

# Análise multivariada como ferramenta tafonômica no estudo das associações quaternárias de mamíferos do Nordeste do Brasil

**Hermínio Ismael de Araújo Júnior**

Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21949-090, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. herminio.ismael@yahoo.com.br

**Kleberson de Oliveira Porpino**

Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Av. Professor Antônio Campos, s/n, 59633-110, Mossoró, RN, Brasil. kleberporpino@yahoo.com.br

**Celso Lira Ximenes**

Programa de Pós-graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, Av. Humberto Monte s/n, Bloco 912, 60455-760, Fortaleza, CE, Brasil. Museu de Pré-História de Itapipoca. Rua Anastácio Braga, 349, Altos, Centro, 62500-000, Itapipoca, CE, Brasil. clx.ximenes@gmail.com

**Lílian Paglarelli Bergqvist**

Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21949-090, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. bergqvist@geologia.ufrj.br

## RESUMO

A análise multivariada da representatividade taxonômica de mamíferos em tanques naturais e dos depósitos cársticos do Quaternário do Nordeste do Brasil é apresentada. O método empregado foi a análise de agrupamentos. Com fins comparativos, também foram incluídas na análise tafocenoses de mamíferos do sul do Brasil e Argentina, em geral contidos em unidades litoestratigráficas formais. Os resultados demonstram que os depósitos setentrionais formam um agrupamento principal e se diferenciaram dos meridionais por conter táxons considerados endêmicos para a região intertropical brasileira. Para as áreas do Nordeste, os resultados evidenciaram dois subgrupos, um deles correspondendo aos depósitos cársticos, com uma mastofauna mais diversificada e com formas de distintos tamanhos, e outro relacionado aos tanques e ravinas, caracterizado principalmente por formas de grande porte. A tendência para um caráter tafonômico parece ser a explicação mais adequada para as diferenças em composição e diversidade dos restos de mamíferos provenientes dos tanques, em relação àqueles dos depósitos cársticos das cavernas. Nestes, não é possível descartar completamente, além disso, a influência de processos de mistura temporal.

**Palavras-chave:** análise multivariada, análise de agrupamento, tafonomia, mamíferos, Quaternário, NE Brasil.

## ABSTRACT

**MULTIVARIATE ANALYSIS AS A TAPHONOMIC TOOL IN THE STUDY OF QUATERNARY MAMMAL ASSOCIATIONS FROM NORTHEASTERN BRAZIL.** In this work we carried out a multivariate analysis of taxonomic representativeness of mammal fossil bones in the Quaternary deposits from Northeastern Brazil, normally found in tanks (natural depressions in the crystalline basement), and caves originated from karstic deposits. The method employed was the cluster analysis. Taphocenoses also composed by mammal bones from South Brazil and northernmost Argentine were included in the analysis for comparative purposes. The results show that the northeastern Brazilian deposits formed a main group, distinct from the southern ones by the presence of endemic taxa of the Brazilian Intertropical Zone. Yet the analysis shows that two subgroups are included within the Northeast Brazil taphocenoses, one that includes the cave karstic deposits, characterized by great taxonomic diversity and large, medium and small sized mammals, and the other including all materials coming from tanks and ravines, where large mammals dominate. Taphonomic biases seem to be the best explanation to the distinct mammal distribution and selection in the tanks and ravines, when compared with those from the caves. However, the possibility that those distinct depositions could also represent a time-averaging process could not be discarded to the cave deposits.

**Key words:** multivariate analysis, cluster analysis, taphonomy, mammals, Quaternary, NE Brazil.

## INTRODUÇÃO

As acumulações fossilíferas de mamíferos do Quaternário do Nordeste do Brasil são taxonomicamente bem conhecidas (Bergqvist *et al.*, 1997; Porpino *et al.*, 2004; Dantas *et al.*, 2005; Araújo Júnior e Porpino, 2011), porém ainda pouco estudadas de modo comparativo (Bergqvist *et al.*, 1997; Avilla *et al.*, 2007). A ausência de estudos com esse caráter tem dificultado o reconhecimento de padrões biogeográficos, ecológicos e tafonômicos regionais, incapazes de ser evidenciados pela abordagem isolada de cada depósito.

Análises recentes têm discutido os possíveis processos tafonômicos que afetaram as concentrações fossilíferas desses depósitos (Porpino *et al.*, 2001; Alves *et al.*, 2007; Araújo-Júnior e Porpino, 2009; Araújo-Júnior *et al.*, 2009; Ribeiro e Carvalho, 2010), e algumas análises comparativas preliminares têm explorado a generalização dos padrões preservacionais propostos (Bergqvist *et al.*, 1997; Araújo-Júnior *et al.*, 2010).

No Nordeste do Brasil os restos da mastofauna quaternária ocorrem preferencialmente em depósitos de tanques – depressões formadas no embasamento cristalino pelo intemperismo físico-químico – e, secundariamente, em depósitos de cavernas e ravinas resultantes da carstificação de rochas carbonáticas de distintas idades (Bigarella *et al.*, 1994; Mabeoone *et al.*, 1990; Santos, 2001). A partir do Pleistoceno tardio, os tanques permitiram a acumulação e preservação principalmente de restos de megamamíferos (Santos *et al.*, 2002; Dantas *et al.*, 2005; Alves *et al.*, 2007).

Em relação às ravinas, uma única ocorrência de restos de mamíferos é conhecida no momento, e provém do Lajedo de Soledade, município de Apodi, estado do Rio Grande do Norte. Nesse depósito, a deposição e a preservação têm se mostrado semelhante a dos tanques, com predomínio de elementos desarticulados, dispersos e fragmentados. Porpino *et al.* (2004) ainda apontam para os depósitos de ravina uma seleção preferencial de restos de menor tamanho

e a presença de ossos impregnados por ferro e/ou substituídos.

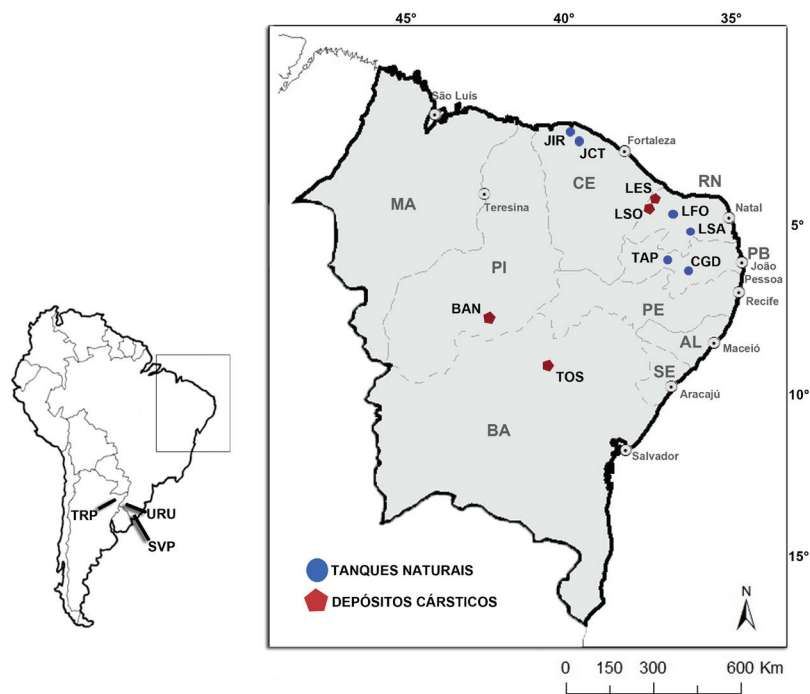
Diferentemente, no sul do país, as acumulações de mamíferos pleistocênicos ocorrem em níveis sedimentares ligeiramente mais antigos e englobados em unidades formalmente descritas (Ribeiro e Scherer, 2009; Oliveira e Pereira, 2009).

Neste trabalho é realizada uma análise multivariada dos restos de mamíferos dos distintos depósitos fossilíferos do Nordeste do Brasil, visando avaliar sua representatividade taxonômica e compará-los com aqueles das áreas meridionais do Brasil e Argentina. A partir disso, são discutidos os prováveis processos (tafonômicos, ecológicos ou de mistura temporal) que contribuíram para os agrupamentos encontrados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram compilados da literatura especializada e referem-se às mastofaunas de 10 depósitos fossilíferos do nordeste brasileiro, com idades restritas ao Quaternário (Figura 1). Com fins comparativos, três outras tafocenoses de mamíferos foram testadas em áreas mais ao sul, duas no estado do Rio Grande do Sul e uma na Argentina (Tabela 1) a qual se situa igualmente em latitudes subtropicais, e tem seus fósseis relacionados à Formação Toropi, que emerge na província de Entre Rios, no norte da Argentina (Zurita e Lutz, 2002).

A análise de *cluster* foi realizada através do software PAST (Hammer *et al.*, 2001) utilizando o algoritmo de



**Figura 1.** Mapa de localização dos depósitos fossilíferos nordestinos analisados. Abreviaturas das localidades ou depósitos: BAN= Toca da Janela da Barra do Antônio (PI= Piauí); CGD= Campina Grande, TAP= Taperoá; (PB = Paraíba); JCT= João Cativo, JIR= Jirau (CE= Ceará), LES= Lajedo de Escada, LFO= Lajeia Formosa, LSA= Lagoa do Santo; LSO= Lajedo de Soledade (RN= Rio Grande do Norte); TOS= Toca dos Ossos (BA= Bahia). As linhas negras apontam as áreas utilizadas nas comparações para o sul do Brasil e Argentina.

**Figure 1.** Location map of the deposits analyzed to Northeastern Brazil. Abbreviations: CE= Ceará State; RN= Rio Grande do Norte State; PB = Paraíba State; PI= Piauí State; BA= Bahia State. Black lines in the general map indicate the South Brazil and Argentine areas used in the comparisons.

**Tabela 1.** Depósitos fossilíferos quaternários utilizados na análise multivariada de representatividade taxonômica dos restos de mamíferos. Abreviaturas: TN= Tanque natural; DC(R)= Depósito cárstico (ravinas); DC(C)= Depósito cárstico (cavernas); DCO= Depósito costeiro; DF= Depósito fluvial.

**Table 1.** Quaternary fossiliferous deposits and taphocoenosis used in the multivariate analysis in order to evaluate the taxonomic representativeness of mammals. Abbreviations: TN= “tanques” or natural depressions; DC(R)= karst deposits (ravines); DC(C)= karst deposits (caves); DCO= coastal deposits; DF= fluvial deposit. All the deposits, except the last one corresponding to the Toropi River deposition, in Entre Rios, Argentina, refer to Brazilian occurrences.

Depósito/ deposits	Localização/location	Tipo/ type	Referências/References
Jirau	Itapipoca/CE	TN	Ximenes <i>et al.</i> (2010)
João Cativo	Itapipoca/CE	TN	Bergqvist <i>et al.</i> (1997); Araújo-Júnior (2010)
Lájea Formosa	São Rafael/RN	TN	Araújo-Júnior e Porpino (2007)
Lagoa do Santo	Currais Novos/RN	TN	Porpino e Santos (1997)
Campo Alegre	Taperoá/PB	TN	Bergqvist <i>et al.</i> (1997)
Curimatãs	Campina Grande/PB	TN	Bergqvist <i>et al.</i> (1997)
Lajedo de Soledade	Apodi/RN	DC(R)	Porpino <i>et al.</i> (2004)
Lajedo de Escada	Baraúna/RN	DC(C)	Cabral-de-Carvalho <i>et al.</i> (1969)
Toca dos Ossos	Ourolândia/BA	DC(C)	Auler <i>et al.</i> (2006)
Toca da Janela da Barra do Antonião	São Raimundo Nonato/PI	DC(C)	The Paleobiology Database (2011)
Sistema Laguna-Barreira III	Santa Vitória do Palmar/RS	DCO	Ribeiro e Scherer (2009); Oliveira e Pereira (2009)
Afloramento da Formação Touro Passo	Uruguaiana/RS	DF	Ribeiro e Scherer (2009)
Afloramento da Formação Toropí	Toropí/Argentina	DF	Zurita e Lutz (2002)

agrupamento UPGMA (= *average linkage clustering*; Sokal e Michener, 1958) e o Coeficiente de Dice (= Sørensen), calculado a partir de uma matriz binária (presença/ausência) de táxons, nos distintos depósitos analisados (ver Apêndices 1 e 2). No algoritmo UPGMA, a distância entre duas unidades amostrais ou variáveis é gerada através da média das distâncias entre os elementos de ambos os grupos. O coeficiente de similaridade de Dice é definido como  $2M/(2M + N)$ , onde M é o número de táxons compartilhados entre duas amostras, e N o número total de táxons. Esse coeficiente foi escolhido, em detrimento dos outros existentes, por ser menos sensível a diferenças amostrais (Hammer e Harper, 2006).

Na tentativa de identificar alguma tendência tafonômica (*taphonomic bias*) com base no porte dos animais representados nas acumulações de mamíferos, optou-se por classificar os táxons segundo o tamanho corporal padrão para mamíferos, proposto por Araújo-Júnior e Porpino (2011). Nessa proposta são considerados mamíferos de pequeno porte, aqueles com até 10 Kg, de médio

porte, os que possuem entre 10 Kg e 100 Kg, e de grande porte, os que possuem acima de 100 Kg. Para a inclusão dos elementos de cada depósito nesses agrupamentos foram utilizados os dados de tamanho corporal estabelecidos por Fariña *et al.* (1998), Giuseppe (2002) e Prevosti e Vizcaino (2006).

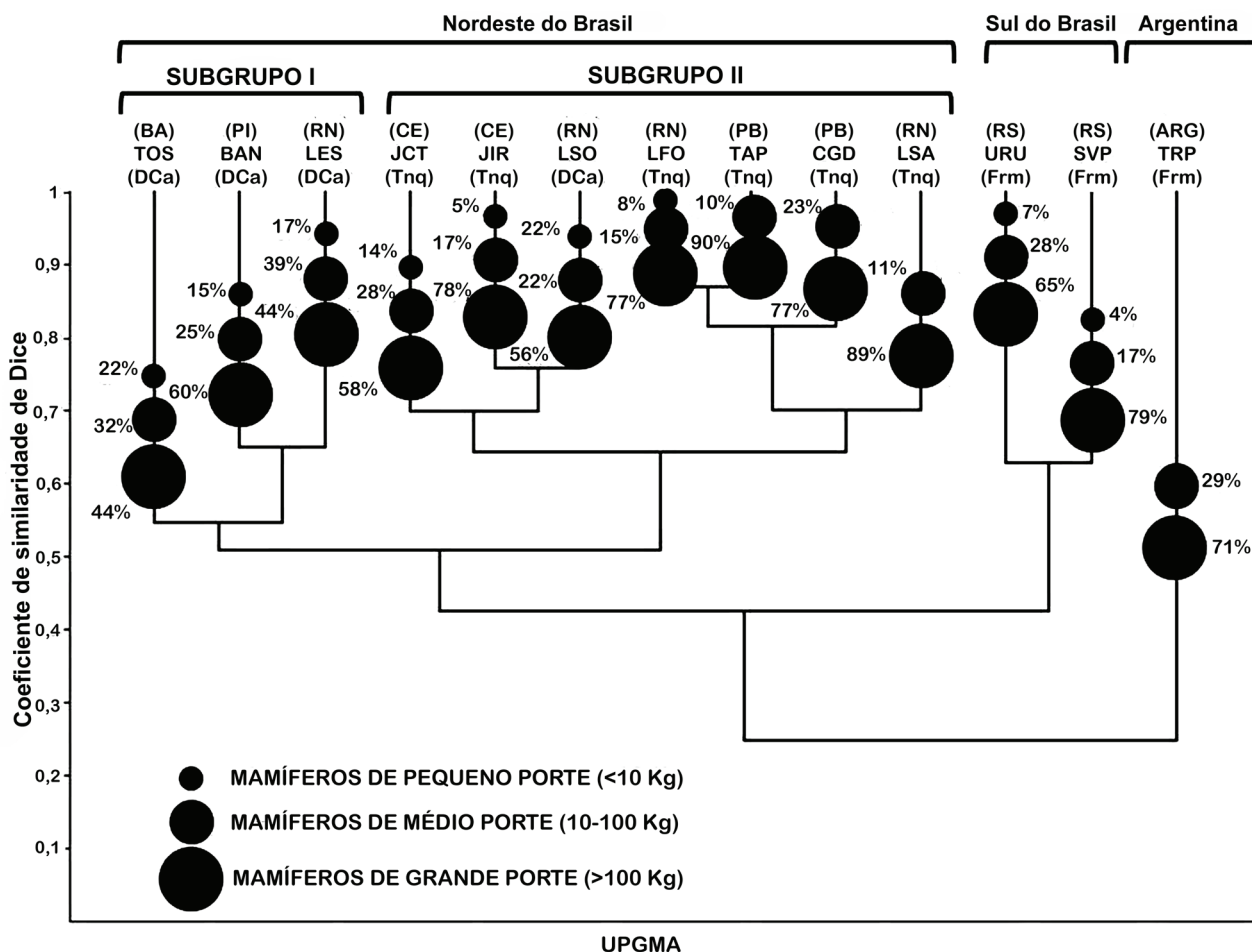
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da análise de *cluster* mostrou que os depósitos fossilíferos do Nordeste do Brasil formaram uma associação exclusiva em relação às áreas do Sul, subdividida em dois subgrupos principais (Figura 2).

O Subgrupo I é formado exclusivamente por depósitos cársticos do tipo caverna, geograficamente distantes entre si, que mostra uma maior diversidade taxonômica e espécies de pequeno, médio e grande porte. Os ambientes cavernícolas, diferentemente dos tanques, são ecossistemas bem delimitados, com faunas endêmicas e distintas entre si (Simms, 1994). Nas cavernas estudadas estão presentes táxons exclusivos, como

*Proechymis* sp. no Lajedo de Escada, *Neochoceros sulcidens* (Lund, 1839) e *Alouatta* sp., na Toca dos Ossos, e *Monodelphis domestica* (Wagner, 1842) e *Thricomys apereoides* (Lund, 1839), na Toca da Janela da Barra do Antonião. Essa parece ser a razão para a baixa similaridade (= 0,56) entre as acumulações fossilíferas desses depósitos. Além disso, a baixa similaridade faunística entre os depósitos do Subgrupo I pode indicar que existem diferenças tafonômicas entre os depósitos cársticos, como sugerido por Auler *et al.* (2006), embora a possibilidade de mistura temporal não possa ser descartada (Avilla *et al.*, 2007).

O subgrupo II mostrou ser representado pelos depósitos de tanque e ravinas. Embora geograficamente distantes (Lájea Formosa e Jirau), suas acumulações apresentaram maior semelhança entre si (= 0,66) que com os depósitos de cavernas do subgrupo I, mesmo quando situados aproximadamente na mesma latitude (e.g. Lajedo de Escada e Lájea Formosa). O Subgrupo II apresenta uma maior proporção de grandes mamíferos em comparação aos outros depósitos



**Figura 2.** Dendrograma de similaridade entre depósitos fossilíferos, baseado em suas faunas de mamíferos. Abreviações: SVP= Santa Vitória do Palmar; URU= Uruguiana; TRP= Toropó; Dca= Depósito Cárstico; Tnq= Tanque; Dco= Depósito Costeiro; Frm= Afloramento de camadas sedimentares. Demais siglas conforme Figura 1.

**Figure 2.** Dendrogram of similarity obtained with the mammal faunas from distinct deposits. Abbreviations: SVP= Santa Vitória do Palmar; URU= Uruguiana; TRP= Toropó; Dca= Carstic deposit; Tnq= Tank; Dco= Coastal deposit; Frm= Outcrop of sedimentary layers. Others acronyms as shown in Figure 1.

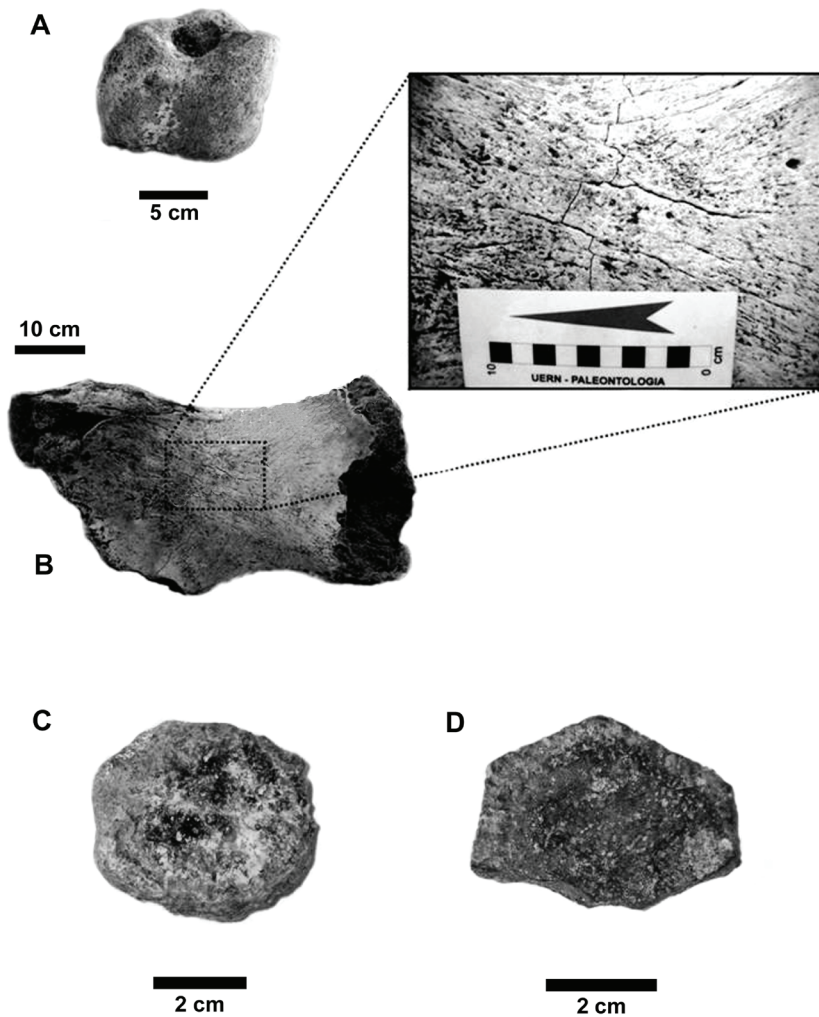
analisados, o que pode refletir diferenças paleoambientais ou tafonômicas.

Os pequenos mamíferos (felinos, canídeos e roedores) registrados em maior quantidade nos depósitos cársticos são espécies euritópicas (Eisenberg e Redford, 1999), e representam a principal diferença mastofaunística em relação aos depósitos de tanques. Contudo, a ampla distribuição geográfica e versatilidade ecológica características desse tipo de espécie não fornecem evidências para sugerir diferenças paleoambientais entre as áreas de ocorrência dos depósitos cársticos e tanques aqui estudados.

Já algumas evidências observadas nos fósseis de tanques, como fragmentação, desgaste e fraturas longitudinais em ossos longos (Figura 3) sugerem a atuação de agentes tafonômicos, como por exemplo, o transporte e reatamento das concentrações ósseas e exposição dos ossos ao intemperismo (Santos *et al.*, 2002; Araújo-Júnior e Porpino, 2009; Araújo-Júnior *et al.*, 2009; Araújo-Júnior, 2010; Ribeiro e Carvalho, 2010). Esses processos atuam de forma mais destrutiva sobre os esqueletos dos pequenos animais, levando-os a uma rápida eliminação das concentrações ósseas (Behrens-

meyer *et al.*, 1979). Por outro lado, nas acumulações fossilíferas de cavernas essas feições tafonômicas são raras, provavelmente devido às condições mais favoráveis de preservação vigentes nesses ambientes, tais como alcalinidade, proteção dos elementos ósseos pela incrustação por carbonato de cálcio (Figura 4), ou isolamento dos restos ósseos da influência dos processos intempéricos (Behrens-meyer *et al.*, 1979; Cartelle, 1994; Simms, 1994). Dessa forma, a análise das evidências apresentadas suporta melhor a hipótese de que a dominância de grandes mamíferos nos tanques é um tendenciamento tafonô-





**Figura 3.** Feições tafonômicas dos ossos de mamíferos provenientes dos tanques. **A:** osso podial de *Xenarthra incertae sedis* do Tanque do Jirau (Itapipoca/CE), evidenciando o desgaste produzido pelo transporte ou retrabalhamento (escala 5 cm); **B:** fêmur direito de *Eremotherium laurillardi* (Megatheriidae, Pilosa) do Tanque do Jirau (Itapipoca/CE), mostrando fraturas longitudinais produzidas pelos processos de intemperismo (escala 10 cm); **C:** osteodermo da carapaça de um Glyptodontidae indet. (Cingulata), dos tanques de Lajea Formosa (São Rafael/RN), com feições de desgaste ocasionadas por transporte ou retrabalhamento (escala 2 cm); **D:** osteodermo fragmentado da carapaça de *Holmesina paulacoutoi* (Pampatheriidae, Cingulata) dos tanques de Lajea Formosa, São Rafael (escala 2 cm).

**Figure 3.** Taphonomic features in the mammal bones of the natural depressions (tanques). **A:** podial of *Xenarthra incertae sedis* showing the abrasion produced by transport or reworking (scale bar 5 cm); **B:** weathered right femur of *Eremotherium laurillardi* (Megatheriidae, Pilosa) exhibiting longitudinal fractures (scale bar 10 cm); **C:** carapace osteoderm of Glyptodontidae indet. (Cingulata) with wear marks produced by transport and/or reworking (scale bar 2 cm); **D:** fragmented carapace osteoderm of *Holmesina paulacoutoi* (Cingulata). Scale bar 2 cm. **A and B** from Jirau, Itapipoca county, Ceará State; **C and D** from Lajea Formosa, São Rafael county, Rio Grande do Norte State.

mico, e não o resultado de diferenças no contexto paleoambiental. Apesar disso, não se pode descartar completamente a possibilidade da ocorrência de mistura temporal (*time-averaging/temporal-mixing*), dada a divergência entre o padrão taxo-

nômico observado para os depósitos cársticos e aquele dos tanques.

A alta diversidade notada nas cavernas da Bahia, do Piauí e do Rio Grande do Norte parece confirmar o resultado da acumulação de restos de táxons assin-

crônicos. Auler *et al.* (2006) já haviam demonstrado através de datações absolutas em cavernas da Bahia, a alta frequência deste tipo de mistura, com a presença de materiais cujas idades se distribuem entre cerca de 350 mil até 10 mil anos. Esse assincronismo dos materiais ósseos resulta da maior proteção aos processos destrutivos, garantida pelos ambientes de cavernas, aliada à sua natural tendência a favorecer o acúmulo de sedimentos e resíduos por longos períodos de tempo (Santos *et al.*, 2002; Araújo-Júnior e Porpino, 2009; Araújo-Júnior, 2010).

Já quando se comparam os depósitos meridionais àqueles do Nordeste brasileiro, o isolamento resultante das análises parece estar relacionado à presença de espécies endêmicas nos últimos (*e.g.*, *Xenorhinotherium bahiense* Cartelle e Lessa, 1988; *Panochthus greslebini* Castellanos, 1941; *Panochthus jaguaribensis* Moreira, 1965; *Catonyx cuvieri* (Lund, 1839); *Pachyarmatherium brasiliense* Porpino *et al.*, 2009), em geral representadas apenas nos depósitos intertropicais do Brasil (Cartelle, 1999). O distanciamento das faunas do Rio Grande do Sul e da Argentina em relação às nordestinas parece confirmar suas histórias biogeográficas e paleoambientais distintas, como previamente apontado por Oliveira (1992, 1999), Cartelle (1999), Oliveira e Pereira (2009) e Ribeiro e Scherer (2009).

Quando comparados individualmente, os depósitos do sul do Brasil também mostram uma baixa similaridade entre si, como acontece com os depósitos do subgrupo I. Essas diferenças podem refletir o fato de a acumulação fóssilífera de Santa Vitória do Palmar conter uma maior mescla de táxons da região pampeana/patagônica, com os da região intertropical brasileira. No depósito de Uruguaiana esse processo é bem menos expressivo e os táxons de origem austral são dominantes (Oliveira, 1992; Kerber e Oliveira, 2008; Oliveira e Pereira, 2009; Lopes e Buchmann, 2011). Desse modo, não é possível descartar, no momento, a possibilidade de que o caráter distinto de deposição e os processos tafonômicos associados possam ter influenciado a diferenciação entre essas localidades.



**Figura 4.** Ossos de mamíferos coletados na caverna de Toca dos Ossos (Ourolândia/BA) mostrando incrustação por carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). A: úmero incompleto de um Carnívora; B: falange ungueal de Pilosa. As setas indicam as áreas incrustadas. Escalas: 3 cm

**Figure 4.** Mammalian bones from Toca dos Ossos cave (Ourolândia/BA) showing incrustation by calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ). A: incomplete humerus of Carnivora; B: ungual phalanx of Pilosa. Arrows indicate sectors with encrustation. Scale bars: 3 cm.

## CONCLUSÕES

Por conterem espécies endêmicas da região intertropical brasileira, os depósitos da mastofauna quaternária do Nordeste mostram maior similaridade entre si quando comparados com aqueles que compõem os depósitos das regiões do sul do Brasil e norte da Argentina.

Por outro lado, quando se comparam os depósitos nordestinos entre si, os tanques mostram maior similaridade faunística, com predomínio de grandes

mamíferos, sugerindo que processos tafonômicos mais destrutivos foram comuns nessas acumulações e responsáveis pela dominância de mamíferos de grande porte. Já os depósitos cársticos de cavernas, enfocados individualmente, exibem maior diversidade taxonômica e incluem espécies de diferentes classes de tamanho, refletindo uma menor similaridade entre si. Esse caráter parece refletir uma maior diversidade de fatores tafonômicos atuantes ou uma mistura temporal, de ocorrência comum nesse contexto.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento deste trabalho; a Antônio Sílvio Teixeira dos Santos, diretor do Museu de Pré-História de Itapipoca (MUPHI), por permitir o estudo dos fósseis procedentes do Tanque do Jirau; à editora deste periódico e aos consultores anônimos pelas valiosas sugestões.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R.S.; BARRETO, A.M.F.; BORGES, L.E.P.; FARIAS, C.C. 2007. Aspectos tafonômicos no depósito de mamíferos pleistocênicos de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco. *Estudos Geológicos*, 17:114-122.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I. 2010. Taphonomic and paleoecological aspects of the fossil assemblage of Pleistocene vertebrates from the natural tanks of João Cativo, Itapipoca, Ceará State, Brazil: an integrated approach. In: REUNIÃO ANUAL REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, NÚCLEO MINAS GERAIS (PALEOMINAS), 9, Uberlândia, *Caderno de Resumos*, SBP, 1:26.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K.O. 2007. Mamíferos fósseis da Fazenda Lajea Formosa, São Rafael, Rio Grande do Norte, Brasil: interpretações paleoecológicas. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, Caxambu, *Resumos Expandidos*, SEB, 1:1-2.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K.O. 2009. Assinaturas tafonômicas em fósseis de mamíferos de tanques naturais do Nordeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA (NÚCLEO NORDESTE), 10, Crato, *Resumos*, URCA, 1:1.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K.O. 2011. Assembleias fossilíferas de mamíferos do Quaternário do Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil: diversidade e aspectos tafonômicos e paleoecológicos. *Pesquisas em Geociências*, 38:67-83.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K.O.; XIMENES, C.L. 2009. Informações tafonômicas sobre a assembleia fossilífera de João Cativo, Itapipoca, Ceará, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 21, Belém, *Resumos*, UFPA, 1:145-146.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I.; PORPINO, K.O.; XIMENES, C.L. 2010. Comparação entre tafocenoses de mamíferos de tanques naturais e de depósitos cársticos do Nordeste do Brasil: Tafonomia vs. Paleoecologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE

- VERTEBRADOS, 7, Rio de Janeiro, *Resumos*, UNIRIO/DNPM, 1:75.
- AULER, A.S.; PILÓ, L.B.; SMART, P.L.; WANG, X.; HOFFMANN, D.; RICHARDS, D.A.; EDWARDS, R.L.; NEVES, W.A.; CHENG, H. 2006. U-series dating and taphonomy of Quaternary vertebrates from Brazilian caves. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **240**:508-522. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2006.03.002>
- AVILLA, L.S.; WINK, G.R.; FRANCISCO, V.M.R.; GIL, B.B.; GRANHEN, A.; COSTA, D.G. 2007. A Fauna de Morcegos Fósseis como Ferramenta na Caracterização de Paleoambientes Quaternários. *Anuário do Instituto de Geociências*, **30**:19-26.
- BEHRENSMEYER, A.K.; WESTERN, D.; DECHANT-BOAZ, D.E. 1979. New perspectives in vertebrate paleoecology from a recent bone assemblage. *Paleobiology*, **5**:12-21.
- BERGQVIST, L.P.; GOMIDE, M.; CARTELLE, C.; CAPILLA, R. 1997. Faunas-locais de mamíferos pleistocênicos de Itapipoca/Ceará, Taperoá/Paraíba e Campina Grande/Paraíba. Estudo comparativo, bioestratigráfico e paleoambiental. *Geociências*, **2**:23-32.
- BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. dos. 1994. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas, relevo cárstico e dômico*. Florianópolis, Ed. UFSC, 425 p.
- CABRAL-DE-CARVALHO, J.N.; CAMPOS-E-SILVA A.; OLIVEIRA, L.D.D.; FERNANDES, M.; CARVALHO, S.G. 1969. A Paleontologia no Rio Grande do Norte. *Arquivos do Instituto de Antropologia, Série Especial*, **1**:1-40.
- CARTELLE, C. 1994. *Tempo passado: Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais*. Belo Horizonte, Editora Palco, 131 p.
- CARTELLE, C. 1999. Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: J.F. EISENBERG; K.H. REDFORD (eds.), *Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics*. Chicago, The University of Chicago Press, p. 27-46.
- DANTAS, M.A.T.; ZUCON, M.H.; RIBEIRO, A.M. 2005. Megafauna pleistocênica da Fazenda Elefante, Gararu, Sergipe, Brasil. *Geociências*, **24**:277-287.
- EISENBERG, J.F.; REDFORD, K.H. 1999. *Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics*. Chicago, The University of Chicago Press, 609 p.
- FARIÑA, R.A.; VIZCAÍNO, S.F.; BARGO, M.S. 1998. Body mass estimations in Lujanian (Late Pleistocene-Early Holocene of South America) mammal megafauna. *Mastozoología Neotropical*, **5**:87-108.
- GIUSEPPE, T. 2002. La megafauna del Pleistocene Sudamericano: una paleoecología non omologa. In: INCONTRO ANNUALE DI STUDI, 10, Pisa, *Annales*, Pisa, UNIP, **1**:21-24.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Malden, Blackwell Publishing, 351 p.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**:1-9.
- KERBER, L.; OLIVEIRA, E.V. 2008. Fósseis de vertebrados da Formação Touro Passo (Pleistoceno Superior), Rio Grande do Sul, Brasil: atualização dos dados e novas contribuições. *Gaea Journal of Geoscience*, **4**(2):49-64. <http://dx.doi.org/10.4013/gaea.20082.02>
- LOPES, R.P.; BUCHMANN, F.S. 2011. Pleistocene mammals from the southern Brazilian continental shelf. *Journal of South American Earth Sciences*, **31**(1):17-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2010.11.003>
- MABESOOONE, J.M.; OLIVEIRA, L.D.D.; DAMASCENO, J.M. 1990. Desenvolvimento dos tanques fossilíferos no Semi-Árido Norte-riograndense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, *Anais*, **1**:733-741.
- OLIVEIRA, E.V. 1992. Mamíferos fósseis do Quaternário do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre, UFRGS, Dissertação de Mestrado, 118 p.
- OLIVEIRA, E.V. 1999. Quaternary vertebrates and climates from southern Brazil. In: L. RABASSA; M. SALEMME (eds.), *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. Rotterdam, A.A. Balkema, p. 61-73.
- OLIVEIRA, E.V.; PEREIRA, J.C. 2009. Intertropical cingulates (Mammalia, Xenarthra) from the Quaternary of Southern Brazil: systematics and paleobiogeographical aspects. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **12**:167-178. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2009.3.01>
- PORPINO, K.O.; SANTOS, M.F.C.F. 1997. Mamíferos pleistocênicos de Lagoa do Santo, Rio Grande do Norte-Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15, São Pedro, *Resumos*, SBP, **1**:116.
- PORPINO, K.O.; SANTOS, M.F.C.F.; BERGQVIST, L.P. 2004. Registro de mamíferos fósseis no Lajedo de Soledade, Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **7**:349-358. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2004.3.06>
- PORPINO, K.O.; SANTOS, M.F.C.F.; CARVALHO-NETO, A.T. 2001. Observações tafonômicas preliminares na assembleia fossilífera de Lagoa Formosa, São Rafael/RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17, Rio Branco, *Anais*, UFAC, **1**:38.
- PREVOSTI, F.J.; VIZCAÍNO, S.F. 2006. Paleoecology of the large carnivore guild from the late Pleistocene of Argentina. *Acta Palaeontologica Polonica*, **51**:407-422.
- RIBEIRO, A.M.; SCHERER, C.S. 2009. Mamíferos do Pleistoceno do Rio Grande do Sul, Brasil. In: A.M. RIBEIRO; S.G. BAUER-MANN; C.S. SCHERER (eds.), *Quaternário do Rio Grande do Sul: integrando conhecimentos*. Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, **11**, SBP, p. 171-191.
- RIBEIRO, R.C.; CARVALHO, I.S. 2010. Aspectos tafonômicos dos fósseis de megafauna de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 7, Rio de Janeiro, *Resumos*, UNIRIO/DNPM, **1**:107.
- SANTOS, M.F.C.F. 2001. *Geologia e Paleontologia de depósitos fossilíferos pleistocênicos do Rio Grande do Norte*. Natal, UFRN, Dissertação de Mestrado, 70 p.
- SANTOS, M.F.C.F.; BERGQVIST, L.P.; LIMA-FILHO, F.P.; PEREIRA, M.M.V. 2002. Feições tafonômicas observadas em fósseis pleistocênicos do Rio Grande do Norte. *Revista de Geologia*, **15**:31-41.
- SIMMS, M.J. 1994. Emplacement and preservation of vertebrates in caves and fissures. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **112**:261-283. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1096-3642.1994.tb00320.x>
- SOKAL, R.R.; MICHENER, C.D. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *University of Kansas Science Bulletin*, **38**:1409-1438.
- THE PALEOBIOLOGY DATABASE. 2011. University of California, Santa Barbara. Disponível em: <http://paleodb.org/cgi-bin/bridge.pl/>. Acesso em: 07/05/2011.
- XIMENES, C.L.; SANTOS, A.S.T.; MONTEIRO, F.A.C. 2010. Nota preliminar sobre os fósseis de vertebrados do Sítio Paleontológico do Jirau, Pleistoceno de Itapipoca, estado do Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 7, Rio de Janeiro, *Resumos*, UNIRIO/DNPM, **1**:122.
- ZURITA, A.E.; LUTZ, A.I. 2002. La fauna pleistocena de La Formación Toropí em La Provincia de Corrientes (Argentina). *Journal of Neotropical Mammalogy*, **9**:47-56.

Recebido: 02/07/2011

Aceito: 10/12/2011



**Apêndice 1.** Lista dos 65 táxons de mamíferos utilizados nas análises.

**Appendix 1.** List of the 65 mammal taxa used in the analysis.

(1) <i>Eremotherium laurillardi</i>	(23) <i>Hippidion principale</i>	(45) <i>Lestodon</i> sp.
(2) <i>Glyptotherium</i> sp.	(24) <i>Equus</i> ( <i>Amerhippus</i> ) sp.	(46) <i>Scelidodon</i> sp.
(3) <i>Glyptodon</i> sp.	(25) <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	(47) <i>Pampatherium typum</i>
(4) <i>Pachyarmatherium brasiliense</i> .	(26) <i>Proechymis</i> sp.	(48) <i>Stegomastodon platensis</i>
(5) <i>Propaopus grandis</i>	(27) <i>Didelphis</i> sp.	(49) <i>Clamydotherium sellowi</i>
(6) <i>Panochthus greslebinii</i>	(28) <i>Xenorhinotherium bahiense</i>	(50) <i>Neothoracophorus</i> sp.
(7) <i>Panochthus jaguaribensis</i>	(29) <i>Toxodon</i> sp.	(51) <i>Panochthus tuberculatus</i>
(8) <i>Hoplophorus euphractus</i>	(30) <i>Smilodon populator</i>	(52) <i>Doedicurus clavicaudatus</i>
(9) <i>Holmesina paulacoutoi</i>	(31) <i>Leopardus tigrinus</i>	(53) <i>Dolichotinae</i> indet.
(10) <i>Dasyus</i> sp.	(32) <i>Protocyon troglodytes</i>	(54) <i>Hemiauchenia</i> sp.
(11) <i>Euphractus sexcinctus</i>	(33) <i>Cerdocyon thous</i>	(55) <i>Eumysopinae</i> indet.
(12) <i>Tolypeutes tricinctus</i>	(34) <i>Arctotherium</i> sp.	(56) <i>Reithrodon auritus</i>
(13) <i>Glossotherium</i> sp.	(35) <i>Tapirus</i> sp.	(57) <i>Neuryurus rudis</i>
(14) <i>Nothrotherium</i> sp.	(36) <i>Dusicyon avus</i>	(58) <i>Alouatta</i> sp.
(15) <i>Ocnotherium giganteum</i>	(37) <i>Theriodictis</i> sp.	(59) <i>Mylodonopsis ibseni</i>
(16) <i>Stegomastodon waringi</i>	(38) <i>Xenocnus cearensis</i>	(60) <i>Mylodon</i> sp.
(17) <i>Lama</i> sp.	(39) <i>Catonyx cuvieri</i>	(61) <i>Myrmecophaga tridactyla</i>
(18) <i>Palaeolama major</i>	(40) <i>Macrauchenia patachonica</i>	(62) <i>Tamandua tetradactyla</i>
(19) <i>Cervidae</i> indet.	(41) <i>Cuniculus</i> sp.	(63) <i>Coendou</i> sp.
(20) <i>Tayassu pecari</i>	(42) <i>Pampatherium humboldti</i>	(64) <i>Neoshoeris sulcidens</i>
(21) <i>Pecari tajacu</i>	(43) <i>Leopardus yagouaroundi</i>	(65) <i>Myocastor coypus</i>
(22) <i>Catagonus stenocephalus</i>	(44) <i>Hippidion bonaerensis</i>	

**Apêndice 2.** Presença e ausência de táxons por acumulação fossilífera estudada; (0) ausente; (1) presente. A ordem horizontal dos números (0;1) é a mesma do Apêndice 1.

**Appendix 2.** Presence and absence of taxa in the studied fossil assemblages; (0) absent; (1) present. Obs.: the number order in horizontal lines (0;1) is the same presented in Appendix 1.

**Lajedo da Escada (LES)**

1101000101 0001010111 1011111011 0000100000 0000000000 0000000000 00000

**Lajedo de Soledade (LSO)**

1100010010 0100010111 0011100111 1111000000 0000000000 0000000000 00000

**Lagoa do Santo (LSA)**

1100011010 0000010100 0000000110 0000000000 0000000000 0000000000 00000

**Lájea Formosa (LFO)**

1100011010 0000010110 0011000111 0100000000 0000000000 0000000000 00000

**João Cativo (JCT)**

1100000010 0001010111 0011000001 0110000100 0000000000 0000000000 00000

**Jirau (JIR)**

1101010010 0110110111 0011000111 0010000010 0100000000 0000000000 00000

**Campina Grande (CGD)**

1000010010 0011010110 0011000111 0000000000 0000000000 0000000000 00000

**Taperoá (TAP)**

1000011000 0000010100 0011000111 0000000000 0000000000 0000000000 00000

**Toca dos Ossos (TOS)**

1100000000 01111110110 1011100011 0000000010 0100000000 0000000110 11111

**Barra do Antonião (BAN)**

1100010101 0001010111 1001000011 0100000011 1111000000 0000000000 00000

**Uruguaiana (URU)**

0010100010 0010011011 0111100010 0000000001 0100001001 1001010000 00000

**Santa Vitória do Palmar (SVP)**

0010100010 1010011011 0011000011 0000111001 0100101011 1111111001 00001

**Toropi (TRP)**

0010000000 0000000010 0000100010 0000000000 0000011100 0000000000 00000