TAFONOMIA DA ASSEMBLEIA FOSSILÍFERA DE MAMÍFEROS DA "FENDA 1968", BACIA DE SÃO JOSÉ DE ITABORAÍ, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

LÍLIAN PAGLARELLI BERGQVIST

Departamento de Geologia, UFRJ, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Ilha do Fundão, 21941-901, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. bergqvist@geologia.ufrj.br

EDMILSON BATISTA DE ALMEIDA

Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro, Rua Afonso Cavalcanti, 455, Cidade Nova, 20211-901, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *edmilson.b.a@uol.com.br*

HERMÍNIO ISMAEL DE ARAÚJO JÚNIOR

Departamento de Geologia, UFRJ, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Ilha do Fundão, 21941-901, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. herminio.ismael@yahoo.com.br

ABSTRACT - TAPHONOMY OF THE FOSSIL MAMMALS ASSEMBLAGE OF THE "1968 FISSURE", SÃO JOSÉ DE ITABORAÍ BASIN, RIO DE JANEIRO STATE, BRAZIL. Significant amount of taxonomic information has been extracted from fossil mammal assemblages of the São José de Itaboraí Basin, located at Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil. However, taphonomic analysis, which are important for understanding the formation of these taphocoenosis, are rare and superficial. A limestone fissure excavated in 1968 (here called "1968 Fissure") stands out among the several known fossiliferous concentrations by its abundance of skeletal elements and by the unique brownish color of the specimens, which differentiate them from those collected in other fissures. This study aims to identify and interpret taphonomic features observed in the taphocoenosis "1968 Fissure", which include fractures, abrasion marks, desiccation marks, teeth marks, bone representativeness, and preservational patterns diagnostic for the occurrence and type of transport during the formation of fossiliferous concentration. Based on taphonomic analysis, the mammal taphocoenosis of the "1968 Fissure" is characterized as parautochthonous, being exposed for a short time before being deposited in the fissure after a short transport, possibly triggered by floods. Probably, predators did not influence the formation of the fossil assemblage studied. Only small mammals occur in the fissure due to a possible selection during the bioestratinomic phase. During the fossildiagenetic phase, several fractures were produced in the material due to compression generated by sediment deposition in the fissure. The observed pattern in the skeletal completeness shows the influence of anatomical features of mammals in differential preservation of skeletal remains during the process of fossilization.

Key words: taphonomy, "1968 Fissure", São José de Itaboraí Basin, mammals, Itaboraian mammal age.

RESUMO – Quantidade significativa de informações taxonômicas tem sido extraída das assembleias fossilíferas de mamíferos da bacia de São José de Itaboraí, situada no Estado do Rio de Janeiro. Porém, análises tafonômicas, importantes para o conhecimento da formação dessas tafocenoses, são raras e superficiais. Dentre as várias assembleias fossilíferas desta bacia destaca-se a procedente de uma fenda escavada em 1968 (denominada "Fenda 1968"), pela abundância e pela coloração marrom dos elementos esqueletais, que os diferencia dos fósseis procedentes das demais fendas. Este estudo tem como objetivo a identificação e interpretação de feições tafonômicas observadas na tafocenose da "Fenda 1968", as quais incluem fraturas, marcas de desgaste, de dentes e de dessecação, representatividade óssea, além de padrões preservacionais diagnósticos para a ocorrência e o tipo de transporte durante a formação desta concentração fossilífera. Com base na análise tafonômica, a tafocenose da "Fenda 1968" caracteriza-se como parautóctone, tendo ficado exposta por pouco tempo antes de ser depositada no interior da fenda por um curto transporte, possivelmente desencadeado por enxurradas. Aparentemente, animais predadores não influenciaram na formação desta assembleia fossilífera. Durante a fase fossildiagenética, várias fraturas foram produzidas no material devido à compressão gerada pelo aporte sedimentar na fenda. O padrão de completude esqueletal observado na tafocenose evidencia a influência das características anatômicas dos mamíferos na preservação diferencial de restos esqueletais durante o processo de fossilização.

Palavras chave: tafonomia, "Fenda 1968", bacia de São José de Itaboraí, mamíferos, idade mamífero Itaboraiense.

INTRODUÇÃO

Assembleias fossilíferas de vertebrados são comuns nas bacias sedimentares brasileiras, no entanto o conhecimento sobre o contexto envolvido na gênese dessas concentrações tem sido negligenciado ou abordado de forma superficial para a maioria dessas tafocenoses, como apontado por Holz & Barberena (1989), Holz & Soares (1995), Porpino & Santos (2002) e Bertoni-Machado *et al.* (2008). Na formação dessas assembleias vários processos físicos, químicos e biológicos, intrínsecos à fossilização, atuam na modificação e no tendenciamento das estruturas originais das paleocomunidades geradoras dessas concentrações ósseas (Lawrence, 1968; Behrensmeyer *et al.*, 1979; Behrensmeyer & Hill, 1980; Damuth, 1982; Behrensmeyer & Kidwell, 1985; Lyman, 1994; Martin, 1999; Behrensmeyer *et al.*, 2000; Holz & Simões, 2002; Rogers *et al.*, 2008).

Para as tafocenoses de mamíferos brasileiros poucos trabalhos têm se detido à compreensão dos aspectos tafonômicos relacionados à formação dessas concentrações (Bergqvist et al., 1997; Bergqvist & Almeida, 2001; Santos et al., 2002; Auler et al., 2006; Alves, 2007; Dantas & Tasso, 2007; Hubbe, 2008; Araújo-Júnior & Porpino, 2009; Araújo-Júnior et al., 2009). Dentre essas tafocenoses de mamíferos, as oriundas da bacia de São José de Itaboraí destacam-se pela importância no registro de espécies do Paleoceno superior (Paula-Couto, 1949; Brito et al., 1972; Palma & Brito, 1974; Souza-Cunha, 1982; Klein et al., 1985; Bergqvist, 1996). No entanto, por seguir um padrão tradicional de estudos paleontológicos no Brasil, essas assembleias são bem conhecidas taxonomicamente, mas pouco estudadas sob a óptica da tafonomia (Bergqvist & Almeida, 2001; Almeida, 2005). Entre as observações tafonômicas realizadas para a bacia de São José de Itaboraí destacam-se as citações de Paula-Couto (1949) aos processos deposicionais que teriam influenciado na formação das várias concentrações fossilíferas encontradas na bacia, o qual apontou que os fósseis coletados nas fendas conhecidas até aquele momento teriam sido depositados quando as carcacas dos mamíferos ainda encontravam-se em estágio inicial de decomposição. Além disso, análises mais recentes (Bergqvist & Almeida, 2001; Moura, 2003; Almeida, 2005; Araújo-Júnior et al., 2010) foram realizadas na tentativa de compreender de forma menos superficial os aspectos tafonômicos de algumas das assembleias fossilíferas dessa bacia.

Durante coletas sistemáticas realizadas por geólogos e paleontólogos na bacia de São José de Itaboraí nas décadas de 1940 e 1960, várias concentrações fossilíferas dessa bacia passaram a ser conhecidas (Bergqvist *et al.*, 2009), algumas delas de importante valor tafonômico por apresentarem uma grande quantidade de elementos esqueletais e uma ampla diversidade de evidências de vários processos tafonômicos, dentre elas a assembleia fossilífera da "Fenda 1968". Esta fenda consistia em um canal de dissolução existente no calcário que preenchia a bacia de São José do Itaboraí (Almeida, 2005). Todos os fósseis dela provenientes apresentam coloração em tons de marrom (do claro ao bem escuro), condição que os diferencia dos demais fósseis recuperados em outras fendas da bacia, que apresentam coloração branca, creme, bege bem claro ou ocre (amarelo avermelhado), e que garante a proveniência de todos do mesmo depósito (Almeida, 2005).

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo a identificação e interpretação de feições tafonômicas observadas na tafocenose da "Fenda 1968", as quais incluem fraturas, marcas de desgaste, de dentes e de dessecação, representatividade óssea, além de padrões preservacionais diagnósticos para a ocorrência e o tipo de transporte durante a formação desta concentração fossilífera.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia de São José de Itaboraí, localizada no Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), é uma das menores bacias brasileiras, com formato elíptico (1.400 m no sentido NE e 500 m no sentido NW) e profundidade em torno de 100 m (Rodrigues-Francisco & Souza-Cunha, 1978). A exploração comercial dessa bacia permitiu a descoberta de um importante conjunto de assembleias fossilíferas, as quais incluem vegetais, gastrópodes terrestres, répteis, aves, anfíbios e mamíferos



Figura 1. Mapa de localização da bacia de São José de Itaboraí, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil (modificado de Bergqvist *et al.*, 2009).

Figure 1. Location map of the São José de Itaboraí Basin, Rio de Janeiro State, Brazil (modified from Bergqvist *et al.*, 2009).

em maior quantidade (Paula-Couto, 1949; Almeida, 2005). Atualmente, explorações paleontológicas na bacia são inviáveis, pois a mesma encontra-se alagada, devido à interrupção da drenagem da água que se acumula no fundo da depressão deixada pela cava (Almeida, 2005).

O preenchimento sedimentar da bacia compreendeu três sequências distintas (Leinz, 1938; Brito *et al.*, 1972; Klein & Rodriguez-Francisco, 1981; Klein *et al.*, 1985), as quais foram denominadas por Medeiros & Bergqvist (1999) como S1, S2 e S3 (Figura 2): S1, consiste de carbonatos clásticos e químicos interdigitados. As rochas clásticas variam de calcirruditos a calcarenitos, com fósseis de moluscos e restos de répteis, mamíferos e plantas. Essas rochas foram consideradas como originadas por depósitos fluviais e fluxos de detritos em um lago raso. Além disso, a alta porosidade possibilitou a forma-

ção de diversas cavidades cársticas no calcário; S2, compreende margas e brechas de colapso preenchendo fissuras desenvolvidas em topografia cárstica da S1 e contem fósseis de plantas e vertebrados paleocênicos. Com a exploração da bacia, não existem mais fissuras aparentes; S3, compreende depósitos terrígenos grossos (ruditos). Inicialmente foi atribuída a essa sequência a idade Pleistoceno devido à semelhança do conglomerado dessa camada com o pertencente à cascalheira que continha os fósseis da megafauna pleistocênica (Price & Campos, 1970; Medeiros & Bergqvist, 1999). Posteriormente, a utilização desses fósseis para a datação da S3 foi questionada, uma vez que estes se encontravam 100 m ao sul do limite sul da bacia. Também foi reconhecida por Sant'Anna (1999) a presença de argilas esmectíticas na matriz dos sedimentos rudáceos da S3, seme-



Figura 2. Seção estratigráfica da bacia de São José de Itaboraí (modificada de Medeiros & Bergqvist, 1999). Figure 2. Stratigraphic section of the São José de Itaboraí Basin (modified from Medeiros & Bergqvist, 1999).

lhantes às encontradas nos lamitos conglomeráticos da Formação Resende, de idade Eoceno-Oligoceno. A partir de Bergqvist (2005), a coluna estratigráfica desta bacia foi modificada e a sequência S3 posicionada no final do Eoceno/ início do Oligoceno.

Distintas idades foram atribuídas à bacia de São José de Itaboraí (Almeida, 2005). Durante muito tempo os mamíferos de Itaboraí foram correlacionados com os de Idade Mamífero-Terrestre (SALMA) Riochiquense, até Marshall (1985) dividir esta idade e correlacionar os mamíferos de Itaboraí com os da porção basal do Riochiguense, chamando este intervalo de Itaboraiense, termo utilizado anteriormente por Paula Couto (1952), mas em seguida abandonado pelo autor (Paula-Couto, 1953), por considerar a idade Itaboraiense equivalente ao Riochiquense. Pascual & Ortiz-Jaureguizar (1991) situaram o Itaboraiense no intervalo compreendido entre 61,8 e 58,5 Ma (porção final do Paleoceno inferior ao início do Paleoceno superior), datação seguida pelos autores subsequentes (e.g. Bergqvist, 1996; Medeiros & Bergqvist, 1999; Almeida, 2005). Porém, Gelfo et al. (2009), baseando-se na recalibração de SALMAs argentinas mais jovens e mais velhas do que a SALMA Itaboraiense, sugeriram que a mesma fosse do Eoceno inferior. No caso específico da bacia de Itaboraí, estes autores se apoiaram no trabalho de Sant'Anna & Riccomini (2001) para atribuir à bacia a mesma idade, mas se equivocaram ao considerar a idade do evento de cimentação silicosa dos calcários (um processo pós-diagenético que ocorre apenas localmente na bacia), como a idade de deposição dos calcários. São necessárias comparações faunísticas detalhadas que confirmem que a paleomastofauna de Itaboraí é definitivamente equivalente à paleomastofauna do Itaboraiense argentino e, portanto, este estudo seguirá propostas anteriores (e.g. Flynn & Wyzz, 1998; Pascual & Ortiz-Jaureguizar, 2007) que posicionam a SALMA Itaboraiense no Paleoceno superior.

MATERIAL E MÉTODOS

Os 5347 elementos esqueletais coletados na "Fenda 1968" foram conduzidos ao Setor de Paleontologia do Departamento Nacional de Produção Mineral, no Rio de Janeiro (DNPM/ RJ). Parte deles já se encontra tombada na Coleção do Museu de Ciências da Terra desta instituição.

Considerando que o material, objeto deste estudo, não foi coletado de acordo com critérios tafonômicos, serão aqui reportadas assinaturas tafonômicas macroscópicas (representatividade óssea, fraturas, marcas de desgaste, de dentes e de dessecação) e padrões reconhecidos a partir de análises quantitativas referentes ao transporte (análise dos grupos de Voorhies, 1969 e de Dodson, 1973).

As interpretações aqui realizadas seguiram as descrições de Hill (1980), Shipman (1981), Behrensmeyer (1991) e Lyman (1994, 2008) para as seguintes feições tafonômicas: (i) representação óssea; (ii) fraturas; (iii) marcas de desgaste; (iv) marcas de dentes de carnívoros; (v) marcas de dessecação; (vi) padrões preservacionais produzidos por transporte.

A representatividade óssea inclui a integridade do elemento esquelético e também a identificação de representatividade de porções dos elementos esqueletais. Em assembleias rapidamente soterradas, espera-se grande número de elementos esqueletais completos (Shipman, 1981; Lyman, 1994). Em muitos casos, os elementos são fraturados por processos naturais de deterioração, desgaste, ação predatória, pisoteio (*trampling*), transporte hidráulico e eventos fossildiagenéticos. Ainda quanto à representatividade óssea, foi utilizada a equação para análise comparativa da diferença de quantidades de porções de ossos longos (proximais e distais) proposta por Richardson (1980) e também utilizada por Todd & Rapson (1988), a qual permite observar se houve influência de animais carnívoros na formação de tafocenoses de vertebrados. A equação é a seguinte:

 $[[Ncompleto_{i} + Nproximal_{i}] - [Ncompleto_{i} + Ndistal_{i}]]$ [Ncompleto_{i} + Nproximal_{i}] + [Ncompleto_{i} + Ndistal_{i}]

onde i é o elemento esqueletal analisado (geralmente úmero, rádio, tíbia, metapodial e fêmur), Ncompleto é a quantidade do elemento esqueletal analisado em estado completo, Nproximal é a quantidade do elemento esqueletal analisado representado apenas pela porção proximal e Ndistal é a quantidade do elemento esqueletal analisado representado apenas pela porção distal.

Para a análise das fraturas foram considerados apenas os ossos longos (metapodiais, tíbias, fêmures, ulnas, úmeros, rádios e falanges), pois nesses elementos esqueletais as fraturas são mais diagnósticas quanto ao agente causador das mesmas. Os padrões de fraturas expostos neste trabalho foram baseados em Shipman *et al.* (1981).

Marcas de desgaste ocorrem devido ao choque mecânico de partículas carregadas eólica ou hidraulicamente sobre a superfície óssea. Ambos os transportes, eólico e hidráulico produzem marcas de desgaste nos ossos. Durante o processo de abrasão, bordas, cristas anatômicas e fraturas tendem ao arredondamento. Em casos mais extremos, a superfície dos ossos pode ser totalmente removida pela abrasão (Shipman, 1981).

Marcas de dentes permitem reconhecer efetivamente a participação de carnívoros e/ou carniceiros nas modificações tafonômicas ocorridas durante a fase pré-soterramento da concentração óssea (Shipman, 1981; Lyman, 1994).

Marcas de dessecação são feições produzidas a partir da ação do intemperismo sobre os ossos, onde as mais comuns são as fraturas ao longo do maior eixo de ossos longos e fraturas em mosaico nas regiões de articulações dos elementos esqueletais. De maneira geral, permitem inferir o tempo de exposição aérea da tanatocenose antes do soterramento (Behrensmeyer, 1978; Shipman, 1981). Com base no tamanho e profundidade destas fraturas os elementos esqueletais puderam ser posicionados na escala de Behrensmeyer (1978), a qual varia de 0 (zero) à 5 (cinco), onde em 0 enquadram-se os elementos sem marcas de dessecação e em 5 os elementos bastante intemperizados.

Em acumulações ósseas sujeitas a transporte hidráulico por correntes, ossos de vertebrados, sejam de grande ou pequeno porte, tendem a comportar-se distintamente. Voorhies (1969) e Dodson (1973) reconheceram diferentes grupos ósseos segundo a transportabilidade hidráulica em concentrações ósseas de mamíferos de grande e pequeno porte, respectivamente. A interpretação desses grupos de transportabilidade em tafocenoses permitiu a classificação das mesmas em concentrações muito transportadas, moderadamente transportadas ou isentas de transporte. Além disso, informações sobre padrões de orientação dos fósseis em blocos de calcário, coletados em 1968, provenientes do trabalho de Almeida (2005), foram consideradas nesta análise com a finalidade de refinar as inferências ligadas ao processo de transporte envolvido na deposição dos elementos ósseos.

RESULTADOS

Representatividade óssea

Dentre os 5347 elementos esqueletais constituintes da tafocenose analisada, ocorrem apenas elementos pertencentes a mamíferos de pequeno porte, alguns de indivíduos juvenis (devido à ausência de epífises). Todos estes elementos encontram-se desarticulados e a grande maioria apresenta graus distintos de fragmentação (Figura 3). No material passível de identificação predominam ossos longos, porém,

em sua maioria, incompletos. Os valores absolutos para cada tipo de elemento ósseo estão expressos na Figura 4.

As vértebras são os elementos esqueletais mais abundantes na concentração fossilífera (1.400), sendo mais representativas aquelas constituídas apenas pelo corpo vertebral (647). Por outro lado, vértebras completas também são abundantes na assembleia (478). As falanges estão entre os elementos em melhor estado de preservação, pois além de abundantes, apresentam-se pouco desgastadas, assim como os metapodiais. Fêmures e tíbias completos são escassos e aqueles fragmentados representados na assembleia consistem principalmente de partes proximais e distais, respectivamente. Não são encontradas mandíbulas completas na tafocenose da "Fenda 1968" e os fragmentos presentes consistem de porções de sínfises e corpos mandibulares, cujos dentes não são observados nos alvéolos. Elementos da cintura pélvica também são representados apenas sob a forma de fragmentos, onde os mais comuns são aqueles onde o acetábulo está presente. Úmeros estão presentes na assembleia em questão, no entanto sob a forma de fragmentos distais, além de escassos fragmentos proximais. Ulnas e rádios

Figura 3. Elementos esqueletais encontrados na tafocenose da "Fenda 1968". A, tíbia; B, vértebra lombar; C, fragmento de maxila; D, fêmur; E, fragmento de pélvis com íleo; F, porção distal de úmero; G, porção proximal de ulna. Escala = 10 mm.

Figure 3. Skeletal elements found in the taphocoenosis of the "1968 Fissure". A, tibia; B, vertebra; C, fragment of maxilla; D, femur; E, part of pelvis with ileum; F, distal end of humerus; G, proximal end of ulna. Scale bar = 10 mm.

são frequentes na tafocenose estudada, porém as ulnas são representadas quase que estritamente por partes de porções proximais, enquanto que os números de fragmentos distais e proximais de rádios são praticamente iguais. Apesar da quantidade significativa em um esqueleto, as costelas apresentam número reduzido de exemplares quando comparadas às vértebras, falanges e metapodiais. Adicionalmente, as costelas encontradas estão bastante fragmentadas. Escápulas completas são ausentes, porém os fragmentos encontrados na concentração óssea consistem principalmente em regiões próximas à cavidade glenoide. Maxilas são raras na assembleia ocorrendo principalmente sob a forma de fragmentos. São encontrados escassos dentes superiores implantados nos alvéolos. Não há registro de crânios completos na tafocenose da "Fenda 1968", mas apenas pequenos fragmentos de ossos chatos. Os podiais apresentam o melhor grau de preservação, mesmo não sendo tão abundantes como as vértebras, falanges e metapodiais.

Os valores das porcentagens da diferença da quantidade de extremidades de ossos longos (% DQEOL) estão representados na Tabela 1. Observa-se menor diferença no número de extremidades em ossos de menor tamanho como metapodiais e falanges, valendo ressaltar que esses também são os elementos mais completos dessa acumulação fossilífera. Os elementos esqueletais que apresentam maior diferença nas quantidades de extremidades são as ulnas e úmeros, enquanto que fêmures, tíbias e rádios têm valores moderados.

Marcas de desgaste

Grande parte dos elementos encontrados na concentração fossilífera da "Fenda 1968" apresentam marcas de desgaste (Figura 5). Mais de 65% das vértebras possuem marcas de desgaste, enquanto que elementos como falanges, fêmures, **Tabela 1.** Quantidade de ossos longos completos, representados apenas por partes proximais, apenas por partes distais e valores calculados da diferença da quantidade das extremidades de ossos longos (DQEOL) com base na equação de Richardson (1980).

Table 1. Number of complete long bones, bones represented only by the proximal portion, by the distal portion and values of the difference in the amount of long bone ends (DQEOL) based on Richardson's equation (1980).

	Completo	Proximal	Distal	DQEOL(%)
Falange	768	56	66	0,006
Fêmur	13	227	84	0,424
Metapodial	357	220	174	0,041
Rádio	2	59	64	0,039
Tíbia	8	104	144	0,15
Úmero	6	10	152	0,816
Ulna	0	195	2	0,979
Total	1154	871	686	0,047

tíbias, úmeros e metapodiais apresentam sinais leves; e, quando o desgaste está presente, está associado às extremidades dos ossos. Elementos esqueletais de menor porte como os podiais (naviculares, calcâneos, astrágalos, cuboides) não apresentam sinais de desgaste.

Fraturas

As Figuras 6 e 7 mostram os tipos de fraturas e a Tabela 2 mostra a frequência das mesmas encontradas nos fósseis procedentes da "Fenda 1968".

Tomando-se a quantidade de cada tipo de osso longo encontrado na acumulação fossilífera da "Fenda 1968", ob-



Figura 4. Tipos e quantidades de elementos esqueletais encontrados na tafocenose de mamíferos da "Fenda 1968", bacia de São José de Itaboraí.

Figure 4. Types and quantities of skeletal elements found in the mammalian taphocoenosis of the "1968 Fissure", São José de Itaboraí Basin.

serva-se um maior número de fraturas nos fêmures, tíbias e úmeros. Os metapodiais e falanges são os ossos com menor quantidade de fraturas. É possível observar, além disso, que os fêmures e úmeros apresentam maior divergência quanto às proporções dos tipos de fraturas. Nesses elementos esqueletais está presente uma maior quantidade de fraturas perpendiculares irregulares, enquanto que para os outros ossos longos as quantidades de fraturas perpendiculares lisas e irregulares são equivalentes.

Marcas de dentes e de dessecação

Não são encontradas perfurações ou marcas de dentes indicativas da ação de predadores (carnívoros e/ou carniceiros) nos elementos esqueletais aqui estudados. Outras feições ausentes na assembleia são as marcas de dessecação, o que permite o enquadramento dos fósseis estudados na posição 0 (zero) da escala de Behrensmeyer (1978).

Aspectos de transporte

Na tafocenose de mamíferos estudada estão presentes os três grupos de Voorhies (1969) e de Dodson (1973), em distintas proporções (Figura 8). Elementos relativamente mais densos, como crânios completos, estão ausentes na assembleia fossilífera, enquanto que elementos mais leves e, consequentemente mais fáceis de serem transportados, são encontrados em abundância, como por exemplo, vértebras e falanges. Elementos dos grupos II de Voorhies (1969) e de Dodson (1973) também são bastante abundantes na tafocenose, enquanto elementos do grupo III são os mais raros.

Tabela 2. Padrões de fraturas observadas nos fósseis coletados na "Fenda 1968", na bacia de São José de Itaboraí. Abreviaturas: A, fratura lisa, perpendicular à diáfise; B, fratura irregular, perpendicular à diáfise.

Table 2. Patterns of breakage observed in the fossils collected in the "1968 Fissure," in the São José de Itaboraí Basin. **Abbreviations: A**, smooth fracture, perpendicular to the shaft; **B**, irregular fracture, perpendicular to the shaft.

Elemento ósseo	N° total de elementos com fraturas	Tipo de fratura	Frequência da fratura (%)
Metapodial	384	А	59,63
Wetapourar	504	В	40,37
Tíbia	213	А	54,00
1101a	215	В	46,00
Fêmur	209	А	25,84
I chiui	209	В	73,20
Rádio	121	А	54,54
Raulo	121	В	45,45
Úmero	1.21	А	23,97
Officio	121	В	76,03
Ulna	185	А	41,08
Unia	105	В	55,67
Falan ce	77	А	38,96
Falange	11	В	53,25



Figura 5. Elementos esqueletais com marcas de desgaste. A, ulna incompleta; B, tíbia; C, metapodial; D, porção distal de úmero; E, metade proximal de tíbia. Setas indicam regiões com desgaste. Escala = 10 mm.

Figure 5. Skeletal elements with abrasion marks. A, incomplete ulna; B, tibia; C, metapodial; D, distal end of humerus; E, proximal end of tibia. Arrows indicate regions with wear. Scale bar = 10 mm.



Figura 6. Elementos esqueletais com fraturas do tipo A (lisa, perpendicular à diáfise). A, porção proximal de fêmur; B, metade proximal de tíbia; C, metade distal de rádio; D, porção proximal de ulna. Setas indicam fraturas lisas. Escala = 10 mm.

Figure 6. Skeletal elements with fractures of type A (smooth, perpendicular to the shaft). A, proximal end of femur; B, proximal half of tibia; C, distal half of radius; D, proximal end of ulna. Arrows indicate smooth breaks. Scale bar = 10 mm.



Figura 7. Elementos esqueletais com fraturas do tipo B (irregular, perpendicular à diáfise). A, fêmur incompleto; B, metade proximal de tíbia; C, metade distal de tíbia; D, porção distal de úmero. Setas indicam fraturas irregulares. Escala = 10 mm.

Figure 7. Skeletal elements with breaks of type B (irregular, perpendicular to the shaft). A, Proximal end of femur; B, Proximal half of tibia; C, Distal half of tibia; D, Distal end of humerus. Arrows indicate irregular breaks. Scale bar = 10 mm.

■Voorhies



Figura 8. Porcentagem dos elementos esqueletais presentes na tafocenose da "Fenda 1968" segundo os Grupos de Voorhies (1969) e de Dodson (1973).

Figure 8. Percentage of the skeletal elements in the taphocoenosis of the "1968 Fissure" according Voorhies Groups (Voorhies, 1969) and Dodson Groups (Dodson, 1973).

DISCUSSÃO

Os elementos esqueletais mais representativos na tafocenose da "Fenda 1968" (vértebras, metapodiais e falanges) são os que ocorrem em maior número no esqueleto de mamíferos (Moore, 1994) e, provavelmente, este foi o fator responsável pela abundância destes elementos na assembleia.

A alta representatividade das extremidades proximais dos fêmures perante as distais pode estar relacionada a algum dos seguintes fatores: (i) a extremidade proximal é mais larga, comprimida craniocaudalmente, apresentando diversos processos, o que lhe confere uma maior complexidade em relação à extremidade distal (Getty, 1981); (ii) a epífise distal ocupa toda a extremidade distal do osso, enquanto que na extremidade proximal, a epífise está restrita apenas à cabeça e a porção mais proximal do trocânter maior. Assim, em indivíduos jovens, nos quais as epífises não estão fusionadas, na porção distal do osso há uma "perda" óssea muito maior que na proximal; (iii) a extremidade proximal do fêmur apresenta tecido esponjoso mais denso (Brain, 1976), conferindo-lhe uma maior resistência, o que pode ter proporcionado uma maior abundância dessa extremidade na tafocenose em estudo.

É notável a disparidade na representatividade da porção proximal da ulna em relação à distal. Entretanto, uma maior frequência da porção proximal em relação à distal foi observada em tanatocenoses de cabras e ovelhas por Brain (1969) e Behrensmeyer (1975), respectivamente. Segundo esses autores, a causa para esta disparidade pode estar relacionada com a menor densidade na região distal da ulna, o que facilitaria a destruição desta porção durante a atuação dos processos tafonômicos pré e/ou pós-soterramento.

A alta representatividade, de extremidades distais de tíbias e úmeros, também pode ser explicada com base na constituição anatômica, e os fatores responsáveis por esse padrão podem ser: (i) as porções proximais desses tipos de ossos possuem tecido esponjoso menos denso do que as porções distais (Getty, 1981; Lyman, 1994), o que torna essas regiões mais sujeitas à destruição; (ii) uma maior espessura do osso compacto na extremidade distal nestes ossos (Brain, 1976; Getty, 1981). Ainda em relação ao úmero, deve-se levar em conta que em humanos, o colo cirúrgico é o local mais frequente de fratura da extremidade proximal. Já o equilíbrio entre a quantidade de partes proximal e distal de rádios ocorre provavelmente devido a similaridade anatômica das extremidades (Moore, 1994).

A alta fragmentação observada nas costelas e a ausência de elementos cranianos completos ou parcialmente completos são atribuídas por Toots (1965) e Hill (1979) à rápida dissociação destes elementos do resto do esqueleto de mamíferos, podendo, desta forma, sofrerem maior transporte e consequentemente serem mais fragmentados, já que são elementos mais frágeis. As escápulas estão representadas, principalmente, pela cavidade glenoide devido à maior resistência desta porção em relação ao corpo da escápula, o qual é mais frágil (Moore, 1994). Enquanto isso, a alta representatividade e a excelente preservação de podiais (e.g. calcâneos, naviculares, astrágalos, cuboides) na assembleia fossilífera da "Fenda 1968" estão associadas ao tamanho e à forma dos mesmos, os quais, em um processo de dispersão ou transporte hidráulico ou eólico, apresentariam superfície de exposição aos impactos reduzida (Almeida, 2005).

Quanto à análise comparativa da diferença da quantidade de porções proximais e distais dos ossos longos (Tabela 2), Todd & Rapson (1988) sugerem que valores elevados para estes ossos, especialmente tíbias e úmeros, indicam seleção de elementos por carnívoros durante a fase bioestratinômica, enquanto que valores baixos estão associados à ausência da atuação de carnívoros. O valor encontrado para tíbia na "Fenda 1968" é baixo (0,150), porém o obtido para úmero (0,816)sugere a atuação de carnívoros durante o período présoterramento desta concentração óssea. Por outro lado, outras evidências mais diretas, tais como marcas de dentes de carnívoros e/ou carniceiros sobre os ossos, estão ausentes na assembleia fossilífera. Além disso, o grande número de falanges e metapodiais completos na tafocenose estudada, os quais, segundo Behrensmeyer & Dechant-Boaz (1980) são as partes do esqueleto preferidas pelos predadores, pode sugerir que os animais encontrados na fenda estudada não faziam parte da dieta dos predadores locais. Andrews & Evans (1983) e Faith et al. (2007) ao analisarem, respectivamente, assembleias geradas por mamíferos carnívoros e mudanças na representatividade óssea produzidas por carniceiros (hienas), observaram que os elementos proporcionalmente mais encontrados em concentrações ósseas de vertebrados sob interferência de carnívoros e carniceiros são úmeros e tíbias, os quais não são abundantes na tafocenose da "Fenda 1968". Outro fator que deve ser levado em consideração é que a quantidade de animais carnívoros paleocênicos representada na bacia de São José de Itaboraí aparentemente é baixa se comparada à quantidade de herbívoros/frugívoros registrada (ver em Bergqvist et al., 2006 a listagem das famílias presentes na bacia). É sabido que em comunidades de animais endotérmicos uma proporção menor de carnívoros é o esperado, e isto pode gerar um viés negativo em relação à preservação de carnívoros. No entanto, a falta de informações precisas sobre a coexistência das espécies não permite afirmar se houve ou não um desequilíbrio entre a quantidade de carnívoros e herbívoros nas paleocomunidades do entorno da bacia. Desta forma, caso essa possível discrepância na taxa carnívoro-herbívoro venha a ser confirmada, ela pode também ter influenciado na ausência de registro de feições diagnósticas relativas à atuação de predadores sobre a concentração óssea da "Fenda 1968".

No tocante às fraturas, Shipman et al. (1981) propõem que as lisas ou irregulares (ver Tabela 1) podem ser produzidas na fase pós-fossilização, por outro lado, Badam et al. (1986) discordam no que diz respeito às fraturas irregulares perpendiculares, relatando que estas podem ser geradas pela ação do desgaste ou do pisoteio de ossos na fase pré-fossilização. Para Cladera et al. (2004), as fraturas perpendiculares ao maior eixo do osso obedecem aos processos ocorridos durante a etapa fossildiagenética. Segundo Lyman (1994), nesta fase os principais fatores capazes de gerar fraturas nos ossos são as forças de compressão induzidas por sobrecargas de peso durante o aporte sedimentar. Na tafocenose estudada, as bordas das fraturas são predominantemente lisas e uniformes ou angulosas, e algumas mostram a parte mais interna do osso com coloração e aspectos diferentes da parte externa, sugerindo que foram produzidas após a fossilização (Shipman, 1981; Lyman, 1994). Não se pode, no entanto, descartar a hipótese de que o pisoteio (trampling) de animais que transitavam no entorno da bacia, inclusive de mamíferos de grande porte (e.g. Carodnia vieirai), pode ter contribuído para algumas fraturas, mesmo que em menor proporção.

A presenca significativa dos Grupos I e II de Voorhies (1969) e de Dodson (1973), a representação tímida dos elementos do Grupo III na tafocenose e marcas suaves de desgaste nas extremidades dos ossos longos sugerem a ocorrência de curto transporte na formação da concentração óssea da "Fenda 1968", o que permite a classificação da tafocenose em estudo como parautóctone. Estas inferências, associadas à presença de elementos desarticulados e fragmentados, contrariam a ideia de Paula-Couto (1949) de que os animais foram carreados em estágio inicial de decomposição para o interior da fenda. Além disso, a presença de sedimentos nas fraturas ósseas indica que estes ficaram em exposição aérea antes do soterramento (Cladera et al., 2004), o que refuta ainda mais a hipótese de Paula-Couto (1949). Vale ressaltar que provavelmente esta exposição ocorreu em curto prazo de tempo, já que marcas de dessecação, características de longa exposição (Behrensmeyer, 1978; Shipman, 1981; Lyman, 1994), estão ausentes nos fósseis estudados. Behrensmeyer (1978) sugere que elementos esqueletais enquadrados no nível 0 de sua escala pertenceriam a indivíduos que morreram num período máximo de um ano.

Várias evidências suportam a hipótese de que o provável agente de deposição dos fósseis no interior da fenda tenha sido enxurradas. Como citado anteriormente, os fósseis aqui analisados encontravam-se em um depósito preenchido por margas, as quais teriam sido ali depositadas pelas águas pluviais, como produto da erosão e corrosão produzidas pela água no próprio calcário e também nas rochas cristalinas que circundam a bacia (Almeida, 2005). Adicionalmente, Paula-Couto (1949) aponta que as paredes das fendas apresentavam sinais de ação de água corrente, tendo diversos níveis de desgaste. Almeida (2005) também afirma que os fósseis da "Fenda 1968" que ainda se encontram em blocos de rochas não apresentam orientação definida, estando estes dispostos caoticamente nos blocos, o que sugere a influência de agentes de alta energia (*e.g.* enxurrada) na deposição do material na fenda.

CONCLUSÕES

A tafocenose de mamíferos da "Fenda 1968" da bacia de São José de Itaboraí é parautóctone e esteve exposta por pouco tempo antes de ser depositada no interior da fenda por curto transporte, possivelmente desencadeado por enxurradas. Não há evidências convincentes da influência de animais predadores na formação da assembleia fossilífera estudada. Apenas mamíferos de pequeno porte ocorrem na fenda devido a uma possível seleção durante a fase bioestratinômica. Outras hipóteses adicionais, como a ocorrência de pisoteio durante a fase pré-soterramento, não pode ser descartada tendo como base os resultados desta análise. Durante a fase fossildiagenética, várias fraturas foram produzidas no material devido à compressão gerada pelo aporte sedimentar na fenda. O padrão de completude esqueletal observado na tafocenose evidencia a influência das características anatômicas dos mamíferos na preservação diferencial de restos esqueletais durante o processo de fossilização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Setor de Paleontologia do Departamento Nacional da Produção Mineral pelo acesso ao material da bacia de Itaboraí coletado em 1968; a V.H.S.D. Fernandes pelo auxílio com algumas imagens, e ao CNPq e CAPES pelas bolsas de produtividade (LPB) e mestrado concedidas aos autores. Aos revisores do manuscrito, K.O. Porpino e C. Montalvo, os autores agradecem os oportunos comentários e sugestões.

REFERÊNCIAS

- Almeida, E.B. 2005. Aspectos tafonômicos dos fósseis de mamíferos procedentes da "Fenda 1968" da Bacia de São José de Itaboraí, RJ – Paleoceno Superior. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 74 p.
- Alves, R.S. 2007. Os mamíferos pleistocênicos da Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco: aspectos tafonômicos, taxonômicos e paleoambientais. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 111 p.
- Andrews, P. & Evans, E.M.N. 1983. Small Bone Mammal Accumulations Produced by Mammalian Carnivores. *Paleobiology*, 9(3):289-307.
- Araújo-Júnior, H.I.; Bergqvist, L.P. & Almeida, E.B. 2010. Análise tafonômica da concentração óssea de mamíferos provenientes da "Fenda 1968", da Bacia de São José de Itaboraí/RJ (Itaboraiense). *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 7, 2010. *Resumos*, Rio de Janeiro, UNIRIO/DNPM, p. 74.
- 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 SOCIEDA-

DE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, NÚCLEO NOR-DESTE, 10, 2009. *Resumos*, Crato, URCA, p. 1.

- 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.
- 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
- Badam, G.L.; Ganjoo, R.K. & Salahuddin. 1986. Preliminary taphonomical studies of some Pleistocene fauna from the Central Narmada Valley, Madhya Pradesh, India. *Palaeogeography*, *Palaeoclimatology*, *Palaeoecology*, **53**:335-348.
- Behrensmeyer, A.K. 1975. The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages of Lake Rudolf, Kenya. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, **146**:437-578.
- Behrensmeyer, A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, **4**:150-162.
- 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. & Dechant-Boaz, D.E. 1980. The recent bones of Amboseli National Park, Kenya, in relation to East African paleoecology. *In:* A.K. Behrensmeyer & A.P. Hill (eds.) *Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology*, Midway Reprint, p. 72-92.
- Behrensmeyer, A.K. & Hill, A.P. 1980. Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology. Chicago, Midway Reprint, 338 p.
- Behrensmeyer, A.K. & Kidwell, S.M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology*, **11**:105-119.
- Behrensmeyer, A.K.; Kidwell, S.M. & Gastaldo, R.A. 2000. Taphonomy and paleobiology. *In:* D.H. Erwin & S.L. Wing (eds.) *Deep time – paleobiology's perspective*, The Paleontological Society, p. 103-147.
- Behrensmeyer, A.K.; Western, D. & Dechant-Boaz, D.E. 1979. New perspective in vertebrate paleoecology from a recent bone assemblage. *Paleobiology*, 5(1):12-21.
- Bergqvist, L.P. 1996. Reassociação do pós-crânio de ungulados da Bacia de São José de Itaboraí (Paleoceno), Estado do Rio de Janeiro, e filogenia dos "Condylarthra" e ungulados sul-americanos com base no pós-crânio. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 406 p.
- Bergqvist, L.P. 2005. Bacias sedimentares brasileiras: bacia de Itaboraí. Boletim Informativo da Fundação Paleontológica Phoenix, 75:1-4.
- Bergqvist, L.P. & Almeida, E.B. 2001. Aspectos tafonômicos observados na bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro (Paleoceno Superior). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 2:133-134.
- Bergqvist, L.P.; Gomide, M.; Cartelle, C. & Capilla, R. 1997. Faunaslocais de mamíferos pleistocênicos de Itapipoca/Ceará, Taperoá/ Paraíba e Campina Grande/Paraíba: estudo comparativo, bioestratinômico e paleoambiental. *Geociências*, 2(6):23-32.
- Bergqvist, L.P.; Mansur, K.; Rodrigues, M.A.; Rodrigues-Francisco, B.H.; Perez, R.A.R. & Beltrão, M.C.M.C. 2009. Bacia de São José de Itaboraí, RJ – berço dos mamíferos no Brasil. *In:* M. Winge; C. Schobbenhaus; C.R.G. Souza; A.C.S. Fernandes; M. Berbert-Born, & E.T. Queiroz. (eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, CPRM, **2**:413-432.

- Bergqvist, L.P.; Moreira, A.L. & Pinto, D.R. 2006. Bacia de São José de Itaboraí – 75 anos de história e ciência. Rio de Janeiro, CPRM/SBG, 83 p.
- Bertoni-Machado, C.; Soares, M.B.; Kislowski, F.F. & Dentzien-Dias, P.C. 2008. Uma peculiar tafocenose controlada por ação biogênica no Triássico Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 35(1):57-69.
- Bond, M.; Carlini, A.A.; Goin, F.J.; Legarreta, L.; Ortiz-Jaureguizar, E.; Pascual, R. & Uliana, M.A. 1995. Episodes in South American land mammal evolution and sedimentation: testing their apparent concurrence in a Palaeocene succession from Central Patagonia. *In:* CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 6, 1995. *Actas*, Trelew, p. 47-58.
- Brain, C.K. 1969. The contribution of Namib Desert Hottentots to an understanding of australopithecine bone accumulations. *Scientific Papers of the Namib Desert Research Station*, **39**:13-22.
- Brain, C.K. 1976. Some principles in the interpretation of bone accumulations associated with man. *In:* G.L. Isaac & E.R. McCown (eds.) *Human origins: Louis Leakey and the East African evidence.* W.A. Benjamin Inc., p. 97-116.
- Brito, I.A.M.; Franke, H.C.E.M. & Campos, D.A. 1972. Geologia e petrografia da bacia de São José de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2(44):225-234.
- Cladera, G.; Ruigomez, E.; Ortiz-Jaureguizar, E.; Bond, M. & López, G. 2004. Tafonomía de la Gran Hondonada (Formación Sarmiento, Edad-Mamífero Mustersense, Eoceno Médio), Chubut, Argentina. *Ameghiniana*, **41**(3):315-330.
- Damuth, J. 1982. Analysis of the preservation of community structure in assemblages of fossil mammals. *Paleobiology*, 8:434-446.
- Dantas, M.A.T. & Tasso, M.A.L. 2007. Megafauna do Pleistoceno final de Vitória da Conquista, Bahia: taxonomia e aspectos tafonômicos. *Scientia Plena*, 3(3):30-36.
- Dart, R.A. 1949. The predatory implemental technique of Australopithecus. American Journal of Physical Anthropology, 7:1-38.
- Dart, R.A. 1957. The osteodontokeratic culture of *Australopithecus Prometheus. Transvaal Museum Memoir*, **10**:1-105.
- Dodson, P. 1973. The significance of small bones in paleoecological interpretation. *Contributions to Geology*, **12**(1):15-19.
- Faith, J.T.; Marean, C.W. & Behrensmeyer, A.K. 2007. Carnivore competition, bone destruction, and bone density. *Journal of Archaeological Science*, 34:2025-2034. doi:10.1016/ j.jas.2007.01.017
- Flynn, J. J. & Wyss, A.R. 1998. Recent advances in South American mammalian paleontology. *TREE*, 13(11):449-454.
- Gelfo, J.N.; Goin, F.J.; Woodburne, M.O. & Muizon, C. 2009. Biochronological relationships of the earliest South American Paleogene mammalian faunas. *Palaeontology*, **52**(1):251-269. *doi: 10.1111/j.1475-4983.2008.00835.x*
- Getty, R. 1981. *Anatomia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro, Interamericana, 2000 p.
- Hill, A. P. 1979. Disarticulation and scattering of mammal skeletons. *Paleobiology*, 5(3):261-274.
- Hill, A.P. 1980. Early post-mortem damage to the remains of some contemporary east African mammals. *In:* A.K. Behrensmeyer & A.P. Hill (eds.) *Fossils in the making: vertebrate taphonomy and paleoecology*, Midway Reprint, p. 131-152.
- Holz, M. & Barberena, M.C. 1989. A importância da tafonomia para o estudo de vertebrados fósseis. Acta Geologica Leopoldensia, 12(29):77-92.

- Holz, M. & Simões, M.G. 2002. *Elementos fundamentais de tafonomia*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 231 p.
- Holz, M. & Soares, M.B. 1995. Tafonomia de vertebrados: estado da arte e perspectivas para a paleontologia sul-rio-grandense. *Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia da UBEA/* UFRGS, 1:85-94.
- Hubbe, A. 2008. Contextualização taxonômica, tafonômica e morfométrica dos remanescentes ósseos da megamastofauna da Gruta Cuvieri (MG), um sítio paleontológico do Pleistoceno tardio. Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 141 p.
- Klein, V.C. & Rodrigues-Francisco, B.H. 1981. Aspectos sedimentares e estruturais na bacia Calcária de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro, e suas implicações para a paleontologia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 1(53):135-142.
- Klein, V.C.; Rodrigues-Francisco, B.H. & Souza-Cunha, F.L. 1985. *Resultados das pesquisas sistemáticas realizadas na bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro (1972-1982)*. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, p. 653-656 (Série Geologia 27, Seção Paleontologia 2).
- Lawrence, D.R. 1968. Taphonomy and information losses in fossil communities. *Bulletin of Geology Society American*, **79**:1315-1330.
- Leinz, V. 1938. Os calcáreos de São José, Niterói, Estado do Rio de Janeiro. *Mineração e Metalurgia*, 3(15):153-155.
- Lyman, R.L. 1994. Vertebrate taphonomy. Cambridge, Cambridge University Press, 524 p.
- Lyman, R.L. 2008. *Quantitative paleozoology*. Cambridge, Cambridge University Press, 348 p.
- Marshall, L.G. 1985. Geochronology and land-mammal biochronology of the transamerican faunal interchange. *In:* F.G. Stheli & S.D. Webb (eds.) *The Great American Biotic Interchange*, Plenum Press, p. 49-85.
- Martin, R.E. 1999. *Taphonomy: a process approach*. Cambridge, Cambridge University Press, 508 p.
- Medeiros, R.A. & Bergqvist, L.P. 1999. Paleocene of the São José de Itaboraí basin, Rio de Janeiro, Brazil: lithostratigraphy and biostratigraphy. Acta Geologica Leopoldensia, 22(48):3-22.
- Moore, K.L. 1994. *Anatomia orientada para a clínica*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 831 p.
- Moura, T.A.N. 2003. Representatividade óssea na "Fenda 1968" na bacia calcária de São José de Itaboraí, RJ (Paleoceno superior). *In:* JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA/UFRJ, 25, 2003. *Boletim de Resumos*, Rio de Janeiro, UFRJ, p. 170-171.
- Myers, T.; Voorhies, M.R. & Corner, R.G. 1980. Spiral fracture and bone pseudotools at paleontological sites. *American Antiquity*, **45**(3):483-489.
- Palma, J.M.C. & Brito, I.M. 1974. Paleontologia e estratigrafia da bacia de São José de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 46:383-406.
- Pascual, R. & Ortiz-Jaureguizar, E. 1991. El ciclo faunístico Cochabambiano (Paleoceno temprano): su incidencia en la historia biogeografica de los mamiferos sudamericanos. *Revista Técnica del YPFB*, 12:559-574.
- Pascual, R. & Ortiz-Jaureguizar, E. 2007. The Gondwanan and South American episodes: two major and unrelated moments in the history of the South American mammals. *Journal of Mammalian Evolution*, 14:75-137. *doi: 10.1007/s10914-007-9039-5*
- Paula-Couto, C. de. 1949. Novas observações sobre paleontologia e geologia do depósito calcário de São José de Itaboraí. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, p. 1-12 (Notas Preliminares e Estudos 72).

- Paula-Couto, C. de. 1952. Fossil mammals from the beginning of the Cenozoic in Brazil. Marsupialia: Polydolopidae and Borhyaenidae. *American Museum Novitates*, **1559**:1-27.
- Paula-Couto, C. de. 1953. A bacia calcária de Itaboraí e a tectônica da costa sudeste do Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, p. 1-12 (Notas Preliminares e Estudos 75).
- Porpino, K.O. & Santos, M.F.C.F. 2002. O estudo de mamíferos pleistocênicos no Nordeste brasileiro e a necessidade de abordagens complementares: um exemplo Potiguar. *Revista de Geologia*, 15:17-21.
- Price, L.I. & Campos, D. A. 1970. Fósseis pleistocênicos no município de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, 1970. *Anais*, Brasília, SBG, p. 355-358.
- Richardson, P.R.K. 1980. Carnivore damage on antelope bones and its archaeological implications. *Paleontologia Africana*, 23:109-125.
- Ricomini, C. & Rodrigues-Francisco, B.H. 1992. Idade potássioargônio do derrame de ankaramito da bacia de Itaboraí, Rio de Janeiro, Brasil: implicações tectônicas. *In*: CONGRESSO BRA-SILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992. *Resumos expandidos*, São Paulo, SBG, p. 469-470.
- Rodrigues-Francisco, B.H. & Souza-Cunha, F.L. 1978. Geologia e paleontologia da bacia de São José, Município de Itaboraí, RJ. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 3(50):281-416.
- Rogers, R.R.; Eberth, D.A. & Fiorillo, A.R. 2008. Bonebeds: genesis, analysis and paleobiological significance. Chicago, University of Chicago Press, 499 p.
- Sant'anna, L.G. 1999. Geologia, mineralogia e gênese das esmectitas dos depósitos paleogênicos do rift continental do Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 239 p.
- Sant'anna, L.G. & Riccomini, C. 2001. Cimentação hidrotermal em depósitos paleogênicos do rift continental do Sudeste do Brasil: mineralogia e relações tectônicas. *Revista Brasileira de Geociências*, **31**(2):231-240.
- 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.
- Shipman, P. 1981. Life History of a Fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology. Cambridge, Harvard University Press, 222 p.
- Shipman, P.; Bosler, W. & Davis, K.L. 1981. Butchering of giant geladas at an Ancheulian site. *Current Anthropology*, 46:77-86.
- Shipman, P. & Phillips-Conroy, J.E. 1977. Hominid tool-making versus carnivore scavenging. *American Journal of Physical Anthropology*, 46:77-86.
- Souza-Cunha, F.L. 1982. A presença inédita de um mamífero xenungulata no calcário da bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 54(4):754-755.
- Todd, L.C. & Rapson, D.J. 1988. Long bone fragmentation and interpretation of faunal assemblages: approaches to comparative analysis. *Journal of Archaeological Science*, 15:307-325.
- Toots, H. 1965. Sequence of disarticulation in mammalian skeletons. *Contributions to Geology*, **4**(1):37-38.
- Voorhies, M.R. 1969. Taphonomy and populations dynamics of an early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska. *Contributions to Geology*, 1:1-69.

Received in September, 2010; accepted in March, 2011.