



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

HÁBITOS ALIMENTARES DE *SUBULO* (CERVIDAE, MAMMALIA) DURANTE  
EVENTO DE EXPANSÃO POPULACIONAL NO QUATERNÁRIO TARDIO  
BRASILEIRO

por

NADJANE SANDES SANTIAGO

**Trabalho de Conclusão do Curso** apresentado  
ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia  
como exigência para obtenção do grau de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

Salvador, BA

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

HÁBITOS ALIMENTARES DE *SUBULO* (CERVIDAE, MAMMALIA) DURANTE  
EVENTO DE EXPANSÃO POPULACIONAL NO QUATERNÁRIO TARDIO  
BRASILEIRO

por

NADJANE SANDES SANTIAGO

**Trabalho de Conclusão do Curso** apresentado  
ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia  
como exigência para obtenção do grau de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Alex Hubbe.

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Moraes.

Salvador, BA

2023

Data da Defesa: 12 de dezembro de 2023.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Alex Hubbe  
Universidade Federal da Bahia - Salvador

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Annie Schmaltz Hsiou  
Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Taissa Rodrigues Marques da Silva  
Universidade Federal do Espírito Santo - Vitória

## RESUMO

O registro fóssil da Gruta Cuvieri (Minas Gerais) documenta um evento de expansão populacional de *Subulo gouazoubira* Fisher 1814, Cervidae, que ocorreu próximo à transição Pleistoceno-Holoceno. Em função disso, torna-se relevante explorar causas para essa expansão populacional. Uma hipótese que explicaria o fenômeno seria a mudança nos hábitos alimentares da espécie ao longo do tempo. Neste trabalho essa questão é investigada a partir do estudo dos microdesgastes dentários produzidos durante a mastigação. O presente estudo analisou a superfície oclusal de réplicas do segundo molar (M2) de 20 hemimandíbulas esquerdas, sendo quatro amostras do Pleistoceno e 16 do Holoceno. As feições de microdesgaste dentário (arranhão grosso, arranhão fino, poço grande e poço pequeno) foram analisadas utilizando-se a técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a partir da qual quatro réplicas foram descartadas e 16 réplicas foram avaliadas. Posteriormente, as feições foram qualificadas e quantificadas de forma semiautomática através do pacote *MicroWeaR* para a linguagem R de programação. A diferença nas medianas entre as duas épocas foi testada utilizando-se o Teste de Kruskal-Wallis (em função dos resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk) e os dados também foram analisados através da Análise de Componentes Principais (PCA). O teste de Kruskal-Wallis não suporta diferença na dieta ao longo do tempo, e a PCA suporta este resultado. Apesar de não se observar diferenças temporais na dieta, a PCA evidenciou duas tendências de dieta principais a partir da correlação das feições de microdesgaste dentário para as réplicas: dieta mista com frutos, mas dominada por folhas (ramoneadores) e dieta mista com frutos, mas dominada por gramíneas (pastadores). O quantitativo de arranhões separa os dois grandes grupos: ramoneadores e pastadores, enquanto os poços sinalizam haver dieta mista com frutos (alimentos mais rígidos devido à existência de casca espessa e/ou semente dura). Com este estudo foi possível perceber a importância da análise de microdesgastes dentários numa investigação paleoecológica ao se mostrar uma metodologia robusta na identificação dos padrões de dieta e auxiliar na interpretação paleoambiental. Este estudo também aponta alguns dos desafios enfrentados ao inferir dieta a partir de dados dos microdesgastes dentários já que a interpretação pode sofrer interferências por conta da forma de impressão desses desgastes no dente e a possibilidade da sua obliteração por, entre outros fatores, efeitos tafonômicos no contexto cavernícola.

**Palavras-chave:** Microdesgaste dentário, Mudança de dieta, Veado, Transição Pleistoceno-Holoceno, Gruta Cuvieri.

## ABSTRACT

The fossil record from Gruta Cuvieri (Minas Gerais) documents an event of population expansion of *Subulo gouazoubira* Fisher 1814, Cervidae, which occurred close to the Pleistocene-Holocene transition. Due to this, it is important to explore the causes of this population expansion. One hypothesis that could explain the observed pattern is a change in the species' eating habits over time. In this study, we investigated this issue through the analysis of dental microwear produced during chewing. We examined the occlusal surface of replicas of second molars (M2) from 20 left hemimandibles, with four samples from the Pleistocene and 16 from the Holocene. The dental microwear features (coarse scratch, fine scratch, large pit, and small pit) were observed using Scanning Electron Microscopy (SEM) technique, from which four replicas were discarded and 16 replicas were evaluated. These features were subsequently qualified and quantified semi-automatically using the MicroWear package for the R programming language. The difference in medians between the two time epochs was tested using the Kruskal-Wallis test (based on the results of the Shapiro-Wilk normality test), and the data were also analyzed through Principal Component Analysis (PCA). The Kruskal-Wallis test did not support a difference in diet over time, while PCA supported this result. Although no temporal differences were observed in the diet, the PCA revealed two main diet trends based on the variance and covariance of dental microwear features: a mixed diet with fruits, dominated by leaves (browsers), and a mixed diet with fruits, dominated by grasses (grazers). The quantity of scratches separated the two main diet groups: browsers and grazers, while the pits indicated a mixed diet with fruits, suggesting harder foods due to the existence of thick skin and/or hard seeds. This study demonstrates the importance of analyzing dental microwear in paleoecological investigations, providing a robust methodology for identifying dietary patterns and aiding in paleoenvironmental interpretation. It also highlights challenges in inferring diet from dental microwear data, such as potential interference from differences in eating habits due to climatic seasonality, changes in habitat for the group, or taphonomic effects in the cave context. This study also highlights some of the challenges faced when inferring diet from data on dental microwear, since the interpretation may suffer interference due to the way in which this wear is imprinted on the tooth and the possibility of its obliteration due to, among other factors, taphonomic effects on the tooth on cave context.

**Keywords:** Dental microwear, Diet change, Deer, Pleistocene-Holocene transition, Cuvieri Cave.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Laboratório Multiusuário de Microscopia Eletrônica do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia (LAMUME-IF UFBA) pela realização das análises de MEV gratuitamente. Ainda em processo de formalização para prestação de serviços do LAMUME, o Prof. Dr. Marcus Vinícius Silva concedeu essa imensurável gentileza, caso contrário não conseguiria arcar com os custos e realizar este trabalho. Ao técnico, Sr. Elias, grata pela paciência, aprendemos muito juntos.

Ao Centro Nacional de Pesquisas (CNPq) por financiar a bolsa de Iniciação Científica (IC) que culminou no presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Rodrigo E. Oliveira do Laboratório de Arqueologia, Antropologia Ambiental e Evolutiva (LAAAE-IB USP) pela produção das réplicas molares e explicações a respeito dos microdesgastes e da topografia dentária.

Aos laboratórios: Grupo de Estudos de Foraminíferos (GEF) da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Moraes e Lab. de Biologia Evolutiva do Desenvolvimento (LABED) do Prof. Dr. Emílio Lanna, ambos da UFBA. Minha gratidão aos responsáveis e colaboradores dos laboratórios por disponibilizarem espaço e equipamentos durante as várias etapas deste trabalho, desde o entendimento da técnica à prática na análise dos microdesgastes, em especial a Isa por todo suporte e conversas descontraídas.

Ao orientador Prof. Dr. Alex Hubbe pela oportunidade da bolsa de IC e por todos os conselhos, leitura crítica e orientação, e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Moraes pela co-orientação e disponibilidade quando da ausência do prof. Alex, em pós-doc.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Priscila Camelier pela perda da estagiária, mas também pelo incentivo e busca, junto comigo, por meios de chegar até a Paleontologia. Por ser essa profissional que inspira a tantos, a mim também, e por seus conselhos realistas e profissionais. Muitos me ajudaram, Priscila me fez ver que é possível e abriu uma janela.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Ferreira pela escuta gentil, do cuidado com os alunos, e dos conselhos estendidas à vida.

Ao Prof. Dr. Caio Biasi, da Escola de Med. Vet. da UFBA, pelo apoio irrestrito. Por sua amizade e francas orientações. E pelo empréstimo de materiais e do esqueleto de cervídeo.

Ao meu querido Prof. Dr. Marcelo Napoli pela pronta disposição e como incentivador nato dos novos pesquisadores. Ofereceu-se em financiar o que eu precisasse, na ausência do prof. Alex, quando me vi às voltas com a análise por fazer e da necessidade de uma lente muito específica para o equipamento. Não foi necessário, mas me senti acolhida, sua orientação fraterna me emociona.

Ao Prof. Dr. Elver Mayer por estender oportunidades a alunos que nem são seus, o que permitiu que eu estivesse em contato com a origem do meu material de estudo ao participar das escavações na Gruta Cuvieri através do projeto de pesquisa da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). Um professor motivado modifica a todos a sua volta. Estendo o agradecimento aos colegas do Gepaleo, ao João e a Laura pela cida e dias de labuta. Ao Sr. Nilton e Dona Lurdinha, de Matozinhos, agradeço pelo café docinho, tão doce quanto a sua alegria em ajudar, ensinamento que trouxe comigo.

Aos meus mais sinceros amores, meus amigos: George, Stéfane, Lorena, Wellington e tantos outros, Naia, Kinha, Daisy, Jadiel, Gladson, Belle, Jader e mais... amigos e colegas da universidade que compartilham e acolhem com escuta paciente nossas angústias, frustrações e conquistas na rotina de pesquisa.

Aos meus pais Marivaldo e Bernadete pelo acolhimento novamente em sua casa, para que eu pudesse começar um novo caminho profissional do zero. Pelo lar, pelo apoio, seja na comidinha pronta para que eu pudesse dedicar o tempo em casa à graduação, seja pelo aporte financeiro durante todo o curso, integral na UFBA, tempo esse em que estive desempregada ou na informalidade.

Ao meu pai Marivaldo por acreditar incondicionalmente em mim, ainda que não entendesse a dimensão do que eu estava trilhando, com alguma resistência ao fato de eu deixar um trabalho estável e bem sucedido para começar um sonho, mas ainda assim me apoiando e com fé na filha. Agradeço ao pai que ele foi e pelas lições que relembro diariamente, cada uma às situações que se apresentam.

Grata a mim pela coragem de viver os meus sonhos.

À Marivaldo Alves Santiago (*in memoriam*),  
meu amoroso pai.



## EPÍGRAFE

*“Primeiro princípio:  
Nunca se deixar abater pelas pessoas ou pelos acontecimentos”.*

Marie Sktodowska Curie

*“Ninguém nasce mulher, torna-se mulher.  
Nenhum destino biológico, psíquico, econômico define a forma  
que a fêmea humana assume no seio da sociedade. É o conjunto  
da civilização que elabora esse produto intermediário entre  
o macho e o castrado que qualificam o feminino”.*

Simone de Beauvoir

*“A prática do amor é o antídoto mais poderoso  
para a política da dominação”.*

bell hooks

# SUMÁRIO

---

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
Sumário.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Introdução Geral.....	16
1.2. Trabalhos na Gruta Cuvieri.....	19
1.3. Estudo genético e a recente mudança de gênero para <i>Subulo gouazoubia</i> Fisher 1814.....	22
2. OBJETIVOS.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Análise qualitativa.....	29
3.2. Análise quantitativa.....	31
4. RESULTADOS.....	36
4.1. Análise qualitativa.....	36
4.2. Análise quantitativa.....	38
5. DISCUSSÃO.....	46
6. CONCLUSÃO.....	51
7. RECOMENDAÇÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

- 1.1.** - Mapa de localização da Gruta Cuvieri, estado de Minas Gerais, Brasil; pg. 20.
- 1.2.** - Planta e perfil da Gruta Cuvieri indicando a localização dos *Loci* 1, 2 e 3. (A) No nível superior, destaque em amarelo para as entradas dos abismos denominados *Loci* 1, 2 e 3. (B) No nível inferior, localização dos *Loci* 1 e 3; pg. 21.
- 3.1.** - Exemplos de moldes dos segundos molares esquerdos inferiores de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG). (A) Molde a partir de hemimandíbula esquerda; (B) Molde a partir de fragmento de hemimandíbula esquerda; pg. 25.
- 3.2.** - Segundo molar inferior esquerdo (selenodonte) de *Subulo Gouazoubira* da Gruta Cuvieri (MG) inserido em hemimandíbula, com ampliação indicativa das cúspides analisadas neste trabalho: protocônido e hipocônido; pg. 26.
- 3.3.** - Réplica de segundo molar inferior esquerdo de *Subulo gouazoubira* obtida a partir de dente da Gruta Cuvieri (MG), com destaque às regiões analisadas por molar e ampliação de uma fotomicrografia indicando as características de microdesgaste dentário exploradas. (A) Fotografia de uma réplica (10x) indicando as regiões analisadas por dente: facetas anterior e posterior do protocônido (Pr) e do hipocônido (Hi). (B) Fotomicrografia de MEV de uma faceta de uma réplica (85x) indicando os tipos de características de microdesgaste: arranhão grosso, arranhão fino, poço grande e poço pequeno; pg. 26.
- 3.4.** - Fotomicrografia de MEV da faceta posterior do hipocônido da réplica CV20 (85x) antes e depois da marcação dos microdesgastes dentários. (A) Imagem antes da marcação dos microdesgastes dentários; (B) Imagem depois da marcação dos microdesgastes dentários, janela de marcação de 400 x 400  $\mu\text{m}$  ou 0,16  $\text{mm}^2$ ; pg. 27.
- 3.5.** - Fotomicrografia de MEV da faceta anterior do hipocônido da réplica CV11 (85x) com a indicação qualitativa das características de microdesgaste: arranhão grosso, arranhão fino, poço grande e poço pequeno; e como se apresentam: arranhões paralelos, arranhões cruzados; pg. 30.
- 4.1.** - Fotomicrografia de MEV da faceta anterior do protocônido da réplica CV03 (85x), amostra do Pleistoceno, com a indicação das feições de microdesgaste identificadas e a distribuição de poços e arranhões ao longo da superfície do esmalte dentário; pg. 36.

- 4.2.** - Fotomicrografia de MEV da faceta posterior do protocôncido da réplica CV11 (85x), amostra do Holoceno, com a indicação das feições de microdesgaste identificadas e a distribuição de poços e arranhões ao longo da superfície; pg. 37.
- 4.3.** - Posições distintas do Gráfico em 3D demonstrando a separação de dois agrupamentos das réplicas molares de *Subulo gouazoubira* da Gruta Cuvieri (MG) na Análise de Componentes Principais, em destaque com círculo azul. Réplicas do Pleistoceno em destaque com círculo laranja, as demais são réplicas do Holoceno; pg. 42.

## ÍNDICE DE TABELAS

- 3.1.** - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*), quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 32.
- 3.2.** - Teste de diferenças de distribuição Kruskal-Wallis dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 33.
- 3.3.** - Decomposição dos autovalores da Análise de Componentes Principais a partir dos dados absolutos dos microdesgastes dentários (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 34.
- 4.1.** - Dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) por réplica e respectivas frequências relativas, quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 39.
- 4.2.** - Teste de diferenças de distribuição Kruskal-Wallis: soma de classificação. A partir dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 40.
- 4.3.** - Variância e variância acumulada dos Componentes Principais da Análise de Componentes Principais realizada a partir dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 40.
- 4.4.** - Decomposição dos autovetores na Análise de Componentes Principais a partir dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o

conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 41.

- 4.5.** - Cálculo da média e do desvio padrão dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) para os grupos de dieta observados na Análise Componentes Principais, quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 43.

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- 4.1.** - Dispersão dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário: arranhões (arranhões finos e arranhões grossos) *versus* poços (poços pequenos e poços grandes). Dados quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 44.
- 4.2.** - Gráfico de área das feições de microdesgaste dentário acumuladas: idade relativa *versus* frequência. Dados absolutos quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG); pg. 45.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Introdução Geral

O estudo paleontológico, quando realizado com o auxílio de uma investigação tafonômica criteriosa, amplia sobremaneira o espectro de informações que um sítio fossilífero pode expor como registro (Behresmeyer, 1991). Isto aumenta as possibilidades de inferência na correta reconstituição da gênese e evolução de um depósito (Behresmeyer, 1978; Kidwell & Holland, 1991). Para uma investigação tafonômica criteriosa, é necessário escavar o sítio fossilífero com diligente controle estratigráfico. Isto permite compreender diferentes aspectos sobre a tafocenose, como por exemplo, a disposição espacial das peças, indícios de transporte, mistura temporal, efeitos físico-químicos e os processos que formaram a estratigrafia do depósito ao longo do tempo (Hubbe *et al.*, 2011; Hubbe & Auler, 2012; Behrensmeier & Miller, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2019). Estas informações, por sua vez, contribuem para uma melhor compreensão sobre o comportamento de uma população, as relações interespecíficas pretéritas existentes, a distribuição geográfica ou a variação no tamanho de uma população (Hubbe *et al.*, 2011; Hubbe & Auler, 2012; Behrensmeier & Miller, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2019).

A partir desse entendimento e fazendo o uso de técnicas arqueológicas de escavação, que permitiram uma escavação com rígido controle estratigráfico, o material encontrado na Gruta Cuvieri (MG) documenta um evento de expansão demográfica de *Subulo gouazoubira* que ocorreu próximo à transição entre o Pleistoceno e o Holoceno, no Quaternário tardio brasileiro, em consonância com outra caverna da mesma região - i.e. Lapa Nova (Hubbe & Auler, 2012). Essa expansão é suportada pela diferença na abundância relativa de *S. gouazoubira* entre as duas épocas. Enquanto para os sedimentos do Pleistoceno não há um táxon que seja desproporcionalmente mais abundante, nos sedimentos do Holoceno mais de 80% dos restos de mamíferos com mais de 10 kg pertencem a *S. gouazoubira* (Hubbe *et al. in prep*).

A espécie *Subulo gouazoubira*, Ordem Artiodactyla, é de médio porte, tem entre 11 – 25 kg, e 50 cm de altura (Duarte *et al.*, 2008), apresenta ampla distribuição Neotropical e é encontrada no nordeste, centro e sul do Brasil, bem como em longas extensões da Bolívia, Paraguai, Uruguai e norte da Argentina (Duarte *et al.*, 2008; Black-Décima *et al.*, 2010). Ocorre em áreas com cobertura lenhosa ou arbustiva, em regiões moderadamente úmidas a secas, podendo ocorrer também em áreas abertas como estratégia contra predadores, mas se alimentando em áreas de borda de floresta (Black-Décima & Vogliotti, 2016).



A espécie revela alimentação variada, se alimentando de frutos duros e secos na estação seca e frutos macios e carnudos na estação chuvosa, e complementarmente de folhas, flores, galhos e raízes (Hofmann, 1989; Pinder & Leeuwenberg, 1997). Dada a versatilidade na dieta da espécie é relevante investigar se houve mudança na dieta que justifique a expansão da população documentada na Gruta Cuvieri e região (mais detalhes no tópico: 1.3. Estudo genético e a recente mudança de gênero para *Subulo gouazoubia* Fisher 1814).

Uma forma de explorar se houve variação no hábito alimentar do grupo é através do estudo de microdesgaste dentário, um método amplamente utilizado para este propósito há pelo menos seis décadas (Dahlberg & Kinzey, 1962; informações complementares sobre a evolução dos estudos com microdesgaste em Teaford *et al.*, 2013). Os microdesgastes dentários são feições deixadas no esmalte, oriundas da interação entre alimento e dente, e podem ser qualificadas e quantificadas quanto às suas características: formato, tamanho, profundidade e direção (Solounias & Semprebon, 2002; Semprebon *et al.*, 2004; Mihlbachler & Beatty, 2012).

A análise de microdesgaste dentário pode determinar padrões de dieta de grupos fósseis e atuais. Esses padrões diferenciam graminívoros, folívoros e frugívoros, e podem determinar ainda, dentro de um hábito alimentar, a existência de uma alimentação mista (Solounias & Semprebon, 2002; Semprebon *et al.*, 2004; Mihlbachler & Beatty, 2012). As inferências sobre dieta a partir de microdesgaste dentário refletem padrões do comportamento alimentar de curto prazo. Isto porque, as feições ocorrem de forma superficial no esmalte e são modificadas e obliteradas constantemente com a alimentação (Walker *et al.*, 1978; Grine, 1986; Teaford & Oyen, 1989a; Solounias & Semprebon, 2002; Teaford *et al.*, 2013). Diferentemente do macrodesgaste que são abrasões maiores da coroa dentária e registram o comportamento alimentar do animal a longo prazo (Grine, 2002; Semprebon, 2004).

A determinação da dieta é feita a partir do princípio do atualismo. Ou seja, os padrões das feições de microdesgaste dentário são associados a padrões de dieta em grupos vivos, para os quais a dieta é conhecida e depois extrapolada para os grupos fósseis (Lyman, 1994; Solounias & Semprebon, 2002; Teaford *et al.*, 2013). Como em qualquer estudo que envolve o atualismo, quanto mais semelhante for o grupo vivo em relação ao grupo extinto, mais robusta será a interpretação (Lyman, 1994; Teaford *et al.*, 2013). Apesar disto, mesmo em casos com diferenças morfofisiológicas e biomecânicas, observados entre os mamíferos, tanto os atuais, quanto os extintos, a análise de microdesgaste recupera de forma robusta e confiável o padrão de dieta em diferentes grupos (Semprebon *et al.*, 2004), incluindo Artiodactyla. Salvas exceções, como em alguns grupos de primatas que podem apresentar microdesgaste gerado pelo uso não alimentar da boca (Semprebon *et al.*, 2004; Hubbe *et al.*, 2007).

Dentro deste contexto, os objetivos desse trabalho consistem em avaliar se houve mudança na dieta de *Subulo gouazoubira* quando comparados molares dos indivíduos do Pleistoceno com molares dos indivíduos do Holoceno da Gruta Cuvieri. Em caso de suporte de diferenças na dieta, cabe ainda especular se esta diferença apresenta relação com a expansão populacional de *S. gouazoubira* ocorrida no Quaternário tardio na região, favorecendo de alguma forma essa espécie e levando-a ao aumento populacional para o referido intervalo de tempo.

## 1.2. Trabalhos na Gruta Cuvieri

A região de Lagoa Santa, em Minas Gerais (MG), é conhecidamente de importância paleomastozoológica e arqueológica nacional e internacionalmente (Haddad-Martim *et al.*, 2017). Foi amplamente estudada nos séculos XIX e XX, pioneiramente, por Peter Wilhelm Lund, que desenvolveu intenso trabalho de identificação e classificação taxonômica. Trabalho este que reuniu expressiva coleção de fósseis do Quaternário brasileiro, mais de 12 mil peças (Mayer, 2011; Haddad-Martim *et al.*, 2017), além de realizar também estudos com relevância tafonômica ao associar os fósseis aos processos envolvidos na preservação do depósito fossilífero (Vasconcelos *et al.*, 2019). Posteriormente, Lagoa Santa mostrou-se também importante região de estudos sobre a origem e idade das expansões humanas na América Neotropical por conter centenas de sítios arqueológicos (Auler & Piló, 2015).

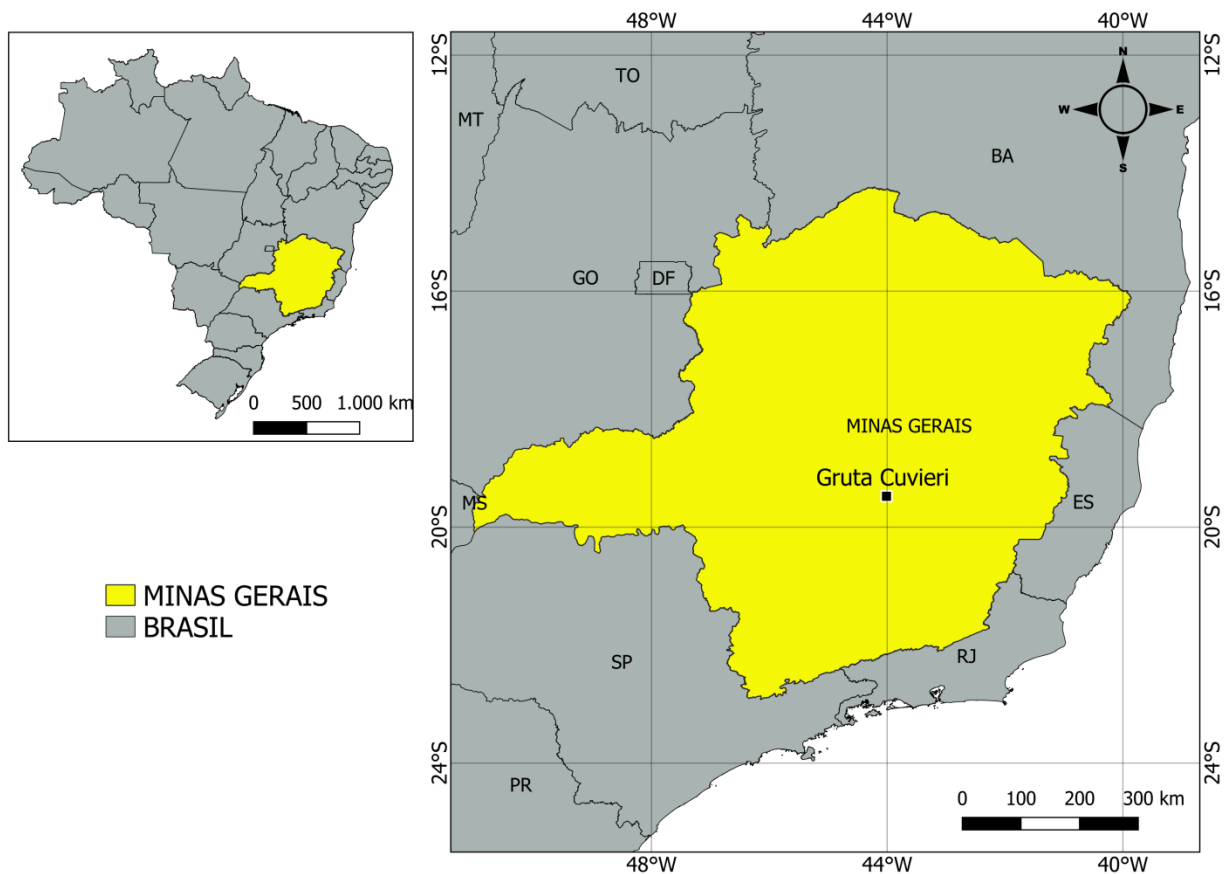
No entanto, a paleontologia no Brasil, historicamente, carece de trabalhos sistemáticos de escavação capazes de associar, de forma complementar, informações do estado dos fósseis com a estratigrafia do depósito e os agentes modificadores da assembleia (Hubbe *et al.*, 2011; Hubbe & Auler, 2012; Behrensmeyer & Miller, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2019). Para suprir essa carência surge a proposta do bioantropólogo e Prof. Dr. Walter Neves (Universidade de São Paulo), que faz uso de rigoroso detalhamento das escavações ao aplicar técnicas arqueológicas na remoção de fósseis na Gruta Cuvieri entre 2002 e 2009 (Mayer, 2011; Vasconcelos *et al.*, 2019). A equipe do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (LEEH-IB USP) realizou as escavações utilizando uma adaptação da técnica de decapagem por solos de ocupação, com o registro da posição exata de cada peça (coordenadas espaciais), desenho de croquis por quadrante do plano cartesiano a cada nível de exposição, registro fotográfico, além de registro descritivo da ocorrência de sedimentos diferentes, uma abordagem sem precedentes no Brasil (para mais detalhes ver Hubbe *et al.*, 2011).

A Gruta Cuvieri está localizada no município de Matozinhos (MG), sudeste do Brasil, inserida no Carste de Lagoa Santa de formação calcária, coordenadas UTM 23k 7846105N e 0603756E (Figura 1.1.; Hubbe *et al.*, 2011; Auler & Piló, 2015). A gruta é composta por depósitos fossilíferos datados do intervalo temporal Pleistoceno – Holoceno (Haddad-Martim *et al.*, 2017). Especialmente, a gruta apresenta dois níveis (superior e inferior), em que um conduto principal leva a três poços, nomeados como Lócus 1 (L1), Lócus 2 (L2) e Lócus 3 (L3) (Figura 1.2.).

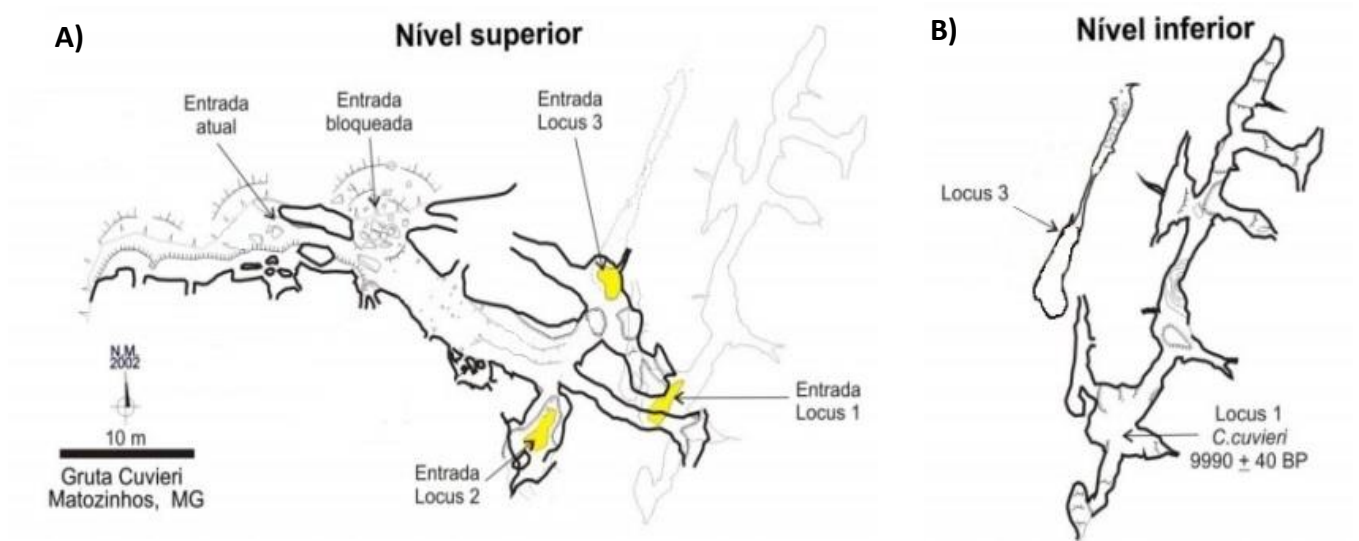
O estudo do LEEH-IB USP se concentrou nos *Loci* 2 e 3 de onde foram escavados ossos/dentes e identificada a diversidade de fauna a seguir: para o L2, as espécies *Cuniculus paca*, *Agouti paca*, *Smilodon populator*, *Tapirus terrestris*, *Valgipes bucklandi*, *Catonyx cuvieri*, as famílias Cervidae,

Dasypodidae, Dasyproctidae, Didelphidae, Leporidae e Tayassuidae, as ordens Chiroptera, Rodentia, Marsupialia, Lagomorpha e os grupos Squamata, Lissamphibia e Aves (Hubbe *et al.*, 2011); para o L3, as espécies *Cuniculus rugiceps*, *Cuniculus paca*, *Pantera onca*, *Catonyx cuvieri*, *Valgipes bucklandii*, *Tapirus terrestris*, as famílias Cervidae, Tayassuidae, Dasypodidae, Canidae e os grupos Rodentia, Lagomorpha, Marsupialia, Chiroptera, Squamata, Lissamphibia e Aves (Hubbe, 2008; Mayer, 2011; Mayer *et al.*, 2016).

Dos sedimentos dos *Loci* 2 e 3 foram escavados ossos de *Subulo gouazoubira* correspondente ao número mínimo de indivíduos (MNI) de pelo menos 64 para o L2 e MNI de pelo menos 4 para o L3. No L2, *S. gouazoubira* representa  $\approx 82\%$  da abundância mínima de animais com mais de 10 kg. Já no L3 eles correspondem a no máximo  $\approx 18\%$  desses animais (Hubbe *et al. in prep*).



**FIGURA 1.1.** Mapa de localização da Gruta Cuvieri, estado de Minas Gerais, Brasil. Fonte: IBGE Sistema de coordenadas geográficas, Datum: SIRGAS 2000. Autora: Nadjane S. Santiago (2023).



**FIGURA 1.2.** Planta e perfil da Gruta Cuvieri indicando a localização dos *Loci* 1, 2 e 3. (A) No nível superior, destaque em amarelo para as entradas dos abismos denominados *Locus* 1, 2 e 3. (B) No nível inferior, localização dos *Loci* 1 e 3. Fonte: Elaborada pelo Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos e Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, planta adaptada de Hubbe *et al.* (2011).

### 1.3. Estudo genético e a recente mudança de gênero para *Subulo gouazoubira* Fisher 1814

Recentemente, uma revisão esclareceu a taxonomia do veado-catingueiro *Subulo gouazoubira* para o gênero *Subulo* Smith 1827 (Bernegossi *et al.*, 2023), anteriormente descrito como *Mazama gouazoubira* Fisher 1814. Esta revisão foi feita a partir do uso de marcadores genéticos de DNA mitocondrial (mtDNA), com a análise de 35 espécimes brasileiros de *Subulo gouazoubira*.

Segundo González e colaboradores (2018) a ampla distribuição geográfica e alta variabilidade morfológica do veado-catingueiro pode estar associada a diferentes subespécies adaptadas a diferentes habitats sul-americanos e a grandes tamanhos populacionais que refletiram em alta diversidade genética e ampla plasticidade ecológica (Aristimuño *et al.*, 2015; Aristimuño, 2017; González *et al.*, 2020). Estas características permitiram que essas populações superassem episódios climáticos severos do final do Pleistoceno e conseguissem atravessar o máximo glacial tardio (desde 19 mil anos AP) (Araújo *et al.*, 2005; González *et al.*, 2020).

Análises moleculares também sugerem um complexo padrão de ocupação do espaço ao longo do tempo. Era de conhecimento a estimativa de que o avanço da distribuição geográfica de cervídeos para a região Neotropical, possivelmente, tenha se iniciado no final do Plioceno com o Grande Intercâmbio Americano (Stehli & Webb, 1985) entre América do Norte e o restante do hemisfério sul (Duarte *et al.*, 2008), a relação molecular estudada permitiu observar que para *Subulo gouazoubira* a distribuição na região Neotropical se iniciou desde o Pleistoceno médio (Aristimuño, 2017; González *et al.*, 2020) e se estendeu para o restante da América do Sul à medida em que as mudanças climáticas no final do Pleistoceno modificavam os habitats, movendo populações animais para regiões mais amenas e com disponibilidade alimentar (González *et al.*, 2020). Ao estender suas áreas de distribuição, populações antes isoladas geravam um contato secundário com populações em estágios diferentes de diferenciação. Para a espécie de *S. gouazoubira* ocorreu, possivelmente, desde sobreposição geográfica à hibridação entre grupos que ainda não haviam se isolado reprodutivamente (Haffer, 1969; Vuilleumier, 1971; Duarte *et al.*, 2008). Nesse contexto, as populações de cervídeos incorporaram níveis variados de fluxo gênico evoluindo por deriva e seleção natural (González *et al.*, 2020).

## 2. OBJETIVOS

### *Objetivo geral*

Avaliar se há mudança na dieta de *Subulo gouazoubira* quando comparados molares do Pleistoceno com molares do Holoceno. Em havendo mudança de dieta, investigar se esta apresenta relação com a expansão demográfica de *S. gouazoubira* que ocorreu no Quaternário tardio brasileiro, favorecendo de alguma forma a espécie e levando-a ao aumento populacional do grupo para o período.

### *Objetivos específicos*

Interpretar os padrões de microdesgaste dentário presentes nos grupos amostrais (Pleistoceno e Holoceno) com o uso de técnicas apropriadas para identificação das feições de microdesgaste dentário e determinar se existem variações na dieta entre os dois grupos. Explorar a frequência de microdesgastes dentários em relação à idade relativa das amostras.

- (i) Comparar os padrões de dieta dos dois grupos amostrais através da qualificação e quantificação dos tipos de microdesgaste dentário, segundo seu tamanho/espessura (por molar) e avaliar a significância estatística da diferença entre os grupos amostrais;
- (ii) Explorar e inferir quais fatores podem ter levado à mudança de dieta.
- (iii) Avaliar os padrões de microdesgaste dentário comparando com as profundidades de exposição estratigráfica de cada amostra (Pleistoceno e Holoceno); E, secundariamente, devido ao maior n amostral, explorar os padrões de microdesgaste dentário dentro do Holoceno.

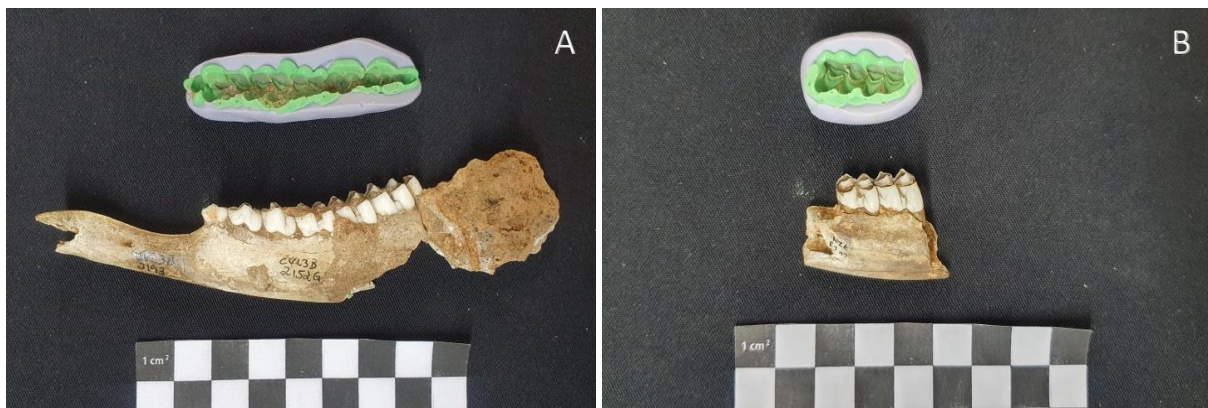
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A seleção das amostras para a análise de microdesgaste seguiu os seguintes critérios: (i) dentes molares homólogos com desgaste típico da dentição adulta; e (ii) inseridos em fragmento de hemimandíbula para minimizar possíveis vieses tafonômicos que podem interferir nos resultados. A partir desses critérios todos os molares de *Subulo gouazoubira* escavados na Gruta Cuvieri foram examinados e o molar que maximizou o tamanho amostral foi o segundo molar (M2) inferior esquerdo, dos quais foram selecionadas 20 amostras - quatro molares do Pleistoceno e 16 molares do Holoceno. Os dentes estão depositados no LEEH-IB USP.

Optou-se por trabalhar com réplicas ao invés dos dentes, essa escolha foi devido à: (i) impossibilidade de analisar os dentes diretamente no microscópio eletrônico de varredura utilizado no trabalho devido ao limite reduzido do volume dos objetos que cabem no equipamento e da impossibilidade de obter a distância focal apropriada com objetos maiores, (ii) necessidade de preparar as amostras para a análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com cobertura metálica sobre as peças, o que causaria danos às peças originais, e (iii) facilidade em visualizar as feições de microdesgaste dentário nas réplicas (Solounias & Semprebon, 2002).

Os molares foram limpos com álcool (amolecimento e remoção de impurezas aderidas) e com acetona (remoção de resíduos orgânicos), em seguida suas superfícies foram completamente secas para a produção de moldes com silicone de adição fluida (ortodentista) Variotime (Heraus Kulzer GmbH Germany) e contra-moldes (réplicas) com resina epóxi transparente de alta resolução Epo-Tek 301 1LB, Epoxy Technology Inc. - USA (Figura 3.1.). A limpeza dos molares seguiu a orientação de Hubbe *et al.* (2007) e a produção das réplicas seguiu a metodologia de Solounias & Semprebon (2002), ambas etapas realizadas no Laboratório de Arqueologia e Antropologia Ambiental e Evolutiva (LAAAE-IB USP) pelo bioantropólogo e dentista Dr. Rodrigo Elias de Oliveira.

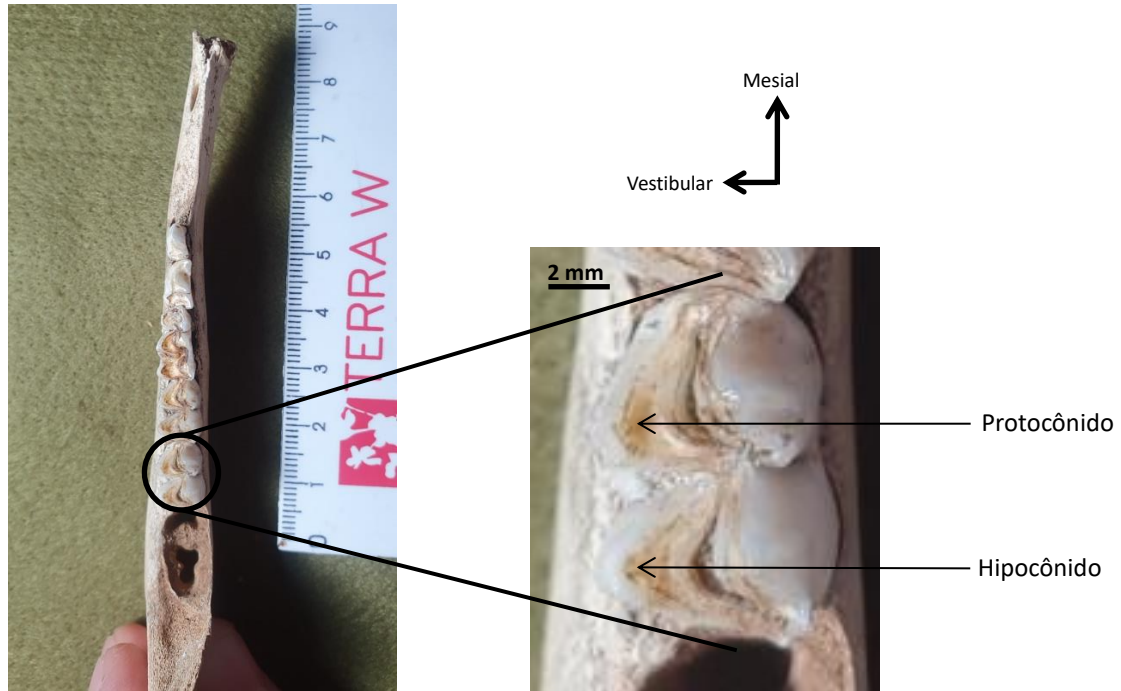




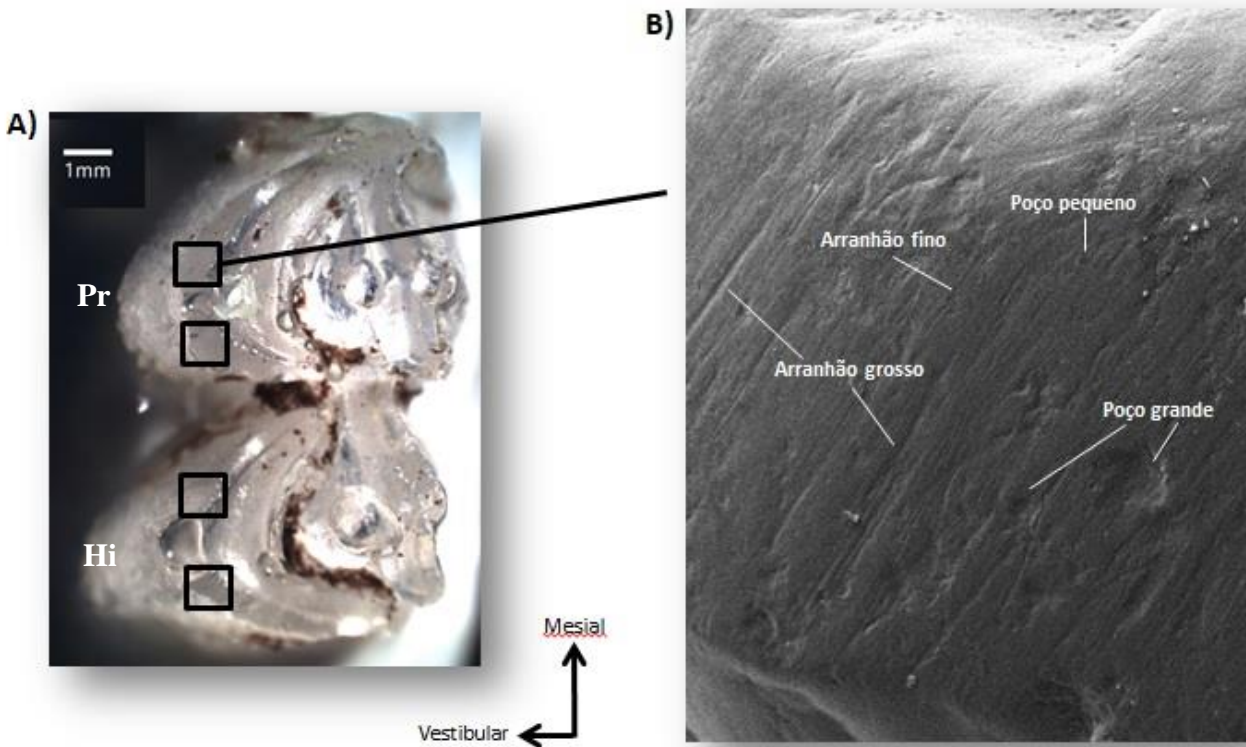
**FIGURA 3.1.** Exemplares de moldes dos segundos molares esquerdos inferiores de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG). (A) Molde a partir de hemimandíbula esquerda; (B) Molde a partir de fragmento de hemimandíbula esquerda. Foto: Gentileza de Rodrigo Elias de Oliveira.

Posteriormente, as réplicas foram revestidas com metal condutor por pulverização de ouro em suas superfícies em equipamento DII-29010SCTR Smart Coater. Para, então, serem analisadas através da técnica de MEV, em equipamento JEOL JSM-6610LV (Oxford Instruments). As imagens de MEV foram obtidas gratuitamente no Laboratório Multiusuário de Microscopia Eletrônica do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia (LAMUME-IF UFBA).

Em cada réplica, foram analisadas as cúspides mesio-vestibular (protocôncido) e disto-vestibular (hipocôncido) do M2, nomenclatura segundo Ungar (2010) (Figura 3.2.). Tanto para o protocôncido quanto para o hipocôncido foram analisadas as facetas de desgaste anterior e posterior ao topo da cúspide (Figura 3.3. A). De cada faceta analisada foram obtidas fotomicrografias de alta ampliação, em 85x ou 200  $\mu\text{m}$  e operação do filamento a 15 KV no modo de elétrons secundários. Ainda que realizada a análise em uma mesma região, as réplicas diferem em dimensões, cabendo diferentes distâncias focais, esta última indicada por WD (mm) nas fotomicrografias (Figura 3.4.). Ao todo foram analisadas 80 facetas (duas do protocôncido e duas do hipocôncido), quatro regiões por réplica.



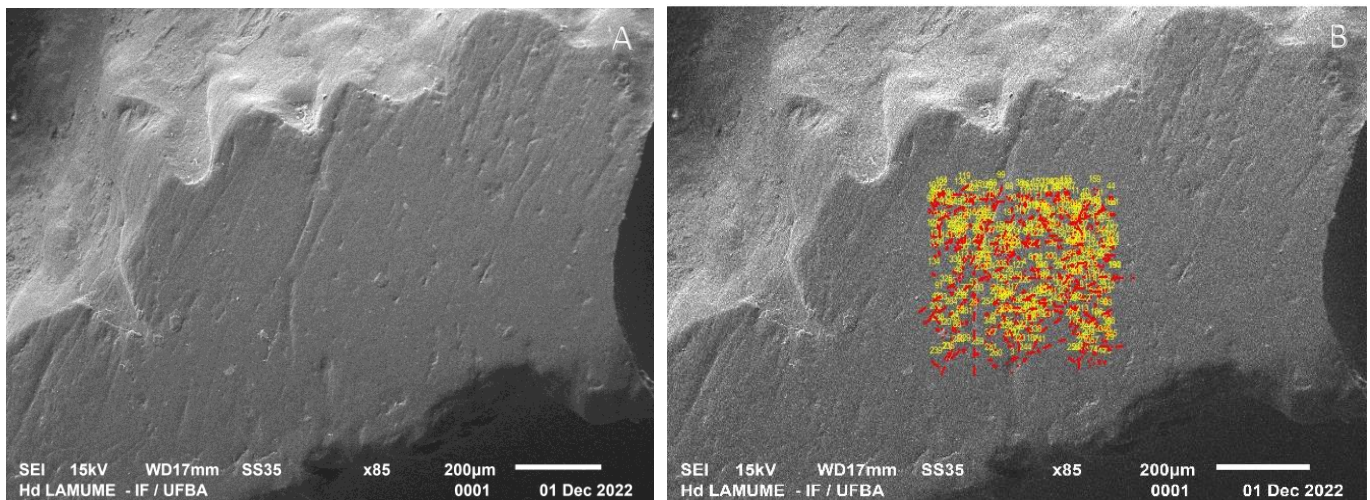
**FIGURA 3.2.** Segundo molar inferior esquerdo (selenodonte) de *Subulo Gouazoubira* da Gruta Cuvieri (MG) inserido em hemimandíbula, com ampliação indicativa das cúspides analisadas: protocônilo e hipocônilo. Foto: Gentileza de Rodrigo Elias de Oliveira.



**FIGURA 3.3.** Réplica de segundo molar inferior esquerdo de *Subulo gouazoubira* obtida a partir de dente da Gruta Cuvieri (MG), com destaque às regiões analisadas por molar e ampliação de uma fotomicrografia indicando as características de microdesgaste dentário exploradas. (A) Fotografia de uma réplica (10x) indicando as regiões analisadas por dente: facetas

anterior e posterior do protocôndilo (Pr) e do hipocôndilo (Hi). (B) Fotomicrografia de MEV de uma faceta de uma réplica (85x) indicando os tipos de características de microdesgaste: arranhão grosso, arranhão fino, poço grande e poço pequeno. Foto: Autoral.

Para cada uma das 80 fotomicrografias de MEV foi determinada uma área padrão de  $400 \times 400 \mu\text{m}$  ou  $0,16 \text{ mm}^2$  (Solounias & Semprebon, 2002; Strani *et al.*, 2018) utilizando o pacote *MicroWear* (Strani *et al.*, 2018) da linguagem R de programação, R 4.3.0 (R Core Team, 2023). Dentro dos limites dessas áreas selecionadas, os microdesgastes dentários foram analisados de duas formas distintas, uma qualitativa e a outra quantitativa, que serão descritas detalhadamente ainda neste item.



**FIGURA 3.4.** Fotomicrografia de MEV da faceta posterior do hipocôndilo da réplica CV20 (85x) antes e depois da marcação dos microdesgastes dentários. (A) Imagem antes da marcação dos microdesgastes dentários; (B) Imagem depois da marcação dos microdesgastes dentários, janela de marcação de  $400 \times 400 \mu\text{m}$  ou  $0,16 \text{ mm}^2$ . Fonte: Autoral.

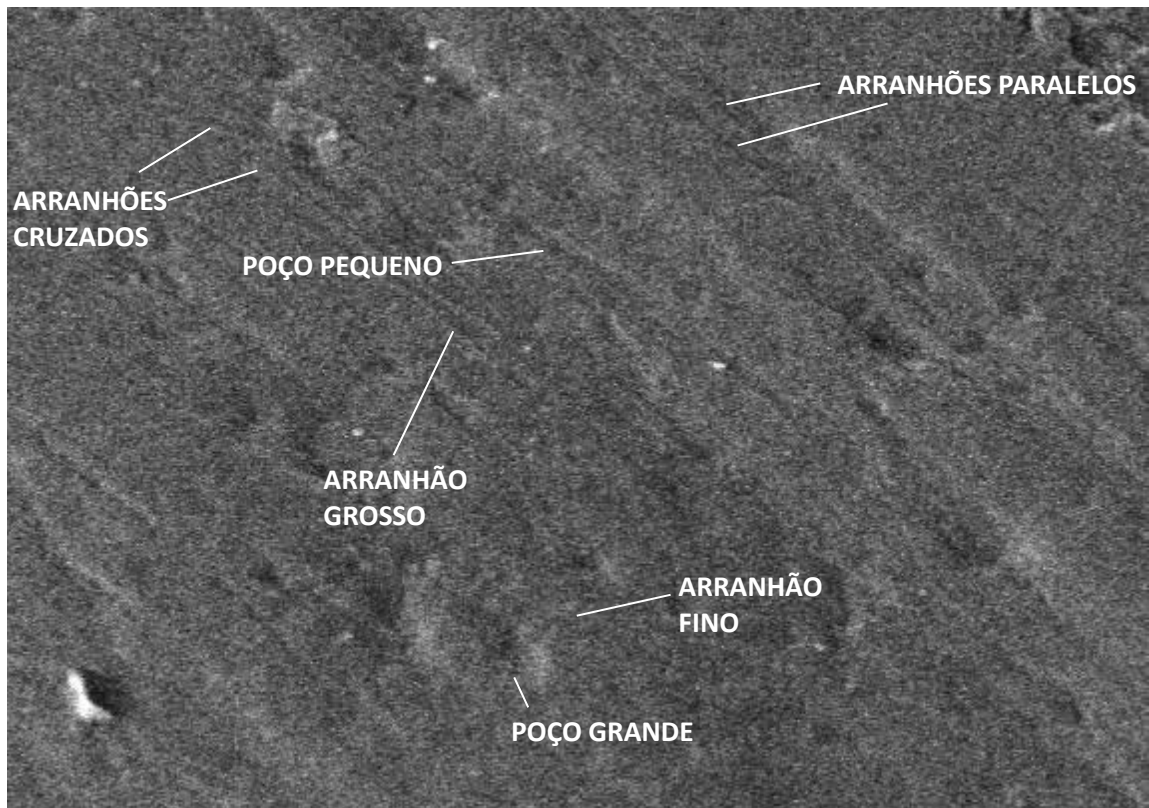
Inicialmente seriam usadas 20 réplicas, mas em virtude de algumas réplicas apresentarem facetas estreitas, menores que a área de marcação, foram usadas 16 réplicas ao todo. Então, do conjunto de 20 réplicas (quatro do Pleistoceno e 16 do Holoceno) foram removidas das análises qualitativa e quantitativa quatro réplicas do grupo amostral do Holoceno: CV06, CV10, CV12 e CV21. As réplicas removidas apresentam mais de uma faceta de oclusão com área menor (mais estreita) que a janela de marcação e contagem, o que comprometeria o uso pleno da área padrão estabelecido para a análise. Cabe a observação que no momento do posicionamento da janela de marcação no *MicroWear* não é possível modificar a forma geométrica da janela, ainda que esta mantivesse a área, na tentativa de se adequar à necessidade. Então, como apenas essas quatro réplicas apresentaram problemas em mais de uma faceta, optou-se em excluí-las a ter que excluir mais de uma faceta de todo o conjunto amostral.

Pela mesma razão também foi preciso utilizar menos facetas, três ao todo: faceta anterior do protocônido e do hipocônido, e faceta posterior do protocônido. A faceta posterior do hipocônido foi removida das análises qualitativa e quantitativa. Esta faceta apresentou este problema com maior frequência em relação ao total de réplicas (em 25% das réplicas). A área reduzida (estreita) da faceta posterior do hipocônido pode ser justificada por o hipocônido ser naturalmente menor que o protocônido. E em casos de indivíduos de tamanho menor, estes terão, proporcionalmente, todo o conjunto morfológico menor e nisso se incluem os dentes. Outro fator é que estas cúspides não estão tão desgastadas quanto as demais, formando uma área pequena de oclusão (facetas menores). Considerando todos estes fatores, eles podem justificar a grande quantidade de facetas estreitas para a mesma região.

### **3.1. Análise qualitativa**

As feições de microdesgaste dentário foram qualitativamente caracterizadas como: arranhões, que são feições alongadas, paralelas umas às outras e orientadas no sentido da saída do alimento do contato entre os molares superior e inferior (superfície oclusal), mas também podem ser cruzadas. Os arranhões podem se prolongar de uma margem à outra, ou haver interrupções, levando a existir traços longos e outros menores. Podem ser mais grossos e profundos ou podem ser mais finos e rasos (Figura 3.5.). E poços, que são feições arredondadas como cavidades e que apresentam bordas nítidas. Podem ser menores e mais rasos ou podem ser maiores e mais profundos (Figura 3.5.). A nomenclatura e caracterização das feições de microdesgaste dentário foi embasada nas definições de Semprebon *et al.* (2004).

A partir das imagens e da classificação das feições de microdesgaste dentário buscou-se avaliar diferenças de dieta de forma qualitativa entre as amostras do Pleistoceno e do Holoceno. Foi comparado visualmente a presença/ausência de feições de microdesgaste dentário nos dois grupos supracitados e avaliado se há diferença entre eles. A análise qualitativa foi realizada considerando os microdesgastes dentários identificados por réplica tanto para todas as facetas conjuntamente quanto para cada faceta independentemente.



**FIGURA 3.5.** Fotomicrografia de MEV da faceta anterior do hipocônido da réplica CV11 (85x) com a indicação qualitativa das características de microdesgaste: arranhão grosso, arranhão fino, poço grande e poço pequeno; e como se apresentam: arranhões paralelos, arranhões cruzados. Fonte: Autoral.

### 3.2. Análise quantitativa

Na análise quantitativa, em cada imagem foram marcadas manualmente as feições de microdesgaste dentário observadas, delimitando para cada uma delas o comprimento e a largura (Figura 3.4.) no pacote *MicroWeaR* (Strani *et al.*, 2018). Em seguida, o próprio pacote classifica e contabiliza em função das dimensões de cada feição nas categorias “*scratch*” (arranhão) ou “*pit*” (poço) e nas subcategorias *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos). As feições foram classificadas conforme a relação comprimento/largura pelos seguintes critérios: 4  $\mu\text{m}$  para *pit* e  $> 4 \mu\text{m}$  para *scratch*. As subcategorias baseadas no diâmetro (para poços) e largura (para arranhões) são: “pequeno” e “grande” para poços (diâmetro  $\leq 8 \mu\text{m}$  e  $> 8 \mu\text{m}$ , respectivamente), e “fino” e “grosso” para arranhões (largura  $\leq 3 \mu\text{m}$  e  $> 3 \mu\text{m}$ , respectivamente). A classificação adotou o protocolo padrão do pacote (Ungar *et al.*, 1991; Ungar, 1995; Strani *et al.*, 2018).

Para este estudo, não foram quantificados eventos de arranhões cruzados ou paralelos par a par, porque duas das funções (*cross.parallel* e *output.Ico*) do pacote *MicroWeaR* apresentaram erros no código fonte. Estes erros, possivelmente, são oriundos de atualizações em pacotes auxiliares. Os erros foram reportados aos autores, mas não foram solucionados a tempo. No entanto, isso não prejudica o trabalho, pois as demais métricas são usualmente mais utilizadas (Solounias *et al.*, 1988; Teaford, 2013).

Para a análise quantitativa foram considerados os microdesgastes dentários identificados por réplica, para todas as facetas conjuntamente. As análises quantitativas (testes Shapiro-Wilk e Kruskal-Wallis, e Análise de Componentes Principais) foram realizadas na linguagem R de programação, R 4.3.0 (R Core Team, 2023) e Análise de Componentes Principais e Avaliação de profundidade temporal no programa estatístico *Past* 3.26, e os gráficos produzidos com o auxílio do pacote *Ggplot* e do programa *Past* 3.26.

#### *Avaliação de frequência e frequência relativa das feições de microdesgaste*

Os dados quantitativos obtidos foram avaliados segundo as descrições de identificação de dieta e desgaste alimentar oriundas de um compilado de estudos sobre microdesgaste dentário entre grupos de ungulados (Solounias & Hayek, 1993; Solounias & Semprebon, 2002; Semprebon, 2004). Estes estudos estabeleceram algumas correlações entre a proporção de tipos de feições de microdesgaste e os hábitos alimentares. Com base nestes estudos os dados quantitativos foram interpretados da seguinte maneira:

- Graminívoros, indivíduos que se alimentam de gramíneas e herbáceas (caules flexíveis), ditos também pastadores, apresentam muitos arranhões (grossos e finos) e poucos poços;
- Folívoros, indivíduos que se alimentam de vegetação lenhosa (folhas), ditos animais ramoneadores, apresentam arranhões finos e em pouca quantidade e poucos poços;
- Animais com dieta mista com frutos apresentam muitos poços. Se a frequência for maior de arranhões grossos, trata-se de um indivíduo graminívoro de dieta mista com frutos, mas dominada por gramas (pastador); se a frequência for maior de arranhões finos, trata-se de um indivíduo folívoro de dieta mista com frutos, mas dominada por folhas (ramoneador).

*Testes de normalidade e Teste de diferenças de distribuição: Shapiro-Wilk e Kruskal-Wallis*

Inicialmente pensou-se em realizar o Teste-t, que compara médias de dados métricos contínuos ou ordinais e independentes (Lumley *et al.*, 2002; Razali & Wah, 2011; Leotti *et al.*, 2012) para avaliar se há diferença estatística entre as médias dos grupos temporais, amostras do Pleistoceno e amostras do Holoceno. Recomenda-se, porém, uma avaliação prévia a este teste quanto à normalidade.

Então, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk a partir do cálculo da média dos valores absolutos das feições de microdesgaste das três facetas para cada amostra. As feições de microdesgaste dentário foram divididas pelos grupos, Pleistoceno (4) e Holoceno (12). Foi considerado um nível de significância de 5% (p-valor = 0,05) e as seguintes hipóteses nula e alternativa, respectivamente:

$H_0$  = distribuição dos dados = normal se  $p > 0,05$ ;

$H_1$  = distribuição dos dados  $\neq$  normal se  $p \leq 0,05$ .

**Tabela 3.1.** - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*), quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

	<b>Co.Scr</b>		<b>Fi.Scr</b>		<b>Lg.Pit</b>		<b>Sm.Pit</b>	
	w	p-valor	w	p-valor	w	p-valor	w	p-valor
Holoceno	0,917	0,265	0,841	<b>0,028</b>	0,916	0,251	0,923	0,311
Pleistoceno	0,985	0,93	0,954	0,740	0,904	0,448	0,954	0,744

Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no R 4.3.0 (2023).

(i) w: métrica do teste Shapiro-Wilk;

(ii) p-valor: nível observado de significância, ou o menor nível pelo qual a hipótese nula pode ser rejeitada;

(iii) *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos).



No entanto, para a variável *Fi.Scr*, como o valor de  $p < 0,05$  (destaque em vermelho na Tabela 3.1.), a hipótese nula ( $H_0$ ) foi rejeitada, o teste não sugere normalidade. Neste caso, em que a variável quantitativa de um dos grupos não é normal não é recomendado um teste baseado em médias, uma alternativa é utilizar um teste não paramétrico como o Kruskal-Wallis, em função de o tamanho amostral ser pequeno e apresentar baixa performance ou baixa aderência à normalidade (Leotti *et al.*, 2012). Dados não paramétricos são dados em que não é possível fazer pressuposições sobre a sua distribuição, caso todas as hipóteses nulas fossem atendidas, como em dados ditos normais, por não apresentarem uma distribuição normal. Logo, o teste de Shapiro-Wilk serviu para suportar a escolha do método de análise.

O teste de Kruskal-Wallis faz uma comparação entre medianas dos valores absolutos das feições de microdesgaste. O teste indica se as amostras provavelmente se originam de uma mesma distribuição, e assim se os valores das medianas dos grupos amostrais (Pleistoceno e Holoceno) podem ser explicados por uma mesma distribuição de dados. Os dados foram considerados como no teste de normalidade. A seguir as hipóteses nula e alternativa, respectivamente:

$H_0$  = mediana do grupo Pleistoceno = mediana do grupo Holoceno se  $p > 0,05$ ;

$H_1$  = mediana do grupo Pleistoceno  $\neq$  mediana do grupo Holoceno se  $p \leq 0,05$ .

**Tabela 3.2.** – Teste de diferenças de distribuição Kruskal-Wallis dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

Época	Variável	n	Mediana	iqr
Holoceno	<i>Co.Scr</i>	12	131	42,5
Holoceno	<i>Fi.Scr</i>	12	74,5	25,2
Holoceno	<i>Lg.Pit</i>	12	320	73,5
Holoceno	<i>Sm.Pit</i>	12	311	283
Pleistoceno	<i>Co.Scr</i>	4	101	35,8
Pleistoceno	<i>Fi.Scr</i>	4	66,5	40,2
Pleistoceno	<i>Lg.Pit</i>	4	288	98
Pleistoceno	<i>Sm.Pit</i>	4	256	68,8

Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no R 4.3.0 (2023).

(i) n: número de réplicas de cada grupo temporal que apresenta a feição de microdesgaste dentário correspondente;

(ii) iqr: amplitude interquartil;

(iii) *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos).

Para o teste Kruskal-Wallis, é calculada a mediana e a amplitude interquartil (igq), que representa a distância entre o terceiro e o primeiro quartil dos dados (Tabela 3.2.).

É necessário saber que para todos os testes deste tópico foi usado teste Bicaudal como padrão, isso significa dizer que está sendo considerada como hipótese alternativa a média de um grupo ser diferente da média de outro grupo, mas não está estabelecendo uma direção para essa diferença.

### *Análise de Componentes Principais*

Com a Análise de Componentes Principais ou *Principal Component Analysis* (PCA), os dados absolutos foram ordenados em uma matriz que contém em cada linha uma amostra e nas colunas o valor total para cada variável (tipo de feição) (Tabela 4.1.). Essa matriz foi convertida numa matriz de variância e covariância, e, posteriormente, em uma matriz de correlação. A partir do PCA foi plotado um gráfico que expõe visualmente possíveis tendências dentro do conjunto amostral. Na PCA é possível observar padrões de agrupamento entre as amostras, caso eles existam, e identificar se há diferenças entre as duas épocas.

- PCA: orientações de como interpretar os resultados

O autovalor representa a quantidade de variância explicada por cada Componente Principal (PC), sendo que os PCs são extraídos na ordem de importância dos autovalores (Tabela 3.3.). A soma de todos os autovalores corresponde à variância total da amostra original (Tabela 4.3.). Como a matriz de covariância foi transformada na matriz de correlação para a PCA, a quantidade de variação total corresponde a quatro, que é o número de variáveis.

**Tabela 3.3.** – Decomposição dos autovalores da Análise de Componentes Principais a partir dos dados absolutos dos microdesgastes dentários (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

<b>Feições</b>	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC 3</b>	<b>PC 4</b>
<i>Co.Scr</i>	0,49893	-0,28612	0,72697	-0,37513
<i>Fi.Scr</i>	0,68918	0,27321	-0,0193	0,67083
<i>Lg.Pit</i>	-0,50692	0,32431	0,68631	0,40845
<i>Sm.Pit</i>	0,13833	0,85925	-0,01083	-0,49237

Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no programa *Past 3.26* (2023).

(i) *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos).

Os PCs são combinações lineares das variáveis originais e a importância de cada variável original para cada PC é dada pelo escore no respectivo PC. Via de regra, variáveis com escores  $> 0,5$  ou  $< -0,5$  são consideradas importantes na determinação do respectivo PC (Hair *et al.*, 2013). Por exemplo, na Tabela

3.3. observa-se que o PC1 é um contraste entre *Co.Scr* e *Fi.Scr* em relação a *Lg.Pit*. Já o PC2 é essencialmente representado por *Sm.Pit*.

Com base nesta interpretação dos PCs é possível compreender os valores das variáveis originais nas diferentes amostras a partir de suas posições nos gráficos que projetam as amostras nos PCs. Por exemplo, para o PC2 da Tabela 3.3., amostras em um extremo do PC terão número elevado de *Sm.Pit*, enquanto amostras no outro extremo do PC terão número baixo de *Sm.Pit*.

#### *Avaliação da profundidade de exposição estratigráfica versus microdesgastes dentários*

Para explorar eventual influência de variação na dieta ao longo do tempo, as réplicas foram dispostas em ordem de profundidade em relação à estratigrafia, da mais antiga para a mais recente (abrangendo uma escala de tempo aproximada entre 13.060 – zero anos calibrados AP; Hubbe *et al.*, 2011), assumindo que a profundidade reflete a idade relativa da amostra.

Esta avaliação foi realizada para todas as amostras. Nesta análise, consideraram-se as seguintes variáveis, por réplica: i) total de feições por subcategoria (arranhões finos, arranhões grossos, poços pequenos e poços grandes); ii) total de arranhões (arranhões finos mais arranhões grossos); iii) total de poços (poços pequenos mais poços grandes); e iv) valor acumulado de todas as feições.

Secundariamente, por apresentar um n amostral maior, foi realizada uma avaliação de idade relativa *versus* feições de microdesgaste dentário apenas para as amostras do Holoceno, utilizando os mesmos critérios supracitados.

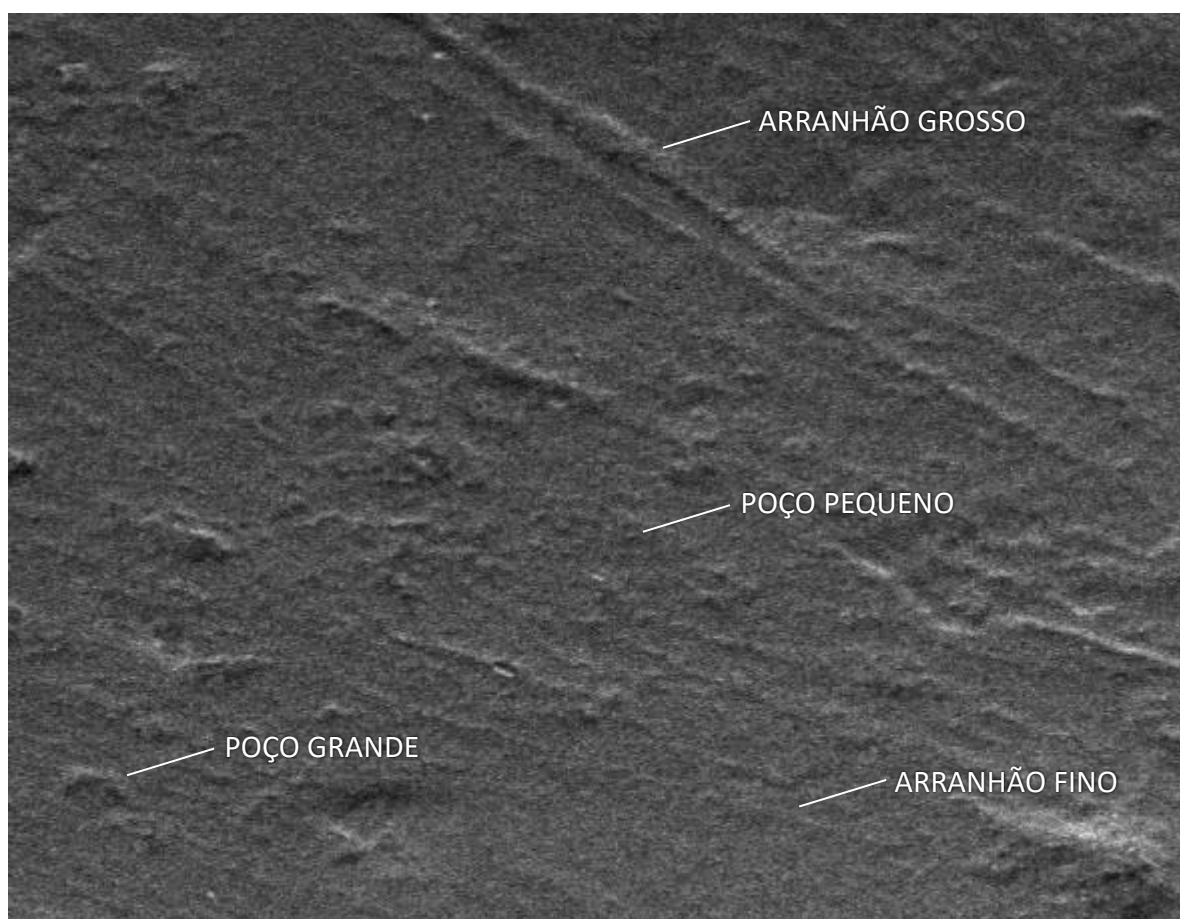
## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análise qualitativa

Todas as réplicas analisadas, em todas as suas facetas, apresentaram as quatro feições de microdesgaste: *coarse scratches* (arranhões grossos), *fine scratches* (arranhões finos), *large pits* (poços grandes) e *small pits* (poços pequenos), tanto para as amostras do Pleistoceno quanto para as amostras do Holoceno.

Tanto poços como arranhões apresentam ampla distribuição por toda superfície de todas as facetas (Figura 4.1. e 4.2.). Os arranhões, em menor quantidade, se apresentam de forma mais espaçada ou escassa (Figura 4.1. e 4.2.).

Não foram observadas diferenças qualitativas entre os grupos temporais, Pleistoceno e Holoceno.



**FIGURA 4.1.** Fotomicrografia de MEV da faceta anterior do protocônido da réplica CV03 (85x), amostra do Pleistoceno, com a indicação das feições de microdesgaste identificadas e a distribuição de poços e arranhões ao longo da superfície do esmalte dentário. Fonte: Autoral.



**FIGURA 4.2.** Fotomicrografia de MEV da faceta posterior do protocôncido da réplica CV11 (85x), amostra do Holoceno, com a indicação das feições de microdesgaste identificadas e a distribuição de poços e arranhões ao longo da superfície do esmalte dentário. Fonte: Autoral.

## **4.2. Análise quantitativa**

Os poços pequenos e os poços grandes são as feições mais frequentes em todas as réplicas com valores absolutos de  $\approx 327$  e  $\approx 322$  respectivamente em média por réplica (Tabela 4.1.), se comparado com os valores absolutos dos arranhões finos com  $\approx 81$  e arranhões grossos com  $\approx 126$  em média por réplica (Tabela 4.1.).

**Tabela 4.1.** - Dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) por réplica e as respectivas frequências relativas, quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

<b>Amostras</b>	<b>Co.Scr</b>	<b>Fi.Scr</b>	<b>Lg.Pit</b>	<b>Sm.Pit</b>	<b>Scratches</b>	<b>Pits</b>	<b>F. Feições</b>	<b>FR Co.Scr (%)</b>	<b>FR Fi.Scr (%)</b>	<b>FR Lg.Pit (%)</b>	<b>FR Sm.Pit (%)</b>
<b>Pleistoceno</b>											
CV03	150	82	317	260	232	577	809	18,54	10,14	39,18	32,14
CV04	67	51	231	253	118	484	602	11,13	8,47	38,37	42,03
CV13	91	27	449	121	118	570	688	13,23	3,92	65,26	17,59
CV16	111	95	259	375	206	634	840	13,21	11,31	30,83	44,64
<b>Holoceno</b>											
CV01	95	111	276	276	206	552	758	12,53	14,64	36,41	36,41
CV02	139	75	235	215	214	450	664	20,93	11,30	35,39	32,38
CV05	163	87	223	152	250	375	625	26,08	13,92	35,68	24,32
CV08	142	54	322	260	196	582	778	18,25	6,94	41,39	33,42
CV09	166	176	293	346	342	639	981	16,92	17,94	29,87	35,27
CV11	165	73	270	118	238	388	626	26,36	11,66	43,13	18,85
CV14	117	51	512	360	168	872	1040	11,25	4,90	49,23	34,62
CV15	118	58	390	208	176	598	774	15,25	7,49	50,39	26,87
CV17	110	85	324	489	195	813	1008	10,91	8,43	32,14	48,51
CV18	123	129	318	645	252	963	1215	10,12	10,62	26,17	53,09
CV19	101	71	334	632	172	966	1138	8,88	6,24	29,35	55,54
CV20	156	74	394	517	230	911	1141	13,67	6,49	34,53	45,31
<b>Média</b>	<b>126</b>	<b>81,2</b>	<b>322</b>	<b>326,7</b>	<b>207</b>	<b>648</b>					

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

(i) *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit*. (*small pits* ou poços pequenos);

(ii) F: Frequência; FR: Frequência relativa.

### Teste de Kruskal-Wallis

O teste de Kruskal-Wallis mostrou que não há diferenças entre o grupo de réplicas do Pleistoceno e do Holoceno (p-valor foi maior que 0,05). Logo, foi aceita a hipótese nula em que diz que as medianas do grupo Pleistoceno e Holoceno não apresentam diferenças (Tabela 4.2.).

**Tabela 4.2.** – Teste de diferenças de distribuição Kruskal-Wallis: soma de classificação. A partir dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

<i>Co.Scr</i>			<i>Fi.Scr</i>			<i>Lg.Pit</i>			<i>Sm.Pit</i>		
X <sup>2</sup>	df	p-valor	X <sup>2</sup>	df	p-valor	X <sup>2</sup>	df	p-valor	X <sup>2</sup>	df	p-valor
2,485	1	0,114	0,828	1	0,362	0,367	1	0,544	0,622	1	0,430

Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no R 4.3.0 (2023).

- (i) X<sup>2</sup>: qui-quadrado;
- (ii) df: grau de liberdade;
- (iii) p-valor: nível observado de significância, ou o menor nível pelo qual a hipótese nula pode ser rejeitada;
- (iv) *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos).

### Análise de Componentes Principais

O primeiro componente (PC1) explica 40,9% da variância existente nos dados, o segundo componente (PC2) explica 30,4% da variância, juntos somam aproximadamente 70% de variação contida na amostra, somado ao terceiro componente (PC3) que corresponde a 21,4% da variância, quase totalizam a variância acumulada na PCA com 92,7% (Tabela 4.3.).

**Tabela 4.3.** – Variância e variância acumulada dos Componentes Principais da Análise de Componentes Principais realizada a partir dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

PC	Autovalor	% Variância	% Variância acumulada
1	1,63660	40,9150	40,915
2	1,21586	30,3970	71,312
3	0,85512	21,3780	92,690
4	0,29241	7,3102	100
<b>total</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	

Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no programa *Past* 3.26 (2023).



Os PCs e as variáveis às quais cada PC representa está indicada a seguir (Tabela 4.4.):

**Tabela 4.4.** – Decomposição dos autovetores na Análise de Componentes Principais a partir dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

Feições	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
<i>Co.Scr</i>	0,49893	-0,28612	0,72697	-0,37513
<i>Fi.Scr</i>	0,68918	0,27321	-0,0193	0,67083
<i>Lg.Pit</i>	-0,50692	0,32431	0,68631	0,40845
<i>Sm.Pit</i>	0,13833	0,85925	-0,01083	-0,49237

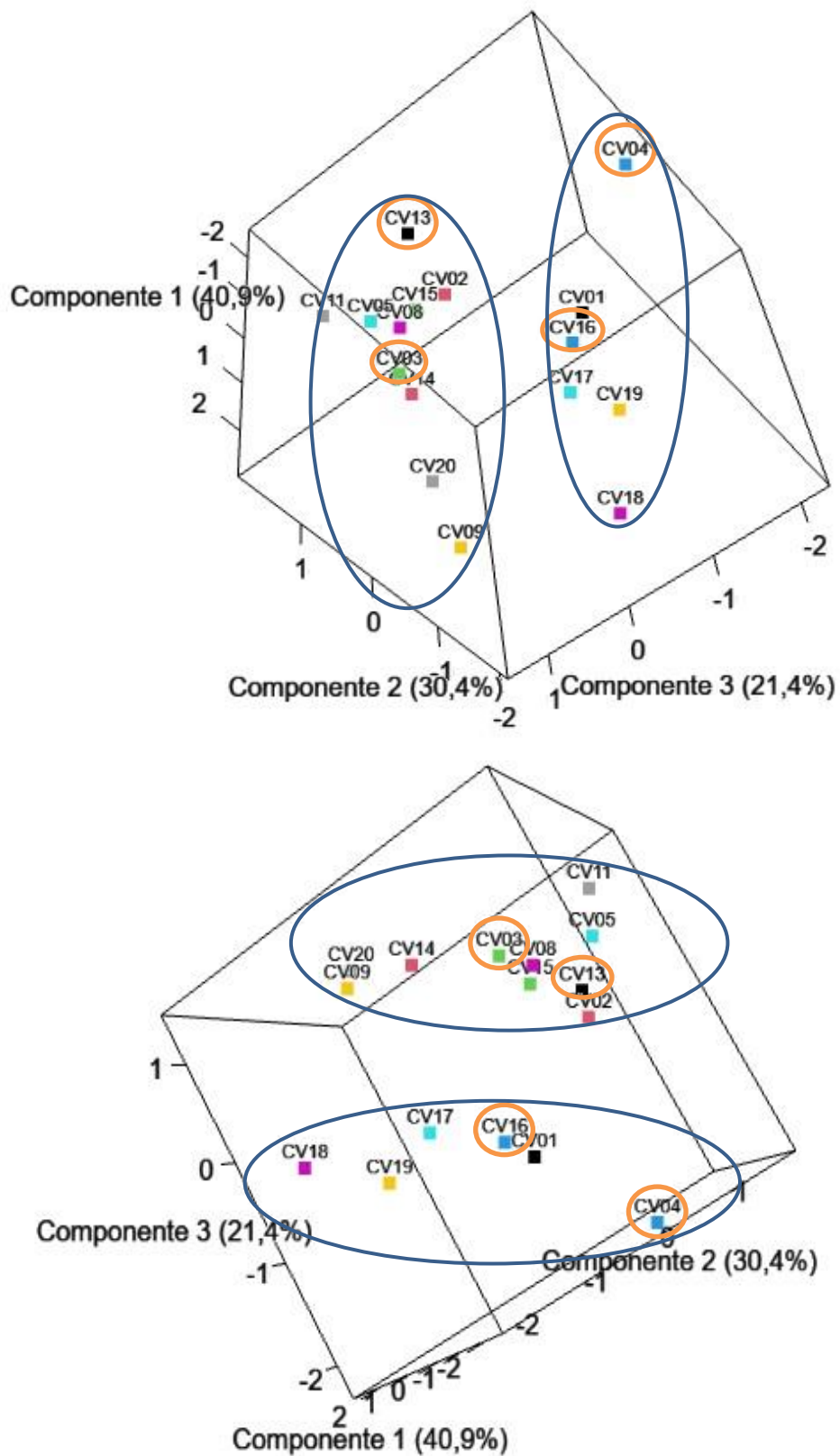
Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no programa *Past* 3.26 (2023).

(i) *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos).

A análise de PCA indicou uma separação entre dois grupos, que reuniu as réplicas segundo as frequências das feições (Tabela 4.5.; Figura 4.1. ou Gráfico 3D, disponível em [https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1yp-551OQsWgvAUFOuH\\_PeaGaCCk06KLF](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1yp-551OQsWgvAUFOuH_PeaGaCCk06KLF)), como:

- Grupo 1 - com maior quantidade de arranhões grossos e arranhões totais (grossos e finos) e de poços grandes (62,5% das réplicas). Com, em média, menos arranhões finos (75), maior frequência de arranhões grossos (140) e de poços grandes (340) e menos poços pequenos (255), composto pelas réplicas CV02, CV03, CV05, CV08, CV09, CV11, CV13, CV14, CV15 e CV20.
- Grupo 2 - com menor quantidade de arranhões grossos e de arranhões totais (grossos e finos), com maior frequência de arranhões finos (37,5% das réplicas). Com, em média, mais arranhões finos (90), menor frequência de arranhões grossos (101) e de poços grandes (290) e muitos poços pequenos (445), composto pelas réplicas CV01, CV04, CV16, CV17, CV18 e CV19.

No entanto, essas discretas variações não se relacionam à diferença temporal existente, as amostras do Pleistoceno compartilham das mesmas dietas inferidas para o Holoceno. Logo, não há diferença de dieta entre as réplicas do Pleistoceno e do Holoceno.



**FIGURA 4.3.** Posições distintas do Gráfico em 3D demonstrando a separação de dois agrupamentos das réplicas molares de *Subulo gouazoubira* da Gruta Cuvieri (MG) na Análise de Componentes Principais, em destaque com círculo azul. Réplicas do Pleistoceno em destaque com círculo laranja, as demais são réplicas do Holoceno. Fonte: Elaborado pela autora, programa R 4.3.0 (2023).

**Tabela 4.5.** – Cálculo da média e do desvio padrão dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário (*Co.Scr*, *Fi.Scr*, *Lg.Pit* e *Sm.Pit*) para os grupos de dieta observados na Análise Componentes Principais, quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

<b>Grupo 1</b>	<b>Co.Scr</b>	<b>Fi.Scr</b>	<b>Lg.Pit</b>	<b>Sm.Pit</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Co.Scr</b>	<b>Fi.Scr</b>	<b>Lg.Pit</b>	<b>Sm.Pit</b>
<b>CV02</b>	139	75	235	215	<b>CV01</b>	95	111	276	276
<b>CV03</b>	150	82	317	260	<b>CV04</b>	67	51	231	253
<b>CV05</b>	163	87	223	152	<b>CV16</b>	111	95	259	375
<b>CV08</b>	142	54	322	260	<b>CV17</b>	110	85	324	489
<b>CV09</b>	166	176	293	346	<b>CV18</b>	123	129	318	645
<b>CV11</b>	165	73	270	118	<b>CV19</b>	101	71	334	632
<b>CV13</b>	91	27	449	121					
<b>CV14</b>	117	51	512	360					
<b>CV15</b>	118	58	390	208					
<b>CV20</b>	156	74	394	517					
<b>MÉDIA</b>	140,70	75,70	340,50	255,70	<b>MÉDIA</b>	101,17	90,33	290,33	445,00
<b>DP</b>	24,94	39,45	94,02	124,34	<b>DP</b>	19,27	27,90	41,26	171,60

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

(i) DP: Desvio padrão;

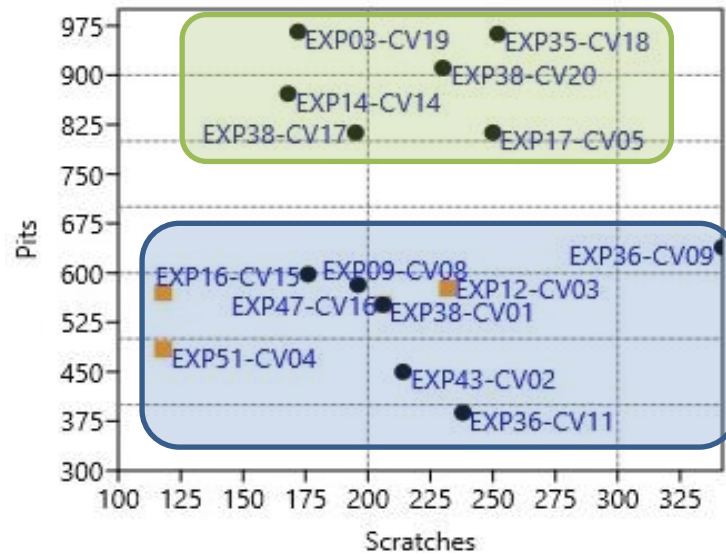
(ii) *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes) e *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos).

#### *Avaliação da profundidade de exposição estratigráfica versus microdesgastes dentários*

Nesta avaliação o nome da amostra reflete a sua profundidade de exposição, e através do acompanhamento da profundidade dos níveis estratigráficos sabe-se a idade relativa das amostras. Não foi observado, porém, variação de dieta ao longo do tempo, das amostras mais antigas (Pleistoceno) para as mais recentes (Holoceno).

A dispersão do número absoluto de arranhões (arranhões finos e arranhões grossos) com o número absoluto de poços (poços pequeno e poços grandes) mostra a separação de dois grupos de dietas dentro da mesma época, Holoceno (Gráfico 4.2.): grupo de microdesgastes com mais poços representado pelas amostras EXP38-CV17, EXP30-CV20, EXP35-CV18, EXP17-CV05, EXP14-CV14 EXP03-CV19; e grupo de dieta com menos poços representado pelas amostras EXP51-CV04, EXP47-CV16, EXP21-CV13, EXP12-CV03, EXP43-CV02, EXP38-CV01, EXP36-CV09, EXP36-CV11, EXP16-CV15, EXP09-CV08. No entanto, mesmo para o Holoceno, não tem diferença aparente de dieta em função da profundidade estratigráfica.

**Gráfico 4.1.** – Dispersão dos dados absolutos das feições de microdesgaste dentário: arranhões (arranhões finos e arranhões grossos) *versus* poços (poços pequenos e poços grandes). Dados quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).

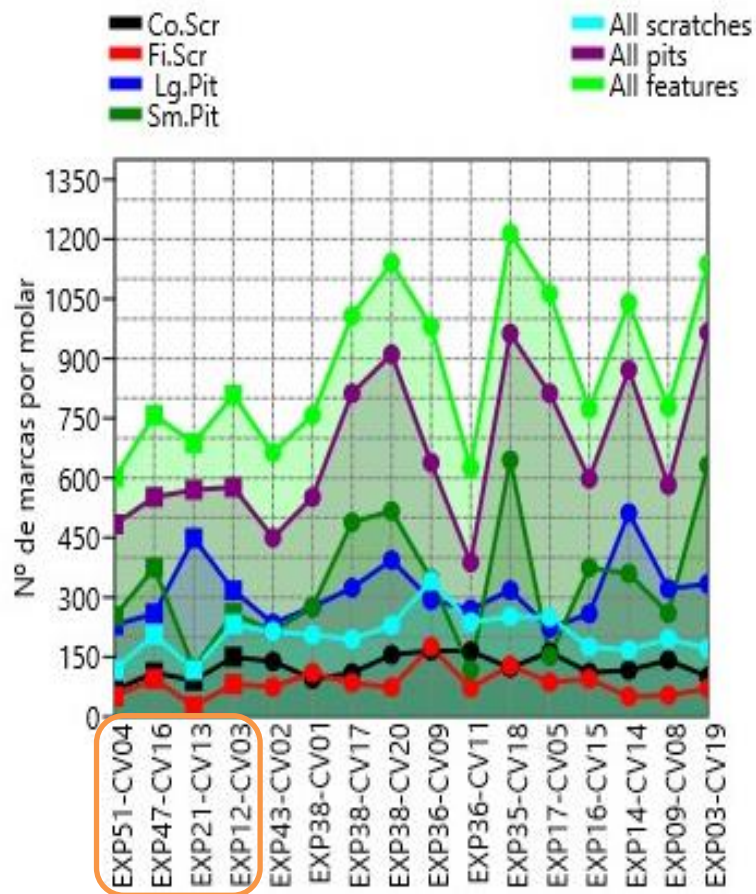


Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no programa *Past* 3.26 (2023).

- (i) Disposição da quantidade total de *Scratches* (arranhões) *versus* *Pits* (poços) para cada réplica;
- (ii) Réplicas do Pleistoceno indicadas com símbolo na cor laranja;
- (iii) Réplicas do Holoceno indicadas com símbolo na cor preta;
- (iv) Os balões sinalizam os dois grupos de dieta para a mesma época, Holoceno: balão azul grupo de dieta com menos poços; balão verde grupo de dieta com mais poços.

O acompanhamento cronológico das idades relativas em comparação com a quantificação das feições de microdesgaste torna-se visualmente mais acessível quando as amostras são organizadas em ordem cronológica, indo das mais antigas para as mais recentes (Gráfico 4.2.). Esta organização é realizada com base no número da profundidade da exposição dos fósseis.

**Gráfico 4.2.** – Gráfico de área das feições de microdesgaste dentário acumuladas: idade relativa versus frequência. Dados absolutos quantificados para todo o conjunto de réplicas de segundo molares inferiores esquerdos de *Subulo gouazoubira* obtidos a partir de dentes da Gruta Cuvieri (MG).



Fonte: Elaborado pela autora, cálculos no programa *Past 3.26* (2023).

- (i) Disposição da quantidade total de marcas por subcategoria para cada réplica, segundo a profundidade do estrato de exposição, das réplicas mais antigas para as mais recentes;
- (ii) Subcategorias: *Co.Scr* (*coarse scratches* ou arranhões grossos), *Fi.Scr* (*fine scratches* ou arranhões finos), *Lg.Pit* (*large pits* ou poços grandes), *Sm.Pit* (*small pits* ou poços pequenos), *All Scratches* (todos os arranhões), *All Pits* (todos os poços) e *All features* (todas as feições);
- (iii) Réplicas do Pleistoceno indicadas dentro do contorno na cor laranja;
- (iv) Réplicas do Holoceno, as demais réplicas.

## 5. DISCUSSÃO

A expansão populacional de *Subulo gouazoubira* no final do Quaternário, observada no registro fóssil da Gruta Cuvieri, pode ter tido relação com mudanças de hábitos alimentares. Este estudo, no entanto, não reuniu evidências, a partir dos microdesgastes dentários, que suportem essa hipótese, já que o teste estatístico indicou não haver diferenças entre os valores absolutos das feições de microdesgaste dentário das réplicas entre as duas épocas, Pleistoceno e Holoceno. Por outro lado, com a realização da análise de PCA foi possível separar dois agrupamentos principais de padrões de dieta: dieta mista com frutos, mas dominada por gramíneas de um hábito alimentar de pastadores, com base na presença de maior quantidade de arranhões grossos e arranhões totais (grossos e finos) e de poços grandes; e dieta mista com frutos, mas dominada por folhas de um hábito alimentar de ramoneadores, com base na menor quantidade de arranhões grossos e de arranhões totais (grossos e finos), com maior frequência de arranhões finos e poços pequenos.

A classificação em grandes classes de dieta (i.e., pastador *versus* ramoneador) ocorreu a partir da diferença na quantidade dos arranhões, que são mais informativos na determinação de dieta (Walker *et al.* 1978; Teaford *et al.*, 2013). Esta classificação está fundamentada em extensos estudos entre vários táxons de dietas conhecidas (Solounias & Semprebon, 2002; Semprebon *et al.*, 2004), nos quais dificilmente ocorre sobreposição das médias de arranhões entre grupos de ramoneadores (folívoros) e pastadores (graminívoros) (Walker *et al.* 1978; Solounias e Semprebon, 2002, Semprebon *et al.*, 2004; Walker *et al.* 1978). As marcas de poços, por sua vez, sugerem hábito alimentar de uma dieta mista com consumo de frutos e sementes duros/rígidos (Solounias & Semprebon, 2002), possivelmente de variação sazonal ou regional, com grande prevalência de poços quando há disponibilidade de frutos, ou com pouca prevalência (escassa) pela obliteração da feição, dada a alta frequência de registros de microdesgaste sobre outros no intervalo da sazonalidade (Solounias & Semprebon, 2002).

Os resultados sugerem que a vegetação gramínea era muito presente na dieta. Das amostras, 62,5% apresentaram feições de arranhões grosseiros na superfície de oclusão do esmalte. Essas feições podem ser registradas por fitólitos, que oriundos de ácido silícico do solo e absorvido pelas plantas, tornam-se endógenos como corpos de sílica hidratada ( $\text{SiO}_2\text{NH}_2\text{O}$ ) nas paredes celulares ou nos tecidos (Solounias & Semprebon, 2002; Ungar, 2015; Paisani *et al.*, 2016). Outra possibilidade de abrasão capaz de formar esse tipo de feição são os sedimentos siliciclásticos (areia) depositados sobre as plantas devido ao contato próximo das gramíneas e herbáceas com o solo (Ungar, 2015). Tanto fitólitos quanto sedimentos apresentam alta resistência e dureza capazes de deixar registros no esmalte (Solounias & Semprebon, 2002; Ungar, 2015).

Em relação à avaliação da profundidade estratigráfica das exposições das amostras (idade relativa) ocorre a separação entre dois grupos, que são grupos diferentes da PCA, porque usa outras variáveis (arranhões totais, grossos e finos *versus* poços totais, grandes e pequenos). Esse resultado não tem conexão direta com a dieta identificada na PCA, uma vez que separa os grupos pela quantidade de poços. Os poços presentes nas amostras permitem inferir se os herbívoros têm também uma dieta mista com frutos e sementes (Solounias & Semprebon, 2002, Semprebon *et al.*, 2004; Teaford *et al.*, 2013). A avaliação de profundidade mostrou-se, secundariamente, mais informativa para o Holoceno por conta do maior n amostral. E a separação das amostras do Holoceno, no entanto, também não tem relação com a idade relativa (mudanças ao longo do tempo), uma vez que as amostras presentes nos respectivos grupos não apresentam idades relativas aproximadas. Logo, a análise para o Holoceno considerando a posição estratigráfica (profundidades) também não revela nenhuma tendência de mudança na dieta ao longo do tempo.

Como não houve diferença temporal nos hábitos alimentares para *Subulo gouazoubira* da Gruta Cuvieri (MG), não foi possível explorar fatores que propiciassem mudanças de dieta para este grupo ao longo do tempo, embora fosse um dos objetivos do trabalho. Mas, é possível reunir algumas considerações relacionadas aos resultados e aos desafios associados às interpretações dos microdesgastes dentários. Estes desafios são em virtude de como essas impressões podem ser geradas no esmalte dental, da possibilidade de obliteração destas e de efeitos tafonômicos associados ao contexto cavernícola em que as amostras foram encontradas. No contexto cavernícola alguns desgastes podem ser gerados, como os registros bioestratinômicos, ou seja, do momento após a morte do organismo até o seu soterramento final esse material pode sofrer remobilização por agentes bióticos e abióticos (efeitos físicos) ou ainda por efeitos químicos do contato com sedimentos (King *et al.*, 1999; Martínez & Pérez-Pérez, 2004).

A exemplo de algumas questões levantadas a respeito da impressão dos microdesgastes nestas amostras está a reflexão se os efeitos tafonômicos podem ter influenciado na ausência de diferenças de microdesgaste dentário entre os grupos (Pleistoceno e Holoceno) ao longo do tempo. No contexto da Gruta Cuvieri, dentre os efeitos tafonômicos que poderiam inserir vieses na superfície de oclusão dental está o contato da superfície do dente interagindo com compostos químicos de sedimentos no entorno (King *et al.*, 1999; Semprebon *et al.*, 2004; Behrensmeyer & Miller, 2012). Para as amostras do Pleistoceno, envolvidas em sedimentos mais antigos, há a fonte de sedimentos tanto do conduto principal da caverna, sedimentos ricos em  $\text{CaCO}_3$ , através, possivelmente, de fluxos de massa como eventos de colapso e deslizamentos, adentrando ao conduto principal, quanto também a fonte através da entrada de

água a partir de fendas no teto, arrastando consigo sedimentos oriundos de solos. O contato dos sedimentos ricos em  $\text{CaCO}_3$  com os sedimentos oriundos de solos orgânicos, comumente ácidos (compostos por Si, Al e Fe), pode ter equilibrado o pH do contexto sedimentar para as amostras pleistocênicas, então a baixa acidez não seria capaz de obliterar as feições de microdesgaste dentário mesmo em um contato prolongado, e caso obliterasse e formasse novos microdesgastes estes seriam poços quase uniformemente distribuídos sobre a superfície de oclusão (Martínez & Pérez-Pérez, 2004), o que não é encontrado. No entanto, para as amostras holocênicas, envolvidas em sedimento de fonte de solos orgânicos apenas, o ataque ácido poderia ter sido um fator de formação de microdesgaste, mas pela mesma razão anterior, não se aplica.

Outros exemplos de efeitos tafonômicos *post-mortem* poderiam ser a obliteração por atrito com sedimentos siliciclásticos ou grânulos sedimentares maiores, atrito este provocado por remobilização das peças ou pisoteio (King *et al.*, 1999; Martínez & Pérez-Pérez, 2004). As principais características tafonômicas por efeitos físicos são presença de bordas arredondadas, regiões lisas (polidas) na superfície de oclusão, marcas sem forma definida ou perda do esmalte e conseqüentemente perda do aspecto plano da faceta (King *et al.*, 1999; Martínez & Pérez-Pérez, 2004). As amostras deste estudo, de forma geral, evidenciam a presença de microdesgastes, mas não apresentam bordas arredondadas ou regiões lisas (polidas) na superfície de oclusão ou marcas sem forma definida, mas há uma combinação de regiões bem preservadas e regiões ligeiramente erodidas em algumas peças. Isto significa que para algumas amostras houve sim uma erosão leve, mas que não afeta toda a superfície de oclusão.

Outra questão levantada é se a formação de dois grupos de dieta tem relação com a diversidade alimentar para essa população ou com a sazonalidade de alguns frutos. Levando em consideração que as feições são constantemente obliteradas pela alimentação abundante disponível em dado momento, talvez para o grupo que apresentou menos feições de arranhões e muitas pontuações, possa ser uma razão a ser considerada. A sazonalidade de alguns frutos implica na maior proporção de feições de poços presentes entre os microdesgastes dentários. Para uma determinada população que tenha hábito alimentar frugívoro, a depender do período sazonal, as marcas de microdesgaste (poços) podem estar mais presentes ou não. Isto implica em diferentes interpretações de dieta para indivíduos reunidos em um mesmo depósito fossilífero. Assim como, a menor proporção de feições para alguns grupos pode ter relação também com a obliteração de feições pela acidez de alguns alimentos (King *et al.*, 1999b). Em relação aos resultados das amostras deste trabalho, pode haver obliteração de traços tanto pela acidez, quanto pela velocidade de sobreposição de feições dada a alta frequência de poços encontrada em todas as amostras.



Os vieses são em grande parte reduzidos no momento da escolha das amostras a analisar, considerando a observação da presença da superfície de faceta oclusal, se esta está bem formada ou com alguma deformidade e se os dentes foram encontrados fora de um contexto de remobilização e desgaste (Hubbe, *et al.*, 2007). E também na definição da região a ser analisada na superfície oclusal (Hubbe, *et al.*, 2007), porque, por exemplo, ainda que alguns dentes tenham apresentado regiões preservadas e regiões erodidas na faceta de análise, a partir dessas definições foi possível realizar o estudo com clareza na identificação das feições de microdesgaste dentário e interpretação dos resultados. Para este trabalho todos os critérios supracitados foram seguidos.

Como uma reflexão complementar, é importante entender que as técnicas utilizadas para a análise de microdesgastes dentários podem ser complementares, cada técnica detectará as características de pontos de vista distintos o que amplia o caráter informativo. Um arranhão fino em baixa ampliação certamente é um arranhão grosso em alta ampliação. A baixa ampliação abarca marcas maiores na superfície do esmalte que o MEV não identifica, enquanto o MEV e seu poder de ampliação detectam recursos menores que a baixa ampliação não atende. A técnica confocal, por sua vez, calcula profundidade topográfica das feições e realiza cálculos precisos de áreas, dado diferente das demais técnicas e complementar. A diferença da confocal para as demais está no fato da coleta de dados ser tridimensional e não apresentar subjetividade na contagem das feições de microdesgaste dentário e nem na mensuração das mesmas, como nas imagens em duas dimensões.

É relevante registrar que o procedimento de análise de MEV utilizado, considerado de alta ampliação por expor os microdesgastes com ampliações maiores (85x a 500x) foi preferível às técnicas manuais de baixa ampliação (35x). A imagem já ampliada na análise MEV pode ser ampliada ainda mais no programa, o que facilita o reconhecimento dos limites das feições de microdesgaste dentário. Além disso, a imagem de MEV pode ser utilizada em programas como o R, sem perder a qualidade durante a ampliação. A alta ampliação conciliada com o uso de marcação do pacote *MicroWear* permite marcações fixas e seguras dos microdesgastes dentários em relação à contagem e posterior classificação precisa dos registros, geradas automaticamente pelo programa. Assim, o esforço para quantificar os microdesgastes torna-se reduzido, ao fixar a marcação manual. Isto reduz, sobremaneira, também a subjetividade do observador em relação às contagens manuais. Em contrapartida, manualmente o trabalho de quantificação é extremamente lento e tenderá a erros da subjetividade do observador, uma vez que as marcas são contadas sem serem marcadas de alguma forma. Técnicas automatizadas através de programas estatísticos definem e calculam a quantidade de feições, com a predefinição destas segundo o usuário, agilizam o trabalho e unificam a forma de quantificação dos dados.

Logo, para este trabalho, a medição/quantificação precisa atendia melhor às necessidades dessa investigação, bem como, a disponibilidade da técnica e equipamentos para o seu desenvolvimento definiram essa escolha (dependerá do nível de detalhamento requerido em cada trabalho).

## 6. CONCLUSÃO

Da investigação de microdesgastes dentários nas amostras molares dos espécimes de *Subulo gouazoubira* da Gruta Cuvieri (MG), concluímos que ambas as épocas evidenciaram amostras com frequências de microdesgastes dentários. Porém, em relação à expansão demográfica para a região, não foi possível estabelecer uma relação entre o hábito alimentar com o aumento populacional documentado para o Quaternário tardio, uma vez que não foram identificadas tendências distintas no padrão de dieta no intervalo Pleistoceno-Holoceno para os espécimes de *Subulo gouazoubira*.

Esse estudo, no entanto, revela alguns dos desafios associados à inferência de respostas associadas ao microdesgaste dentário, como a discussão de que a formação das feições e determinação de padrões de dieta podem sofrer influências de outras fontes de impressão de microdesgastes no esmalte, não apenas alimentar. Essas influências podem ser do contexto do depósito em que os espécimes foram encontrados, de características químicas do alimento, ou da sazonalidade destes no ambiente. A partir dessas conclusões sendo indicada a escolha cuidadosa das amostras a serem analisadas, com o intuito de evitar a inserção de vieses na interpretação dos padrões de dieta dos microdesgastes dentários.

Futuramente, uma investigação mais detalhada, possivelmente com outras técnicas, possibilitará reunir mais detalhes e/ou novos recursos na avaliação de padrões de microdesgastes e inferência de dietas. Ou ainda a correlação desses dados com outros estudos em andamento, isotópicos, por exemplo. A associação de análises quantitativas de microdesgaste dentário e análises isotópicas futuras permitirá caracterizar de forma mais detalhada o padrão de dieta para cervídeos, perspectivas paleoambientais e eventuais diferenças entre as épocas relacionadas à expansão demográfica do grupo para a região da Gruta Cuvieri.

## 7. RECOMENDAÇÕES

Limitações no pacote de dados *MicroWeaR* não permitiram a avaliação de arranhões cruzados e arranhões paralelos para o presente trabalho. Uma atualização do código fonte foi solicitada e realizada em tempo hábil, mas não foi resolvido o problema. Mas recomendamos o uso do pacote de dados *MicroWeaR* para o R na identificação, qualificação e quantificação dos microdesgastes, sobretudo porque o programa permite ampliação da imagem sem distorções consideráveis. Considero uma vantagem relevante, pois garante precisão na identificação das medidas de largura e comprimento das marcas e segurança em relação aos dados gerados.

Esta investigação continuará a ser desenvolvida e adicionadas as avaliações sobre, arranhões cruzados e arranhões paralelos, elucidados em artigo referente a este estudo. Outros estudos também estão em planos de serem desenvolvidos, como por exemplo, a validação das facetas de molares inferiores como qual faceta é a região adequada para análise de microdesgaste dentário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, AGM.; NEVES, WA.; PILÓ, LB.; ATUI, JPV. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the “Archaic Gap”. *Quaternary Research*, v. 64, n. 3, p. 298-307, 2005.
- ARISTIMUÑO, MP.; GONZÁLEZ, S.; DUARTE, JMB. Population structure and genetic variability of the gray-brocket deer (*Mazama gouazoubira*; Mammalia: Cervidae) in Uruguayan populations. *IUCN Deer Specialist Group News*, v. 27, p. 58-66, 2015.
- ARISTIMUÑO, MP. Análisis genético de poblaciones de guazú birá *Mazama gouazoubira* (Fischer 1814). Implicancias para su conservación. Master dissertation, Programa de Desarrollo de Ciencias Básicas - *Universidad de la República*. Uruguay. 2017.
- AULER, AS.; PILÓ, LB. Lagoa Santa Karst: cradle of Brazilian cave studies. In: VIEIRA, BC.; SALGADO, A.; SANTOS, L. (Eds.). Landscapes and landforms of Brazil. *Springer Netherlands*, Dordrecht, p. 183-190, 2015.
- BEHRENSMEYER, AK. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, vol. 4, no. 2, p. 150-162, 1978.
- BEHRENSMEYER, AK. Terrestrial vertebrate accumulations. In: ALLISON, PA.; BRIGGS, DEG. (Eds.). Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record. *Plenum Press*, New York, p. 291-335, 1991.
- BEHRENSMEYER, AK.; MILLER, JH. Building links between ecology and paleontology using taphonomic studies of recent vertebrate communities. In: LOUYS, J. (Ed.). Paleontology in ecology and conservation. *Springer*, Berlin, Heidelberg, p. 69-91, 2012.
- BERNEGOSI, AM.; BORGES, CHDS.; SANDOVAL, EDP.; CARTES, JL.; CERNOHORSKA, H.; KUBICKOVA, S.; VOZDOVA, M.; CAPARROZ, R.; GONZÁLEZ, S.; DUARTE, JMB. Resurrection of the genus *Subulo* for the gray brocket deer, with designation of a neotype. *Journal of Mammalogy*, v. 104, n. 3, p. 619-633, 2023.
- BLACK-DÉCIMA, PA.; ROSSI, RV.; VOGLIOTTI, A.; CARTES, JL.; MANFFEI, L.; DUARTE, JMB.; GONZÁLEZ, S.; JULIÁ, JP. Brown brocket deer *Mazama gouazoubira* (Fischer 1814). *Neotropical cervidology. Biology and medicine of Latin American deer*, p. 190-201, 2010.
- BLACK-DÉCIMA, PA.; VOGLIOTTI, A. *Mazama gouazoubira*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2016-2, 2016.
- DAHLBERG, AA.; KINZEY, W. Etude microscopique de l’abrasion et de l’attrition sur la surface des dents. *Bulletin du Groupement International pour la Recherche Scientifique en Stomatologie & Odontologie*, v. 5, p. 242-51, 1962.
- DUARTE, JMB.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, JE. The surprising evolutionary history of South American deer. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 49, n. 1, p. 17-22, 2008.
- GRINE, FE. Dental evidence for dietary differences in *Australopithecus* and *Paranthropus*: a quantitative analysis of permanent molar microwear. *J. Hum. Evol.*, v. 15, p. 783-822, 1986.
- GRINE, FE. Scaling of tooth enamel thickness, and molar crown size reduction in modern humans. *South African Journal of Science*, v. 98, n. 9, p. 503-509, 2002.

- GONZÁLEZ, S.; ARISTIMUÑO, MP.; ELIZONDO, C.; BIDEGARAY-BATISTA, L.; PERES, PHF.; DUARTE, JMB. Molecular ecology of the southern gray brocket deer (*Mazama gouazoubira* Fischer, 1814). *Conservation Genetics in Mammals: Integrative Research Using Novel Approaches*, p. 65-82, 2020.
- HADDAD-MARTIM, PM.; HUBBE, A.; GIANNINI, PC.; AULER, AS.; PILÓ, LB.; HUBBE, M.; MAYER, EL.; WANG, X.; CHENG, H.; EDWARDS, RL.; NEVES, WA. Quaternary depositional facies in cave entrances and their relation to landscape evolution: the example of Cuvieri Cave, eastern Brazil. *Catena*, v. 157, p. 372-387, 2017.
- HAFFER, J. Speciation in Amazonian Forest Birds: Most species probably originated in forest refuges during dry climatic periods. *Science*, v. 165, n. 3889, p. 131-137, 1969.
- HAIR, JF.; BLACK, WC.; BABIN, BJ.; ANDERSON, RE. Exploratory Factor Analysis. In: HAIR, J. et al. (Eds.). *Multivariate Data Analysis. Pearson Education Limited*, Ed. 7th, ch. 3, p. 89-150, 2013.
- HOFMANN, RR. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, v. 78, n. 4, p. 443-457, 1989.
- HUBBE, A.; HUBBE, M.; VALENTIM, MV. Considerações metodológicas à inferência de dieta de animais extintos através da análise de microdesgaste dentário. In: CARVALHO, IS; CASSAB, RCT.; SCHWANKE, C.; CARVALHO, MA.; FERNANDES, ACS.; RODRIGUES, MAC.; CARVALHO, MSS.; ARAI, M.; OLIVEIRA, ME. (Eds.). *Cenários de Vida. Rio de Janeiro, Interciência*, v. 1, p. 743-752, 2007.
- HUBBE, A. Contextualização taxonômica, tafonômica e morfométrica dos remanescentes ósseos da megamastofauna da Gruta Cuvieri (MG), um sítio paleontológico do Pleistoceno tardio. Dissertação de Mestrado. *Universidade de São Paulo. São Paulo*. 2008.
- HUBBE, A.; HADDAD-MARTIM, PM.; HUBBE, M.; MAYER, EL.; STRAUSS, A.; AULER, AS.; PILÓ, LB.; NEVES, WA. Identification and importance of critical depositional gaps in pitfall cave environments: the fossiliferous deposit of Cuvieri Cave, eastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 312, n. 1-2, p. 66-78, 2011.
- HUBBE, A.; AULER, AS. A large Cervidae Holocene accumulation in Eastern Brazil: an example of extreme taphonomical control in a cave environment. *International Journal of Speleology*, v. 41, n. 2, p. 299-307, 2012.
- KIDWELL, SM.; HOLLAND, SM. Field description of coarse bioclastic fabrics. *Palaios*, v. 6, n. 4, p. 426-434, 1991.
- KING, T.; ANDREWS, P.; BOZ, B. Effect of taphonomic processes on dental microwear. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, v. 108, n. 3, p. 359-373, 1999.
- LYMAN, RL. Vertebrate taphonomy. *Cambridge University Press*, 1994.
- LUMLEY, T.; DIEHR, P.; EMERSON, S.; CHEN, L. The importance of the normality assumption in large public health data sets. *Annual review of public health*, v. 23, n. 1, p. 151-169, 2002.

- MARTÍNEZ, LM.; PÉREZ-PÉREZ, A. Post-mortem wear as indicator of taphonomic processes affecting enamel surfaces of hominin teeth from Laetoli and Olduvai (Tanzania) implications to dietary interpretations. *Anthropologie (1962-)*, v. 42, n. 1, p. 37-42, 2004.
- MAYER, EL. Processos de formação de um depósito fossilífero em abismo na Gruta Cuvieri (MG): taxonomia, tafonomia e distribuição espacial de fósseis de mamíferos do Pleistoceno. PhD Thesis. *Universidade de São Paulo*. São Paulo. 2011.
- MAYER, EL.; HUBBE, A.; KERBER, L.; HADDAD-MARTIM, PM.; NEVES, WA. Reassessment of a large extinct species of *Cuniculus* Brisson, 1762 (Rodentia: Caviomorpha) from the Quaternary of Brazil: taxonomic, biogeographic and taphonomic remarks. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 61, p. 743–758, 2016.
- MIHLBACHLER, MC.; BEATTY, BL. Magnification and resolution in dental microwear analysis using light microscopy. *Palaeontologia Electronica*, v. 15, n. 3, p. 1-15, 2012.
- LEOTTI, VB.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. *Revista HCPA*, v. 32, n. 2, p. 227-234, 2012.
- PAISANI, SDL.; PAISANI, JC.; OSTERRIETH, ML.; PONTELLI, ME. 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, 2016.
- PINDER, L.; LEEUWENBERG, F. Veado-catingueiro (*Mazama gouaroubira*, Fisher 1814). In: DUARTE JMB. (ed.). *Biologia e conservação de Cervídeos sul-americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama*. FUNEP, Jaboticabal, p. 60–68, 1997.
- RAZALI, NM.; WAH, YB. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, v. 2, n. 1, p.21-33, 2011.
- R CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. 2023. <http://www.R-project.org/>.
- SEMPREBON, GM.; GODFREY, LR.; SOLOUNIAS, N.; SUTHERLAND, MR.; JUNGERS, WL. Can low-magnification stereomicroscopy reveal diet? *Journal of Human Evolution*, v. 47, n. 3, p. 115-144, 2004.
- SOLOUNIAS, N.; TEAFORD, MF.; WALKER, AC. Interpreting the diet of extinct ruminants: the case of a non-browsing giraffid. *Paleobiology*, v. 14, p. 287-300, 1988.
- SOLOUNIAS, N.; MOELLEKEN, SMC. Dietary interpretation of *Eotragus*. *J. Vertebr. Paleontol*, v. 12, p. 113-121, 1992.
- SOLOUNIAS, N.; HAYEK, L-AC. New methods of tooth microwear analysis and application to dietary determination of two extinct antelopes. *J. Zool. (Lond.)*, v. 229, p. 421-445, 1993.
- SOLOUNIAS, N.; SEMPREBON, G. Advances in the reconstruction of ungulate ecomorphology with application to early fossil equids. *American Museum Novitates*, v. 2002, n. 3366, p. 1-49, 2002.
- STEHLI, FG.; WEBB, SD. *The Great American Biotic Interchange*. *Plenun*, New York. 1985.

- STRANI, F.; PROFICO, A.; MANZI, G.; PUSHKINA, D.; RAIA, P.; SARDELLA, R.; DEMIGUEL, D. MicroWeaR: A new R package for dental microwear analysis. *Ecology and evolution*, v. 8, n.14, p. 7022-7030, 2018.
- TEAFORD, MF.; OYEN, OJ. In Vivo and In Vitro Turnover in Dental Microwear. *American Journal of Physical Anthropology*, v. 80, n.4, p. 447-60, 1989a.
- TEAFORD, MF.; UNGAR, PS.; GRINE, FE. Dental microwear and paleoecology. In: SPONHEIMER, M. et al. Early hominin paleoecology. *University Press of Colorado*, ch. 7, p. 251-281, 2013.
- UNGAR, PS.; SIMON, JC.; COOPER, JW. A semiautomated image analysis procedure for the quantification of dental microwear. *Scanning*, v. 13, n. 1, p. 31-36, 1991.
- UNGAR, PS. A semiautomated image analysis procedure for the quantification of dental microwear II. *Scanning*, v. 17, n. 1, p. 57-59, 1995.
- UNGAR, PS. Mammal Teeth: Origin, Evolution and Diversity. *The Johns University Press journal*, 2010.
- UNGAR, PS. Mammalian dental function and wear: a review. *Biosurface and Biotribology*, v. 1, p. 25-41, 2015.
- VASCONCELOS, AG.; KRAEMER, BM.; MEYER, KEB. Tafonomia em cavernas brasileiras: histórico e método de coleta de fósseis preservados em solo carbonatado. *Terrae Didatica*, v. 14, n. 1, p. 49-68, 2019.
- VUILLEUMIER, BS. Pleistocene Changes in the Fauna and Flora of South America: Present speciation patterns of the South American biota resulted from Pleistocene climatic changes. *Science*, v. 173, n. 3999, p.771-780, 1971.
- WALKER, A.; HOECK, HN.; PEREZ, L. Microwear of mammalian teeth as an indicator of diet. *Science*, v. 201, n. 4359, p. 908-910, 1978.