

# O MÉTODO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA (CT-SCAN) NO ESTUDO DA MOBILIDADE DE ANIMAL E PERSPECTIVAS NA ZOOARQUEOLOGIA

Ariane Burke

(Université de Montreal, Département d'anthropologie, Laboratoire d'écomorphologie et et paléoanthropologie)

E-mail: [a.burke@umontreal.ca](mailto:a.burke@umontreal.ca)

Albérico Nogueira de Queiroz

(Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Arqueologia, Laboratório de Bioarqueologia, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia)

E-mail: [anqueiroz@hotmail.com](mailto:anqueiroz@hotmail.com)

CAPES BEX 1461/14-1

## ABSTRACT

In this work we discuss the use of CT-Scan method to mobility studies and other possibilities on animal bones analysis from natural and anthropic contexts. The CT-Scan pilot analysis was carried out in the Paleoanthropology and ecomorphology laboratory of the anthropology department at the University of Montreal (UdeM) and aimed to study geometric properties of cross-sections shaft of modern specimens of *Rangifer tarandus* L. (reindeer) metacarpals (III+IV) and tibias from Piérard collection (UdeM) and zoological collection of the Canadian museum of nature and also zooarchaeological samples from Canadian museum of History collections. This method is non-destructive nor invasive for morphological and morphometric matter.

**Palavras-chave:** Tomografia Computadorizada (CT-Scan), Mobilidade, Ossos Animais

## INTRODUÇÃO:

Neste trabalho discutimos a aplicabilidade do método de Tomografia Computadorizada (CT-Scan) em ossos de animais para fins de estudos em mobilidade animal a partir de análises efetuadas em ossos longos (Metacarpos III+IV e Tíbias) de *Rangifer tarandus* L. (Rena) provenientes das coleções zoológicas (osteotecas) do Museu Canadense da Natureza (CMN) e da Coleção Piérard (Departamento de Antropologia, Universidade de Montreal), além de amostras zooarqueológicas do acervo do Museu Canadense de História (CMH), Canadá, como parte do

desenvolvimento do projeto de pesquisa “Mobilidade em Populações Humanas e Animais Recentes e Arqueológicas”, coordenado por Ariane Burke, Michelle Drapeau e Isabelle Ribot (Departamento de Antropologia, Universidade de Montreal, Canadá, o qual também incluiu análises em ossos humanos, porém, neste trabalho será focado o material osteológico animal, contudo, os ossos humanos poderão servir como material comparativo ilustrativo. Vários estudos mostram uma correlação entre as geometrias transversais dos ossos e as atividades em função do clima, meio ambiente e adaptação ao modo de vida e sobrevivência. O estudo desenvolvido foi baseado na utilização do método de escaneamento ósseo por Tomografia Computadorizada (CT-Scan) para fins de observação das possíveis alterações morfológicas resultantes de processos de mobilização (migrações) humana e animal, neste caso em particular a fauna, representada pela espécie *Rangifer tarandus* L. (Rena). Esses animais foram selecionados para esse estudo por apresentarem características migratórias notáveis e grande semelhança no que tange ao dimorfismo sexual externo (Weinstock, 2000), uma vez que tanto os machos quanto as fêmeas apresentam galhadas. O método CT-Scan é considerado não invasivo nem destrutivo e contribui para a compreensão dos processos de carga, resistência e mobilidade, possibilitando a comparação entre indivíduos antigos e recentes, permitindo inferir hipótese sobre as possíveis estratégias de subsistência (López & Castillo, 2014) e de intervariabilidade taxonômica entre grupos faunísticos (Lam *et al.*, 1999). Em razão da escassez de investigações utilizando esse método em ossos de animais, foi necessária a adaptação metodológica na análise dos elementos osteológicos de *Rangifer tarandus* (Rena) selecionados para esse estudo, tomando-se como parâmetro a metodologia adotada na investigação de ossos longos humanos (Ruff & Hayes, 1983; Macintosh *et al.*, 2013). Os procedimentos metodológicos utilizados permitirão inferências diagnósticas quanto às prováveis alterações das superfícies cortical e medular dos ossos (Ruff & Hayes, 1983; Lam *et al.*, 1999), e no caso particular das Renas, grupos etários (Huftammer, 1995) e dimorfismo sexual, além de possibilitar aplicações em investigações relacionadas a variações intergrupais (sexo, grupo etário), biomecânica, tafonomia e paleopatologia óssea.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O material de estudo foi constituído de peças osteológicas (Metacarpo III+IV e Tíbias) de ambas as simetrias (esquerda e direita), pertencentes a *Rangifer tarandus* L.

(Rena=Caribou=Reindeer), de diversas categorias etárias (grupos de idades: jovem, subadulto e adulto), provenientes de diversas regiões do Canadá (Alberta, Northwest Territories) e dos Estados Unidos (Alaska). Foram utilizados em sua maioria os elementos ósseos de animais recentes coletados em campo durante expedições científicas e armazenadas no Museu Canadense da Natureza (CMN), localizado na cidade de Ottawa, além de outros remanescentes oriundos do Zoológico de Quebec, depositados na Coleção Piérard do Laboratório de Zooarqueologia, Departamento de Antropologia da Universidade de Montreal-UdeM, e também, os elementos ósseos zooarqueológicos provenientes da área arqueológica de “West Kitmikeot (Nunavut), os quais encontram-se armazenados no acervo do Museu Canadense de História (CMH), localizado igualmente na cidade Ottawa. O conteúdo amostral estudado foi composto por um total de 52 indivíduos pertencentes a espécie *Rangifer tarandus* L. norte-americanas (canadenses e estadunidenses), (Coleção Piérard do Laboratório de Zooarqueologia, Departamento de Antropologia, Universidade de Montreal): 04 indivíduos; Coleção do Museu Canadense da Natureza-CMN (Ottawa): 28 indivíduos; Coleção do Museu Canadense de História-CMH (Ottawa): 21 indivíduos) dos quais foram selecionados 61 Metacarpos (31 esquerdos e 30 direitos) e 50 Tíbias (21 esquerdas e 29 direitas) de diversos grupos etários, conforme adaptado de Huftammer (1995): Jovem=pelo menos uma epífise óssea não consolidada, Subadulto=ao menos uma epífise em processo de consolidação, Adulto=epífises consolidadas) e de ambos os sexos (masculino e feminino).

As análises realizadas compuseram um conjunto de procedimentos constituídos de varreduras (scans) realizadas com o uso de um equipamento semi-portátil de Tomografia Computadorizada (CT-Scanner - pQCT “XCT Research SA + Scanner Stratec”) acoplado a um Microcomputador e Impressora. Este equipamento grava e processa imagens escaneadas das regiões ósseas cortical e medular, e com o uso de softwares específicos de decodificação (ImageJ e Plugin BoneJ) é possível calcular a capacidade de resistência dos ossos a situações mecânicas através das propriedades geométricas das secções transversais da diáfise (Lambert *et al.*, 2014).

A partir de estudos realizados com outras populações humanas e animais, utilizando-se métodos morfométricos e em CT-Scan (Ruff & Hayes, 1983; Ruff & Runestad, 1992; Runestad *et al.*, 1993; Lam *et al.*, 1999; Ruff *et al.*, 1999; Macintosh *et al.*, 2013; Auerbach & Ruff, 2004), foi possível elaborar um protocolo de análises das amostras faunísticas disponíveis para investigação neste trabalho.

Para fins de definição dos parâmetros analíticos desta pesquisa, foi utilizado como modelo metodológico o estudo de Macintosh *et al.* (2013), adotado normalmente para amostras antrópicas, contudo, o método de coleta de dados foi adaptado para os ossos de animais estudados nessa investigação. Inicialmente todos os ossos foram mensurados em seu comprimento total, com o uso de paquímetro e tábua osteométrica, para a marcação dos pontos de varredura (20%, 35%, 50%, 65% e 80% do comprimento total do osso). Para as amostras de ossos recentes (Coleções Piérard e do CMN) todas as cinco medidas foram possíveis de mensuração, enquanto que para a amostra zooarqueológica do CMH (West Kitkimeot, Nunavut), foi possível apenas a mensuração e varredura da medida correspondente aos 20% do osso, partindo-se da epífise distal, em razão do elevado estado de fragmentação que amostra apresentava. Através dos cortes transversais (varreduras) pudemos analisar a massa óptica e conseqüentemente, calcular a densidade óssea e outros parâmetros morfométricos, conforme aplicativos informatizados (ImageJ e Plugin BoneJ) e estatísticos (SPSS, Excel). A utilização da Tomografia Computadorizada (CT-Scan) permite desenvolver métodos não destrutivos com vistas à aplicação em morfometria e avaliação dos padrões relacionados à mobilidade e evolução de grupos humanos no ambiente (Burke, 2012; Burke *et al.*, 2012).

## **RESULTADOS**

Após a obtenção das imagens digitais adquiridas pelas análises Tomográficas Computadorizadas (CT-Scanner pQCT XCT Research SA+Scanner), as imagens foram submetidas ao tratamento informatizado com o Software ImageJ (tratamento de imagens: <http://rsbweb.nih.gov/ij/>), foi possível obter os indicadores de rigidez mecânica nos cinco diferentes pontos de varreduras (scans) demarcadas (20%, 35%, 50%, 65% e 80%) nos ossos longos recentes de *Rangifer tarandus* L. (Rena), Metacarpo III+IV e Tíbias, provenientes das coleções Piérard e do Museu Canadense da Natureza-CMN e, no ponto de varredura 20% nos fragmentos de ossos longos zooarqueológicos do Museu Canadense de História-CMH (West Kitkimeot, Nunavut). No total, foram obtidas 21 varreduras para os elementos osteológicos da coleção Piérard, 96 varreduras para os ossos longos da coleção do CMN e 26 varreduras para os elementos ósseos zooarqueológicos da coleção do CMH, as quais resultaram em tabelas formatadas em Excel para fins de interpretação utilizando-se o software SPSS Statistics.

A partir do tratamento informatizado das varreduras tomográficas obteve-se a área cortical (A) como indicador de rigidez e resistência, força de compressão e tensão óssea, assim como a estimativa da área total subperioteal (TA) e os cálculos de parâmetros biomecânicos: 1) Primeiros momentos da área (AT, AC e AM), 2) Segundos momentos da inércia ( $I_x$ ,  $I_y$ ,  $I_{min}$  e  $I_{max}$ ), 3) O momento polar da inércia ou torsão.

Os dados foram organizados em tabelas e encaminhados para processamento através do Software ImageJ (Plugin BoneJ). Os resultados brutos das análises foram apresentados em planilhas estatísticas no programa Excel para posterior tratamento estatístico publicação dos dados processados. Tanto as imagens como os dados estatísticos foram armazenadas para a composição de um banco de dados e incorporação de outras amostras para investigações futuras.

Os estudos realizados possibilitaram a constituição de uma base de dados inicial para a espécie *Rangifer tarandus* L., onde se buscou, através de uma comparação amostral, conhecer os padrões de mobilidade a partir do estudo tomográfico de ossos dos membros superiores e inferiores de indivíduos masculinos e femininos, em diversos estágios de desenvolvimento ontogenético (grupos etários), morfologia óssea e robustez, biomecânica, adaptação ao modo de vida e mobilidade, os quais indicam uma relação contínua do animal com o seu ambiente e as possíveis alterações promovidas por humanos, visto que o desenvolvimento do ossos são influenciados por fatores genéticos e não genéticos, entre esses fatores podemos citar efeitos hormonais, idade, doenças, variação no estado da saúde, estado nutricional dos indivíduos e outros, afetam a estrutura óssea e a geometria transversal dos ossos longos.

## REFERÊNCIAS

Auerbach, B. M.; Ruff, C. B. 2004. Human body mass estimation. A comparison of mechanical and morphometric methods. *American Journal of Physical Anthropology* 125: 331–342.

Boucher, K. L. M. 2012. A comparative ontogenetic study of biomechanical adaptations in the long bones of African Khoisan and Sadlermuit Inuit. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts. 231 pages.

Burke, A., 2012. Spatial abilities, cognition and the pattern of Neanderthal and modern human dispersals. *Quaternary International* 247, 230-235.

Burke, A.; Kandler, A.; Good, D., 2012. Women Who Know Their Place. Sex-Based Differences in Spatial Abilities and Their Evolutionary Significance. *Human Nature* 23, 133-148.

Hufthammer, A. K. 1995. Age determination of reindeer (*Rangifer tarandus* L.). *Archaeozoologia*, 7(2), 33-41.

Lam, Y. M.; Xingbin, C.; Pearson, O. M. 1999. Intertaxonomic Variability in Patterns of Bone Density and the Differential Representation of Bovid, Cervid, and Equid Elements in the Archaeological Record. *American Antiquity*, 64(2): 343-362.

Lambert, A.; Puymeraill, L.; Chaumoitre, K.; Schmitt, A. 2014. Analyse fonctionnelle des adaptations osseuses du squelette postcrânien au Néolithique final en Provence. *Bull. Mém. Soc. Anthropol.*, Paris, 26:67-77.

López, J. M. A.; Castillo, W. J. T. 2014. Aplicación de la tomografía computarizada o tac en el cálculo de los parámetros biomecánicos de la sección transversal de los huesos largos. *C I E N C I A e r g o - s u m*, V o l . 21-1, marzo-junio 2014. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. Pp. 36-46.

Macintosh, A. A; Davies, T. G; Ryan, T. M.; Shaw, C. N.; Stock, J. T. 2013. Periosteal versus true-sectional geometry: A comparison along humeral, femoral and tibial diaphysis. *American Journal of Physical Anthropology* 150:442-452.

Ruff, C. B.; Hayes, W. C., 1983. Cross-sectional geometry of Pecos Pueblo femora and tibiae—a biomechanical investigation. I: method and general patterns of variation. *Am. J. Phys. Anthropol.* 60, 383–400.

Runestad, J. A; Ruff, C. B.; Nieh, J. C.; Thorington Jr, R. W. Teaford, M. F. 1993. Radiographic Estimation of Long Bone Cross-Sectional Geometric Properties. *American Journal of Physical Anthropology*, 90: 207-213.

Weinstock, J. 2000. Late Pleistocene reindeer populations in Middle and Western Europe: an osteometrical study of *Rangifer tarandus*. Mo-Vince-Verlag.