriundos da África, e surgiram durante o Eoceno, se distribuíram pela Eurásia chegando a América pelo estreito de Bering. As descobertas de Gheerbrant (1996) e Gheerbrant *et al.* (2002) reforçam esta teoria. Os autores conseguiram recuperar de vendedores, um fóssil do que até o presente momento é reconhecido como o mamífero gigante mais antigo da África. (GHEERBRANT *et al.*, 2002, p. 494).

A história evolutiva desses animais, bem como suas variações morfológicas são contadas pelos vários fósseis já identificados dessa ordem. Um dos proboscídeos mais basais já registrado é *Phosphatherium escuilliei*, da África, representado por dois maxilares fragmentados, este exemplar provavelmente viveu a cerca de 55 Ma. no início do Eoceno. (GHEERBRANT, 1996, p. 181).

Embora os proboscídeos existentes durante o Quaternário (famílias *Elephantidae* e *Gomphotheriidae*, entre outras) tenham características morfológicas bastante conspícuas para Proboscidea, como proboscídeo muito desenvolvida, presas hipertrofiadas, grande tamanho corporal, postura graviportal e substituição dentária horizontal, tais características não estavam presentes em proboscídeos basais, como em *Phosphatherium* e *Barytherium* Andrews, 1901. Shoshani (1998) aponta que as principais características compartilhadas por proboscídeos são os incisivos alargados, perda dos primeiros pré-molares, esmalte dentário com secção transversal do prisma em forma de fechadura e o rádio posicionado em posição de pronação. (MOTHÉ, 2016, p. 13).

Como exposto por Mothé (2016), no início da evolução a ordem dos proboscídeos apresentava porte pequeno e não ostentavam presas muito alongadas sendo seu aumento de tamanho e o desenvolvimento das presas uma consequência evolutiva. As primeiras espécies da ordem dos proboscídeos exibiam um pequeno alongamento dos incisivos superiores e inferiores. (MOTHÉ, 2016, p. 13).

Eles estiveram presentes em quase todo o globo terrestre exceto na Antártida e na Austrália (GOHLICH, 1999, p. 1), com uma distribuição geográfica que inclui o continente Sul-Americano. Na América do Sul eles são representados pela família

Gomphotheriidae, conhecidos vulgarmente como “mastodontes Sul-Americanos”, compondo a megafauna do Pleistoceno. (MOTHÉ, 2016, p. 18).

A família *Gomphotheriidae* surge durante a segunda radiação da ordem dos proboscídeos na época do Mioceno, nesse momento a dispersão dos continentes já era muito parecida com o atual cenário. Nessa época eram abundantes as plantas herbáceas e gramíneas sendo um excelente condicionante para o desenvolvimento de *Gomphotheriidae* e outros proboscídeos. (SILVA, L., 2015, p. 101).

De acordo com Silva, L. (2015, p. 17), a família *Gomphotheriidae* abrange, desde os gonfoterídeos de pequeno porte, com crânio curto, como os de “queixo” longo (ou longirrostrinos). Em relação a dentição, possuíam dentes pré-molares, e dois pares de incisivos superiores e inferiores. Essa descrição corresponde a animais como *Platybelodon* (Figura 5). As análises de seu crânio permitiram constatar dois pares de presas pouco desenvolvidos (tetrabelodontes), que formavam em conjunto com a boca uma espécie de pá. (SILVA. L., 2015, p.17).

Figura 6 - Representação de *Platybelodon*

Fonte: Pinterest. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/609604499548628524/>. Acesso em: 10 jun. 2022

A diversidade da família dos gonfoterídeos compreende animais de pequeno porte, mas inclui também os gonfoterídeos do Pleistoceno de tamanho próximo a três metros de altura. Esses animais de grande porte eram dotados de crânio mais elevado e “queixo” curto (sínfise mandibular curta), brevirrostrinos. Ao contrário dos gonfoterídeos de pequeno porte, esses animais possuíam apenas um par de presas (incisivos) bem desenvolvidos (dibelodontes), tendo suas características bem semelhantes aos proboscídeos vivos. Durante sua evolução a estrutura do seu crânio passou de uma sínfise mandibular longa para curta assim sugere-se que houve também uma redução na quantidade de dentes na arcada. (SILVA. L., 2015, p. 17).

As características físicas dentro da família *Gomphotheriidae* são muito diversificadas, levando em consideração sua ampla distribuição geográfica e seu longo período de existência. Tratando-se de fósseis, reconstituições morfológicas se tornam muito complexas.

Larramendi (2016, p. 548), estima que decorrente da grande distribuição geográfica da família *Gomphotheriidae*, a pelagem tenha sido mais ou menos volumosa. Espécies da família viventes em áreas muito frias que sobreviveram a

glaciações, provavelmente apresentavam uma grande camada de pelos para auxiliar na termorregulação. Já espécies presentes em ambientes com clima mais ameno, não possuíam um grande volume de pelos no corpo.

O tamanho das orelhas das espécies extintas pode ser deduzido de acordo com sua distribuição geográfica, o tamanho da orelha está diretamente relacionado a espessura da pele que provavelmente possuía caráter termo regulatório. As espécies de *Gomphotheriidae* adaptados a climas frios, possuíam orelhas mais grossas e menores. Característica presente no mamute lanoso adaptado a climas frios, por exemplo, estes tinham orelhas grossas, perto dos 40mm e com altura próxima de 30 cm. Os animais provenientes de locais mais quentes, possuíam orelhas maiores e mais finas para auxiliar no resfriamento do corpo. A título de comparação, o elefante da savana é o exemplo dessa alteração evolutiva. Sua orelha é bem fina, cerca de 10 mm e com mais e 1 m de altura. (LARRAMENDI, 2016, p. 543).

O autor estima que algumas espécies de *Gomphotheriidae* podem ter chegado ou ultrapassado 6 toneladas; *Notiomastodon platensis*, provavelmente atingia 6 toneladas com uma altura de 3 metros no ombro. Além disso, Larramendi (2016) analisou que os ossos de espécies extintas em alguns casos têm uma espessura maior em relação aos proboscídeos ainda vivos. A justificativa para tal é que nos pontos de sustentação dos ossos algumas espécies de *Gomphotheriidae* sofriam maior estresse por conta do peso excessivo. (LARRAMENDI, 2016, p. 552).

A largura em relação a amplitude da pelve também é superior aos proboscídeos ainda vivos, subentende-se assim que as espécies extintas de *Gomphotheriidae* eram mais robustas do que os elefantes atuais. (LARRAMENDI, 2016, p. 556).

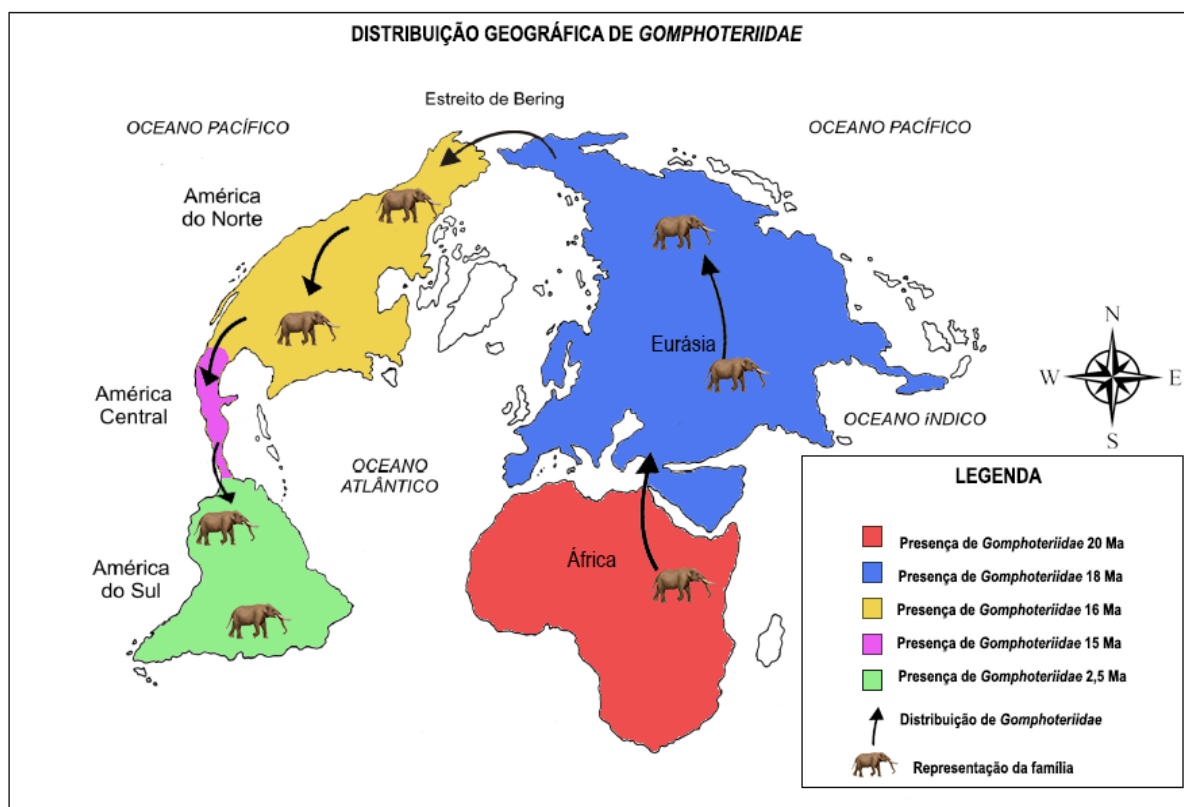
A partir de alguns fragmentos ósseos pós-cranianos pertencentes a *Notiomastodon platensis*, Larramendi (2016), elabora uma possível reconstituição do esqueleto do animal. Os fragmentos utilizados como base foram, um úmero medindo 866mm um fêmur com medida de 965mm e uma largura da pélvis de 1500mm. Com esses parâmetros, ele supõe que o animal possuía 2,5 metros de altura e cerca de 4,4 toneladas. (LARRAMENDI, 2016, p. 572).

As características dos dentes que diferenciam *Gomphotheriidae* de outros proboscídeos são, a presença de molares bunodontes, ou seja, em seus molares

existem pontas agudas e não apresentam pré-molares. Outra característica bem marcante é a forma de desgaste que geralmente aparece em formato de trevo simples e/ou duplo. (MOTHÉ, 2016, p. 128)

3.2 HISTÓRICO DAS PESQUISAS SOBRE MASTODONTES NA AMÉRICA DO SUL

De acordo com Mothé (2016, p. 13), dentro da ordem dos proboscídeos a família *Gomphotheriidae* é a que possui a maior diversidade e seus registros fósseis são datados desde o início do Mioceno (Figura 1); os mais antigos datam de 20 milhões de anos provenientes da África, e esses animais estiveram presentes nesse continente até o início do Holoceno. A partir das datações dos fósseis, tudo indica que esse animal se disseminou da África para a Eurásia, os restos encontrados na Europa e Ásia são de cerca de 18 milhões de anos atrás. Posteriormente a família se expandiu para a América do Norte, local onde os fósseis mais antigos datam de 16 milhões de anos. A chegada da família na América Central ocorre durante o Mioceno inferior. Posteriormente no início do Pleistoceno esses indivíduos chegam a América do Sul graças ao GIBA (Grande Intercâmbio Biótico Americano).

Figura 7 - Distribuição geográfica de *Gomphotheriidae*

Fonte: o autor.

Como mencionado, o fator crucial para a disseminação dos proboscídeos no Brasil, estritamente a família *Gomphotheriidae* se deu a partir do Grande Intercâmbio Biótico Americano (GIBA), a chegada desta família na América do Sul, possivelmente ocorreu há cerca de 2,6 milhões de anos atrás. Esse evento desenrolou-se devido ao surgimento do Istmo do Panamá que possibilitou que animais da megafauna da América do Norte migrassem para a América do Sul e vice-versa. (MOTHÉ, 2016, p. 18).

A afirmativa da chegada de *Gomphotheriidae* na América do Sul no início do Pleistoceno é baseada no registro de um fragmento fóssil encontrado na Argentina, datado de cerca de 2,5 Ma. Sendo este, o mais antigo descrito até o momento, e comprova a chegada dos proboscídeos em solo Sul-Americano, pós soerguimento do Istmo do Panamá. (MOTHÉ, 2012, p. 21).

Na América do Sul, o registro mais antigo associado à *Gomphotheriidae*, com exceção de *A. peruvium*, é uma vértebra fragmentada proveniente da formação Uquia, na Argentina. Para este espécime foi encontrada uma idade de 2,5 Ma, correspondendo ao Pleistoceno Inferior (Uquianense) (LOPEZ et al., 2001; REGUERO et al., 2007). Todos os demais restos de *Gomphotheriidae* na América do Sul são associados ao Pleistoceno Médio e Superior. (PRADO et al., 2005 apud MOTHÉ, 2012, p. 21).

De acordo com Marcon (2007) e Chaves (2018), as primeiras descobertas registradas para os proboscídeos na América do Sul se referem a dois dentes molares fossilizados. Estes restos foram coletados pelo geógrafo e naturalista Alexander Von Humboldt, na região dos Andes. (CHAVES, 2018, p. 18). De acordo com Marcon (2007, p. 15), outras amostras também foram coletadas por Dombey na mesma região.

Recentemente, Mothé (2016), realizou uma nova proposta de trabalho intitulada: “Revisão Sistemática de *Gomphotheriidae* (Mammalia, Proboscidea)”. Neste artigo, a autora propõe uma revisão taxonômica dos gêneros de proboscídeos presentes na América do Sul, buscando uma definição das espécies presentes no continente. Será exposto a seguir um breve histórico dos estudos feitos sobre a família *Gomphotheriidae* em território Sul-Americano.

Alguns trabalhos anteriores a Mothé (2012;2016), consideravam a existência de três gêneros para a América do Sul, *Cuvieronius hyodon*, *Stegomastodon platensis* e *Haplomastodon chimborazi*. Outros autores consideravam dois gêneros válidos, mas desmembrando-os em três espécies, *Cuvieronius hyodon*, *Stegomastodon platensis* e *Stegomastodon waringi*. (MOTHÉ, 2012, p. 3).

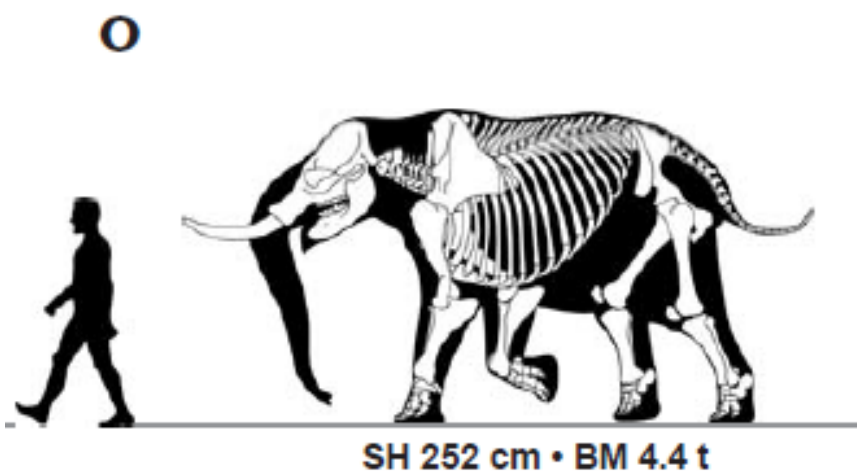
Os trabalhos mais atuais levam em consideração a definição de Mothé (2016). Sendo assim, os proboscídeos sul-americanos são divididos em dois gêneros. *Notiomastodon* Cabrera, 1929, com maior disseminação e outro com menor disseminação, *Cuvieronius* Osborn, 1923. (MOTHÉ, 2016, p. 18).

Figura 8 – Características gerais de *Notiomastodon platensis*

Notiomastodon

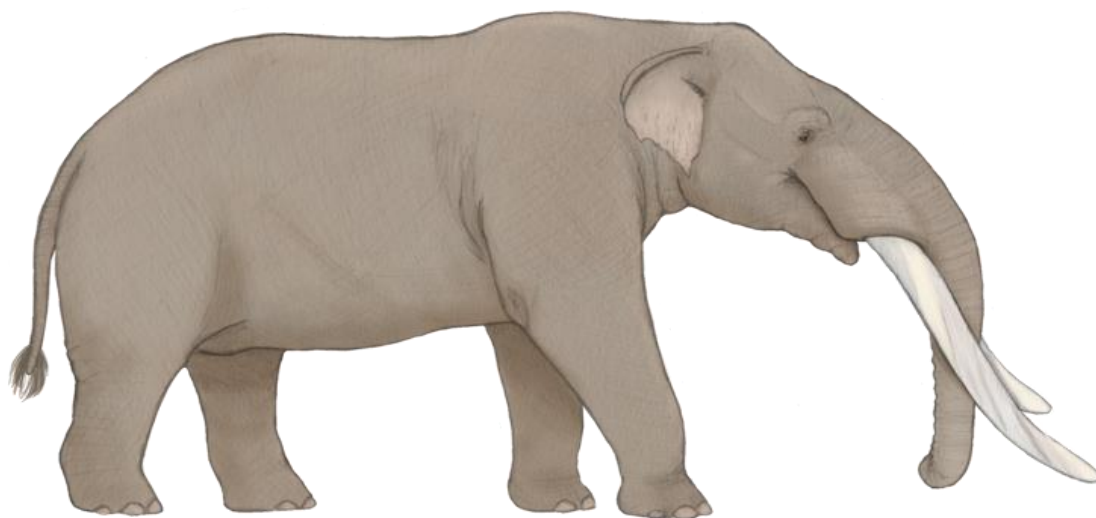
N. platensis MECN 82

sex male	age 35	size group –
humerus 866	femur 965	pelvis 1500



Fonte: Larramendi, (2016, p. 572). Disponível em:
<https://www.app.pan.pl/archive/published/app61/app001362014.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022

Figura 9 - Representação de *Cuvieronius hyodon*



Fonte: Wikimedia. Disponível em:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cuvieronius_hyodon_Mexico.png. Acesso em: 04 ago. 2022.

Esses dois gêneros presentes na América do Sul compreendem cada um uma espécie, evidenciado abaixo.

Apenas duas espécies de gonfotérios são propostas para a América do Sul: *Notiomastodon platensis* Ameghino, 1888 e *Cuvieronius hyodon* Fischer, 1814 (Mothé *et al.*, 2012, 2013; Mothé & Avilla, 2015). Seus amplos registros, reunidos aos das preguiças Megatheriidae, *Eremotherium laurillardi* Lund, 1842 e *Megatherium americanum* Cuvier, 1796, e do notoungulado, *Toxodon platensis* Owen, 1840, indicam que estes eram alguns dos integrantes mais característicos da fauna de megamamíferos sul-americanos durante o Pleistoceno. (Paula-Couto, 1979 *apud* SILVA. L., 2015, p.15).

Como mencionado, no atual momento da evolução das pesquisas sobre a família *Gomphotheriidae* existe certo consenso em relação as espécies presentes no Brasil e na América do Sul. Entretanto durante a definição de gêneros e espécies houve muita divergência.

Shoshani (1996) interpreta *Gomphotheriidae* como o grupo de proboscídeos composto por todos os táxons do Neógeno que possuem posição taxonômica incerta, isto é, aqueles que não são claramente inclusos em *Stegodontidae* ou *Elephantidae*, ou que possuem molares bunodontes (considerado por este autor como o “plano geral de um gonfotério”). Devido a sua composição sensivelmente subjetiva, Shoshani (1996) tacha *Gomphotheriidae* como o “wastebasket” (cesto de lixo) de Proboscidea. (MOTHÉ, 2016, p.14).

No que diz respeito a classificação dos táxons, partindo de um olhar da distribuição geográfica, a nível mundial adota-se a divisão entre gonfotérios do Velho Mundo e do Novo Mundo. Este critério não é utilizado como um parâmetro totalmente assertivo de subdivisão, mas constantemente é utilizado de maneira didática para a distinção de gêneros e espécies. (MOTHÉ, 2016, p. 23).

Tassy (1996b) *apud* Marcon (2007, p. 11) afirma que:

Esta família é subdividida em dois grupos, gonfoterídeos trilofodontes do Velho Mundo e gonfoterídeos do Novo Mundo. Os gonfoterídeos trilofodontes do Velho Mundo estão representados por um único gênero, *Gomphotherium Burmeister*, 1837. Os gonfoterídeos do Novo Mundo incluem *Rhynchotherium Falconer*, 1866, *Eubelodon* Barbour, 1924 e os gêneros sul-americanos.

Entretanto, Mothé (2016, p. 23), discorda com essa divisão por critérios geográficos afirmando que:

Outra subdivisão em dois grupos é sugerida (Tassy, 1996), reunindo-se em um grupo os gonfotérios do Velho Mundo (“gomphotheres 1” de Tassy, 1996), que inclui somente o gênero *Gomphotherium*, e em outro os gonfotérios do Novo Mundo (“gomphotheres 2” de Tassy, 1996), que inclui os gêneros

Rhynchotherium, *Eubelodon*, *Notiomastodon*, *Cuvieronius*, *Stegomastodon* e ainda o asiático *Sinomastodon* (Figura 1C). Porém, nesta subdivisão, os gonfotérios tetralofodontes - *Tetralophodon*, *Anancus* e *Paratetralophodon* - são excluídos da família *Gomphotheriidae*, bem como o gênero *Gnathabelodon*.

Identifica-se um “passado nebuloso” em relação a história taxonômica de *Gomphotheriidae*, mesmo que tratando apenas das espécies presentes na América do Sul. (MOTHÉ, 2012, p. 3).

Busca-se aqui, realizar um resgate histórico das principais propostas que contribuíram para a atual nomenclatura adotada, e para a definição das espécies que estiveram presentes na América do Sul.

Quem inicialmente se propôs a elaborar classificações a respeito desses animais foi Cuvier no ano de 1806, seu primeiro objeto de estudo foi um segundo molar esquerdo. Este classificou os “mastodontes” presentes em território Sul-Americano em duas espécies *Mastodon andium* e *Mastodon humboldtii*. Desse momento em diante surge uma série de autores propondo novos gêneros e espécies para os “mastodontes” Sul-Americanos. (ALBERDI; PRADO, 1995, p. 280-281).

Somente em 1824, CUVIER estabeleceu os nomes *Mastodon andium* para o espécime de Imbabura e *M. humboldtii* para um espécime proveniente de Concepción, no Chile. Antes deste estudo, FISCHER (1814) analisou o espécime de Imbabura e o nomeou como *Mastotherium hyodon*. Durante o início do século XX, o nome *Mastodon andium* era usado para a espécie de *Gomphotheriidae* encontrada nos Andes e *Mastodon humboldtii* para a encontrada nas planícies (BOULE & THEVENIN, 1920 *apud* MOTHE, 2012, p. 4).

Chaves (2018), apresenta a nomenclatura *Mastodon brasiliensis* utilizada por Lesson (1842), o termo foi designado para um espécime de Minas Gerais que já havia sido descrita, porém sem classificação. Logo após, Ameghino (1889) estabelece para o Pampeano Argentino quatro espécies diferentes sendo elas: *Stegomastodon platensis*, *Stegomastodon superbus*, *Stegomastodon argentinus* e *Stegomastodon rectus*. (CHAVES, 2018, p. 19).

Posteriormente, em 1923 Osborn define o gênero *Cuvieronius* se referindo ao gonfoterídeo da planície. Em 1926 ele estabelece o gênero *Cordillerion*. De acordo com Mothé (2012), Osborn propõem esses dois gêneros para evidenciar as diferenças entre esses dois gonfoterídeos, sendo que *Cuvieronius* correspondia respectivamente

a *Mastodon humboldtii* e *Cordillerion* a *Mastodon andium*. “CABRERA (1929) considerou *Cordillerion* como sinônimo subjetivo junior de *Cuvieronius*, entretanto, ele utilizou o nome *Cuvieronius* para a espécie Andina [...]” (MOTHÉ, 2012, p. 5).

Segundo Mothé (2012), essa classificação utilizada por Cabrera (1929) vai contra a seguinte regra do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica: Espécie tipo pela designação original. Mesmo assim outros autores estiveram de acordo com sua proposta. Dessa forma, Cabrera (1929) estabelece *Cuvieronius* como a espécie presente nas regiões montanhosas dos Andes. (MOTHÉ, 2012, p. 5).

Além de definir *Cuvieronius* como sendo o gonfoterídeo presente nos Andes, Cabrera (1929) também foi responsável pela revisão de amostras coletadas na Argentina e sinonimizou esses indivíduos ao gênero *Stegomastodon* já descrito pelo paleontólogo Ameghino. (MOTHÉ, 2012, p. 14).

Cabrera (1929) fez uma revisão dos mastodontes da Argentina. Neste trabalho sugeriu que mastodontes e elefantes devem ser agrupados em uma subordem, Elephantoidea, com três famílias: *Gomphotheriidae*, que inclui as formas com molares bunolofodontes; *Mammutidae*, com molares zigodontes e *Elephantidae*, que inclui os elefantes e estegodontes. Cabrera também propôs um novo gênero, *Notiomastodon* e criou a subfamília *Cuvieroninae*, que se diferencia de *Anancinae* pela presença de banda de esmalte nas defesas superiores. (CHAVES, 2018, p. 19).

Durante a evolução das classificações surge ainda mais um novo gênero, *Haplomastodon* proposto por Hoffstetter, baseado na morfologia das vertebrae cervicais dos espécimes estudados por ele. Para Hoffstetter, essa é uma característica plausível de distinção dos gêneros, para diferenciar *Haplomastodon* e *Stegomastodon*. (CHAVES, 2018, p. 19).

HOFFSTETTER (1950) propôs *Haplomastodon* como subgênero de *Stegomastodon* e, em trabalho posterior (HOFFSTETTER, 1952), elevou *Haplomastodon* a nível genérico baseando-se na ausência de forame transversal no atlas. No mesmo trabalho, dividiu os mastodontes do Equador em dois subgêneros, *H.(Haplomastodon) chimborazi* e *H.(Aleamastodon) guayanensis* porque percebeu, neste último, a presença de forame transversal no eixo. Considerou também, todos os espécimes provenientes do Brasil como *S. brasiliensis*, Hoffstetter, 1952. (HOFFSTETTER, 1952 *apud* MARCON, 2007, p. 17).

Por conseguinte, anos depois Simpson e Paula Couto (1957) elaboraram um novo estudo alusivo aos gonfoterídeos brasileiros. Os autores fizeram uma análise referente aos subgêneros propostos anteriormente para *Haplomastodon*, e definiram que a variação nas vertebrae cervicais não seria uma característica plausível para

estabelecer um subgênero. Sendo assim, Simpson e Paula Couto consideram todos os espécimes brasileiros como *Haplomastodon waringi*. (CHAVES, 2018, p. 19).

Para Madden (1984 *apud* CHAVES, 2018, p. 20), os proboscídeos que estiveram presentes na América do Sul não são do gênero *Stegomastodon*, sendo assim o autor propõem a utilização de *Notiomastodon* para classificar os espécimes presentes no território sul-americano, substituindo *Stegomastodon platensis* e *Haplomastodon* propostos anteriormente. Outro autor propõem uma nova classificação, Ficarelli (1994) considera que todas as espécies pertencentes ao gênero *Haplomastodon* devem ser classificadas como *Haplomastodon chimborazi*. Além disso, propõem também uma única espécie para o gênero *Cuvieronius* na América do Sul *Cuvieronius tarijensis*. (CHAVES, 2018, p. 20).

No século XXI as pesquisas referentes aos proboscídeos Sul-Americanos se acentuam. Concomitantemente as propostas de classificação de família, gênero e espécies suscitam ainda mais debates em busca de uma definição exata. (CHAVES, 2018, p. 20).

Alberdi et al. (2002) incluíram todas as formas sul-americanas na família *Gomphotheriidae*, reconhecendo dois gêneros, *Cuvieronius* e *Stegomastodon*, e três espécies, *C. hyodon*, *S. waringi* e *S. platensis*. Concordam com Simpson e Paula Couto (1957) que no Brasil há apenas uma espécie de gonfoterídeo, considerando todos os espécimes como *S. waringi*, assim como os restos encontrados no Equador. Concluíram que o gênero *Cuvieronius* habitava regiões mais altas, de clima mais frio, enquanto *Stegomastodon* viveu em planícies de clima mais quente e úmido. (ALBERDI et al., 2002 *apud* CHAVES, 2018, p. 20).

Em 2008 é elaborada uma nova revisão dos gonfoterídeos presentes na América do Sul, dessa vez realizado por Ferretti.

Ferretti (2008) fez uma revisão dos mastodontes sul-americanos e utilizou "*Stegomastodon*" *platensis*, considerando que há dúvidas sobre a classificação de Cabrera (1929), que incluiu as duas espécies sul-americanas em *Stegomastodon*. Ferretti (2008) ainda disse que seus dados dão suporte à utilização de *Notiomastodon* para todas as espécies de proboscídeos da América do Sul, incluídas em *Stegomastodon*, como proposto por Madden (1984). Além disso, o autor também mencionou que a morfologia do material tipo de *Amahuacatherium peruvium* sugere pertencer a *Haplomastodon* (= *Notiomastodon*). (FERRETTI, 2008 *apud* CHAVES, 2018, p. 20).

Em 2012 ocorre uma nova revisão sistemática dos proboscídeos da América do Sul, tentando esclarecer as variações morfológicas e filogenéticas dos espécimes

da família *Gomphotheriidae* no território sul-americano e brasileiro. (CHAVES, 2018, p. 21).

Mothé et al. (2012) também revisaram os proboscídeos da América do Sul e concluem que apresentam muitas variações morfológicas como robustez, curvatura das defesas, complexidade dos molares, dentre outros caracteres utilizados para a identificação dos proboscídeos, não poderiam ser utilizados para identificação, por serem variáveis em ambas espécies sul-americanas. Sugeriram o gênero *Notiomastodon*, proposto por Cabrera (1929), como a espécie ocorrente no continente, com uma nova combinação, *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888). (CHAVES, 2018, p. 21).

De acordo com Chaves (2018), os trabalhos mais recentes de revisão foram feitos por Lucas (2013) e Mothé, et al. (2017). Para Lucas, houve a ocorrência de apenas 2 gêneros de gonfoterídeos na América do Sul, sendo eles *Cuvieronius* e *Notiomastodon* (= *Haplomastodon*). O autor menciona que o gênero *Stegomastodon* muito usado em outras propostas de classificação tem ocorrência restrita para a América do Norte. Mothé, et al. (2017) analisou os registros dos proboscídeos na América do Sul e concordando com Lucas descarta a possibilidade da existência de *Stegomastodon* para esse continente, além disso descartam também a ocorrência de *Amahuacatherium*, que havia sido descrita anteriormente por Romero-Pittman (1996). (CHAVES, 2018, p. 20-21).

Embora o gênero *Stegomastodon* tenha sido assinalado a duas espécies sulamericanas de gonfoterídeos por CABRERA (1929) e, posteriormente, associado a outras espécies sulamericanas por outros autores (HOFFSTETTER, 1950; 1952; ALBERDI & PRADO, 1995), as espécies sul e norte americanas diferem morfológicamente em muitas características diagnósticas apontadas para o gênero, descrito primeiramente para a América do Norte. (MOTHÉ, 2012, p. 63).

Mothé (2012), em sua revisão sistemática, elenca algumas características morfológicas que embasam sua revisão taxonômica, a morfologia das presas superiores é o primeiro ponto destacado. A autora cita que nas espécies sul-americanas suas presas variam de retas a curvadas e a presença de esmalte não é uma regra. A estrutura dos molares também se difere entre os espécimes norte e sul-americanos, bem como a estrutura mandibular. (MOTHÉ, 2012, p. 39).

Após a revisão taxonômica do gênero *Stegomastodon* e reconhecimento dos seus padrões biogeográfico e cronológico, reconheceu-se que a espécie sulamericana *S. platensis* não corresponde a este gênero.

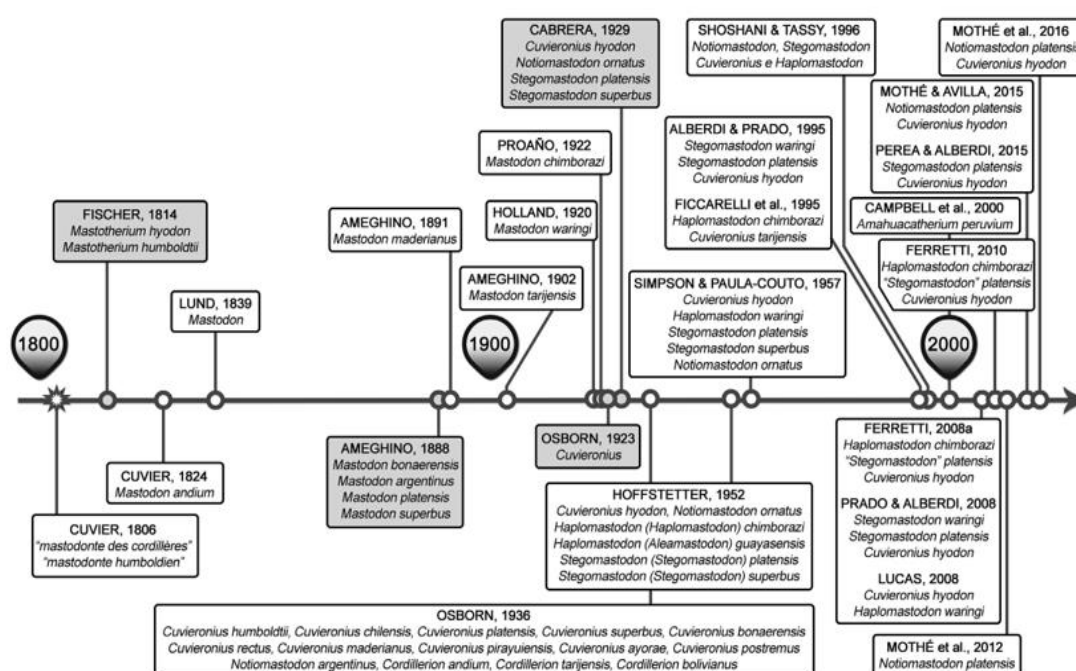
Por sua vez, esta foi submetida a uma revisão taxonômica, juntamente com a outra espécie de gonfoterídeo sulamericano de planície, *Haplomastodon chimborazi*. A revisão taxonômica destes gonfoterídeos demonstrou que

estes pertencem a uma única espécie, *Notiomastodon platensis*, combinação previamente sugerida por MADDEN (1984) e corroborada por FERRETTI (2008a). (FERRETTI, 2008a *apud* MOTHÉ, 2012, p. 63).

Outro fator preponderante na definição taxonômica foi o aspecto geográfico, como um fator de distinção entre *Stegomastodon* e *Notiomastodon*. De acordo com Mothé *et al.* (2017), até o momento só são conhecidos registros de *Stegomastodon* para o continente norte americano. Já *Notiomastodon* ocorre somente no continente sul-americano. Além disso, seus registros temporais também são distintos *Stegomastodon* esteve na América do Norte entre o Plioceno-Pleistoceno Médio. *Notiomastodon* tem registros do Pleistoceno Médio até o início do Holoceno. (CHAVES, 2018, p. 22).

Mothé *et al.* (2017), elabora um quadro cronológico resumindo a taxonomia dos proboscídeos sul-americanos, citando os autores que cunharam a nomenclatura de cada suposta espécie e suas respectivas datas.

Figura 10 – Visão histórica da classificação de *Gomphotheriidae*



Fonte: (MOTHÉ *et al.* 2017, p. 4). Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/308794161_Sixty_years_after_%27The_mastodonts_of_Brazil%27_The_state_of_the_art_of_South_American_proboscideans_Proboscidea_Gomphotheriidae?enrichId=rgreq-b6fb3c6462103cb872632fb44aaef946-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwODc5NDE2MTtBUzo1NjAyNjQwMTU2MDU3NjBAMTUxM DU4ODc1ODI3Mw%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf. Acesso em: 06 jun. 2022

As explicações sobre a evolução dos proboscídeos e a disseminação destes pelo mundo auxilia os paleontólogos a compreenderem os hábitos desses animais e seus padrões de comportamento. O presente capítulo tratou de maneira sintetizada as principais tentativas de classificação de *Gomphotheriidae* com ênfase para os espécimes encontrados na América do Sul.

Muitos fósseis foram relatados em diferentes localidades, em momentos da história que a comunicação entre cientistas era muito mais difícil do que é atualmente. Portanto, cada nova descoberta em diferentes países da América do Sul gerava novas tentativas de classificação, dificultando assim um consenso entre os paleontólogos.

Atualmente sabe-se que a única espécie encontrada no Brasil é *Notiomastodon platensis*, mas sua classificação biológica ainda gera certas dúvidas. Mothé (2016, p. 134) afirma que, em sua análise os proboscídeos sul-americanos da espécie *Notiomastodon platensis* possivelmente pertençam a uma nova família da ordem Proboscídea, que não *Gomphotheriidae*. Essa afirmação ainda necessita de mais estudos e análises. Levando em conta que essa hipótese levantada por Mothé é muito recente e ainda não é adotada por todos os pesquisadores da área.

4 POSSÍVEIS CENÁRIOS PALEOCLIMÁTICOS E PALEOAMBIENTAIS PARA O PLEISTOCENO NA AMÉRICA DO SUL

Os fósseis podem fornecer diversos testemunhos a respeito das modificações pelas quais a Terra passou. O tipo do fóssil e a descrição do local do seu encontro permitem em muitos casos elucidar as características do ambiente. Existem fósseis que possuem condições extremamente particulares para sua existência. Estas condições possibilitam descrever o provável ambiente e o clima correspondente. Alguns fósseis de animais possibilita a interpretação de fácies, ou seja, diferentes ambientes. Além dos fósseis os sedimentos presentes no sítio e o tipo de formação das rochas do local do encontro destes restos também permitem inferir a respeito das condições ecológicas predominantes. (MAGALHÃES, 2016, p. 21).

Carvalho (2004, p. 237) afirma que as espécies se associam ao ambiente de acordo com as suas necessidades de sobrevivência. Ele aponta que existem espécies consideradas generalistas (eurióticas) que possuem amplo espectro de tolerâncias a variados ecossistemas. As espécies estenóticas que são especializadas em viver em locais restritos. E as denominadas oportunistas que possuem as características de colonizadores, elas aumentam suas taxas de natalidade, resistência e realizam fácil adaptação a novas áreas.

Quando as modificações se relacionam com a adaptação ao ambiente tem-se os denominados ecótipos da espécie, com variedades ou ecofenótipos que podem ser úteis a avaliação paleoambiental. Além disso a estrutura da população varia em períodos distintos, conforme a reprodução, sazonalidade e disponibilidade de recursos. Essa dinâmica populacional também pode contribuir para uma análise paleoambiental. Dessa forma, compreender a maneira de adaptação ao meio dos proboscídeos atuais, e sua dinâmica de vida auxilia na reconstrução de um cenário pretérito. (CARVALHO, 2004, p. 237-239).

Claro está que o cenário passado não corresponderá circunstancialmente em todos os aspectos a atualidade, pois deve-se considerar a teoria da evolução proposta por Darwin (2003); onde a ancestralidade hereditária e a seleção natural contribuem para a diversificação das populações.

As características dos representantes da família *Gomphotheriidae* na América do Sul, se assemelham aos gêneros dos elefantes atuais não somente no quesito morfológico de sua estrutura corporal. Um fator de destaque é a semelhança na alimentação entre os gêneros extintos e os ainda presentes no planeta.

Os elefantes africanos têm seu padrão de alimentação considerado herbívoro generalista. Em suma sua dieta consiste em uma gama bem variada de gramíneas, ervas, folhagens e cascas de árvores, além de frutas. Já os elefantes asiáticos têm sua dieta predominantemente composta de gramíneas, e complementada com plantas lenhosas. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 46).

Em uma análise de micro desgastes e micro fósseis em dentes de gonfoterídeos Sul-Americanos, Asevedo *et al.* (2012), identificaram possíveis semelhanças entre as dietas dos proboscídeos extintos e atuais. É intuitivo que estes animais teriam semelhanças em suas dietas. Entretanto, essa afirmativa só tem validade através de análises científicas. Os autores trabalham de maneira pioneira na análise conjunta de micro desgastes em molares, e micro fósseis obtidos a partir do cálculo dentário presente nos molares dos animais estudados. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 43)

Os fragmentos fósseis de molares utilizados no trabalho de Asevedo *et al.* (2012) foram coletados na localidade de Águas do Araxá-MG. Esse é um importante afloramento fossilífero, já descrito anteriormente por Simpson e Paula Couto (1957). Nesse local foram encontrados muitos fragmentos de esqueletos e dentes de vários indivíduos, possibilitando uma análise ampla. No trabalho de Asevedo *et al.* (2012) intitulado: *Ancient diet of the Pleistocene gomphothere Notiomastodon platensis (Mammalia, Proboscidea, Gomphotheriidae) from lowland mid-latitudes of South America: Stereomicrowear and tooth calculus analyses combined*, os autores analisaram um total de 35 molares superiores e inferiores. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 43).

Para análise de micro fósseis foram utilizados 19 molares, dos quais foram extraídas 33 amostras de cálculo dentário. O método consiste na raspagem do cálculo dentário do molar, o material extraído é então submetido a um processo químico para retirar as impurezas e posteriormente submetido a análise no microscópio. Com isso é possível identificar fitólitos, micro fósseis e pólenes presentes no cálculo dentário e

dessa forma reconhecer quais eram os tipos de vegetação consumida pelos indivíduos. Durante as análises foram encontrados grãos de pólen da família *Polygonaceae*, essa família corresponde as plantas como arbustos e ervas. Um esporo de *Polypodiaceae*, plantas quem em sua maioria são epífitas ou rupícolas, ou seja, usam outras plantas ou rochas como suporte. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 47).

Do total de 35 molares estudados no trabalho, 21 foram selecionados para análise de micro desgastes. Esta é uma metodologia que analisa as ranhuras que a sílica da planta deixa no molar do animal ao ser ingerido. São identificados padrões de desgastes que auxiliam a tecer hipóteses de quais tipos de alimentos os gonfoterídeos sul-americanos consumiam: folhas, elementos de madeira, sementes, frutas, gramíneas. Sendo assim, o grau de desgaste analisado indica qual era o seu padrão de alimentação. Alimentos mais espessos e rígidos criam uma maior abrasão no dente. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 47).

Essa análise auxilia na interpretação paleoambiental do Pleistoceno. A partir dessas duas metodologias em conjunto é possível identificar os padrões de vegetação em determinada localidade. Constituindo assim um esboço paleoambiental do Pleistoceno em regiões de médias e baixas latitudes no Brasil. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 49).

Diante disso, é possível estabelecer para a América do Sul uma estimativa do cenário de dieta para os espécimes da família *Gomphotheriidae*. A análise de desgaste nos dentes foi comparada com uma base de dados de outros animais herbívoros, os ungulados. Propiciando assim determinar as possíveis categorias alimentares. Padrão de navegação; Padrão de pastagem ou Padrão de alimentação mista. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 44).

The “browsing pattern” term refers to species that consumed lignified portions of plants, leaves and fruits, but little or no grass. These, differentiate into leaf or fruit dominated. The “grazing pattern” is restricted to taxa with diet based on the consuming of grasses. The “mixed-feeding pattern” includes individuals in the transitional phase (browsing/grazing), either meal-by-meal or seasonally consuming some combination of dicotyledonous leaves and fruits and monocotyledonous grasses (Fortelius and Solounias, 2000; Solounias and Semprebon, 2002; Semprebon *et al.*, 2004, 2011; Semprebon and Rivals, 2007; Rivals and Semprebon, 2011). (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 44).

O padrão de navegação, está relacionado com o consumo de plantas lenhosas, folhas e frutas, com pouco ou nenhum tipo de gramínea. O padrão de pastagem é quase que restrito ao consumo de gramíneas. No caso do padrão misto, os indivíduos hora, adotam padrões mais próximos de navegação, e em outros momentos padrão de pastagem, essa alteração pode ocorrer entre uma refeição e outra ou variando de acordo com o clima, época do ano, e disponibilidade de alimento em determinado local. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 44).

Dessa maneira, os estudos feitos no trabalho de Asevedo *et al.* (2012) identificam que os desgastes presentes nos dentes de *Notiomastodon platensis* que foram objetos de estudo são compatíveis com uma dieta de padrão misto. É necessário salientar que as amostras analisadas no trabalho são provenientes da localidade de Águas de Araxá-MG, onde foram encontrados vários fósseis em uma única localidade. Estabelecendo esse padrão de dieta para os espécimes naquele determinado ambiente, sendo possível a ocorrência de variações em espécimes encontrados em outras localidades geográficas. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 49).

Segundo Asevedo *et al.* (2012), a alteração no tipo de alimentação de *Notiomastodon platensis* ocorre justamente pela sua vasta distribuição paleogeográfica, mas também está relacionada a disponibilidade de recursos e ao gradiente latitudinal das gramíneas C3/C4. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 49).

As nomenclaturas C3 e C4 estão relacionados com a maneira que ocorre a fotossíntese nesses dois tipos de plantas. Dois processos primários as diferenciam. A forma com que as plantas fixam o CO₂ proveniente da atmosfera em suas folhas. E o primeiro produto gerado após essa fixação. (LIRA, 2018, p. 26-27).

A fixação do CO₂ em plantas C3 ocorre por uma enzima chamada Rubisco, enquanto em plantas C4 a enzima PEP carboxilase é a responsável pela fixação do CO₂. “Em plantas C3, o primeiro produto da fotossíntese é o ácido fosfoglicérico composto por três carbonos; em plantas C4, encontra-se uma via bioquímica isolada, que leva à concentração de CO₂ nas folhas[...]”. (LIRA, 2018, p. 26-27).

Pode-se afirmar que a maioria das plantas possuem seu metabolismo C3, a título de curiosidade destaca-se a soja, feijão, café, trigo e todas as árvores. (TORMEN; TORMEN, 2022, n.p).

No caso das plantas C4, pode-se citar o capim-colonião, capim elefante, sorgo, cana de açúcar, caruru e amendoim-bravo, entre outras. Em síntese a maior parte das plantas C4 são gramíneas tropicais. (PAULILO *et al.*, 2015, p. 87).

A altitude também influencia diretamente na composição da vegetação, pois as variações altimétricas interferem diretamente na temperatura, proporcionando assim uma variação fitofisionômica e, por conseguinte, faunística. Asevedo *et al.* (2012) estabeleceram a análise de gradientes latitudinal baseados apenas na espécie predominante em baixas latitudes, (*N. platensis*) exclusivamente do Pleistoceno tardio, sendo datados dessa época os principais registros da espécie no Brasil. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 49)

Baseando-se em trabalhos publicados anteriormente, que utilizaram da metodologia de análise de isótopos, Asevedo *et al.* (2012), destacam que as oscilações climáticas durante todo o Pleistoceno, impactaram na disponibilidade de alimento para *Notiomastodon platensis*. No Pleistoceno médio com base em um espécime da Argentina, identificou-se um padrão alimentador misto com plantas C3 e C4. Na mesma localidade, porém, no Pleistoceno tardio é registrado uma dieta exclusiva de C3. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 49).

Essa alteração de vegetação justifica-se por conta dos climas frios e secos que predominaram no Pleistoceno tardio, fazendo com que as gramíneas C4 quase que desaparecessem, pois estas são mais adaptadas a climas tropicais. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p. 49).

Em latitudes superiores a 30°, é mais comum o surgimento de gramíneas C3 que tem uma maior facilidade de adaptação com o clima frio. Em latitudes médias e baixas é mais comum a presença de gramíneas C4. Asevedo *et al.* (2012), sugere que em latitudes entre 27° e menores, as gramíneas C4 já eram praticamente exclusivas nas dietas de *Gomphotheriidae*. Essa disponibilidade maior de C4 em latitudes próximas a 27° pode estar associada a um aumento da temperatura regional. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p.50).

Asevedo *et al.* (2012), traçando uma média das análises feitas anteriormente e durante seu trabalho, conclui que na América do Sul, *Notiomastodon platensis* apresentava um hábito alimentar de caráter generalista-oportunistas. Sua dieta

provavelmente consistia em plantas lenhosas, folhas e gramíneas. Ou seja, seu modo generalista e oportunista reforça a facilidade de adaptação ao meio e justifica sua grande dispersão geográfica. Uma vez que, na maioria dos ambientes os gonfotérios se adaptavam facilmente, extraindo os recursos necessários para sua subsistência. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p.49).

As análises da paleodieta de *Gomphotheriidae* contribuem diretamente para o entendimento do cenário fitogeográfico do Pleistoceno. Os microfósseis, fitólitos e pólenes extraídos de molares, identificam famílias de plantas presentes naquele momento. A identificação dos desgastes causados pela sílica presente nas plantas auxilia na compreensão de quais tipos de alimentos eram ingeridos pelo animal, como, folhas, cascas de árvores, frutos e sementes etc. Trazendo uma amostragem da vegetação durante o pleistoceno.

Não é possível responder com certeza quais eram as espécies vegetais presentes durante o Pleistoceno no Brasil. Mas com a determinação das paleodietas é possível compreender alguns tipos de plantas que compunham o cenário paleoambiental da época. Além disso, a disponibilidade variável de plantas em determinados momentos do Pleistoceno explica um pouco sobre o clima predominantes em determinados locais. Como exposto no caso das gramíneas C3 e C4 que tem sua disponibilidade alterada de acordo com o clima, gradiente latitudinal e outros fatores.

Considerando a latitude da área e as afirmações de Asevedo *et al.* (2012) é possível afirmar que onde foram coletadas as amostras do presente estudo, ocorreram oscilações climáticas que por consequência proporcionaram o aparecimento de mosaicos de campo e floresta ou até mesmo o avanço e recuo destas fitofisionomias. Essas afirmativas concordam com os trabalhos de análises de fitólitos na região sudoeste do Paraná, desenvolvidos por Calegari *et al.* (2017) e Paisani *et al.* (2016). Estas variações permitiram o aparecimento tanto de C3 como de C4 plantas que já foram confirmadas pela literatura como associadas a presença do *Notiomastodon* (ASEVEDO *et al.*, 2012, p.49). Estas características respondem muito bem ao comportamento oportunista e de navegação da espécie. (ASEVEDO *et al.*, 2012, p.44).

5 MEGA FAUNA SUL-AMERICANA

Animais de grande porte suscitam muita curiosidade na maioria das pessoas. Ao falar sobre esse tema, o primeiro pensamento que vem no imaginário da comunidade em geral são os dinossauros, e com certeza são os mais lembrados e adorados entre as crianças. Porém, esses não são os únicos animais de grande porte que estiveram presentes no planeta. Nesse capítulo será abordado um outro grupo de animais que também atingiu um tamanho muito expressivo, esse grupo de animais é conhecido como a megafauna de mamíferos do Pleistoceno. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 777).

Para tanto, se faz necessário de antemão estabelecer um parâmetro de análise e classificação do que são mamíferos da megafauna do Pleistoceno. Cientificamente como um animal é definido como pertencente a este grupo? Partindo de uma visão muito simplista e generalizada, um mamífero é denominado como membro da megafauna quando atinge um peso total acima de 45kg, ou quando a massa e o tamanho são superiores ao de um ser humano. Entretanto, essas duas definições não contemplam a proporção gigantesca que os animais da megafauna do Pleistoceno atingiram. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 777).

Como base para a definição da megafauna, será levado em consideração aqui a classificação de Avilla *et al.* (2012). Os autores definem a megafauna de mamíferos do Pleistoceno como os herbívoros que superavam os 500kg, e alguns carnívoros que atingiam mais de 200kg. A justificativa dos autores para essa diferenciação do conceito entre herbívoros e carnívoros parte de uma análise atual em que os maiores mamíferos herbívoros da América do Sul não são superiores a 250kg (anta brasileira), e os carnívoros dificilmente alcançam os 100kg (onça-pintada). Faz-se necessário estabelecer padrões distintos para herbívoros e carnívoros em relação a sua massa corporal. Entretanto é possível utilizar também como referencial, o dobro da massa corporal dos herbívoros e carnívoros atuais para se chegar na definição de megafauna. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 777).

Diante do exposto, já se tem a definição das proporções necessárias de um mamífero, seja ele herbívoro ou carnívoro, para ser considerado pertencente a megafauna. Avilla *et al.* (2012), conclui que atualmente não existe em território Sul-Americano, nenhum mamífero terrestre pertencente ao que se definiu como megafauna. Sendo que os últimos membros do grupo a existirem nessa região foram extintos ao fim do Pleistoceno, época na qual seus integrantes de maior massa corporal supostamente podiam atingir até seis toneladas. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 777).

De acordo com Avilla *et al.* (2012, p. 777), atualmente os exemplares mais expressivos de animais da megafauna, remontam ao continente africano, fazem parte dela:

[...]elefante(*L.africana*), o rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*), o rinoceronte-negro(*Diceros bicornis*) e o hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*), que são mamíferos que tem mais de uma tonelada, além da girafa (*G. camelopardalis*), bem próxima desse limite, totalizando 5 espécies. Considera-se aqui muito poucas espécies se compararmos às mais de 30 da Megafauna do Pleistoceno sul-americano (utilizando a definição aqui proposta).

Definido os parâmetros para determinar um animal como pertencente a megafauna, resta entender como estes animais chegaram até o território Sul-Americano. A grande maioria dos animais pertencentes a megafauna do Pleistoceno na América do Sul, emigraram da América do Norte, 32 gêneros Norte-Americanos foram identificados na América do Sul. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 782).

Entretanto, alguns animais que compunham a megafauna do Pleistoceno já estavam presentes na América do Sul antes das migrações ocorrerem. Durante o Paleoceno a América do Sul já era um continente ilhado, e continuou assim por um longo período, propiciando o desenvolvimento de uma fauna endêmica. Nesse período muitos animais se disseminaram, mas os únicos que permaneceram vivos durante o Pleistoceno foram os Xernarthra e os ungulados. Xernarthra representados por animais como as preguiças, tamanduás, tatus e gliptodontes. Os ungulados, representados por animais como toxodonte e macrauwênia. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 778-779).

A grande diversificação da megafauna na América do Sul ocorre quando os espécimes Norte-Americanos chegam até aqui. Essa invasão de táxons se deu com a emersão do Istmo do Panamá. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 780);

O Istmo do Panamá é resultado de movimentos tectônicos e atividades vulcânicas, teorias apontam que por volta de 14 milhões de anos atrás, já surgiam as primeiras ilhas onde posteriormente se formaria o Istmo. Gradualmente foram aumentando as porções de terra e sugere-se que por volta de 3 milhões de anos atrás, finalmente ocorre a união entre América do Norte e Central com a América do Sul. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 781).

A ligação entre os continentes possibilitou a dispersão de animais vindos do Norte para o Sul, e vice-versa. O Istmo do Panamá se torna um grande corredor migratório, diversificando a fauna e flora de ambos os continentes. Esse fluxo é conhecido cientificamente como Grande Intercâmbio Biótico Americano (GIBA). Estima-se que antes mesmo do fechamento completo da ponte entre os continentes já haviam migrado alguns animais do Norte para o Sul e vice-versa, porém em quantidades pouco expressivas. Mas é com o GIBA que acontece a grande explosão de migrações. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 781).

No fim do Plioceno, cerca de 2,7 milhões de anos atrás é que essa troca faunística inicia. A partir do GIBA a diversidade principalmente de mamíferos aumenta tanto no Norte quanto no Sul. Registros fósseis apontam que os táxons provenientes do Norte obtiveram maior sucesso em sua dispersão se comparados com os imigrantes que saíram do sul. A dispersão desigual de táxons provavelmente é consequência de uma distribuição geográfica dos espécimes holárticos na América Central, algum tempo antes do fechamento completo do Istmo, facilitando a sua dispersão após a ligação com a América do Sul. (NASCIMENTO; GALLO, 2020, p.22).

Registros fósseis identificam a presença de animais pertencentes a megafauna, até aproximadamente 10 mil anos atrás. Em toda a extensão temporal do Pleistoceno diversos espécimes estiveram presentes na América do Sul. Será destacado aqui alguns habitantes mais representativos, com ênfase para os táxons reconhecidos no Brasil. (NASCIMENTO; GALLO, 2020, p.23).

No grupo de seres vivos presentes durante o Pleistoceno, alguns tiveram uma grande representatividade no Brasil e coexistiram com o espécime analisado no presente trabalho. São eles: preguiça-gigante, tatu-gigante, toxodonte, *Procyon troglodytes*, paleolhama, macrauquênia, cavalo, *Hippidion principale*, tigre-dentes-de-

sabre, urso-de-focinho-curto e o gliptodonte. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 781; NASCIMENTO; GALLO, 2020, p.28-50).

A preguiça-gigante, o gliptodonte e o tatu-gigante estão inseridos na ordem Xenarthra. O primeiro possuía aproximadamente 6 metros de comprimento, com hábitos herbívoros, terrícolas (diferente das preguiças vivas atualmente), e viviam em bandos. Estima-se que o gliptodonte podia alcançar 4 metros de comprimento e eram herbívoros. O tatu-gigante atingia até 2,5 metros de comprimento e era onívoro. Tanto o gliptodonte quanto o tatu não viviam em grupos. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 782).

Os representantes da ordem Carnivora são: urso-de-focinho-curto, tigre-dentes-de-sabre e a espécie *Procyon troglodytes*. Os dois últimos mencionados possuíam hábitos e tamanho semelhantes, tigre-dentes-de-sabre atingia até 2 metros de comprimento, considerado um hipercarnívoro; *Procyon troglodytes*, provavelmente alcançava 1,5 metros de comprimento, e seus hábitos alimentares e comportamentais eram semelhantes aos do tigre. O urso-de-focinho-curto podia chegar até 2,5 metros de comprimento e possuía hábitos alimentares onívoros. Todos os representantes da ordem Carnivora presentes no Pleistoceno costumavam ser solitários na maior parte do tempo. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 782).

Hippidion principale, e o cavalo pré-histórico, eram animais muito semelhantes, ambos pertencentes a ordem Perissodactyla. O primeiro apresentava um tamanho médio de 1,3 metros de altura, o segundo atingia aproximadamente 1,5 metros de altura. Ambos se alimentavam de material vegetal e viviam em bandos. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 782).

Macrauquênia está inserida na ordem Litopterna e paleolhama na ordem Artiodactyla. Mesmo em ordens distintas possuíam certos aspectos morfológicos conspícuos. Ambos ungulados, com cabeça pequena e pescoço longo. Macrauquênia atingia o dobro do tamanho de paleolhama, 2,6 metros de altura e 1,2 metros de altura respectivamente. Além disso, macrauquênia apresentava uma pequena probóscide. Ambos possuíam hábitos herbívoros e conviviam em manadas. (NASCIMENTO; GALLO, 2020, p.38-41).

Toxodonte, era semelhante em sua morfologia aos rinocerontes, seu tamanho aproximado era de 2,7 metros de comprimento e 1,75 metros de altura. Pertencente

a ordem Notoungulata. Era herbívoro e sua distribuição geográfica se estendia por todo o Brasil. (NASCIMENTO; GALLO, 2020, p.35).

De acordo com as evidências documentadas, atribui-se o primeiro registro de um exemplar fóssil da megafauna do pleistoceno no Brasil a região Nordeste, na então capitania do Ceará. Em 1784 o governador da capitania enviou fragmentos fósseis do que seriam animais gigantes, para o reino de Portugal. Os fragmentos fósseis foram encontrados em tanques naturais, este achado se caracteriza como um marco histórico da paleontologia brasileira, não só pelos fósseis, mas também pelo local de afloramento. (WALDHERR *et al.*, 2017, p. 470).

Já no século XIX, um padre português chamado Manuel Aires de Casal, fez o primeiro relato documentado de um fóssil de um suposto mastodonte, mais uma vez encontrado em tanque natural, também no Nordeste, no Estado da Bahia, em 1817. (WALDHERR *et al.*, 2017, p. 470).

Os naturalistas Johann Spix e Carl Von Martius, também foram responsáveis pelo registro de fósseis da megafauna pleistocênica. Estes encontraram fragmentos cranianos e um fêmur, que foram retirados de tanques nas proximidades da Serra de Itauba e em Monte Santo. Nos anos seguintes diversos pesquisadores tomaram conhecimento dos fragmentos fósseis encontrados no Nordeste o que impulsionou as expedições paleontológicas, tanto de brasileiros como estrangeiros, para o resgate de fragmentos da megafauna. (WALDHERR *et al.*, 2017, p. 470).

Peter Lund foi um dos viajantes estrangeiros que tiveram a oportunidade de estudar a megafauna brasileira, este chegou ao país em 1825, porém seu foco inicial era a investigação da flora. A notícia da presença de fósseis em cavernas levou o pesquisador a registrar a ocorrência dos primeiros fósseis de mamíferos comprovadamente de idade pleistocênica. Lund é considerado com unanimidade o pai da Paleontologia brasileira. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 779).

No século XX, o destaque nos estudos dos mamíferos do Pleistoceno foi Carlos de Paula Couto, trabalhou em amostras provenientes das mais diversas localidades do Brasil, foi responsável por várias descrições de afloramentos fossilíferos. Os resultados de seus estudos incentivaram inúmeros paleontólogos que vieram na sequência. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 779).

Além de contribuir para a descoberta das espécies que estavam presentes no território, os afloramentos descobertos e estudados contam a história paleoambiental do local no tempo pretérito. Os tanques e as cavernas foram (e ainda são) de extrema importância para o resgate de registro fósseis. As cavernas “atuam na conservação dos fósseis”, pois o ambiente é menos suscetível a intempéries, dessa forma a possibilidade de encontrar fósseis em ótimo estado de conservação em cavernas é muito grande. Outros tipos de depósitos fossilíferos também têm relevância; margens de rios e depósitos costeiros, são fontes de fósseis da megafauna do Pleistoceno. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 783).

Em relação a morfologia dos tanques, estes são depressões de origem natural que se desenvolvem ao longo de fraturas nas rochas do embasamento cristalino, do pré-cambriano, posteriormente preenchidas por sedimentos de idade quaternária. Formações típicas exclusivas do Nordeste. Ocorrem preferencialmente próximo a maciços rochosos e lajedos. Variam muito em forma e tamanho, os maiores possuem entre 10m e 20m de comprimento e 5m a 8m de largura, atingindo profundidades de até 10m. Geralmente preenchidos por três camadas, onde os fósseis são depositados na camada intermediária. Os animais que morriam nas proximidades desses tanques eram depositados dentro deles por conta das enxurradas. (BERGQVIST; ALMEIDA, 2004, p.56; WALDHERR. *et al*, 2017, p. 475.).

Diante da quantidade de evidências fósseis encontrados nos tanques, cavernas, e outros depósitos, fica claro que os indivíduos pertencentes a megafauna do Pleistoceno foram bem-sucedidos em território brasileiro e Sul-Americano durante toda a época. De acordo com as análises dos fósseis, no fim do Pleistoceno na transição com Holoceno, todos os representantes da megafauna foram extintos na América do Sul. Estima-se que 66 espécies desapareceram deixando somente alguns registros fósseis. (AVILLA *et al.*, 2012, p. 785).

Avilla *et al.* (2012) sugerem alguns fatores que influenciaram na extinção da megafauna, como, a dificuldade de competir por alimento com espécies invasoras, fragmentação de hábitat, desequilíbrio coevolutivo, dizimação por humanos e doenças, além de grandes oscilações climáticas e ambientais, hipoteticamente esses fatores dizimaram a megafauna. Essa sucessão de fatos não ocorreu em sequência,

podem ter sido concomitantes, bem como a extinção da megafauna não se deu da noite para o dia. “Na realidade, as extinções aconteceram ao longo de 5 mil anos, começando a partir de mil anos após a chegada dos primeiros humanos e coincidindo com as flutuações climáticas do final do Pleistoceno”. (AVILLA *et al.*, 2012).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 O MASTODONTE DO MUSEU

Apesar de muitos fósseis serem encontrados por todo o Brasil, no território paranaense os fragmentos do espécime descrito em Chopinzinho-PR foram por muitos anos o único a possuir uma descrição, classificação e exposição. Sendo este, o primeiro apontamento de registros fósseis de mastodonte para o estado do Paraná. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 4).

Tal descoberta só foi possível graças ao contato de pessoas de fora da comunidade acadêmica, que comunicaram a existência de fragmentos ósseos aos alunos da UEPG, e aos alunos da Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava-PR, atual UNICENTRO (Universidade do Centro-Oeste). A partir desses primeiros contatos que se disseminaram as informações da presença de fragmentos fósseis de animais de grande proporção, encontrados no município de Chopinzinho-PR. Esse fato inédito mobilizou um projeto de pesquisa fomentado pela UEPG, tendo início em setembro de 1975, quando os pesquisadores se dirigiram para o local. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 5).

De acordo com Pilatti e Bortoli (1978, p. 5), as pesquisas contaram com vários alunos, e o trabalho de escavação ocorreu com o auxílio do então prefeito do município, que cedeu maquinário para o trabalho. Como resultado das buscas e análises, foi possível resgatar do afloramento um molar e uma presa (colmilho) que foram base para o artigo escrito, e vários outros fragmentos, que não são descritos no trabalho original.

Além dos fragmentos fósseis encontrados durante essa pesquisa de campo, várias outras peças já tinham sido coletadas por moradores locais. Estas foram distribuídas pelas pessoas ao redor, o que dificultou um avanço ainda maior da pesquisa. Em muitos casos as pessoas que possuíam os fósseis não concordavam em cedê-los para pesquisa. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p.5).

De acordo com Pilatti e Bortoli (1978), os principais fragmentos encontrados foram analisados pelo professor Carlos de Paula Couto, então docente da

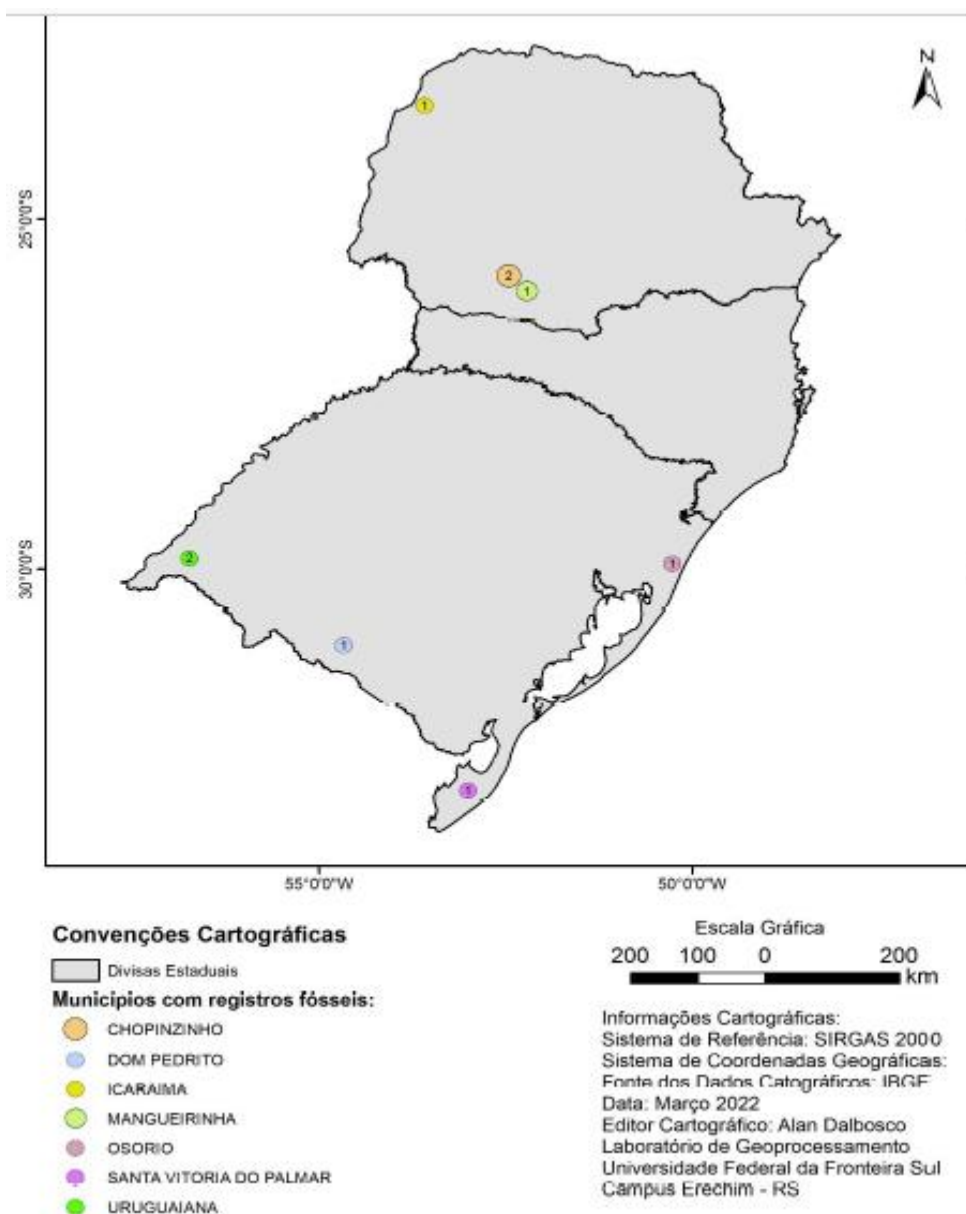
Universidade Federal do Rio Grande do Sul em Porto Alegre-RS. Para tal análise utilizou-se o dente molar encontrado no afloramento. Paula Couto chegou à conclusão da classificação do molar sendo pertencente a um mastodonte da espécie *Haplomastodon waringi*, da classe Mammalia, ordem Proboscídea, subordem Elephantoidea, família *Gomphotheriidae*, subfamília *Anancinae*. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 11).

Salvo a ocorrência tratada no presente trabalho, há outras duas para o Estado. Sedor e Born (1999), identificaram o segundo fóssil da família *Gomphotheriidae* para o Paraná no município de Mangueirinha-PR, os autores reconheceram um incisivo e atribuíram o fragmento ao gênero *Haplomastodon*. A amostra faz parte do acervo do Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Paraná, na capital paranaense, Curitiba-PR. O fragmento mais recente encontrado foi descrito por Silva, D. *et al.*, (2009), no município de Icaraíma-PR. A amostra foi identificada como terceiro molar superior, o material foi atribuído pelos autores ao gênero *Stegomastodon*, esta amostra faz parte do acervo da coleção Do Centro de Pesquisa Paleontológica (CENPALEO), em Mafra-SC. (SILVA, D. *et al.*, 2011, p. 127).

Silva, D. *et al.* (2011, p. 127), destacam ainda que nenhum dos fragmentos fósseis encontrados no Paraná possibilitam uma determinação específica da espécie, por falta de materiais conclusivos. Sendo possível apenas levantar suposições para os fragmentos de Chopinzinho-PR e Icaraíma-PR. Para a amostra proveniente de Mangueirinha-PR convém utilizar a denominação apenas de *Gomphotheriidae*.

Dalbosco (2022), em seu trabalho identifica e descreve a variedade da megafauna no Sul do Brasil. O autor produziu um mapa das principais ocorrências de *Notiomastodon platensis* para o Sul do Brasil, destacando também as 3 ocorrências no estado do Paraná. (DALBOSCO, 2022, p. 60).

Figura 11 - Registros fósseis da ordem proboscídea para o Sul do Brasil



Fonte: DALBOSCO (2022, p. 60).

6.2 CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA

O professor Carlos de Paula Couto é consagrado no estudo de paleontologia dos mamíferos no Brasil. Em 1953 foi responsável pelo primeiro grande trabalho a respeito da Paleomastozoologia brasileira. Nesse trabalho abordou a sistemática de cada grupo de mamíferos fósseis encontrados até o momento, contando também a história paleontológica dos grupos, elaborou um resumo geral dos fósseis encontrados

no Brasil. Analisou fragmentos fósseis desde a Amazonia até o Rio Grande do Sul, do período Paleoceno ao Pleistoceno, Paula Couto foi responsável por trazer a público dezenas de novas espécies da fauna de mamíferos que um dia existiu no Brasil. Tamanho foi seu sucesso no estudo da paleontologia que os fósseis por ele coletados deram início a Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, na década de 1970, atual Jardim Botânico de Porto Alegre, que conta também com um Museu de Ciências Naturais. (BERGQVIST; ALMEIDA, 2004, p. 55).

A partir de toda a revisão bibliográfica realizada para a presente pesquisa, verificou-se a partir das revisões dos trabalhos de Mothé (2012), Mothé (2016), Mothé, *et al.*, (2017) Gheerbrant e Tassy (2008), Asevedo (2015), Marcon (2007) e Chaves (2018), que a denominação mais adequada para a amostra presente no Museu é a de *Notiomastodon platensis*. Diferenciando-se da classificação dada no trabalho de Pilatti e Bortoli (1978) de *Haplomastodon waringi*, proposta por Paula Couto. É sabido que o molar presente no acervo do MCN, já não está mais em ótimo estado de conservação, fator que interfere na exatidão de novas análises. A partir da descrição já feita por Paula Couto e pelas atualizações na classificação biológica das espécies presentes no continente Sul-Americano é possível supor que os fragmentos pertençam a *Notiomastodon platensis*.

Desse modo segue a possível classificação taxonômica do espécime:

Ordem Proboscidea

Superfamília Elephantoidea

Família Gomphotheriidae

Gênero *Notiomastodon*

Espécie *Notiomastodon platensis*

6.3 DO ESTADO DA FOSSILIZAÇÃO

De acordo com Pilatti e Bortoli (1978), a fossilização das amostras se deu pela substituição por fosfato de ferro hidratado (vivianita) de cor azulada. Os autores

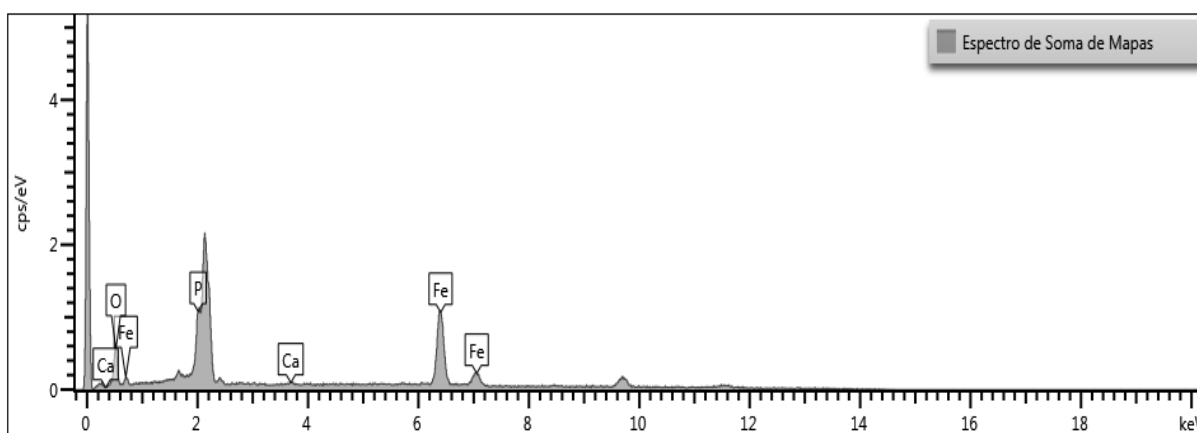
mencionam que esse mineral é altamente suscetível a deterioração, o que justifica a fácil degradação da amostra. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 11).

Carvalho (2004), esclarece o processo de fossilização por minerais de ferro. Este elemento é dissolvido e transportado em forma de íon ferroso (Fe^{++}). Especificamente, a fosfatização é de certo modo comum nos processos de fossilização, por exemplo, na permineralização e substituição em estruturas orgânicas. A mineralização por fosfato ocorre em locais com grande aporte de matéria orgânica, as formas mais comuns de fosfatização são pelo fosfato de cálcio (apatita) ou fosfato férrico. No caso do contexto analisado a fosfatização ocorre pelo fosfato de ferro hidratado. (CARVALHO, 2004, p. 54).

O processo de substituição por Vivianita foi comprovado por uma análise feita em laboratório no microscópio FEG do C-LABMU (Complexo de Laboratórios Multiusuários), UEPG. A análise inicia com a preparação da amostra, o equipamento utilizado para isso é o Quorum SC7620, que faz o recobrimento da amostra com ouro em forma de plasma por cerca de 3 minutos, a uma corrente de 10mA. Após o recobrimento a amostra é colocada no microscópio para análise.

A análise no microscópio evidenciou uma alta porcentagem de Ferro na amostra, 76,79%, seguido por Oxigênio com 12,6%, Fósforo com 10%, e uma quantidade pequena de Cálcio, 0,6%. A presença de Ferro e Fósforo contribuem para a confirmação da presença de Vivianita.

Figura 12 - Gráfico de análise química da amostra enviada ao laboratório



Fonte: C-LABMU UEPG.

6.4 MATERIAL ATRIBUIDO A MASTODONTE DO MCN UEPG

Para definição e identificação de espécies de proboscídeos, os materiais mais utilizados são elementos cranianos, principalmente os molares e as presas. Os elementos pós cranianos não apresentam características substanciais para definição de espécies. Em muitos casos são encontrados nos afloramentos somente materiais pós cranianos que impossibilitam a descrição. (CHAVES, 2018, p. 16).

Entretanto, elementos pós-cranianos auxiliam na análise da proporção dos animais, os ossos são utilizados para traçar parâmetros de peso e altura, como nos estudos de Ferretti (2010) e Larramendi (2016). Observa-se que, os elementos pós-cranianos apesar de não apresentarem características que definam a espécie, são ferramentas importantes para compreensão da dimensão dos proboscídeos extintos.

Um dos fragmentos mais notáveis coletados é um molar inferior (M_1) e uma presa, descritos no trabalho original de Pilatti e Bortoli (1978), que possibilitaram a definição da espécie, a presa já não se encontra no acervo atual. O molar é de grande importância, pois a partir dele é possível definir a idade aproximada do animal, a presença de um primeiro molar em uso, define que o indivíduo não apresentava idade avançada.

Considera-se que os fragmentos pós cranianos encontrados associados ao M_1 , pertençam a um único indivíduo. Mesmo as peças não estando articuladas, os fragmentos foram coletados em um único afloramento fossilífero.

Após análise comparativa das amostras presentes no acervo do MCN com outros fragmentos pós cranianos apresentados em Molena (2012), Chaves (2018), Marcon (2007), Faria e Carvalho (2019), foi possível inferir algumas suposições a respeito de quais são os fragmentos em exposição. Molar M_1 (1), tíbia (1), costela (2), epífise de fíbula (1), diáfise de fíbula (1).

6.4.1 Tíbia

De acordo com Molena (2012, p. 121), a tíbia possui sua porção proximal maior que a distal. É na extremidade proximal que ocorre a articulação com o fêmur, formando o joelho. Possui um formato prismático. A amostra presente no museu apresenta um bom estado de conservação em relação a sua morfologia.

Figura 13 – Comparação entre a tíbia ilustrada por Molena (2012) e o material estudado



Molena (2012, p.129)

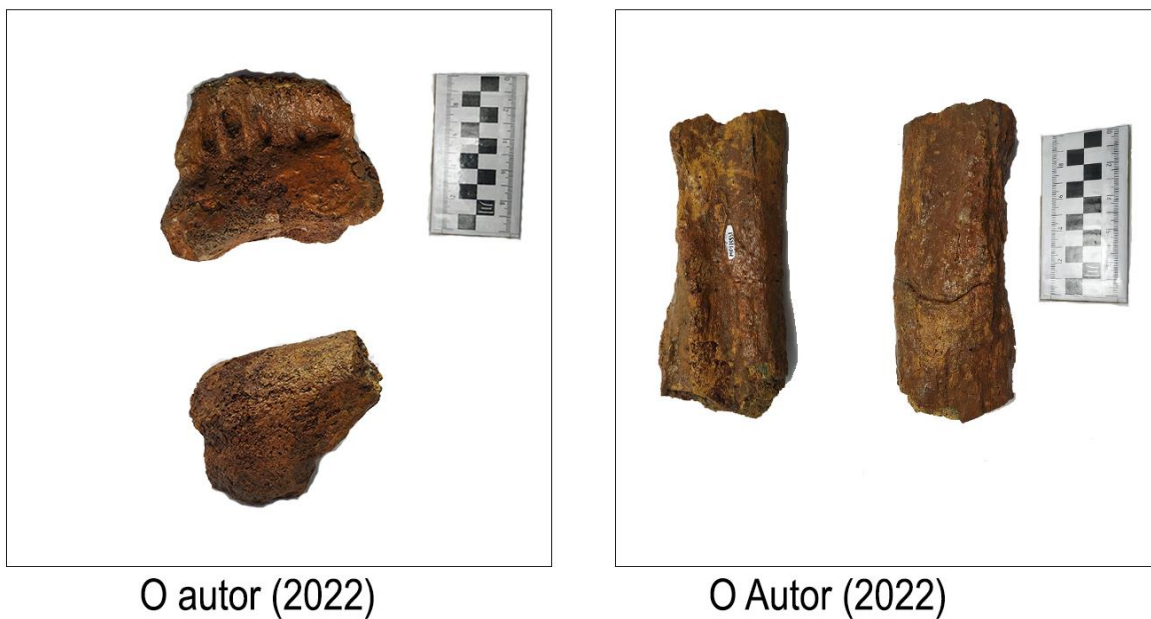
O autor (2022)

Fonte: Adaptado de Molena (2012)

6.4.2 Fíbula

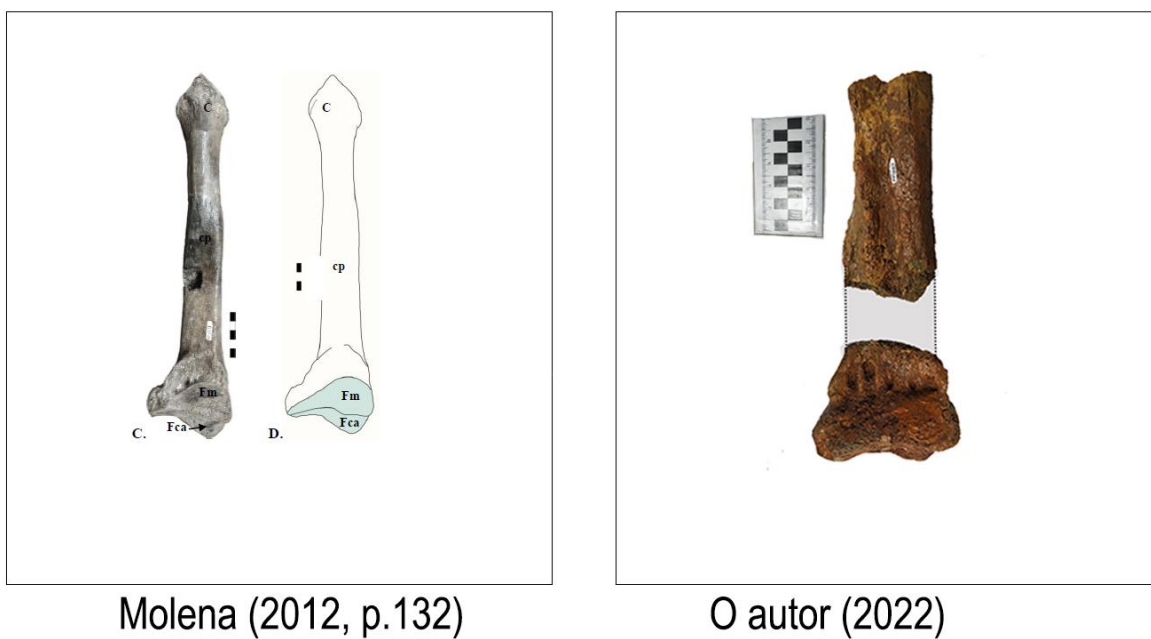
A fíbula localiza-se lateralmente a tíbia, porém é menor e mais fina. Sua estrutura apresenta leve torção no corpo do osso e em sua parte distal encontra-se o *Malleolus lateralis*, sendo a porção distal da fíbula maior do que a proximal. No acervo do MCN há possivelmente 2 fragmentos que formam uma fíbula. Um deles corresponde provavelmente ao *Malleolus lateralis*, epífise distal da fíbula. O outro fragmento corresponde a diáfise do corpo da fíbula. (MOLENA, 2012, p. 129-130).

Figura 14 - Fragmentos de fíbula, a esquerda *Malleolus lateralis*. A direita fragmento da diáfise da fíbula



Fonte: O autor (2022)

Figura 15 - Comparativo de fíbula segundo Molena (2012) e o material estudado



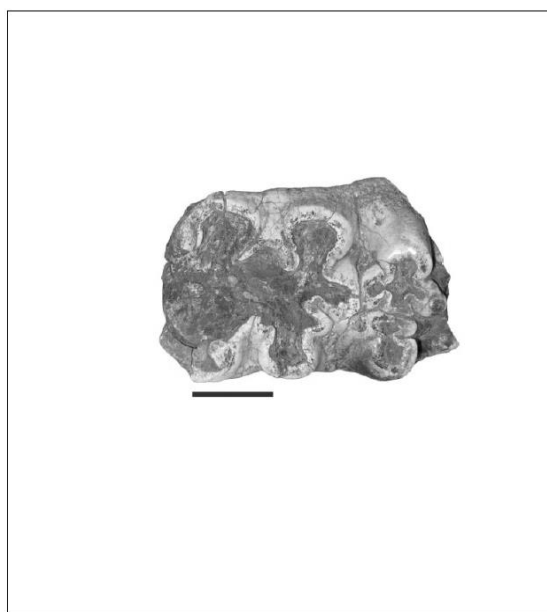
Fonte: Adaptado de Molena (2012)

6.4.3 Molar (M₁)

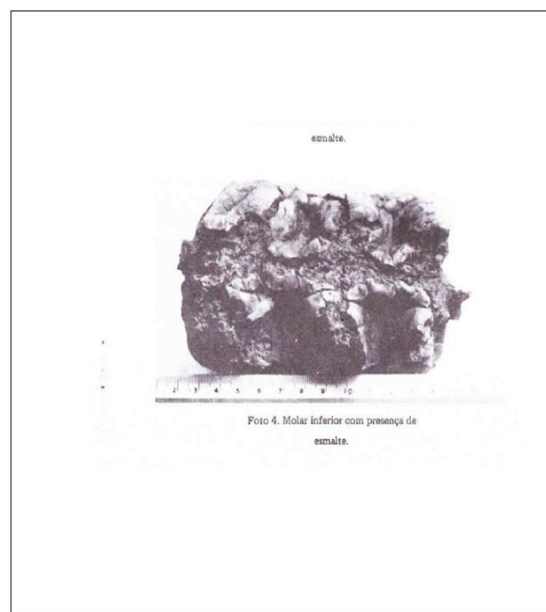
Os molares são os principais materiais diagnósticos para definição de espécies de proboscídeos. A dentição de *Gomphotheriidae* apresenta três dentes decíduos inferiores e superiores e três dentes permanentes inferiores e superiores, em cada lado da arcada. Totalizando 24 dentes durante a vida toda do animal, porém são utilizados apenas um ou dois por vez, assim como nos elefantes atuais. Os molares contêm cúspides em pares, cada par de cúspide corresponde a um lófidio. Os molares decíduos são bilofodontes (dois pares de cúspides). Os molares permanentes são sempre trilofodontes (três pares de cúspides), com exceção do m3 que em muitos casos são tetralofodontes ou pentalofoodontes. (ASEVEDO, 2015, p. 17).

Como mencionado acima, o M₁ encontrado em Chopinzinho-PR foi utilizado para definição da espécie por Paula Couto. Descrito como M₁ inferior de *Haplomastodon waringi*. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 11). Apesar de o material não apresentar condições diagnósticas para uma nova análise devido ao seu grau de deterioração, toma-se aqui como válida a análise feita anteriormente por Paula Couto. Considera-se também as novas revisões na nomenclatura, entendendo assim que o espécime em análise provavelmente corresponde a *Notiomastodon platensis*.

Figura 16 - Comparativo molar M₁, ilustrado por Marcon (2007) e o exemplar de Chopinzinho-PR



Marcon (2007, p. 68)



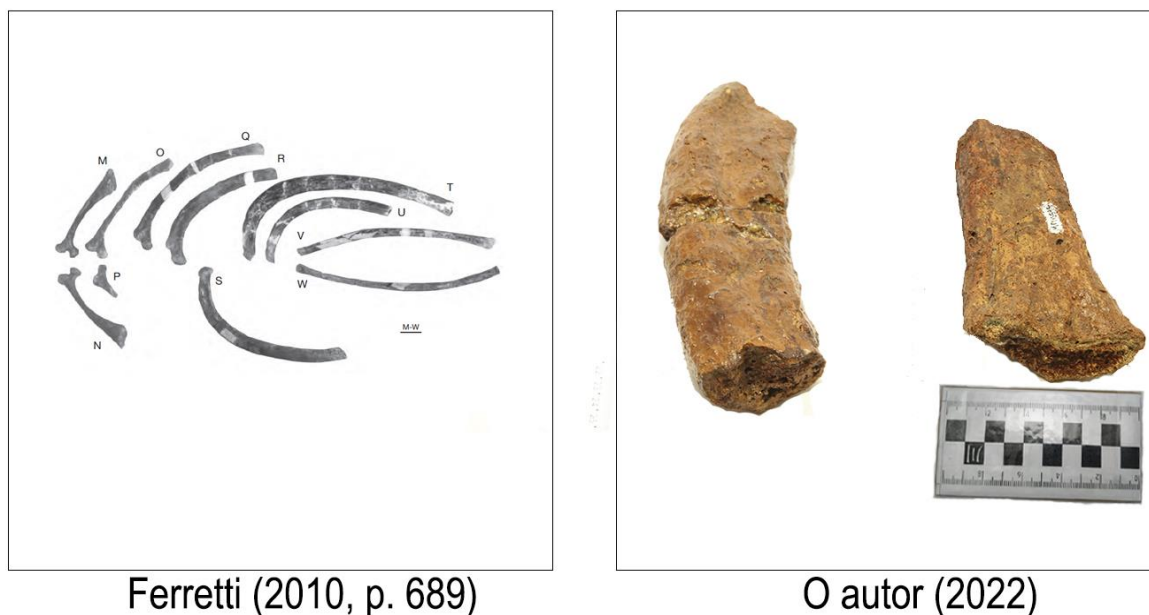
Pilatti e Bortoli (1978, p.13)

Fonte: Adaptado de Marcon (2007)

6.4.4 Costela

A costela faz ligação com as vertebrae cervicais e compõem a caixa torácica. Acredita-se que em exposição no MCN, há 2 fragmentos correspondentes a costela. Um deles apresenta uma curvatura, que provavelmente é compatível com a porção distal da costela, anteriormente interpretado como um fragmento de dente, mas por não ter esmalte e pela sua forma, agora está sendo interpretado como um fragmento da região média de uma costela. O outro fragmento não apresenta curvatura, suas características morfológicas são semelhantes a um osso proximal da costela.

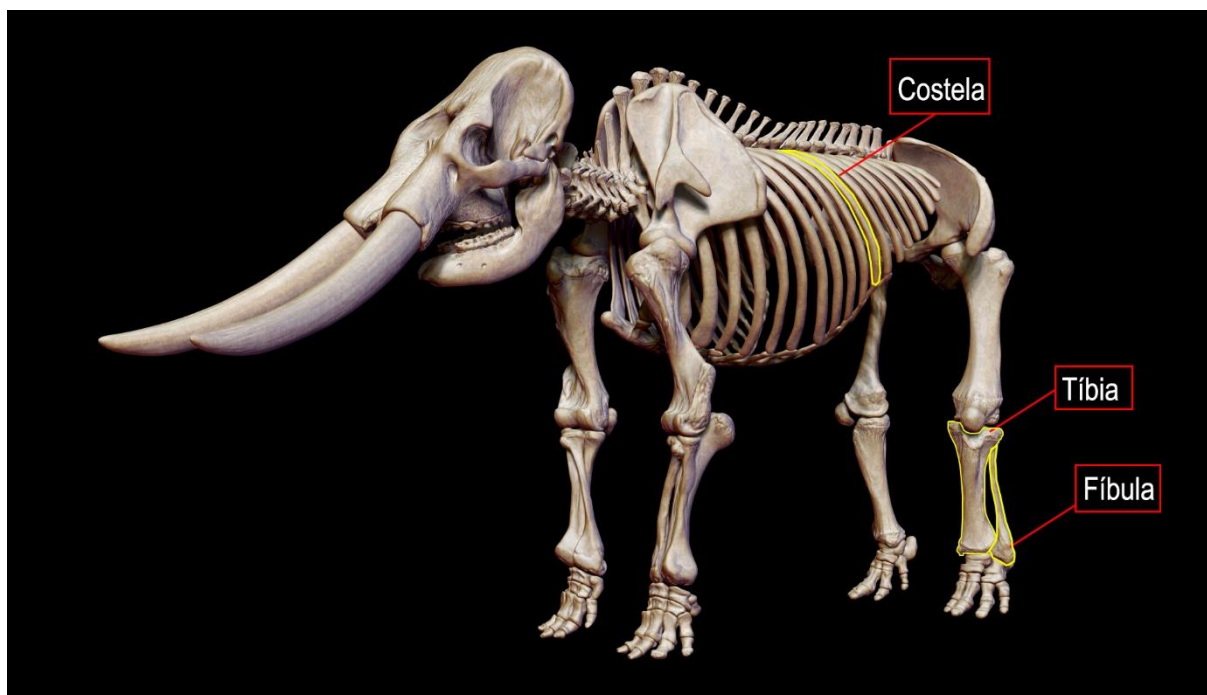
Figura 17 – Costelas segundo Ferretti (2010) e o material estudado



Fonte: Adaptado de Ferretti (2010)

Na sequência segue um esquema representativo destacando no esqueleto de *Notiomastodon platensis* os fragmentos pós-cranianos presentes no MCN UEPG.

Figura 18 - Reconstituição de esqueleto de *Notiomastodon platensis*



Fonte: Adaptado de Hueichaleo. Disponível em: <https://fcohuei.artstation.com/projects/ybnPeQ#top>.

Acesso em: 26 dez. 2022.

6.5 O SÍTIO PALEONTOLÓGICO

Pilatti e Bortoli (1978), em sua obra “Presença de *Hapломastodon*, um Mastodonte Quaternário, no Paraná.” estabelece a localização e Geologia da área. O afloramento situa-se a cerca de 6 km de distância do perímetro urbano da cidade de Chopinzinho-PR. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 7).

O local do afloramento segue direção Norte-Sul, com aproximadamente 650 metros de comprimento e 220 metros de largura. Os autores utilizam o termo cacimba para caracterizar a área. Interpretam o local como uma concavidade na superfície do basalto coberta com sedimentos da época do Pleistoceno. Análises feitas no afloramento por Pilatti e Bortoli durante o trabalho de campo apontam que as áreas acessíveis, apresentavam profundidade próxima de 2 metros, sendo a parte central inacessível para pesquisa por ser um terreno alagado. Os sedimentos presentes no local são produto da erosão do próprio basalto, não havendo indícios de um retrabalhamento em grandes proporções. Os autores concluem que a deposição dos fragmentos seria muito próxima da localização em que foi extraído. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 7).

Este ambiente apresenta características semelhantes aos tanques naturais. Embora, os tanques naturais (*stricto sensu*) do Nordeste sejam muito específicos quanto as suas feições, origem e parâmetros para defini-lo como tal. O termo tanque natural (*latu sensu*) se disseminou muito, sendo usado para caracterizar depressões utilizadas como reservatórios de água nos períodos de seca, comuns no Nordeste semiárido. Entretanto, estas estruturas têm sido notadas e discutidas ao longo de vários séculos. No Brasil os tanques já foram denominados como cacimbas, caldeirões, oriçangas, panelas, potes, buracos ou depressões de intemperismo. (WALDHERR *et al.*, 2017, p. 473).

Mesmo que os processos de formação dos tanques naturais do nordeste sejam completamente distintos dos processos que formaram a concavidade denominada como cacimba em Chopinzinho-PR. A dinâmica que envolve a deposição dos fósseis no Nordeste é semelhante ao processo ocorrido no Paraná. Como citado por Pilatti e Bortoli (1978), os fragmentos provavelmente foram deslocados para essa depressão

na qual foram depositados junto aos sedimentos, em sua maioria de idade pleistocênica. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 11).

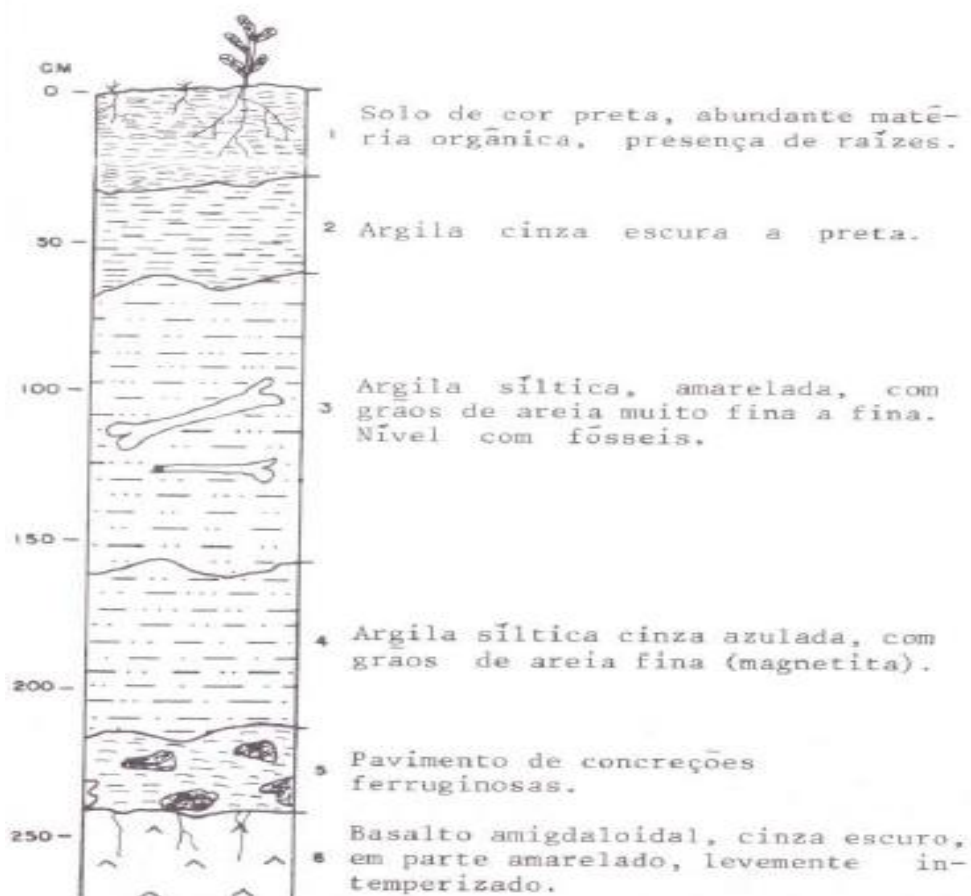
De acordo com Pilatti e Bortoli (1978), no que diz respeito a estratigrafia da região, o local onde foram encontrados os fragmentos situa-se sobre rochas da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná, que estão datadas do período Cretáceo em aproximadamente 120-130 milhões de anos. Os derrames mais antigos podem atingir idades próximas a 160 milhões de anos, remetendo ao período Jurássico. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 7).

Pilatti e Bortoli (1978) comentam que, buscando elaborar uma análise mais completa da área de estudo, a equipe de pesquisadores que participou do projeto, escavou uma trincheira de 240cm de espessura, para então estabelecer e identificar os níveis presentes e suas características. Os autores elaboraram um perfil do afloramento (figura 19), detectaram em profundidades de 240cm e superiores, basalto amigdaloidal, com coloração cinza escuro apresentando intemperismo leve. Entre 240 cm e 210 cm, identificaram concreções ferruginosas entremeadas com material argiloso e fragmentos do basalto. De 210 cm a 160 cm, observa-se a presença de argila com granulometria tamanho silte (0,002mm até 0,062mm) de coloração cinza azulada, e grãos de areia fina (0,125mm até 0,250mm). (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 9).

O intervalo de 160cm até 70cm, é o que apresenta maior espessura no local analisado, na prospecção dos autores; além de ser a camada em que abrigam os fósseis, o levantamento descreve que os fragmentos se localizam na parte central dessa camada, as peças foram encontradas soltas, distribuídas e em vários pedaços. Os sedimentos encontrados nesse intervalo são argila siltica amarelada com presença de grãos de quartzo de granulometria areia muito fina/fina (0,062mm até 0,250mm). (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 9).

Entre 70cm até 40cm, a porção é predominantemente composta por argila cinza escura a preta, e apresenta grande plasticidade. A 40cm até a superfície, apresenta solo de cor preta rico em matéria orgânica, coloração comum dos solos da região. (PILATTI; BORTOLI, 1978, p. 9).

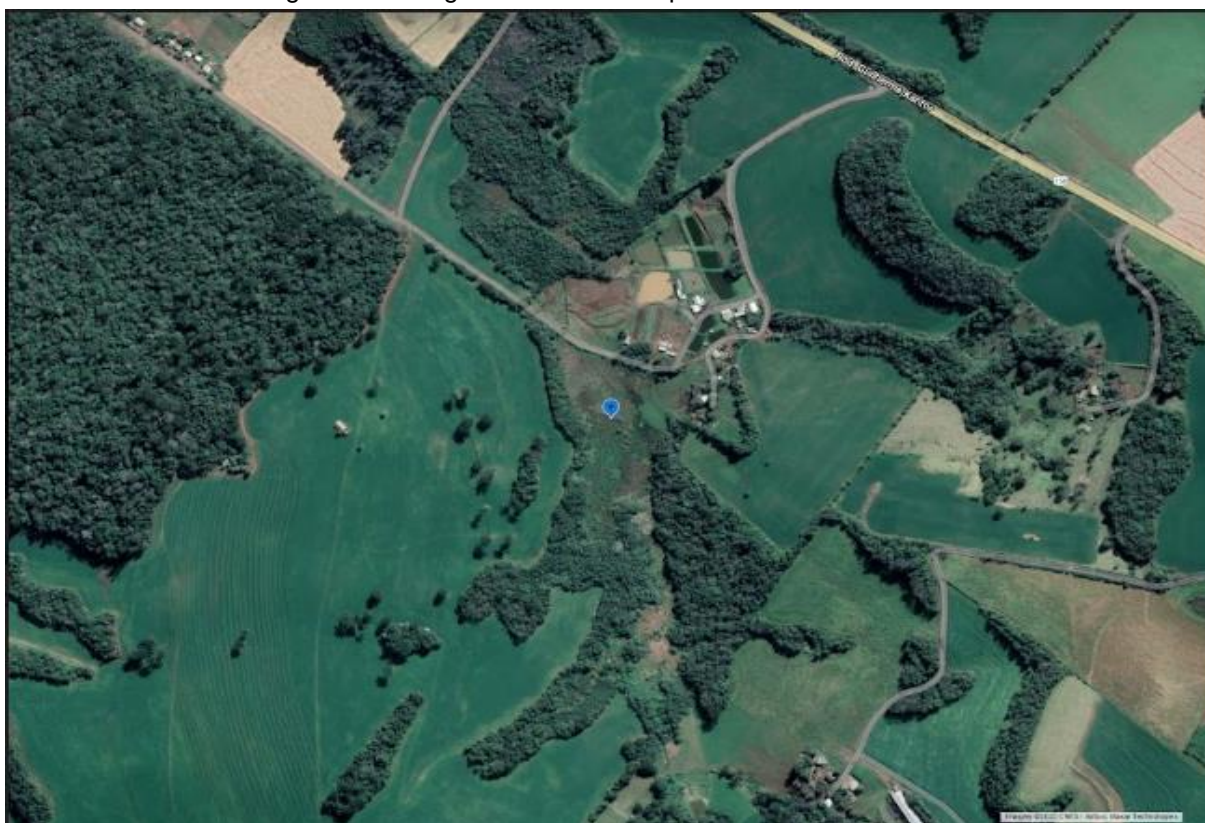
Figura 19 - Perfil do afloramento fossilífero em Chopinzinho-PR



Fonte: PILATTI; BORTOLI (1978, p. 10)

De acordo com as coordenadas estabelecidas no trabalho de Pilatti e Bortoli (1978), tem-se a seguinte imagem no Google Earth do local de provável ocorrência do afloramento.

Figura 20 - Imagem de satélite do possível local de afloramento



Fonte: Google Earth

6.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CENÁRIO PALEOCLIMÁTICO

O clima durante o Pleistoceno variou muito, as alterações cíclicas entre períodos glaciais, com temperaturas muito baixas e consequentemente secas, se intercalam com períodos interglaciais úmidos e com temperaturas mais elevadas. Portanto, a reconstituição paleoclimática e paleoambiental se torna um desafio para os paleontólogos, tanto pelas grandes variações de clima quanto pela dificuldade de se obter registros que respondam todas as suas dúvidas. (FARIÑA; VIZCAÍNO; IULIIS, 2013, p. 156).

Durante o último máximo glacial, cerca de 20.000 anos atrás, subentende-se que a região temperada da América do Sul, o que incluiu grande parte do Sul do Brasil, apresentava características mais áridas, os padrões de precipitação atingiam cerca de um terço do registrado atualmente. A temperatura média era provavelmente 1°C a menos do que no presente, mas as estações do ano tinham suas características mais

acentuadas. Na região tropical da América do Sul, acredita-se que o clima tenha sido mais úmido, isso se deve aos ventos soprados do Atlântico. (FARIÑA; VIZCAÍNO; IULIIS, 2013, p. 156).

No Pleistoceno inicial, análises feitas na bacia do Paraná, com pólenes de palmeiras e gramíneas, apontam um possível clima quente e úmido. Já na Bacia do Uruguai, durante o Pleistoceno médio e tardio, análises de fósseis de plantas conduzem a um possível clima de temperaturas elevadas e umidade significativa. (FARIÑA; VIZCAÍNO; IULIIS, 2013, p. 157).

Fariña; Vizcaíno; Iuliis (2013, p. 158), apontam que ao fim do Pleistoceno as condições climáticas eram predominantemente frias e certamente mais áridas, intercaladas em alguns breves momentos com períodos quentes e úmidos. Na região central da América do Sul as condições climáticas se mostravam semelhantes à do Pleistoceno inicial. Mais ao sul, na região da Patagônia predominavam os climas frios e áridos, com curtos períodos de maior umidade e temperaturas elevadas.

Silva, L. (2015, p. 75-76), em análise de cálculo dentário de indivíduos do Estado do Rio Grande do Sul, identifica elementos polínicos que reconhece a predominância de vegetação campestre, com presença também de registros de espécies relacionadas a Mata Atlântica e Mata de Araucária, variando essa composição entre indivíduos.

Outros estudos palinológicos, para a região litorânea do Rio Grande do Sul, reconhecem vegetação campestre; em alguns momentos de oscilações climáticas, em épocas com maior nível de umidade, possivelmente os indivíduos tinham acesso as matas. Amostras coletadas da localidade de El Colorado na Argentina, sugerem a presença de grande quantidade de gramíneas C3, essa localidade tem proximidade latitudinal com a cidade de Chopinzinho-PR de onde foram coletadas as amostras analisadas no presente trabalho. Sendo também um bom indicativo para reconstrução do ambiente. (SILVA, L., 2015, p. 75-76)

7 CONCLUSÃO

Os fragmentos fósseis estudados aqui, estiveram por muito tempo sem uma atualização a respeito do seu conhecimento. A descrição do afloramento e dos fósseis coletados foi publicada há 45 anos, carecendo de uma nova avaliação de sua taxonomia e descrição dos fragmentos. Novas revisões taxonômicas apontam que a única espécie de mastodonte presente no Brasil durante o Pleistoceno foi *Notiomastodon platensis*.

Em trabalhos recentes ossos pós-cranianos foram muito estudados, o que permitiu uma comparação morfológica com as amostras em exposição no MCN. Os ossos pós-cranianos são de extrema importância para determinação da possível proporção de peso e altura dos indivíduos. Entretanto, essa análise específica de proporção corporal não foi possível neste trabalho, carecendo de um estudo mais aprofundada sobre o tema, e a elaboração de novos trabalhos para responder à questão.

No Estado do Paraná, além da amostra presente no MCN, existe um terceiro molar superior que está depositado no acervo da CENPALEO em Mafra-SC. Apesar de não estar disponível em um museu paranaense, a amostra depositada em Mafra-SC é proveniente do Paraná. Outro exemplar faz parte da coleção do Museu de Ciências naturais da Universidade Estadual do Paraná, a amostra trata-se de um incisivo. Sendo estas as ocorrências identificadas para o Estado até o presente momento.

A provável paisagem se assemelharia aos campos de Guarapuava-PR com enclaves de capões com um clima variando de tropical para subtropical. Mas para mais afirmativas indica-se trabalhos de levantamento de pólen e fitólitos na área de encontro dos fragmentos. Pela descrição dos achados fósseis conjuntamente na lagoa especula-se que se trata apenas de um indivíduo que foi sepultado na presente área, sua morte ainda é um mistério. A extinção dos mastodontes na América do Sul suscita muitas discussões. No entanto uma coisa é certa, no Paraná já viviam animais

similares aos elefantes e o Museu de Ciências Naturais da UEPG guarda um pouco desta história.

Como exposto, os fragmentos fósseis encontrados são provavelmente de apenas um indivíduo, fator que gera dúvida em relação aos hábitos de vida em grupo, comum nos elefantes atuais. É muito difícil determinar se o indivíduo estudado pertencia a uma manada ou possuía hábitos solitários, justamente por se tratar de amostras isoladas. Deve-se levar em conta que o local de afloramento foi pouco explorado devido à dificuldade de acesso, é possível que outros fragmentos fósseis estivessem no afloramento. Mas analisando a ocorrência bem próxima de outro fóssil em Mangueirinha-PR, é possível supor ao menos que alguns indivíduos compartilhavam de territórios próximos no Estado do Paraná.

A contribuição mesmo que simples deste trabalho no escopo da análise dos fragmentos fósseis, além das considerações sobre a classificação biológica, e o possível cenário ambiental e climático em que este animal vivia, auxiliam no entendimento das espécies extintas e da própria dinâmica terrestre.

Desde a chegada dos animais na América do Sul, as condições encontradas por eles durante o Pleistoceno, mostram que os fatores geológicos e climáticos interferem diretamente na biodiversidade e disseminação de espécies. Percebe-se que a partir de um fóssil é possível problematizar vários temas. Essas discussões mostram o valor da Geodiversidade e da conservação desta para o entendimento dos processos de evolução natural de uma determinada localidade ou do planeta como um todo.

Ainda são necessários muitos estudos a respeito da temática, os proboscídeos no Estado do Paraná não possuem muitos dados documentados até o momento, os achados fósseis são muito escassos o que dificulta o andamento da pesquisa e um aprofundamento no tema, talvez novas escavações em locais estratégicos possam corroborar para um melhor entendimento destes animais. Trabalhos mais elaborados a respeito do clima do Pleistoceno no Paraná, ou em relação a possíveis dietas desses animais em território paranaense forneceriam mais informações sobre sua distribuição, seus hábitos e padrões de vida.

REFERÊNCIAS

- ALBERDI, M. T.; PRADO, J. L. Los mastodontes de América del Sur. *In*: ALBERDI, M.T.; L, G; Tonni, E. P. **Evolución biológica y climática de la Región Pampeana durante los últimos 5 millones de años**. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo occidental. Madrid, España: Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1995. p. 279-292. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291090293_Evolucion_biologica_y_climatic_a_de_la_region_pampeana_durante_los_ultimos_cinco_millones_de_anos_Un_ensayo_de_correlacion_con_el_Mediterraneo_occidental_Biological_and_climatic_evolution_of_the_pampea. Acesso em: 26 dez. 2022.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H. I.; PORPINO, K. O. Assembleias fossilíferas de mamíferos do Quaternário do Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: diversidade e aspectos tafonômicos e paleoecológicos. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 67-83, 2011.
- 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**, v. 255, p. 42–52, mar. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/251636517_Ancient_diet_of_the_Pleistocene_gomphothere_Notiomastodon_platensis_Mammalia_Proboscidea_Gomphotheriidae_from_lowland_mid-latitudes_of_South_America_Stereomicrowear_and_tooth_calculus_analyses_combined?enrichId=rgreq-763bcc44e17f6147c4f0c8998f1a400f-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdiOzI1MTYzNjUxNztBUzo5MTYxMTc0OTMxMjUxMjFAMTU5NTQzMDgzOTE3OQ%3D%3D&el=1_x_3&esc=publicationCoverPdf. Acesso em: 27 ago. 2022.
- AVILLA, L. *et al.* A megafauna de mamíferos do Pleistoceno do Brasil. *In*: HASUI, Yociteru *et al.* (org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 777 – 785.
- BERGQVIST, L. P.; ALMEIDA, E. B de. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. **Geociências**, v. 9, n. 6, p. 54-68, dez. 2004. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/1432/1222>. Acesso em: 13 out. 2023.
- BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: A conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage, 2005.
- CALEGARI, M. *et al.* Phytolith signature on the Araucarias Plateau – Vegetation change evidence in Late Quaternary (South Brasil). **Quaternary International**, v. 434, p. 117-128, abr. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618215013439#preview-section-cited-by>. Acesso em: 30 set. 2022.
- CARVALHO, I. **Paleontologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

CHAVES, G. C. de O. **Os mastodontes do nordeste do Brasil: distribuição geográfica e caracterização microestrutural do esmalte dentário**. 2018. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2018.

CONNOR, T. ***Loxodonta cyclotis***. Animal Diversity Web, 2009. Disponível em: https://animaldiversity.org/accounts/Elephas_maximus/#geographic_range. Acesso em: 07 dez. 2022.

CRUZ, E.; SAWAYA, R. Extinção por influência climática? biogeografia de Mastodontes de planície, *Notiomastodon platensis* (GOMPHOTHERIIDAE, MAMMALIA). **Anais da Semana de Biologia da UFES de Vitória**, Vitória, v. 2, p. 8-8, abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/sebivix/article/view/34669> Acesso em: 08 abr. 2022.

DALBOSCO, A. **Mamíferos pleistocênicos da região Sul do Brasil: Levantamento e Distribuição Fóssil**. 2022. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2022. Disponível em: <https://rd.ufes.edu.br/bitstream/prefix/5627/1/DALBOSCO.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2022.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2018.

FARIA, F. H. C; CARVALHO, I. de S. Análise tafonômica dos fósseis da megafauna quaternária do Lajedão do Patrício, João Dourado (Bahia), Brasil. **Geociências**, São Paulo, v38, n. 4, p. 969-985, mai. 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/issue/view/1110>. Acesso em: 12 out. 2022.

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

FERRETI, M. P. Anatomy of Haplo mastodon chimborazi (Mammalia, Proboscidea) from the late Pleistocene of Ecuador and its bearing on the phylogeny and systematics of South American gomphotheres. **Geodiversitas**, Paris, v. 32, n. 4, p. 663-721, dez. 2022. Disponível em: <https://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/g2010n4a3.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.

FOWLER, M.; MIKOTA, S; K. **Biology, Medicine, and Surgery of Elephants**. 1. Ed. Ames: Blackwell Publishing, 2006. Disponível em: https://scholar.cu.edu.eg/ashrafseida/files/surgery_of_elephants.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

GHEERBRANT, E. The oldest known proboscidean and the role of Africa in the radiation of modern orders of placentals. **Bulletin of the Geological Society of Denmark**, Copenhagen, v. 44, p. 181-185, 1996. Disponível em: <https://2dgd.dk/xpdf/bull44-02-181-185.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2022.

GHEERBRANT, E. A new large mammal from the Ypresian of Morocco: Evidence of surprising diversity of early proboscideans. **Acta Palaeontologica Polonica**, Varsóvia, v. 47, n. 3, p. 493-506, 2002. Disponível em: <https://www.app.pan.pl/issue.html?issue=187>. Acesso em: 08 dez. 2022.

GHEERBRANT, E.; TASSY, P. L'origine et l'évolution des éléphants. **Comptes Rendus Palevol**, Paris, 8 jul. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/comptes-rendus-palevol>. Acesso em: 08 dez. 2022.

GOHLICH, U. B. Order proboscídea. *In*: RÖSSNER, G. E.; HEISSIG, K. **The Miocene Land Mammals of Europe**, Munique, p. 157-168, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269928428_Order_Proboscidea. Acesso em: 15 nov. 2022.

HOWARD, M. ***Loxodonta africana***. Animal Diversity Web, 2017. Disponível em: https://animaldiversity.org/accounts/Elephas_maximus/#geographic_range. Acesso em: 07 dez. 2022.

HUTTON, J. Theory of the Earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the Globe. **Royal Society of Edinburgh**, Edimburgo, v. 1, n. 2, p. 209-304, 1788.

KARKALA, N. ***Elephas maximus***. Animal Diversity Web, 2016. Disponível em: https://animaldiversity.org/accounts/Elephas_maximus/#geographic_range. Acesso em: 07 dez. 2022.

LARRAMENDI, A. Shoulder height, body mass, and shape of proboscideans. **Acta Palaeontologica Polonica**, Varsóvia, v. 61, n. 3, p. 537-574, 2016. Disponível em: <https://www.app.pan.pl/article/item/app001362014.html>. Acesso em: 10 nov. 2022.

LICCARDO, A. *et al.* Museu de Ciências Naturais: Valorização do acervo paleontológico da Universidade Estadual de Ponta Grossa. **Terr@ Plural**, Ponta Grossa, v. 15, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/19754/209209215920>. Acesso em: 07 abr. 2022.

LIRA, K. C. **Isótopos estáveis na identificação das proporções de plantas C3 e C4 na dieta de Ruminantes**. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6309152. Acesso em: 22 jan. 2023

MAGALHÃES, A. **Os fósseis na reconstituição de paleoambientes: Aplicação de um jogo didático como recurso educativo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia) – Faculdade de Ciência da Universidade do Porto, Porto, 2016. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/93640/2/176514.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MARCON, G. T. G. **Contribuição ao estudo dos Proboscidea (Mammalia, Gomphotheriidae) do Quaternário do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/11266>. Acesso em: 09 abr. 2022.

MATEUS, S. **Património Paleontológico o que é, onde está e quais as coleções públicas portuguesas**. 2020. Tese (Doutorado em estudos do Património) –

Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 2020. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/127906>. Acesso em: 29 jun. 2022.

MOLENA, F. P. **Variação individual no esqueleto apendicular de Mastodontes (Proboscidea: Gomphoteriidae) proveniente de São Bento do Uma, Pernambuco, Brasil**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-01052013-093838/pt-br.php>. Acesso em: 07 abr. 2022.

MOTHÉ, D. C. S. **Revisão sistemática de *Stegomastodon* (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae): taxonomia, filogenia e biogeografia**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/aleph-UFR01-000782588>. Acesso em: 08 jun. 2022

MOTHÉ, D. C. S. **Revisão Sistemática de *Gomphotheriidae* (Mammalia, Proboscidea)**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/aleph-UFR01-000852918>. Acesso em: 08 jun.2022.

MOTHÉ, D. C. S. *et al.* Sixty years after ‘The mastodonts of Brazil’: The state of the art of South American proboscideans (Proboscidea, Gomphotheriidae), **Quaternary International**, v. 443, p. 52-64, jul. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618216302993?via%3DiHub>. Acesso em: 06 jun. 2022.

MOURA-FÉ, M. M. *et al.* Geoedução: Princípios teóricos e bases legais. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Campinas, v.1, p. 3054-3065, jun./jul. 2017. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1953>. Acesso em: 25 jun. 2022.

NASCIMENTO, C.; GALLO, V. **Megafauna Brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro: ComCiência, 2020. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/kp/embed?linkCode=kpd&asin=B08G4MLM1X&tag=livrariapubli-20&reshareId=Y4YBJH923XXVAWE36M9J&reshareChannel=system>. Acesso em: 15 jan. 2022.

PAISANI, S. *et al.* Significado paleoambiental de fitólitos em registro pedoestratigráfico de paleocabeceira de drenagem - superfície de Palmas - Água Doce (Sul do Brasil). **Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 426-442, ago. 2016. Disponível em: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/35/volume35_3_files/35-3-artigo-08.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

PAULILO, M. T. S. *et al.* **Fisiologia Vegetal**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

PILATTI, F.; BORTOLI, C de. Presença de *Haplomastodon*, um mastodonte Quaternário, no Paraná. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 7, n. 5, p. 3-13, 1978.

SEDOR, F. **Fósseis do Paraná**. Curitiba: Museu de Ciências Naturais, 2014.

SEDOR, F. A.; BORN, P. A. Novas ocorrências de mamíferos pleistocênicos no Estado do Paraná. In: **XVI Congresso Brasileiro de Paleontologia**, Crato, v. 8, p. 103-103, ago. 1999. Resenha.

SILVA, D. D. *et al.* Estado atual do conhecimento dos *Gomphotheriidae* do Estado do Paraná, Brasil. In: **Reunión anual de comunicaciones de la asociación paleontológica Argentina y ciclo de conferencias**: “vida y obra de Florentino Ameghino, Buenos Aires, v. 48, p. R128-R128, nov. 2011. Resenha. Disponível em: <https://www.apaleontologica.org.ar/wp-content/uploads/2022/02/2011-RCAPA.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2023

SILVA, D. D. *et al.* Nova ocorrência de *Gomphotheriidae* (*Mammalia*; *Proboscidae*) para o Estado do Paraná, Brasil. In: **Paleo 2009**, Porto Alegre, v. 63, p. 47-48, mar. 2010. Resenha. Disponível em: <https://sbpbrasil.org/?mdocs-file=489>. Acesso em: 26 jan. 2023

SILVA, L. de A. **Paleoecologia alimentar dos gonfotérios (Proboscidea: Mammalia) pleistocênicos da América do Sul**. 2015. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Neotropical) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/handle/unirio/11980?show=full>. Acesso em: 06 jun. 2022.

SIMPSON, G. G; COUTO, C. de P. The mastodons of Brazil. **Bulletin of the American museum of natural history**, New York, v. 112, n. 2, p. 125-190, abr. 1957.

STORER, T. *et al.* **Zoología General**. Barcelona: Omega, 1996. Disponível em: https://www.academia.edu/27225895/zoolog%C3%ADa_general_storer_tracy_i_and_usinger_robert_l_and_stebbins_robert_c_and_nybakken_james_w_omega_pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

TOMASSI, H. Z.; ALMEIDA, C. M. O que é fóssil? Diferentes conceitos na Paleontologia. **XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia**, Natal, v. 1, p. 143-147. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284900247_O_QUE_E_FOSSIL_DIFERENTES_CONCEITOS_NA_PALEONTOLOGIA_WHAT_IS_A_FOSSIL_DIFFERENT_CONCEPTS_IN_PALAEONTOLOGY?enrichId=rgreq-46f4890cb26fde29759a19eb7e54ca5-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4NDkwMDI0NztBUzozMDA4NTU1Mzk1ODUwNDJAMTQ0ODc0MDk1ODQyNw%3D%3D&el=1_x_2&esc=publicationCoverPdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

TORMEN, L. G. A.; TORMEN, N. **Qual a diferença entre plantas C3 e C4?**. Elevagro, 17 fev. 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/conteudos/materiais-tecnicos/qual-a-diferenca-entre-plantas-c3-e-c4#:~:text=As%20esp%C3%A9cies%20C3%20s%C3%A3o%20plantas,et%20al.%20C%202011>). Acesso em: 13 jan. 2022.

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

