

Feições de intemperismo em fósseis da megafauna do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande (BA), Brasil

Weathering features in fossil megafauna of the late Quaternary from Lagoa do Rumo, Baixa Grande (BA), Brazil

Fábio Henrique Cortes Faria*, Ricardo da Costa Ribeiro, Ismar de Souza Carvalho

RESUMO: A descrição dos estágios de intemperismo em 110 amostras de fósseis de mamíferos do Quaternário tardio, provenientes do depósito fossilífero da Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, Nordeste do Brasil, possibilitou diagnosticar o tempo de exposição aos agentes externos (bióticos e abióticos) desde a morte até o soterramento final. Essas feições indicam uma mistura temporal de morte na tanatocenose da assembleia fossilífera de Lagoa do Rumo em até 15 anos para o soterramento final.

PALAVRAS-CHAVE: intemperismo em fósseis; restos ósseos; megafauna.

ABSTRACT: *The stages of weathering in 110 samples of mammal's fossils from the Late Quaternary, from Lagoa do Rumo, Baixa Grande (BA), northeastern Brazil, allowed to diagnose the time of exposure to external agents (biotic and abiotic) since death to final burial. These features indicate time average of death in the thanatocenoses of the fossiliferous assembly up to 15 years to the final burial.*

KEYWORDS: *fossil weathering; skeletal remains; megafauna.*

INTRODUÇÃO

O estudo dos processos de necrólise fornece importantes informações tafonômicas de uma assembleia fossilífera. A decomposição de ossos de vertebrados em superfícies subaéreas e a sua destruição fazem parte do processo natural de reciclagem de nutrientes dos solos. O processo de fossilização depende fortemente da intensidade e da taxa de variação dos processos destrutivos que afetam os ossos e da probabilidade de soterramento final, antes de sua destruição total frente aos agentes externos (bióticos e abióticos), conforme indicado por Behrensmeyer (1978).

Os bioclastos aqui analisados são oriundos de sedimentos quaternários, descobertos de modo acidental na zona rural do município de Baixa Grande, sendo o primeiro registro dessa mastofauna do Quaternário Tardio. Ribeiro (2010) realizou estudos tafonômicos da assembleia aqui analisada, constatando que tal depósito é caracterizado

como uma assembleia parautoctone, politípica e poliespecífica, apresentando domínio da espécie de mamífero fóssil *Eremotherium laurillardii*; onde foi observado que os fósseis apresentavam feições de intemperismo de diferentes estágios. No presente trabalho realizamos uma descrição e análise dos estágios de intemperismo, observados pelo autor citado acima.

Foram analisadas 110 amostras fósseis (acervo da coleção de mamíferos fósseis do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (DG nº de lastro – M), sendo realizada uma classificação das feições de intemperismo dos ossos (Behrensmeyer 1978), que quando expostos na superfície subaérea, apresentam rápidas mudanças em sua aparência. Estas feições indicam o tempo de exposição subaérea antes do soterramento final. Este estudo visa diagnosticar o tipo de concentração fossilífera e a dinâmica ambiental a que estes restos ósseos foram submetidos até o soterramento final.

Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. E-mail: fabiocortes22@gmail.com, ricardomito@hotmail.com, ismar@geologia.ufrj.br

*Autor correspondente

Manuscrito ID 25610. Recebido em: 16/01/2012. Aprovado em: 11/10/2012

ÁREA DE ESTUDO

O município de Baixa Grande, estado da Bahia, situa-se a 250 km da capital Salvador (Fig. 1), está localizado na mesorregião do centro-norte baiano. O depósito fossilífero situa-se na propriedade rural do Sr. João França, em Lagoa do Rumo. Suas coordenadas geográficas são 11°52'07" de latitude Sul, e 40°07'11" de longitude Oeste (Datum SAD 69), com cota altimétrica de 386 m.

O depósito fossilífero (Fig. 2) corresponde a um tanque natural, sendo o principal ambiente de deposição de mastofauna quaternária do Nordeste do Brasil. São caracterizados por depressões naturais formadas nas rochas do embasamento, cuja origem está relacionada ao intemperismo químico devido ao acúmulo de água nas fraturas e diaclases do embasamento. O acúmulo dessa água rica em ácidos orgânicos atua de forma intensa na alteração dos silicatos, como o feldspato. Com o passar do tempo ocorre um aumento da ação erosiva de dissolução sobre estes minerais da rocha encaixante, onde as paredes do depósito apresentam um recuo lateral, fazendo com que suas bordas tornem-se negativas (Bigarella *et al.* 1994).

Os processos erosivos e deposicionais responsáveis pela formação destes depósitos no Nordeste do Brasil estão associados ao final do Pleistoceno e início do Holoceno, período este que é marcado pela transição de um clima mais úmido para o semiárido nordestino, o que proporcionou uma mudança faunística e fisiográfica na região (Bigarella *et al.* 1994). Estas depressões teriam sido importantes fontes de água para a fauna do Quaternário tardio nos períodos de estiagem prolongada. Após a morte, suas carcaças foram carregadas e depositadas nessas cacimbas (Bergqvist & Almeida 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

O material aqui analisado é composto por 110 amostras da coleção do Laboratório de Macrofósseis do Departamento de Geologia da UFRJ, que correspondem a ossos cranianos e pós-cranianos, desarticulados e bem fragmentados (Tab. 1). Estes são compostos por fragmentos de crânio, mandíbula, dentes, corpos vertebrais, membros anteriores e posteriores, costelas, além de uma grande parte de fósseis não identificados.

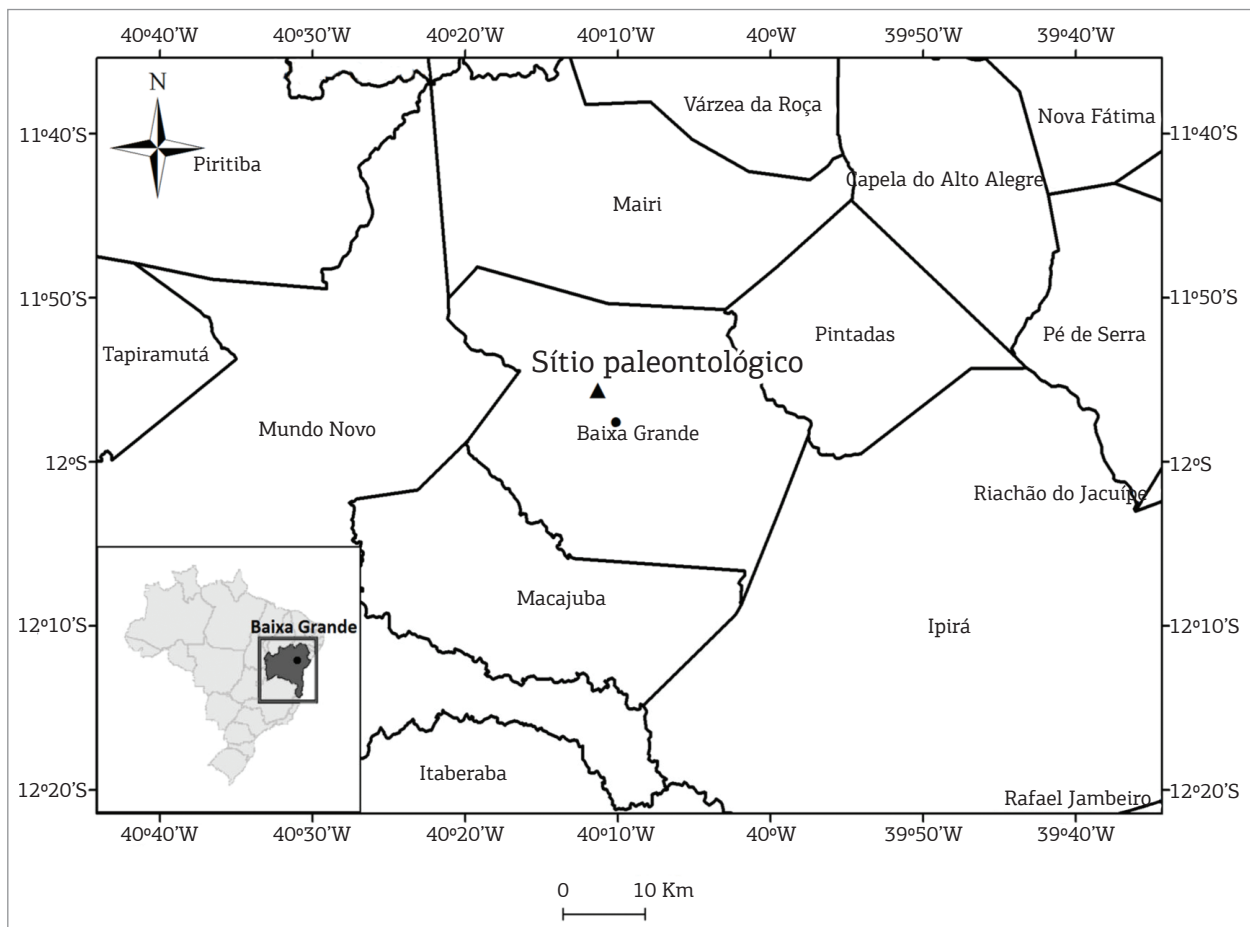


Figura 1. Mapa de localização do município de Baixa Grande, estado da Bahia (plotado a partir de dados do IBGE 2005).

A classificação do material seguiu os seis estágios de intemperismo, que está diretamente relacionado ao tempo de exposição dos restos esqueléticos antes do soterramento final e ao tipo de ambiente aos agentes do intemperismo propostos por Behrensmeyer (1978), que são:

- Estágio 0 – O osso encontra-se inalterado. Período de exposição de no máximo um ano.
- Estágio 1 – Os ossos apresentam leves rachaduras em sua superfície, sendo geralmente paralelas à estrutura do osso. Em alguns casos pode haver a presença de tecidos moles (Fig. 3A). Período de exposição de zero a três anos.
- Estágio 2 – Apresenta sinais de escamação da superfície, expondo a camada interna. Também apresenta quebras angulosas nas extremidades. Restos de ligamentos e cartilagem podem estar presentes (Fig. 3B). Período de exposição de dois a seis anos.
- Estágio 3 – A superfície do osso torna-se áspera apresentando rachaduras que podem expor partes da textura fibrosa. A atividade do intemperismo ataca principalmente o tecido externo do osso. A presença de

tecidos neste estágio é rara (Fig. 3C). Período de exposição de 4 a 15 anos.

- Estágio 4 – O intemperismo estilhaça e lasca a superfície óssea penetrando nas cavidades. A superfície torna-se fibrosa, com textura rugosa, podendo se romper parcialmente quando o osso é movimentado (Fig. 3D). Período de exposição de 6 a 15 anos ou mais.
- Estágio 5 – O osso está bastante alterado pelos agentes do intemperismo dificultando sua identificação. Pode facilmente quebrar-se caso seja movimentado. O tecido esponjoso do osso normalmente está exposto quando presente (Fig. 3E). Período de exposição de 6 a 15 anos ou mais.

PROCESSOS DE INTEMPERISMO EM OSSOS

Os processos de intemperismo em ossos são definidos como os efeitos que alteram a micro e macroscopia original dos ossos, onde os componentes orgânicos e inorgânicos são separados e destruídos pelos agentes químicos, físicos e

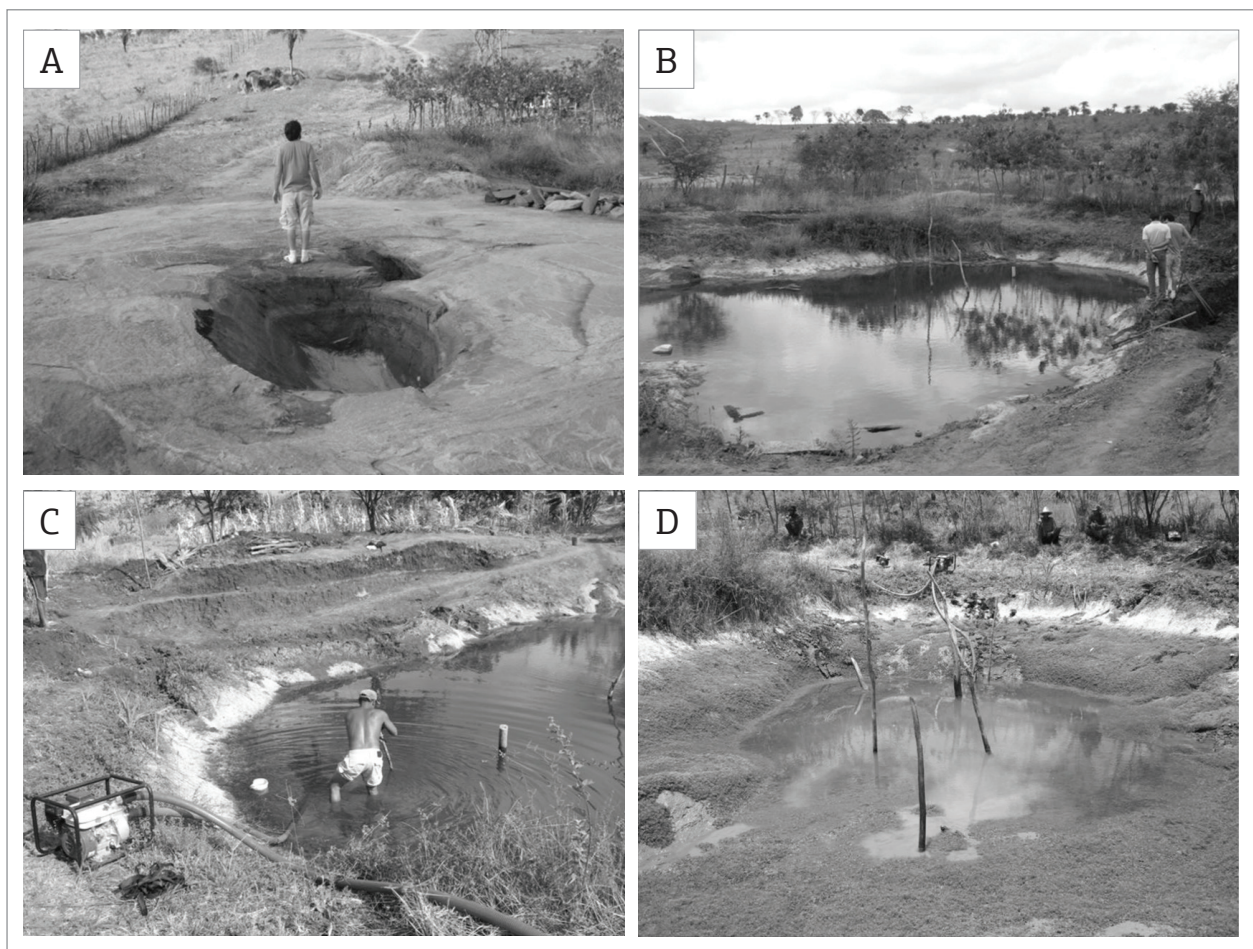


Figura 2. (A) Cacimba adjacente ao depósito fossilífero mostrando o embasamento; (B) depósito fossilífero cheio d'água; (C) drenagem do depósito com bomba motorizada; (D) depósito após a drenagem.

Feições de intemperismo

Tabela 1. Fósseis analisados de Lagoa do Rumo com seu respectivo estágio de intemperismo

Número de lastro	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Fóssil	Táxon	Estágio de intemperismo
UFRJ DG 356-M	337	193	113	Fragmento de úmero	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 357-M	351	145	123,5	Calcâneo fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 358-M	197	186	143	Astrágalo esquerdo	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1 e 2
UFRJ DG 359-M	122	183	114	Astrágalo esquerdo fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1 e 2
UFRJ DG 360-M	243	137	81,5	Falange distal do terceiro dedo	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 361-M	647	162	113	Rádio	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1 e 2
UFRJ DG 367-M	92	107	82	Corpo vertebral	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 368-M	292	133,5	82	Metacarpo IV	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 369-M	197	218	172	Fragmento de fêmur	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 370-M	202	189	130	Astrágalo direito	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 371-M	299	179	54	Ramo mandibular direito	<i>Eremotherium laurillardi</i>	4
UFRJ DG 375-M	543	224	149	Tíbia fragmentada	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1 e 2
UFRJ DG 376-M	191	195	138	Fragmento de tíbia	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 377-M	166	106	72	Fragmento de costela	Indeterminado	3
UFRJ DG 380-M	88	53	39	Corpo vertebral fragmentado	Indeterminado	4
UFRJ DG 381-M	151	54	27	Oso fragmentado	Indeterminado	3
UFRJ DG 382-M	79	91	37	Fragmento de osso	Indeterminado	5
UFRJ DG 383-M	77	37,5	28	Fragmento de osso	Indeterminado	1,2 e 5
UFRJ DG 384-M	73	41	16	Fragmento de osso	Indeterminado	2 e 4
UFRJ DG 388-M	400	215	160	Crânio fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	5
UFRJ DG 389-M	280	80	120	Tíbia de indivíduo jovem	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2 e 4
UFRJ DG 390-M	145	75	50	Fragmento de bacia	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 391-M	160	120	55	Fragmento de bacia	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2 e 3
UFRJ DG 392-M	175	130	85	Fragmento de escápula	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2 e 3
UFRJ DG 393-M	170	90	35	Fragmento de costela	Indeterminado	2
UFRJ DG 394-M	185	85	70	Fragmento de crânio	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 395-M	165	125	11	Fragmento da porção distal fêmur	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3 e 4
UFRJ DG 396-M	130	220	120	Fragmento porção distal fêmur	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2 e 4
UFRJ DG 397-M	240	250	160	Fragmento porção proximal fêmur	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2, 3 e 5
UFRJ DG 398-M	250	160	155	Fragmento porção proximal úmero	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 399-M	210	100	50	Fragmento porção distal fêmur	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2 e 3
UFRJ DG 400-M	95	70	75	Fragmento de rádio, juvenil	<i>Eremotherium laurillardi</i>	5
UFRJ DG 401-M	320	165	150	Fragmento porção proximal úmero	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 402-M	200	100	90	Fragmento porção proximal ulna	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 403-M	235	120	105	Fragmento porção distal ulna	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 404-M	190	200	120	Fragmento de tíbia	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1 e 2
UFRJ DG 405-M	150	130	110	Fragmento de calcâneo	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 406-M	250	100	145	Calcâneo fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 407-M	230	150	140	Calcâneo fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 408-M	225	130	120	Calcâneo fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 409-M	105	80	60	Semilunar	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1
UFRJ DG 410-M	110	95	80	Semilunar	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1
UFRJ DG 411-M	90	65	70	Semilunar	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1
UFRJ DG 412-M	115	110	90	Metacarpos fusionados	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 413-M	220	40	65	Metacarpo	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 414-M	150	90	45	Garra	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 415-M	140	100	70	Fragmento de clavícula	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 416-M	135	80	60	Fragmento de clavícula	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 417-M	135	65	60	Vértebra projeção lombar	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 418-M	185	90	50	Vértebra projeção torácica	Indeterminado	3
UFRJ DG 421-M	305	65	60	Metacarpo III	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 422-M	690	260	170	Fêmur	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 423-M	475	100	80	Úmero	<i>Eremotherium laurillardi</i>	5
UFRJ DG 424-M	185	90	80	Metacarpo IV	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 425-M	210	145	60	Ramo mandibular fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	5
UFRJ DG 426-M	205	60	80	Metacarpo III	<i>Eremotherium laurillardi</i>	4
UFRJ DG 427-M	210	40	60	Metacarpo V	<i>Eremotherium laurillardi</i>	5

continua...

Tabela 1. Continuação

Número de lastro	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Fóssil	Táxon	Estágio de intemperismo
UFRJ DG 428-M	165	60	60	Metacarpo III	<i>Eremotherium laurillardi</i>	2
UFRJ DG 429-M	100	65	60	Semilunar fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	1
UFRJ DG 430-M	100	70	75	Corpo vertebral	<i>Eremotherium laurillardi</i>	4
UFRJ DG 431-M	100	60	85	Corpo vertebral e fragmento ósseo	Indeterminado	5
UFRJ DG 433-M	120	90	50	Áxis fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>	4
UFRJ DG 435-M	110	85	110	Corpo vertebral	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 436-M	85	80	90	Corpo vertebral	<i>Eremotherium laurillardi</i>	5
UFRJ DG 439-M	110	40	35	Metacarpo III	<i>Eremotherium laurillardi</i>	3
UFRJ DG 440-M	175	55	60	Metacarpo V	<i>Eremotherium laurillardi</i>	4
UFRJ DG 443-M	75	50	70	Falange proximal fragmentada	<i>Eremotherium laurillardi</i>	4
UFRJ DG 444-M	170	80	35	Fragmento de costela	Indeterminado	3
UFRJ DG 445-M	140	50	45	Fragmento de costela	Indeterminado	3
UFRJ DG 446-M	170	45	30	Ossos fragmentados	Indeterminado	4
UFRJ DG 447-M	125	50	35	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 448-M	175	50	55	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 449-M	140	60	60	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 450-M	140	40	20	Ossos fragmentados	Indeterminado	2
UFRJ DG 451-M	210	60	45	Ossos fragmentados	Indeterminado	2 e 3
UFRJ DG 452-M	100	50	20	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 453-M	120	45	30	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 5
UFRJ DG 454-M	115	45	30	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 455-M	170	65	55	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 456-M	160	80	55	Fragmento de metacarpo	Indeterminado	4 e 5
UFRJ DG 457-M	160	60	60	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 458-M	250	95	70	Ossos fragmentados	Indeterminado	4
UFRJ DG 459-M	170	50	35	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 460-M	190	85	50	Ossos fragmentados	Indeterminado	4
UFRJ DG 461-M	140	90	80	Ossos fragmentados	Indeterminado	3, 4 e 5
UFRJ DG 462-M	155	125	100	Ossos fragmentados	Indeterminado	2 e 3
UFRJ DG 463-M	115	65	40	Ossos fragmentados	Indeterminado	2
UFRJ DG 464-M	150	70	65	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 465-M	175	125	145	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 466-M	245	140	100	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 5
UFRJ DG 467-M	160	115	120	Ossos fragmentados	Indeterminado	2 e 3
UFRJ DG 468-M	100	105	50	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 5
UFRJ DG 469-M	150	100	65	Ossos fragmentados	Indeterminado	4
UFRJ DG 470-M	160	80	75	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 471-M	130	100	80	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 472-M	145	45	40	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 473-M	110	70	65	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 474-M	130	80	35	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 5
UFRJ DG 475-M	280	90	65	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 476-M	200	100	85	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 477-M	250	125	55	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 478-M	170	85	70	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 479-M	210	80	60	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 480-M	140	60	60	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 481-M	260	80	50	Ossos fragmentados	Indeterminado	2 e 3
UFRJ DG 482-M	170	75	60	Ossos fragmentados	Indeterminado	3 e 4
UFRJ DG 483-M	170	90	75	Ossos fragmentados	Indeterminado	2
UFRJ DG 484-M	130	75	60	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 485-M	110	50	45	Ossos fragmentados	Indeterminado	3
UFRJ DG 486-M	100	45	30	Ossos fragmentados	Indeterminado	5

biológicos que operam no material *in situ* no processo de reciclagem de nutrientes do solo. As carcaças dos animais que morrem e não são soterrados imediatamente, sofrendo uma necrólise subaérea, ficam expostas na superfície do solo e estão sujeitas a todas as intempéries do clima e também dos agentes bióticos.

Os danos físicos causados pelos agentes bióticos podem ser resultantes da mastigação de carnívoros e carniceiros, por pisoteio (*trampling*) ou perfurações atribuídas à atividade de insetos e raízes. Os danos físicos podem também ser causados pelo transporte fluvial ou biótico, além de fatores aleatórios que são responsáveis pela dispersão e degradação dos ossos; onde a ação de necrófagos e o pisoteio são fatores adicionais que podem contribuir para a desarticulação de partes esqueléticas (Haynes 1980a, b, 1982, 1983, D'Andrea & Gotthardt 1984, Behrensmeier *et al.* 1986, Behrensmeier 1991).

Hill (1979) realizou um estudo sobre o processo de desarticulação e dispersão de esqueletos de mamíferos na região norte do Quênia, nas margens de *Turkana Lake*, relatando que a desarticulação e dispersão iniciais causadas pela atividade de carnívoros e carniceiros são bem locais. Por outro lado, chutes acidentais causados pela passagem de animais podem mover partes por grandes distâncias, o que favorece no processo de desintegração do osso. As variações nos processos de desarticulação refletem as condições ambientais e ecológicas, reduzindo as carcaças a pequenas partes que são facilmente transportadas e dispersas, facilitando o processo natural de ciclagem de nutrientes do solo.

Behrensmeier & Hill (1984) relatam que as características ambientais, tais como temperatura, umidade e vegetação influenciam diretamente os processos tafonômicos, tais como a desarticulação e intemperismo dos ossos. Os principais efeitos da degradação do osso são produzidos pela combinação da flutuação de temperatura e umidade, onde os estágios de intemperismo são o resultado da intensidade e duração destes processos, e também das variações locais das condições microclimáticas que catalisam esses efeitos. Behrensmeier (1978) identificou que a vegetação de pântano e as características locais desse ambiente oferecem as melhores condições de preservação, já a temperatura, umidade e vegetação têm maior influência nos estágios de intemperismo que as condições gerais do habitat.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as análises realizadas, 78 das 110 amostras fossilíferas (70,9% do total), apresentaram características de um único estágio de intemperismo. Os percentuais de amostras nos seis estágios de intemperismo são apresentados

na Fig. 4. O estágio 3, com 34 amostras, tem o maior percentual (44%), demonstrando que esses restos ficaram expostos na superfície do solo por no mínimo 4 anos e no máximo 15.

O estágio 2, com 25% das amostras, indica exposição de 2 a 6 anos. Amostras nos estágios 4 e 5, com um percentual de 26%, apontam para um tempo de exposição de 6 a 15 anos ou mais, o que dependerá das condições ambientais, onde esses restos estão expostos aos agentes do intemperismo. O estágio 1, com o menor percentual (5%) indica tempo de exposição de 0 a 3 anos. Nenhuma amostra apresentou características do estágio 0. A Fig. 5 apresenta o número de amostras em cada estágio de intemperismo e tempo de exposição.

Nesta análise também foram identificadas feições de dois estágios de intemperismo bem definidos no mesmo bioclasto, representando 26,4% das amostras analisadas, indicando uma possível posição dos ossos na superfície do solo antes do soterramento final. Isto aponta também para a ação diferenciada dos agentes do intemperismo na superfície óssea, sendo que a superfície superior está sujeita a maiores flutuações de temperatura e umidade que a inferior. A Fig. 6 apresenta a quantidade de amostras com feições de dois estágios bem definidos.

A variação nos estágios de intemperismo de um único osso fornece importantes evidências dos processos tafonômicos que atuam na assembleia fossilífera. Ossos que se encontram mais intemperizados na parte superior (superfície exposta) que a inferior (superfície em contato com o solo), não são incomuns. Isso se deve a maior ação dos processos de intemperismo que ocorrem sobre a superfície do solo onde as flutuações de temperatura e umidade são maiores.

Behrensmeier (1978), analisando restos ósseos do Parque Nacional de Amboseli, Quênia, observou que a superfície superior exposta está submetida a maiores flutuações de temperatura e umidade, deteriorando-se com mais intensidade do que a inferior, que está sujeita a menores extremos. Entretanto, foram observadas situações onde a superfície inferior (face voltada para o solo) desintegra-se com mais intensidade. Isto ocorre devido à cristalização de sais dissolvidos na água e presentes no solo, que se incrustam nas rachaduras favorecendo a ação do intemperismo. Soma-se a este fator a atividade biológica de insetos, raízes e dissolução por ácidos orgânicos oriundos da decomposição da matéria orgânica (Fig. 7).

Através desta análise podemos dividir as amostras em dois grupos: “pouco intemperizadas”, representadas pelos estágios 1–2 (24,5%), e “significativamente intemperizadas”, pelos estágios 3–5 (75,5%) (Fig. 8), o que significa que esta assembleia é do tipo “*attritional*”, a qual consiste em acumulações de ossos (carcaças) compostas por restos de animais devido à morte por doenças, predação, fome e sede (Behrensmeier *et al.* 1979).

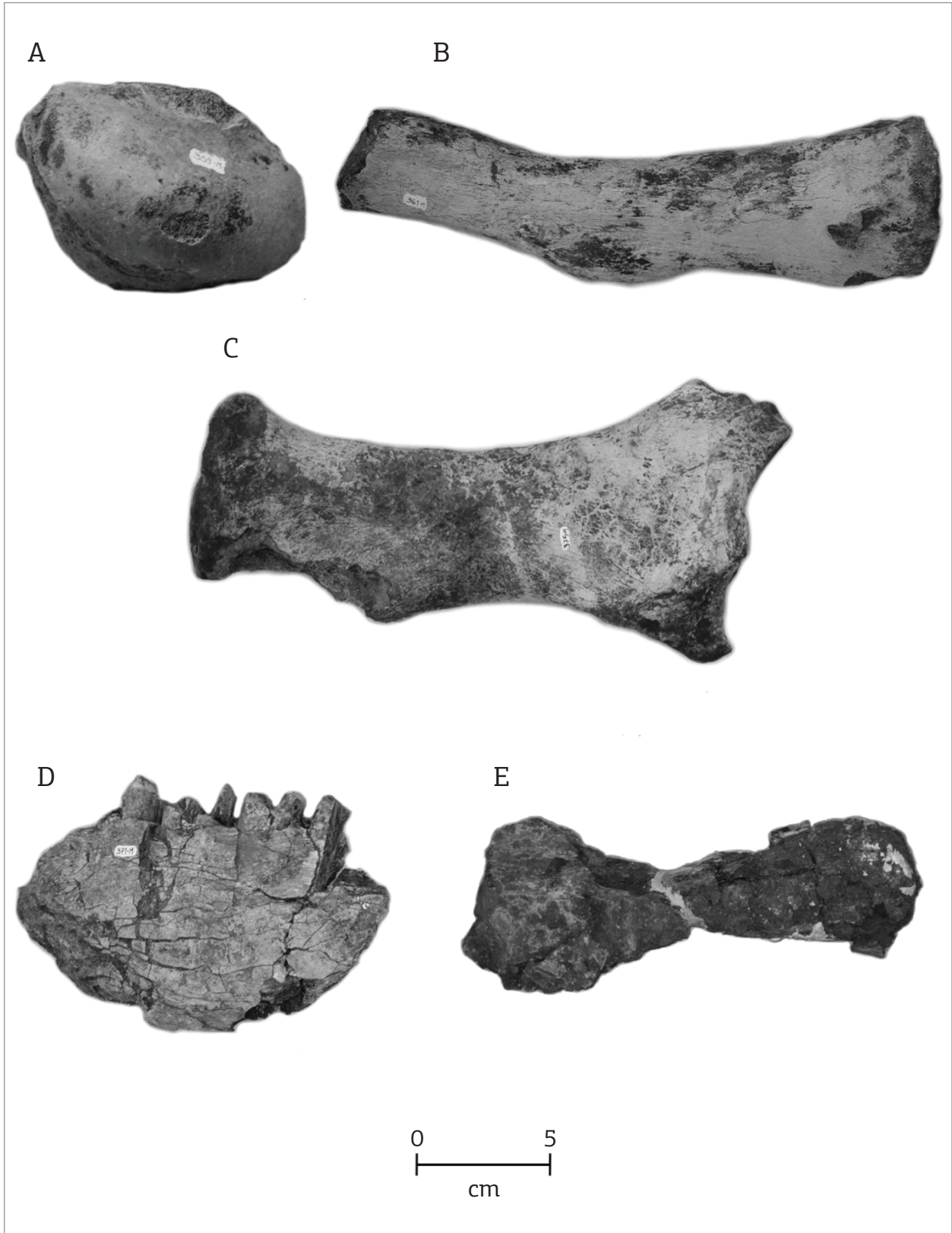


Figura 3. (A) Astrágalo esquerdo fragmentado no estágio 1 (UFRJ DG 359-M), vista lateral; (B) rádio no estágio 2 (UFRJ DG 361-M), vista lateral; (C) tíbia no estágio 3 (UFRJ DG 375-M), vista lateral; (D) mandíbula esquerda fragmentada no estágio 4 (UFRJ DG 371-M), vista ventral; (E) úmero no estágio 5 (UFRJ DG 423-M), vista lateral. Todos os fósseis correspondem a *Eremotherium laurillardi*.

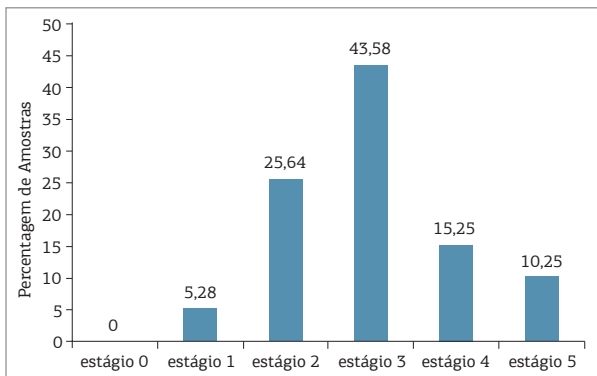


Figura 4. Gráfico com o percentual de amostras em cada estágio de intemperismo dos ossos da megafauna.

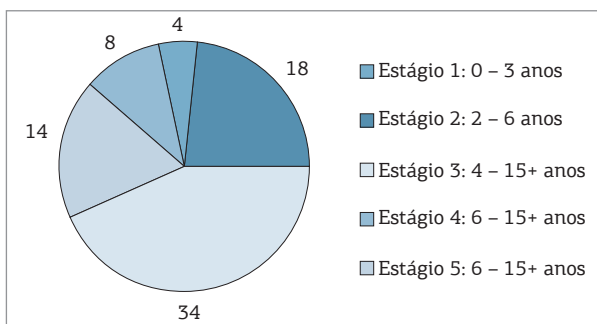


Figura 5. Amostras analisadas com um estágio de intemperismo bem definido e tempo de exposição. Adaptado de Behrensmeier (1978). (A) Fragmento de fêmur; (B) astrágalo; ambos os fósseis são de *Eremotherium laurillardii*. Os números indicam os estágios de intemperismo na superfície das amostras.

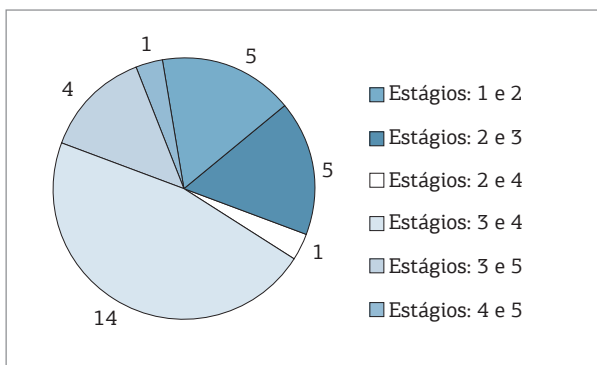


Figura 6. Amostras analisadas com feições de dois estágios de intemperismo.

Apenas duas amostras apresentam em sua superfície um mosaico de características, onde podemos identificar feições dos estágios 1, 2, 3, 4 e 5 (Fig. 9). Isto representa que a ação do intemperismo atua de forma diferenciada na superfície óssea, o que pode estar relacionado ao processo de necrólise, danos físicos causados por agentes bióticos e abióticos, como também devido a estrutura dos tecidos que compõem o osso.

Cutler, Behrensmeier & Chapman (1999), em estudo conduzido no Parque Nacional do Amboseli, Quênia, observaram os estágios de intemperismo dos ossos para determinar o grau de alteração tafonômica. Foram comparadas as diferenças entre os estágios de intemperismo das amostras com as mudanças ambientais que ocorreram na área de estudo sobre um período de acumulação de 15 a 25 anos. Estas mudanças ambientais ocasionaram a retração e expansão de habitats, ocasionando a expansão das áreas de gramíneas e arbustos. Tais mudanças tiveram influência direta no intemperismo dos bioclastos, devido a alterações nas condições ambientais. Mudanças na característica da vegetação também ocorreram no Nordeste Brasileiro, na transição do Pleistoceno para o Holoceno, na qual áreas de florestas foram substituídas pela vegetação de caatinga Bigarella *et al.* 1994). Esta passagem de um clima úmido para um semiárido, possivelmente afetou a degradação dos bioclastos, pois as mudanças nas características da vegetação alteram as condições de temperatura e umidade afetando diretamente o processo de intemperismo dos ossos.

Alberdi *et al.* (2001) utilizaram esta metodologia para identificar os processos que acumularam estes restos ósseos em três depósitos da província de Granada, Espanha. O depósito de Huélago, um ambiente de margem de lago, apresenta os seguintes estágios de intemperismo: com 37% das amostras no estágio 1, 36% no estágio 2 e 27% no estágio 3. No jazigo fossilífero de Huéscar, uma assembleia fluvial, os bioclastos são pouco intemperizados, a maioria dos restos apresentam sinais de abrasão devido ao transporte fluvial, 36% no estágio 1 com somente 9% das amostras nos estágios 2 e 3. Já no depósito de Cullar de Baza, um ambiente de pântano, somente 12% apresentam avançado estágio de intemperismo 3-5, sendo que 68% não apresentam sinais de degradação, onde são encontrados elementos articulados. O depósito de Cullar de Baza, devido às características desse ambiente, onde as condições desse habitat de temperatura, umidade e vegetação retardam o processo de degradação dos restos ósseos gerando assembleias com menor grau de intemperismo, conforme observado por Behrensmeier (1978), é contrário aos resultados encontrados no presente estudo.

Ao compararmos esses resultados com os obtidos nesse estudo, onde 75% das amostras estão significativamente intemperizadas pode-se inferir que o ambiente onde foram acumulados esses restos era um ambiente aberto. Ranzi (2000) expõe que esses mega-herbívoros habitavam ambientes típicos de savanas e florestas abertas. Este tipo de ambiente apresenta grandes flutuações de temperatura e umidade, favorecendo o processo de intemperismo dos ossos. Behrensmeier (1978) constatou que em ambientes abertos como florestas abertas, planícies e áreas de vegetação arbustiva encontram-se carcaças com um elevado grau de intemperismo.

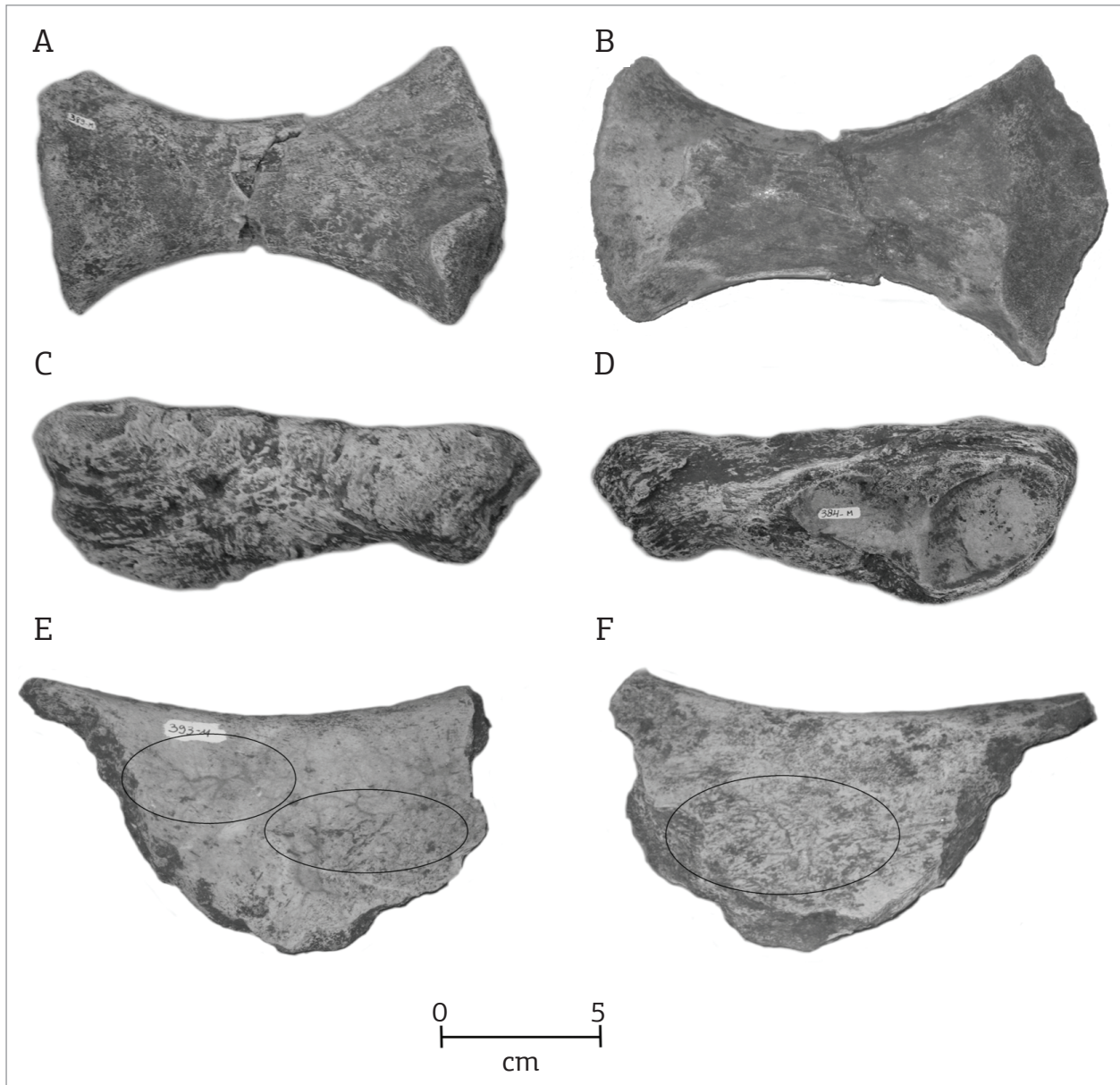


Figura 7. (A) Tíbia de *Eremotherium laurillardii* juvenil, (UFRJ DG 389-M) no estágio 3, vista ventral; (B) o mesmo fóssil no estágio 4 vista dorsal; (C) metacarpo iii de *Eremotherium laurillardii* (UFRJ DG 384-M) no estágio 4, vista dorsal; (D) o mesmo fóssil em vista ventral no estágio 2; (E) fragmento de costela indeterminado (UFRJ DG 393- M)), vista lateral; (F) o mesmo fragmento de costela indeterminado em vista lateral. Apresentam sinais de padrões dendríticos nas duas superfícies causados pela dissolução de ácidos orgânicos.

Hill (1979) utilizou os estágios de intemperismo para determinar e calibrar o tempo de exposição de conjuntos ósseos no processo de desarticulação. Verificou que os processos de desarticulação e intemperismo dos ossos ocorrem concomitantemente, sendo contínuo até o estágio 4, onde é rara a presença de elementos ósseos articulados. Bai *et al.* (2011) conduziram estudos em uma assembleia do Eoceno inferior na Bacia Erlian, interior da Mongólia, China. A assembleia fossilífera deste depósito é formada por membros articulados (rádio/

ulna, tíbia/fíbula), apresentando somente os estágios 0–2, indicando um breve período de exposição dos restos ósseos aos agentes do intemperismo. Ao compararmos estes resultados com os obtidos no jazigo fossilífero de Lagoa do Rumo, onde 75,5% do material analisado apresentam um elevado grau de intemperismo, pode-se inferir que o material antes de ser transportado para o depósito já estava todo desarticulado e bastante degradado pelos agentes intempéricos, estando de acordo com os resultados obtidos por Ribeiro (2010).

CONCLUSÕES

A análise das feições de intemperismo dos ossos é uma ferramenta de grande utilidade aos estudos paleoecológicos. As feições de intemperismo fornecem evidências de alguns processos tafonômicos, podendo ser distinguidos das feições abrasivas produzidas pelo transporte e dos efeitos da diagênese, revelando assim características da superfície de exposição antes do soterramento, como também o tempo de acumulação desses restos.

Através das análises dos estágios de intemperismo para restos pode-se afirmar que os fósseis do depósito fossilífero de Lagoa do Rumo ficaram expostos na superfície do solo aos agentes do intemperismo (bióticos e abióticos) antes de serem transportados e soterrados de

modo não seletivo. Isto aponta para uma mistura temporal de morte desta tanatocenose, onde há cinco dos seis estágios de intemperismo, o que representa uma acumulação ao longo de anos.

Os restos ósseos, aqui analisados, antes do transporte formavam uma assembleia do tipo *attritional* na superfície do solo, estando sujeita a intempéries do clima e agentes biológicos. Com o transporte, e soterramento desses bioclastos para o depósito, origina-se assim uma assembleia secundária, onde os processos de formação do jazigo fossilífero resguardaram as feições de intemperismo da assembleia primária, fornecendo importantes informações tafonômicas e ecológicas a que estes restos foram submetidos antes do soterramento.

Deste modo com o auxílio dos estágios de intemperismo e o tipo de transporte sofrido pelo material, explicam-se a ausência de exemplares com preservação completa e também o fato da grande maioria dos ossos serem fragmentos de pequenas dimensões.

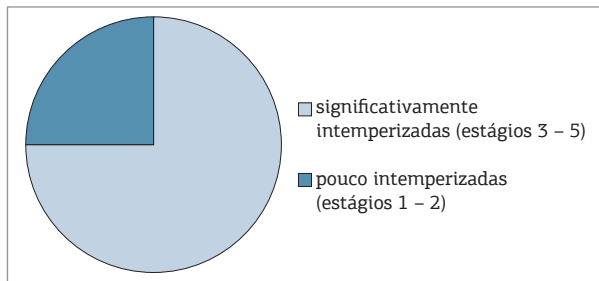


Figura 8. Gráfico exibindo o percentual total de amostras analisadas divididas em dois grupos de análise.

AGRADECIMENTOS

Este estudo contou com o apoio da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

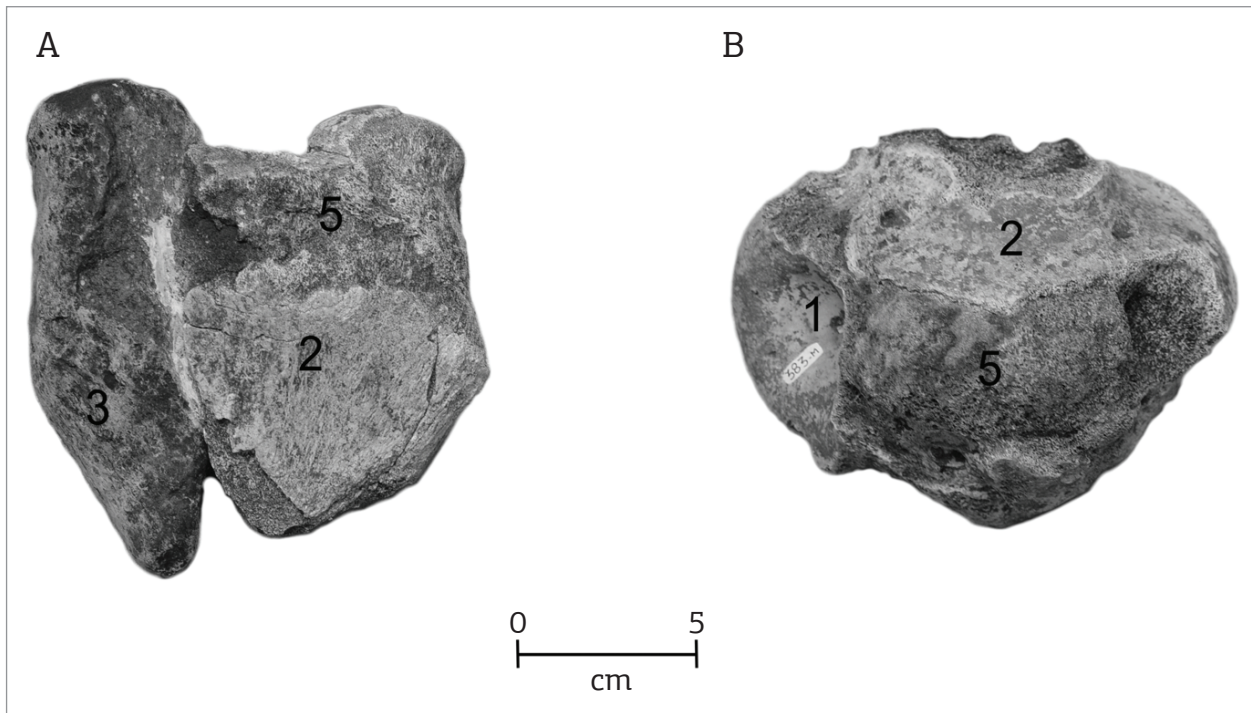


Figura 9. (A) Fragmento da porção distal fêmur (397-M) de *Eremotherium laurillardi*, vista lateral; (B) astrágalo esquerdo fragmentado (383-M) de *Eremotherium laurillardi*, vista lateral. Os números indicam os respectivos estágios

REFERÊNCIAS

- Alberdi M.T., Alonso M.A., Azanza B., Hoyos M., Morales J. 2001. Vertebrate taphonomy in circum-lake environments: three cases in the Guadix-Baza Basin (Granada, Spain). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **165**(1-2):1-26.
- Bai B., Wang Y., Meng J., Jin X., Li Q., Li P. 2011. Taphonomic analyses of an early Eocene *Litolophus* (Perissodactyla, Chalicotherioidea) assemblage from the Erlan Basin, inner Mongolia, China. *Palaios*, **26**(4):187-196.
- Behrensmeyer A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, **4**(2):150-162
- Behrensmeyer A.K., Westrn D., Dechant Boaz D. 1979. New perspectives in vertebrate paleoecology from a recent bone assemblage. *Paleobiology*, **5**(1):12-21.
- Behrensmeyer A.K. & Hill A. 1984. Disarticulation patterns of some East African mammals. *Paleobiology*, **10**(3):366-376.
- Behrensmeyer A.K., Gordon K.D., Yanagi G.T. 1986. Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo-cutmarks. *Nature*, **319**:768-771.
- Behrensmeyer A.K. 1991. Terrestrial vertebrate accumulations. In: Allison P.A. & Briggs D.E.G. (eds.) *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*. New York, Plenum Press, p. 291-335.
- Bergqvist L.P. & Almeida E.B. 1994. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. *Revista Universidade Guarulhos, Geociencias*, **9**(6):54-68.
- Bigarella J.J., Becker R.D., Santos G.F. 1994. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis, Editora da UFSC, v. 1, 425 p.
- Cutler A.H., Behrensmeyer A.K., Chapman R.E. 1999. Environmental information in a recent assemblage: roles of taphonomic processes and ecological change. *Palaogeography, Paaleoclimatology, Palaeoecology*, **149**(1-4):359-372.
- D'Andrea A.C. & Gotthard R.M. 1984. Predator and scavenger modification of recent equid skeletal assemblages. *Arctic*, **37**(3):276-283.
- Hill A. 1979. Disarticulation and scattering of mammal skeletons. *Paleobiology*, **5**(3):261-274.
- Haynes G. 1980a. Evidence of carnivore gnawing on Pleistocene and Recent mammalian bones. *Paleobiology*, **6**(3):341-351.
- Haynes G. 1980b. Prey bones and predators: potential ecologic information from analysis of bone sites. *Ossa*, **7**:75-97.
- Haynes G. 1982. Utilization and skeletal disturbances of North American prey carcasses. *Arctic*, **35**(2):266-281.
- Haynes G. 1983. A guide for differentiating mammalian carnivore taxa responsible for gnaw damage to herbivore limb bones. *Paleobiology*, **9**(2):164-172.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2005. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acessado em 17/06/2011.
- Ranzi A. 2000. *Paleoecologia da Amazônia*. Florianópolis, Editora da UFSC. 101 p.
- Ribeiro R.C. 2010. *Aspectos tafonômicos dos fósseis da megafauna do Quaternário tardio da Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 111 p.

Arquivo digital disponível on-line no site www.sbgeo.org.br