Rev. bras. paleontol. 19(3):505-526, Setembro/Dezembro 2016
© 2016 by the Sociedade Brasileira de Paleontologia
doi: 10.4072/rbp.2016.3.14

# OBSERVAÇÕES SOBRE A REPARTIÇÃO ESPACIAL DOS RESTOS FÓSSEIS DE PREGUIÇA-GIGANTE (GÊNERO *EREMOTHERIUM*) NA LAGOA URI DE CIMA, PERNAMBUCO, BRASIL

ANDREA MARIA FRANCESCO VALLI
Fundação Museu do Homem Americano, Centro Cultural Sérgio Motta, Bairro Campestre, 64770-000, São Raimundo Nonato, PI, Brasil. *andrea.fumdhaminapas@gmail.com*

DEMÉTRIO MUTZENBERG
Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Morais Rego, 1235, Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brasil. *demutzen@gmail.com*

ABSTRACT – REMARKS ON THE SPATIAL ARRANGEMENT OF GIANT SLOTH FOSSIL REMAINS (GENUS *EREMOTHERIUM*) AT LAGOA URI DE CIMA, PERNAMBUCO, BRAZIL. The results of the study on spatial arrangement, the analysis of marks and the preservation conditions of the giant ground sloth (*Eremotherium*) remains found in the Lagoa Uri de Cima (Salgueiro, Pernambuco, Brazil), a temporary shallow lake, are presented here. The skeletal elements of the same individual, an adult, found in a restricted area (about 8 m in diameter) and its taphonomic patterns suggest that the animal arrived in the shallow lake as a carcass, and its bones were subsequently spread apart and broken mainly by trampling by other large animals. This taphonomic model also applies to some other *Eremotherium* individuals found into the "lagoa", but not to all. That means that the sequence of processes affecting the formation of this kind of fossil deposit is generally relatively complex.

**Key words:** taphonomy, weathering, Megatheriidae, Brazil, Northeast region.

RESUMO – São aqui apresentados os resultados de um estudo sobre a disposição espacial, análises das marcas e condições de preservação dos restos de preguiça-gigante (*Eremotherium*) descobertos na Lagoa Uri de Cima (Salgueiro, PE, Brasil). Os elementos esqueléticos de um mesmo indivíduo, um adulto, encontrados em uma área restrita (de cerca 8 m de diâmetro) e seu padrão tafonômico indica que o animal chegou à lagoa no estado de carcaça e seus ossos foram espalhados e danificados subsequentemente, sobretudo pelo pisoteamento de outros animais de grande porte quem transitaram no lugar. Esse modelo tafonômico pode também aplicar-se a alguns outros indivíduos de *Eremotherium* dessa lagoa, mas não a todos. Isso significa que a série de processos envolvidos na formação de um depósito fossilífero de lagoa é, em geral, relativamente complexa.

**Palavras-chave:** tafonomia, intemperismo, Megatheriidae, Brasil, região Nordeste.

## INTRODUÇÃO

A Lagoa Uri de Cima é um sítio a céu aberto, uma lagoa efêmera, situada no município de Salgueiro, Pernambuco (PE), nas coordenadas 39°10'35"O e 8°04'42"S, com dimensões de 199 m de comprimento e 92 m de largura (Figuras 1-2). A lagoa está situada em uma região marcada pela presença de *inselbergs* e maciços graníticos da suíte intrusiva Terra Nova. Encontra-se semiconectada à rede de drenagem por meio de um canal exutório com pouca incisão inserido na bacia hidrográfica do Rio Terra Nova, que apresenta um regime intermitente (Mutzenberg *et al.*, 2013). Por estar inserida no domínio semiárido, encontra-se seca a maior parte do ano. Nesta localidade, foram encontrados materiais de interesse arqueológico e paleontológico. A lagoa, depois de uma primeira série de sondagens em 2010, foi escavada entre os anos 2011 e 2012, no âmbito do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional (**PISF**), sendo aplicados métodos modernos de escavação arqueológica (Pessis *et al.*, 2013).

O depósito do sítio testemunha a presença de apenas uma camada de depósito de baixa energia (caracterizada por sedimentos pelíticos, predominantemente lacustres; Figura 3D) e camadas formadas por episódios de alta energia hídrica (Figuras 3C, F). Uma dessas camadas, o Nível 3 (Figura 3F), é caracterizada por uma cascalheira que foi posteriormente cimentada por concreção carbonática (Mutzenberg *et al.*, 2013). Na intersecção desta camada com a superior, o Nível 2 (Figura 3E), foi encontrada a grande maioria dos restos fósseis quaternários. No interior do Nível 3 foi possível obter uma amostra de sedimento que foi datada em 34.600 ± 690 anos AP pelo método de Luminescência Opticamente Estimulada (**LOE**). O Nível 2 foi datado em 18.600 ± 1470 anos AP pela mesma técnica (Mutzenberg *et al.*, 2013).

Em termos paleontológicos, entre os resultados mais importantes da escavação, está a descoberta de vários restos pertencentes a um mesmo indivíduo de preguiça-gigante

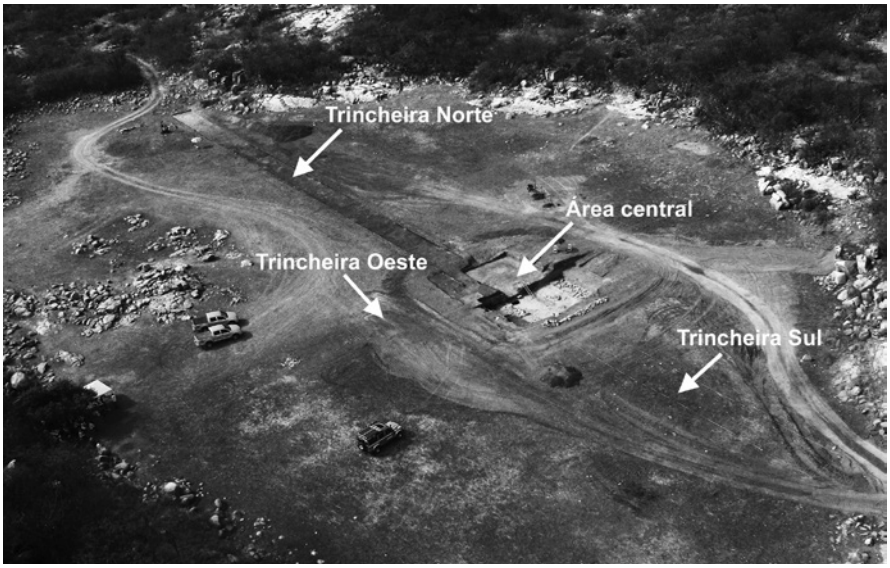


**Figura 1.** Vista panorâmica da Lagoa Uri de Cima, Município de Salgueiro, Pernambuco.

**Figure 1.** Panoramic view of the Lagoa Uri de Cima, Salgueiro County, Pernambuco.

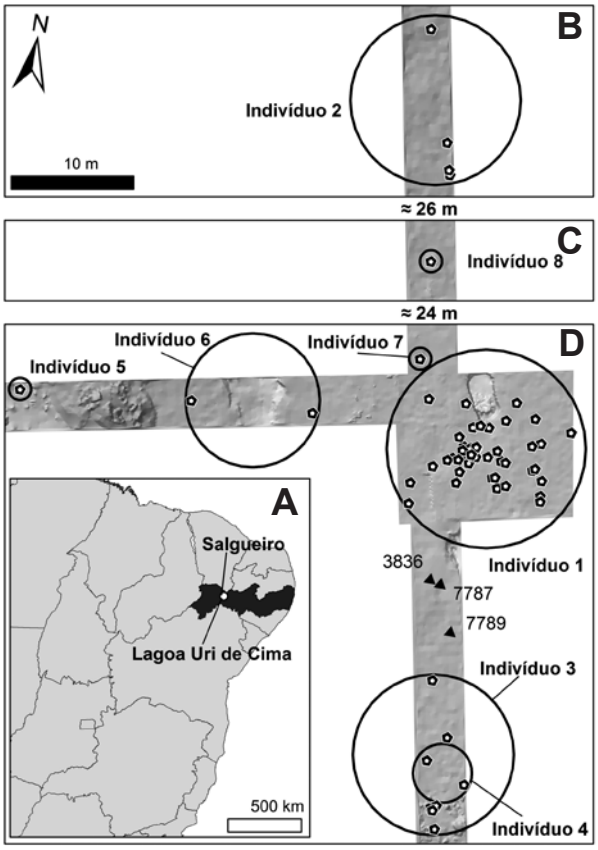


**Figura 2. A**, localização geográfica do sítio da Lagoa Uri de Cima; **B-D**, área escavada com distribuição dos fósseis de *Eremotherium* discutidos no texto, segregados por indivíduos. Para a correlação dos espécimes PISF-18-3836, PISF-18-7787 e PISF-18-7789 com indivíduos, conferir Tabela 1.

**Figure 2. A**, location of the archaeo/paleontological site "Lagoa Uri de Cima"; **B-D**, excavated area with distribution of *Eremotherium* fossils discussed into the text, segregated by individuals. For the correlation of labels PISF-18-3836, PISF-18-7787 and PISF-18-7789 with individuals, see Table 1.

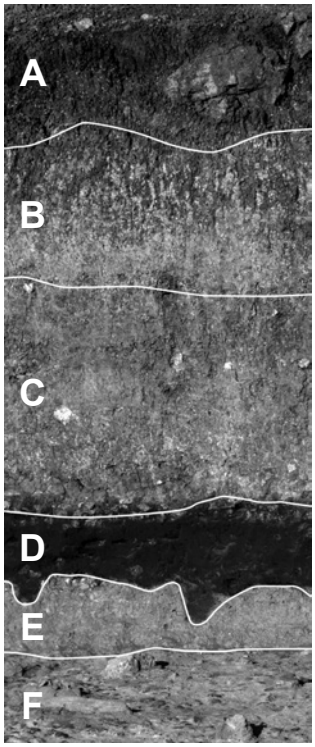


**Figura 3. A**, horizonte A de um Vertissolo formado sobre sedimento areno-argiloso; **B**, sedimento areno-argiloso e presença de infiltração carbonática; **C**, cascalheira media de fabrica aberta com presença de seixos angulosos, suportada por matriz areno-argilosa; **D**, sedimento argiloso bioturbado; **E**, sedimento arenoso; **F**, cascalheira media suportada por clastos e cimentada por carbonato de cálcio Os fósseis foram encontrados, majoritariamente, na superfície entre as camadas E e F.

**Figure 3. A**, the horizon A of a Vertisol formed on a sandy-clay sediment; **B**, sandy-clay sediment with presence of carbonate infiltration; **C**, matrix-supported angular gravel; **D**, clay sediment with bioturbations; **E**, sandy sediment; **F**, clast-supported middle-sided gravel cemented by carbonate concretion. The fossils were mainly found in the surface between the layers E and F.

(gênero *Eremotherium*). Na presente publicação é apresentada uma análise da repartição espacial e das marcas nos ossos deste indivíduo e dos outros do mesmo táxon. O objetivo é explicar como eles foram trazidos à lagoa e fossilizados.

Esta análise se limitou aos restos de *Eremotherium* devido a três fatores preponderantes. O primeiro fator deveu-se a que os fósseis desse táxon são os mais numerosos no sítio, considerando os elementos da megafauna. Como cada etapa da escavação foi fotografada, registrada por métodos topográficos clássicos e também por *laser scanners*, os fósseis puderam ser precisamente posicionados e orientados, permitindo um estudo *a posteriori* dos restos. O segundo, é que eles são suficientemente grandes para não cair nas gretas de dessecação que se formam no vertissolo no período seco, assegurando a contemporaneidade dos restos à paridade do nível considerado. O terceiro fator está relacionado à descoberta de vários ossos fossilizados em uma área restrita (raio de 8 m), o que aventou a possibilidade de pertencerem a um mesmo indivíduo. Isto possibilitou elaborar o cenário dos acontecimentos dos eventos desde a deposição até o seu descobrimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 86 restos de preguiça-gigante. Todos estão depositados no Laboratório de Paleontologia da Fundação Museu do Homem Americano (**FUMDHAM**) em São Raimundo Nonato, Piauí (PI). Eles foram indicados pela sigla do projeto "Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional" (**PISF**), o código atribuído ao sítio (**18**), o número único de etiqueta e o dígito, quando presente, que identifica o espécime, (*e.g.* PISF-18-550-1).

Em geral, a metodologia utilizada para o estudo tafonômico é aquela apresentada nos tratados e nos principais artigos de tafonomia de vertebrados (*e.g.* Gifford, 1981; Shipman, 1981a; Badgley, 1986a; Lyman, 1994; Behrensmeyer *et al.*, 2000; Simões *et al.*, 2010). Para avaliar o número mínimo de indivíduos (**NMI**), foi utilizada a forma por emparelhamento (Poplin, 1976; Klein, 1980), que considera o tamanho, a idade e/ou a bilateralidade do esqueleto dos vertebrados. Esta variável, uma das mais usadas nas análises tafonômicas (Grayson, 1979; Klein & Cruz-Uribe, 1984; Badgley, 1986b; Lyman, 1994), é julgada a mais eficaz neste contexto, pela presença de animais de dimensões e idades diferentes.

As marcas de abrasão são utilizadas para evidenciar um possível transporte do material fóssil para o lugar de depósito. Porém, é importante salientar que traços semelhantes e/ou idênticos àqueles típicos de abrasão podem ser causados por razões diversas, como o pisoteio (Gifford, 1981; Andrews & Cook, 1985; Behrensmeyer *et al*., 1986).

Para o estudo da repartição espacial dos restos foi construído um sistema de informações geográficas a partir dos dados topográficos georreferenciados, desenhos de campo e documentos de análise. As distâncias entre os diferentes indivíduos foram mensuradas utilizando o *software* ArcGIS 10.1.

A orientação dos ossos foi levada em consideração na análise, pois é essencial para investigar a causa da formação do depósito fossilífero. Por exemplo, se submetidos a uma corrente forte e de direção constante, os fósseis, ou, de forma mais geral, os objetos alongados, podem adquirir uma orientação preferencial (Hill & Behrensmeyer, 1976; Fiorillo, 1988; Brugal, 1994). Apesar dos diferentes fatores que podem regular o fenômeno, como a natureza do fundo (Schwarzacher, 1963; Moors, 1969), a profundidade do fluxo de água (Voorhies, 1969), a sua inclinação (Nagle, 1967) e a forma dos objetos transportados (Jones & Dennison, 1970), o problema foi considerado bidimensional devido ao posicionamento praticamente horizontal dos ossos em campo. Assim, a análise da direção dos restos foi feita através de um diagrama de roseta (Shipman, 1981a; Kreutzer, 1988). Construímos o diagrama com oito setores de 22°5' (a partir da direção Norte até a Sul-Sudeste) para evitar divisões desprovidas de um número mínimo de ossos (pelo menos 4-5 elementos), a fim de fazer uma análise estatística. O diagrama de roseta foi aplicado somente aos ossos alongados, cujos comprimentos medem o dobro da largura ou mais (Fiorillo, 1988; Valli, 2001). Os ossos que se enquadravam nos critérios definidos foram mensurados no setor onde se situavam em campo (se o eixo de um fóssil se posicionava exatamente na linha divisória entre duas seções do diagrama, foi posto automaticamente na sessão do sentido horário). Finalmente, as mensurações foram submetidas a um teste estatístico do $\chi^2$ (Sokal & Rohlf, 2001) para verificar a presença/ausência de uma orientação preferencial. Para calcular o valor do $\chi^2$ foi utilizado o programa para a análise estatística de dados paleontológicos PAST, versão 3.06 (Hammer *et al.*, 2001).

O intemperismo (a alteração causada pelas intempéries atmosféricas na superfície óssea exposta a estes fenômenos) foi estudado analisando a superfície dos elementos anatômicos indicados na publicação de Behrensmeyer (1978), segundo as prescrições da autora e utilizando a escala estabelecida por ela com um indicador numérico de 0 a 5. Para realizar corretamente esta análise foi também reconhecido, quando possível, o lado dos fósseis exposto à atmosfera (chamado "lado superior") oposto ao lado em contato com o solo (chamado "lado inferior") durante os trabalhos de campo. As posições exatas dos ossos maiores (*e.g.* os fêmures, os úmeros, etc.) foram verificadas pelo levantamento topográfico, desenhos e fotografias, realizados na época da escavação.

A literatura disponível foi utilizada para reconhecer eventuais marcas causadas por agentes antrópicos (Binford, 1981; Shipman *et al.*, 1984; Olsen & Shipman, 1988; Blumenschine *et al.*, 1996) e animais: invertebrados (Kitching, 1980; Morel, 1986), ungulados herbívoros (Sutcliffe, 1973, 1977; Cáceres *et al.*, 2007), roedores (Brain, 1980, 1981; Bunn, 1981; Laudet & Fosse, 2001) e carnívoros (Miller, 1969; Haynes, 1980; Maguire *et al.*, 1980; Richardson, 1980; Gifford, 1981; Haynes, 1983; Blumenschine, 1988; Fosse, 1997; Domíniguez-Rodrigo, 1999; Andrés *et al.*, 2012). As marcas de vegetais (Andrews & Cook, 1985; Eickhoff & Herrmann, 1985; Hunt, 1990; Lyman, 1994) também foram consideradas. As raízes das plantas absorvem água carregada com íons minerais obtidos da degradação da matéria orgânica, incluída aquela dos restos ósseos soterrados. A associação

simbiótica entre raízes e fungos (Mycorrizae) e/ou raízes e algumas bactérias (*Rhizobium*) é essencial para o crescimento da planta e a permite retirar vários elementos químicos da superfície óssea (Fernández-Jalvo *et al.*, 2002), deixando marcas características.

As bordas fraturadas dos ossos foram analisadas e descritas segundo a nomenclatura utilizada por Villa & Mahieu (1991), porque, mesmo que desenvolvida em uma pesquisa arqueológica e não paleontológica, entende-se que é a mais precisa e detalhada que existe. O ângulo de fratura da borda pode ser: (i) oblíquo (agudo ou obtuso), (ii) reto, (iii) intermediário ou em parte oblíquo e em parte reto. O perfil pode apresentar-se como: (i) transverso, (ii) curvo (incluindo também uma forma em "V"ou em "U") ou (iii) intermediário (configurações intermediárias ou que não se enquadram nos duas primeiras). Finalmente, o padrão da aresta, que pode ser: (i) suave ou (ii) denteado. Vários autores (Villa & Mahieu, 1991; Díez *et al.*, 1999) consideram também a integridade da circunferência e o tamanho da diáfise e de seus fragmentos. Tais variáveis não foram consideradas porque a circunferência das diáfises é praticamente completa, exceto em dois espécimes.

Na descrição das marcas, por "rachadura" entende-se aqui fendas relativamente longas que diferenciadas das marcas do intemperismo pelas seguintes razões: (i) as rachaduras isoladas apresentam-se bem mais profundas e/ou largas do que as marcas de intemperismo típicas dos valores mais baixos (0 até 1) da escala de Beherensmeyer (1978); (ii) as rachaduras agrupadas, em geral, encontram-se nos lugares onde o intemperismo dificilmente poderia manifestar-se, porque a superfície óssea permaneceria exposta somente com o osso posicionado em posição instável. Mesmo considerando diferentes as duas marcas, em alguns casos pode haver uma relação entre o intemperismo e as rachaduras. O primeiro tipo de traço, de fato, pode ser a base da formação da rachadura, que posteriormente se desenvolve por outras causas.

Na Lagoa Uri de Cima foi reconhecida somente uma espécie de preguiça-gigante, chamada *Eremotherium rusconii* (Schaub, 1935) pelos paleontólogos que a estudaram (Faure & Guérin, 2013). No entanto, há discordância taxonômica relativa a esta espécie, chamada *Eremotherium laurillardi* (Lund, 1842) por alguns, *E. ruscunii* por outros (*e.g.* Cartelle *et al.*, 2014 e Faure *et al.*, 2014 e bibliografia citada). No presente trabalho, foram considerados somente os restos do ponto de vista tafonômico, para evitar digressão sobre problemas taxonômicos, e limitar a indicar o animal simplesmente pelo seu gênero: *Eremotherium* Spillmann, 1948.

As determinações anatômicas dos espécimes mencionados no texto, excetuando algumas modificações posteriores, são aquelas do artigo de Faure & Guérin (2013). Para a nomenclatura anatômica, adotou-se também o tratado de Paula-Couto (1979) e a literatura mencionada.

Algumas medidas de comprimento foram utilizadas para avaliar e comparar o tamanho do mesmo elemento em indivíduos diferentes. Contudo, a escolha particular dos locais mensurados dependeu da parte preservada do osso (em geral, a abertura de um forame ou o comprimento entre dois pontos anatômicos particulares sobre os fragmentos das mandíbulas). Para maior clareza, cada medida é apresentada, caso por caso, no texto. Elas foram efetuadas com um paquímetro e também virtualmente sobre os modelos tridimensionais digitais documentados em campo e laboratório (com os *scanners* Artec Spider e Artec EVA, trabalhando respectivamente com os programas Artec Studio 9 e Geomagic Design X). Este segundo tipo de medida, efetuado sobre as medidas obtidas com paquímetro, foi introduzido para comparar as duas técnicas de medição não *standard* na análise anatômica clássica, e verificar se a segunda não poderia ser mais vantajosa em alguns casos. Foram ainda realizadas medidas da superfície óssea danificada (com exposição do tecido ósseo esponjoso) nos modelos tridimensionais, o que não poderia ser obtido de outra maneira. A margem de erro das mensurações é considerada igual a 0,5 mm, quaisquer que sejam as técnicas utilizadas para as mensurações. Esta limitação advém do grande tamanho dos ossos (Guérin & Faure, 2002).

## RESULTADOS

**Número mínimo de indivíduos e repartição espacial dos ossos**

Todos os indivíduos, os elementos reconhecidos que lhes pertencem e as marcas observadas neste item, são indicados na Tabela 1 e o posicionamento espacial dos indivíduos é apresentado na Figura 2. Alguns restos fragmentários (PISF-18-617-23, PISF-18-3574, PISF-18-3574-1/2, PISF-18-7337-6) atribuídos a *Eremotherium*, foram encontrados nas camadas mais recentes (Nível 2 ou ainda mais próximos da superfície). Eles não foram utilizados nesta análise, porque poderiam ser ossos retrabalhados pertencentes a qualquer um dos indivíduos discutidos aqui. Foi possível identificar pelo menos oito indivíduos de *Eremotherium*. Nenhum resto foi encontrado em conexão anatômica.

Mais de 75% dos espécimes analisados nessa pesquisa pertence a um só indivíduo de *Eremotherium*, encontrado na área central do sítio e denominado "Indivíduo 1". Este indivíduo foi reconhecido pela mandíbula (espécimes PISF-18-550-1 e PISF-18-550-2). O dígito 1 corresponde ao ramo montante esquerdo, incompleto, com os dois últimos molariformes, e o dígito 2 à porção direita do ramo mandibular danificado, com os alvéolos dos três últimos molariformes e a base do ramo montante. Alguns fragmentos (PISF-18-601) poderiam pertencer à mesma mandíbula. É possível reconhecer os ossos de maior tamanho do Indivíduo 1 (Figura 4), o posicionamento e a orientação deles na superfície de escavação. Os outros fósseis visíveis na figura correspondem aos restos retirados nas campanhas de 2010 e 2011. O Indivíduo 1 é o espécime de maior tamanho. As suas dimensões e as proporções dos dentes e da mandíbula permitem considerá-lo um adulto sem ambiguidades. A maioria dos restos e dos fragmentos ósseos do sítio, pertencentes ao gênero *Eremotherium*, podem ser atribuídos a esse indivíduo, devido, principalmente, ao tamanho, mas também pelo posicionamento dos fósseis no sítio (em um raio com cerca de 8 m, Figura 2). Estão presentes elementos do crânio e da mandíbula, dos membros anteriores e posteriores,

**Tabela 1.** Indivíduos de *Eremotherium* encontrados na Lagoa Uri de Cima, Município de Salgueiro, Pernambuco, e fósseis atribuídos a eles. **Abreviações: NA**, não observável ou não aplicável; **XX**, fraturas ou outros traços que podem esconder as marcas do intemperismo; **XY**, difícil de determinar devido à falta das extremidades e/ou fraturas; **D**, direito; **E**, esquerdo; **Ex**, extremamente; **Int**, intemperismo; **P**, dissolução presente; **R**, marca de raízes; **S**, simetria; **Veg**, marcas causadas por plantas, fungos e os microorganismos; **Ângulo 2**, reto; **Ângulo 3**, intermediário; **Perfil 1**, transverso, **Perfil 2**, curvo ou em "V", **Perfil 3**, intermediário; **Gume 1**, suave; **Gume 2**, denteado.

**Table 1.** Number of fossils and individuals belonging to *Eremotherium* from the Lagoa Uri de Cima, Município de Salgueiro, Pernambuco. **Abbreviations: NA**, unobservable or not applicable; **XX**, fractures or other traits that can hide weathering marks; **XY**, difficult to determine by the lack of the ends and/or by breakages; **D**, right; **E**, left; **Ex**, extremely; **Int**, weathering; **P**, dissolution marks present; **R**, root marks; **S**, symmetry; **Veg**, marks caused by plants, fungi and microorganisms; **Ângulo 2**, right angle, **Ângulo 3**, intermediate angle; **Perfil 1**, transverse outline; **Perfil 2**, curved or "V" shaped outline; **Perfil 3**, intermediate outline; **Gume 1**, smooth edge), **Gume 2**, jagged edge.

| Indivíduo | Espécime (PISF-18) | Elemento anatômico | S | Fragmentação/integridade do elemento anatômico | Abrasão | Int | Veg | Aparência da borda fraturada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5392 | Crânio | - | Fragmento de osso maxilar com parte do alvéolo do primeiro molariforme E | Não | NA | - | - |
| 1 | 550-2 | Hemi-mandíbula | D | Fragmento (ver texto) | Não | 0 | R | - |
| 1 | 550-1 | Hemi-mandíbula | E | Fragmento (ver texto) | Não | 0 | - | - |
| 1 | 2753 | Escápula | D | Parte proximal com cavidade glenóide | Raias | NA | P | - |
| 1 | 537 | Escápula | E | Fragmento de borda distal | Não | NA | - | - |
| 1 | 3757-1 | Escápula | E | Fragmento de articular proximal | Rolado | NA | - | - |
| 1 | 503 | Clavícula | E | Completo | Não | 2 | - | - |
| 1 | 507-1 | Úmero | D | Completo | Raias | 1 | - | - |
| 1 | 504 | Úmero | E | Diáfise e epífise distal | Não | 2 | P | Ângulo 2 Perfil 2 Gume 2 |
| 1 | 505 | Úmero | E | Epífise proximal | Raias | NA | - | - |
| 1 | 2799 | Cúbito | D | Completo | Não | 2 | R | - |
| 1 | 525-1/2 | Cúbito | E | Completo (mais em duas metades) | Não | XX | - | Ângulo 2 Perfil 1 Gume 2 |
| 1 | 3484-1 | Rádio | D | Epífise proximal | Não | NA | R | Ângulo 3 Perfil 1 Gume 2 |
| 1 | 542 | Rádio | E? | Fragmento | NP | NA | P | - |
| 1 | 535-1 | Metacarpo III | D | Completo | Não | NA | P | - |
| 1 | 543 | Falange I dedo V da mão | D? | Danificado | Não | NA | - | - |
| 1 | 506-1 | Fêmur | D | Completo | Raias | XX | - | - |
| 1 | 2797-1 | Fêmur | E | Epífise proximal e parte da diáfise | Não | 0 | R | Ângulo 3 Perfil 1 Gume 2 |
| 1 | 524-1 | Tíbia-fíbula | D | Completo | Não | 1 | - | - |
| 1 | 3487-1 | Tíbia-fíbula | E | Completo | Não | 1 | - | - |
| 1 ou 3 | 7789 | Astrágalo | E | Completo | Rolado | NA | P | - |
| 1 | 544 | Navicular | D | Completo | Rolado? | NA | R e P | - |
| 1 | 3482 | Ectocuneiforme | D | Completo | Não | NA | - | - |
| 1 | 7763 | Metatarso IV | E | Completo | Não | NA | - | - |
| 1 | 5295 | Falange I dedo III do pé | D | Completo | Não | NA | - | - |
| 1 | 541-1 | Axis | - | Incompleto (sem apófise espinal) | Não | NA | P | - |
| 1 | 517 | Vértebra cervical (3?) | - | Quase completo | Não | NA | - | - |

*Continua.*

**Tabela 1.** Continuação.

**Table 1.** Continuation.

| Indivíduo | Espécime (PISF-18) | Elemento anatômico | S | Fragmentação/integridade do elemento anatômico | Abrasão | Int | Veg | Aparência da borda fraturada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 546 | Vértebra torácica | - | Incompleto (sem as apófises espinal e articulares) | Não | NA | - | - |
| 1 | 3500-1 | Vértebra torácica | - | Corpo e apófise espinal | Não | NA | P | - |
| 1 | 536-1 | Vértebra torácica | - | Apófises espinal e articular | Não | NA | - | - |
| 1 | 527-1/2 | Vértebra lombar | - | Corpo e apófise espinal | Não | NA | - | - |
| 1 | 551-1 | Vértebra caudal (1) | - | Quase completo (sem a apófise lateral direita) | Não | NA | R | - |
| 1 | 5191-1 | Vértebra caudal (2) | - | Incompleto (faltam as apófises espinal e laterais) | Não | NA | - | - |
| 1 | 2138-1 e -20 | Vértebra caudal (3?) | - | Incompleto (sem as apófises laterais) | Não | NA | - | - |
| 1 | 549-1 | Vértebra caudal (6) | - | Quase completo (sem a apófise lateral direita) | Não | NA | - | - |
| 1 | 501 | Vértebra caudal (7) | - | Completo | Não | NA | - | - |
| 1 | 3473 | Vértebra caudal (10) | - | Quase completo | Não | NA | - | - |
| 1 | 547-2 | Vértebra caudal (11) | - | Completo | Não | NA | - | - |
| 1 | 541-2 | Vértebra | - | Fragmento de apófise articular | Não | NA | - | - |
| 1 | 549-2 | Vértebra | - | Fragmento de apófise lateral | Não | NA | - | - |
| 1 | 536-2 | Vértebra | - | Fragmento de apófise lateral | Não | NA | - | - |
| 1 | 2138-4 | Vértebra | - | Fragmento de apófise lateral | Não | NA | - | - |
| 1 | 2138-5 | Vértebra | - | Fragmento de apófise lateral | Não | NA | - | - |
| 1 | 2138-6 | Vértebra | - | Fragmento de apófise lateral | Não | NA | - | - |
| 1 | 2138-7/8 | Vértebra | - | Fragmento de apófise espinal | Não | NA | - | - |
| 1 | 539 | Vértebra | - | Fragmento de apófise lateral | Não | NA | - | - |
| 1 | 509 | Vértebra | - | Fragmento de apófise lateral | Não | NA | - | - |
| 1 | 534 | Vértebra | - | Fragmento de apófise espinal | Não | NA | - | - |
| 1 | 536-1 | Vértebra | - | Fragmento de apófises espinal e articular | Não | NA | - | - |
| 1 | 3474-1 | Sacrum? | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1 | 2796-1 | Costela (1 ou 2?) | - | Quase completo (sem as extremidades proximal e distal) | Não | 0 | R | - |
| 1 | 3481 | Costela | - | Quase completo (falta a articulação vertebral) | Não | 0 | - | - |
| 1 | 502 | Costela | | Quase completo | Não | 0 | - | - |

*Continua.*

**Tabela 1.** Continuação.

**Table 1.** Continuation.

| Indivíduo | Espécime (PISF-18) | Elemento anatômico | S | Fragmentação/integridade do elemento anatômico | Abrasão | Int | Veg | Aparência da borda fraturada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3488-1 | Costela | - | Incompleto (falta a extremidade distal e parte da proximal) | Não | NA | - | - |
| 1 | 5454 | Costela | - | Incompleto (falta a extremidade distal) | Não | NA | - | - |
| 1 | 2350-7 | Costela | - | Articulação com esterno | Não | NA | - | - |
| 1 | 529 | Costela | - | Articulação vertebral | Não | NA | - | - |
| 1 | 511 | Costela | - | Articulação vertebral | Não | NA | - | - |
| 1 | 5157 | Costela | - | Articulação vertebral | Não | NA | - | - |
| 1 | 2138-2 | Costela | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1 | 4847-1 | Costela | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1 | 4812 | Costela | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1 | 5191-2 | Costela | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1 | 515 | Costela | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1 | 548 | Costela | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1? | 7456 | Vértebra torácica | - | Corpo vertebral danificado | Rolado | NA | P | - |
| 2 | 8681-1 | Hemi-mandíbula com sínfise | E | Incompleto (mas com sínfise) | Não | 0 | R e P | - |
| 2 | 8683-1 | Hemi-mandíbula | D | Ramo ascendente danificado | Não | NA | - | - |
| 2 | 8682 | Vértebra torácica | - | Fragmento de apófise espinal | Não | NA | - | - |
| 2 | 8685-1/2 | Pélvis | - | Fragmento de ílio | Não | NA | - | - |
| 3 | 7883-1 | Hemi-mandíbula | E | Fragmento (ver texto) | Não | NA | - | - |
| 3 | 7983 | Hemi-mandíbula | D | Fragmento (ver texto) | Não | NA | R | - |
| 3 | 7984-1 | Sínfise | - | Fragmento (ver texto) | Não | NA | - | - |
| 3 | 7960 | Pélvis | D | Fragmento com acetábulo | Rolado | 0 | R | - |
| 3 | 7985 | Costela | - | Fragmento | Não | NA | - | - |
| 1 ou 3 | 7787 | Falange III | - | Extremidade proximal | Rolado | NA | - | - |
| 3 | 7398 | Costela | - | Articulação vertebral | Não | NA | - | - |
| 4 | 7966-1 | Úmero | D | Diáfise | XY | 0 | - | Ângulo 2 Perfil 1 Gume 1 |
| 4 | 7978 | Rádio | D | Diáfise | XY | 0 | - | - |
| 5 | 8133 | Fêmur | D | Diáfise | XY | 0 | R | - |
| 6 | 7997-2 | Mandíbula | D | Fragmento (ver texto) | Não | NA | - | - |
| 6 | 7996-1 | Cúbito | E | Epífise distal | Rolado | 0 | P | Ângulo 2 Perfil 3 Gume 2 |
| 7 | 8652 | Astrágalo | D | Incompleto | Ex-rolado | NA | P | - |
| 8 | 18389 | Astrágalo | D | Incompleto | Muito rolado | NA | P | - |
| 7 ou 8 | 8347 | Fêmur | D | Fragmento de epífise proximal | Rolado | NA | - | - |
| 1, 2, 3 ou 6 | 3836 | Navicular | E | Incompleto | Ex-rolado | NA | R | - |

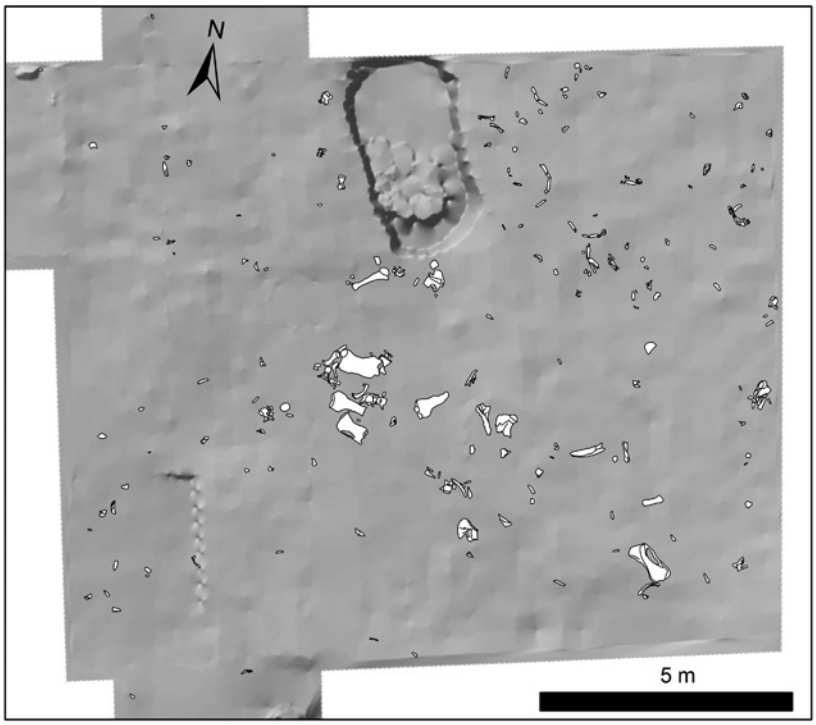


**Figura 4.** Área central da escavação correspondente ao depocentro da Lagoa com posicionamento dos ossos evidenciados nas campanhas de 2010 e 2011. O Indivíduo 1 foi encontrado nesta zona.

**Figure 4.** Central excavated area corresponding to the lake depocenter with the positioning of the bones evidenced in the 2010 and 2011 archaeo/paleontological field works. The Individual 1 was found in this zone.

incluindo um osso metacarpal direito e alguns tarsais. Todas as regiões da coluna vertebral (cervical, torácica, lombar e caudal) estão representadas, assim como vários fragmentos de costelas. Como o espécime PISF-18-601, alguns fragmentos indeterminados (PISF-18-2798, PISF-18-3475, PISF-18-3479, PISF-18-3489, PISF-18-3495, PISF-18-3601, PISF-18-5382 e PISF-18-5472), evidenciados na área indicada acima, poderiam pertencer a este animal. No entanto, estes últimos elementos não foram incluídos na Tabela 1.

Todos os ossos atribuídos ao Indivíduo 1, foram encontrados em uma área relativamente limitada (uma circunferência com um raio de cerca de 8 m), sem nenhuma articulação anatômica. O acervo central, a menos de um metro a sudoeste dos restos mandibulares PISF-18-550-1/2, é composto por uma clavícula (PISF-18-503), um fêmur (PISF-18-506) e um complexo tíbia-fíbula (PISF-18-524) inteiro, duas vértebras caudais (PISF-18-549 e PISF-18-551) e uma costela (PISF-18-502) quase completas, uma vértebra lombar fraturada em dois (PISF-18-527), um úmero sem a epífise proximal (PISF-18-504), um fragmento da borda superior de escápula (PISF-18-537) e um fragmento da apófise lateral de vértebra (PISF-18-536). Fragmentos ósseos de pequeno tamanho são relativamente abundantes na área a nordeste da mandíbula PISF-18-550-1/2 (Figura 4).

Outro resto mandibular mais completo (uma hemi-mandíbula esquerda com sínfise - PISF-18-8681-1, "Indivíduo 2") foi encontrado na Trincheira Norte, a 66 m do espécime PISF-18-550. Este indivíduo é um pouco menor que Indivíduo 1: o espaço entre a base do côndilo mandibular e a borda posterior do último molariforme mede 138 mm contra 162 mm do espécime PISF-18-550-1, o que significa uma relação de 0,85 (Figura 5). Próximos ao espécime PISF-18-8681-1, encontra-se um fragmento de hemi-mandíbula direita (PISF-18-683-1), um de vértebra torácica (PISF-18-8682) e dois elementos de pélvis (PISF-18-8685-1 e PISF-18-8685-2). Pelo tamanho (e também pelo posicionamento; todos estes fósseis estão a mais de 50 m dos elementos do Individuo 1), estes espécimes foram também atribuídos ao Indivíduo 2.

Um terceiro fragmento de mandíbula esquerda (PISF-18-7883-1, "Indivíduo 3") foi coletado na Trincheira Sul, a cerca de 31 m da mandíbula do Indivíduo 1 e mais de 96 m daquela do Indivíduo 2. Trata-se de um fragmento da região entre o ramo mandibular e o ramo montante, com o orifício alveolar posterior e a parede lingual do alvéolo do último molariforme. A partir das medidas da abertura do orifício alveolar posterior dos indivíduos 1 (22 mm) e 3 (18,5 mm) chegou-se à relação de 0,84 entre os dois. No entanto, se é possível definir que este último espécime é um pouco menor que o primeiro, muito mais difícil é quantificar exatamente essa diferença, por causa da incompletude do material. As mensurações sugerem que o Indivíduo 3 seja de um tamanho similar ao Indivíduo 2. Também na Trincheira Sul outros espécimes que poderiam pertencer ao Indivíduo 3 foram coletados: um fragmento de pélvis com marcas de abrasão (acetábulo, PISF-18-7960), alguns fragmentos de costelas (PISF-18-398 e PISF-18-7985), um fragmento de hemi-mandíbula direita

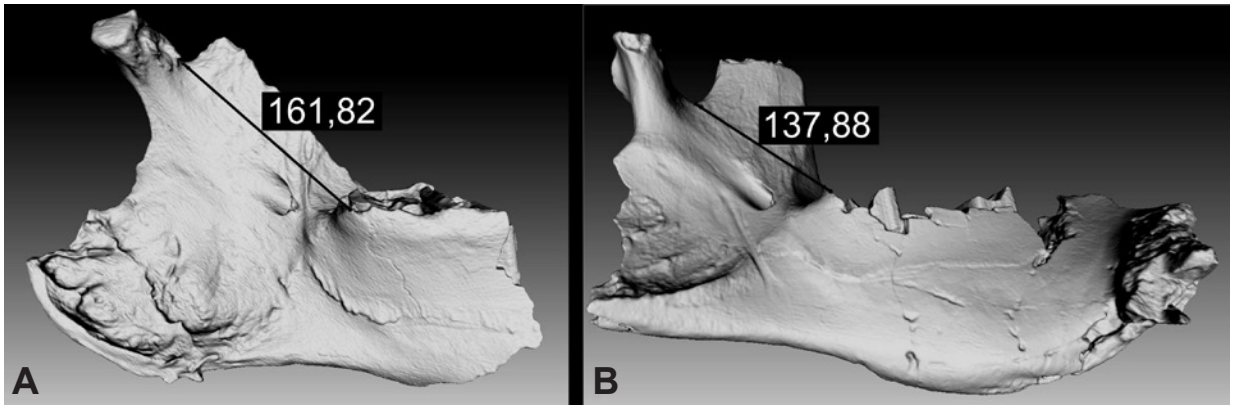


**Figura 5. A**, vista medial da mandíbula esquerda PISF-18-550-1 evidenciando a medida tomada entre a base do côndilo mandibular e a borda posterior do último molariforme; **B**, vista medial da mandíbula esquerda PISF-18-8681-1 evidenciando o mesmo tipo de medida de A. Valores em mm.

**Figure 5. A**, medial view of the left jaw PISF-18-550-1 showing the measure between the basis of the mandibular condyle and the posterior edge of the last molariform; **B**, medial view of the left jaw PISF-18-8681-1 showing the same measure than in A. Measures in mm.

(PISF-18-7983) mais completa do que a PISF-18-7883-1 (associada também a fragmentos do ramo mandibular) e uma sínfise mandibular (PISF-18-7984-1). As dimensões destes restos, assim como das partes preservadas, mostram que pertencem a um animal adulto e foram atribuídos ao terceiro indivíduo. Dois espécimes, a parte proximal de uma falange III (PISF-18-7787) e um astrágalo esquerdo (PISF-18-7789), estão posicionados praticamente equidistantes às mandíbulas dos indivíduos 1 e 3. Por exemplo, o astrágalo está a cerca de 17 m da mandíbula PISF-18-550 (Indivíduo 1) e a cerca de 14 m da mandíbula PISF-18-7983 (Indivíduo 3). Como ambos os fósseis apresentam marcas de abrasão (Tabela 1) e são compatíveis com indivíduos adultos, eles poderiam pertencer tanto ao indivíduo 1 quanto ao 3. A atribuição destes espécimes ao Individuo 2 parece menos provável por causa da distância em relação aos elementos deste animal.

Na Trincheira Sul, encontra-se ainda dois espécimes que não podem ser atribuídos ao Indivíduo 3. Um rádio e um úmero direitos (respectivamente etiquetas PISF-18-7978 e PISF-18-7966-1) pertencem claramente a um indivíduo jovem, como mostram as dimensões e, sobretudo, a falta das epífises proximais e distais do primeiro osso e da epífise distal do segundo (no caso deste último espécime, falta ainda parte da diáfise proximal, não sendo possível fazer suposições sobre esta extremidade). Eles constituem, portanto, pelo menos um animal adicional, denominado "Indivíduo 4".

Outro fóssil de um indivíduo jovem foi encontrado na Trincheira Oeste. Trata-se de um fêmur direito, muito pequeno (pouco mais do que um neonato), sem as duas epífises (PISF-18-8133). Ele testemunha a existência de um quinto animal ("Indivíduo 5"), um segundo jovem, de idade menor do que o precedente. O fóssil PISF-18-8133 encontra-se a 45 m dos elementos atribuídos ao Indivíduo 4.

Observamos também, na Trincheira Oeste, um fragmento de mandíbula direita (PISF-18-7997-2), constituído pela parte superior do ramo horizontal, associada a um dente molariforme e aos restos de dois outros. Este espécime apresenta partes homólogas aos fragmentos mandibulares direitos dos Indivíduos 1, 2 e 3. Por conseguinte, não pode pertencer a nenhum destes. Seria mais um indivíduo adulto, denominado "Indivíduo 6". A medida do alvéolo (40 mm), comparada com o Indivíduo 1 (43,5 mm) apresenta uma relação de 0,92. Também na Trincheira Oeste foi coletada uma extremidade distal de uma ulna esquerda (PISF-18-7996-1), com parte da diáfise. Este fóssil apresenta marcas de abrasão. Seu diâmetro transverso distal é 112,5 mm. A mesma medida, efetuada na extremidade distal da ulna PISF-18-525-1 (Indivíduo 1), é de 125 mm, com uma relação de 0,88. Como o osso apresenta abrasão, ele teria podido afastar-se do fragmento de mandíbula PISF-18-7997-2, rolando sobre quase10 m. Portanto, os dois fósseis, a extremidade distal da ulna e o fragmento de mandíbula, foram relacionados ao Indivíduo 6.

É necessário ainda mencionar cinco espécimes adicionais: dois astrágalos (PISF-18-8652 e PISF-18-18389), um fragmento da extremidade proximal de um fêmur (PISF-18-8347), um navicular (PISF-18-3836), todos direitos, e um corpo vertebral (PISF-18-7456). Os dois astrágalos direitos pertencem necessariamente a dois indivíduos diferentes. Eles foram encontrados na Trincheira Norte: o primeiro, próximo do acervo central do Indivíduo 1 e o segundo, praticamente equidistante aos indivíduos 1 e 2. Além de apresentarem dimensões inferiores àquelas dos Indivíduos 1 e 2 (mais do que 15%), esses exemplares foram coletados no interior do Nível 3, em um contexto estratigráfico diferente daquele dos outros restos, encontrados na intersecção entre o Nível 3 e Nível 2. Estão, portanto, separados daqueles, por pelo menos uma superfície de descontinuidade, o que sugeriria um evento diacrônico com o precedente, indicando que eles seriam mais antigos que os outros fósseis de *Eremotherium*. A sua cor é escura, quase preta. Em contraste, os fósseis encontrados na intersecção entre o Nível 3 e Nível 2 não apresentam uma coloração uniforme, possuindo tons marrons, vermelho-alaranjados, ou mesmo cinzento, mas nunca escuros como aqueles dos espécimes PISF-18-8652 e PISF-18-18389. A cor, o fato de apresentarem fortes marcas de abrasão e, sobretudo,

o contexto estratigráfico, contribuem para diferenciar os dois astrágalos dos outros fósseis. Por conta disto, foram reconhecidos como pertencentes a dois novos indivíduos ("Indivíduos 7 e 8"). O mesmo aplica-se ao fragmento de fêmur: sua cor é muito escura, sua superfície mostra traços de abrasão, além de ter sido encontrado no mesmo contexto estratigráfico dos astrágalos supracitados. Por causa de sua incompletude, não é fácil avaliar exatamente o tamanho do animal, todavia pode ser compatível com um dos dois astrágalos. No entanto, devido a sua localização isolada em relação aos Indivíduos 7 e 8, não é possível atribuí-lo a um deles e tampouco é suficiente para aumentar o NMI.

O corpo vertebral (PISF-18-7456) apresenta marcas de rolamento e poderia pertencer a um dos vários animais descritos, com uma maior probabilidade de estar relacionado ao Indivíduo 1, pela proximidade. Relativamente ao navicular (PISF-18-3836), este fóssil foi encontrado em uma camada mais superficial (Nível 1B; Figura 3C), com muitos vestígios de ocupação humana e datada em 11.500 anos AP (Lourdeau & Pagli, 2013; Mutzenberg *et al*., 2013). Como está muito rolado e pela sua posição estratigráfica, provavelmente foi retirado de seu contexto original. Apenas levando em consideração o tamanho, poderia pertencer aos Indivíduos 1, 2, 3 ou 6.

Assim, é possível reconhecer pelo menos oito indivíduos de *Eremotherium* na Lagoa Uri de Cima: quatro adultos, dois jovens e dois adultos mais antigos do que os seis primeiros.

**Abrasão**

A análise prévia realizada por Faure & Guérin (2013) já salientava a presença de ossos rolados e não rolados no acervo fóssil. De fato, dois tipos de marcas normalmente associadas à abrasão encontram-se nos fósseis de *Eremotherium* deste sítio: (i) desgaste das bordas dos ossos nos locais de maior curvatura e/ou daquelas fraturadas (essa abrasão implica uma suavização da superfície ou perda de tecido ósseo); (ii) ranhuras deixadas pelos grãos de sedimentos na superfície óssea (Figura 6A). O primeiro tipo testemunha o transporte e/ou o rolamento do espécime, causado por uma força qualquer, em um ambiente mais ou menos abrasivo. O segundo pode ser devido tanto ao movimento do osso quanto ao atrito do sedimento contra o mesmo quando imóvel.

As marcas de abrasão sobre os espécimes dos vários animais são indicadas na Tabela 1. A maioria dos restos dos Indivíduos 1, 2 e 3 não apresenta abrasão. Entretanto, são presentes algumas marcas isoladas em forma de ranhuras, como aquelas devido à fricção de partículas de sedimento com alguns fósseis (o fragmento de escápula PISF-18-2753, os úmeros PISF-18-507-1 e PISF-18-505, o fêmur PISF-18-506-1 do Indivíduo 1). O navicular esquerdo PISF-18-544 apresenta as bordas ligeiramente danificadas: a causa poderia ser a abrasão. Ao contrário, o astrágalo PISF-18-7789 apresenta marcas de fricção isoladas e as suas bordas estão bem arredondadas. Ele foi encontrado a meio caminho entre os Indivíduos 1 e 3, como mencionado anteriormente. A atribuição dele a qualquer um dos dois indivíduos implica um transporte (ver discussão). Outros ossos rolados são um fragmento de escápula PISF-18-3757, a pélvis incompleta PISF-18-7960 e a falange III PISF-18-7787. Para este último fóssil a mesma inferência feita para o astrágalo PISF-18-7789 é válida.

A ulna PISF-18-7996-1 (epífise distal) apresenta marcas de abrasão, como já indicado anteriormente. Ao contrário, o outro elemento do Indivíduo 6 (mandíbula PISF-18-7997) não, o que indica provavelmente que se encontra *in situ*.

Relativamente aos ossos dos indivíduos jovens, as marcas de abrasão não podem ser evidenciadas facilmente por causa da ausência das epífises. Porém, eles não apresentam outros tipos de traços que indiquem transporte.

O astrágalo PISF-18-8652 encontra-se definitivamente arredondado pela abrasão, com perda importante de tecido ósseo, assim como o fragmento de fêmur PISF-18-8347 e o astrágalo PISF-18-18389. Todos estes restos foram encontrados no interior do Nível 3, em cuja superfície estava a grande maioria dos restos paleontológicos quaternários. Por este motivo eles foram atribuídos a indivíduos diferentes dos cinco primeiros, como já explicado.

**Orientação dos ossos**

A parte central da escavação (Figura 4) é a única que permite uma análise da orientação dos ossos. Embora nesta área também existam ossos pertencentes a diversos grupos taxonômicos, todos jazem na mesma superfície e apresentam assinaturas similares na superfície óssea (em particular a ausência de marcas de abrasão), sugerindo que foram submetidos aos mesmos eventos. A maioria dos fósseis posiciona-se predominantemente na fração Leste-Nordeste/Sul-Sudeste, sem alinhar-se em uma direção precisa (Figura 7). Com 7 graus de liberdade e um valor de $\chi^2 = 6{,}05$, a probabilidade que as duas distribuições de frequências (aquela observada e a hipótese nula, que considera o número total de restos dividido pelas oito frações) sejam iguais não pode ser rejeitada (Tabela 2).

**Intemperismo ("weathering")**

Embora alguns ossos não apresentem marcas de alteração devido às intempéries, outros, em particular a clavícula, a diáfise do úmero esquerdo e a ulna direita do Indivíduo 1, mostram que os agentes atmosféricos deixaram seus traços no tecido ósseo (Tabela 1) a superfície de alguns ossos do mesmo animal apresenta traços ou fraturas que nos impedem de avaliar o grau de alteração (como o fêmur PISF-18-506-1 e a ulna PISF-18-525-1/2).

Naturalmente, devido a sua exposição aos agentes atmosféricos, verifica-se um estágio maior de intemperismo no lado superior de todos os ossos analisados. Os demais ossos, difíceis de orientar ou reconhecer nos desenhos que foram considerados nesta análise (costelas, fragmentos de mandíbulas), apresentam o mesmo estágio de alteração "0" em ambos os lados. Faz-se exceção a clavícula PISF-18-503 do Indivíduo 1: ela apresenta um padrão correspondente ao estágio 2 de Behrensmeyer (Tabela 1) em toda a sua superfície. A explicação mais lógica para a existência de uma alteração no lado não exposto do osso, seria a relativa facilidade da

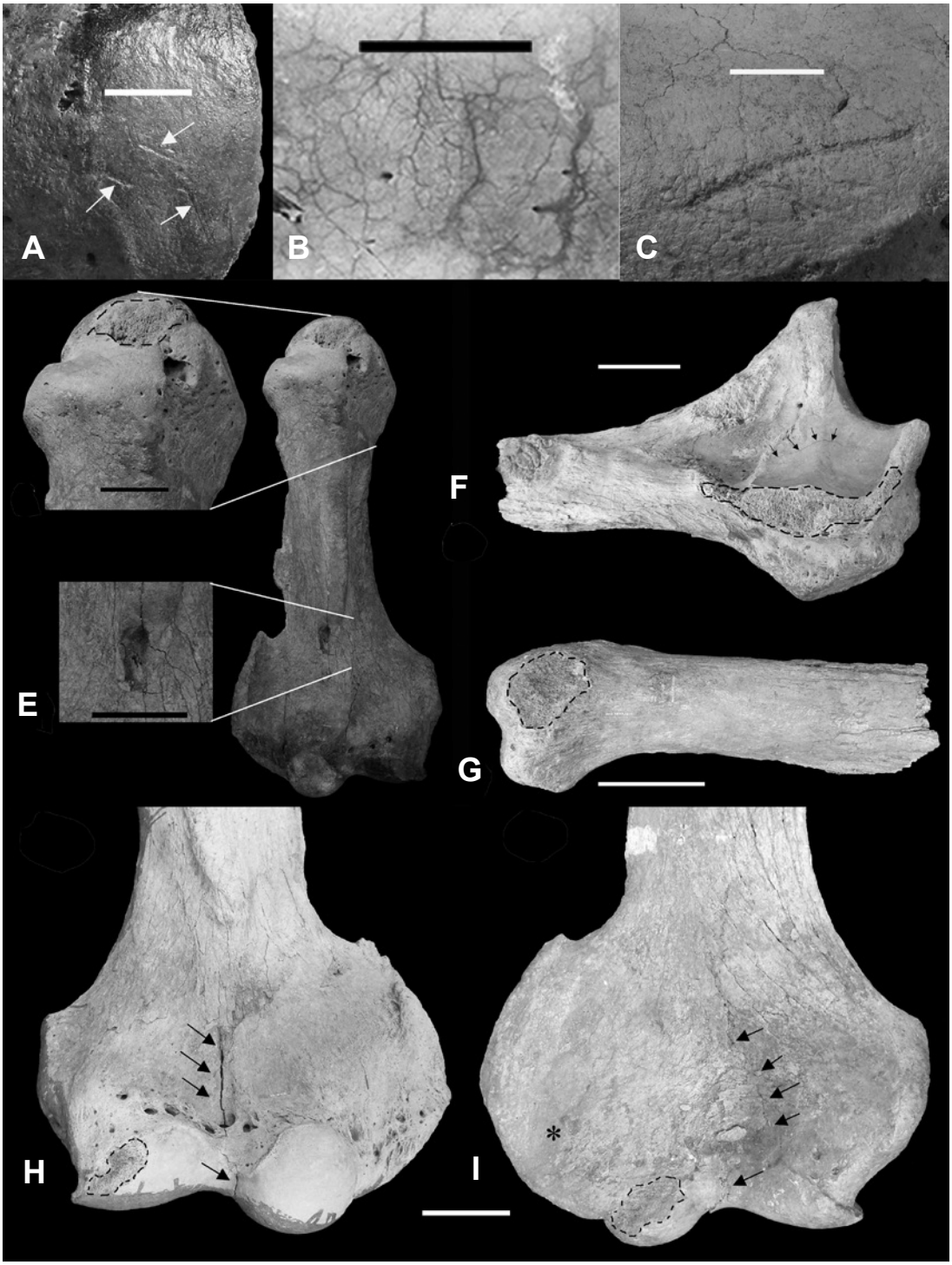


**Figura 6.** Modificações tafonômicas observadas nos fósseis de *Eremotherium* da Lagoa Uri de Cima. **A**, detalhe da região medial do rádio direito PISF-18-3484-1 com a superfície articular com a ulna. As setas indicam as ranhuras deixadas pelos grãos de sedimentos; **B**, detalhe da região posterior do fêmur de jovem PISF-18-8133 com marcas de raízes na superfície; **C**, detalhe da região póstero-medial do astrágalo PISF-18-7789; **D-E**, úmero direito PISF-18-507-1, detalhe da extremidade proximal em vista anterior (**D**) e do terço distal da diáfise (**E**); **F-G**, ulna esquerda PISF-18-525-1 e 2, **F**, extremidade proximal em vista lateral; **G**, extremidade distal em vista medial. As setas indicam a fenda; **H-I**, úmero esquerdo PISF-18-504, extremidade distal em vista anterior (**H**) e posterior (**I**). O asterisco indica a marca de impacto e as setas indicam a rachadura. Área entre a linha tracejada = zona danificada. Escalas: A, C = 2 cm; B, D-I = 10 cm.

**Figure 6.** Taphonomic alterations on the *Eremotheium*'s fossils from Lagoa Uri the Cima. **A**, detail of the medial region of the right radius PISF-18-3484-1 with the surface with the ulna. The arrows indicate streaks left by the sediment grains; **B**, detail of the posterior surface of the femur of the young individual PISF-18-8133 with roots marks; **C**, detail of the postero-medial region of the astragalus PISF-18-7789; **D-E**, right humerus PISF-18-507-1, details of the proximal extremity (**D**) and the distal third of the diaphysis in anterior view (**E**); **F-G**, left ulna PISF-18-525-1/2, **F**, proximal end in lateral view; **G**, distal end in medial view: arrows = slit; **H-I**, left humerus PISF-18-04, distal end in anterior (**H**) and posterior (**I**) views: star = bump mark, arrows = cracks. Area in the dashed line = damaged surface. Scale bars: A, C = 2 cm; B, D-I = 10 cm.

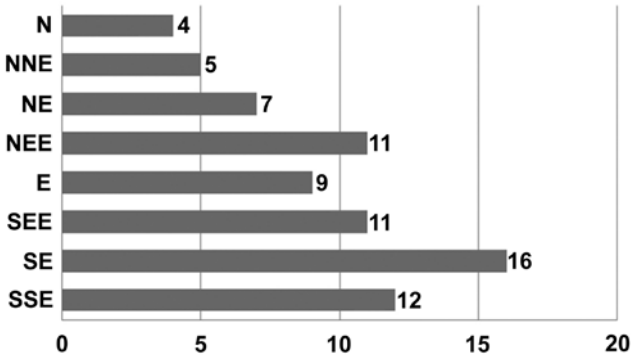


**Figura 7.** Número de ossos alongados (para a definição ver o texto) de cada setor (coordenada X = número de ossos; coordenada Y = orientação). **Abreviações: N**, Norte; **NE**, Nordeste; **NEE**, Leste-Nordeste; **NNE**, Norte-Nordeste; **SEE**, Leste-Sudeste, **SE**, Sudeste; **SSE**, Sul-Sudeste.

**Figure 7.** Number of long bones (see the text for definition) of each sector (abscissa = number of bones, ordinate = orientation). **Abbreviations: N**, North; **NE**, North-East; **NEE**, North-East-East; **NNE**, North-North-East; **SEE**, South-East-East; **SE**, South-East; **SSE**, South-South-East.

**Tabela 2.** Frequências observadas e esperadas por setor do diagrama de roseta (número espécimes = 75; graus de liberdade = 7; valor de $X^2$ = 6,05; P = 0,53441). **Abreviações: P**, probabilidade que as duas distribuições de frequências sejam iguais; **N**, Norte; **NE**, Nordeste; **NEE**, Leste-Nordeste; **NNE**, Norte-Nordeste; **SEE**, Leste-Sudeste, **SE**, Sudeste; **SSE**, Sul-Sudeste.

**Table 2.** Observed and expected frequencies for sector of the directional rose, (number of specimens = 75; degrees of freedom = 7; value de $X^2$ = 6,05; P = 0,53441). **Abbreviations: P**, probability that the two frequencies are equal; **N**, North; **NE**, North-East; **NEE**, North-East-East; **NNE**, North-North-East; **SEE**, South-East-East; **SE**, South-East; **SSE**, South-South-East.

| Setor/sector | N | NNE | NE | NEE | E | SEE | SE | SSE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frequência observada | 4 | 5 | 7 | 11 | 9 | 11 | 16 | 12 |
| Frequência esperada | 9,375 | 9,375 | 9,375 | 9,375 | 9,375 | 9,375 | 9,375 | 9,375 |

clavícula de girar em torno do seu eixo central, de modo a expor, de tempos em tempos, todos os lados às intempéries. Elementos como o fêmur de preguiça-gigante, mais achatado, ou o úmero, com a extremidade distal mais larga, são mais estáveis e não mudam facilmente de posição no terreno.

Os resultados das análises de intemperismo, sobretudo o relacionamento entre o estágio máximo detectado e o tempo de exposição dos ossos às intempéries, foram discutidos, testados e criticados por vários outros autores (*e.g.* Shipman, 1981b; Potts, 1986; Lyman & Fox, 1989; Lyman, 1994; Tappen, 1994; Andrews & Armour-Chelu, 1998). No momento é possível dizer seguramente, a partir da presença do estágio de intemperismo superior ou igual a 1, que os restos foram expostos às intempéries durante um tempo considerável antes de serem soterrados. A lagoa secou, ou o nível de água foi tão baixo que permitiu a exposição dos ossos mais espessos.

**Marcas biogênicas**

Marcas atribuídas aos carnívoros são conhecidas para alguns fósseis quaternários brasileiros (Dominato *et al.*, 2011), incluindo na região Nordeste (Araújo Júnior *et al.*, 2011a; mas relativamente aos autores presumidos dos traços, ver também Faure & Guérin, 2014). No entanto, uma análise de todos os restos ósseos de *Eremotherium* da Lagoa Uri de Cima não permitiu encontrar nenhum traço deste tipo. Tampouco foram identificadas marcas de outros animais ou que indicassem uma ação antrópica pré-histórica sobre os ossos analisados. Foram encontradas marcas atribuídas a vegetais. Estas se apresentam como impressões de raízes na superfície óssea (Figura 6B) ou como uma série de dissoluções, pequenas depressões com contornos mais ou menos circulares ou alongados. Ambos os tipos de traço foram encontrados nos fósseis da preguiça-gigante com uma percentagem de 26,74% (23 dos 86 espécimes; Tabela 1). A presença de marcas deixadas pelas raízes e microorganismos associados poderia indicar outros períodos de seca da lagoa diferentes daqueles testemunhados pelo intemperismo, já que neste caso, os restos permaneceriam expostos na superfície, no outro, eles já se encontravam enterrados.

**Fraturas das bordas**

Os resultados da análise dos padrões de fratura nos ossos longos são apresentados nas Tabelas 1 e na Figura 8. A ulna esquerda PISF-18- 525-1/2 está dividida em duas metades. No entanto, ela foi encontrada originalmente com os fragmentos unidos, apresentando uma linha de fratura entre eles. Em todos os casos, a sua fratura foi considerada nesta análise.

O ângulo reto seria associado à fratura de ossos frescos. Em contraste, as fraturas dos fósseis secos e permineralizados deveriam apresentar ângulos agudos ou obtusos (Morlan, 1984). Através do padrão de aresta das bordas também seria possível distinguir os ossos frescos (fratura suave) dos secos (fratura denteada; Morlan, 1984). Porém, Villa & Mahieu (1991) afirmam que este atributo não é bastante para esta última discriminação. Eles atribuem ao tipo de força (dinâmica/estática) um rol mais importante para a formação deste tipo de padrão. Díez *et al*. (1999) consideram o padrão denteado pertinente com uma estrutura porosa causada pela perda de matéria orgânica e com tecidos não mineralizado. Ao contrário, para os mesmos autores, as bordas suaves são relacionadas com estruturas mais compactas como ossos frescos com a matéria orgânica que enche os canais haversianos, ou restos fósseis já afetados pela mineralização no interior dos canais. Baseando-se na proposição sugerida por Díez *et al.* (1999) e a partir do padrão de aresta denteado encontrado nos ossos analisados, as fraturas teriam sido causadas com os ossos secos, mas ainda não fossilizados. Porém, não foi possível analisar mais detalhadamente este assunto.

**Padrões particulares de dano**

Em alguns ossos do Indivíduo 1 de *Eremotherium*, padrões de dano e de fratura que não puderam facilmente ser arranjados na classificação *standard* (marcas de intemperismo, marca de pisoteio, etc.) sem ter em conta o contexto particular, no qual o depósito se formou.

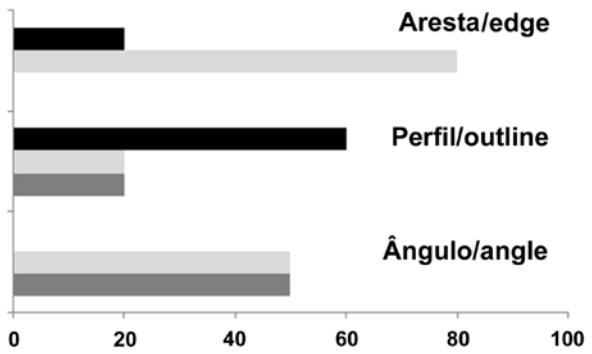


**Figura 8.** Frequência relativa (coordenada X) do ângulo de fratura da borda (cinzento claro = reto; cinzento escuro = intermediário), do perfil de fratura da borda (preto = transverso; cinzento claro = curvo; cinzento escuro = intermediário) e o padrão da aresta da fratura (preto = suave; cinzento claro = denteado).

**Figure 8.** Relative frequency (abscissa) of the fracture angle (light grey = right; dark gray = intermediate), of the fracture outline (black = transverse; light grey = curved; dark gray = intermediate), and of the fracture edge of the end (black = smooth; light grey = jagged).

*Perda de tecido compacto do osso sem exposição do tecido ósseo esponjoso*. Presente somente no úmero direito PISF-18-507-1, no terço distal da diáfise (Figura 6E), do lado anterior do osso (lado superior).

*Perda de tecido compacto com exposição do tecido ósseo esponjoso*. Este dano é muito mais frequente do que o precedente. Pode ser observado sobre duas pequenas áreas da clavícula esquerda PISF-18-503, uma na epífise proximal, outra na distal; na parte proximal do lado anterior (lado superior) do úmero direito PISF-18-507-1 (Figura 6D); sobre o úmero esquerdo PISF-18-504, em uma pequena porção da faceta articular com a ulna (na borda superior-medial; neste caso, o dano se verificou no lado inferior) e também na parte superior da sua faceta radial (lado superior; Figura 6I); sobre a ulna direita PISF-18-2799, na borda da articulação com o rádio e com o úmero (Figura 9A) do lado lateral (lado superior); sobre a ulna esquerda PISF-18-525-1/2, perto da borda da sua superfície articular para o rádio e o úmero (Figura 6F), no lado lateral (lado inferior) e na extremidade distal (Figura 6G) do lado medial (lado superior); sobre o fêmur direito PISF-18-506-1, cranialmente, acima da articulação distal (a borda entre a superfície articular e a diáfise; Figura 9 C) e na cabeça femoral, se estendendo ao colo (Figura 9B). Nesta última parte, o dano é expressivo e o tecido esponjoso está fortemente escavado (Figura 9B). Existem danos também na face cranial (lado superior) dos seguintes ossos: fêmur esquerdo PISF-18-2797-1, na base da cabeça femoral, assim como no grande trocânter (Figura 9D); tíbia-fíbula direitas PISF-18-524-1, na junção entre a diáfise e a epífise distal (Figura 10A); tíbia-fíbula esquerdas PISF-18-3487-1, na sua extremidade distal (Figura 10C). Outros ossos do animal apresentam, em maior ou menor grau, perda de tecido ósseo compacto com exposição do esponjoso: o metacarpo PISF-18-535-1, o metatarso PISF-18-7763, o navicular PISF-18-544 e as falanges PISF-18-543 e PISF-18-5295. Praticamente todas as apófises laterais das vértebras caudais faltam ou encontram-se danificadas nas extremidades (Figura 11) e a vértebra PISF-18-3473 apresenta ausência de tecido ósseo em algumas partes do corpo vertebral.

*Rachadura(s) mais ou menos extensa(s)*. Este tipo de dano pode ser observado nos seguintes elementos: úmero esquerdo PISF-18-504, na extremidade distal, tanto em vista cranial (lado inferior; Figura 6H) quanto em vista caudal (lado superior; Figura 6I); ulna direita PISF-18-2799, que apresenta várias rachaduras de tamanho e intensidade diferentes na parte proximal e na diáfise, no lado posterior e na superfície medial (lado inferior; Figura 9A). Sobre o fêmur direito PISF-18-506-1 há marcas deste tipo em toda a superfície óssea do lado anterior (lado inferior; Figuras 9B-C). Rachaduras foram evidenciadas também sobre o fêmur esquerdo PISF-18-2797-1, na parte central do seu lado anterior (lado inferior) e no lado posterior (lado superior) no meio da diáfise (Figura 9D); sobre a tíbia-fíbula esquerdas PISF-18-3487-1, na face cranial (lado superior) da extremidade distal (Figura 10C). Uma rachadura bem marcada é também presente no outro lado (lado inferior) do mesmo osso, na região póstero-medial da diáfise da tíbia (Figura 10D).

*Fenda mais ou menos fina na superfície óssea*. Este dano encontra-se sobre a ulna esquerda PISF-18-525-1/2, na sua superfície articular proximal (Figura 6F) do lado lateral (lado inferior) e sobre a tíbia-fíbula esquerdas PISF-18-3487-1. Neste caso, o dano aconteceu no lado anterior (lado superior), perto da articulação com o fêmur (Figura 10B) e também na diáfise da fíbula.

*Marcas de impacto*. Depressões na superfície óssea, interpretadas como marcas de impacto, podem ser observadas sobre três elementos distintos, todas no lado exposto (superior) dos espécimes. O primeiro é o úmero esquerdo PISF-18-504. A marca situa-se na parte distal da diáfise (Figura 6I), em vista posterior. O segundo, o fêmur direito PISF-18-506-1 apresenta marca de impacto na parte distal da diáfise, no seu lado anterior. Esta última apresenta-se como uma depressão de 33,5 mm de comprimento e 27,5 mm de largura (Figura 9C), e foi possivelmente causada por impacto produzido por um objeto contundente, que atingiu a superfície do osso quando ele já estava na posição em que foi encontrado. A superfície do osso foi danificada, mas os fragmentos permaneceram no lugar, cimentando-se durante o processo da diagênese. Isso indica que a marca é anterior à fossilização. Eventos análogos já foram documentados, por exemplo, no sítio quaternário fóssil de Saint-Vallier (Drôme, França, Villafranquiano médio, *sensu* Heintz, 1970; Guérin, 1990), onde foram interpretados como choques causados por outros ossos, encontrados próximos aos primeiros. A marca de impacto apresentava características semelhantes com pelo menos alguns dos fragmentos destacados do osso principal permanecendo no lugar depois do choque e sendo cimentados nos processos diagenéticos (Valli, 2001; pr. 10, fig. 10, pr. 12, fig. 3). O terceiro osso, a tíbia-fíbula esquerda PISF-18-3487-1, apresenta uma marca de impacto na parte distal do lado anterior do osso (Figura 10C). Ela apresenta muitas

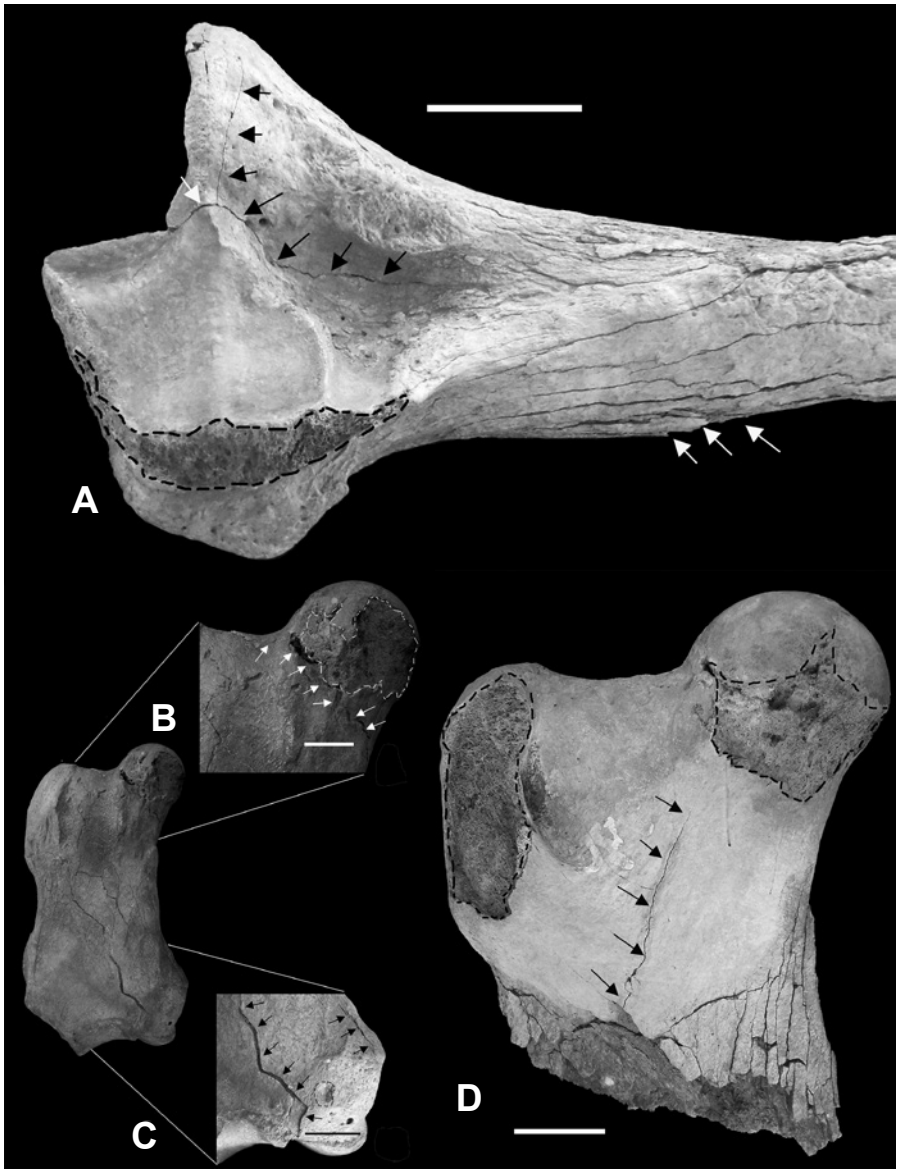


**Figura 9.** Modificações tafonômicas observadas nos fósseis de *Eremotherium* da Lagoa Uri de Cima. **A**, vista lateral da extremidade proximal da ulna direita PISF-18-2799; **B-C**, vista anterior do fêmur direito PISF-18-506-1: detalhe da articulação proximal (**B**) e da extremidade distal com marca de impacto (**C**); **D**, vista posterior do fêmur esquerdo PISF-18-2797-1. Área entre a linha tracejada = zona danificada, setas = rachadura. Escalas = 10 cm.

**Figure 9.** Taphonomic alterations on the *Eremotheium*'s fossils from Lagoa Uri the Cima. **A**, right ulna PISF-18-2799, proximal end in lateral view; **B-C**, right femur PISF-18-506-1 in anterior view: detail of the proximal articular surface (**B**) and of the distal end with a bump mark (**C**); **D**, left femur PISF-18-2797-1 in posterior view. Area into the dashed line = damaged area, arrows = cracks Scale bars = 10 cm.

semelhanças com a marca do fêmur PISF-18-506-1, exceto pela ausência de todos os fragmentos na área do impacto.

Descreve-se separadamente uma marca encontrada sobre o astrágalo esquerdo PISF-18-7789, já que morfologicamente não se assemelha àquelas ilustradas anteriormente. Este osso apresenta várias marcas de abrasão e de dissolução, mas o traço mais característico está no lado interno da articulação com a tíbia, perto da borda proximal. É uma marca com cerca de 45 mm de comprimento e ± 3 mm de largura (com máximos de ± 4 mm em um terço do seu comprimento), com bordas irregulares (Figura 6C) e fundo com uma secção em "U" muito aberta. Nota-se que, quando é possível diferenciá-los graças à documentação de campo, parece haver uma diferença importante entre a quantidade de dano presente no lado exposto durante a escavação (lado superior) e no lado inferior. De fato, dois ossos longos não apresentam marcas na superfície óssea no lado inferior: o úmero direito PISF-18-507-1 e a tíbia-fíbula direitas PISF-18-524-1.

Particularmente, as marcas caracterizadas pela exposição do tecido esponjoso são muito mais abundantes nas superfícies expostas (lado superior). Os resultados da quantificação deste dano para cada osso longo dos membros, são apresentados na Tabela 3, diferenciando o lado superior do lado inferior. Todos os ossos apresentam exposição de

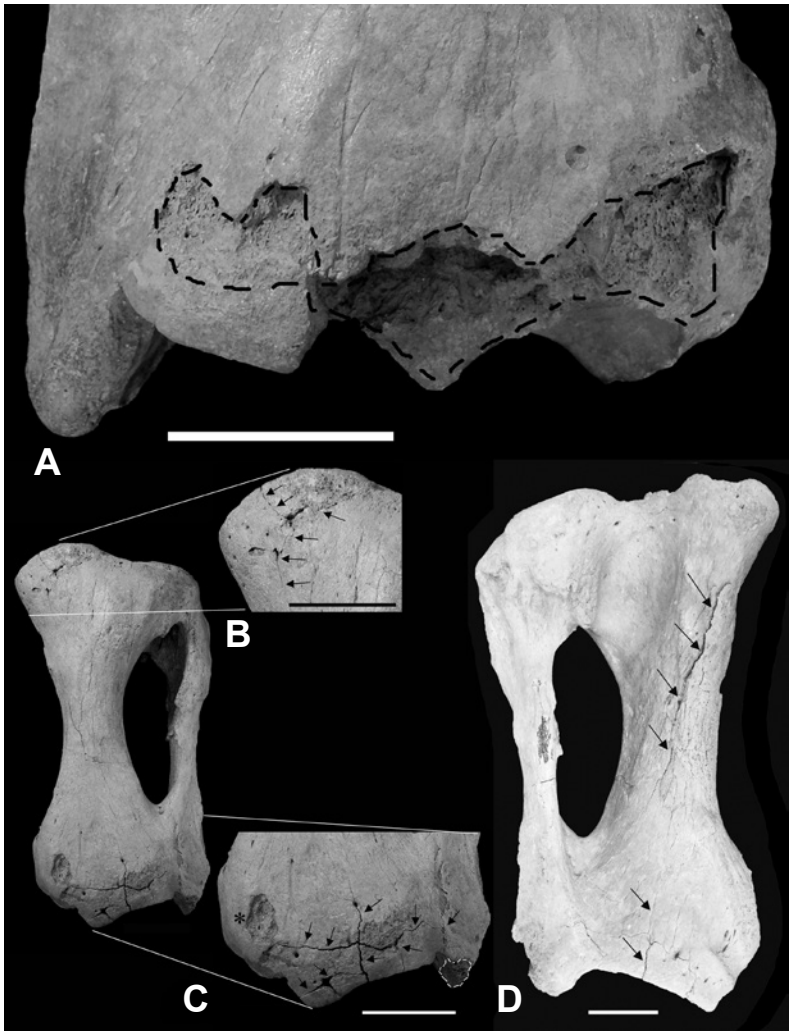


**Figura 10.** Modificações tafonômicas observadas na tíbia-fíbula de *Eremotherium* da Lagoa Uri de Cima. **A**, vista anterior da extremidade distal do osso direito PISF-18-524-1. **B-C**, vista anterior das extremidades distal e proximal do osso esquerdo PISF-18-3487-1: asterisco = marca de impacto, setas (**B**) = fendas, setas (**C**) = rachaduras; **D**, vista posterior do osso PISF-18-3487-1: setas = rachaduras. Área entre a linha tracejada = zona danificada. Escalas = 10 cm.

**Figure 10.** Taphonomic alterations on the *Eremotheium*'s tibia-fibula from Lagoa Uri the Cima. **A**, right bone PISF-18-524-1, distal end in anterior view; **B-C**, left bone PISF-18-3487-1, distal and proximal ends in anterior view: star = bump mark, arrows (**B**) = slits, arrows (**C**) = cracks; **D**, left bone PISF-18-3487-1, in posterior view: arrows = cracks. Area in the dashed line = damaged surface. Scale bars = 10 cm.

**Figura 11. A-B**, vértebras caudais PISF-18-501 (**A**) e PISF-18-549-1 (**B**) em vista caudal: área entre a linha tracejada = zona danificada, seta = ausência de apófise lateral. Escala = 10 cm.

**Figure 11. A-B**, caudal vertebrae PISF-18-501 (**A**) and PISF-18-549-1 (**B**) in posterior view: area in the dashed line = damaged surface, arrow = lack of the lateral apophysis. Scale bar = 10 cm.

**Tabela 3.** Medidas ($mm^2$) da área da zona danificada (tecido ósseo esponjoso exposto) por osso do Indivíduo 1. Foi diferenciada a superfície exposta do osso (lado superior) daquela em contato com o solo (lado inferior). **Abreviações: D**, direito; **E**, esquerdo.

**Table 3.** Measures ($mm^2$) of the area of the damaged region (with exposition of the spongy bone) for each Individual 1's bone. The exposed surface of the bone (upper side) was differentiated from that in contact with the soil (lower side). **Abbreviations: D**, right; **E**, left.

| Etiqueta | Ossos | Área danificada (acima) | Área danificada (abaixo) |
|---|---|---|---|
| 507-1 | Úmero D | 5384,0 | - |
| 504 | Úmero E | 2948,5 | 1930,5 |
| 2799 | Cúbito D | 7095,0 | - |
| 525-1/2 | Cúbito E | 3191,0 | 6199,0 |
| 506-1 | Fêmur D | 23707,5 | - |
| 2797-1 | Fêmur E | 37766,5 | - |
| 524-1 | Tíbia-fíbula D | 14814,0 | - |
| 3487-1 | Tíbia-fíbula E | 5074,5 | - |

tecido esponjoso no lado superior, constituindo 92,48% da área total afetada.

É importante salientar que, com exceção da clavícula PISF-18-503, o dano nos ossos longos, com exposição de tecido esponjoso, dificilmente pode ser atribuído à abrasão causada pelo transporte. Isso devido à ausência de outros traços característicos desse processo nos ossos, e porque, em vários casos, existem desgastes relativamente profundos.

Os ossos dos indivíduos dois a oito não apresentam nenhum tipo de padrão particular de dano. As marcas que apresentam são todas indicadas na Tabela 1.

## DISCUSSÃO

Como mencionado nos resultados, excetuando o astrágalo PISF-18-7789, a falange PISF-18-7787 e o corpo vertebral PISF-18-7456, os ossos atribuídos ao Indivíduo 1 estavam desarticulados e restritos a uma circunferência de cerca de 8 m de raio. Restos fósseis pertencentes aos diversos grupos de Voorhies (categorias que representam vários graus de mobilidades; Voorhies, 1969; Behrensmeyer, 1975; Hunt, 1978; Araújo-Júnior *et al.*, 2012) jazem relativamente próximos dos fragmentos de vértebras e costelas. Os restos que se encontram nessa área têm formas, pesos e densidade diferentes. Porém, um transporte diferenciado por uma corrente não seria coerente com as direções de orientações mostradas na Figura 7.

O transporte hídrico dos restos ósseos foi objeto de várias análises (*e.g.* Behrensmeyer, 1975; Coard & Dennell, 1995; Fernandez-Jalvo & Andrews, 2003; Kaufmann *et al.*, 2011) e cada situação tem que ser avaliada separadamente, porque os fatores que podem intervir são diversos. Contudo, mesmo se o número total dos fósseis deste animal é limitado, as maneiras mais simples para explicar uma conjuntura como aquela do Indivíduo 1 da Lagoa Uri de Cima (presença de elementos de quase todas as partes do corpo-crânio, vértebras de todas as regiões da coluna, membros anteriores e posteriores de cada lado, carpo e tarso-ossos com pouca ou sem marcas de abrasão) são duas: (i) morte do animal *in situ* (ou em área muito próxima); (ii) transporte da carcaça inteira ainda recoberta por tecidos moles, sobre uma distância compatível com a força (não conhecida) da corrente. A presença dos tecidos musculares explicaria a falta das marcas de transporte e garantiria a completude do esqueleto até o local de deposição.

Não foram encontradas evidências diretas da presença dos tecidos moles. As marcas dos dentes dos carnívoros nos ossos teriam podido prová-lo, mas elas não foram observadas. No entanto, a sua ausência não implica uma falta de ação dos carnívoros quaternários sobre os restos de *Eremotherium*. Na verdade, a presença, a quantidade e a qualidade de traços da ação dos carnívoros dependem de vários fatores, como a abundância de tecido muscular ainda presente nos restos, a densidade dos ossos e outros fatores (Faith & Behrensmeyer, 2006; Faith, 2007).

A chegada do Indivíduo 1 na lagoa com a ossatura ainda coberta de tecido muscular constitui a explicação mais plausível por conta do baixo grau da abrasão dos seus fósseis e da relativa completude do esqueleto.

A presença de estados de intemperismo superiores ao estágio "0", indica que os ossos de *Eremotherium* (pelo menos aqueles do Indivíduo 1; os outros não mostram marcas particulares de intemperismo) estiveram nus e expostos às intempéries durante algum tempo. Isso significa que a lagoa secou ou que o nível de água baixou bastante, permitindo expor uma parte da superfície óssea dos úmeros, das tíbias, das ulnas e da clavícula. Além disso, o período pré-soterramento poderia promover a perda de matéria orgânica nos ossos, antes da mineralização dos espaços vazios, e gerar um padrão de fratura como aquele observado (Figura 8).

É necessário, todavia, explicar as causas das fraturas, dos danos e da perda da matéria óssea encontradas nos restos de *Eremotherium*. Analisando as Figuras 6, 9-11, duas causas clássicas podem ser invocadas para explicar esses efeitos: (i) o pisoteio por parte de outros animais; (ii) o peso dos sedimentos após o enterramento dos ossos. A ação de carnívoros pode ser descartada porque faltam marcas de sua atividade sobre os fósseis analisados e porque não são conhecidos predadores quaternários capazes de roer e quebrar os ossos do tamanho de *Eremotherium*.

Ambos os fenômenos foram envolvidos na produção dos danos encontrados nos ossos de preguiça-gigante da Lagoa Uri de Cima. Que o pisoteio esteja envolvido e que, provavelmente, tinha sido o elemento mais importante na fragmentação e espalhamento dos restos, pode-se inferir a partir do fato de que as zonas danificadas dos vestígios ilustrados no item precedente estão localizadas predominantemente no lado exposto dos ossos (lado superior; Tabela 3).

Em termo de desgaste com exposição de tecido esponjoso, somente o úmero PISF-18-504 e a ulna PISF-18-525 apresentam tal feição lado inferior. Todos os fêmures, tíbias, úmeros e ulnas, inclusos os dois espécimes acima, apresentam uma região, mais ou menos extensa, onde o tecido esponjoso é exposto pela perda da camada externa no lado superior. O desgaste neste lado comporta algumas escavações profundas no tecido esponjoso, com formação de buracos e depressões, que nunca acontecem no lado inferior. Na Tabela 3, pode-se observar que os desgastes evidenciados no lado superior representam 92,48% deste tipo de dano. Podemos assim concluir que os danos com exposição de tecido esponjoso são qualitativamente e quantitativamente diferentes nos dois lados.

Considerando que o nível de água da lagoa teria que ter sido muito baixo ou nulo (pelo menos na área onde jaziam os ossos do Indivíduo 1) em alguns momentos antes do soterramento dos restos, com base no resultado da análise do intemperismo, é provável que esta zona tivesse permitido a passagem de outros animais. Aqueles de maior tamanho, como preguiças-gigantes, mastodontes, toxodontes, todos presentes na região (Faure & Guérin, 2013), tiveram, sem dúvida, a capacidade de danificar os ossos, mesmo aqueles de grandes dimensões pertencentes a *Eremotherium* (para ver estimativas do peso dos táxons citados acima, ou dos equivalentes encontrados no mesmo período na Argentina ver Fariña *et al.*, 2013).

O pisoteio pode danificar e fraturar os ossos (Hill, 1979; Laporte & Behrensmeyer, 1980), produzir marcas de choque (Haynes, 1986) e mesmo traços de abrasão (Gifford, 1981; Lyman, 1994). De fato, os ossos podem ser deslocados por uma pata e rolar para um local diferente do inicial. Este rolamento, se repetido várias vezes, sobretudo em um sedimento de textura grossa, pode deixar várias impressões. É o que poderia ter acontecido ao astrágalo PISF-18-7789. Como este tipo de osso, no gênero *Eremotherium*, apresenta forma geral bastante arredondada, ele pode ser movido pela ação de patas, de seu lugar de deposição original para vários locais, até parar onde foi encontrado. O mesmo poderia ter acontecido ao corpo vertebral PISF-18-7456 e o fragmento de falange III PISF-18-7787. No entanto, a abrasão poderia também ser o resultado da ação do sedimento e das partículas movidas pelo vento, pela água, ou mesmo pelo pisoteio do solo contra os ossos (Britt *et al*., 2009). As marcas resultantes seriam semelhantes àquelas da Figura 6A. Possivelmente, a marca do astrágalo da Figura 6C também foi causada pela fricção com partículas mais grossas do sedimento, quando o osso ainda estava fresco. O pisoteio também poderia explicar que a clavícula de *Eremotherium* teria rolado sobre o seu eixo principal, desgastando as duas regiões indicadas no item precedente, e exposto ambos os lados ao intemperismo.

O pisoteio pode, portanto, explicar a fratura, o dano, o rolamento e também o espalhamento dos fósseis (Hill & Behrensmeyer, 1984). A fragmentação e a destruição da extremidade distal do fêmur PISF-18-2797-1 podem também ser atribuídas a este fenômeno. Porém, os efeitos provocados pelo pisoteio também podem ser causados por processos diferentes (Lyman, 1994). Assim, é necessário estudar adequadamente o contexto para decidir quais foram os agentes reais dos eventos tafonômicos. Por exemplo, mesmo que este fenômeno possa explicar a formação de fendas na superfície óssea (Fiorillo, 1988), as rachaduras incompletas, algumas vezes prolongadas com ranhuras finas, normalmente são associadas ao peso dos sedimentos (Villa & Mahieu, 1991). Também não podemos excluir a possibilidade de que as rachaduras alongadas encontradas na maioria dos ossos longos examinados sejam de origem diagenética (compressão litostática), considerando que o pacote sedimentar que recobria os restos fósseis na Lagoa Uri de Cima tinha cerca de 2 m de espessura (Mutzenberg *et al*., 2013). Neste contexto, a grande rachadura que se encontra na diáfise do fêmur PISF-18-506-1 (Figura 9C) poderia ter sido causada pelo peso dos sedimentos que agiram em uma zona já danificada pelo intemperismo. Além disso, a aparência geral das bordas fraturadas é compatível com esta interpretação. Portanto, a história tafonômica mais provável do Individuo 1 de *Eremotherium*, se deu na seguinte ordem: (i) a carcaça chegou à lagoa recoberta por tecidos musculares; (ii) pisoteio como principal responsável pelos danos, espalhamento e mesmo pela destruição dos ossos.

O número de fósseis atribuídos aos outros indivíduos é bastante reduzido e as marcas encontradas são insuficientes para investigar os eventos tafonômicos que as geraram. Não existem evidências que sugiram que a que os processos tafonômicos que afetaram os restos dos indivíduos 2, 3, 4, 5 e 6 tenham sido diferentes daqueles atuantes sobre o Indivíduo 1. No entanto, as suas histórias também poderiam ter sido muito diferentes: simplesmente, não temos elementos suficientes para investigá-las. No caso do Indivíduo 6, a extremidade distal da ulna PISF-18-7996-1 poderia ter sido sujeita a eventos análogos àqueles inferidos para o astrágalo PISF-18-7789, do Indivíduo 1.

Os dois astrágalos PISF-18-8652 e PISF-18-18389 e o fragmento de fêmur PISF-18-8347 (todos com marcas de abrasão evidentes, e encontrados no interior do Nível 3, diferentemente dos demais, como já mencionado) nos mostram que os processos tafonômicos atuantes sobre fósseis coletados em uma lagoa podem ser muito mais complexos do que os inferidos a partir de um único animal (Indivíduo 1). Alguns ossos poderiam ter sido transportados de locais relativamente distantes e em tempos precedentes, resultando em uma história tafonômica completamente diferente.

O primeiro cientista a dar informações sobre as formações de sítios paleontológicos quaternários brasileiros foi Lund (1950). Nas últimas décadas, algumas publicações acrescentaram informações sobre este assunto (*e.g.* Auler *et*

*al.*, 2003; Araújo-Júnior, 2016; Araújo-Júnior *et al.*, 2011b, 2012; Silva, 2013). No entanto, os sítios privilegiados pelas análises existentes são principalmente os tanques naturais e depósitos cársticos. Um estudo comparativo de várias análises tafonômicas efetuadas sobre os tanques do Nordeste (Araújo-Júnior *et al.*, 2013b) mostra que este tipo de depósito apresenta as seguintes características preservacionais: (i) predominâncias de ossos de *Eremotherium*; (ii) fósseis transportados por curtas distâncias; (iii) camadas fossilíferas formadas durante episódios de alta energia hídrica (porém nem sempre relacionadas a fluxos de detritos, como na maioria dos casos, mas também a contextos fluviais). Uma análise do intemperismo sobre 110 fósseis coletados no tanque natural da Lagoa do Rumo, Bahia (BA) mostrou que o padrão da acumulação foi de tipo *attritional*, a saber, uma assembléia de restos ósseos de animais mortos por predação, doenças e/ou outras causas naturais (Cortes Faria *et al.*, 2013).

Em contrapartida, os depósitos de lagoa não foram ainda suficientemente estudados. Contudo, os dados disponíveis sobre o estudo tafonômico do sítio "Picos II", (município de Piranhas, Alagoas) mostram a presença de ao menos um indivíduo de *Eremotherium* que chegou a forma de carcaça ainda coberta de carne no depósito fossilífero. O corpo foi trazido por uma curta distância em um ambiente de alta energia: a desarticulação se fez no local do depósito (Asakura *et al.*, 2014). Este padrão tafonômico é muito próximo àquele apresentado pelos ossos do Indivíduo 1 da Lagoa Uri de Cima. As semelhanças mais marcantes se relacionam com o transporte de uma carcaça em um ambiente de alta energia e a sua desarticulação *in situ*. Um contexto de alta energia hídrica e a predominância de fósseis de *Eremotherium*, por outro lado, são análogos ao padrão característico dos tanques (Araújo-Júnior *et al.*, 2013a).

Na Lagoa do Quari e na Lagoa dos Porcos, na região do Parque Nacional da Serra da Capivara (PI), foi evidenciado um numeroso acervo paleontológico, com uma quantidade expressiva de fósseis (Parenti *et al*., 2003; Faure *et al*., 2014; Felice *et al*., 2014; Guérin & Faure, 2014), onde foram coletados ossos de vários animais. Porém, ainda não existem análises precisas dos aspectos tafonômicos destas localidades.

Mais próximo à Lagoa Uri de Cima, também no município de Salgueiro, foi descoberta, na década de 1990, a Lagoa da Pedra (Parenti, 1996), no distrito de Conceição das Creoulas. Porém, no campo paleontológico foram realizados apenas trabalhos taxonômicos (*e.g.* Guérin, 1993; Galindo *et al*., 1995; Guérin & Faure, 2000; Dias Neto *et al*., 2008; Pessoa *et al*., 2012). Ainda no município de Salgueiro, Pernambuco (PE) foram estudadas a Lagoa das Caraíbas e a Lagoa do Vitorino (Galindo *et al*., 1994; Viana & Agostinho, 1995), mas também sem informações tafonômicas. No entanto, ainda no estado de Pernambuco, foram analisadas três jazidas fossilíferas do Quaternário (as lagoas Tanque, Comprida e Caveira) no município de Afrânio (Silva *et al*., 2010) que foram estudadas nos seus aspectos taxonômicos, diagenéticos e tafonômicos. As conclusões indicam que a maioria da fragmentação foi anterior à deposição, evidenciando um transporte dos ossos depois da morte dos animais. Porém, em alguns casos, os restos foram fragmentados após o soterramento.

Com apenas alguns elementos parciais a nossa disposição, não é fácil separar os eventos responsáveis pelas deposições, processos pós-deposicionais em escalas locais, regionais ou mesmo globais. Mesmo que exista uma quantidade significativa de jazidas fossilíferas no semiárido nordestino relacionadas ao último máximo glacial e a transição Pleistoceno/Holoceno (Silva *et al*., 2010; Guérin & Faure, 2014; Kinoshita *et al*., 2014), as histórias tafonômicas de cada lagoa respondem a cenários de transporte e deposição predominantemente locais, diferenciando-as umas das outras. A escassez de nossos dados nos impõe prudência. Considerando o sítio aqui analisado, a Lagoa Uri de Cima, o que podemos avançar, no momento, é somente relativo aos fósseis de *Eremotherium* e, em particular, àqueles atribuídos ao Indivíduo 1. A análise da disposição espacial destes restos e as marcas encontradas em suas superfícies permitem inferir aspectos relacionados aos fenômenos acontecidos após a morte deste animal.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho arqueológico na Lagoa Uri de Cima, Município de Salgueiro, forneceu restos paleontológicos coletados segundo as modernas normas de escavação arqueológicas. A partir da análise de todo o acervo fóssil coletado nas escavações foi possível estabelecer o número mínimo de indivíduos de preguiças-gigantes em oito. Entre estes, os elementos de um mesmo indivíduo adulto de *Eremotherium*, espacialmente associados entre si e isolados dos outros restos de animais pertencentes ao mesmo táxon, permitiu uma reconstituição dos eventos responsáveis pela sua disposição. A análise da disposição espacial e das assinaturas tafonômicas presentes na superfície dos elementos estudados sugere a chegada do indivíduo ainda coberto de tecido muscular, sendo o pisoteio posterior por outros animais de grande porte o principal responsável pelo desgaste e espalhamento dos ossos.

Foram identificados também restos de outros indivíduos do mesmo táxon, mas a quantidade de fósseis atribuída a cada um deles é muito menor do que ao Indivíduo 1. Não se pode garantir que a história tafonômica destes sete indivíduos menos completos seja igual àquela do Indivíduo 1, mesmo que nada contradiga isso. Contudo, foram encontrados restos (os dois astrágalos PISF-18-8652 e PISF-18-18389) que testemunham processos tafonômicos diferentes. Isto significa que a série de processos envolvidos na formação de depósitos fossilíferos em lagoas, na sua completude, pode ser relativamente complexa, como também em outros sítios (*e.g.* tanques naturais).

É importante salientar que este resultado foi conseguido devido à possibilidade de reconhecer o pertencimento dos elementos fósseis a um mesmo indivíduo. Em outras lagoas, como na Lagoa do Quari ou na Lagoa dos Porcos, a alta densidade de ossos misturados (Parenti *et al*., 2003; Felice *et al*., 2014) faz com que seja mais difícil separar os diferentes indivíduos.

Considera-se que os resultados encontrados constituem uma base interessante para novos questionamentos, como, por exemplo: o resultado mantém-se válido também no caso de um acervo muito mais abundante em restos (e indivíduos) de preguiça-gigante e de outros animais da megafauna pleistocênica? Além dos estudos de população que outras inferências seriam necessárias para compreender a causa da morte dos animais? Essas perguntas e os dados apresentados aqui poderiam ajudar a orientar a condução de novas escavações e análises tafonômicas futuras dos depósitos de lagoas.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, os autores agradecem a A.M. Pessis, coordenadora do Instituto Nacional de Arqueologia, Paleontologia e Ambiente do Semiárido (INAPAS) e responsável pelas atividades arqueológicas na Lagoa Uri de Cima, quem nos deu a responsabilidade desta pesquisa. Aos dois revisores anônimos do artigo pelos comentários construtivos e úteis para acrescentar qualidade ao manuscrito. A D.N. Paes, V.A. da Mata, S.S. Miranda e J.R. de Sousa, que tiraram as fotos do artigo, e a D. Mutzenberg, L. Lima e W. Furtado, que realizaram os modelos tridimensionais dos ossos e as medidas pela metodologia (ver o item "Material e métodos"). Ao final, os agradecimentos são para a equipe do Serviço de Paleontologia da Fundação Museu Do Homem Americano, N.S. Dias e A. da França pela ajuda durante o estudo.

## REFERÊNCIAS

Andrés, M.; Gidna, A.O.; Yravedra, J. & Domínguez-Rodrigo, M. 2012. A study of dimensional differences of tooth marks (pits and scores) on bones modified by small and large carnivores. *Archaeological and Anthropological Sciences*, **4**:209–219. *doi*:*10.1007/s12520-012-0093-4*

Andrews, P. & Armour-Chelu, M. 1998. Taphonomic observations on a surface bone assemblage in a temperate environment. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **169**:433–442.

Andrews, P. & Cook, J. 1985. Natural modifications to bones in a temperate setting. *Man*, **20**:675–691. *doi*:*10.2307/2802756*

Araújo-Júnior, H.I. 2016. Classifying vertebrate assemblages preserved in Quaternary tank deposits: Implications for vertebrate taphonomy and paleoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **445**:147–152. *doi*:*10.1016/j.palaeo.2015.12.025*

Araújo-Júnior, H.I.; Bissaro-Júnior, M.C.; Santos, T.T.; Alves, R.S. & Bergqvist, L.P. 2012. Tafonomia da Megafauna pleistocênica brasileira: Fluvial Transport Index (FTI) em análise de representatividade óssea. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **15**:95–104. *doi*:*10.4072/rbp.2012.1.08*

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. & Bergqvist L.P. 2013a. Taphonomic analysis of a late Pleistocene vertebrate accumulation from Lage Grande Paleontological Site, Pernambuco State, northeastern Brazil: New remarks on preservational aspects of tank deposits. *Quaternary International*, **317**:88–101. *doi*:*10.1016/j.quaint.2013.08.016*

Araújo-Júnior, H.I.; Porpino, K.O.; Ximenes, C.L. & Bergqvist, L.P. 2011b. Análise multivariada como ferramenta tafonômica no estudo das associações quaternárias de mamíferos do Nordeste do Brasil. *Gaea Journal of Geoscience*, **7**:104–111. *doi:10.4013/gaea.2011.72.03*

Araújo-Júnior, H.I.; Porpino K.O.; Ximenes C.L. & Bergqvist L.P. 2013b. Unveiling the taphonomy of elusive natural tank deposits: a study case in the Pleistocene of northeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **378**:52–74. *doi*:*10.1016/j.palaeo.2013.04.001*

Asakura, Y.; Silva, J.L.L.; Silva, A.P.L.; Silva, E.P.A. & Omena, É.C. 2014. Taphonomic and sedimentological aspects of the "Picos II" paleontological site, municipality of Piranhas, Alagoas, Brazil. *PeerJ PrePrints*, **2**:e644v1. *doi*:*10.7287/peerj.preprints.644v1*

Auler, A.S.; Piló, L.B.; Smart, P.L.; Wang, X.; Neves, W.A. & Edwards, R.L. 2003. Cronologia e processos de deposição da megafauna quaternária em cavernas brasileiras. *In*: CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTAÇÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, 2; CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ESTUDO DO QUATERNÁRIO, 9; CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DOS PAÍSES DE LÍNGUA IBÉRICA, 2, 2003. *CD-Rom*, Recife, ABEQUA, p. 1–3.

Badgley, C. 1986a. Taphonomy of mammalian fossil remains from Siwalik rocks of Pakistan. *Paleobiology*, **12**:119–142. *doi:10.1017/S0094837300013610*

Badgley, C. 1986b. Counting individuals in mammalian fossil assemblage from fluvial environments. *Palaios*, **1**:328–338. *doi*:*10.2307/3514695*

Behrensmeyer, A.K. 1975. The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages East of Lake Rudolf, Kenya. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, **146**:473–578.

Behrensmeyer, A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, **4**:150–162. *doi:10.1017/S0094837300005820*

Behrensmeyer, A.K.; Godon, K.D. & Yanagi, G.T. 1986. Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo-cutmarks. *Nature*, **319**:768–771. *doi*:*10.1038/319768a0*

Behrensmeyer, A.K.; Kidwell, S.M. & Gastaldo, R.A. 2000. Taphonomy and paleobiology. *Paleobiology*, **26**:103–147. *doi:10.1666/0094-8373(2000)26[103:TAP]2.0.CO;2*

Binford, L.R. 1981. *Bones - Ancient men and modern myths*. Nova Iorque, Academic Press, 322 p.

Blumenschine, R.J. 1988. An experimental model of the timing of Hominid and Carnivore influence on archaeological bone assemblage. *Journal of Archaeological Science*, **15**:483–502. *doi*:*10.1016/0305-4403(88)90078-7*

Blumenschine, R.J.; Marean, C.W. & Capaldo, S.D. 1996. Blind tests of inter-analyst correspondence and accuracy in the identification of cut marks, percussion marks, and carnivore tooth marks on bone surfaces. *Journal of Archaeological Science*, **23**:493–507. *doi:10.1006/jasc.1996.0047*

Brain, C.K. 1980. Some criteria for the recognition of the bone-collecting agencies in African caves. *In* : A.K. Behrensmeyer & A.P. Hill (eds.) *Fossils in the Making - Vertebrate taphonomy and paleoecology*, The University of Chicago Press, p. 107–130.

Brain, C.K. 1981. *The hunters or the hunted? An introduction to the African cave taphonomy*. Chicago, The University of Chicago Press, 365 p.

Britt, B.B.; Eberth, D.A.; Scheetz, R.D.; Greenhalgh, B.W. & Stadtmanadam, K.L. 2009. Taphonomy of debris-flow hosted 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*

Brugal, J.P. 1994. Introduction générale - Action de l'eau sur les ossements et les assemblages fossiles. *In*: M. Patou-Mathis (ed.) *Arctefact 9: Outillage peu élaboré en os et en bois de Cervidés IV: taphonomie/bone modification*, Treignes, Editora CEDARC, p. 23–41.

Bunn, H.T. 1981, Archaeological evidence for meat-eating by Plio-Pleistocene Hominids from Koobi Fora and Olduvai Gorge. *Nature*, **291**:574–577. *doi*:*10.1038/291574a0*

Cáceres, I.; Esteban, M. & Fernández-Jalvo, Y. 2007. Mordeduras de herbívoro en el bosque de Riofrío (Segovia). *In*: M.L. Ramos Sainz; J.E. Gonzalez Urquijo & J. Baena Preysler (eds.) *Arqueología experímental en la peninsula ibérica - investigación, didáctica y patrimonia*, Asociación Española de Arqueología Experimental, p. 59–67.

Cartelle, C.; De Iuliis, G. & Pujos, F. 2014. *Eremotherium laurillardi* (Lund, 1842) (Xenarthra, Megatheriinae) is the only valid megatheriine sloth species in the Pleistocene of intertropical Brazil: A response to Faure et al., 2014. *Comptes Rendus Palevol*, **14**:15–23. *doi*:*10.1016/j.crpv.2014.09.002*

Coard, R. & Dennell, R.W. 1995. Taphonomy of some articulated skeletal remains : transport potential in an artificial environment. *Journal of Archaeological Sciences*, **22**:441–448. *doi*:*10.1006/jasc.1995.0043*

Cortes Faria, F.H.; Ribeiro, R.C. & Souza Carvalho, L.P. 2013. Feições de intemperismo em fósseis da megafauna do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande (BA), Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, **43**:37–47.

Dias Neto, C. de M.; Born, P.A. & Chahud, A. 2008. Ocorrência de mamíferos extintos do Pleistoceno na Localidade da Lagoa da Pedra, Município de Igaci, Alagoas. *Revista UnG - Geociências*, **7**:110–115.

Díez, J.C.; Fernández-Jalvo, Y.; Rosell, J. & Cáceres, I. 1999. Zooarchaeology and taphonomy of aurora Stratum (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca,Spain*). Journal of Human Evolution*, **37**:623–652. *doi*:*10.1006/jhev.1999.0346*

Dominato, V.H.; Mothé, D.; Costa da Silva, R. & Avilla, L.S. 2011. Evidence of scavenging on remains of the gomphothere *Haplomastodon waringi* (Proboscidea: Mammalia) from the Pleistocene of Brazil: taphonomic and paleoecological remarks. *Journal of South America Earth Sciences*, **31**:171–177. *doi*:*10.1016/j.jsames.2011.01.002*

Domíniguez-Rodrigo, M. 1999. Flesh availability and bone modifications in carcasses consumed by lions: palaeoecological relevance in hominid foraging patterns. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **149**:373–388. *doi*:*10.1016/S0031-0182(98)00213-2*

Eickhoff, S. & Herrmann, B. 1985. Surface marks on bones from a Neolithic collective grave (Odagsen, Lower Saxony). A study on differential diagnosis. *Journal of Human Evolution*, **14**:263–274. *doi*:*10.1016/S0047-2484(85)80067-1*

Faith, J.T. 2007. Sources of variation in a carnivore tooth-mark frequencies in a modern spotted hyena (*Crocuta crocuta*) den assemblage, Amboseli Park, Kenya. *Journal of Archaeological Science*, **34**:1601–1609. *doi*:*10.1016/j.jas.2006.11.014*

Faith, J.T. & Behrensmeyer, A.K. 2006. Changing patterns of carnivore modification in a landscape bone assemblage, Amboseli Park, Kenya. *Journal of Archaeological Science*, **33**:1718–1733. *doi*:*10.1016/j.jas.2006.03.004*

Fariña, A.R.; Vizcaíno, S.F. & De Iuliis, G.G. 2013. *Megafauna - Giant Beasts of Pleistocene South America*. Bloomington, Indiana University Press, 436 p.

Faure, M. & Guérin, C. 2013. Les grands mammifères du Pléistocène supérieur de la Lagoa Uri de Cima à Salgueiro - PE. *Fumdhamentos*, **10**:165–193.

Faure, M. & Guérin, C. 2014. *Smilodon populator* et *Protocyon troglodytes*, deux superprédateurs du Pléistocène supérieur de la Serra da Capivara (Piauí) au Nordeste du Brésil. *Annales de Paléontologie*, **100**:283–295. *doi*:*10.1016/j.annpal.2014.01.004*

Faure, M.; Guérin, C. & Parenti, F. 2014. Sur l'existence de deux espèces d'*Eremotherium E. rusconii* (Schaub, 1935) et *E. laurillardi* (Lund, 1842) dans le Pléistocène supérieur du Brésil intertropical. *Comptes Rendus Palevol*, **13**:259–266. *doi*:*10.1016/j.crpv.2013.11.001*

Felice, G.D.; Guidon, N. & Mendes, V.R. 2014. A evolução da paisagem no Pleistoceno superior/Holoceno, na região do Parque Nacional Serra da Capivara. *In*: A.M. Pessis; G. Martin & N. Guidon (eds.) *Os biomas e as sociedades humanas na pré-história da região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil*, FUMHAM/Ipsis Gráfica e Editora, p. 69–94.

Fernández -Jalvo, Y. & Andrews, P. 2003. Experimental effects of water abrasion on bone fragments. *Journal of Taphonomy*, **1**:147–163.

Fernández-Jalvo, Y.; Sánchez-Chillón, B.; Andrews, P.; Fernández-López, S. & Alcalá Martínez, L. 2002. Morphological taphonomic transformations of fossil bones in continental environments, and repercussions on their chemical composition. *Archaeometry*, **44**:353–361. *doi*:*10.1111/1475-4754.t01-1-00068*

Fiorillo, A.R. 1988. Taphonomy of Hazard Honustead Quarry (Ogalla Group), Hitchcock County, Nebraska. *University of Wyoming Contribution to Geology*, **26**:57–99.

Fosse, P. 1997. Variabilité des assemblages osseux créés par l'Hyène des cavernes. *Paleo - Revue D'Archéologie Préhistorique*, **9**:15–54. *doi: 10.3406/pal.1997.1227*

Galindo, M.; Viana, M.S.S. & Agostinho, S. 1994. Projeto archeológico/paleontológico Lagoa das Caraíbas, Salgueiro, PE. *Revista de Arqueologia*, **8**:117–131.

Galindo, M.; Viana, M.S.S.; Parenti, F. & Guérin, C. 1995. Ocupações pré-históricas e megafauna pleistocênica do sertão pernambucano: a Lagoa da Pedra em Salgueiro, Nota Preliminar. *In*: REUNIÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA, 8, 1995. *Anais*, Porto Alegre, p. 31–46.

Gifford, D.P. 1981. Taphonomy and paleoecology : A critical review of archaeology's sister disciplines. *Advances in Archaeological Method and Theory*, **4**:365–438.

Grayson, D.K. 1979. On the quantification of vertebrate archaeofaunas. *Advances in Archaeological Method and Theory*, **2**:199–237.

Guérin, C. 1990. Biozones or Mammal Units? Methods and limits in biochronology. *In*: E.H. Lindsay; V. Falhlbusch & P. Mein (eds.) *Europan Neogene Mammal Chronology*, Plenum Press, p. 119–130.

Guérin, C. 1993. La faune pleistocene de la Lagoa da Pedra a Conceição das Creoulas/Salgueiro, Pernambouc, Brésil. *Clio Arqueológica*, **1**:15–20.

Guérin, C. & Faure, M. 2000. La véritable nature de *Megatherium laurillardi* LUND, 1842 (Mammalia, Xenarthra): un nain parmi les géants. *Geobios*, **33**:475–488. *doi*:*10.1016/S0016-6995(00)80081-9*

Guérin, C. & Faure, M. 2002. Grands Mammifères. *In*: J.C. Miskovsky (ed.) *Géologie de la Préhistoire: méthodes, techniques, applications*, Géopré Éditions, p. 879–887.

Guérin, C. & Faure, M. 2014. Paleontologia da região do Parque Nacional Serra da Capivara. *In*: A.M. Pessis; G. Martin & N. Guidon (eds.) *Os biomas e as sociedades humanas na pré-história da região do Parque Nacional Serra da Capivara, Brazil*, FUMHAM/Ipsis Gráfica e Editora, p. 141–182.

Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**:1–9.

Haynes, G. 1980. Evidence of carnivore gnawing on Pleistocene and Recent mammalian bones. *Paleobiology*, **6**:341–351. *doi:10.1017/S0094837300006849*

Haynes, G. 1983. Frequencies of spiral and green-bone fractures on Ungulate limb bones in modern surface assemblages. *American Antiquity*, **48**:102–114. *doi*:*10.2307/279822*

Haynes, G. 1986. Spiral fractures and cut mark-mimics in non cultural Elephant bone assemblages. *Current Research in the Pleistocene*, **3**:45–47.

Heintz, E. 1970. Les Cervidés villafranchiens de France et d'Espagne. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, **22**:1–303.

Hill, A.P. 1979. Disarticulation and scattering of mammal skeleton. *Paleobiology*, **5**:261–274. *doi:10.1017/S0094837300006552*

Hill, A.P. & Behrensmeyer, A.K. 1976. Taphonomy in East Africa: an approach to palaeoecology. *In*: E.M. Van Zinderen Bakker (ed.) *Palaecology of Africa, the surrounding islands and Antarctica-IX*, A.A. Balkema Publishers, p. 123–128.

Hill, A.P. & Behrensmeyer, R.A.K. 1984. Disarticulation patterns of some modern east African Mammals. *Paleobiology*, **10**:366–376. *doi:10.1017/S0094837300008332*

Hunt, R.M. 1978. Depositional setting of a Miocene Mammal assemblage, Sioux County, Nebraska (U.S.A.). *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, **24**:1–52. *doi*:*10.1016/0031-0182(78)90006-8*

Hunt, R.M. 1990. Taphonomy and sedimentology of Arikaree (lower Miocene) fluvial, eolian, and lacustrine paleoenvironments, Nebraska and Wyoming; a paleobiota entombed in fine-grained volcaniclastic rocks. *In*: M.G. Lockley & A. Rice (eds.) *Volcanism and fossil biotas*, Boulder, Geology Society of America, p. 69–112 (Special Paper 244). *doi: 10.1130/SPE244-p69*

Jones, M.L. & Dennison, J.M. 1970. Oriented fossils as paleocurrent indicators in Paleozoic lutites of Southern Appalachians. *Journal of Sedimentary Petrology*, **40**:642–649. *doi*: *10.1306/74D71FF5-2B21-11D7-8648000102C1865D*

Kaufmann, C.; Gutiérrez, M.A.; Álvarez, M.C.; González, M.E. & Massigoge, 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*

Kinoshita, A.; Mayer, E.; Ribau Mendes, V.; Figueiredo, A.M.G.; Baffa, O. 2014. Electron spin resonance dating of megafauna from Lagoa dos Porcos, Piaui, Brazil. *Radiation Protection Dosimetry*, **159**:212–219. *doi*:*10.1093/rpd/ncu178*

Kitching, J.W. 1980. On some fossil Arthropoda from the Limeworks, Makapansgat, Potgietersrus. *Palaeontologia Africana*, **23**:63–68.

Klein, R.G. 1980. The interpretation of mammal faunas from stone-age archeologiacal sites, with special reference to sites in the Southern Cape Province, South Africa. *In*: A.K. Behrensmeyer & A.P. Hill (eds.) *Fossils in the Making - Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*, The University of Chicago Press, p. 223-246.

Klein, R.G. & Cruz-Uribe, K. 1984. *The analysis of animal bones from archeological sites*. Chicago, The University of Chicago Press, 266 p.

Kreutzer, L.A. 1988. Megafaunal butchering at Lubbock Lake, Texas: a taphonomic reanalysis. *Quaternary Research*, **30**:221–231. *doi*:*10.1016/0033-5894(88)90026-9*

Laporte, L.F. & Behrensmeyer, R.A.K. 1980. Tracks and substrate reworking by terrestrial vertebrates in Quaternary sediments of Kenya. *Journal of Sedimentary Petrology*, **50**:1335–1346. *doi*:*10.1306/212F7BE9-2B24-11D7-8648000102C1865D*

Laudet, F. & Fosse, P. 2001. Un assemblage d'os grignotés par les rongeurs au Paléogène (Oligocène supérieur, phosphorites du Quercy). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science*, **333**:195–200. *doi*:*10.1016/S1251-8050(01)01609-3*

Lourdeau, A. & Pagli, M. 2013. Caracterização da indústria lítica. *Fumdhamentos*, **10**:103–132.

Lund, P.W. 1950. *Memórias sobre a paleontologia brasileira (Revistas e comentadas por Carlos De Paula Couto)*. Rio de Janeiro, Instituto Nacional do Livro, 589 p.

Lyman, R.L. 1994. *Vertebrate taphonomy*. Cambridge, Cambridge University Press, 524 p.

Lyman, R.L. & Fox, G.L. 1989. A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. *Journal of Archaeological Science*, **16**:293–317. *doi*:*10.1016/0305-4403(89)90007-1*

Maguire, J.M.; Pemberton, D. & Collett, M.H. 1980. The Magapansgat Limeworks Grey Breccia : Hominids, Hyaenas, Hystricids or hillwash? *Palaeontologia Africana*, **23**:75–98.

Miller, G.J. 1969. A study of cuts, grooves, and other marks on recent and fossil bone I. Animal tooth marks. *Tebiwa*, **12**:20–26.

Moors, H.T. 1969. The position of graptolites in turbidites. *Sedimentary Geology*, **3**:241–261. *doi:10.1016/0037-0738(69)90001-3*

Morel, P. 1986, Quelques polis naturels d'appartenance trompeuse. *In*: M. Patou-Mathis (ed.) *Arctefact 3: Outillage peu élaboré en os et en bois de Cervidés II: taphonomie/bone modification*, Editora CEDARC, p. 23-41.

Morlan, R.E. 1984. Toward the definition of criteria for the recognition of the artificial bone alterations. *Quarternary Research*, **22**:160–171. *doi*:*10.1016/0033-5894(84)90037-1*

Mutzenberg, D.; Corrêa, A.C.B. de; Cisneiros, D.; Asón Vidal, I.; Daltrini Felice, G.; Gomes da Silva, D.; Khoury, H. & Libonati, R. 2013. Sítio arqueológico Lagoa Uri de Cima: cronoestratigrafia de eventos paleoambientais no semiárido Nordestino. *Fumdhamentos*, **10**:49–66.

Nagle, J.S. 1967. Wave et current orientation of shells. *Journal of Sedimentary Petrology*, **37**: 1124–1138. *doi*:*10.1306/74D71848-2B21-11D7-8648000102C1865D*

Olsen, S.A. & Shipman, P. 1988. Surface modification on bone: trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science*, **15**:535–553. *doi*:*10.1016/0305-4403(88)90081-7*

Parenti, F. 1996. Les industries lithiques du site paléontologique de la Lagoa da Pedra (Pernambuco) et le passage pléistocène-holocène dans le nordeste du Brésil. *Journal de la Société des Américanistes*, **82**:9–29. *doi:10.3406/jsa.1996.1629*

Parenti, F.; Guérin, C.; Mengoli, D.; Faure, M.; Natali, L.; Miranda Chaves, S.A.; Ferrari, S. & Manfra Valença, L. 2003. Sondagem na Lagoa do Quari, São Raimundo Nonato, Piauí: campanha 2002. *Fumdhamentos*, **3**:49–66.

Paula-Couto, C. 1979. *Tratado de paleomastozoologia*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 590 p.

Pessis, A.M.; Mutzenberg, D.; Asón Vidal, I.; Cisneiros, D.; Felice, G.D.; Perazzo, M. & Lavalle, H. 2013. Estratégias e procedimentos de escavação e documentação arqueológica. *Fumdhamentos*, **10**:31–47.

Pessoa, L.O.; Oliveira, É.V. & Silva, F.M. 2012. Taxonomia de mamíferos Xenarthra do Pleistoceno de Lagoa da Pedra, Conceição das Creoulas, Salgueiro, Pernambuco. *Estudos Geológicos*, **22**:118–128.

Poplin, F. 1976. A propos du nombre de restes et du nombre d'individus dans les échantillons d'ossements. *Cahiers du Centre de Recherches Préhistoriques*, **5**:61–75.

Potts, R. 1986. Temporal span of bone accumulations at Olduvai Gorge and implications for early hominid foraging behavior. *Paleobiology*, **12**:25–31. *doi:10.1017/S0094837300002955*

Richardson, P.R.K. 1980. Carnivore damage to Antelope bones and its archaeological implications. *Palaeontologia Africana*, **23**:109–125.

Schwarzacher, W. 1963. Oriented crinoids by current action. *Journal of Sedimentary Research*, **33**:580–586. *doi*:*10.1306/74D70EC0-2B21-11D7-8648000102C1865D*

Shipman, P. 1981a. *Life history of a fossil - An introduction to Taphonomy and Paleoecology*. Cambridge, Harvard University Press, 222 p.

Shipman, P. 1981b. Application of scanning electron microscopy to taphonomic problems. *Annals of New York Academy of Sciences*, **376**:357–385. *doi*:*10.1111/j.1749-6632.1981.tb28179.x*

Shipman, P.; Fisher, D.C. & Rose, J.J. 1984. Mastodon butchery: microscopic evidence of carcass processing and bone tool use. *Paleobiology*, **10**:358–365. *doi*:*10.1017/S0094837300008320*

Silva, F.M. 2013. *Tafonomia em tanque de Fazenda Nova, município de Brejo da Madre de Deus*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Pernambuco, Tese de doutorado, 97 p.

Silva, F.M.; Filgueiras, C.F.C.; Barreto, A.M.F. & Oliveira, É.V. 2010. Mamíferos do Pleistoceno Superior de Afrânio, Pernambuco, nordeste do Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*, **2**:1–11. *doi:10.5380/abequa.v2i1-2.14182*

Simões, M.G.; Rodrigues, S.C.; Bertoni-Machado, C. & Holz, M. 2010. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. *In*: I.S. Carvalho (ed.) *Paleontologia - Conceitos e métodos*, Editora Interciência, p. 19–51.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 2001. *Biometry*. 3ª ed. Nova Iorque, W. H. Freeman and Company, 887 p.

Sutcliffe, A.J. 1973. Similarity of bones and antlers gnawed by Deer to Human artefacts. *Nature*, **246**:428–430. *doi*:*10.1038/246428a0*

Sutcliffe, A.J. 1977. Further notes on bones and antlers chewed by Deer and other ungulates. *Deer*, **4**:73–82.

Tappen, M.J. 1994. Bone weathering in the tropical rain forest. *Journal of Archaeological Science*s, **21**:667–673. *doi*:*10.1006/jasc.1994.1066*

Valli, A.M.F. 2001. Le gisement villafranchien moyen de Saint-Vallier (Drôme): nouvelles données paléontologiques (Cervidae, Bovinae) et taphonomiques. *Les Documents des Laboratoires de Géologie Lyon*, **153**:1–275.

Viana, M.S.S. & Agostinho, S. 1995. Vertebrados pleistocênicos de Salgueiro, PE. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 14, 1995. *Resumos*, Uberaba, SBP, p. 139–140.

Villa, P. & Mahieu, E. 1991. Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution*, **21**:27–48. *doi:10.1016/0047-2484(91)90034-S*

Voorhies, M.R. 1969. Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska. *University Wyoming Contributions to Geology Special Paper*, **1**:1–69.

*Received in December, 2015; accepted in October, 2016.*