

PALEOTOCA: CONSTRUÇÃO DE UM ENGENHEIRO DO ECOSISTEMA DO PLEISTOCENO, PELOTAS, RS

OTÁVIO PEREIRA DE LIMA¹; BRENO OTON SANTOS²; BRUNA CAMILA SCHNEIDER²; KAREN ADAMI RODRIGUES²; SÔNIA FRANCO BRETANHA³

¹Universidade Federal de Pelotas - Curso de Engenharia Geológica - otaviopedeli@hotmail.com

²Curso de Engenharia Geológica - brenocampos3@gmail.com

²Curso de Engenharia Geológica - bruna_schneider_1994@hotmail.com

²Centro das Engenharias - NEPALE - karen@pq.cnpq.br

³Universidade Federal de Pelotas - Centro das Engenharias - Curso de Engenharia Geológica - soniaprofessora2014@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As paleotocas (paleo = antigo + toca = abrigo) são estruturas na forma de túneis ou galerias escavadas por extintos mamíferos gigantes, oriundos da megafauna pampeana, que habitavam a América do Sul durante o Pleistoceno no Quaternário. Segundo BUCHMANN *et al.*, (2009) a maioria das paleotocas foram escavadas em saprólitos, ou seja, rochas alteradas. Hoje se estima a ocorrência de quase mil paleotocas no Estado, esta ressurgência elevada deve-se, na grande maioria das vezes, a cortes de terras, aberturas de estradas e explorações de novas jazidas para material de construção civil, feitas para obras de infraestruturas realizadas em alguns municípios. A primeira paleotoca na região de Pelotas, em Monte Bonito, RS, foi descoberta através de um corte de terra em uma jazida de extração de material argiloso pela HAP Engenharia durante o processo de duplicação da BR-116.

Durante a realização das análises e pesquisas das estruturas como um todo, a construção desta paleotoca foi atribuída a uma espécie extinta de tatu gigante.

Segundo ARTEAGA *et al.*, (2008) os tatus escolhiam terrenos inclinados, aproveitando encostas de grandes barrancos, para construir o seu habitat, e levavam em conta fatores como posição do sol, ventilação e presença de água. Para BUCHMANN *et al.*, (2009) uma característica paradoxal das paleotocas, já que os tatus são bichos solitários e não sociais, é o fato destas construções estarem dispostas de forma conjugada em locais próximos, formando uma espécie de condomínio. A disposição dos habitats desta espécie com relação a outros organismos, fazem com que ela seja considerada um engenheiro do ecossistema, mais especificamente do tipo alogênico, de acordo com as definições de JONES *et al.*, (1994).

A engenhosidade desta fauna de tatus gigantes, que escavavam os seus abrigos, é algo passível de comparação a túneis feitos pelo homem. Suas escavações eram tão cautelosa quanto às construções de aquedutos, túneis de metrô e outras obras subterrâneas. Por se tratarem de obra da natureza, de cunho animal, as paleotocas são estruturas com medidas assimétricas. Com isto foi proposto uma modelagem em três dimensões para melhor compreender a sua geometria e o comportamento do agente construtor.

A técnica de modelagem computacional tridimensional consiste na aquisição de medidas lineares ou imagens de um objeto através de medidas tomadas manualmente das três dimensões do material estudado. Apesar dos aspectos positivos, a técnica de modelagem tridimensional ainda não tem sido amplamente empregada na pesquisa paleontológica brasileira (DARTON *et al.*, 2010).

2. METODOLOGIA

Na base de um afloramento artificial de rocha de origem granítica alterada, sobreposta por material argiloso explorado como jazida pela empresa HAP Engenharia, foi identificada um túnel classificado como paleotoca. O estudo da estrutura ocorreu com as seguintes etapas: 1. Localização do afloramento; 2. Visitas ao local; 3. Descrição litológica; 4. Tomada de medidas; 5. Análise da estrutura interna com a medição do diâmetro e do comprimento; 6. Identificação de marcas de escavação.

A localização do afloramento foi determinada através da sua posição geográfica com o uso do *GPS Garmin Etrex Vista H 2.8*. As medidas externas foram feitas manualmente por trenas e uma grande escala que aferiu a altura do afloramento. A acessibilidade ao interior da paleotoca permitiu a análise e a descrição das dimensões e estruturas, possibilitando a visualização do posicionamento espacial. As medidas em detalhe do interior do túnel foram realizadas visando às dimensões (X, Y, Z). Seis alunos, dotados de trena e bússola, divididos em três duplas, tendo como proposta mensurar três alturas (H1, H2 e H3) com espaçamento de 30 cm uma da outra. Este procedimento foi repetido a cada 20 cm de comprimento, visando aferir o comprimento total da estrutura. Os procedimentos serviram para obtenção de dados para a reconstrução tridimensional da paleotoca, utilizando a modelagem 3D pelo *software AutoCad* como a principal ferramenta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo BUCHMANN *et al.*, (2009) a primeira descrição do interior de uma paleotoca foi feita por Quintana (1992), que sugeriu que a escavação de paleotocas poderia ser atribuída a mamíferos cingulados da Família *Dasyproctidae*. ZÁRATE *et al.*, (1998) interpretaram as paleotocas como escavações feitas por dasipodídeos de grande tamanho, como *Pampatherium*, *Holmesiana* e *Propaopus*. SAFFER *et al.*, (2003) registraram fósseis de preguiça-gigante (*Scelidotherium*) e de urso (*Arctotherium latidens*) no interior de uma paleotoca, cuja presença deste último foi atribuída a uma fase de reocupação desta, após o abandono pelo construtor original. Este registro feito por SAFFER *et al.*, (2003) vai de encontro as definições de JONES *et al.*, (1994) sobre o que é engenharia de ecossistema. Esta engenharia é denotada quando organismos que criam, modificam ou mantêm habitats ao causarem mudanças no estado físico de materiais bióticos e abióticos que, direta ou indiretamente, modulam a disponibilidade de recursos para outras espécies (JONES *et al.*, 1994). Baseado nisto pode se afirmar que os tatus gigantes, construtores de paleotocas, assim como a da região de Pelotas, eram engenheiros do ecossistema. A extinta espécie escavava as rochas alteradas formando abrigos, que perduram até os dias atuais, expostos ou cobertos, para se proteger de predadores, procriar e se alimentar. As sementes, água e seu próprio material orgânico que acumulava no interior das paleotocas, criando micro habitats que eram utilizados simultânea ou subsequentemente por artrópodes, e até mesmo pequenos répteis ou roedores, definiram esta espécie como engenheiros do ecossistema do tipo alogênicos. Os engenheiros alogênicos modificam o ambiente ao transformarem matérias vivas ou não vivas de um estado físico para outro através de meios mecânicos ou outros (JONES *et al.*, 1994).

As paleotocas são estruturas que ocorrem em forma de túneis ou galerias escavadas em rocha alterada ou não (CARMO *et al.*, 2011). A sua construção é passível de comparação a túneis construídos pelo homem, sendo possível utilizar

termos de engenharia para designar as partes de sua estrutura. A abertura de um túnel é um portal. Já o seu teto, ou a metade superior do tubo, é chamada de coroa. A metade inferior, por sua vez, é chamada de base. A forma geométrica básica de um túnel é o arco contínuo. Como os túneis devem aguentar uma pressão enorme vinda de todos os lados, o arco é a forma ideal e, neste caso, o arco faz a volta toda (HARRIS, 2006). Estes arcos são observados na estrutura deste estudo, o que comprova a engenhosidade do agente escavador (Figura 1A e 1B).

O tratamento dos dados pelo programa CAD permitiu a visualização dos pontos medidos manualmente em escala, fornecendo o delineamento da largura, comprimento máximo e altura (Figura 2A e 2B). Com a modelagem foi possível produzir um desenho tridimensional conforme a geometria da Paleotoca utilizando elementos gráficos como linhas, círculos e arcos pertencentes às coordenadas do desenho em 3D (três dimensões) possibilitando gerar imagens (*Raster*) e fotorrealismo. Isto possibilitou percepção que a paleotoca está dividida em quatro seções, que alarga, estreita, eleva e rebaixa, ao longo do seu comprimento. O resultado em 3D desta produção será apresentado em forma de artigo completo.

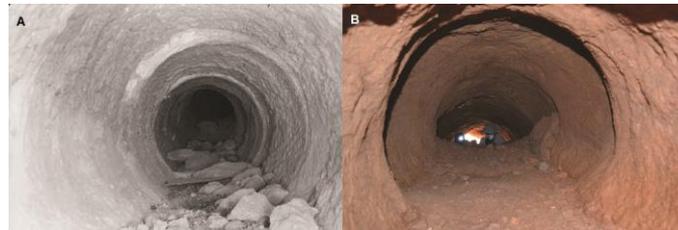


Figura 1A. Exemplo de construção humana, aqueduto. Fonte: Eric e Edith Matson Photograph Collection/Library of Congress Prints and Photographs Division. Figura 1B. Arcos de sustentação da paleotoca comparáveis a engenharia humana. Fonte: NEPALE.



Figura 2: Metodologia de medidas tomadas manualmente da paleotoca para reconstrução em imagem tridimensional. A. Medias da abertura; B. Medidas internas. Fonte: NEPALE.

O levantamento da paleotoca do Distrito de Monte Bonito, na região de Pelotas, Rio Grande do Sul, revelou um túnel com seção transversal subcircular a sub-elíptico, e a última seção se diferencia pela base plana. A estrutura possui 8,60 m de comprimento, largura média de 1,228 m e altura média de 0,805 m, retilíneo com alinhamento norte-sul e com seção central apresentando um alargamento característico do comportamento de giro de tatus, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Média das medidas externa e interna tomadas manualmente, referente a representação na Figura 2B

Seção 1 (Branco)	H=0,77 m	L=1,16 m
Seção 2 (Amarelo)	H=1,23 m	L=0,93 m
Seção 3 (Laranja)	H=0,7 m	L=1,42 m
Seção 4 (Vermelho)	H=0,52 m	L=1,4 m
Média	H=0,805 m	L=1,228 m

4. CONCLUSÕES

Os arcos, observados na paleotoca, são provavelmente a causa da preservação da estrutura do Pleistoceno até os dias atuais, evitando assim, que haja um desmoronamento ou colapso.

A utilização da técnica de modelagem tridimensional para estudos do comportamento de animais escavadores extintos, paleoetologia, até então não vinha sendo empregada como ferramenta pela paleontologia brasileira. Esta técnica refina a identificação de engenheiros de ecossistemas extintos e o comportamento animal em escavações como paleotocas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTEAGA, M.C.; VENTICINQUE, E.M. 2008. *Influence of topography on the location and density of armadillo burrows (Dasypodidae: Xenarthra) in the central Amazon, Brazil. Mammalian Biology*, 73: 262-266.

BUCHMANN, F.S.C.; CARON, F.; LOPES, R.P. 2009. Icnofósseis (paleotocas e crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no sudeste e sul do Brasil, Brasil. *Revista brasileira de paleontologia* 12(3): 247-256.

CARMO, F.F.; CARMO, F.F.; BUCHMANN, F.S.C.; FRANK, H.T.; JACOBI, C.M. Primeiros registros de cavernas ferruginosas no norte de Minas Gerais. *SBE Notícias. Anais do 31º congresso brasileiro de espeleologia*. 2011.

HARRIS, W. 2006. *How Tunnels Work. How Stuff Works*. Acessado em 18 jul. 2014. Disponível em www.science.howstuffworks.com

JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAL, M. 1997 *Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. Ecology* 78: 1946-1957.

QUINTANA, C.A. 1992. *Estructura interna de una paleocueva, posiblemente de un Dasypodidae (Mammalia, Edentata) del Pleistoceno de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina)*. *Ameghiniana*, 29(1): 87-91.

SAFFER, M.M.; DONDAS, A.; SCAGLIAS, O. 2003. *Hallazgo de paleocuevas con estructura interna realizadas por mamíferos gigantes extintos del Pleistoceno bonaerense. Miramar Prehistorica*. Acessado em 22 jul. 2014. Disponível em www.miramar.prehistorica.arg.net.ar