

TAFONOMIA DA MEGAFAUNA PLEISTOCÉNICA BRASILEIRA: *FLUVIAL TRANSPORT INDEX (FTI)* EM ANÁLISES DE REPRESENTATIVIDADE ÓSSEA

HERMÍNIO ISMAEL DE ARAÚJO JÚNIOR

Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Ilha do Fundão, 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
herminio.ismael@yahoo.com.br

MARCOS CÉSAR BISSARO JÚNIOR

Scientia Consultoria Científica, Escritório Porto Velho. Av. Rio de Janeiro, 4335, Nova Porto Velho, 76280-195, Porto Velho, RO, Brasil. *marcosbissaro@gmail.com*

TIRLA TAVARES DOS SANTOS

Departamento de Biologia, Universidade Federal de Rondônia, Campus BR 364, km 9,5, Zona Rural, 78900-000, Porto Velho, RO, Brasil. *tirla_tavares@hotmail.com*

ROSEMBERGH DA SILVA ALVES

Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, UFRJ, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Ilha do Fundão, 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *bergbio@yahoo.com.br*

LÍLIAN PAGLARELLI BERGQVIST

Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Ilha do Fundão, 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *bergqvist@geologia.ufrj.br*

ABSTRACT – BRAZILIAN PLEISTOCENE MEGAFAUNAL TAPHONOMY: FLUVIAL TRANSPORT INDEX (FTI) IN BONE REPRESENTATIVITY ANALYSES. In this work FTI is applied in order to obtain more refined conclusions about the transport process involved in taphonomic history of these accumulations. Data of bone representation from Fazenda Nova tank (in Brejo da Madre de Deus Municipality, Pernambuco State), Jirau and João Cativo tanks (both in Itapipoca Municipality, Ceará State) and the fluvial deposits of Araras/Taquara (outcrops of the Rio Madeira Formation, Rondonia State) were used in this analysis. Using the Spearman's nonparametric correlation between bone representation and FTI, we observed the quantitatively homogeneous preservation of skeletal elements less and more transportable in Fazenda Nova and João Cativo tanks, what would be expected for deposits of natural tanks, which were influenced by non-selective depositional processes. In Jirau and Araras/Taquara assemblages the preservation was of less transportable elements. In markedly fluvial deposits, as Araras/Taquara, was as expected sorting of elements due to transport, whereas sorting observed in Jirau tank may have not been related to transport, but to other biostratinomic and diagenetic factors. Simulation with Voorhies Groups (VG) for the same deposits showed conclusions contrary to those observed by use of the FTI, revealing that the taphonomic inferences about transport based in the use of VG for Pleistocene Megafauna assemblages can be misleading.

Key words: Taphonomy, Pleistocene megafauna, Fluvial Transport Index, bone representation, Brazil.

RESUMO – Neste trabalho o Índice de Transportabilidade Fluvial (*Fluvial Transport Index*, FTI) é aplicado em análise de representatividade óssea de concentrações fossilíferas brasileiras de Megafauna pleistocênica visando a obtenção de conclusões mais refinadas a respeito do processo de transporte envolvido na história tafonômica dessas acumulações. Os dados de representatividade óssea dos tanques de Fazenda Nova (em Brejo da Madre de Deus, Pernambuco), do Jirau e de João Cativo (ambos em Itapipoca, Ceará) e dos depósitos fluviais de Araras/Taquara (afloramentos da Formação Rio Madeira, em Rondônia) foram utilizados nesta análise. Utilizando a correlação não paramétrica de *Spearman* entre representatividade óssea e FTI, foi observada a preservação quantitativamente homogênea de elementos esqueletais menos e mais transportáveis em Fazenda Nova e João Cativo, o que seria esperado para depósitos de tanques naturais, os quais sofreram a influência de processos deposicionais não seletivos. Para os depósitos do Jirau e de Araras/Taquara foi observada a predominância de elementos menos transportáveis. Em depósitos marcadamente fluviais, como os de Araras/Taquara, é esperada a ocorrência desses elementos devido à seleção causada pelo transporte, porém, a seleção observada para o Jirau pode não estar relacionada ao transporte, mas a outros fatores bioestratinômicos e diagenéticos. Simulação realizada com a aplicação dos Grupos de Voorhies (VG) para os mesmos depósitos permitiram conclusões contrárias àquelas observadas através da aplicação do FTI, revelando que as inferências tafonômicas de transporte, baseada na utilização dos VG em estudos de animais da megafauna pleistocênica, podem ser equivocadas.

Palavras-chave: Tafonomia, megafauna pleistocênica, Índices de Transportabilidade Fluvial, representatividade óssea, Brasil.

INTRODUÇÃO

Os depósitos fossilíferos de vertebrados pleistocênicos são bastante comuns no Brasil, sendo encontrados em quase todos os estados do país (Bergqvist & Almeida, 2004). No Sul e no Norte do Brasil, as formações geológicas tradicionais constituem os depósitos fossilíferos mais comuns (Ranzi, 1999; Ribeiro & Scherer, 2009; Santos *et al.*, 2010), enquanto que em regiões como o Sudeste e Nordeste (e.g. Bahia), as cavernas detêm a maior quantidade de registros de fósseis pleistocênicos (Chahud, 2005; Auler *et al.*, 2006; Dantas, 2009). Nos outros estados nordestinos predominam os depósitos de tanques naturais, os quais se configuraram como depósitos peculiares quanto aos aspectos tafonômicos (Santos, 2001; Santos *et al.*, 2002; Alves *et al.*, 2007; Silva, 2008; Araújo-Júnior & Porpino, 2011).

Análises tafonômicas dos depósitos pleistocênicos do Brasil são raras, no entanto, as realizadas até o momento já têm fornecido algumas informações consistentes acerca dos processos tafonômicos envolvidos na formação dessas concentrações fossilíferas (Bergqvist *et al.*, 1997; Silva, 2001; Santos *et al.*, 2002; Auler *et al.*, 2006; Alves *et al.*, 2007; Dantas & Tasso, 2007; Araújo-Júnior *et al.*, 2009, 2011a; Ribeiro & Carvalho, 2010; Araújo-Júnior & Porpino, 2011). Dentro da tafonomia de vertebrados fósseis, a análise de representatividade óssea tem importante papel no reconhecimento de padrões e processos tafonômicos, como por exemplo, a identificação de padrões de acumulação de restos esqueletais produzidos por acumuladores físicos e biológicos (Andrews, 1990; Behrensmeyer, 1991; Lyman, 1994; Palmqvist *et al.*, 1996), o reconhecimento dos agentes e da intensidade do transporte (Voorhies, 1969; Behrensmeyer, 1975; Hanson, 1980; Shipman & Walker, 1980; Palmqvist & Arribas, 2001; Santos *et al.*, 2010; Bergqvist *et al.*, 2011a), além de estar diretamente ligada à interpretação paleoambiental (Cladera *et al.*, 2004; Eberth *et al.*, 2006; Britt *et al.*, 2009).

Para inferências relacionadas aos aspectos de transporte que envolve análises de representatividade óssea, os Grupos de Voorhies (Voorhies, 1969) têm sido bastante utilizados. A implementação de informações baseadas na análise desses grupos condicionou maior robustez aos estudos tafonômicos quando se trata da interpretação do grau de transporte e da classificação das concentrações ósseas em autóctone, parautóctone ou alóctone (Behrensmeyer, 1975, 1991; Holz & Simões, 2002). Para o estabelecimento dos Grupos de Voorhies (1969), foram realizados experimentos com ossos de mamíferos recentes (coiotes e ovelhas) em um ambiente aquoso artificial. Com isso, Voorhies (1969) conseguiu estabelecer três grupos principais de transportabilidade. No Grupo I estão agrupados os elementos esqueletais imediatamente removidos durante o transporte e que podem flutuar na coluna d'água, como falanges e vértebras. No Grupo II encontram-se elementos gradualmente removidos pelo transporte e que são transportados em contato com o fundo, como fêmures, tibias e úmeros, enquanto que no Grupo III estão aqueles que dificilmente são transportados, como crânio e mandíbula (Voorhies, 1969).

Após o pioneiro trabalho de Voorhies (1969), outras formas de análise de transportabilidade de elementos ósseos frente a correntes hídricas, estabelecidas experimentalmente, foram estudadas sob diversos aspectos, quais sejam: (i)

velocidade da corrente e profundidade do canal (Dodson, 1973; Behrensmeyer, 1975; Boaz & Behrensmeyer, 1976; Hanson, 1980); (ii) estágio de articulação e fragmentação entre os restos esqueletais (Coard & Dennell, 1995; Aslan & Behrensmeyer, 1996; Trapani, 1998; Coard, 1999; Pante & Blumenschine, 2010); e (iii) diferentes tipos de *taxa* (Frison & Todd, 1986; Trapani, 1998; Kaufmann & Gutiérrez, 2004; Kaufmann *et al.* 2011). Dentre os modelos de transportabilidade utilizados em trabalhos paleontológicos o proposto por Voorhies (1969) continua sendo o mais amplamente aceito.

Behrensmeyer (1975) aventa para o fato de que elementos esqueletais transportados por correntes hídricas são consideradas partículas sedimentares e que, portanto, fatores como peso, forma e densidade devem ser os responsáveis por sua transportabilidade. Baseado nessa premissa Behrensmeyer (1975) identifica algumas limitações na utilização dos Grupos de Voorhies em análises tafonômicas de transportabilidade em tafocenoses compostas por animais maiores ou menores do que aqueles utilizados por Voorhies (1969). E, principalmente em dados de peso e densidade, Behrensmeyer (1975) propõe, então, uma revisão dos Grupos de Voorhies para animais com tamanhos corpóreos diferentes daqueles utilizados por Voorhies (1969). Esses dados podem ser vistos na Tabela 1.

Nos depósitos pleistocênicos brasileiros os vertebrados mais comuns são os mamíferos de grande porte, difundidos na literatura paleontológica como “megafauna pleistocênica” (Bergqvist *et al.*, 1997; Silva, 2001; Bergqvist & Almeida, 2004; Silva *et al.*, 2006; Alves *et al.*, 2007; Araújo-Júnior & Porpino, 2011). Os elementos esqueletais desses mamíferos apresentam tamanho avantajado (e.g. fêmur de um indivíduo adulto de *Eremotherium laurillardi* com até 80 cm de comprimento) e densidades distintas dos outros mamíferos, como no caso dos ossos de *Xenarthra* que não apresentam canal medular (Bergqvist *et al.*, 2011b). Desta forma, conclusões sobre transporte com base na aplicação dos Grupos de Voorhies em análises de representatividade óssea em tafocenoses que contêm esses megamamíferos devem ser tomadas com cautela, já que esses grupos foram estabelecidos com base em ossos de mamíferos de médio porte. O ideal para se averiguar questões de representatividade óssea em concentrações formadas por correntes hídricas é a realização de experimentos com os elementos a serem estudados, o que nem sempre é possível para animais já extintos. Na maioria dos casos os ossos desses animais sofreram alterações na forma, peso e/ou tamanho, devido, principalmente, aos processos tafonômicos diagenéticos.

Frison & Todd (1986) estabeleceram outra forma de interpretação dos aspectos de transporte com base na representatividade óssea. Esses pesquisadores realizaram experimentos com ossos de elefantes indianos (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) e firmaram índices de transportabilidade (FTI-*Fluvial Transport Index*) para os elementos esqueletais desses animais. Em estudos tafonômicos, a utilização dos Grupos de Voorhies (1969) suplanta a do FTI de Frison & Todd (1986), no entanto, pela similaridade entre o porte do animal empregado nos experimentos e dos mamíferos da megafauna pleistocênica, acredita-se que este método permita conclusões mais refinadas acerca do transporte envolvido na formação dos depósitos fossilíferos pleistocênicos brasileiros gerados por processos marcadamente hidráulicos.

A utilização dos dados de FTI de Frison & Todd (1986) já foi realizada por Myers & Storrs (2007), que buscaram compreender

Tabela 1. Elementos esqueletais de mamíferos agrupados segundo os grupos de transportabilidade de Voorhies (1969); *elementos que apresentaram comportamentos hidráulicos diferentes durante as repetições dos experimentos (modificado de Voorhies, 1969); **inclusão de ossos de mamíferos africanos nos Grupos I e II de Voorhies realizada por Behrensmeyer (1975). Os elementos esqueletais dos mamíferos africanos não listados seriam aqueles pertencentes ao Grupo III de Voorhies.

Table 1. Mammalian skeletal elements grouped according to Voorhies (1969) dispersal groups; *elements that showed different hydraulic behavior during experiments repetitions (modified from Voorhies, 1969); **inclusion of African mammal bones in the Voorhies's groups I and II carried out by Behrensmeyer (1975). The skeletal elements for African mammals no recorded are included in the Groups III of Voorhies.

Grupo I	I & II*	Grupo II	II & III*	Grupo III
Canidae e Caprinae <i>Ovis</i> Linnaeus, 1758				
Costela	Escápula	Fêmur	Ramo mandibular	Crânio
Vértebra	Falange	Tíbia		Mandíbula
Sacro	Ulna	Úmero		
Esterno		Metapodial		
		Pélvis		
		Rádio		
I & II**				
<i>Antilope</i> Pallas, 1766		Equinae	<i>Hippopotamus</i> Linnaeus, 1758	
Ulnas		Falanges distais	Falanges distais	
Podiais		Costelas	Sesamoïdes	
Sacro		Ulna proximal		
Vértebras		Corpos vertebrais		
Patelas		Sesamoïdes		
Corpos vertebrais				
Sesamoïdes				
Falanges				

o processo de formação de uma tafocenose composta por ossos de dinossauros saurópodes da Formação Morrison (Jurássico Superior, Montana). Os autores supracitados preferiram a utilização dos dados de FTI em detrimento dos clássicos Grupos de Voorhies, por considerarem que dentre os animais já utilizados em experimentos de transportabilidade, os ossos de elefante apresentam maior similaridade morfológica aos saurópodes (Myers & Storrs, 2007).

Para uma análise de transportabilidade de animais da megafauna pleistocênica brasileira considera-se que os dados de Frison & Todd (1986) são os mais aplicáveis, não por semelhanças morfológicas propriamente ditas, mas porque o porte de um elefante indiano é mais próximo aos dos animais aqui analisados. Baseado nessa premissa, o presente trabalho teve por objetivo realizar a aplicação do FTI na análise de representatividade óssea de mamíferos de grande porte de alguns depósitos fossilíferos pleistocênicos do Brasil, com a finalidade de obter informações mais precisas acerca do processo de transporte na formação dessas acumulações ósseas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a aplicação do FTI foram utilizados os dados de representatividade óssea de tafocenoses de depósitos fossilíferos pleistocênicos distintos geológica e geograficamente. A localização dos depósitos analisados e seus contextos geológicos são apresentados na Figura 1 e na Tabela 2, respectivamente.

Os sítios paleontológicos de Araras e Taquara, localizados nos municípios de Nova Mamoré e Porto Velho, Rondônia (RO), respectivamente, foram considerados, para fins analíticos, como uma única concentração devido a: (i) proximidade geográfica; e (ii) correlações lito e bioestratigráficas entre os sítios. Tratam-se de antigas frentes de exploração garimpeira que propiciaram, a partir da década de 1980, a exumação dos primeiros restos fossilizados da região (Adamy & Pereira, 1991). Ressalta-se que os fósseis de Rondônia não foram

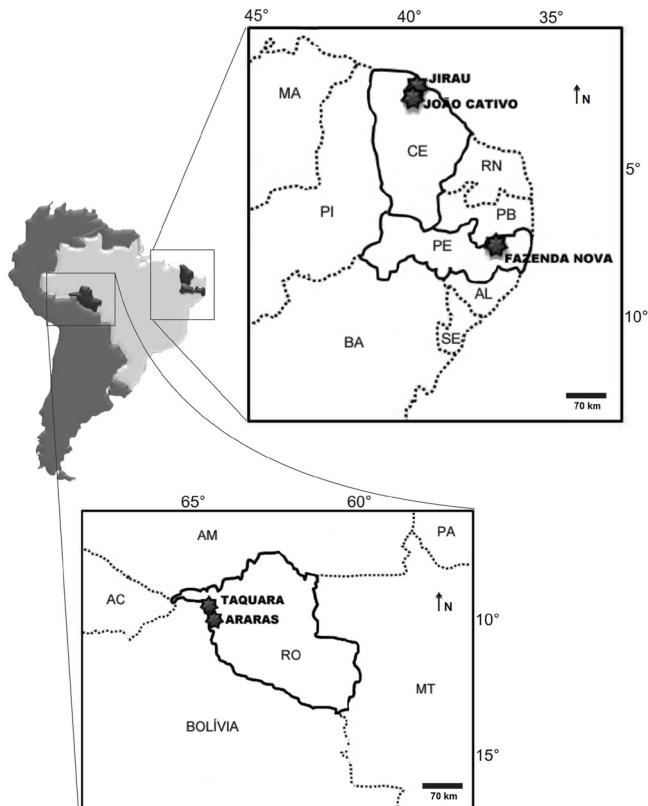


Figura 1. Localização dos depósitos fossilíferos de megafauna pleistocênica analisados. **Abreviações:** **AC**, Acre; **AL**, Alagoas; **AM**, Amazonas; **BA**, Bahia; **CE**, Ceará; **MA**, Maranhão; **MT**, Mato Grosso; **PA**, Pará; **PB**, Paraíba; **PE**, Pernambuco; **PI**, Piauí; **RN**, Rio Grande do Norte; **RO**, Rondônia; **SE**, Sergipe.

Figure 1. Location of fossil deposits of Pleistocene megafauna analyzed. **Abbreviations:** **AC**, Acre State; **AL**, Alagoas State; **AM**, Amazonas State; **BA**, Bahia State; **CE**, Ceará State; **MA**, Maranhão State; **MT**, Mato Grosso State; **PA**, Pará State; **PB**, Paraíba State; **PE**, Pernambuco State; **PI**, Piauí State; **RN**, Rio Grande do Norte State; **RO**, Rondonia State; **SE**, Sergipe State.

coletados por paleontólogos e, portanto, não seguiram protocolos tafonômicos de coleta. Apesar desta significante limitação, sabe-se que a totalidade dos fósseis foi encontrada em camada conglomerática de matriz arenosa, conhecida localmente por “mucururu” (maiores detalhes em Nascimento, 2008).

A contagem dos elementos esqueletais de cada tafocenose foi realizada estabelecendo-se dessa forma o Número de Partes Esqueletais Identificáveis (NISP) para cada uma delas. Apenas os NISPs dos mamíferos integrantes da “megafauna pleistocênica” foram calculados e utilizados nesta análise. Optou-se pela exclusão dos NISPs dos mamíferos de médio e pequeno porte por considerar que o FTI não é aplicável a esses animais. A Tabela 3 apresenta uma listagem dos táxons presentes em cada acumulação fossilífera analisada neste trabalho. Os valores de FTI estabelecidos por Frison & Todd (1986) aqui utilizados são apresentados na Tabela 4.

Para Frison & Todd (1986), elementos esqueletais com FTI igual ou superior a 75 (sacro, patela, astrágalo, calcâneo e vértebra) têm significado para o transporte igual àqueles encontrados no Grupo I de Voorhies. Os ossos com FTI entre 50 e 74 (costela, escápula, úmero, tibia e metacarpal) são similares ao Grupo II, enquanto que elementos esqueletais com FTI abaixo de 50 (atlas, mandíbula, pélvis, rádio-ulna e fêmur) têm significado similar ao do Grupo III.

Para fins estatísticos, utilizou-se a correlação não-paramétrica de *Spearman* entre os valores de FTI e de representatividade óssea para todas as tafocenoses analisadas. Esses valores foram plotados e a análise de correlação foi realizada através do software *Paleontological Statistics* (PAST; Hammer *et al.*, 2001). Optou-se, durante a realização da correlação, pela exclusão dos elementos esqueletais que: (i) apresentavam alto grau de fragmentação; e (ii) sem valor de FTI estabelecido (*e.g.* osteodermos e tubos caudais de Cingulata).

Os termos, “autóctone”, “parautóctone” e “alóctone”, utilizados neste trabalho seguiram as definições para vertebrados fósseis, propostas por Behrensmeyer (1983), Behrensmeyer & Hook (1992) e Lyman (1994), os quais assumem que: (i) acumulações autóctones são concentrações ósseas preservadas próximas do local de morte dos animais, sem transporte significante por processos físicos e/ou biológicos; (ii) acumulações parautóctones são concentrações ósseas que foram transportadas do local de morte, mas que ficaram preservadas dentro do habitat original dos organismos; e (iii) acumulações alóctones são concentrações ósseas que sofreram transporte significativo e se preservaram fora do habitat original dos animais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Representatividade de partes esqueletais

Como pode ser visto na Figura 2, os dentes, vértebras, metapodiais e falanges são os elementos esqueletais mais

abundantes na concentração óssea dos tanques de João Cativo, enquanto que para os tanques do Jirau e de Fazenda Nova são abundantes os dentes, vértebras e costelas. Todos esses elementos citados são encontrados em maior quantidade no esqueleto dos mamíferos (Moore, 1994) e este é o principal fator pela alta representatividade desses elementos nas três tafocenoses nordestinas. Clavículas e escápulas são os elementos esqueletais menos comuns em todas as tafocenoses estudadas. Segundo Moore (1994), esses são os elementos mais frágeis, portanto, difíceis de ficarem preservados. Na concentração óssea de Araras/Taquara as vértebras constituem os elementos esqueletais mais abundantes, concordando com os outros depósitos pleistocénicos, no entanto há também uma alta representatividade de elementos maiores, como fêmures, úmeros e tibias (ver Figura 3). Esses últimos elementos não são os mais abundantes no esqueleto de mamíferos (Moore, 1994).

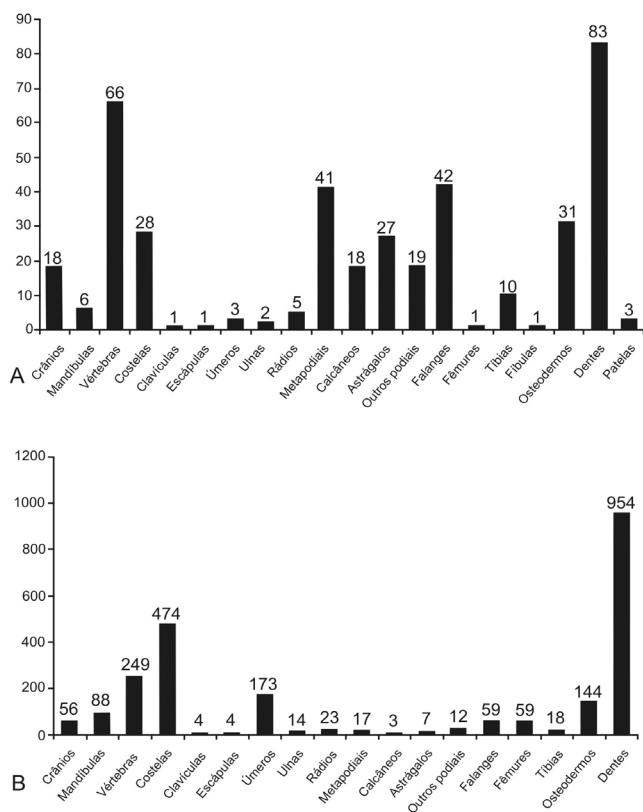


Figura 2. Valores de representatividade óssea da megafauna pleistocênica para as tafocenoses de João Cativo (A) e Jirau (B), ambas no Município de Itapipoca, CE, Brasil.

Figure 2. Pleistocene megafauna bone representation from Joao Cativo (A) and Jirau (B) taphocoenoses, both at Itapipoca Municipality, CE, Brazil.

Tabela 2. Depósitos fossilíferos de megafauna pleistocênica onde o FTI foi aplicado na análise de representatividade óssea.

Table 2. Fossil deposits of Pleistocene megafauna where FTI was applied to analysis of bone representation.

Nome do depósito	Localização geográfica	Tipo de depósito
Tanque do Jirau	Itapipoca/CE	Tanque natural
Tanques de João Cativo	Itapipoca/CE	Tanque natural
Tanque de Fazenda Nova	Brejo da Madre de Deus/PE	Tanque natural
Araras/Taquara	Nova Mamoré/RO e Porto Velho/RO	Fluvial

Tabela 3. Táxons de vertebrados registrados nas acumulações fossilíferas analisadas. **Abreviação:** MP, megafauna pleistocênica.**Table 3.** Vertebrate taxa recorded on the fossil accumulations analyzed. **Abbreviation:** MP, Pleistocene megafauna.

Táxons\Localidades	Jirau (Itapipoca/CE)	João Cativo (Itapipoca/CE)	Fazenda Nova (Brejo da Madre de Deus/PE)	Araras/Taquara (Nova Mamoré e Porto Velho/RO)
<i>Eremotherium laurillardi</i> (Lund, 1842) (MP)	x	x	x	x
<i>Catonyx cuvieri</i> (Lund, 1839) (MP)	x	x		
<i>Ocnotherium giganteum</i> (Lund, 1839) (MP)	x			
<i>Glossotherium</i> Owen, 1840 (MP)	x			
<i>Nothrotherium maquinense</i> Lydekker, 1889			x	
Megalonychidae indet. (MP)				x
<i>Ocnotherium</i> Lund, 1842 (MP)				x
<i>Glyptodon clavipes</i> (Owen, 1838) (MP)			x	x
<i>Panochthus greslebini</i> Castellanos, 1941 (MP)	x		x	
<i>Glyptotherium</i> Osborn, 1903 (MP)	x	x		
<i>Sclerocalyptus</i> Ameghino, 1891 (MP)				x
<i>Pampatherium humboldti</i> (Lund, 1839) (MP)	x			
<i>Holmesina paulacoutoi</i> (Cartelle & Bohórquez, 1985) (MP)	x	x	x	
<i>Holmesina</i> Simpson, 1930 (MP)				x
<i>Pachyarmatherium brasiliense</i> Porpino, Fernicola & Bergqvist, 2009	x			
<i>Tolypeutes tricinctus</i> (Linnaeus, 1758)	x			
<i>Toxodon platensis</i> Owen, 1840 (MP)	x		x	
<i>Toxodon</i> aff. <i>T. platensis</i> (MP)				x
<i>Trigodonops lopesi</i> (Roxo, 1921) (MP)				x
Toxodontinae indet.				x
<i>Xenorhinotherium bahiense</i> (Cartelle & Lessa, 1988) (MP)	x			
<i>Notiomastodon platensis</i> (Ameghino, 1888) (MP)	x	x	x	x
<i>Palaeolama major</i> Liais, 1872	x	x		
<i>Mazama gouazoubira</i> (Fischer, 1814)			x	
<i>Mazama</i> Rafinesque, 1817	x			
<i>Ozotocerus bezoarticus</i> (Linnaeus, 1758)			x	
Cervidae indet.				x
<i>Equus (Amerhippus) neogaeus</i> Lund, 1840	x	x		
<i>Hippidion principale</i> (Lund, 1846)	x	x		
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	x	x		
Tayassuidae indet.				x
<i>Tapirus rondoniensis</i> Holanda, Ferigolo & Ribeiro, 2011				x
<i>Tapirus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)				x
<i>Neochoerus</i> aff. <i>N. sulcidens</i> (Lund, 1839)				x
<i>Smilodon populator</i> Lund, 1842 (MP)	x	x		
<i>Trichechus</i> (Linnaeus, 1758)				x
<i>Phractocephalus</i> Agassiz, 1829				x
<i>Inia</i> d'Orbigny, 1834				x
Aves indet.	x			
Caimaninae indet.	x			
Testudines indet.	x	x		
Chelidae cf. <i>Geochelone</i> Fitzinger, 1835				x
Crocodylia indet.		x		
Lacertilia indet.		x		
Ophidia indet.		x		
Bufonidae indet.		x		
Pipidae indet.		x		

Correlação entre FTI e representatividade óssea

Os resultados da correlação não-paramétrica entre FTI e representatividade óssea para as quatro tafocenoses de mamíferos pleistocênicos analisadas são apresentadas na Tabela 5. A Figura 4 apresenta elementos com graus de transportabilidade distintos provenientes de acumulações fossilíferas analisadas neste trabalho.

Para a análise dos elementos vertebrais foi utilizada uma média dos valores de FTI (cervicais, torácicas, lombares e caudais) já que na maior parte dos casos não foi possível a identificação e individualização das diferentes vértebras.

Nas análises de correlação não paramétrica de *Spearman* os valores podem variar de -1 a 1. Valores mais próximos a -1

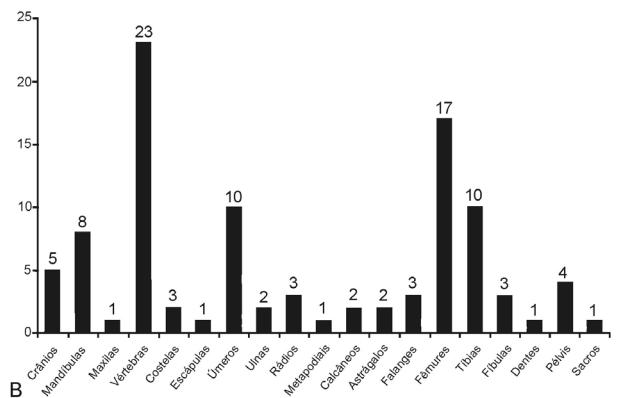
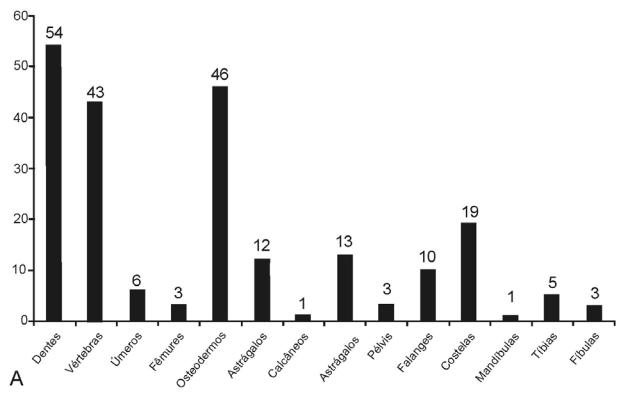


Figura 3. Valores de representatividade óssea da megafauna pleistocênica para as tafocenoses de Fazenda Nova (A), no Município de Brejo da Madre de Deus, PE, e dos afloramentos da Formação Rio Madeira, Araras e Taquara (B), municípios de Nova Mamoré e Porto Velho, RO.

Figure 3. Values of bone representation for Pleistocene megafauna taphocoenoses of Fazenda Nova (A), in Brejo da Madre de Deus Municipality, PE, and outcrops of Rio Madeira Formation, Araras and Taquara (B), at Nova Mamoré and Porto Velho municipalities, RO.

Tabela 5. Valores da correlação não-paramétrica de *Spearman* entre FTI e representatividade óssea bem como os valores de significância associados.

Table 5. Values of non-parametric *Spearman* correlation rank between FTI and bone representation including the associated significance values.

Acumulação fossilífera	Valor da correlação de <i>Spearman</i> (Rho)	Valor de significância estatística (p)
João Cativo	0,36	0,26
Jirau	-0,72	0,02
Fazenda Nova	0,02	0,97
Araras/Taquara	-0,79	0,03

indicam uma maior representatividade de elementos esqueletais menos transportáveis na concentração óssea, enquanto que quanto mais próximo de 1 maior é a representatividade de elementos mais transportáveis. Os tanques de João Cativo e Fazenda Nova, por apresentarem valores próximos da neutralidade, apresentam homogeneidade quanto à quantidade de elementos menos e mais transportáveis. Desta forma essas duas acumulações ósseas podem ser classificadas como parautóctones (*sensu* Behrensmeyer, 1983; Behrensmeyer & Hook, 1992; Lyman, 1994), pois possivelmente foram submetidas a um curto transporte.

Os conjuntos fossilíferos do Jirau e Araras/Taquara apresentam principalmente elementos menos transportáveis, o que também permite enquadrá-las na classe de concentrações parautóctones. Por outro lado, a correlação fortemente negativa (maior que -0,7) e estatisticamente significativa do Jirau e Araras/Taquara aponta para a ocorrência de seleção dos elementos esqueletais de maior porte, enquanto que os valores de correlação estatisticamente não significativos, tendendo a neutralidade, de João Cativo e Fazenda Nova, sugerem ausência de seleção hidráulica (Tabela 5).

No caso dos tanques naturais do Nordeste do Brasil, por conterem pacotes sedimentares onde há grande contribuição de sedimentos carreados por enxurradas (Bergqvist *et al.*, 1997; Araújo-Júnior & Porpino, 2011), de grande competência hidráulica, é esperado encontrar elementos esqueletais de

Tabela 4. Valores de FTI estabelecidos por Frison & Todd (1986) para elementos esqueletais de *Elephas maximus*. Elementos esqueletais sem valor de FTI estabelecido (modificado de Frison & Todd, 1986).

Table 4. FTI values of *Elephas maximus* bones established by Frison & Todd (1986). Skeletal elements with no available FTI values (modified from Frison & Todd, 1986).

Elemento esqueletal	Valor de FTI
Mandíbula	34,56
Atlas	41,97
Vértebra cervical	96,64
Vértebra torácica	76,43
Vértebra lombar	76,21
Vértebra caudal	92,43
Sacro	80,11
Costela	53,98
Escápula	62,95
Úmero	57,77
Rádio-Ulna	49,95
Metacarpal	86,83
Pélvis	0,00
Fêmur	24,26
Patela	90,19
Tíbia	72,84
Fíbula	60,19
Astrágalo	96,83
Calcâneo	100,00

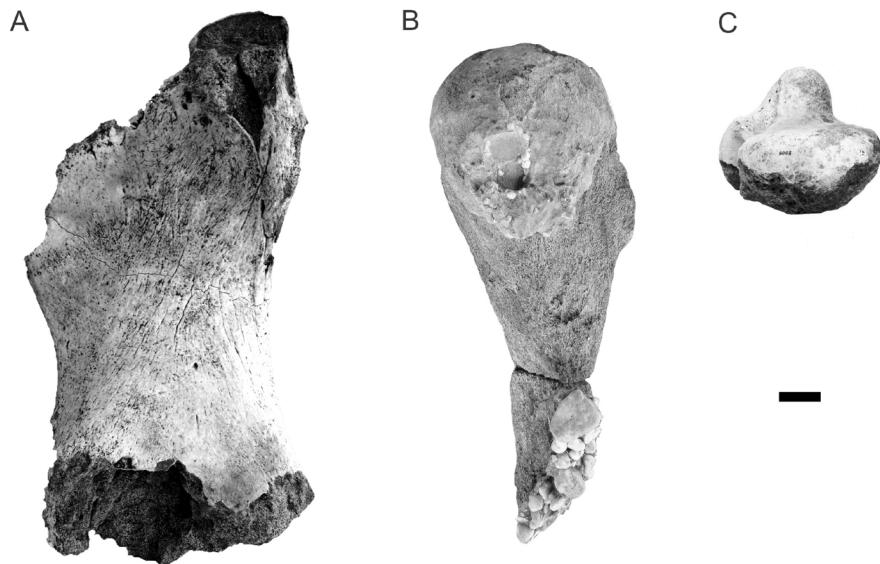


Figura 4. Elementos esqueletais com diferentes graus de transporte provenientes das acumulações fossilíferas analisadas. **A**, Fêmur incompleto (MUPHI 1591) de *Eremotherium laurillardi* do Tanque do Jirau, FTI = 24,26; **B**, Úmero incompleto (CPRM-PM-27) de *E. laurillardi* de Araras/Taquara, FTI = 57,77; **C**, Astrágalo incompleto (6008-DGEO-CTG-UFPE) de *E. laurillardi* do Tanque de Fazenda Nova, FTI = 96,83. Escala = 5 cm.

Figure 4. Skeletal elements with different transport grades from the fossil accumulations analyzed. **A**, Incomplete femur (MUPHI 1591) of *Eremotherium laurillardi* from Jirau tank, FTI = 24.26; **B**, Incomplete humerus (CPRM-PM-27) of *E. laurillardi* from Araras/Taquara outcrops, FTI = 57.77; **C**, Incomplete astragalus (6008-DGEO-CTG-UFPE) of *E. laurillardi* from Fazenda Nova tank, FTI = 96.83. Scale bar = 5 cm.

diversos valores de transportabilidade. A ausência de seleção no material de João Cativo e Fazenda Nova é concordante com essa hipótese, porém o valor obtido para o Jirau é divergente. No caso dos sítios rondonienses Araras e Taquara, o resultado obtido a partir da correlação entre FTI e representatividade era esperado, por se tratar de acumulações geradas por processos marcadamente fluviais. Novamente ressalta-se que a ausência de uma coleta cuidadosa, segundo protocolos tafonômicos de escavação, podem trazer sérios tendenciamentos a este tipo de análise. Uma análise tafonomicamente mais completa do material pleistocênico rondoniense pode ser vista em Santos *et al.* (2011).

O resultado obtido pela análise de correlação no sítio Jirau aparentemente indica uma seleção hidráulica em que os ossos de maior transportabilidade foram eliminados da tafocenose, no entanto, o tipo de depósito sedimentar no Jirau, um tanque natural de acumulação, aparentemente não suporta esta conclusão. Uma vez que o agente de transporte (água) teve a competência para transportar os elementos de menor transportabilidade, era de se esperar que os de maior transportabilidade também estivessem representados.

Sabe-se que os principais processos geradores de seleção em depósitos de vertebrados são o transporte, a seleção por predadores (na fase bioestratinômica) e a destruição de elementos mais frágeis na fase fossilígenética (por compactação através da deposição de novas camadas e pela destruição por eventos de tectonismo) (Shipman, 1981; Behrensmeyer, 1991; Lyman, 1994; Rogers *et al.*, 2008). Eventos neotectônicos são praticamente nulos na região de Itapipoca (Cavalcante, 2006), o que invalida parte da segunda hipótese. É possível que fatores diagenéticos e bioestratinômicos, excluindo-se o transporte hidráulico, também tenham influenciado na composição óssea final das acumulações fossilíferas analisadas. Trata-se, possivelmente, de um caso de equifinalidade no registro fóssil (Lyman, 1994; Rogers, 2000). Em trabalhos recentes, Araújo-Júnior *et al.* (2011b, c) reconheceram a atuação de diversos processos bioestratinômicos e fossilígenéticos na acumulação

fossilífera do Jirau, incluindo intemperismo e retrabalhamento. É possível que algum desses processos tenha influenciado no resultado final da representatividade óssea dessa concentração fossilífera, assim, gerando um resultado que poderia ser confundido com o gerado por transporte hidráulico.

Mesmo pouco utilizado em trabalhos paleontológicos, o termo equifinalidade é comumente abordado em estudos zooarqueológicos (ver Bissaro-Júnior, 2008) e refere-se a dois ou mais processos diferentes que levam aos mesmos (ou semelhantes) estados finais no registro arqueológico ou paleontológico.

Simulação de análise com aplicação dos Grupos de Voorhies

Os dados de representatividade óssea das concentrações fossilíferas estudadas foram quantificados posteriormente com o objetivo de verificar se os resultados obtidos com base na aplicação dos Grupos de Voorhies seriam semelhantes ou diferentes daqueles obtidos com a aplicação do FTI. A quantificação dos elementos com base nos Grupos de Voorhies (1969) e FTI para as concentrações fossilíferas analisadas é apresentada na Figura 5.

Caso os Grupos de Voorhies (Voorhies, 1969) fossem levados em consideração na análise de representatividade óssea das concentrações fossilíferas analisadas, possivelmente seriam obtidas as seguintes conclusões: (i) as concentrações de João Cativo e de Fazenda Nova teriam uma maior quantidade de elementos esqueletais mais transportáveis, permitindo assim inferir que essas acumulações teriam sofrido um transporte mais prolongado; (ii) considerando que os elementos do grupo I são os que se apresentam em maior quantidade no esqueleto dos mamíferos e que os do grupo III estão em menor quantidade, a concentração fossilífera do Jirau apresentaria homogeneidade quanto às quantidades de elementos menos e mais transportáveis. Dessa forma, não seria detectada seleção bioclástica nessa tafocenose; e (iii) a concentração fossilífera

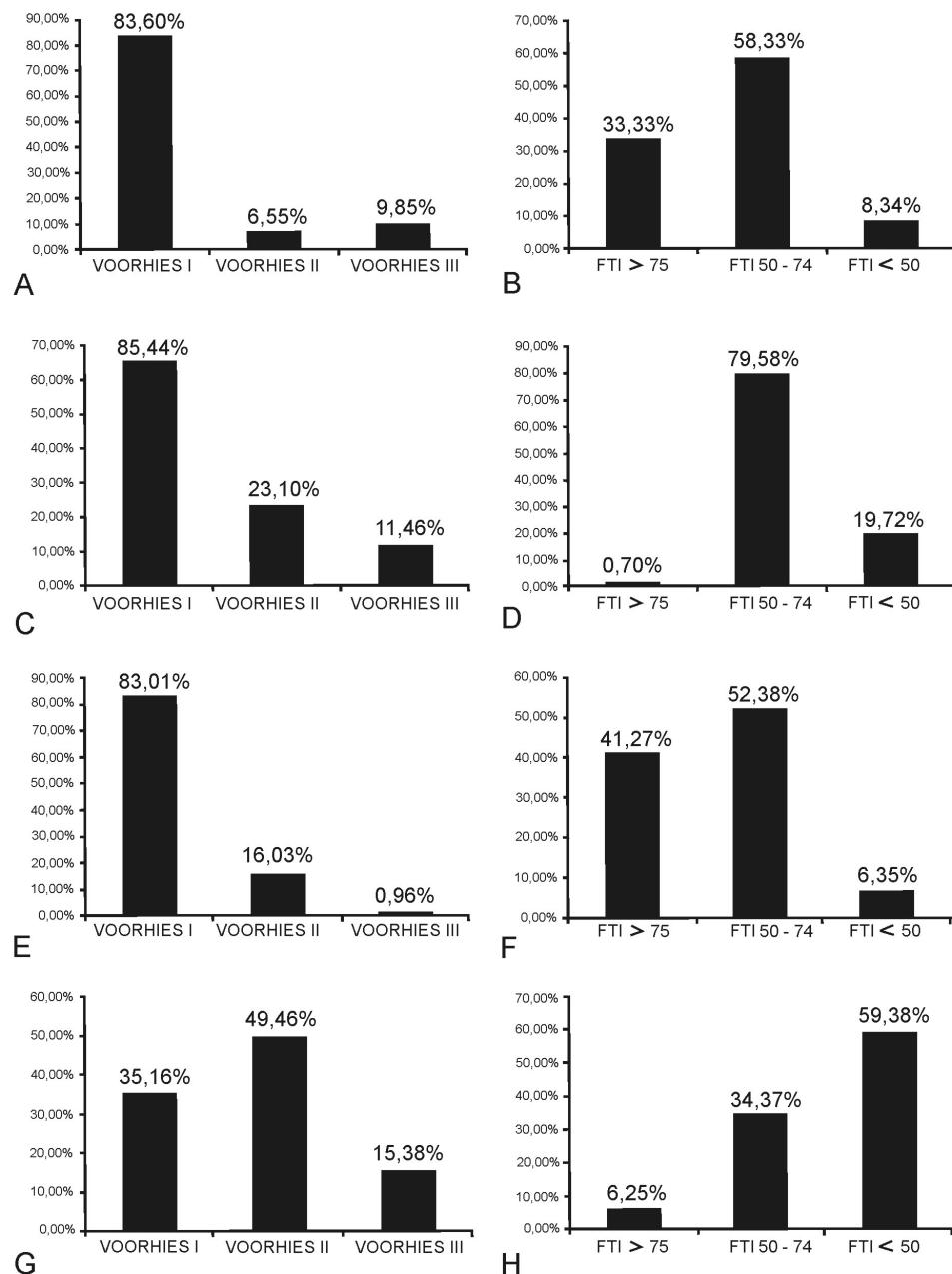


Figura 5. Enquadramento dos elementos esqueletais das tafocenoses analisadas segundo os Grupos de Voorhies e de FTI para as concentrações fossilíferas dos Tanques João Cativo (A e B, respectivamente), Jirau (C e D, respectivamente), Fazenda Nova (E e F, respectivamente) e Araras/Taquara (G e H, respectivamente); o Grupo de FTI>75 é equivalente ao Grupo I de Voorhies, o FTI 50-74 ao Grupo II e o FTI<50 ao Grupo III.

Figure 5. Placement of the skeletal elements of taphocoenoses analyzed according to Voorhies's groups and FTI for fossil assemblages of João Cativo tank (A and B, respectively), Jirau (C and D, respectively), Fazenda Nova (E and F, respectively) and Araras/Taquara (G and H, respectively); FTI>75 group is equivalent to Voorhies's group I, FTI 50-74 to Voorhies's group II and FTI<50 to Voorhies's group III.

de Araras/Taquara também seria considerada paraúntone dada a grande quantidade de elementos menos transportáveis, no entanto, haveria a eliminação de elementos mais transportáveis.

Assim sendo, observa-se uma disparidade entre as conclusões obtidas através da aplicação do FTI (Frison & Todd, 1986) e dos Grupos de Voorhies (Voorhies, 1969). Dessa forma, por assumir que a aplicação do FTI é mais segura quando se trata das concentrações fossilíferas de megafauna pleistocênica, devem ser postas em dúvida aquelas conclusões baseadas nos Grupos de Voorhies para esse mesmo tipo de conjunto fossilífero (Dantas & Tasso, 2007; Lopes, 2009; Ribeiro & Carvalho, 2010; Araújo-Júnior & Porpino, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos por este trabalho demonstram a fragilidade de análises tafonômicas de transportabilidade aquosa de elementos ósseos de animais de megafauna utilizando dados experimentais obtidos com animais de menor tamanho, como aqueles propostos por Voorhies (1969). Dado os fatores como tamanho, densidade e forma dos elementos ósseos, apontados por Behrensmeyer (1975) como determinantes no comportamento de transporte de restos ósseos, a utilização do FTI de Frison & Todd (1986) parece o melhor a ser aplicado nas análises de

transportabilidade de animais da megafauna pleistocênica. Em análises tafonômicas de concentrações fossilíferas de outros grandes vertebrados (e.g. Sauropoda, Dinosauria) os Grupos de Voorhies (1969) também têm sido utilizados (e.g. Gangloff & Fiorillo, 2010), no entanto, acredita-se que o FTI também seja mais aplicável a esse grupo do que os Grupos de Voorhies, como já apontado por Myers & Storrs (2007). Estudos mais específicos para esse grupo de animais devem ser desenvolvidos a fim de confirmar essa hipótese.

Uma vez que o transporte hidráulico se dá segundo o peso, forma e densidade do elemento ósseo, nesse tipo de análise o ideal seria a realização de experimentos controlados com animais análogos aos estudados. A realização de experimentos com ossos de preguiças atuais seria, por exemplo, de grande valia para o entendimento das questões de transportabilidade de *Eremotherium laurillardi*, já que, apesar da drástica diferença de peso e tamanho corporal, a forma e estrutura dos ossos são diretamente comparáveis.

Os resultados obtidos com as análises de correlação e a posterior comparação com os grupos de Voorhies demonstraram que divergentes conclusões podem ser obtidas a partir dos mesmos dados. Ademais, como visto no caso do tanque de Jirau, o contexto sedimentar e a história tafonômica podem ser os responsáveis pela representatividade fóssil final. Mesmo com o predomínio de elementos menos transportáveis observados na tafocenose de Jirau, por se tratar de um tanque natural, fatores tardidiagenéticos ou mesmo bioestratinômicos não relacionáveis ao transporte hídrico (e.g. degradação natural pelo tempo de exposição pré-soterramento) é que podem ser os responsáveis pela representatividade óssea final, sendo, portanto, um caso de equifinalidade.

A representatividade óssea de tafocenoses geradas por correntes hídricas deve ser entendida não apenas do ponto de vista do transporte aquoso, mas do tipo de depósito sedimentar associado às histórias bioestratinômicas e diagenéticas dos restos esqueléticos preservados.

AGRADECIMENTOS

A A. Adamy e M.J. Sant'Anna Filho, por facilitarem o acesso ao material paleontológico de Rondônia; C.L. Ximenes e A.S.T. Santos, por cederem o material do Jirau para este estudo; E.R. do Nascimento, pelo precioso auxílio na identificação taxonômica dos fósseis de Araras/Taquara; M. Gomide pelo auxílio com os fósseis provenientes dos tanques de João Cativo; aos revisores anônimos pelas valiosas sugestões apresentadas; à CAPES e à FAPERJ pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Adamy, A. & Pereira, L.A. C. 1991. Projeto Ouro e Gemas - Frente Rondônia. *Relatório Anual da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Porto Velho)*, p. 8-35.
- 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.
- Andrews, P. 1990. *Owls, caves and fossils*. 1^a ed. Londres, The Natural History Museum, 231 p.
- Araújo-Júnior, H.I.; Mendes, J.C.; Bergqvist, L.P. & Porpino, K.O. 2011c. Observações fossilidiagenéticas em fósseis de vertebrados pleistocênicos do Tanque do Jirau, Itapipoca, Ceará, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22, 2011. *Atas*, Natal, UFRN, p. 670-673.
- 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. & Bergqvist, L.P. 2011a. Marcas de dentes de carnívoros/carniceiros em mamíferos pleistocênicos do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **14**:291-296. doi:10.4072/rbp.2011.3.08
- 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, 2009. *Resumos*, Belém, UFPA, p. 145-146.
- Araújo-Júnior, H.I.; Ximenes, C.L.; Porpino, K.O. & Bergqvist, L.P. 2011b. Aspectos bioestratinômicos de fósseis de vertebrados pleistocênicos do Tanque do Jirau, Itapipoca, Ceará, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22, 2011. *Atas*, Natal, UFRN, p. 632-635.
- Aslan, A. & Behrensmeyer, A.K. 1996. Taphonomy and time resolution of bone assemblages in a contemporary fluvial system: The East Fork River, Wyoming. *Palaios*, **11**:411-421.
- 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. doi:10.1016/j.palaeo.2006.03.002
- Behrensmeyer, A.K. 1975. The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblage east of Lake Rudolf, Kenya. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, **146**:473-578.
- Behrensmeyer, A.K. 1983. Patterns of natural bone distribution on recent land surfaces: implications for archaeological site formation. In: J. Clutton-Brock & C. Grigson (eds.) *Animals and archaeology: 1. hunters and their prey*, British Archaeological Reports International Series, p. 93-106.
- Behrensmeyer, A.K. 1991. Terrestrial vertebrate accumulations. In: P.A. Allison & D.E.G. Briggs (eds.) *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*, Plenum Press, p. 291-335.
- Behrensmeyer, A.K. & Hook, R.W. 1992. Paleoenvironmental context and taphonomic modes. In: A.K. Behrensmeyer; J.D. Damuth; W.A. DiMichele; R. Potts; H.D. Sues & S.L. Wing (eds.) *Terrestrial ecosystems through time: evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals*, University of Chicago Press, p. 15-136.
- Bergqvist, L.P.; Abuhid, V.S.; Lessa, G.M. & Avilla, L.S. 2011b. Mamíferos. In: I.S. Carvalho (ed.) *Paleontologia*, Ed. Interciência, p. 163-214.
- Bergqvist, L.P. & Almeida, E.B. 2004. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. *Geociências*, **9**:54-68.
- Bergqvist, L.P.; Almeida, E.B. & Araújo-Júnior, H.I. 2011a. Tafonomia da assembleia fossilífera de mamíferos da “Fenda 1968”, bacia de São José de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **14**:75-86. doi:10.4072/rbp.2011.1.08
- 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, bioestratinômico e paleoambiental. *Geociências*, **2**:23-32.
- Bissaro-Júnior, M.C. 2008. *Tafonomia como ferramenta zooarqueológica de interpretação: viés de representatividade óssea em sítios arqueológicos, paleontológicos e etnográficos*. Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 102 p.
- Boaz, N.T. & Behrensmeyer, A.K. 1976. Hominid taphonomy: transport of human skeletal parts in an artificial fluvial environment. *American Journal of Physical Anthropology*, **45**:53-60
- Britt, B.B.; Eberth, D.A.; Scheetz, R.D.; Greenhalgh, B.W. & Stadtman, K.L. 2009. Taphonomy of debris-flow dinosaur bonebeds at Dalton Wells, Utah (Lower Cretaceous, Cedar Mountain Formation, USA). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **280**:1-22. doi:10.1016/j.palaeo.2009.06.004
- Cavalcante, A.S.A. 2006. *Evolução termocronológica do Sistema de Falhas Senador Pompeu-CE*. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Dissertação de Mestrado, 59 p.
- Chahud, A. 2005. Paleomastozoologia do Abismo Ponta da Flecha, Iporanga, SP. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE

- PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 2, 2005. *Resumos*, Rio de Janeiro, UFRJ, p.76-78.
- Cladera, G.; Ruigomez, E.; Ortiz-Jaureguizar, E.; Bond, M. & López, G. 2004. Tafonomía de la Gran Hondonada (Formación Sarmiento, Edad-mamífero Mustersense, Eoceno Medio) Chubut, Argentina. *Ameghiniana*, **41**:315-330.
- Coard, R. 1999. One bone, two bones, wet bones, dry bones: transport potentials under experimental conditions. *Journal of Archaeological Science*, **26**:1369-1375.
- Coard, R. & Dennell, R.W. 1995. Taphonomy of some articulated skeletal remains: transport potential in an artificial environment. *Journal of Archaeological Science*, **22**:441-448.
- Dantas, M.A.T. 2009. Primeiro registro de fósseis de mamíferos pleistocénicos em caverna de Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **12**:161-164. doi:10.4072/rbp.2009.2.06
- Dantas, M.A.T. & Tasso, M.A.L. 2007. Megafauna do Pleistoceno final de Vitoria da Conquista, Bahia: taxonomia e aspectos tafonômicos. *Scientia Plena*, **3**:30-36.
- Dodson, P. 1973. The significance of small bones in paleobiological interpretation. *Contributions to Geology*, **12**:13-19.
- Eberth, D.A.; Britt, B.B.; Scheetz, R.; Stadtman, K.L. & Brinkman, D.B. 2006. Dalton Wells: Geology and significance of debris-flow-hosted dinosaur bonebeds in the Cedar Mountain Formation (Lower Cretaceous) of eastern Utah, USA. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **236**: 217-245. doi:10.1016/j.palaeo.2005.11.020
- Frison, G.C. & Todd, L.C. 1986. *The Colby Mammoth Site: Taphonomy and Archaeology of a Clovis Kill in Northern Wyoming*. University of New Mexico Press, Albuquerque, 238 p.
- Gangloff, R.A. & Fiorillo, A.R. 2010. Taphonomy and Paleoecology of a bonebed from the Prince Creek Formation, North Slope, Alaska. *Palaios*, **25**: 299-317. doi:10.2110/palo.2009.p09-103r
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*, **4**:1-9.
- Hanson, C.B. 1980. Fluvial taphonomic processes: models and experiments. In: A.K. Behrensmeyer & A.P. Hill (eds.) *Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology*, University of Chicago Press, p. 156-181.
- Holz, M. & Simões, M.G. 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 231 p.
- Kaufmann, C.A. & Gutiérrez, M.A. 2004. Dispersión potencial de huesos de guanaco en medios fluviales y lacustres. In: G. Martínez; A. Gutierrez; R. Curtoni; M. Berón & P. Madrid (eds.) *Aproximaciones contemporáneas a la arqueología pampeana. Perspectivas teóricas, metodológicas, analíticas y casos de estudio*, Facultad de Ciencias Sociales-UNCPBA, p. 129-146.
- Kaufmann, C.; Gutiérrez, M.A.; Álvarez, M.C.; González, M.E. & Massigote, A. 2011. Fluvial dispersal potential of guanaco bones (*Lama guanicoe*) under controlled experimental conditions: the influence of age classes to the hydrodynamic behavior. *Journal of Archaeological Science*, **38**:334-344. doi:10.1016/j.jas.2010.09.010
- Lopes, R.P. 2009. *Alterações post mortem (pseudopaleopatologias) em fósseis de mamíferos pleistocénicos do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 120 p.
- Lyman, R.L. 1994. *Vertebrate Taphonomy*. 1^a ed. Cambridge, Cambridge University Press, 524 p.
- Moore, K.L. 1994. *Anatomia Orientada para a Clínica*. 1^a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 831 p.
- Myers, T.S. & Storrs, G.W. 2007. Taphonomy of the Mother's Day Quarry, Upper Jurassic, Morrison Formation, south-central Montana, USA. *Palaios*, **22**:651-666. doi:10.2110/palo.2005.p05-123r
- Nascimento, E.R. 2008. *Os Xenarthra Pilosa (Megatheriidae), Notoungulata (Toxodontidae) e Proboscidea (Gomphotheriidae) da Formação Rio Madeira, Pleistoceno superior, Estado de Rondônia, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 113 p.
- Palmqvist, P. & Arribas, A. 2001. Taphonomic decoding of the paleobiological information locked in a lower Pleistocene assemblage of large mammals. *Paleobiology*, **27**:512-530. doi:10.1666/0094-8373(2001)027<0512:TDOTPI>2.0.CO;2
- Palmqvist, P.; Martínez-Navarro, B. & Arribas, A. 1996. Prey selection by terrestrial carnivores in a Lower Pleistocene community. *Paleobiology*, **22**:514-534.
- Pante, C.P. & Blumenschine, R.J. 2010. Fluvial transport of bovid long bones fragmented by the feeding activities of hominins and carnivores. *Journal of Archaeological Science*, **37**:846-854. doi:10.1016/j.jas.2009.11.014
- Ranzi, A. 1999. Fossil mammals of the Amazon as a portrait of a Pleistocene environment. In: J.F. Eisenberg & K.H. Redford (eds.) *Mammals of the Neotropics. The Central Neotropics*, 3. The University of Chicago Press, p. 20-26.
- Ribeiro, A.M. & Scherer, C.S. 2009. Mamíferos do Pleistoceno do Rio Grande do Sul, Brasil. In: A.M. Ribeiro; S.G. Bauermann & C.S. Scherer (orgs.) *Quaternário do Rio Grande do Sul: integrando conhecimentos*, Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia, 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, 2010. *Boletim Informativo Paleontologia em Destaque*, Edição Especial, Rio de Janeiro, p. 107.
- Rogers, A.R. 2000. On equifinality in faunal analysis. *American Antiquity*, **65**:709-723.
- Rogers, R.R.; Eberth, D.A. & Fiorillo, A.R. 2008. *Bonebeds: genesis, analysis and paleobiological significance*. University of Chicago Press, Chicago, 499 p.
- Santos, M.F.C.F. 2001. *Geologia e paleontologia de depósitos fossilíferos pleistocénicos do Rio Grande do Norte*. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 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 pleistocénicos do Rio Grande do Norte. *Revista de Geologia*, **15**:31-41.
- Santos, T.T.; Bissaro-Júnior, M.C. & Kipnis, R. 2010. Tafonomia de fósseis de megafauna em depósitos conglomeráticos da Formação Rio Madeira (Bacia do Abunã, Estado de Rondônia): aplicação do FTI (Fluvial Transport Index) em análises de representatividade óssea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 7, 2010. *Boletim Informativo Paleontologia em Destaque*, Edição Especial, Rio de Janeiro, p. 110.
- Santos, T.T.; Bissaro-Júnior, M.C. & Kipnis, R. 2011. Caracterização tafonômica dos conjuntos fósseis da megaflora pleistocênica das localidades Araras/Periquitos, Prainha e Taquara, Formação Rio Madeira (Pleistoceno tardio, Brasil). In: I.S. Carvalho; N.K. Srivastava & O. Strohschoen (eds.) *Paleontologia: Cenários de Vida*, Volume 3, Editora Interciência, p. 433-444.
- Shipman, P. 1981. *Life history of a fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology*. 1^a ed. Cambridge, Harvard University Press, 222 p.
- Shipman, P. & Walker, A. 1980. Bone-Collecting by Harvesting Ants. *Paleobiology*, **6**:496-502.
- Silva, F.M.; Alves, R.S.; Barreto, A.M.F.; Sá, F.B. & Lins-e-Silva, A.C.B. 2006. A megafauna pleistocênica do Estado do Pernambuco. *Estudos Geológicos*, **16**:55-66.
- Silva, J.L.L. 2001. *Tafonomia em mamíferos pleistocénicos: o caso da planície coluvio-aluvionar de Maravilha-AL*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 99 p.
- Silva, J.L.L. 2008. *Reconstrução paleoambiental baseada no estudo de mamíferos pleistocénicos de Maravilha e Poço das Trincheiras, Alagoas, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado, 213 p.
- Trapani, J. 1998. Hydrodynamic sorting of avian skeletal remains. *Journal of Archaeological Science*, **25**:477-487.
- Voorhies, M.R. 1969. Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene fauna, Knox County, Nebraska. *Contributions to Geology, Special Paper*, **1**:1-69.