

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TAWANE CARVALHO FONTE BOA MACHADO

NOVOS REGISTROS DE MASTODONTES (MAMMALIA: PROBOSCIDEA) PARA
MINAS GERAIS, BRASIL: DESCRIÇÃO, DATAÇÃO E ECOLOGIA ALIMENTAR

UBERLÂNDIA – MG

DEZEMBRO/ 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TAWANE CARVALHO FONTE BOA MACHADO

NOVOS REGISTROS DE MASTODONTES (MAMMALIA: PROBOSCIDEA) PARA
MINAS GERAIS, BRASIL: DESCRIÇÃO, DATAÇÃO E ECOLOGIA ALIMENTAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da
Universidade Federal de Uberlândia, para a
obtenção do grau de Bacharelado.

Orientador: Ariovaldo Antonio Giaretta

Coorientadora: Dimila Mothé Cordeiro dos Santos

UBERLÂNDIA – MG

DEZEMBRO/ 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

NOVOS REGISTROS DE MASTODONTES (MAMMALIA: PROBOSCIDEA) PARA
MINAS GERAIS, BRASIL: DESCRIÇÃO, DATAÇÃO E ECOLOGIA ALIMENTAR

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
para a obtenção do título de graduada em
Bacharelado no Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal de
Uberlândia (MG) pela banca examinadora
formada por:

Dr^a. Dimila Mothé Cordeiro dos Santos
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Dr^a. Celine de Melo
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Me. Lucas de Melo França
Universidade Federal do Sergipe – UFS

UBERLÂNDIA – MG

DEZEMBRO/ 2020

Dedico este trabalho aos meus
pais, Rita e Arnaldo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade de realizar uma Iniciação Científica, na qual grande parte deste trabalho foi desenvolvida.

A todos os professores e funcionários do curso de Ciências Biológicas, em especial ao Prof. Dr. Douglas Santos Riff pela orientação, dedicação e entusiasmo que foram imprescindíveis para o sucesso deste trabalho. Agradeço também ao Prof. Dr. Ariovaldo Antonio Giaretta, por prontamente se dispor a auxiliar-nos em questões burocráticas que surgiram.

A todos integrantes do Laboratório de Paleontologia UFU (LAPALEO) pela cooperação e prestatividade e à Prof. Dr^a. Dimila Mothé, por todo auxílio e generosidade em compartilhar seus conhecimentos na posição de coorientadora.

À Prof. Dr^a Raquel Franco Cassino pela colaboração e empréstimo dos materiais depositados na Universidade Federal de Ouro Preto, incluídos com entusiasmo neste trabalho. À Nathalia Medeiros e todos os familiares envolvidos no resgate e doação do espécime oriundo da propriedade da família em Campina Verde à Universidade Federal de Uberlândia, espécime este que desencadeou meu carinho pelo grupo dos proboscídeos e dedicação em estudá-los.

À minha família, em especial minha mãe, Rita, meu pai, Arnaldo e meus irmãos Luisa e Luan, por todo apoio, incentivo, carinho e amor; eles foram essenciais para esta conquista e são a luz da minha vida.

Ao meu namorado Thiago, pelo amor e companheirismo, e por ser meu esteio frente as dificuldades que surgiram.

A todos os meus amigos, Letícia, André, Julia, Karoline, Kassio, Luísa, Marcellus, Maria Vitória, Rodolfo e Vinícius, pelas risadas, suporte e encorajamento; sem vocês a caminhada não teria sido tão incrível. Em especial, agradeço à Nathália, cuja amizade e parceria levarei para sempre em minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. METODOLOGIA.....	6
2.1. Materiais.....	6
2.2. Descrição.....	7
2.3. Datação absoluta e análise de isótopos estáveis.....	7
2.4. Interpretação dos resultados ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$)	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
3.1. Descrição.....	10
3.2. Datação por ^{14}C	21
3.3. Paleoecologia isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$).....	22
4. CONCLUSÕES.....	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

RESUMO

Proboscidea é um dos grupos de grandes mamíferos presentes no registro fóssil brasileiro, representado no país pelo mastodonte *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888). Em contribuição a todos os estudos que buscam compreender sua taxonomia, hábitos alimentares, cronologia e aspectos paleoambientais e paleoclimáticos em que viveram, este trabalho objetivou obter informações sobre os mastodontes registrados no município de Campina Verde e na região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, aportando novos dados e análises que incluem: (1) a descrição morfológica detalhada dos espécimes obtidos, (2) a datação absoluta e a análise de isótopos estáveis de carbono e oxigênio do espécime oriundo de Campina Verde. A descrição do material corroborou com a ocorrência exclusiva da espécie *N. platensis* em território brasileiro. A análise de isótopos estáveis, por sua vez, revelou uma dieta mista, composta predominantemente por plantas C₄ ($\delta^{13}\text{C}$ 0,53‰), o que indica a existência de um ambiente com fitofisionomia aberta para a região do município de Campina Verde durante o final da época pleistocênica (19.890±45 anos), similar aos resultados encontrados em outras localidades da Região Intertropical Brasileira, porém comparativamente mais ameno e úmido quando analisamos os valores de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$ 23,81‰), o que pode ser reflexo de um corredor de umidade oriundo da região amazônica.

Palavras-chave: *Notiomastodon platensis*, taxonomia, datação por ^{14}C , análise isotópica, Minas Gerais

ABSTRACT

Proboscidea is one of the large mammals groups present in the Brazilian fossil record, represented in the country by the mastodon *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888). In contribution to all studies that aim to understand their taxonomy, feeding diet, chronology and paleoenvironmental and paleoclimatic aspects in which they lived, this work objective was obtain information about mastodons recorded in the Campina Verde town and in the vicinity of Montes Claros and Francisco Sá, providing new data and analyzes that include: (1) the detailed morphological description of the specimens obtained, (2) the radiocarbon dating and stable carbon and oxygen isotopes analysis of the specimen from Campina Verde. The material description corroborated the exclusive occurrence of the species *N. platensis* in Brazil. The stable isotopes analysis, in turn, reveals a mixed-feeder with high proportion of grass on its diet ($\delta^{13}\text{C} \text{‰} 0.53$), which indicates the existence of an open savana for the region of Campina Verde town during the end from the Pleistocene period ($19,890 \pm 45$ years), similar to the results found in other locations in the Brazilian Intertropical Region, however comparatively colder and wetter when we analyzed the oxygen values ($\delta^{18}\text{O} \text{‰} 23,81$), which may be a reflection of a humidity corridor from the Amazon region.

Keywords: *Notiomastodon platensis*, description, radiocarbon dating, isotopic analysis, Minas Gerais

1. INTRODUÇÃO

A linhagem dos proboscídeos alcançou a América do Sul durante o Grande Intercâmbio Biótico entre as Américas (GIBA), provenientes da América do Norte e Central, em um intenso fluxo faunístico propiciado pelo soerguimento do Istmo do Panamá desde o Plioceno Superior (WEBB, 1991). Representados no continente por duas espécies, *Cuvieronius hyodon* (Fischer de Waldheim, 1814) e *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) (Figura 1), os proboscídeos compuseram com expressividade a megafauna sul-americana até sua extinção no início do Holoceno (MOTHÉ et al., 2012; DANTAS et al., 2013).

No Brasil, os proboscídeos são representados no registro fossilífero por centenas de espécimes com idades entre 460 e 10 mil anos (DANTAS et al., 2013) encontrados em mais de 150 localidades na maioria dos estados federativos (SIMPSON & PAULA-COUTO, 1957; MOTHÉ et al., 2017), com todos os materiais diagnósticos indicando a ocorrência de apenas uma das espécies sul-americanas (Figura 2A), o mastodonte *Notiomastodon platensis* (MOTHÉ et al., 2012).

Apesar de ser amplamente distribuída no país, a espécie concentra-se na chamada Região Intertropical Brasileira (RIB), uma região biogeográfica proposta por CARTELLE (1999) que atualmente inclui todos os estados do Nordeste exceto Maranhão, todos os estados do Sudeste exceto São Paulo e todos os estados do Centro-Oeste exceto Mato Grosso (Figura 2B) (OLIVEIRA et al., 2017).

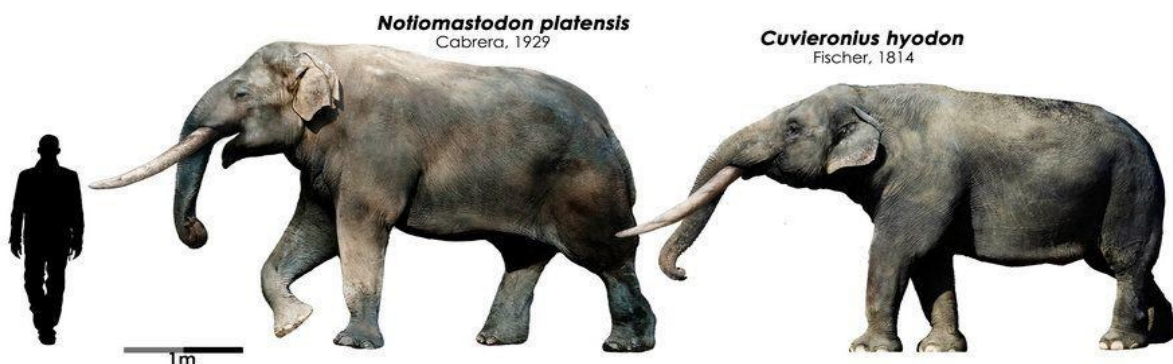


Figura 1 – Reconstituição artística de indivíduos das espécies *Notiomastodon platensis* e *Cuvieronius hyodon*, em comparação com a silhueta de um homem com estatura de 1,8m. Autoria de Jame Bran, retirado de Bran-Artworks.deviantart.com.

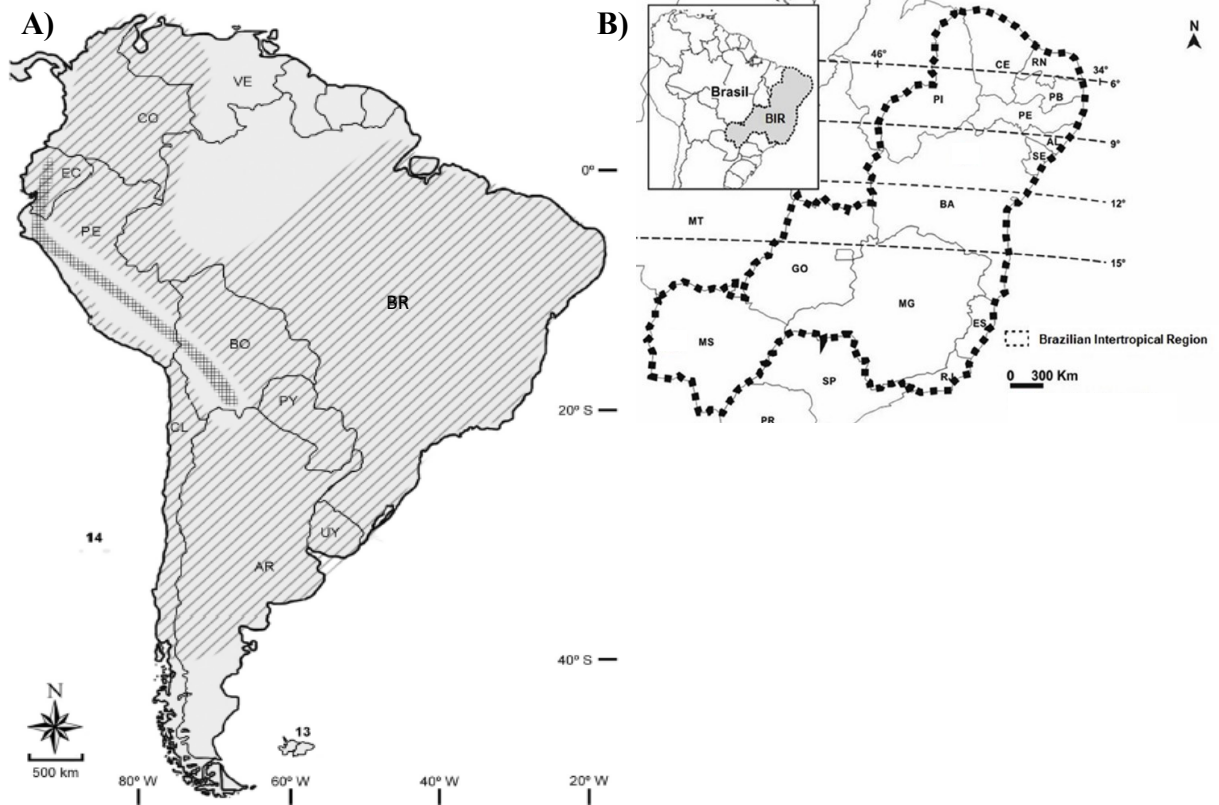


Figura 2 – Esquema representativo (A) da distribuição geográfica dos mastodontes *Cuvieronius hyodon* (linhas cruzadas) e *Notiomastodon platensis* (linhas paralelas). Fonte: MOThÉ et al., 2017 e (B) da Região Intertropical Brasileira. Fonte: adaptado de PANSANI et al., 2019.

Tratando-se de Minas Gerais, *N. platensis* é conhecida a partir de materiais coletados desde o final do século XVIII. Além do famoso achado de centenas de ossos e dentes de cerca de 44 indivíduos em março de 1944 em uma depressão (tanque) localizada no bairro Barreiro, município de Araxá (DOMINATO, 2013), em diversas outras regiões do estado há a ocorrência do grupo (SIMPSON & PAULA-COUTO, 1957), aqui destacando-se municípios do Triângulo Mineiro e da porção norte de Minas Gerais.

No Triângulo Mineiro, mastodontes são registrados em duas localidades: um 3º molar esquerdo inferior encontrado casualmente no leito do Córrego da Cruz da Retirada Bonita, na região da comunidade rural de Andrelândia, município de Campina Verde, na segunda metade dos anos 1960, e entregue ao Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Uberlândia em 2015 e uma mandíbula e molares parciais advindos do município de Frutal, enviados para Escola de Minas de Ouro Preto e descritos por Gomes em 1934. Infelizmente, o material proveniente de Frutal não foi localizado após intensas buscas e, portanto, não pôde ser incluído neste estudo. Já na Regional Norte de Minas Gerais, a espécie é ricamente registrada na região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá. São vários espécimes dentários,

isolados e associados a porções mandibulares, e diversos materiais pós-craniais, todos pertencentes à coleção da Escola de Minas de Ouro Preto (atual UFOP).

Nos últimos anos, esses animais têm sido cada vez mais alvos de estudos que buscam compreender seus hábitos, sobretudo alimentares. Para isso, são utilizadas técnicas como análise do microdesgaste do esmalte dentário, avaliação de microfósseis vegetais contidos no cálculo dentário (ASEVEDO et al., 2012) e, principalmente, análise de isótopos de carbono e oxigênio de tecidos mineralizados (PRADO et al., 2001; SÁNCHEZ et al., 2004; DANTAS et al., 2013, 2016, 2017; LOPES et al., 2013; FRANÇA et al., 2014).

As análises de isótopos estáveis de oxigênio e carbono permitem inferir não apenas alguns aspectos da ecologia de animais extintos, mas também as condições paleoambientais e paleoclimáticas em que viveram (SÁNCHEZ et al., 2004; KOCH, 2007; MARSHALL et al., 2007). Essa técnica baseia-se no fato de que os isótopos de oxigênio e carbono contidos na bioapatita (parte inorgânica de ossos e dentes) e no colágeno (parte orgânica) refletem a razão isotópica da água e dos alimentos ingeridos pelo animal (FRICKE, 2008).

O isótopo estável de oxigênio em mamíferos reflete a composição isotópica de oxigênio que entra no organismo pela respiração e ingestão e sai pela respiração, transpiração e excreção. Os valores da razão isotópica do O₂ atmosférico, porém, são relativamente constantes, fazendo com que as variações da razão isotópica de oxigênio em grandes mamíferos herbívoros, que obtêm grande parte da água bebendo diretamente, reflitam as variações da razão isotópica da água ingerida (SÁNCHEZ et al., 2004; LOPES et al., 2013; FRANÇA et al., 2014; DANTAS et al., 2017). Dado que fatores ambientais como temperatura, umidade relativa e ciclo hidrológico influenciam significativamente nas razões de isótopos de oxigênio das águas de riachos, lagos e alimentos, é possível utilizar a composição isotópica de oxigênio da bioapatita para inferir condições climáticas no passado (FRICKE, 2008). Já as diferenças nas razões de isótopos estáveis de carbono são derivadas dos alimentos consumidos pelos animais. O tipo de material vegetal, resultado da via fotossintética utilizada pela planta, influencia na relação de isótopos de carbono (SÁNCHEZ et al., 2004; NEVES, 2013): plantas C₃ (árvores, arbustos, ervas e algumas gramíneas) realizam maior discriminação isotópica do que as plantas C₄ (gramíneas e ciperáceas tropicais) e, portanto, seus valores de carbono são distintos. Assim, é possível reconstruir a dieta do animal em estudo (SÁNCHEZ et al., 2004; KOCH, 2007; MARSHALL et al., 2007).

Dado o crescente número de estudos sobre distribuição, cronologia e ecologia alimentar dos mastodontes brasileiros (AVILLA et al., 2013; FRANÇA et al., 2014; DANTAS &

COZZUOL 2016; MOTHÉ et al., 2017) e a escassez de informações para as regiões do Triângulo Mineiro e Regional Norte de Minas Gerais, este trabalho teve por objetivo aportar novos dados e análises sobre os mastodontes registrados no município de Campina Verde e na região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, incluindo: (1) a descrição morfológica detalhada dos espécimes obtidos, (2) a datação absoluta e análise dos isótopos estáveis de carbono e oxigênio do espécime oriundo de Campina Verde, a fim de inferir os hábitos alimentares do animal e paleoambiente em que este viveu.

2. METODOLOGIA

2.1. Materiais

Foram estudados materiais associados ao mastodonte *Notiomastodon platensis* registrados em duas localidades do estado de Minas Gerais (Figura 3): (1) 1 terceiro molar inferior esquerdo isolado (M_3), advindo do leito do Córrego da Cruz da Retirada Bonita, na região da comunidade rural de Andrelândia, município de Campina Verde, e atualmente depositado no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Uberlândia sob o número de tombo MBC-061-Pv e (2) 2 porções mandibulares, estando uma associada a um terceiro molar (M_3) e outra a dois decíduos (Dp_3 e Dp_4) e 5 molares isolados, em vários níveis de fragmentação, todos oriundos da região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá e pertencentes à Escola de Minas de Ouro Preto (atual UFOP), identificados sob os códigos DGO-M-259, DGO-M-257, DGO-M-258, DGO-M-286, DGO-M-274, DGO-M-268, DGO-M-267 e DGO-M-275.



Figura 3 – Mapa indicando a localização dos municípios de (A) Campina Verde, (B) Montes Claros e (C) Francisco Sá. Fonte: Google Earth

2.2. Descrição

Foi realizada descrição detalhada de todos os espécimes supracitados, seguindo a terminologia dentária proposta por Tassy (1996) (Figuras 4 e 5).

A fórmula dentária de *Notiomastodon platensis* inclui três dentes decíduos ($Dp^{2/2}$, $Dp^{3/3}$ e $Dp^{4/4}$) e três dentes molares definitivos ($M^{1/1}$, $M^{2/2}$ e $M^{3/3}$), substituídos horizontalmente. Na espécie, os dentes são bunodontes (constituídos por cúspides arredondadas) e variam no número de lofos/lófidos de acordo com sua classificação, sendo os $Dp^{2/2}$ bilofodontes, os $M^{3/3}$ pentalofodontes e os intermediários trilofodontes (MOTHÉ et al., 2012).

O posicionamento dos dentes na mandíbula foi determinado com base na obliquidade entre prétrites e póstrites – em dentes superiores, as prétrites são anteriores em relação às póstrites, sendo o oposto em inferiores. Considerou-se também que em dentes superiores a prétrite localiza-se lingualmente, enquanto que nos inferiores sua localização é labial. As prétrites são geralmente mais complexas e sempre mais desgastadas, desgaste este gerado em vida pelo uso na mastigação (apud MARCON, 2007).

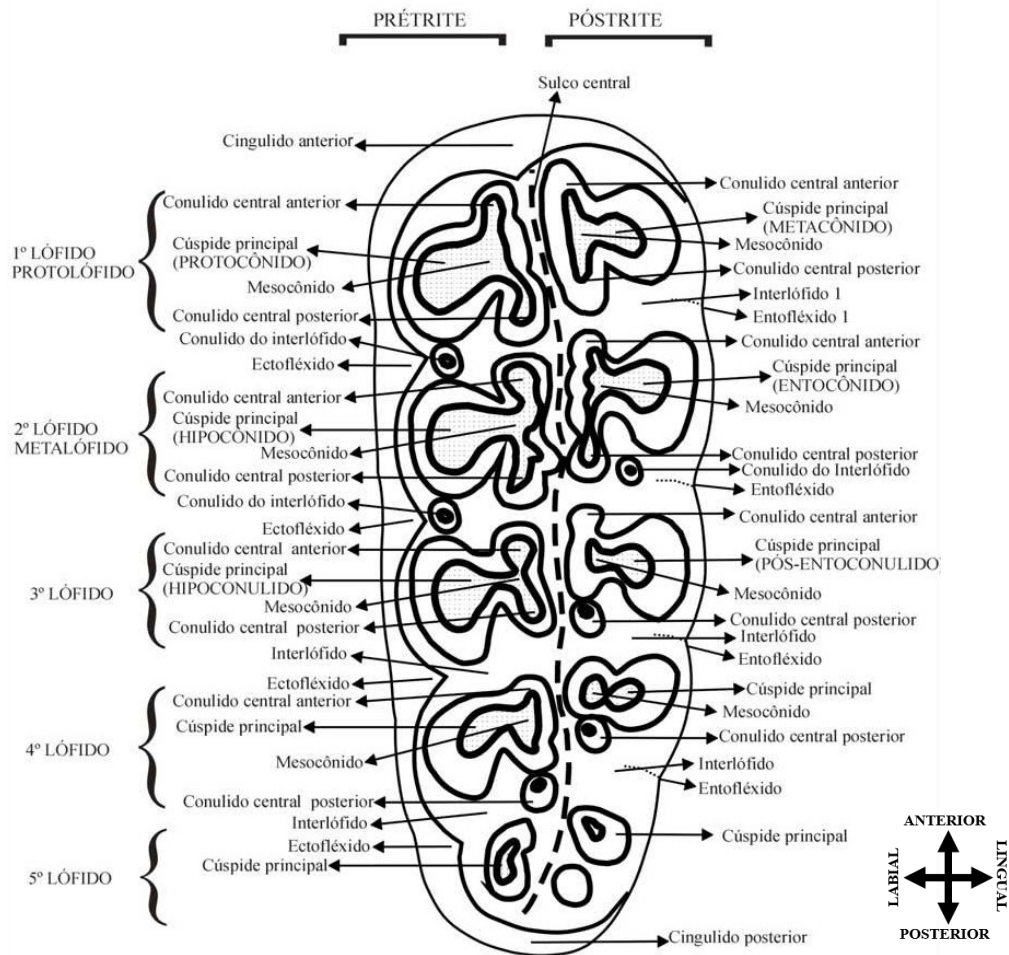


Figura 4 – Terminologia dentária utilizada para descrição dos molares inferiores (M_3 esquerdo).

Fonte: MARCON, 2007

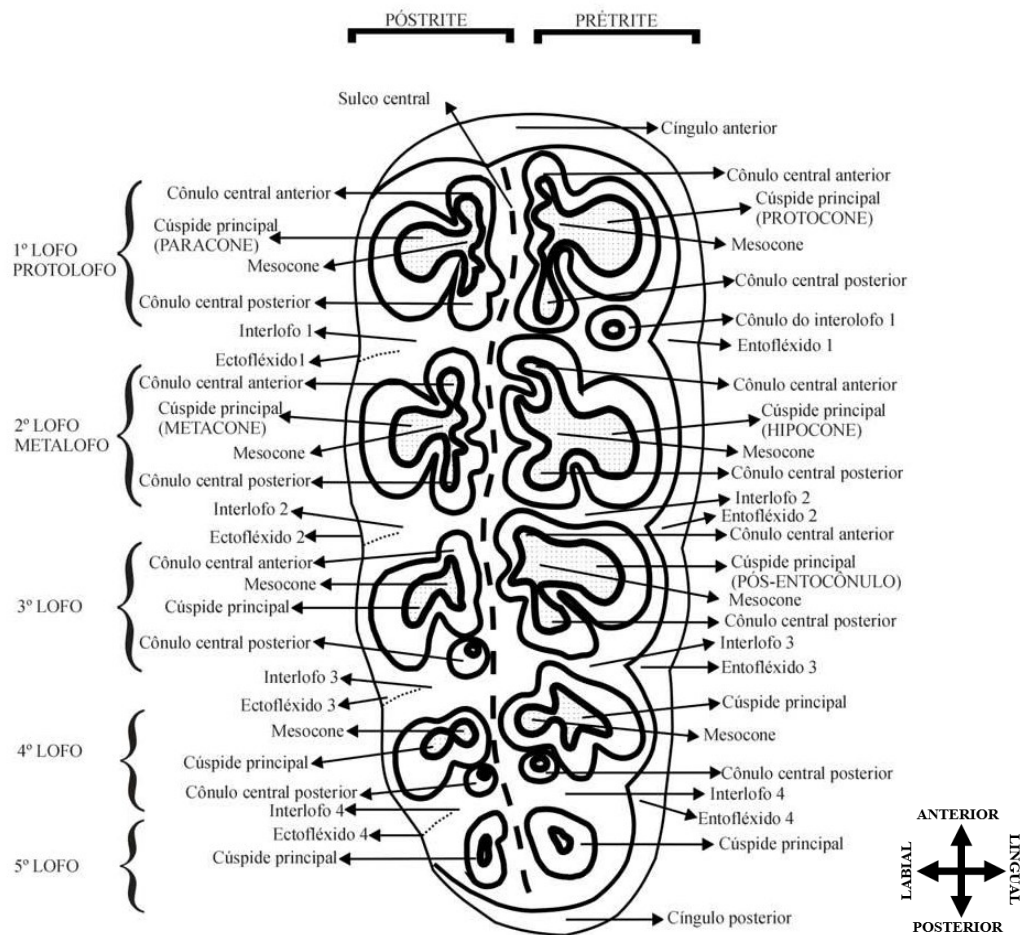


Figura 5 – Terminologia dentária utilizada para descrição dos molares superiores (M^3 direito).
Fonte: MARCON, 2007

O material foi estudado macroscopicamente e fotografado com câmera digital. Com paquímetro digital, foram tiradas medidas de comprimento (CM) e largura máximos (LM) dos dentes e mandíbulas, além da altura anterior (AA) e posterior (AP) a série molar e comprimento da série dentária (CSD) das mandíbulas.

2.3. Datação absoluta e análise de isótopos estáveis

Foram retiradas amostras de esmalte e dentina do espécime MBC-061-Pv e enviadas ao Centro de Estudos Isotópicos Aplicados da Universidade da Geórgia, Estados Unidos, para datação absoluta e análise de isótopos estáveis. A datação foi realizada por Radiocarbono via Espectrometria de Massa com Aceleradores (AMS). A datação por Radiocarbono é essencialmente um método desenvolvido para medir a radioatividade residual, baseando-se no decaimento beta do carbono-14, cuja meia-vida equivale a 5.730 anos (KOTZ et al., 2011). Na técnica AMS, são contados o número de átomos de carbono 14 presentes na amostra, e não as partículas beta como na datação radiométrica. No processo, a amostra passa por um pré-

tratamento, onde é quimicamente limpa. Após, é reagida sob vácuo com ácido fosfórico a 100%, dissolvendo o mineral ósseo e liberando o dióxido de carbono da bioapatita. O dióxido de carbono resultante é purificado e convertido em grafite. Os índices de $^{14}\text{C} / ^{13}\text{C}$ do grafite são medidos utilizando o espectrômetro de massa do acelerador CAIS 0,5 MeV. A análise de isótopos estáveis é realizada seguindo-se o mesmo processo de preparação e grafitização da amostra. A medição, entretanto, é feita separadamente usando um espectrômetro de massa com razão isotópica estável.

A idade em radiocarbono foi calibrada usando o programa CALIB 8.1.0 (REIMER, et al., 2013).

2.4. Interpretação dos resultados ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$)

As razões isotópicas são obtidas a partir da equação $\delta = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1] \times 1000$, onde R é a relação entre o isótopo mais pesado e o mais leve ($^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$; $^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$) e representa desvios na razão isotópica em relação a um padrão. Os padrões utilizados para os valores isotópicos de carbono e oxigênio são o Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) e o Standard Mean Ocean Water (SMOW), respectivamente (e. g. LOPES et al., 2013). Cabe aqui ressaltar que a composição isotópica da hidroxiapatita pode ser preservada com mínima ou nenhuma alteração diagenética significativa (CHERKINSKY, 2009).

A via fotossintética utilizada pelas plantas influencia na razão de isótopos de carbono encontrada nos herbívoros, caso da espécie sob estudo. Plantas C_3 apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}$ de $-27\text{‰} \pm 3\text{‰}$; plantas C_4 , por sua vez, apresentam valores maiores de aproximadamente $-13\text{‰} \pm 2\text{‰}$; já os valores intermediários são característicos de plantas com metabolismo CAM (MACFADDEN et al. 1999; MACFADDEN 2005). Essas informações são utilizadas para inferir dietas baseando-se no fato de que mamíferos herbívoros de médio e grande porte registram, na hidroxiapatita, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da vegetação ingerida com um enriquecimento que varia de acordo com a massa corporal do indivíduo (TEJADA-LARA et al., 2018). *Notiomastodon platensis*, com massa estimada entre 4,4 (LARRAMENDI, 2016) e 6 toneladas (DANTAS et al., 2017), possui enriquecimento de 15‰ (SILVA et al., 2019). Assim, consideramos neste estudo que animais que se alimentam exclusivamente de plantas C_3 apresentam valores de $\delta^{13}\text{C} \leq -12\text{‰}$, enquanto que consumidores exclusivos de C_4 apresentam valores de $\delta^{13}\text{C} \geq +2\text{‰}$. Valores intermediários (entre -12‰ e $+2\text{‰}$) indicam uma dieta mista de plantas C_3 e C_4 e/ou uma dieta baseada em plantas CAM (MACFADDEN et al., 1999; MACFADDEN, 2005; DANTAS et al. 2017).

Para animais com dieta mista calculou-se a proporção das fontes alimentares (f1 e f2) através das fórmulas:

$$\delta^{13}C_{mix} = \delta^{13}C_1 f1 + \delta^{13}C_2 f2$$
$$1 = f1 + f2$$

onde $\delta^{13}C_{mix}$ é o valor de $\delta^{13}C$ obtido da bioapatita e $\delta^{13}C_1$ e $\delta^{13}C_2$ são os valores enriquecidos das plantas C₃ (-12‰) e C₄ (+2‰), respectivamente (PHILLIPS, 2012). A partir da proporção de recursos obtidas, calculou-se também a largura de nicho ecológico pela fórmula de Pianka, 1973:

$$B = 1 / \sum p_i^2$$

sendo **B** a largura de nicho e **p_i** a proporção de recursos. Por fim, essa medida foi padronizada (0 a 1), seguindo a fórmula de Levins, 1968:

$$B_A = B - 1/ n - 1$$

na qual B_A é a largura de nicho padronizada, B é a largura de nicho ecológico e n é o número de recursos consumidos. O resultado indica se o indivíduo era generalista (1) ou especialista (0).

Para interpretação das variações isotópicas de oxigênio registradas na bioapatita, considerou-se que o valor de $\delta^{18}O$ é maior em ambientes mais secos e quentes e menor em ambientes mais úmidos e frios, uma vez que ambientes com alta evaporação e baixa precipitação tem altas proporções de ^{18}O nos corpos d'água locais, gerando valores de $\delta^{18}O$ mais enriquecidos (LOPES et al., 2013; DANTAS et al., 2020). Foi realizado um teste de correlação entre os valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{18}O$ através do software PAST 4.03, de modo a certificar que estes animais obtinham a maior parte da água bebendo diretamente e não de suas dietas, ou seja, que os valores de $\delta^{18}O$ encontrados são reflexo da composição isotópica da água meteórica e ambiental que consumiam. Uma comparação foi feita entre o valor de $\delta^{18}O$ obtido neste estudo e os dados publicados por Dantas et al. (2017) para a mesma espécie em outras partes da RIB.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Descrição

Ordem PROBOSCIDEA Illiger, 1811

Superfamília ELEPHANTOIDEA Gray, 1821

Família GOMPHOTHERIIDAE Hay, 1922

Gênero *Notiomastodon* Cabrera, 1929

Notiomastodon platensis (Ameghino, 1888)

- MBC-061-Pv

O espécime é um dente, terceiro molar inferior esquerdo (M_3), bunodonte pentalofodonte (Figura 6). Possui bordas aproximadamente paralelas, com uma leve concavidade na borda labial, e a obliquidade é bem definida, estando as póstrites posicionadas mais anteriormente que as prétrites. Apresenta desgaste moderado no protolófido e metalófido, desgaste leve na prétrite do tritolófido, e não apresenta desgaste nos lófidos posteriores (estágios de desgaste 1 a 2). Os conulidos centrais estão presentes apenas entre as prétrites, próximos ao sulco central, sendo que o desgaste destes e das cúspides principais (i.e., protocônido e hipocônido) nas prétrites do primeiro e segundo lófidos dão origem às típicas figuras de trevos. Posteriormente ao hipoconulido, destaca-se um conulido central bem desenvolvido. O dente possui o cingulido anterior fraturado na altura do metacônido e o cingulido posterior caracterizado pelo desenvolvimento de dois conulidos (os tálons). Os interlófidos posteriores e os tálons apresentam tártaro, ou placa dentária, em abundância.

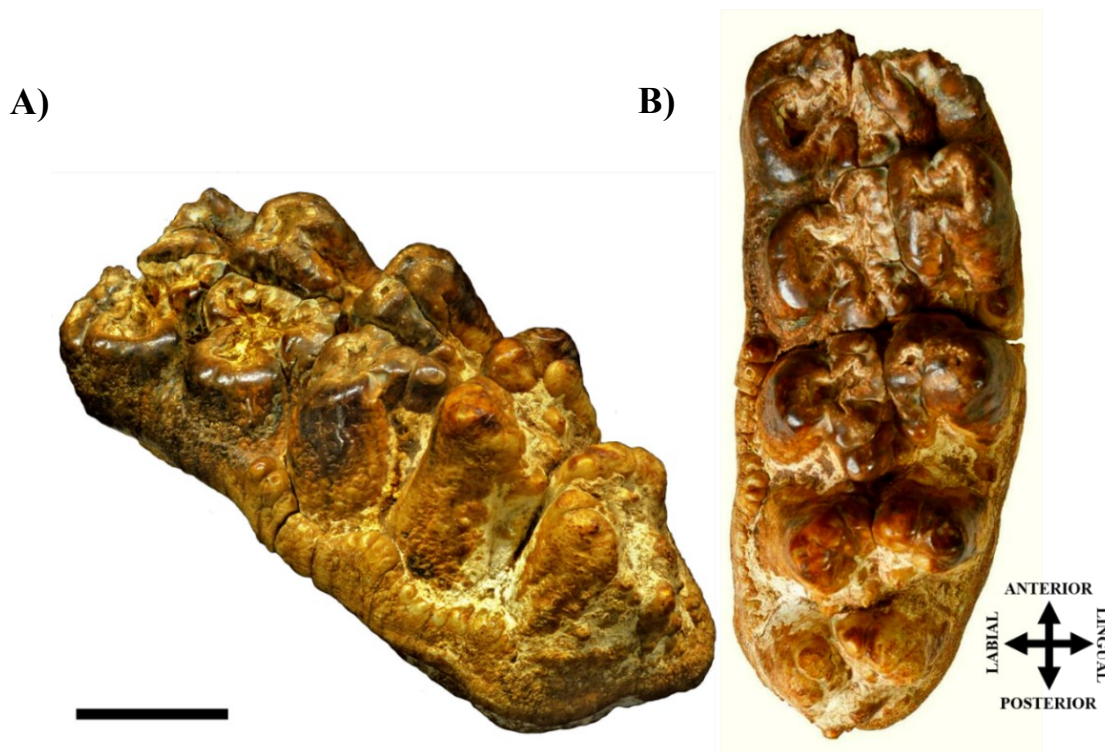


Figura 6 – Espécime MBC-061-Pv: 3º molar esquerdo inferior (M_3) proveniente de Campina Verde-MG, em vista labial oblíqua (A) e em vista oclusal (B). Escala: 5 cm.

- DGO-M-259

Corresponde a um fragmento da porção direita de uma mandíbula com 330 mm de comprimento, associado a um terceiro molar parcialmente preservado (Figura 7). O fragmento inclui o corpo mandibular e parte da região sínfisiária, estando o ângulo da mandíbula ausente. A borda ventral é levemente convexa, tornando-se ligeiramente côncava próximo à extremidade anterior. A face medial é abaulada na região da sínfise e torna-se convexa conforme se dirige posteriormente. A face lateral apresenta-se discretamente convexa anteriormente; porém, à medida que se estende posteriormente, tal convexidade se acentua e a face torna-se mais larga, fazendo com que a borda alveolar lateral seja mais espessa labialmente do que lingualmente. Na região mentoniana encontra-se, lateralmente, um forame com aproximadamente 6 mm de diâmetro. As bordas laterais possuem sua altura máxima (130 mm) logo após a sínfise e tornam-se mais baixas na região alveolar (110 mm), provendo uma curvatura ao corpo mandibular. A fratura na extremidade posterior tem bordas irregulares e expõe a última raiz do dente associado.

O dente em questão é um terceiro molar bunodonte pentalofofonte (M₃). A prétrite do tritolófidio (i. e. hipoconulido) e os 4º e 5º lófidios encontram-se preservados, estando a primeira com desgaste leve. Entre as prétrites, destacam-se conulidos centrais posteriores bem pronunciados. Há uma abertura entre a coroa e as raízes. Na porção anterior as cúspides e conulidos estão ausentes. Onde estariam o metacônido e entocônido, observa-se uma fina camada de esmalte; já na região do protocônido e hipocônido, a dentina está exposta. As bordas do molar são aproximadamente paralelas e é possível observar a obliquidade no 4º lófidio, sendo a póstrite posicionada anteriormente à prétrite.

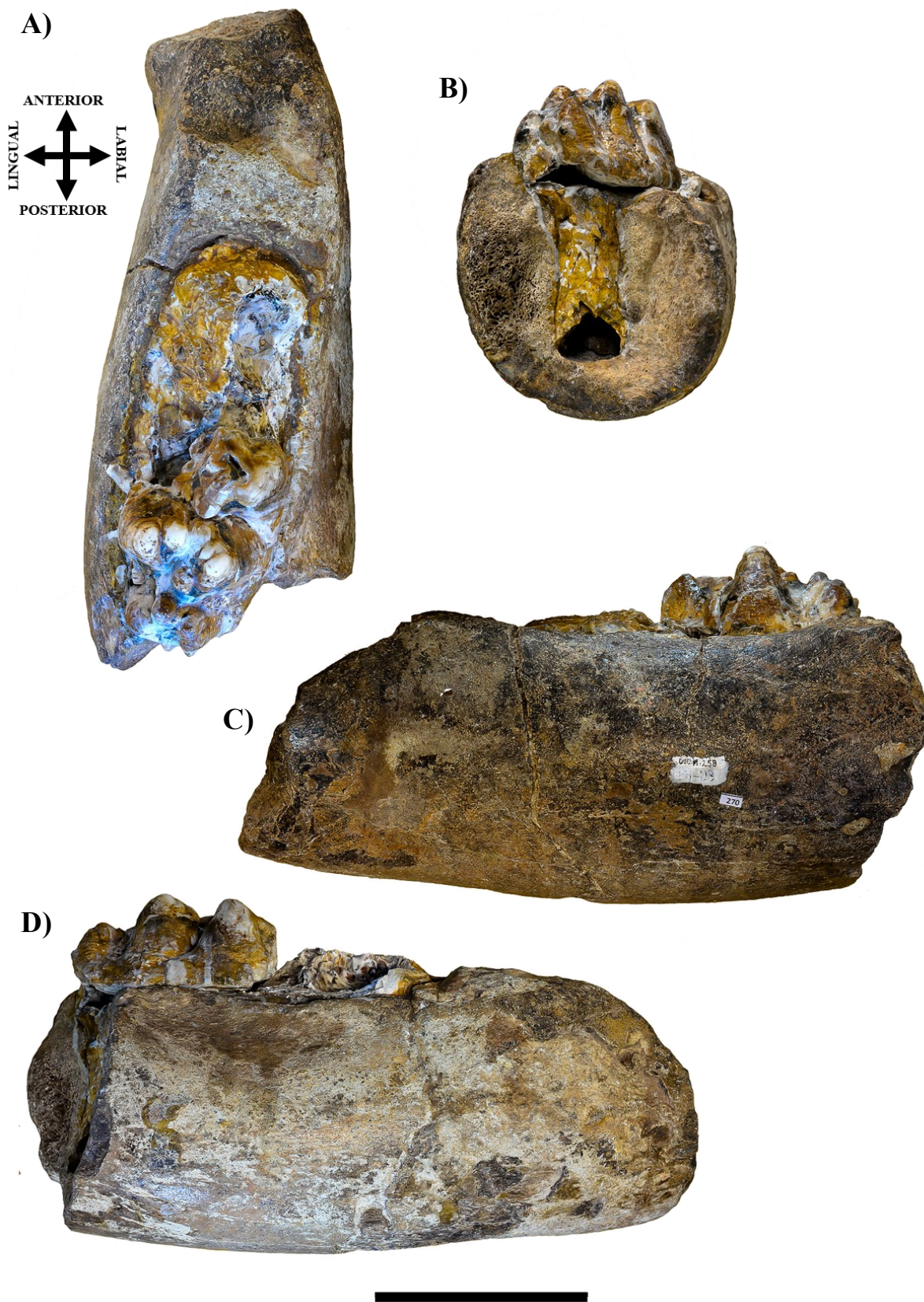


Figura 7 – Espécime DGO-M-259: porção direita de uma mandíbula associada a um 3º molar (M₃) proveniente de Montes Claros-MG, em vista oclusal (A), em vista posterior (B) e em vistas laterais esquerda (C) e direita (D). Escala: 10 cm.

- DGO-M-257

Trata-se de um fragmento da porção esquerda de uma mandíbula jovem associada a dois dentes decíduos (Dp₃ e Dp₄) (Figura 8). Estão presentes o corpo mandibular e parte da porção ascendente que totalizam 248 mm de comprimento; na região anterior há uma fratura oblíqua, adjacente aos alvéolos dentários, que expõe o canal mandibular. A superfície labial possui uma convexidade mais acentuada e alarga-se posteriormente. A superfície lingual é reta anteriormente e torna-se ligeiramente convexa à medida que se estende posteriormente até uma fratura na altura do Dp₄, expondo parcialmente a última raiz do dente. Tal fratura se prolonga até a superfície ventral, de forma mais superficial, exibindo a extensão do canal mandibular. A largura máxima da mandíbula, que se dá na altura do Dp₄, é de 90 mm e a altura máxima (na região do Dp₃) é de 98 mm.

O Dp₃ é bunodonte trilofodonte, em estado avançado de desgaste. Anteriormente, na região do primeiro e segundo lófidos, estão ausentes as cristas de esmalte e a linha medial; as bordas de esmalte encontram-se muito fragmentadas e a dentina está exposta, preservando a forma do dente. Já na região posterior, i.e. hipoconulido e pós-entoconulido, apesar do desgaste é possível observar cristas de esmalte e as bordas encontram-se mais conservadas. O desgaste mais acentuado nas prétrites ocasiona certa inclinação à superfície oclusal do dente.

O Dp₄, bunodonte trilofodonte, apresenta-se mais bem preservado, com desgaste moderado no primeiro lófido, desgaste leve no segundo e sem desgaste no terceiro. Há fragmentação do esmalte na póstrite do segundo lófido, no cingulido posterior e nas bordas laterais. O dente em questão possui bordas aproximadamente paralelas; os cingulidos anterior e labial são bem marcados e é possível notar uma discreta obliquidade, estando as póstrites posicionadas mais anteriormente que as prétrites. As prétrites possuem conulidos centrais anteriores e posteriores bem desenvolvidos, de modo a formar as figuras em trevo em estágios de desgaste mais avançados. Os interlófidos das póstrites são mais espaçados, inclusive possibilitando o acúmulo de sedimento entre o entocônido e o pós-entoconulido.

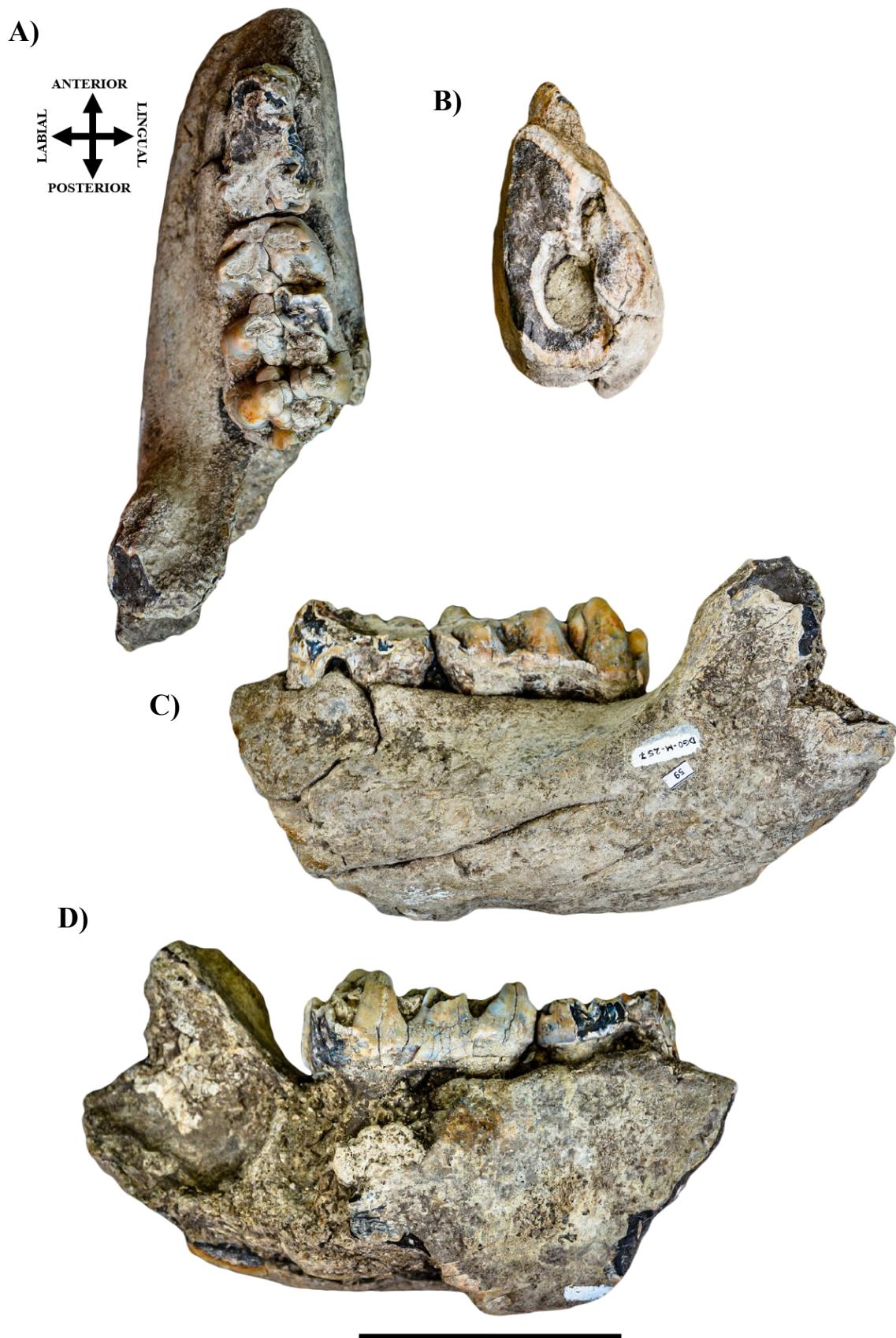


Figura 8 – Espécime DGO-M-257: porção esquerda de uma mandíbula associada a dois decíduos (Dp₃ e Dp₄) proveniente da região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, em vista oclusal (A), em vista anterior (B) e em vistas laterais esquerda (C) e direita (D). Escala: 10 cm

- DGO-M-258

Identificado como um terceiro molar inferior direito (M_3), bunodonte pentafodonte (Figura 9). O primeiro lófidio encontra-se ausente, graças a uma fratura que afetou, também, a crista de esmalte proximal e lateral do segundo lófidio. A face lingual do dente encontra-se fraturada na região mais anterior e encoberta por sedimentos em toda sua extensão. Sedimentos também envolvem as raízes que, apesar de presentes, têm sua visualização dificultada na região proximal e sua dentina completamente exposta na região distal. As prétrites são mais complexas e estão posicionadas posteriormente em relação às póstrites. O entocônido, o hipocônido e o hipoconulido apresentam desgaste avançado, sendo possível observar a típica figura de trevo neste último. No 4º lófidio o desgaste vai de leve a moderado e o 5º lófidio não possui desgaste. No interlófidio entre a 3ª e 4ª prétrite há um conulido bem desenvolvido e fragmentado. Os interlófidios são mais espaçados entre as póstrites e estão preenchidos por sedimentos, e a cúspide principal da póstrite do último lófidio apresenta-se fragmentada, expondo o núcleo.

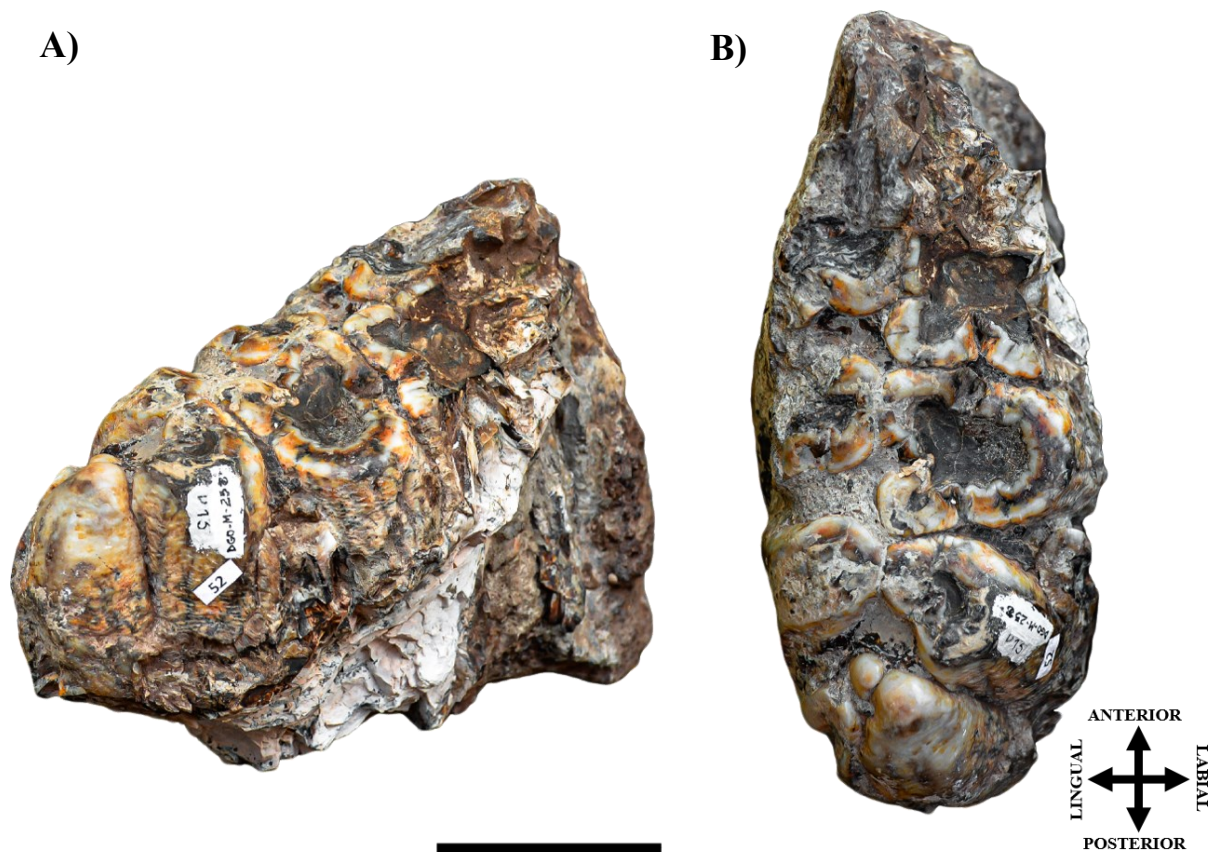


Figura 9 – Espécime DGO-M-258: 3º molar direito inferior (M_3) proveniente da região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, em vista labial oblíqua (A) e em vista oclusal (B). Escala: 5 cm

- DGO-M-286

O material consiste na porção posterior de um terceiro molar inferior esquerdo (M_3), bunodonte e provavelmente pentalofodonte (Figura 10). Encontram-se presentes os quatro últimos lófidos, estando os três último mais íntegros e o metalófidio representado apenas por um conulido central posterior e um pequeno fragmento de esmalte. As raízes não foram preservadas. Possui comprimento máximo de 99 mm e a largura máxima, transversal ao 3º lófidio, é de apenas 62 mm - sendo, portanto, um espécime estreito quando comparado ao MBC-061-Pv, que possui largura máxima de 87 mm para o mesmo lófidio. As bordas são aproximadamente paralelas e estreitam-se na região posterior. O cingulido labial é bem marcado e é possível observar certa obliquidade, estando as póstrites anteriores às prétrites. Entre as prétrites há a presença de conulidos centrais mais robustos; já as póstrites são mais simples e possuem seus interlófidios ligeiramente mais espaçados. O hipocónulido possui uma pequena fratura na borda do esmalte e está associado a conulidos centrais anteriores e posteriores, de modo que, em um nível de desgaste mais avançado (apresentam desgaste moderado), originariam uma figura de trevo. O pós-entoconulido e a prétrite do 4º lófidio apresentam desgaste leve e os demais não possuem desgaste.

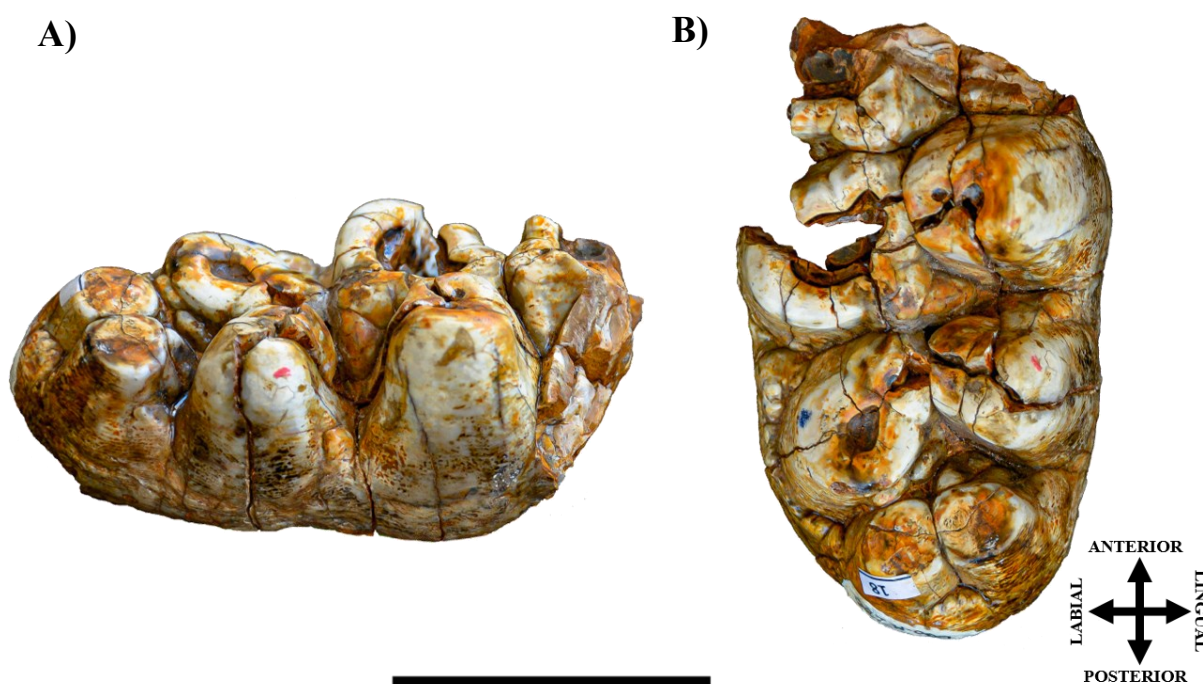


Figura 10 – Espécime DGO-M-286: porção posterior de um 3º molar esquerdo inferior (M_3) proveniente da região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, em vista latero-dorsal (A) e em vista oclusal (B).

Escala: 5 cm

- DGO-M-274 e DGO-M-268

O DGO-M-274 trata-se da porção distal de um terceiro molar superior direito (M^3), estando presentes apenas os dois últimos lofos. Apesar da fragmentação, é possível observar leve obliquidade, estando a prétrite anterior à póstrite. O último lofo é pouco desenvolvido. O penúltimo, por sua vez, apresenta cênulos acessórios na prétrite moderadamente desgastada, fornecendo certa complexidade. Destaca-se um cênulo bem desenvolvido no inerlofo posterior, tão expressivo quanto as últimas cúspides do dente. Já a póstrite é mais simples e levemente desgastada. As faces laterais e posterior e a região do inerlofo estão recobertas por uma camada de tártaro dentário.

O DGO-M-268, por sua vez, é uma cúspide principal e acessórias (cênulos centrais anteriores e posteriores) identificada como uma póstrite, acompanhada de fragmentos da borda do esmalte e cúspides acessórias da prétrite correspondente. Apresenta desgaste moderado e alguns pontos de tártaro.

Apesar de tombados separadamente, DGO-M-274 e DGO-M-268 pertencem ao mesmo dente, uma vez que a póstrite encaixa-se à porção distal do terceiro molar, além de possuírem proporções, cores e morfologia semelhantes (Figura 11).

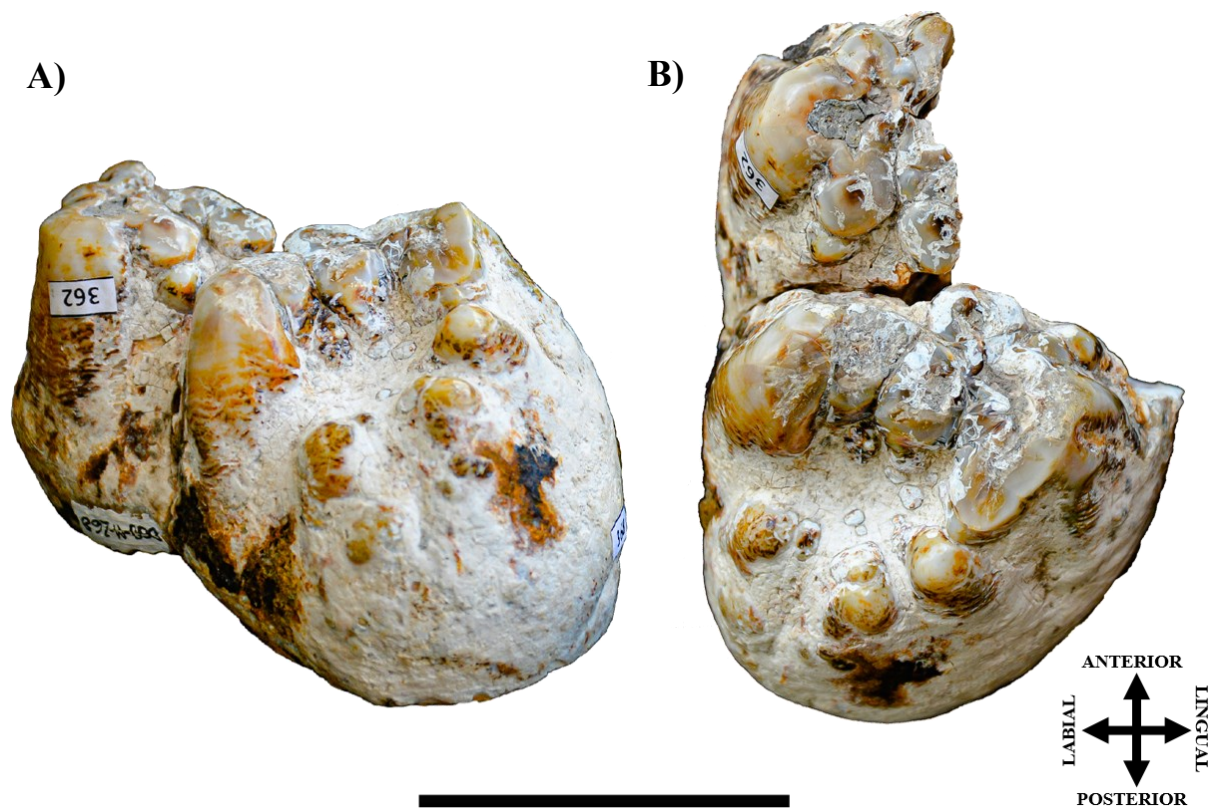


Figura 11 – Espécimes DGO-M-274 e DGO-M-268: porção distal de 3º molar superior direito (M^3) e cúspide provenientes da região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, em vista labial oblíqua (A) e em vista oclusal (B). Escala: 5 cm

- DGO-M-267

Diz respeito à porção medial de um 3º molar superior direito (M^3), estando preservada integralmente uma póstrite e parcialmente uma póstrite e duas prétrites (Figura 12). Apesar do grande grau de fragmentação, foi possível estabelecer sua posição pelo desgaste mais avançado no lofo proximal e pela ligeira obliquidade, estando as prétrites posicionadas anteriormente às póstrites. O desgaste é mais avançado entre as prétrites, causando uma considerável inclinação na superfície oclusal do dente, e estas são maiores e mais complexas, sendo possível observar cônulos centrais já desgastados. O esmalte possui uma coloração mais escura, desbotada nas cristas.

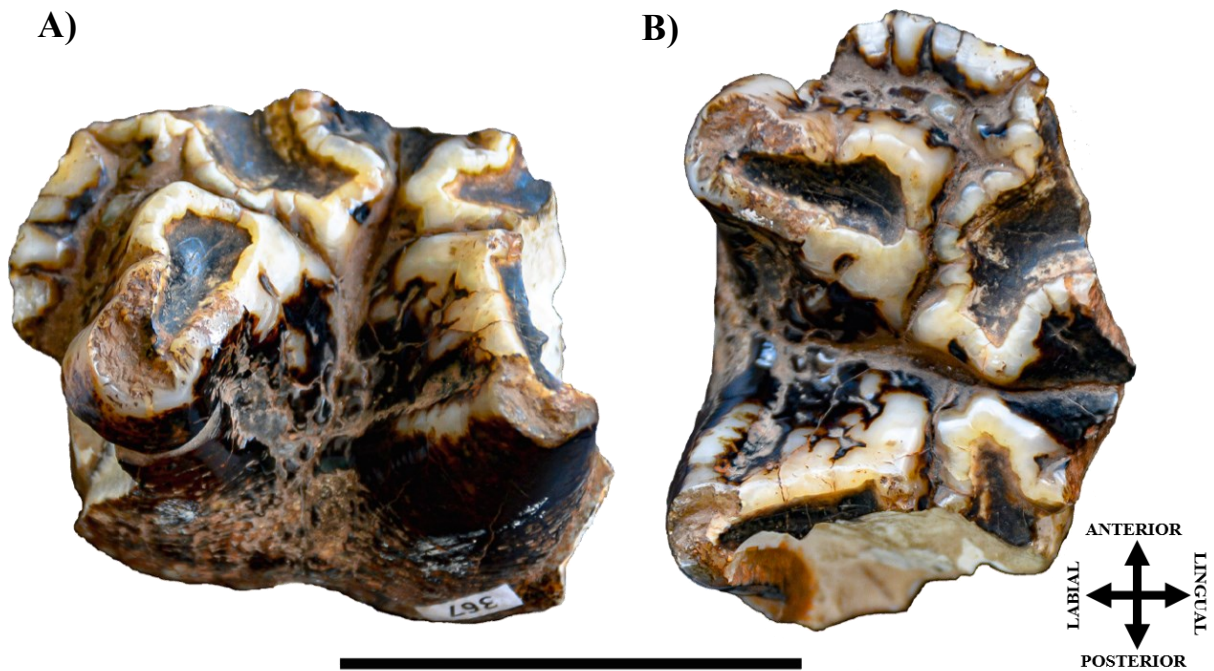


Figura 12 – Espécime DGO-M-267: porção medial de 3º molar superior direito (M^3) proveniente da região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, em vista latero-dorsal (A) e em vista oclusal (B). Escala: 5cm

- DGO-M-275

Trata-se de um dente fraturado, pelas dimensões provavelmente um 3º molar ($M^3/3$), com esmalte pouco preservado e raízes presentes (Figura 13). Na superfície oclusal é possível observar apenas uma cúspide simples, com desgaste moderado, e outros fragmentos de esmalte. A fragmentação expôs a dentina das raízes que não possuem uma forma bem definida devido a uma camada de sedimentos incrustada, também presente na superfície oclusal.

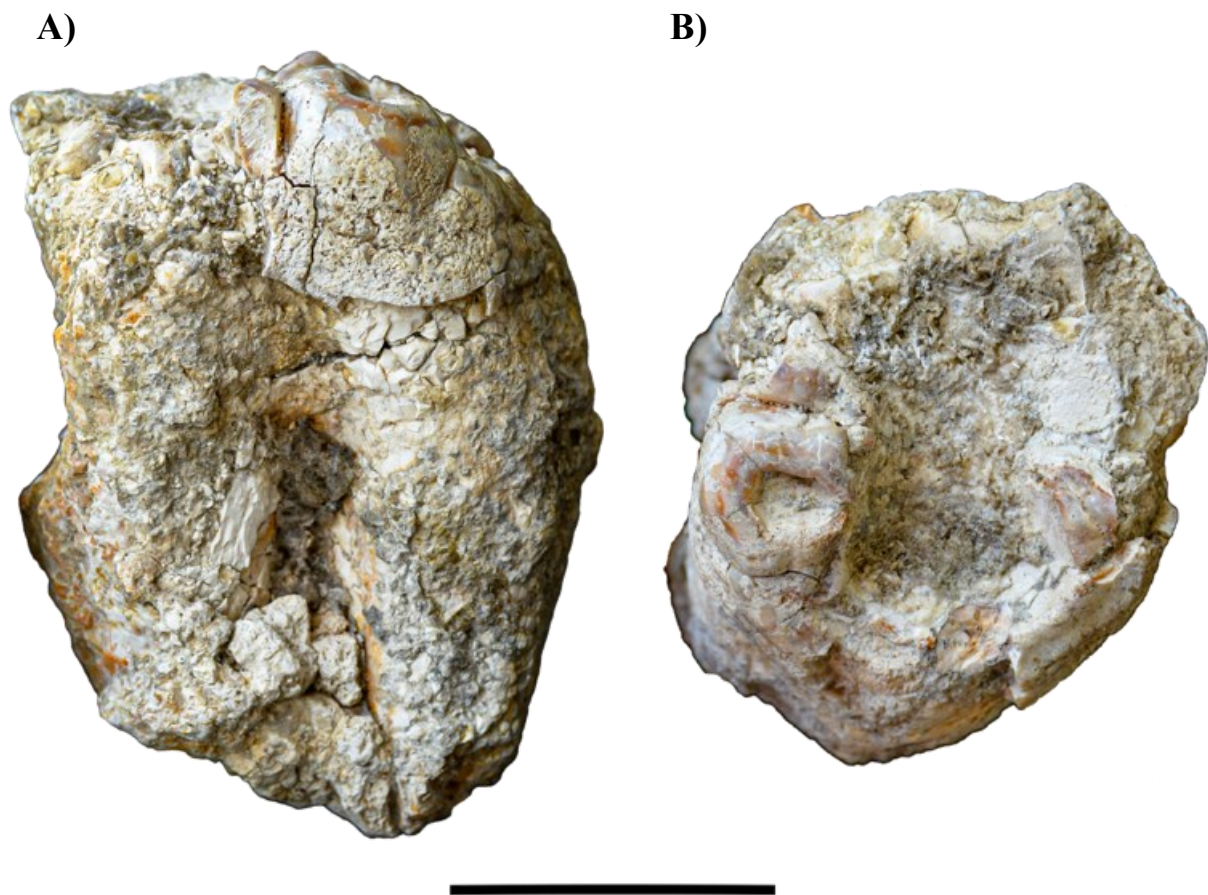


Figura 13 – Espécime DGO-M-275: fragmento de 3º molar proveniente da região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá, em vista lateral (A) e em vista oclusal (B). Escala: 5 cm

Tabela 1 – Medidas (mm) das mandíbulas de *Notiomastodon platensis* descritas, sendo: **AA**, altura da mandíbula no plano anterior à série molar; **AP**, altura da mandíbula no plano posterior à série molar; **CM**, comprimento máximo; **LM**, largura máxima; **CSD**, comprimento da série dentária; *medida comprometida por fratura/erosão.

Espécime	AA	AP	CM	LM	CSD
DGO-M-259	130	-	330*	129	190
DGO-M-257	63*	90	248*	90	153

Tabela 2 – Medidas (mm) dos molares de *Notiomastodon platensis* descritos, sendo: **CM**, comprimento máximo; **LM**, largura máxima; *medida comprometida por fratura/erosão.

Espécime	Classificação	CM	LM
MBC-061-Pv	M ₃	210*	87
DGO-M-259	M ₃	190	70
DGO-M-257	Dp ₃	54	37
	Dp ₄	84	49
DGO-M-258	M ₃	184*	81
DGO-M-286	M ₃	99*	62
DGO-M-274	M ³	68*	65*
DGO-M-268	Cúspide M ³	39	38
DGO-M-267	M ³	65*	47*
DGO-M-275	M ³ / ₃	88*	82*

3.2. Datação por ¹⁴C

A idade atribuída ao espécime MBC-061-Pv, cuja calibração resultou em range de 22.050 a 21.814 anos (Tabela 3), situa-o no final do Pleistoceno, época do período Quaternário compreendida entre 2,6 milhões e 10 mil anos atrás, testemunha do Último Máximo Glacial. O resultado está em acordo com a extensão temporal de 460 a 10 mil anos atribuída à espécie pelo registro fossilífero brasileiro (DANTAS et al. 2013).

Ademais, a confirmação da presença de *Notiomastodon platensis* no Triângulo Mineiro neste momento da história, amplia a potencial distribuição da espécie há aproximadamente 21 mil anos na América do Sul, proposta por Dantas et al. (2013).

Tabela 3 – Resultados obtidos a partir da amostra do espécime MBC-061-Pv, pelo Centro de Estudos Isotópicos Aplicados da Universidade da Geórgia, Estados Unidos ($\delta^{13}\text{C}\%$, $\delta^{18}\text{O}\%$ e Datação ¹⁴C), proporção de recursos da dieta ($p_i\text{C}_3$ e $p_i\text{C}_4$) e largura de nicho padronizado (B_A).

Material	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$	$p_i\text{C}_3$	$p_i\text{C}_4$	B_A	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	Datação ¹⁴C	Cal BP
Esmalte	0,53	0,105	0,895	0,23	23,81	19.890 ± 45	22.050-21.814

3.3. Paleoecologia isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$)

O espécime MBC-061-Pv apresentou valor de $\delta^{13}\text{C}$ de 0,53‰ (Tabela 3), o que indica uma dieta mista de plantas C_3 e C_4 . O cálculo da proporção de recursos ingeridos, por sua vez, revela uma expressiva preferência por plantas C_4 , que compuseram 89,5% de sua dieta. A largura de nicho, em concordância com essa constatação, aponta uma tendência a hábito especialista ($B_A = 0,23$). A partir disso, pode-se inferir a ocorrência de uma savana aberta, com abundância de plantas C_4 , para a região do município de Campina Verde.

Este resultado é similar ao encontrado para a espécie em outras localidades da Região Intertropical Brasileira. Segundo Dantas et al. (2017), a razão isotópica de carbono média obtida de mastodontes advindos de Alagoas, Bahia, Rio Grande do Norte e Sergipe é de $-1,17 \pm 2,7\%$, com proporção média de 70% da dieta constituída por plantas C_4 .

Mais ao sul do país, no estado do Rio Grande do Sul, *N. platensis* apresenta hábitos mais generalistas ($\delta^{13}\text{C}$ de $-8,5\%$), com proporções mais altas de plantas C_3 , o que é associado à alta latitude (LOPES et al., 2013). Ao norte, mais especificamente no Acre e Rondônia, os valores de carbono já obtidos são mais baixos, de $-14,11 \pm 2,4\%$ e $-15,09 \pm 1,16\%$, respectivamente, indicando uma dieta especialista em plantas C_3 , o que reflete um ambiente de floresta de copa fechada e pastagens arborizadas – em acordo ao encontrado atualmente (ASEVEDO et al., 2021).

Tratando-se do sudeste brasileiro, Asevedo (2015) propôs uma dieta mista e generalista, constituída por gramíneas C_3/C_4 e plantas lenhosas, para os indivíduos originários de Araxá (MG). Seu trabalho foi baseado em análises de microdesgaste e tártaro dentário. O hábito generalista sugerido pela autora, em contraponto com a tendência especialista observada para o mastodonte de Campina Verde, pode ser explicado por diferenças ambientais causadas por fatores geográficos, como altitude, e/ou temporais, uma vez que a assembleia de Araxá foi datada em 60-55 mil anos.

Essa plasticidade na dieta de *N. platensis*, considerada generalista-oportunista, foi um fator importante para sua ampla distribuição na América do Sul (MOTHÉ et al., 2017).

Já o resultado da razão isotópica de oxigênio foi de 23,81‰ (Tabela 3). O teste estatístico (Figura 14) demonstrou uma fraca correlação entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ ($R^2 = 0,017$, $p < 0,05$), o que indica que o oxigênio das fontes locais de água são a principal origem da razão isotópica incorporada pela fração mineral do espécime.

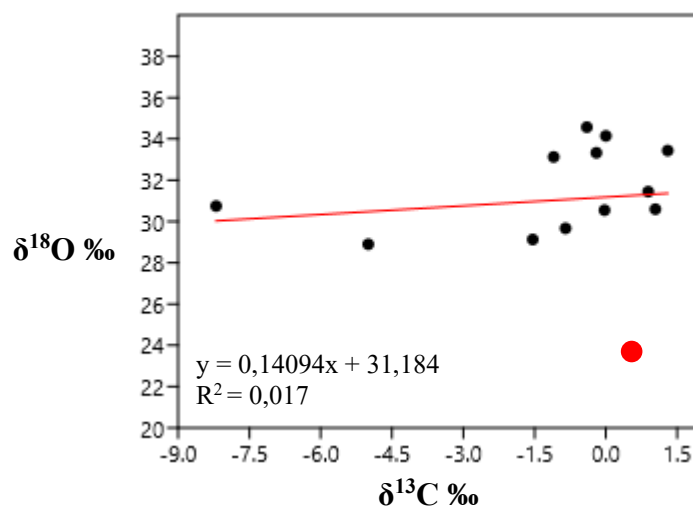


Figura 14: correlação entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ do espécime MBC-061-Pv (●), em comparação com os dados publicados por Dantas et al. (2017).

Esse valor da razão isotópica de oxigênio é baixo quando comparado aos valores médios de $\delta^{18}\text{O}$ obtidos por Dantas et al. (2017) para a mesma espécie na Região Intertropical Brasileira ($31,64 \pm 1,95\%$), o que indica um ambiente comparativamente mais ameno e úmido para a região de Campina Verde.

Valores semelhantes ao encontrado aqui foram registrados para *N. platensis* na região norte do país, nos estados do Acre e Rondônia, com médias de $24,95 \pm 0,5\%$ e $23,07 \pm 0,9\%$, respectivamente, (ASEVEDO et al., 2021).

No Mato Grosso do Sul, a média de $\delta^{18}\text{O}$ encontrada por Pansani et al. (2019) para outras espécies (*Eremotherium laurillardii*, *Glyptotherium* sp., *Holmesina paulacoutoi*, e *Toxodon platensis*) também se aproximou do resultado apresentado neste trabalho ($24,69 \pm 1,23\%$). Apesar dos dados não serem atribuídos à *N. platensis*, valores baixos foram constatados em diferentes grupos taxonômicos, o que torna improvável a influência de fatores fisiológicos intrínsecos. Corroborando com o sugerido pelos autores para Mato Grosso do Sul, os valores baixos de $\delta^{18}\text{O}$ podem ser um indicativo da influência de corredores de umidade amazônicos. Este argumento é sustentado pela existência do fenômeno Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) (e.g. NOVELLO et al., 2017) associado à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que estabelece uma faixa de nebulosidade orientada do noroeste a sudeste da América do Sul, partindo da bacia amazônica e estendendo-se para latitudes subtropicais (CRUZ et al., 2006; e. g. RODRIGUES, 2012). Entretanto, são necessários outros estudos com materiais advindos das regiões centro-oeste e sudeste para que as comparações dos valores de oxigênio e respectivas conclusões sejam mais precisas.

4. CONCLUSÕES

A descrição dos espécimes está em acordo com as características morfológicas atribuídas à espécie *Notiomastodon platensis*, apresentando variações de tamanho e complexidade já esperadas, e amplia sua ocorrência para duas novas localidades: município de Campina Verde e região dos municípios de Montes Claros e Francisco Sá. A análise de isótopos estáveis, por sua vez, indica a existência de um ambiente de savana aberta para a região do município de Campina Verde durante o final da época pleistocênica, similar aos resultados encontrados em outras localidades da Região Intertropical Brasileira, porém comparativamente mais frio e úmido (DANTAS et al. 2017, 2020), o que pode ter sido influenciado pela presença de corredores úmidos oriundos da região amazônica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASEVEDO, L.; WINCK, G. R.; MOTHÉ, D.; AVILLA, L. S., 2012. Ancient diet of the Pleistocene gomphothere *Notiomastodon platensis* (Mammalia, Proboscidea, Gomphotheriidae) from lowland mid-latitudes of South America: stereomicroscopy and tooth calculus analyses combined. *Quaternary International*, v. 255, n. 6, p. 42-52.

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

ASEVEDO, L.; RANZI, A.; KALLIOLA, R.; PARSSINEN, M.; RUOKOLAINEN, K.; COZZUOL, M. A.; NASCIMENTO, E. R.; NEGRI, F. R.; SOUZA-FILHO, J. P.; CHERKINSKY, A.; DANTAS, M. A. T., 2021. Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$) of late Quaternary herbivorous mammal assemblages from southwestern Amazon. *Quaternary International*, v. 251, ISSN 0277-3791.

AVILLA, L. S.; FIGUEIREDO, A. M. G.; KINOSHITA, A.; BERTONI-MACHADO, C.; MOTHÉ, D.; ASEVEDO, L.; BAFFA, O.; DOMINATO, V. H.; 2013. Extinction of a gomphothere population from southeastern Brazil: taphonomic, paleoecological and chronological remarks. *Quaternary International* v. 305, p. 85-90.

CARTELLE, C., 1999. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: Eisenberg, J.F., Redford, K. H. (Eds.), *Mammals of the Neotropics*. The University of Chicago Press, pp. 27–46.

- CHERKINSKY, A., 2009. Can we get a good radiocarbon age from “bad bone”? Determining the reliability of radiocarbon age from bioapatite. *Radiocarbon*, v. 51 (2), p. 647-655.
- CRUZ JR., F.W.; BURNS, S.J.; KARMANN, I.; SHARP, W.D.; VUILLE, M. 2006. Reconstruction of regional atmospheric circulation features during the late Pleistocene in subtropical Brazil from oxygen isotope composition of speleothems. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 248, p. 495-507.
- DANTAS, M. A. T.; XAVIER, M. C. T.; FRANÇA, L. M.; COZZUOL, M. A.; RIBEIRO, A. S.; FIGUEIREDO, A. M. G.; KINOSHITA, A.; BAFFA, O., 2013. A review of the time scale and potential geographic distribution of *Notiomastodon platensis* (Ameghino, 1888) in the late Pleistocene of South America. *Quaternary International*, v. 317, n. 13, p. 73-79.
- DANTAS, M. A. T.; COZZUOL, M. A., 2016. The Brazilian Intertropical Fauna from 60 to About 10 ka BP: Taxonomy, Dating, Diet, and Paleoenvironments. In: GASPARINI G., RABASSA J., DESCHAMPS C., TONNI E. (eds). *Marine Isotope Stage 3 in Southern South America, 60 KA B.P.-30 KA B.P.* Springer Earth System Sciences. Cham: Springer. ISBN 978-3-319-39998-0.
- DANTAS, M. A. T.; CHERKINSKY, A.; BOCHERENS, H.; DREFAHL, M.; BERNARDES, C.; FRANÇA, L. M., 2017. Isotopic paleoecology of the Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region: Feeding ecology ($\delta^{13}\text{C}$), niche breadth and overlap. *Quaternary Science Reviews*, v. 170, p. 152-163.
- DANTAS, M. A. T.; MISSAGIA, R. V.; DUTRA, R. P.; RAUGUST, T.; SILVA, L. A.; DELICIO, M. P.; RENÓ, R.; CHERKINSKY, A., 2020. Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$) from mammals from IUIU/BA and paleoenvironmental reconstruction ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) for the Brazilian intertropical region through the late Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, v. 242.
- DOMINATO, V. H., 2013. Estudo tafonômico dos mastodontes de Araxá, Minas Gerais, Brasil. 220 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- FRANÇA, L. M.; DANTAS, M.A.T.; BOCCHIGLIERI, A.; CHERCKINSKY, A.; RIBEIRO, A. S.; BOCHERENS, H., 2014. Chronology and ancient feeding ecology of two upper Pleistocene megamammals from the Brazilian Intertropical Region. *Quaternary Science Reviews*, v. 99, p. 78-83.

- FRICKE, H. C., 2008. Stable isotope geochemistry of bonebed fossils: reconstructing paleoenvironments, paleoecology, and paleobiology. In: ROGERS, R. R.; EBERTH, D. A.; FIORILLO, A. R. (eds). *Bonebeds: genesis, analysis, and paleobiological significance*. Chicago: University of Chicago Press. p. 437-490. ISBN: 978-0-226-72370-9.
- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; TOWNSEND, J., 2011. *Chemistry and chemical reactivity*, 8a edição. Pacific Grove: Brooks-Cole Publishin, 1296 p. ISBN: 978-0-840-04828-8.
- LARRAMENDI, A., 2016. Shoulder height, body mass and shape of proboscideans. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 61 (3), p. 537-574.
- LEVINS, R., 1968. *Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations*, vol. 2. Princeton University Press, New Jersey, p. 120p.
- LOPES, R. P.; RIBEIRO, A. M.; DILLENBURG, S. R.; SCHULTZ, C. L., 2013. Late middle to late Pleistocene paleoecology and paleoenvironments in the coastal plain of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil, from stable isotopes in fossils of *Toxodon* and *Stegomastodon*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 369, p. 385-394.
- MACFADDEN, B.J.; CERLING, T.E.; HARRIS, J.M.; PRADO, J., 1999. Ancient latitudinal gradients of C3/C4 grasses interpreted from stable isotopes of New World Pleistocene horse (*Equus*) teeth. *Glob. Ecol. Biogeogr.* v. 8, p. 137-149.
- MACFADDEN, B.J., 2005. Diet and habitat of toxodont megaherbivores (mammalia, notoungulata) from the late quaternary of South and Central America. *Quat. Res.* v. 64, p. 113-124.
- MARCON, G. T. G., 2007. *Contribuição ao estudo dos proboscídea (Mammalia, Gomphotheriidae) do quaternário do estado do Rio Grande do Sul, Brasil*. 113 f. Dissertação de Mestrado – Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- MARSHALL, J. D.; BROOKS, J. R.; LAJTHA, K., 2007. Sources of variation in the stable isotopic composition of plants. In: MICHENER, R., LAJTHA, K. (eds.). *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, 2a edição. Malden: Wiley-Blackwell, p. 22-60. ISBN: 978-1-405-12680.
- MOTHÉ, D.; AVILLA, L. S.; COZZUOL, M.; WINCK, G. R., 2012. Taxonomic revision of the Quaternary gomphotheres (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae) from the South American lowlands. *Quaternary International*, v. 276, p. 2-7.

- MOTHÉ, D.; AVILLA, L. S.; ASEVEDO, L.; BORGES-SILVA, L.; ROSAS, M.; LABARCA-ENCINA, R.; SOUBERLICH, R.; SOIBELZON, E.; ROMAN-CARRION, J. L.; RIOS, S. D.; RINCON, A. D.; OLIVEIRA, G. C.; LOPES, R. P., 2017. 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.
- NEVES, C. B. A. A., 2013. *Paleoecologia dos grandes carnívoros (Carnivora: Mammalia) do Quaternário do Brasil*. 83 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2013.
- NOVELLO, F. V.; CRUZ, F. W.; VUILLE, M.; STRÍKIS, N. M.; EDWARDS, R. L.; CHENG, H.; EMERICK, S.; DE PAULA, M. S.; LI, X.; BARRETO, E. S.; KARMANN, I.; SANTOS, R.V., 2017. A high-resolution history of the south American monsoon from last glacial Maximum to the Holocene. *Sci. Rep.* 7 (44267), 1-8.
- OLIVEIRA, A. M.; BECKER-KERBER, B.; CORDEIRO, L. M.; BORGHEZAN, R.; AVILLA, L. S.; PACHECO, M. L. A. F.; SANTOS, C. M. D., 2017. Quaternary mammals from Central Brazil (Serra da Odoquena, Mato Grosso do Sul) and comments on paleobiogeography and paleoenvironments. *Rev. Bras. Palaontol.*, v.20 (1), p. 31-44.
- PANSANI, T. R.; MUNIZ, F. P.; CHERKINSKY, A.; PACHECO, M. L. A. F.; DANTAS, M.A.T., 2019. Isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) of late quaternary megafauna from Mato Grosso do Sul and Bahia states, Brazil. *Quat. Sci. Rev.* v.221, 105864.
- PHILLIPS, D.L., 2012. Converting isotope values to diet composition: the use of mixing models. *J. Mammal*, v. 93 (2), p. 342-352.
- PIANKA, E.R., 1973. The structure of lizard communities. *Annu. Rev. Ecol. Systemat.* 4 (1), 53-74.
- PRADO, J. L.; ALBERDI, M.T.; AZANZA, B.; SÁNCHEZ, B.; FRASSINETTI, D., 2001. The Pleistocene Gomphotheres (Proboscidea) from South America: diversity, habitats and feeding ecology. In: CAVARRETTA, G.; GIOIA, P.; MUSSI, M.; PALOMBO, M.R. (eds). *Proceedings of the First International Congress The World of Elephants*, p. 337-340, Roma, Out. 2001. Trabalho apresentado no First International Congress The World of Elephants/La Terra degli Elefanti, Roma, 2001.

- REIMER, P.J.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J. W.; BLACKWELL, P.G.; BRONK RAMSEY, C.; ...VAN DER PLICHT J., 2013. Intcal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, v. 55(4), p. 1869–1887.
- RODRIGUES, H. P., 2012. Zona de convergência do atlântico sul: um estudo observacional e numérico. Pós-graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil. Dissertação de Mestrado.
- SÁNCHEZ, B., PRADO, J.L., ALBERDI, M. T., 2004. Feeding ecology, dispersal, and extinction of South American Pleistocene gomphotheres (Gomphotheriidae, Proboscidea). *Paleobiology*, v. 30, p. 146-161.
- SILVA, J. A.; LEAL, L. A.; CHERKINSKY, A.; DANTAS, M. A. T., 2019. Late Pleistocene mesomammals from Anage, Bahia, Brazil: taxonomy and isotopic paleoecology ($\delta^{13}\text{C}$). *J. S. Am. Earth Sci.* 96 (2019), 102362.
- SIMPSON, G. G.; PAULA-COUTO, C., 1957. The mastodonts of Brazil. *Bulletin of the AMNH*; v. 112, article 2.
- TASSY, P. 1996. Dental homologies and nomenclature in the Proboscidea. In: SHOSHANI, J. & TASSY, P. *The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and their Relatives*. Oxford, New York, Tokyo: Oxford University Press, p. 21-25. ISBN: 978-0-198-54652-8.
- TEJADA-LARA J.V.; MACFADDEN B.J.; BERMUDEZ L.; ROJAS G.; SALAS-GISMONDI R.; FLYNN J.J., 2018. Body mass predicts isotope enrichment in herbivorous mammals. *Proc R Soc B.* 285:20181020.
- WEBB, S. D., 1991. Ecogeography and the great American interchange. *Paleobiology*, v. 17, n. 3, p. 266-280.