

Inventário/descrição do complexo de paleotocas na Reserva Caeté, Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul.

Jairo Valdati¹

Arthur Philipe Bechtel²

Yasmim Rizzolli Fontana Dos Santos³

Ciro Palo Borges⁴

Pedro Cauê Rocha Souza⁵

INTRODUÇÃO

As paleotocas são estruturas bioerosivas cuja origem é atribuída a extintos animais da mega e grandefauna do Plioceno-Pleistoceno (5,33 M.a e 0,0117 M.a). Atualmente, tais estruturas vêm recebendo um maior destaque dentro de áreas de estudo como a Paleontologia, mas também em contextos da Icnologia e Biogeografia Histórica, devido à potencialidade que apresentam para a compreensão dos hábitos de vida desses animais extintos, bem como dinâmicas ambientais pretéritas.

Durante o Plioceno-Pleistoceno, alguns fatores, como determinadas condições ambientais e evolutivas, permitiram o agigantamento de algumas espécies animais. A esta fauna denomina-se grande e megafauna (Cione *et al.*, 2009). Dentre ela, algumas espécies pertencentes à superordem Xenarthra, tais como tatus (*i.e.* Dasípodídeos, Pampaterídeos e Peltepelídeos) e preguiças terrícolas gigantes (*i.e.* Milodontídeos e Megaterídeos). Estes eram animais de hábito semi-fossorial, portanto, adaptados fisiológica e anatomicamente para atos de escavação.

Os registros corpóreos são denominados somatofósseis e os registros indiretos (pegadas, tocas, coprólitos etc) são os icnofósseis. Icnofósseis do táxon *Domichnia* são estruturas

¹Professor do Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, jairo.valdati@udesc.br;

²Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, arthhurb2017@gmail.com;

³Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, yasmimfontana.geo@gmail@gmail.com;

⁴Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, ciroborges97@gmail.com;

⁵Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC, pedro.rocha_souza@outlook.com.

biogênicas que serviam como locais de abrigo, reprodução, alimentação e habitação para os espécimes que as escavaram (Buchmann *et al.*, 2009). Portanto, entendidas como estruturas icnológicas as paleotocas e crotovinas servem enquanto registros que permitem compreender a distribuição pretérita, mesmo na ausência de fósseis corpóreos.

O complexo de paleotocas da Reserva Caeté, estudado nesse trabalho, foram nomeadas individualmente como Furnas do Itamar I até VII. A propriedade onde se encontram os icnofósseis é particular, no município de Praia Grande/SC que compõe o Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul (GMUCCS), entre o extremo sul do estado de Santa Catarina e nordeste do estado do Rio Grande do Sul (Fig.1).

No GMUCCS existem duas paleotocas consideradas geossítios de relevância internacional e duas de relevância regional, em razão do estado de conservação e valor paleontológico que representam para este território. Vale destacar que três destes geossítios são abertos para visitação e um deles possui valor cultural, uma vez que existem registros paleontológicos referentes a inscrições deixadas por indígenas da etnia Laklãnõ/Xokleng.

Diante da potencialidade destes icnofósseis, sejam eles pela relevância científica, mas também cultural, este trabalho visa descrever um conjunto de paleotocas, paleotocas da Reserva Caeté, inventariadas em recente trabalho de campo.

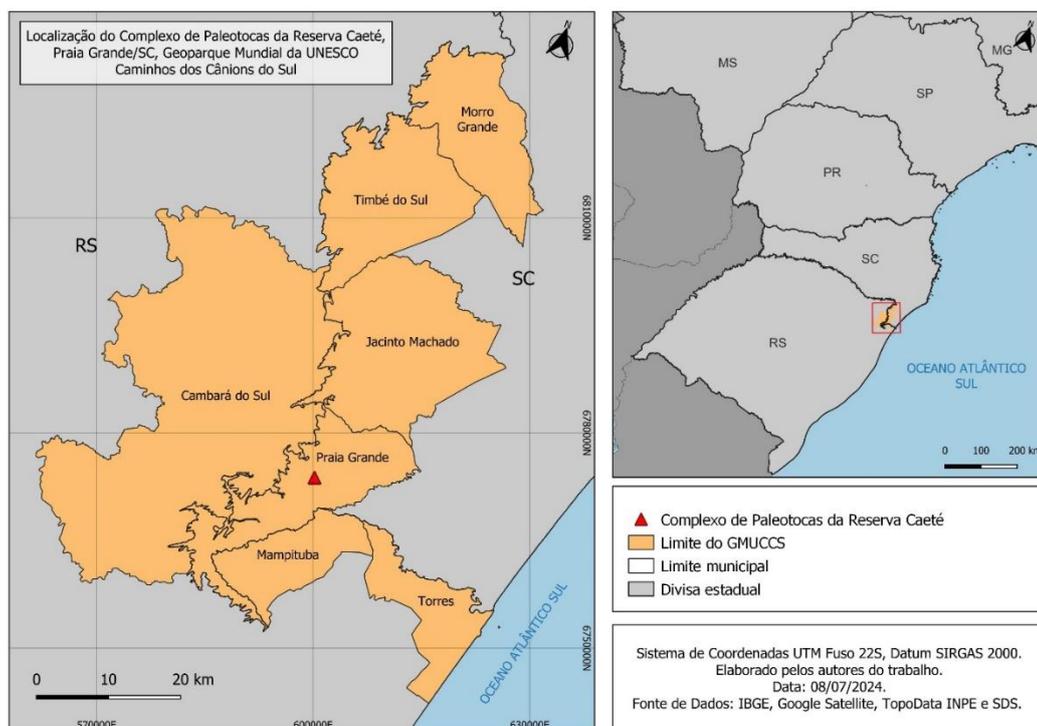


Figura 1: Mapa de localização do GMUCCS e das paleotocas Furnas do Itamar, na Reserva Caeté. Fonte: autores do trabalho.

Figura 1: Mapa de localização do GMUCCS e das paleotocas Furnas do Itamar, na Reserva Caeté.
Fonte: autores do trabalho.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Este trabalho foi realizado em duas etapas. A primeira consistiu em um trabalho de campo, realizado entre os dias 19-23 de março de 2024, visando reconhecer e catalogar novas paleotocas. Utilizando os métodos de Frank et al. (2010) e Frank et al. (2012b) para o reconhecimento interno e Valdati et al. (2024) para descrição da fisionomia externa. As medidas de largura, altura e comprimento foram realizadas utilizando trenas (50 m e 5 m), a direção das paleotocas foram aferidas a partir de bússolas. As localizações foram retiradas a partir de GPS *GARMIM 64SX*.

A segunda etapa foi realizada no Laboratório de Geologia da FAED/UDESC. Essa etapa consistiu na compilação dos dados levantados em campo, realização da descrição a partir das metodologias de Valdati et al. (2024) e Frank et al. (2012b) e tratamento do registro fotográfico.

Para a elaboração cartográfica foram utilizados dados da Secretaria de Desenvolvimento de Santa Catarina (SDS), IBGE e Topodata INPE. Os dados relativos as paleotocas foram coletados pelo CENPALEO e BioGeo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Iconofósseis são para Bromley (1990) todos os traços deixados no ambiente enquanto durante a realização de suas atividades necessárias para a sobrevivência. Dentre esses fósseis, as paleotocas pertencem ao icnotáxon *Domichnia*, que indicam relação do uso deste ambiente como moradia permanente ou temporária. Atribui-se a construção destas bioerosões a Superordem Xenarthra, animais que se desenvolveram na América do Sul, desde o Paleoceno (Couto, 1975). Estes mamíferos autóctones são caracterizados por uma vértebra “estranha”, dentes sem esmalte, com morfologias simples (Gaudin, 2003; Defler, 2019).

A primeira atribuição da construção de uma paleotoca a um Xenarthra é de Ameghino (1908), na Argentina. Posteriormente, Frenguelli (1921, 1928) e Kraglievich (1952) descrevem novas paleotocas nos arredores de Buenos Aires. Apesar de conhecidas há mais de um século, não houve avanços significativos no que concerne a temática até o final da década de 1980.

Imbellone e Teruggi (1988) descrevem uma paleotoca, na Argentina, integralmente preservada, adicionando dados de medidas e descrições do sedimento onde foi escavada.

Quintana (1992) descreve três possíveis formatos de paleotocas e associa com fósseis corpóreos de *Xenarthras* encontrados próximos as tocas.

A partir de icnofósseis encontrados no Brasil, Bergvist e Maciel (1994), diferenciam as paleotocas preenchidas por sedimentos das abertas. Os autores classificam crotovina “como uma estrutura similar a um túnel, realizado por um organismo atual ou extinto, que foi preenchido por sedimentos do mesmo horizonte ou diferentes da rocha-matriz”, enquanto paleotocas seriam “estruturas semelhantes as crotovinas, porém sem preenchimento”. Paleotocas e crotovinas de gênese associada a mega e grandefauna podem ter sido escavadas entre o Plioceno-Pleistoceno (5,3 M.a – 0,0117 M.a), não sendo descartada possibilidade de terem sido escavadas no Holoceno (11,700 – Atual) (Buchmann *et al.*, 2009).

A partir dos anos 2000 ocorre um aumento do interesse em paleotocas, trabalhos de Buchmann *et al.*, (2003; 2008; 2009; 2016) Frank *et al.*, (2011; 2012a; 2012b; 2023), Lopes *et al.*, (2017), Vizcaíno *et al.* (2001), Vizcaíno e Milne (2002), Vizcaíno e Bargo (2003), Weinschütz *et al.*, (2013; 2019).

Até o momento, boa parte das paleotocas descritas foram escavadas em rochas sedimentares. Frank *et al.* (2023) descrevem paleotocas em rochas pré-cambrianas alteradas, rochas sedimentares do Permiano, e depósitos sedimentares pleistocênicos no Rio Grande do Sul. Valdati *et al.* (2024) descrevem 23 bioerosões em arenitos da Formação Botucatu e uma em basaltos alterados da Formação Serra Geral em Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul. Na Argentina, Quintana (1992) descreve paleotocas e crotovinas em loess homogêneos de idade pleistocênica, enquanto Zárata (1998) em arenitos ou pelitos finos do Pleistoceno tardio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No território do GMUCCS foram descritas 24 paleotocas até o momento (Weinschütz *et al.*, 2019; Valdati *et al.*, 2024). Dentre elas, Weinschütz *et al.* (2019) descreveram três túneis na Reserva Caeté (Fig. 2 A, B e C), nomeados como Furnas do Itamar. Contudo, durante o último trabalho de campo, foram encontrados 5 novos túneis nos arredores dessas paleotocas já identificadas. Este complexo composto de 8 paleotocas é apresentado neste trabalho.

Até o momento, as descrições indicavam que paleotocas no GMUCCS estavam todas abertas e preservadas, podendo ser classificadas na categoria A de Frank *et al.* (2010), que se refere a paleotocas abertas e integralmente preservadas. No entanto, as novas paleotocas aqui descritas estão inseridas em um ambiente onde propiciou a deposição de sedimentos, classes B (apresenta erosão por águas correntes) e D (apresenta preenchimento por sedimentação), de acordo com Frank *et al.* (2010).

Nas três paleotocas já descritas por Weinschütz *et al.* (2019), foram tomadas novas medidas de altura, comprimento, largura e direção, resultando em medidas semelhantes às anteriores. As novas paleotocas/crotovinas encontradas, muitas delas preenchidas, foram descritas a partir da metodologia de Valdati *et al.* (2024).

As paleotocas/crotovinas deste complexo estão situadas em arenitos da Formação Botucatu e no compartimento de relevo das Escarpas da Serra Geral (Tabelas 1 e 2), em altitudes entre 120-140 metros. Por estarem em uma reserva particular, a vegetação da Floresta Ombrófila Densa no entorno das entradas dos túneis está bem preservada e em estágio de sucessão ecológica avançado.



Figura 2: A, B e C entradas das paleotocas Furnas do Itamar I, II e III, respectivamente. D, E, F e G, crotovinas/paleotocas FI IV, V, VI e VII, respectivamente. Fonte: Autores do trabalho.

Tabela 1: Medidas gerais das paleotocas abertas na Reserva Caeté.

PALEOTOCA	DIREÇÃO DO FUNDO (Graus)	ALTURA(MÉDIA)	LARGURA (MÉDIA)	COMPRIENTO
Furnas do Itamar I	310	1,50 m	1,30 m	23 metros
Furnas do Itamar II	50	2,06 m	1,96 m	16 metros

Furnas do Itamar III	140	1,20 m	0,90 m	4,5 metros
----------------------	-----	--------	--------	------------

Tabela 2: Descrição da fisionomia externa do complexo de paleotocas Furnas do Itamar. A partir de Valdati et al. (2024).

PALEOTOCA	COBERTURA DO SOLO	COMPARTIMENTO DE RELEVO	DECLIVIDADE (%)	DESCRIÇÃO
Furnas do Itamar (I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII)	Floresta Ombrófila Densa	Escarpas da Serra Geral	Baixa/moderada	Por apresentar uma quantidade considerável de paleotocas/crotovinas (8) em locais próximos, estão em um mesmo ambiente. As crotovinas já não estão no formato esperado, devido a erosão e sedimentação. Enquanto as paleotocas, em alguns segmentos estão bem preservadas e em outros já erodidos ou com presença de sedimentos.

A presença de um complexo com algumas paleotocas sedimentadas, outras em processos de erosão pela água e outras ainda abertas formam um conjunto único que representam alguns processos erosivos e desposicionais em icnofósseis. Ademais, é esperado encontrar novos túneis próximos de outras paleotocas, tendo em vista que existem evidências de gregarismo para *Xenarthras* (Buchmann et al., 2009; 2016) entre outros. Naples (1990) sugere que *Paramylodon* (Mylodontidae) possam ter vivido em grupos. Algumas destas indicações podem ser observadas em paleotocas/crotovinas.

A presença de diversos túneis, em uma mesma paleotoca ou túneis próximos, câmaras de giro/descanso em uma mesma toca são alguns dos indícios que reforçam evidências de gregarismo e/ou reutilização das paleotocas. A adição de novos túneis complexos de paleotocas, como observadas no complexo de Paleotocas da Reserva Caeté, reforçam a ideia de trabalhos anteriores sobre um possível gregarismo de algumas famílias *Xenarthras*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As paleotocas possibilitam estudos a partir de diversas óticas. Atualmente, as paleotocas têm ganhado uma importância patrimonial, haja vista que são registros diretos de uma fauna extinta recentemente e indicadores de diversas mudanças ambientais. No entanto, estudos ainda estão em fase inicial de reconhecimento e catalogação.

A presença das paleotocas, indicam mudanças ambientais recentes, observando que o atual estado de localização das paleotocas não seriam plausíveis para escavação. O reconhecimento de ações naturais alterando ambientes é um primeiro passo, tanto para

compreender os mecanismos nos quais as paleotocas são erodidas ou se tornam crotovinas. Ademais, a descoberta de túneis próximos um dos outros, reforçam trabalhos anteriores que indicam formas de vida em grupo para *Xenarthras* e/ou possível reutilização por outros animais semi-fossoriais, tendo em vista que em alguns casos os tamanhos dos túneis são diferentes, o que pode indicar espécies de escavadores distintas.

Palavras-chave: Megafauna; Icnofósseis; Pleistoceno; *Xenarthras*; Crotovinas.

REFERÊNCIAS

AMEGHINO, Florentino. Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapadmalal. **An. Museo Nac. Histor. Nat.**, v. 10, p. 343-428, 1908.

BARGO, M. Susana. et al. Limb bone proportions, strength and digging in some Lujanian (Late Pleistocene-Early Holocene) mylodontid ground sloths (Mammalia, *Xenarthra*). **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 20, n. 3, p. 601-610, 2000.

BERGQVIST, L. P. & MACIEL, L. Icnofósseis de mamíferos (crotovinas) na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 66 (2): 189-197.1994.

BROMLEY, R.G. Trace Fossils: Biology and Taphonomy. Unwin Hyman Ltd, London, 280 p. 1990.

BUCHMANN, Francisco Sekiguchi; LOPES, Renato Pereira; CARON, Felipe. Icnofósseis (paleotocas e crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no sudeste e sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 12, n. 3, p. 247-256. 2009.

CIONE, Alberto L.; TONNI, Eduardo P.; SOIBELZON, Leopoldo. Did humans cause the late Pleistocene-early Holocene mammalian extinctions in South America in a context of shrinking open areas?. **American megafaunal extinctions at the end of the Pleistocene**, p. 125-144, 2009.

COUTO, Carlos Paula de. **Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution**. **Bol. Paranaense de Geociências** 33. 1975.

DEFLER, Thomas. History of Terrestrial Mammals in South America: How South American Mammalian Fauna Changed from the Mesozoic to Recent Times. 10.1007/978-3-319-98449-0. 2019.

FARINÃ, Richard; VIZCAÍNO, Sergio; BARGO, M. Susana. Body mass estimation in Lujanian (Late Pleistocene-Early Holocene of South America) mammal megafauna. **Mastozoologia Neotropical**. 5. 87-108. 1998.

FRANK, Heinrich Theodor et al. Giant paleoburrows in the Porto Alegre metropolitan area (state of Rio Grande do Sul, Brazil). **Pesquisas em Geociências**, v. 50, n. 1, p. e127863-e127863. 2023.

FRANK, Heinrich Theodor et al. The complex history of a sandstonehosted cave in the state of Santa Catarina, Brazil. **Espeleo-Tema. Campinas**, v. 23, n. 2, p. 87-101, 2012a.

FRANK, Henrich Theodor. et al. **Cenozoic Vertebrate Tunnels in Southern Brazil**. In: Netto, R.G., Carmona, N.B. & Tognoli, F.M.W. (eds.). **Ichnology of Latin America** - selected papers. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2, 196 p., p. 141 - 157. 2012b.

FRANK, Heinrich Theodor. et al. Underground chamber systems excavated by Cenozoic ground sloths in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 18, n. 2, p. 273-284. 2015.

FRENGUELLI, J. Los terrenos de la costa atlântica em los alrededores de Miramar (Prov. de Buenos Aires) y sus correlaciones. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, **24**:325-485. 1921.

FRENGUELLI, J. Observaciones geológicas em la region costanera sur de la Provincia de Buenos Aires. *Anales de la Facultad de Ciencias de la Educación*, 2:1-694. 1928.

IMBELLONE, P., & Teruggi, M. Sedimentación crotonina en secuencias cuaternarias bonaerenses. *REUNIÓN ARGENTINA DE SEDIMENTOLOGIA*, 2(1988), 125-129. 1988.

KRAGLIEVICH, J. 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. 1952.

VALDATI J. et al. Proposta de classificação das paleotocas com base nas características fisionômicas e morfológicas. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 17(3), 1905–1920. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.3.p1905-1920>. 2024.

VIZCAÍNO, S.F., Zárate, M.; BARGO, M.S.; DONDAS, A. Pleistocene burrows in the Mar del Plata area (Argentina) and their probable builders. - *Acta Palaeontologica Polonica* 46, 2, 289-301. 2001.

WEINSCHUTZ, L. C. et al. Ocorrência de paleotocas na área central da cidade de Rio Negrinho, Planalto Norte de Santa Catarina. In: XXIII Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2013, Gramado. Paleontologia em Destaque: Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia - Fósseis Brasileiros: Testemunhos da Deriva Continental, p. 321-321. 2013.

WEINSCHÜTZ, L. C; et al. RELATORIO PRELIMINAR CONVÊNIO Universidade do Contestado - GEOPARQUE Caminhos do Cânions do Sul –. Mafra, 30 p. 2019.