



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Proposta de classificação das paleotocas com base nas características fisionômicas e morfológicas

Jairo Valdati¹, Arthur Philipe Bechtel², Maria Carolina Villaça Gomes³, João Henrique Zahdi Ricetti⁴, Luiz Carlos Weinschütz⁵

¹ Professor do departamento de Geografia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Avenida Madre Benvenuta, 2007 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88035-901. E-mail: jairo.valdati@udesc.br (autor correspondente). Mestrando no programa de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima Trindade, Florianópolis - SC, 88040900. E-mail: arthhurb2017@gmail.com. Professora adjunta do departamento de Geografia física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, R. São Francisco Xavier, 524 - Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, 20550-013. E-mail: Maria.carolina.gomes@uerj.br. Professor da Universidade do Contestado com atuação no Centro de Pesquisas Paleontológicas, Universidade do Contestado, Avenida Nereu Ramos, 1071 - Jardim do Moinho, Mafra - SC, 89306-076. E-mail: joao.cenpaleo@unc.br. Coordenador do Centro de Pesquisas Paleontológicas e do Museu da Terra e da Vida, Universidade do Contestado, Avenida Nereu Ramos, 1071 - Jardim do Moinho, Mafra - SC, 89306-076. E-mail: luizw@unc.br.

Artigo recebido em 08/08/2023 e aceito em 04/04/2024

RESUMO

As paleotocas são túneis escavados por animais da Mega e Grandefauna, atualmente extintos, que os utilizavam para diversos fins. O presente trabalho visa propor uma descrição a partir das características externas (fisionômicas) e internas (morfológicas) utilizando as paleotocas presentes no Território do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. O Geoparque se distribui em uma área de 2830 km² abrangendo sete municípios, sendo quatro pertencentes ao Estado de Santa Catarina e três ao Estado do Rio Grande do Sul. Para a realização deste trabalho utilizou-se uma ficha catalográfica, que auxilia na padronização dos dados. A catalogação consistiu em registrar diversos parâmetros das paleotocas, tais como altura, largura, extensão, marcas de garras e direção da escavação. Além de descrições para caracterizar as tocas e analisar o seu entorno, como: ocupação do solo, compartimento de relevo e declividade. O estudo descreve três paleotocas, duas situadas no compartimento geomorfológico Escarpas da Serra Geral e uma localizada no Planalto dos Campos Gerais. O estudo dessa distribuição poderá auxiliar na compreensão dos fatores ambientais que condicionaram os animais escavadores.

Palavras-chave: Icnofósseis, Quaternário, Geomorfologia, Geoparque, Megafauna.

Proposal of paleoburrows classification based on the physiognomic and morphological characteristics

ABSTRACT

Paleoburrows are tunnels excavated by megamammals, currently extinct, that used it for multiple purposes. The current work propose is a description through characteristics external (physiognomic) and internal (morphological) classification using described paleoburrows present in the territory of Caminhos dos Cânions do Sul Geopark. The Geopark is distributed throughout an area of 2830 square kilometers, covering seven municipalities, four of them belonging to Santa Catarina State and three to Rio Grande do Sul State. The cataloging process consisted in registering multiple paleoburrow parameters, such as height, width, extension, claw marks and excavation direction. Besides that, the description to characterize the burrows and analyze their surroundings, such as: land occupation, relief and declivity compartment. The study describes three paleoburrows, two situated in the geomorphological compartment of Escarpas da Serra Geral and one located in the Planalto dos Campos Gerais. The study of this distribution will be able to assist in the understanding of the environmental factors that conditioned the excavator animals.

Keywords: Ichnofossils, Quaternary, Geomorphology, Geopark, Megamammals.

Introdução

A paisagem é resultado da superposição de sua dinâmica pretérita e atual. Elementos que não correspondem à ação dos agentes atuantes no presente indicam que o ambiente pretérito fora

diferente do atual. Associados a estes ambientes físicos, existiu também uma flora e fauna, cuja ocorrência pode ser atestada a partir de diferentes paleoregistros, dentre eles, as paleotocas.

O Quaternário apresentou dinâmicas climáticas com médias de temperaturas inferiores do que foi observado no Mioceno-Plioceno. Corrêa (2021) caracteriza o Quaternário sendo um “período de instabilidade climática e de bruscas e importantes mudanças ambientais que afetaram todo o globo terrestre”. Tais mudanças afetaram tanto fauna como flora.

Entre as diversas mudanças que os glaciais e interglaciais propiciaram, uma delas foi o agigantamento de alguns espécimes de Xenarthras, estes tidos como os mais prováveis escavadores das paleotocas. Toledo et al. (2017) e Casali et al. (2022) apontam que já haviam alguns animais de maior porte, próximo dos 500 kg durante o Oligoceno-Mioceno. O tamanho agigantado de preguiças e tatus atingiram o ápice durante o Plio-Pleistoceno, assim como de outras espécies que compunham a mega e grandefauna (*i.e.* notoungulados, cariamiformes entre outros), além dos animais advindos da América do Norte, durante o Grande Intercâmbio Biótico Americano (GIBA).

O GIBA, por sua vez, parece também ter influenciado os processos de agigantamento dos Xenarthras. Segundo Segura et al. (2016), no geral, animais de maior porte (acima de 5 toneladas), não possuíam predadores naturais, nem mesmo espécies de *Smilodon sp* ou *Arctotherium sp*. Observando que estes animais predadores de topo de cadeia vieram da América do Norte durante o GIBA, podendo levar a uma pressão seletiva para animais de maior porte.

Outro fator que possibilitou o agigantamento, apontado por Janis (2003) pode estar relacionado ao ambiente, onde vegetação majoritariamente de savana e estepe, correspondentes ao clima mais árido, são condicionantes para a existência de animais de grande porte. Bargo et al. (2000); Vizcaíno et al. (2001); Vizcaíno e Milne (2002); Vizcaíno e Fariña, (2007) apontam que na Ordem dos Xenarthras, famílias como Mylodontidae, Megatheriidae, Pamphathiidae, Dasypodidae e Peltephiliidae, possuíam características evolutivas para escavação.

No que concerne aos tatus (*e.g.* Pamphathiidae, Dasypodidae e Peltephiliidae) Vizcaíno e Milne (2002) apontam que garras, tibia e fíbula distal e proximalmente fundidas são propícias a realização de escavações. Para as preguiças, Vizcaíno et al. (2001) indica que “carpos, metacarpos e a primeira falange são

intimamente ligados, de forma que pudessem se movimentar em formatos semelhantes a uma pá”, movimentos que facilitariam a escavação e retirada do material.

Assim, as paleotocas parecem ter sido vitais na manutenção da vida de algumas famílias de Xenarthras. Tendo em vista que ofereceriam abrigo contra as médias climáticas mais baixas, abrigo contra predadores, principalmente aos filhotes. No território do Geoparque Mundial UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul (GMUCCS), não foram encontrados fósseis corpóreos, somente icnofósseis que provam que estes animais habitaram este território.

As paleotocas, como feições realizadas por animais da mega e grandefauna, têm sido descritas há pelo menos 100 anos, quando os primeiros estudos foram conduzidos na Argentina por Ameghino (1908). No Brasil, os primeiros registros e descrições de túneis não foram atribuídos à fauna pretérita, mas sim a humanos modernos (ex. Padberg-Drenkpol, 1933; Rohr, 1971). A primeira definição de paleotocas para o Brasil é feita por Bergqvist e Maciel (1994), que as descrevem como uma estrutura semelhante a um túnel feita por vertebrados. Mais recentemente, Buchmann et al. (2009) descreve as paleotocas como feições bioerosivas, sendo elas resquícios do ambiente onde animais da mega e grandefauna desempenhavam suas funções biológicas como reprodução, alimentação e abrigo. As crotovinas, por sua vez, seriam as paleotocas preenchidas por sedimentos. O conceito de megafauna é aplicado à fauna com mais de uma tonelada (1000 kg) e grandefauna aos animais com peso entre 44 kg e 1000 kg (Cione, 2003).

Atualmente, os trabalhos de Buchmann (2009; 2011; 2012; 2013; 2015 e 2017) e Frank (2010; 2011; 2012, 2012b 2013; 2015 e 2017) representam grande parte dos estudos sobre paleotocas em território brasileiro, descrevendo-as principalmente no Sul do Brasil, e, de forma mais pontual, nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Em Minas Gerais Carmo et al. (2011) descreveram paleotocas em rochas ferruginosas do grupo São Francisco. Buchmann et al. (2016) descrevem outras paleotocas em Minas Gerais nas cangas da Formação Nova Aurora. No estado de Santa Catarina, todas as paleotocas descritas por Weinschütz et al. (2019) ocorrem associadas à Formação Botucatu. No Rio Grande do Sul, paleotocas foram descritas desde 1994 por

Bergqvist e Maciel, em sistema de leques aluviais. Buchmann et al. (2010) descrevem outras paleotocas em ambientes também de leques aluviais compostos por materiais intemperizados do Escudo-Sul-Riograndense. Por fim, Buchmann et al. (2023) apresentam 76 paleotocas e 346 crotovinas na região metropolitana de Porto Alegre (Brasil) onde 56% delas já foram destruídas, principalmente pela construção civil.

Através de análises estratigráficas dos sedimentos onde são encontradas as paleotocas/crotovinas Buchmann et al. (2016) e Quintana (1992) explicitam que estas espécies da mega e grandefauna tenham realizado as escavações entre o Plioceno e o Pleistoceno (5.33 Ma – 0,0117 Ma), chegando, em alguns casos, no início do Holoceno (11.700 Ma até o Presente).

Recentemente, foi identificada uma elevada concentração destas feições bioerosivas no território do Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul (GMUCCS). Essa grande concentração foi um dos fatores que propiciou a chancela de Geoparque Mundial

Material e métodos

Sabendo-se do conhecimento popular acerca da existência de “furnas”, designação local para cavidades que incluem paleotocas e outras feições geológicas, buscou-se conhecer, junto à comunidade, as reconhecidas e potenciais. Além disso, foi realizado levantamento bibliográfico visando estabelecer os elementos a serem incorporados a inventariação.

A visita a três paleotocas foi acompanhada de membros da equipe técnica do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (GMUCCS), tendo em vista que várias das paleotocas se encontram em propriedades privadas e em alguns casos faz-se necessário abertura de trilhas até elas. Todos os participantes da saída de campo tomaram todos os cuidados na entrada dos túneis para evitar contaminação contra fungos e contra a Covid-19. Para acesso foi considerado a utilização de EPI's, como luvas, máscara, capacetes, roupa e calçado fechados, tendo em vista que esses ambientes podem conter organismos nocivos à saúde humana.

A catalogação é dividida em duas partes: condições ambientais externas da paleotocas (fisionômicas) e de seu interior (morfológicas). O preenchimento da ficha catalográfica utiliza-se de secções para serem preenchidas, desde a

UNESCO, no ano de 2022. As paleotocas são endêmicas da América do Sul, concentradas no centro-sul do continente, no entanto, no território do GMUCCS, além de numerosas, encontram-se bem preservadas.

Os trabalhos com temática sobre paleotocas têm mantido um enfoque descritivo, não se atendo às mudanças ambientais que elas suscitam. As paleotocas são excelentes registros de mudanças paleobiogeográficas, pois indicam uma alteração na composição de fauna e flora, que são elementos fundamentais na constituição da paisagem.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal propor um roteiro descritivo do ambiente externo (fisionômico) de uma paleotoca. Essas condicionantes externas compreendem: forma do relevo, declividade da encosta, hidrografia e outros influenciaram na necessidade dos animais escavaram, bem como o uso e cobertura do solo influenciaram na conservação das mesmas na paisagem.

localização, acesso e grau de dificuldade, aspectos geológicos e geomorfológicos, cobertura uso e ocupação do solo e a partir destes dados poder distribuí-las espacialmente e conhecer o contexto em que foram construídas.

Para a catalogação do interior (morfológicas) foram utilizadas as metodologias de Frank et al. (2011), Frank et al. (2012b) e Lopes et al. (2017). Além disto, foram tomadas medidas das paleotocas, altura, largura, extensão, azimute e localização. Para realizar as medições utilizou-se trenas de 50 m e 5 m, as medidas de largura, extensão e altura foram aferidas em segmentos de 5 m. As medições de rumo eram direcionadas sempre ao fundo da cavidade, caso houvesse mudança de rumo, outro rumo era tomado. Para as coordenadas e altitude, foram utilizados aplicativos de celular, sendo eles UTM GeoMap e AlpineQuest.

As caracterizações externas (fisionômicas) foram: (i) Compartimentação geomorfológica, a partir de BDIA (2022); (ii) litologia onde foi escavada, a partir de observação *in loco*; (iii) cobertura, uso e ocupação do da Terra, a partir do Manual Técnico da Vegetação brasileira (IBGE, 2012).

Em gabinete foi realizada a digitalização dos dados coletados em campo, sendo depositada na nuvem e compartilhados

1907

com os autores. Incorre também a confecção dos mapas utilizando o software *QuantumGis*, versão 3.16. Para a realização deste trabalho utilizou-se as bases de dados TOPODATA/INPE e do Instituto Brasileiro de

Conceitos e classificações

Os registros de icnofósseis do gênero *Domichnia*, atribuídos a megafauna foram primeiramente descritos na América do Sul em afloramentos do litoral argentino entre as cidades de Mar del Plata e Miramar (Província de Buenos Aires), encontrados em sedimentos areno-lamosos, de idade Pleistocênica. (Ameghino., 1908; Frenguelli., 1921, 1928; Kraglievich., 1952; Vizcaíno et al., 2001; Dondas et al., 2009).

Registros da megafauna são comumente identificados através de bioescavações, denominadas paleotocas e crotovinas. Por outro lado, Frank et al. (2012) entendem que o termo “paleotoca” é mais utilizado para tocas de animais invertebrados (minhocas, moluscos e crustáceos), sendo mais adequado se referir a tais estruturas como “túneis”.

A principal ordem elencada como construtora tem sido a dos Xenarthra, que são consideradas espécies autóctones, que evoluíram antes mesmo do surgimento do Istmo do Panamá. Segundo Couto (1975), os registros paleontológicos dos Xenarthras são representados desde o Paleoceno superior, pelo menos, talvez do médio ou, mesmo, inferior. Até o momento, as paleotocas dessas dimensões foram encontradas somente na América do Sul (Frank et al., 2012a). Credita-se aos Xenarthras a construção de paleotocas pois segundo estudos de Vizcaíno et al. (1998; 2000 e 2002), Dondas et al. (2009) e de Bargo et al. (1998; 1999; 2001 e 2002) alguns Xenarthras possuem adaptações morfológicas para hábitos fossoriais.

Vizcaíno et al. (2001) e Dondas et al. (2009) propõe algumas espécies como possíveis escavadoras através de suas morfologias, entre os tatus: *Dasypodidae*, *Peltephiliidae* e *Pamphathiidae*, entre outros da espécie, e entre as preguiças-terricolas- gigantes, *Myodontidae* e *Megatheriidae*. Seguindo Vizcaíno et al. (2001) explica que outros táxons da mega e grandefauna podem ser descartados como construtores de “tocas”, esses não mostram adaptações para escavar proboscídeos, artiodátilos, perissodátilos, litopternos, maioria dos notoungulados e alguns

Geografia e Estatística (IBGE). Os dados referentes as coordenadas geográficas de localização das paleotocas são dos autores do trabalho.

carnívoros de maior porte. Pinto et al. (2014) afirma que pelo menos para os tatus, as tocas eram utilizadas como abrigo do clima, área de reprodução e abrigo da prole. Stuart (2015) expressa que aproximadamente 80% da mega e grandefauna da América do Sul tenha sido extinta.

Além da diferenciação dos túneis em paleotocas e crotovinas, Frank et al. (2011) utilizam outras características destas bioescavações para classificá-las, tais como seu tamanho, forma, grau de preservação, preenchimento, marcas de garras, carapaças e pelagem. Ainda em seu trabalho, Frank et al. (2011) classifica as paleotocas seguindo seus graus de preservação em cinco classes: (i) paleotocas integralmente preservadas, sem preenchimento e cuja seção é elíptica ou circular, sem apresentar feições de colapso de teto, nem de erosão do piso; (ii) paleotocas que sofreram a erosão por águas correntes; (iii) paleotocas parcialmente preenchidas por sedimentos; (iv) paleotocas integralmente preenchidas por sedimentos, denominadas de crotovinas; (v) as dolinas e trincheiras, que são paleotocas cujo teto sofreu desabamento.

Quanto à icnotaxonomia e a relação entre o tamanho das paleotocas Lopes et al., (2017), dividem entre *Megaichnus major* e *Megaichnus minor*. As *M. minor* são caracterizadas por paleotocas com largura até 1,5 m e altura até 0,9 m, enquanto a *M. major*, com medidas superiores as *M. minor*.

As marcas de garras, polimentos e carapaças também são utilizadas para caracterizar as paleotocas. Durante as atividades dentro das paleotocas/túneis os espécimes acabaram por deixar paleoregistros dessas atividades. Entre eles, marcas de garras, produzidas durante as escavações, marcas de osteodermos, no caso dos tatus e marcas de polimento no caso das preguiças, sendo os dois últimos citados devido aos movimentos abrasivos dentro das tocas durante suas atividades.

Buchmann et al. (2016) coloca que marcas de escavação e o tamanho das tocas podem sugerir o animal que a escavou, sendo tocas entre 0,7 m e 1,4 m os dasípodidae (tatus) e galerias com mais

de 4 m seriam as preguiças gigantes. As dimensões das galerias, as marcas de escavação e marcas de osteodermos presentes ao longo das galerias sugerem seus escavadores.

O trabalho de Frank et al. (2012b) na Toca do Tatu, paleotoca no município de Timbé do Sul (SC), classificou as formas e marcas encontradas dentro das paleotocas em: (i) morfologia das paredes, e (ii) superfícies internas. Em relação à morfologia das paredes, foram classificadas em: paredes lisas, quando formadas por superfícies contínuas completamente regulares que podem ter continuidade acima de 10 m (Frank et al., 2012b). Podem ser também paredes irregulares arredondadas, quando constituídas por superfícies onduladas, profundamente modificadas por sulcos que formam um conjunto irregular que cobre toda a superfície da parede (Frank et al., 2012a; 2012b). A última classificação são as paredes angulares, as quais formam superfícies constituídas por um conjunto de planos de variadas orientações, mais ou menos lisas, mas constituindo, no geral, uma superfície irregular (Figura 1; Frank et al., 2012b).

A classificação (ii) está descrita na tabela 1 e ilustrada na figura 2. Ainda, segundo os autores existem feições nas paleotocas derivadas da ação antrópica arqueológica, dos tipos “sulcos radiais”, “zigue-zagues”, “geometrias complexas”, “marcas de limites agudos”, “letras, números e símbolos”.

Outra forma de classificar as paleotocas é em relação ao material em que ela foi escavada. A natureza da rocha é de vital importância para a manutenção tanto da estrutura da paleotoca, como das marcas de escavação nelas encontradas. Carmo et al. (2011) encontraram paleotocas em rochas ferruginosas, compostas por quartzitos filitos e diamictitos, no estado de Minas Gerais. Buchmann et al. (2016) citam ao menos 15 paleotocas, em ambiente de vales encaixados, compostos de litologias de diamictitos hematíticos, diamictitos cinza, quartzitos hematíticos e xistos hematíticos em Minas Gerais.

Buchmann et al. (2013) identificaram e descreveram uma paleotoca em material distinto

daqueles mencionados acima, neste caso, constituído por areias grossas em matriz siltico-argilosa maciça, de natureza arcoseana, resultante da alteração de rochas graníticas do Escudo Sul-Rio-grandense e depositada sob a forma de leques aluviais. Bergqvist e Maciel (1994) também descreveram cinco crotovinas de mamíferos pleistocênicos em ambientes sedimentar em sistema de leques aluviais no estado do Rio Grande do Sul. Além do mais, encontram-se registros de mega e grandefauna também no Nordeste. Nesta região, as evidências da megafauna e grandefauna se encontram nos “tanques” e /ou “lagoas” esculpido em rochas ígneo-metamórficas.

As cores também são fontes importantes de informação sobre as paleotocas. Na classificação de paleotocas proposta por Frank et al. (2012b) em áreas de ocorrência de rochas areníticas, os tons brancos e róseos indicam diferentes épocas de escavação. Os tons rosados indicam a cor do arenito original, devendo ser considerado mais jovens, bem posteriores às superfícies brancas. As superfícies brancas, por sua vez, indicam um tempo transpassado, superior a pelo menos 100 anos (Frank et al., 2012b).

Dondas et al. (2009) classificam as paleotocas da Formação Miramar (Pleistoceno) em Mar del Plata, Argentina em três tipos. “Tipo I: tocas gigantes”, que possui larguras entre 1.8 m e 2.1 m, com alturas de aproximadamente 1.4 m e distância entre dígitos escavadores entre 3 cm e 4 cm. “Tipo II” diâmetros variando entre 90 cm e 120 cm, com alturas de 75 cm até 100 cm. “Tipo III” possuindo tamanhos similares aos da Tipo II, porém com marcas de garras verticais ou oblíquas, com não mais que 30 cm e três dígitos.

Dondas et al. (2009) descreveu que foram encontrados crânios fósseis de *Scelidotherium* próximos das paleotocas. Os autores associaram que os vestígios fósseis podem ser dos construtores das paleotocas do tipo I. Ademais, “o tipo III” indica que outro tipo de animal escavador também habitava a região.



Figura 1: morfologia das paredes. A) paredes lisas; B) paredes irregulares arredondadas e C) paredes angulares. Fonte: Frank et al. (2012b).

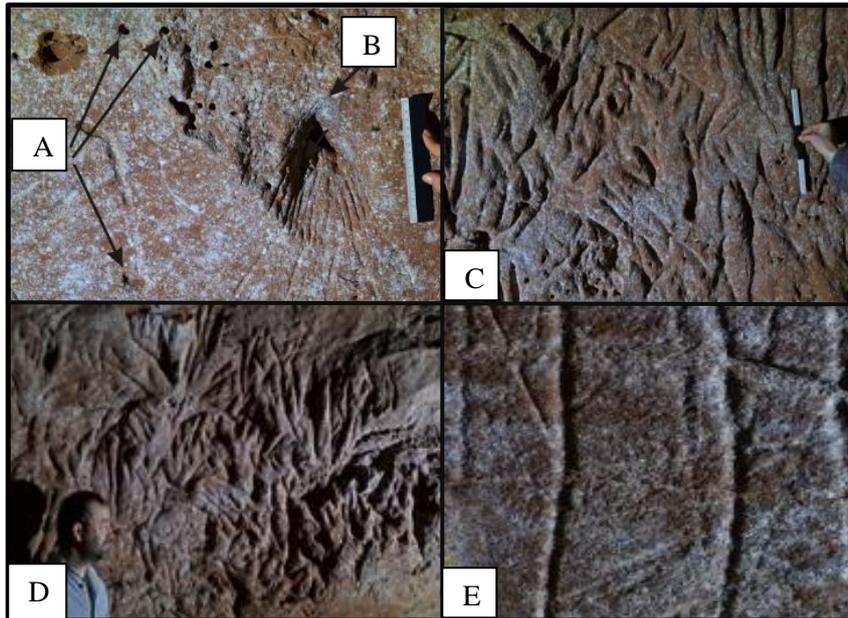


Figura 2: A e B: buracos pequenos e grandes, respectivamente; C: sulcos largos; D: sulcos largos e E: sulcos finos. Fonte: Frank et al. (2012b).

Área de estudo

O Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul está localizado entre o extremo Sul de Santa Catarina e Nordeste do Rio Grande do Sul (figura 3). O território do GMUCCS é administrado pelo Consórcio Público Intermunicipal Caminhos dos Cânions do Sul, que possui representantes dos setes municípios que compõe o GMUCCS: Torres, Mampituba e Cambará do Sul, no Rio Grande do Sul, e Timbé do Sul, Jacinto Machado, Praia Grande e Morro Grande, em Santa Catarina. A concepção do Geoparque se deu em 2007, a partir do entendimento que nesta área ocorrem diversos elementos abióticos com potencial científico e turístico. Neste território encontra-se um patrimônio que envolve aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos, paleontológicos e arqueológicos, muitos deles já

reconhecidos, outros ainda a serem valorizados (Ferreira, Valdati., 2022; Provedan, Valdati, Gomes., 2023; Camara., 2023; Fleig, Nascimento, Valdati., 2023).

O GMUCCS possui uma área de 2830 km², onde, em uma área de abrangência relativamente pequena estão presentes diversas litologias e feições geomorfológicas de relevância internacional. A geologia compreende formações pertencentes à Bacia Vulcanossedimentar do Paraná, além dos Depósitos Cenozoicos (Milani et al., 2007).

A Bacia do Paraná compreende um pacote sedimentar-vulcânico que atinge espessura máxima de 7 mil metros, sendo dividida em seis Supersequências depositadas entre o Ordoviciano e o Neo-Cretáceo (Milani et al., 2007).

No GMUCCS afloram arenitos tabulares e pelitos intercalados, de origem deltaico-eólico, pertencentes à Formação Rio do Rasto, posicionada estratigraficamente na porção superior do Grupo Passa Dois, na Supersequência Gondwana I (WARREN et al., 2008). Acima da formação Rio do Rasto, encontra-se a Formação Botucatu, que tem sua origem nos desertos do paleocontinente Gondwana. Schneider et al. (1974) a caracteriza como sendo constituída de arenitos avermelhados, finos a médios, bimodais, com grãos foscos e geralmente bem arredondados. No topo, ocorrem rochas basálticas que são constituídas por derrames de lavas basálticas, toleíticas, de textura afanítica, de coloração cinza-negra e com expressivas juntas verticais e horizontais pertencentes à Formação Serra Geral, que junto com a Formação Botucatu compõem a Supersequência Gondwana III (SCHNEIDER et al., 1974, WARREN et al., 2008).

As diferentes litologias presentes no Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul são um importante condicionante dos processos denudacionais. Os compartimentos encontrados são: Planalto dos Campos Gerais, Escarpas da Serra Geral, Patamares da Serra Geral e Planície Colúvio-Aluvionar e Costeira (Fig. 3), que apesar de ambas serem planícies, apresentam diferentes agentes formadores.

O compartimento Planalto dos Campos Gerais possui um relevo pouco dissecado, com formas suaves. Se encontra em altitudes médias de 1.000 metros, podendo atingir até 1.200 metros no limite com as escarpas. É composto por derrames de lavas básicos e ácidos, que formam uma área ampla com caimento em direção a oeste (SANTA CATARINA, 1986, 2016).

As Escarpas da Serra Geral são um relevo escarpado esculpido nas rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná (Santa Catarina, 2016). Suas características de maior dissecação se encontram em municípios mais ao sul do estado de Santa Catarina, onde há desníveis de até 1.000 metros. Por se tratar de um ambiente controlado pelos abundantes lineamentos estruturais, encontram-se vales encaixados, os quais são submetidos às chuvas orográficas. Majoritariamente, este compartimento é formado por rochas vulcânicas, no entanto, em sua base afloram rochas sedimentares do tipo arenito.

Os Patamares da Serra Geral são o relevo intermediário que testemunha a regressão da escarpa para oeste, como resultado dos processos de erosão fluvial e gravitacional ao longo do

tempo. Essa regressão, em certos momentos, encontrou rochas mais resistentes, que não puderam ser erodidas, assim formando patamares ou esporões inter-fluviais que estão à frente das escarpas (SANTA CATARINA, 2016), bem como morros testemunhos desconectados dos esporões ou da escarpa.

Os dois compartimentos agora descritos são áreas de agradação associados a agentes distintos, mas encontram-se representados cartograficamente juntos. De acordo com Santa Catarina (1986), a Planície Colúvio-Aluvionar se localiza entre o compartimento da Planície Litorânea e as escarpas da Serra Geral e Patamares da Serra Geral, sendo uma zona de transição entre ambiente continental e costeiro. Os principais formadores têm influência continental, como os leques aluviais e cones de dejeção.

A Planície Litorânea margeia todo o leste catarinense e sua gênese se deu através de constantes ciclos de transgressão e regressão marinha. Na parte sul de Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, o compartimento é marcado pela altitude média de 10 m com praias contínuas e retilíneas, campos de dunas e corpos lacustres (SANTA CATARINA, 1986). Os movimentos de regressão e transgressão propiciaram ambientes fluviolacustres, lacustres e lagunares, além do ambiente eólico (BDiA, 2022). Há formas associadas aos agentes marinhos, em forma de terraços marinhos e tabuleiros.

A vegetação encontrada no território do GMUCCS, majoritariamente no Planalto dos Campos Gerais, é conhecida como floresta de Araucárias, considerada como uma floresta relíquia. Klein (1975) cita que grandes áreas do planalto sul brasileiro eram cobertas por Araucárias, caracterizando-os, assim, pela fitofisionomia de Floresta de Araucárias. Outros compartimentos são majoritariamente cobertos pela floresta Atlântica (Klein, 1975), atualmente classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). A mudança de fitofisionomia indica a mudança climática que ocorreu no território do GMUCCS, Klein (1975) explicita que a presença de ervas e arbustos com sementes de *xylopodias* confirmam essa ideia, pois são sementes adaptadas a quebra de dormência em climas com médias de temperatura mais baixas que a atual, tornando-se assim um órgão sem utilidade.

As paleotocas descritas nesse trabalho estão localizadas em dois municípios do GMUCCS, Cambará do Sul, RS, onde se encontra a paleotocas do Parque e Morro Grande, SC, onde

são encontradas as paleotocas da Aparência e Veisom, situadas na localidade do cânion do Pingador.

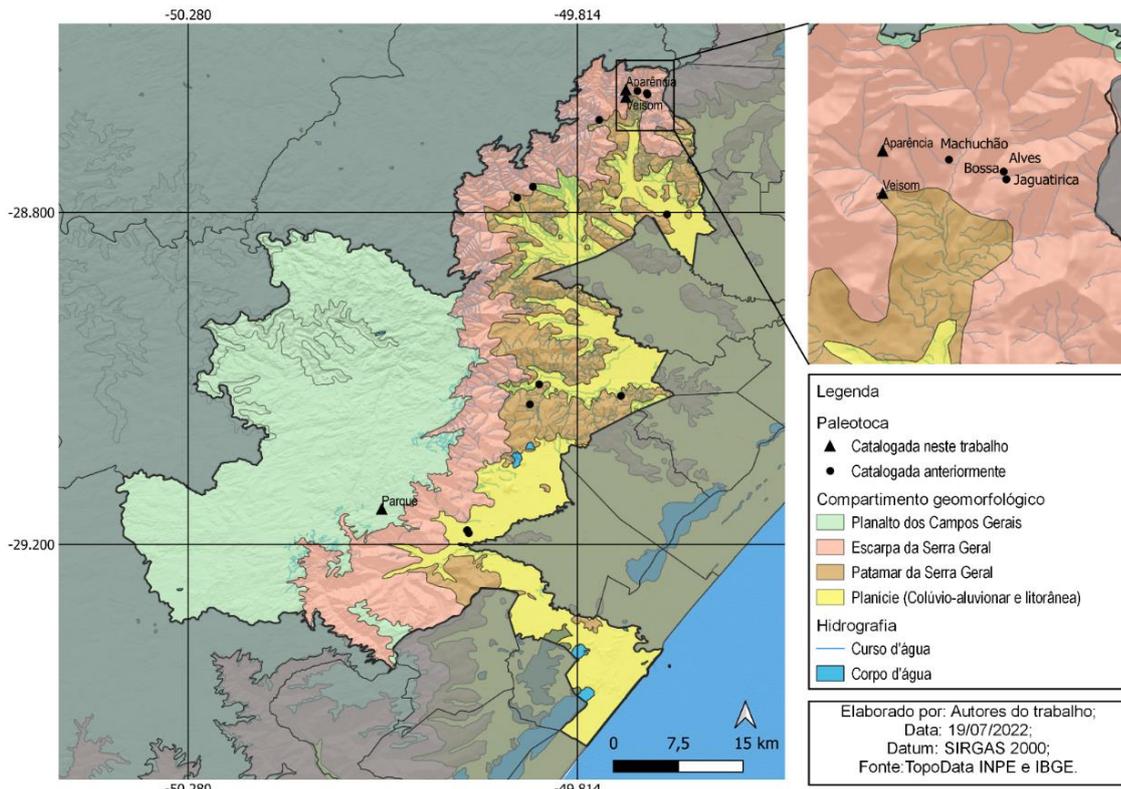


Figura 3: Mapa de localização do GMUCCS e das paleotocas através dos compartimentos geomorfológicos. Fonte: Autores do trabalho.

Resultados e discussões

A paleotoca do Parque está localizada no município de Cambará do Sul, RS, à beira da rodovia RS-427, nos limites territoriais do Parque Nacional Aparados da Serra, em uma altitude de 1023 m. Como boa parte das paleotocas descobertas por Buchmann et al. (2023) está também foi descoberta a partir de ações antrópicas, neste caso para a criação da RS-427. A paleotoca do Parque já foi descrita por Frank et al. (2012a), em litologia de basaltos intemperizados. Possui 9,75 m de extensão, com médias de largura 1,08 m e altura de 0,88 m, seu azimute com direção sul-sudoeste, 212°, não foram observadas marcas de escavação. Na classificação de Frank et al. (2012b), suas paredes puderam ser classificadas como lisas, com partes angulosas, mas que não chegam a ser suficientes para outra classificação (figura 4-A). E quanto à morfologia interna das superfícies pode-se constatar somente marcas do tipo A buracos pequenos. Pela classificação de

Lopes et al. (2017), a paleotoca do Parque é considerada uma *Megaichnus minor*.

Sua caracterização fisionômica (tabela 2), encontra-se em um corte de estrada da RS-427, no que antigamente seria uma colina que foi cortada para a passagem da rodovia, no compartimento geomorfológico Planalto dos Campos Gerais, com desnível baixo. Sua cobertura vegetal é segundo o IBGE (2012) concordante ao Planalto das Araucárias (figura 4-B).

A paleotoca do Veisom está localizada no nordeste do município de Morro Grande, em uma propriedade privada, em altitude de 440 m. Apresenta sua entrada colapsada (figura 5-A.). Possui ao total 10 m de extensão, média de largura de 1,20 m e altura média de 1,30 m (figura 5-B). Sua direção é sudoeste, 229°, tendo sido escavada em arenitos da Fm Botucatu.

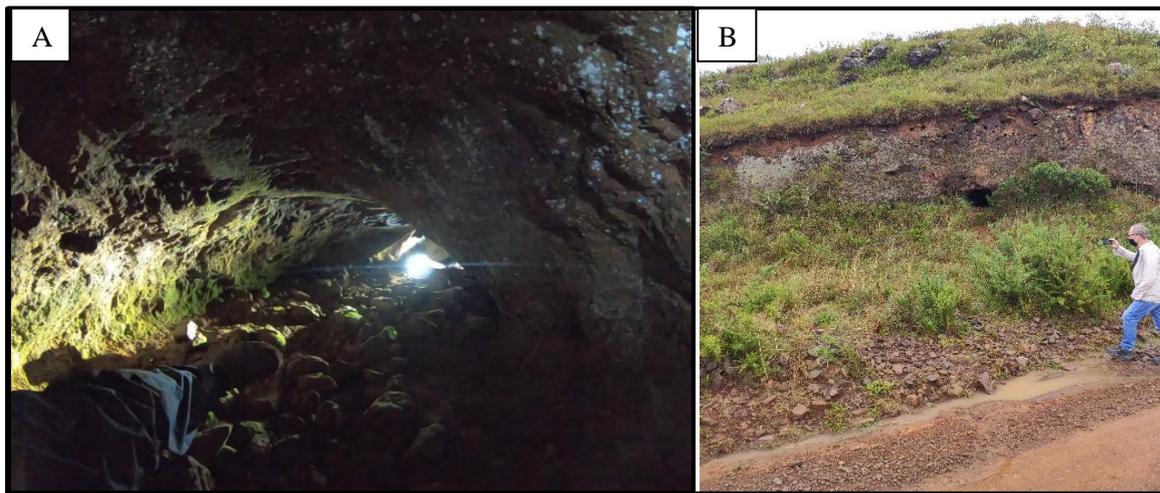


Figura 4: A) Interior da paleotoca do Parque. B) Corte da rodovia Rs-427, onde está situada a paleotoca do Parque. Fonte: Autores do trabalho.

Apresentando poucas marcas de escavação, suas paredes são lisas e na classificação das estruturas internas das superfícies (Frank et al., 2012b), marcas Tipo D. Seguindo a classificação de Lopes et al. (2017), a paleotoca do Veisom é classificada como *Megaichnus major*.

Quanto sua caracterização fisionômica (tabela 2), está situado dentro do cânion do Vale do Pingador, na Escarpa da Serra Geral, em uma encosta de declividade acentuada. Sua cobertura vegetal é segundo o IBGE (2012) Floresta Ombrófila Densa secundária (figura 6-B).



Figura 5: A) Entrada da paleotoca do Veisom. B) Imagem do fundo em direção a entrada da paleotoca do Veisom. Fonte: Autores do trabalho.

Por fim, a paleotoca da Aparência, que está localizada próxima a paleotoca do Veisom, em uma altitude de 430 m. Compartilhando assim o mesmo compartimento geomorfológico, litologia e fisionomia. Possui ao total 61 m de extensão, com no máximo 3,35 m e largura máxima chegando a 3,37 m. Seu azimute varia durante toda sua extensão, entre 257°, direção oeste-sudoeste e 192°, direção Sul.

O interior da paleotoca ainda apresenta marcas de garras visíveis, de diversos tamanhos (figura 6-A). Seguindo a classificação de Frank et al. (2012b), a morfologia da parede seria considerada lisa. Na classificação de Frank et al. (2012b) de estruturas internas seria considerada sulcos Tipo C, D e D-1, que são os sulcos largos, sulcos finos e verticais, respectivamente (figura 6-A).

Na classificação de Lopes et al. (2017), ela seria considerada *Megaichnus major*. É importante salientar que as duas paleotocas descritas acima se encontram próximas uma da outra, com aproximadamente 20 m de distância.

A proximidade das duas paleotocas, possibilita interpretações de um modo de vida gregário de seus escavadores. Assim como, a icnotaxonomia diversa pode indicar que a produção de paleotocas são realizadas por espécies distintas, muito possivelmente realizando bioerosões não sincrônicas.

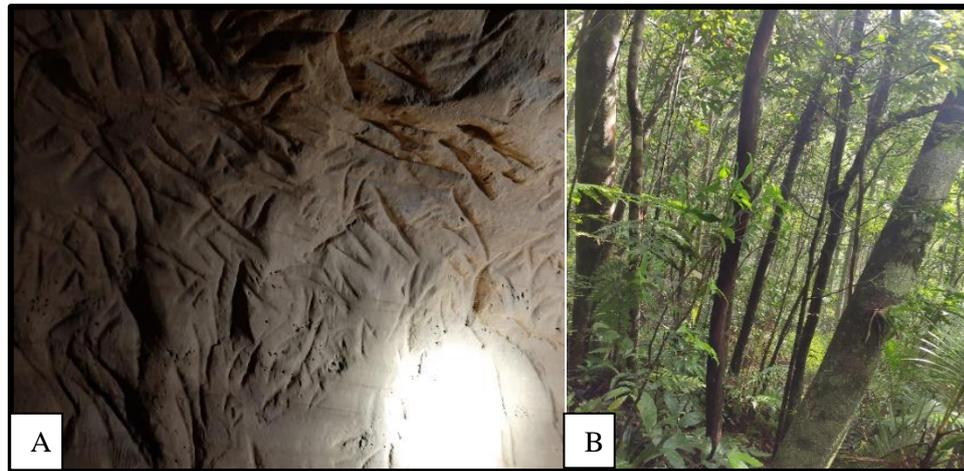


Figura 6: A) Paleotoca da Aparência, observa-se marcas profundas e longas das espécies escavadoras. B) Visão frontal das paleotocas do Veisom e Aparência, vegetação FOD secundária. Fonte: Autores do trabalho.

Os levantamentos realizados até momento indicam que a maioria das paleotocas são encontradas nos compartimentos das Escarpas da Serra Geral e Patamares da Serra Geral, onde afloram os arenitos da Formação Botucatu (Fig. 3), em menor quantidade são encontradas em ambientes do Planalto e de Planícies, este último ainda carecendo de aprofundamento dos estudos. Sendo importante salientar que as paleotocas e crotovinas de Bergqvist e Maciel (1994) e Buchmann et al. (2009) também se encontram em ambientes de planícies colúvio-aluvionares do Rio Grande do Sul, sendo assim, plausível serem encontradas no GMUCCS. Em relação à possibilidade de localização de paleotocas através

de modelos em Sistemas de Informação Geográficas (SIG's), De Assis et al. (2022) mapearam por meio de modelo digital (*Delphi*) no Quadrilátero Ferrífero-MG, áreas-alvo com possibilidade da presença de paleotocas. Mas, segundo os autores, incorre a necessidade de trabalhos de campo para confirmar a veracidade do modelo.

A classificação a partir do grau de preservação proposto por Frank et al. (2011) estão as três supracitadas paleotocas inclusas na categoria (i) “paleotocas integralmente preservadas, sem preenchimento e cuja seção é elíptica ou circular, sem apresentar feições de colapso de teto, nem de erosão do piso”.

Tabela 1: Descrição da morfologia das paredes de paleotocas adaptada de Frank et al. (2012). Em cinza estão destacados os tipos de morfologia interna das superfícies das paleotocas aqui descritas.

PALEOTOCA	NOMENCLATURA	FORMA	TAMANHO	DESCRIÇÃO
do Parque	Tipo A Buracos Pequenos	Irregular, podendo ser alongado ou circular	Se circulares, diâmetros abaixo de 5 cm. Se alongados, então ~ 15 cm	Encontrados dispersos, sem padrão consistente, densidade de 20-40/ m ² .
	Tipo B Buracos Grandes	Formatos cônicos ou irregulares, com faces retas	Diâmetros entre 9 -24 cm e profundidades entre 6-15cm	Esparcos, com baixíssima densidade de 1 m ² , estão em maioria, atribuídos em conjunto as formas tipo D3
Aparência	Tipo C Sulcos	Sem disposição geométrica definida	Os valores máximos de largura, profundidade e comprimento de ~5, ~6	Não há uma profundidade/largura, constante, porém mantém uma média. Ocorre uma progressiva diminuição da profundidade do

	Largos		e ~50 cm, respectivamente	sulco, sendo eles verticais ou oblíquos, indo do teto ao chão
Veisom	Tipo D			
Aparência	Sulcos	São geralmente retas, com arestas agudas no final	Largura e profundidade de ~5 mm	Formados por ranhuras contínuas, com largura e profundidade semelhantes
	Finos			
Aparência	Tipo D-1 Sulcos Verticais	Predominantemente verticais	Larguras de 3-4 mm, com comprimentos na casa das dezenas de cm, máximo de 60cm	Conjunto de sulcos, verticais e de tamanhos constantes

Tabela 2: Proposta de classificação das paleotocas a partir da fisionomia externa

PALEOTOCA	COBERTURA DO SOLO	COMPARTIMENTO DE RELEVO	DECLIVIDADE (%)	DESCRIÇÃO
do Parque	Planalto das Araucárias	Planalto da Serra Geral	Baixa	A declividade foi considerada baixa devido ao corte de estrada. Porém a entrada original da paleotoca possivelmente estaria em uma declividade média, tendo em vista que se encontra em um morro no planalto
Aparência	Floresta Ombrófila Densa secundária (FOD)	Escarpa da Serra Geral	Acentuada	Por se tratar de uma estrutura grande, credita-se a um milodontídeo ou megaterídeo. Encontra-se em uma encosta íngreme, com vegetação secundária devido a utilização pretérita para agricultura.
Veisom	Floresta Ombrófila Densa secundária (FOD)	Escarpa da Serra Geral	Acentuada	Pode ser o princípio de um outro túnel para a paleotoca da Aparência, indicando gregarismo ou se de outro organismo menor. Situada em encosta íngreme, com parte da entrada com queda de bloco. Descrição e vegetação segue a mesma da Aparência.

Na área do Geoparque Caminho dos Cânions do Sul (GMUCCS) os estudos dos túneis/paleotocas são relativamente recentes, com os estudos de Weinschütz et al. (2019) que catalogaram nove paleotocas. Até o momento, foram catalogadas 24 paleotocas, com registro de medidas de altura, extensão, largura, azimute, cota e coordenadas.

Vale ressaltar que, embora uma das três paleotocas esteja em outra litologia, as demais paleotocas inventariadas estão nos arenitos

da Formação Botucatu. Acredita-se que a concentração em uma litologia se deva à preservação do material em que a estrutura foi escavada, uma vez que há relatos de paleotocas que teriam colapsado/preenchidas em ambientes colúvio-aluvionares, a exemplo das feições encontradas no Rio Grande do Sul por Buchmann et al. (2009) e Bergqvist e Maciel (1994) em ambientes sedimentares de planícies.

Weinschütz et al. (2019) encontraram também em sua maioria paleotocas em ambientes

das Escarpas da Serra Geral e Patamares da Serra Geral, com ênfase no município de Morro Grande, que abrange ampla maioria de feições descritas até o presente momento. Outro fator importante são as orientações, que parecem ter disposição majoritária Sul-Sudoeste. Dentre as 24 catalogadas, aproximadamente 80% possuem azimutes com disposição Sul-Sudoeste.

A particularidade das paleotocas encontradas no território do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul está principalmente no fato delas se encontrarem com pouco sedimento depositado no seu interior e em bom estado de preservação. Com exceção do complexo de paleotocas das Três Barras (Paleotocas índios Xokleng), Tatu e Nardi I, II e III as demais paleotocas permanecem praticamente intocadas.

As paleotocas aqui descritas estão presentes em substratos mais antigos que os Plio-Pleistocênicos, pertencentes ao Juro-Cretáceo. Já foram descritas paleotocas por Audi et al. (2022) em arenitos da formação Taciba (Permiano), indicando que a idade do substrato não parece indicar um padrão de escolha para a escavação. A variedade de substratos escavados indica, primeiramente uma pré-disposição dos animais a materiais que facilitassem a escavação. Entretanto o ambiente onde esses registros são encontrados indicam que fatores ambientais possuem influência na escolha destes locais pelos escavadores. Outras paleotocas em litologias semelhantes foram descritas no norte do estado de Santa Catarina e sul do estado do Paraná por Santos et al. (2021) situadas somente nos arenitos da Fm. Botucatu, nenhuma em basaltos intemperizados. Enquanto Frank et al. (2022) e Sessegolo et al. (2023) descrevem paleotocas em arenitos da Fm. Botucatu

e em basaltos intemperizados da Fm. Serra Geral, em Urubici, Santa Catarina.

Nas observações feitas em campo, no território do Geoparque, as paleotocas que estão cartograficamente representadas nas Planície Colúvio-Aluvionar/Costeira, estão na realidade em morros testemunhos formados por arenitos. Isso corrobora com a afirmação de Buchmann et al. (2023), os quais afirmam que não se espera encontrar paleotocas em planícies de inundação.

Este trabalho aplica a classificação proposta em três paleotocas: Paleotoca da Aparência, Paleotoca do Veisom e Paleotocas do Parque. Duas estão em arenitos da Fm. Botucatu o que representa a maioria das paleotocas presentes no GMUCCS e que também possuem uso e cobertura semelhantes as demais. Além disto, foi aplicado para uma paleotoca que se apresenta em basaltos intemperizados, sendo esta a única na Fm. Planalto dos Campos Gerais (Paleotoca do Parque). Assim, compreende-se que, para as paleotocas catalogadas até o momento, partindo da paleotoca do Veisom e da Aparência e do Parque, os dados internos e externos são representativos para as outras paleotocas do GMUCCS.

As observações realizadas no GMUCCS, indicam que o compartimento de relevo planície Colúvio/Aluvionar contém paleotocas, mas estas estão situadas em elevações formadas por rochas sedimentares de arenitos (morros testemunhos e esporões) e não por sedimentos recentes (colúvio-alúvio).

Outra particularidade das escavações encontradas no GMUCCS é a variedade de tamanhos, seja em comprimento, largura e altura, provavelmente associadas a diferentes animais, que variam desde Dasipodídeos e Pampaterídeos até Megaterídeos e Milodontídeos,

Conclusões

A partir do exposto, compreende-se as paleotocas como um elemento do passado que compõe a paisagem atual. Suas indicações de fauna e flora formam um ambiente propício para estudos paleobiogeográficos. Os trabalhos anteriores concentram-se em descrever os tamanhos dos icnofósseis e traços internos das paleotocas. Fatores estes que estão intimamente relacionados ao animal escavador. No entanto, os enfoques nas características fisionômicas relacionam-se com os fatores que condicionaram estes animais a realizar

as escavações. Assim, ao agrupar ambos os dados, permite uma melhor compreensão das paleotocas.

As descrições das paleotocas deste trabalho possuem semelhanças com outras já descritas em trabalhos anteriores. A presença de marcas de garras, câmaras de giro nas paleotocas de maior extensão, entradas alteradas e o material onde foram escavadas são as principais semelhanças. As marcas internas variam, podem ter diferentes tamanhos e profundidades, o que depende do animal escavador e sua utilização. As superfícies internas, quando não ocorrem erosão ou

outro tipo de avaria na paleotoca, tende a ser lisa e bem regular, como no caso das três paleotocas aqui descritas. Porém, essa relação de semelhança só está de acordo com a parte interna, tendo em vista que outras não possuem descrição da morfologia externa, reforçando a necessidade de uma catalogação da morfologia externa.

Em relação a distribuição por litologia, até o momento, as paleotocas aqui descritas corroboram as pesquisas anteriores. Os compartimentos dos Patamares da Serra e Serra Geral, onde afloram os arenitos da Fm. Botucatu, com paleotocas em menores números aparecendo no Planalto dos Campos Gerais e possivelmente na Planície Colúvio-Aluvionar. Os azimutes também se encontram em consonância com os estudos anteriores, que indicam os azimutes tendendo a Sul-Sudoeste.

A distribuição das paleotocas indicam que os construtores possivelmente ocuparam desde o Planalto até as Planícies e que possuíam hábitos de vida em grupo, tendo em vista que as paleotocas geralmente aparecem próximas umas das outras. Fator em consonância com o que se espera durante as variações climáticas para a mega e grandefauna, conforme Lopes et al. (2020).

Na qualidade de um Geoparque, o GMUCCS visa o desenvolvimento social e econômico através das riquezas e raridades

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, ao grupo de pesquisa em Estrutura, dinâmica e conservação da Biodiversidade e da Geodiversidade (BioGeo), a Universidade do Contestado, a Universidade do Estado de Santa Catarina e Universidade Federal de Santa Catarina.

Referências

Ameghino, F. (1908). Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapadmalal. *Museo de Historia Natural de Buenos Aires* 7 (3), 343–428.

Audi, C. Meyer., D. Tjui Yeuw., T. Baraldo, K. B. Fey, J. D., Spanghero, N. F., Munhoz, M. S., Oliveira, B. J. de, & Buchmann, F. S. (2022). Fotogrametria de um icnofóssil escavado por preguiças-gigantes (Megaichnus major). *Revista Brasileira De Paleontologia*, 25(3), 208–218.

Bargo, M. S., Vizcaíno, S. F., Archuby, F. M., & Blanco, R. E. (2000). Limb bone proportions, strength and digging in some Lujanian (Late

abióticas que esse território apresenta. O Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, possui um valor cênico já reconhecido, porém ainda há muitos elementos do meio abiótico que devem ser valorizados.

As paleotocas enquanto registros encontrados em compartimentos de relevo e litologias específicas, neste caso, os arenitos da Fm. Botucatu fazem parte da componente abiótica a ser valorizada enquanto sítios de interesses científicos e/ou com outros valores associados. Elas testemunham uma biodiversidade extinta (*i.e* Xenarthras de grande porte) que só pode ser compreendida através destes paleoambientes, deste modo, biodiversidade e geodiversidade se complementam para o entendimento do ambiente pretérito e da paisagem atual presente no território do Geoparque. Neste caso, a presença das paleotocas testemunham, mesmo sem a presença de fósseis corpóreos, a certeza que certos animais ocuparam este ambiente.

A inserção da descrição do ambiente atual, da fisionomia externa, em que as paleotocas estão inseridas permitem fazer relações e compreender os possíveis fatores ambientais que condicionaram a presença destes animais escavadores neste tipo de ambiente.

Pleistocene-Early Holocene) mylodontid ground sloths (Mammalia, Xenarthra). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 20(3), 601-610. <https://doi.org/10.4072/rbp.2022.3.04>

Bergqvist, L.P. & Maciel, L. (1994). Icnofósseis de mamíferos (crotovinas) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66(2):189-197.

Buchmann, F., Lopes, R. & Caron, F. (2009). Icnofósseis (paleotocas e crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no sudeste e sul do Brasil. *Revista Brasileira De Paleontologia - REV BRAS PALEONTOLOGIA*. 12. 247-256. 10.4072/rbp.2009.3.07. Buchmann,

F.S.C. LOPES, R.P. & Caron, F. (2010) Paleotoca do Município de Cristal, RS Registro da atividade fossorial de mamíferos gigantes extintos no sul do Brasil. *Sigep*, Brasília, p. 1-11.

Buchmann, F.S., et al. (2016). Evidência de vida gregária em paleotocas atribuídas a mylodontidae (preguiças-gigantes). *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 19, n. 2, p. 259-

270. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/169099>.
- Carmo, F.F., et al. (2011). Primeiros registros de paleotocas desenvolvidas em formações ferríferas, minas gerais, brasil. In: *congresso brasileiro de espeleologia*, 31 Ponta Grossa. Ponta Grossa: Sbe, p. 531-540.
- Camara, A. K. (2023). Geoparque e patrimônio: o geoparque caminhos dos cânions do sul a partir da perspectiva do patrimônio cultural. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, UNIRIO, Rio de Janeiro.
- Casali, Daniel M., et al. (2022) Reassessing the phylogeny and divergence times of sloths (Mammalia: Pilosa: Folivora), exploring alternative morphological partitioning and dating models. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 196, n. 4, p. 1505-1551.
- Chernyaev, N. (1857). Opisanie suslikov, obitayushchikh v yuzhnoi Rossii, i sposobov ikh istrebleniya (Description of Gophers living in Southern Russia, and Methods of Their Extermination), St. Saint-Petersburg, *Tipografiya Eduarda Veymara*.
- Cione, A., Tonni, E. & Soibelzon, L. (2003). The Broken Zig-Zag: Late Cenozoic large mammal and tortoise extinction in South America. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Nueva Serie*. 5. 1-19. 10.22179/REVMACN.5.26.
- Corrêa, Iran Carlos Stalliviere. (2021). Variações climáticas no quaternário. **Porto Alegre**: URGs. 103 p.
- Couto, C.P. (1975). Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Bol. Paranaense de Geociências* 33.
- Ponomarenko, D. & Ponomarenko, E. (2019). Describing krotovinas: a contribution to methodology and interpretation,” *Quat. Int.* 502, 238–245.
- de ASSIS, D. A., & Castro, P. D. T. A. (2022). MODELAGEM ESPACIAL DOS LOCAIS DE OCORRÊNCIA DE PALEOTOCAS NAS SERRAS DO GANDARELA E DO CURRAL, QUADRILÁTERO FERRÍFERO-MG: Spatial Modeling of Occurrence Sites of Paleotocas in Gandarela and Curral ranges, Quadrilátero Ferrífero-MG. *Geosciences= Geociências*, 41(3), 569-582.
- Dondas, A., Isla, F. I., Carballido, J. L. (2009). Paleocaves exhumed from the Miramar Formation (Ensenadan Stage-age, Pleistocene), Mar del Plata, Argentina. *Quaternary International*, 210(1-2), 44-50.
- Frank, H. T., Buchmann, F. S. C., Lima, L. G., Fornari, M., Caron, F., & Lopes, R. P. (2012a). Cenozoic vertebrate tunnels in Southern Brazil. *Ichnology of Latin America: selected papers*, 2, 141-158.
- Frank, H. T., Oliveira, L. D., Vicoski, F. N., Breier, R., Pasqualon, N. G., Araújo, T., ... & Caron, F. (2012b). The complex history of a sandstonehosted cave in the state of Santa Catarina, Brazil. *Espeleo-Tema. Campinas*, 23(2), 87-101.
- Frank, H. T., de Carvalho Buchmann, F. S., de Lima, L. G., Caron, F., Lopes, R. P., & Fornari, M. (2023). Giant paleoburrows in the Porto Alegre metropolitan area (state of Rio Grande do Sul, Brazil). *Pesquisas em Geociências*, 50(1), e127863-e127863. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22456/1807-9806.127863>.
- Frank, H.T., Caron, F., de Lima, L.G., Buchmann, F.S., Fornari, M. (2022). Paleotocas da megafauna cenozoica no município de Urubici (Santa Catarina). *Espeleologia digital*, 3, 39-4.
- Ferreira, D.R., Valdati, J. Geoparks and Sustainable Development: Systematic Review. *Geoheritage* 15, 6 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00775-9>.
- Fleig, R.; Nascimento, I. B. do; Valdati, J.(2023) CENÁRIO DOS GEOPARQUES UNESCO NA PANDEMIA DA COVID 19. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 24, n. 94, p. 118–132, 2023. DOI: 10.14393/RCG249465895.
- Frenguelli, J. (1921). Los terrenos de la costa atlántica en los alrededores de Miramar (Provincia de Buenos Aires) y sus correlaciones. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba XXIV*: 325-485.
- Frenguelli, J. (1928). Observaciones geológicas en la región costanera sur de la Provincia de Buenos Aires. *Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias de la Educación, Anales* 3: 101-130.
- Galliari, F. C., Rossi, L. F., & Aldana-Marcos, H. J. (2022). The vertebral column of *Chaetophractus villosus* (Desmarest, 1804)(Chlamyphoridae, Cingulata, Xenarthra): anatomy and Thoracolumbar variation. Spinal cord relation. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 62, e202262032.
- Godoy, M. M.; Binotto, R. B.; Wildner, W. (2011). Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul:

- Proposta. Serviço Geológico do Brasil – CPRM.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bando de dados de informações digitais (BDiA). 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/23382-banco-de-informacoes-ambientais.html>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- IBGE. (2012). Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Brasília: IBGE, 2 ed.271p.
- Kraglievich, L. (1952). El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, Prov. De Buenos Aires. *Revista Museo Municipal Ciencias Naturales y Tradicionalista* 1(1):8-37. Mar del Plata.
- Kraglievich, J. (1952). El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, Prov. de Buenos Aires. *Revista del Museo de Ciencias Naturales y Tradicionales de Mar del Plata*, 1:8-37.
- Lopes, R. P., Frank, H. T., Buchmann, F. S. D. C., & Caron, F. (2017). Megaichnus igen. nov.: giant paleoburrows attributed to extinct Cenozoic mammals from South America. *Ichnos*, 24(2), 133-145.
- Lopes, R. P., Pereira, J. C., Kerber, L., & Dillenburg, S. R. (2020). The extinction of the Pleistocene megafauna in the Pampa of southern Brazil. *Quaternary Science Reviews*, 242, 106428.
- Martinelli, Agustín G., et al. (2019) Palaeoecological implications of an Upper Cretaceous tetrapod burrow (Bauru Basin; Peirópolis, Minas Gerais, Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 528, p. 147-159.
- Milani, E. J. (1997). Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. 1997. 2 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Milani, E. J. et al., (2007). Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências*. Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.22.
- dos Santos, A. F., & Oliveira, E. V. (2015). Mamíferos do Pleistoceno do Estado de Pernambuco: taxonomia dos fósseis de megafauna depositados na coleção científica do Departamento de Geologia da UFPE. Recife: UFPE, 4 p.
- Padberg-Drenkpol, P. (1933). Misteriosas Galerias Subterrâneas em Santa Catarina. *Boletim do Museu Nacional*, 9.
- Pinto, M.S., et al. (2014). Estudos etológicos de *Propraopus* SP. (Mammalia, Xenarthra, Dasypodidae) Plesitoceno, Pelotas, RS, Brasil. In: *XXIII Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Pelotas*, 21. Anais, Pelotas, p. 1-5.
- Provedan, B. S., Valdati, J., & Gomes, M. C. V. (2023). Valorização do Ambiente abiótico como contribuição para o desenvolvimento regional através do Geoturismo: georroteiro no geoparque mundial da UNESCO caminhos dos cânions do Sul. *Geoambiente On-line*, (47).Goiânia, n. 47. Disponível em: <https://revistasufj.emnuvens.com.br/geoambiente/article/view/76809>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Rapanos, E. A., Valdati, J., & Gomes, M. C. V. (2022). Caracterização morfoestrutural e morfoescultural no território do Geoparque Global UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, RS/SC. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 15(4), 1732–1749. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.4.p1732-1749>.
- SANTA CATARINA. (1986). Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. *Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro*.
- SANTA CATARINA. (2016). Governo Estadual de Santa Catarina. Isa de Oliveira Rocha (org). *Atlas geográfico de santa catarina diversidade da natureza*. 2. ed. Florianópolis, 181 p.
- dos Santos, R. F., Schipanski, H. J., Martello, A. R., & Vogel, H. F. (2021). Análise preliminar de paleotocas em Porto União-SC e União da Vitória-PR, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(11), e330101119176-e330101119176.
- Rohr, J.A. 1971. Os sítios arqueológicos do Planalto Catarinense, Brasil. São Leopoldo, Instituto Anchieta de Pesquisas (Antropologia 24).
- Santos, Y.R.S. (2021). Cartografia geomorfológica de detalhe aplicada ao geopatrimônio: geomorfossítios do projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. 191192 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, UFSC, Florianópolis.
- Schneider, R., Mühlmann, H., Tommasi, E., Medeiros, R. D., Daemon, R. F., & Nogueira, A. A. (1974, October). Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: *Congresso brasileiro de Geologia* (Vol. 28, No. 1974, pp. 41-65).

- Sessegolo, G., et al. (2023) Aspectos físicos e paleontológicos da caverna do gigante, Urubici/SC. *ANAIS do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia*, 37. Curitiba. Anais. Campinas: SBE, p.311-319.
- Toledo, N., Bargo, M. S., Vizcaíno, S. F., De Iuliis, G., & Pujos, F. (2015). Evolution of body size in anteaters and sloths (Xenarthra, Pilosa): phylogeny, metabolism, diet and substrate preferences. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 106(4), 289-301.
- Valdati, J. et al. (2022). Roteiro geoturístico em Timbé do Sul – SC. *Revista Continentes*. n. 19, p. 78-104, ISSN 2317-8825. Disponível em: <<http://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/324>>. Acesso em: 13 mar. 2024. doi: <https://doi.org/10.51308/continentes.v1i19.324>.
- Vizcaíno, S. F., Zárate, M., Bargo, M. S., & Dondas, A. (2001). Pleistocene burrows in the Mar del Plata area [Argentina] and their probable builders. *Acta Palaeontologica Polonica*, 46(2).
- Vizcaíno, S. F., & Fariña, R. A. (1997). Diet and locomotion of the armadillo *Peltephilus*: a new view. *Lethaia*, 30(1), 79-86.
- Warren, L. V., Almeida, R. P. D., Hachiro, J., Machado, R., Roldan, L. F., Steiner, S. D. S., & Chamani, M. A. C. (2008). Evolução sedimentar da Formação Rio do Rasto (Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro sul do estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(2 (suplemento)), 213-227.
- Weinschütz, L. C; et al., (2019). RELATÓRIO PRELIMINAR CONVÊNIO Universidade do Contestado - GEOPARQUE Caminhos do Cânions do Sul –. Mafra, 30 p.
- White, J. L., & MacPhee, R. D. (2001). The sloths of the West Indies: a systematic and phylogenetic review. In *Biogeography of the West Indies* (pp. 201-236). CRC Press.
- Quintana, C.A. (1992). Estructura interna de uma paleocueva, posiblemente de um Dasypodidae (Mammalia, Edentata) del Pleistoceno de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Ameghiniana*, 29:87-91.