

**Ricardo da Costa Ribeiro**

**ASPECTOS TAFONÔMICOS DOS FÓSSEIS DA MEGAFUNA  
DO QUATERNÁRIO TARDIO DA LAGOA DO RUMO, BAIXA  
GRANDE, BAHIA**

**Dissertação de Mestrado em Geologia**

**UFRJ  
Rio de Janeiro  
2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UFRJ

**Ricardo da Costa Ribeiro**

**ASPECTOS TAFONÔMICOS DOS FÓSSEIS DA MEGAFUNA DO  
QUATERNÁRIO TARDIO DA LAGOA DO RUMO, BAIXA GRANDE, BAHIA**

Dissertação de Mestrado  
submetida ao Programa de Pós-  
Graduação em Geologia, Instituto  
de Geociências, Universidade  
Federal do Rio de Janeiro –  
UFRJ, como requisito necessário  
à obtenção do grau de Mestre em  
Ciências (Geologia).

Área de concentração:

Estratigrafia e Paleontologia

Orientador:

Ismar de Souza Carvalho

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2010

Ribeiro, Ricardo da Costa

R484 Aspectos tafonômicos dos fósseis da megafauna do quaternário tardio da Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia / Ricardo da Costa Ribeiro. – Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2010.

116 f. : il. ; 31 cm

Orientador: Ismar de Souza Carvalho

Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 2010.

1. Geologia estratigráfica – Quaternário. 2. Tafonomia 3. Fósseis. I. Carvalho, Ismar de Souza. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro/IGEO. III. Título.

551.7

**Ricardo da Costa Ribeiro**

**ASPECTOS TAFONÔMICOS DOS FÓSSEIS DA MEGAFUNA DO  
QUATERNÁRIO TARDIO DA LAGOA DO RUMO, BAIXA GRANDE, BAHIA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Mestre em Ciências (Geologia).

Área de concentração:

Estratigrafia e Paleontologia

Orientador:

Ismar de Souza Carvalho

Aprovada em:

Por:

---

Presidente: Prof. Dr. Antonio Carlos S. Fernandes

---

Profª Drª. Deise Dias Rêgo Henriques

---

Prof. Dr. Felipe Mesquita de Vasconcellos

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2010

## **Agradecimentos**

Ao Professores Doutores do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cláudio Limeira Mello pelo apoio técnico para atividades de campo; Leonardo Fonseca Borghi de Almeida, pela permissão para a utilização da aparelhagem de microscopia óptica do Laboratório de Geologia Sedimentar; Lilian Paglarelli Bergqvist, pelo fornecimento de bibliografia referente à mastofauna quaternária sulamericana; Helena Polivanov, pela permissão para a utilização do Laboratório de Difração por Raios-X;

Ao Prof. Dr. Kleberson de Oliveira Porpino, da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte – Mossoró, e ao biólogo Rosembergh da Silva Alves, pelo auxílio na identificação de alguns dos fósseis aqui descritos;

Ao geógrafo Wellington Francisco dos Santos Sá, pelo auxílio na terceira atividade de campo realizada na área estudada;

Aos alunos de graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ, Marcela Carvalho Lages da Silva, pelo auxílio prestado ao longo da segunda atividade de campo realizada; e Diego Gracioso, pela ajuda na preparação dos fósseis realizada nos laboratórios de Paleontologia da UFRJ;

Aos Srs. João França, Severino França e Antonio França, pelo árduo trabalho de coleta de fósseis em todas as atividades de campo realizadas;

Ao vereador do município de Baixa Grande, Rômulo de Carvalho Fontoura, pelo apoio prestado durante as atividades de campo;

Ao paleoartista Ariel Milani Martine, pelas belas pinturas retratando a megafauna de Baixa Grande;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES),  
pelo apoio dado durante a realização desta pesquisa.

## Resumo

RIBEIRO, Ricardo da Costa. **ASPECTOS TAFONÔMICOS DOS FÓSSEIS DA MEGAFUNA DO QUATERNÁRIO TARDIO DE LAGOA DO RUMO, BAIXA GRANDE, BAHIA**, Rio de Janeiro, 2010, 113f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

São aqui descritos os aspectos tafonômicos, taxonômicos e cronológicos do primeiro registro de fósseis da megafauna quaternária do município de Baixa Grande, Bahia. O material coletado foi incorporado ao acervo do Departamento de Geologia da UFRJ, contando com 237 restos ósseos de elementos da megafauna quaternária. O tanque fossilífero estudado, situado na localidade de Lagoa do Rumo, possui duas camadas, sendo os fósseis encontrados na basal, uma brecha fossilífera densamente empacotada, suportada por clastos e bioclastos de diversas classes de tamanho caoticamente dispostos na camada. A camada superior é um lamito rico em matéria orgânica, com ausência de macrofósseis. Aspectos tafonômicos da assembléia estudada apontam para uma necrólise subaérea, onde os restos esqueléticos teriam ficado expostos na interface ar-sedimento por até alguns anos, antes que estes fossem transportados e depositados em eventos de fluxo de detritos. Graus diferenciados de desgaste por abrasão e de fossilização, observados em alguns bioclastos, indicam uma mistura temporal. Foram identificados fósseis de *Eremotherium laurillardi* – Pilosa; *Panochthus greslebini* - Cingulata; Toxodontinae - Notoungulata; e *Stegomastodon waringi* - Proboscidea. Esta fauna é composta por animais herbívoros, habitantes de savanas e bordas de floresta, com disponibilidade de corpos d'água para atender as características anfíbias atribuídas aos Toxodontinae. Foi realizada a datação radiocarbônica por  $^{14}\text{C}$  (AMS) de sedimentos associados aos fósseis. A idade não calibrada obtida para o topo da camada onde são encontrados os ossos da megafauna foi de  $8.600 \pm 30$  anos antes do presente. Este resultado aponta para a manutenção desta fauna extinta ao longo do Quaternário tardio até o início do Holoceno na área de estudo.

Palavras-chave: Megafauna, Quaternário tardio, tafonomia.

### Abstract

RIBEIRO, Ricardo da Costa. **ASPECTOS TAFONÔMICOS DOS FÓSSEIS DA MEGAFUNA DO QUATERNÁRIO TARDIO DE LAGOA DO RUMO, BAIXA GRANDE, BAHIA** (Taphonomy from the *Late Quaternary megafauna fossils from Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia*), Rio de Janeiro, 2010, 113f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

This work describes the taphonomic, taxonomic and geochronologic aspects of the first record of megafauna fossils from the late Quaternary in Baixa Grande, Bahia. The fossils collected were embedded to the collection of the UFRJ Geology Department, a total of 237 bone remains from quaternary megafaunal elements. The studied fossiliferous deposit, located at Lagoa do Rumo, has two layers, being the fossils found in the basal layer, a thick packaged fossiliferous breccia, supported by very poorly sorted clast and bioclast, chaotically arranged in the layer. The superior layer is an organic-rich mudstone, without any presence of macrofossils. Taphonomic aspects from the studied assemblage point to a subaerial necrolysis, where the skeletal remains have been exposed in the air-sediment interface for a few years, before they were transported and deposited in debris flow events. Different degrees of abrasion and fossilization, observed in some bioclasts, indicate a time averaging. The identified fossils are: *Eremotherium laurillardii* – Pilosa; *Panochthus greslebini* - Cingulata; Toxodontinae - Notoungulata; e *Stegomastodon waringi* – Proboscidea. This fauna consists of herbivorous animals that inhabit the savannas and forest edges, with availability of water bodies to meet the amphibious characteristics attributed to the Toxodontinae. A radiocarbon dating by  $^{14}\text{C}$  (AMS) was performed in sediments associated with fossils. The non-calibrated age obtained from the top of the layer where the megafaunal bones were found indicates  $8.600 \pm 30$  years before present. This result points to the maintenance of this extinct fauna along the late Quaternary until the early Holocene in the study area.

Keywords: Megafauna, late Quaternary, taphonomy.

## Lista de figuras

Figura 1 - Mapa de localização do município de Baixa Grande, Estado da Bahia.....	5
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.....	6
Figura 3 - Esboço geológico do município de Baixa Grande, BA.....	8
Figura 4 - Ortognaisse migmatítico do Complexo Mairi, Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.....	9
Figura 5 - Ortognaisse migmatítico do Complexo Mairi, onde esta encaixada uma pequena depressão de intemperismo. Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.....	9
Figura 6 (A) Drenagem do depósito fossilífero, maio de 2008; (B) escoamento da água para um tanque vizinho, maio de 2008; (C) finalização da drenagem com auxílio de baldes, maio de 2008 (D) drenagem do depósito com bomba motorizada, dezembro de 2008, Lagoa do Rumo, Baixa Grande, BA.....	15
Figura 7 - Exposição parcial do fundo do depósito após a drenagem. Sua morfologia é bastante irregular. Na imagem, observa-se a presença de quatro pequenas depressões erosivas (em vermelho) encaixadas em uma depressão maior (amarelo). Ao lado outra depressão erosiva em vermelho.....	16
Figura 8 - Fragmento de ramo mandibular direito de <i>Eremotherium laurillardii</i> - UFRJ DG 371-M. (A) vista labial, (B) vista oclusal.....	32
Figura 9 - Fragmento de porção distal de úmero de <i>Eremotherium laurillardii</i> – UFRJ DG 356-M. Vista lateral .....	33
Figura 10 - Rádio fragmentado de <i>Eremotherium laurillardii</i> – UFRJ DG 361-M. Vista lateral .....	34
Figura 11 - Tíbia fragmentada de <i>Eremotherium laurillardii</i> – UFRJ DG 375-M. Vista lateral .....	35
Figura 12 - (A) Astrágalo esquerdo de <i>Eremotherium laurillardii</i> – UFRJ DG 358-M; e (B) astrágalo esquerdo fragmentado de <i>Eremotherium laurillardii</i> UFRJ DG 359-M. Vista lateral .....	36

Figura 13 - Calcâneo fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i> UFRJ DG 357-M. Vista dorsal .....	37
Figura 14 - Metacarpo IV esquerdo de <i>Eremotherium laurillardi</i> - UFRJ DG 368-M. (A) vista dorsal; (B). vista ventral .....	38
Figura 15 - Falange distal do terceiro dedo fragmentada de <i>Eremotherium laurillardi</i> - UFRJ DG 360-M. Vista lateral .....	39
Figura 16 - Fragmento de osteodermo de <i>Panochthus greslebini</i> - UFRJ DG 372-M. Vista lateral .....	42
Figura 17 - Fragmento de dente molariforme de Toxodontinae - UFRJ DG 372-M. (A) vista labial, (B) vista de perfil .....	45
Figura 18 - Fragmento de dente molariforme de <i>Stegomastodon waringi</i> - UFRJ DG 373-M. (A) vista oclusal, (B) vista de labial .....	49
Figura 19 - Perfil estratigráfico do depósito fossilífero da Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.....	53
Figura 20 – Sucessão sedimentar do depósito fossilífero onde se observa: Camada I: Brecha fossilífera suportada por clastos e bioclastos e Camada II, lamito rico em matéria orgânica. Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.....	54
Figura 21 - Fragmentos de ossos indeterminados com diferentes estágios fossildiagnéticos, onde o elemento da esquerda (UFRJ DG 383-M) apresenta um grau de permineralização inferior ao da direita (UFRJ DG 384-M), bastante permineralizado.....	57
Figura 22 - Vista dorsal de metacarpo IV (UFRJ DG 368-M) de <i>Eremotherium laurillardi</i> exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 1.....	62
Figura 23 - Vista ventral de mesmo metacarpo IV de <i>Eremotherium laurillardi</i> exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 3.....	62
Figura 24 - Rádio de <i>Eremotherium laurillardi</i> (UFRJ DG 361-M) exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 1 e estágio 4.....	63
Figura 25 - Ramo mandibular fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i> (UFRJ DG 371-M) exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 3.....	63

Figura 26 - Fragmento de costela indeterminado (UFRJ DG 377-M) exibindo feições de desgaste do estágio 2 e 4.....64

Figura 27 - Osso fragmentado indeterminado (UFRJ DG 382-M) exibindo feição de desgaste de estágio 5.....64

Figura 28 - Calcâneo fragmentado de *Eremotherium laurillardi* (UFRJ DG 357-M) com a região fraturada exibindo uma superfície angulosa.....66

Figura 29 - Fragmentos de costelas indeterminados (UFRJ DG 379-M, esquerda, e UFRJ DG 378-M, direita) com a região fraturada exibindo uma superfície retilínea (esquerda) e angulosa (direita).....67

Figura 30 - Fragmentos de costelas indeterminados (UFRJ DG 379-M, esquerda, e UFRJ DG 378-M, direita, onde se observa a mesma coloração na região da fratura e na superfície do osso.....67

Figura 31 - Osso com orientação L-O e mergulho horizontal e calhau de migmatito (Figura 32) com orientação N-S e mergulho horizontal.....68

Figura 32 - Calhau de migmatito.....68

Figura 33 - Lâmina petrográfica ALP 01 do tecido compacto de uma costela observada em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra parcialmente preservada, com um grau diferenciado de preenchimento dos canais de Harvers, ocorrendo em alguns uma sutil alteração da morfologia (seta).....70

Figura 34 - Figura 34 (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 100x) da amostra de lâmina petrográfica ALP 01. O ponto analisado no MEV/EDS (#1) corresponde a um canal de Harvers; (B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado. Os picos de enxofre, oxigênio e bário podem indicar a presença de sulfato de bário, possível produto de decomposição de matéria orgânica. A cristalização deste sal pode ter contribuído para a alteração da morfologia de alguns canais dos sistema de Harvers do tecido compacto desta amostra, onde estes foram obliterandos e levemente deformandos.....71

Figura 35 - Lâmina petrográfica ALP 02 do tecido compacto de uma costela observado em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra mal preservada, com os sistemas de canais de Harvers (seta) bastante preenchidos, ocorrendo uma alteração da sua morfologia.....72

Figura 36– (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 100x) da amostra de lâmina petrográfica ALP 02. O ponto analisado no MEV/EDS (#1) corresponde a um canal de Harvers; (B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado com picos de ferro e cálcio, e pequenas quantidades de carbono, oxigênio, manganês, alumínio e silício. O cálcio e o oxigênio seriam parte da mineralogia original do osso. O alumínio e o silício estariam relacionados a presença de caulinita no depósito fossilífero. ....73

Figura 37 - Lâmina petrográfica (ALP 02) do tecido esponjoso de uma costela observado em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra mal preservada, dificultando a visualização das trabéculas.....74

Figura 38 - (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura da de lâmina petrográfica (ALP 2). O ponto analisado no MEV/EDS (#1) corresponde a um canal de Harvers; (B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado com picos de ferro e cálcio, e pequenas quantidades de oxigênio, manganês, alumínio e silício. O cálcio, o fósforo e o oxigênio seriam da mineralogia original do osso (apatita). O alumínio e o silício estariam relacionados à presença de caulinita no depósito fossilífero.....75

Figura 39 - Lâmina petrográfica (ALP 03a) do tecido esponjoso de uma costela observado em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra bem preservada, onde algumas trabéculas apresentam leves sinais de deformação.....76

Figura 40 - (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 100x) da amostra de lâmina petrográfica (ALP 3a). O ponto analisado no MEV/EDS (#1) corresponde ao tecido esponjoso do osso; (B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado com picos de carbono, fósforo e cálcio e pequenas quantidades de oxigênio, sódio, alumínio, silício e ferro. O cálcio, o fósforo, o oxigênio, e o sódio seriam elementos da mineralogia original do osso. O alumínio e o silício seriam produtos da decomposição do feldspato da rocha onde se encontra encaixado o depósito fossilífero, assim como o ferro.....77

Figura 41 - Lâmina petrográfica (ALP 03b) do tecido compacto de uma costela observado em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra

parcialmente preservada, com um grau de preenchimento dos canais de Harvers em que ora ocorre uma alteração da morfologia, ora esta se encontrar preservada.....78

Figura 42 - (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura da lâmina petrográfica (ALP 3b). Os pontos analisados no MEV/EDS corresponde a um canal de Harvers (1) e tecido compacto (2); (B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto 1 com picos de cálcio e fósforo, e pequenas quantidades de oxigênio, magnésio e sódio, provenientes da composição mineralógica original do osso. O alumínio e o silício seriam produtos da decomposição do feldspato da rocha onde se encontra encaixado o depósito fossilífero; (C) Espectro obtido no ponto 2 (tecido compacto do osso), com picos de cálcio e fósforo, além de oxigênio e sódio, demonstrando uma boa preservação da mineralogia original do osso.....79,80

Figura 43 - Osso com sinais de piritização e incrustação em sua superfície. Na figura (A) a seta indica um seixo de quartzo incrustado na superfície do osso. Em (B) uma aproximação da pirita destacada na figura (A).....81

Figura 44 - Corpo vertebral indeterminado incrustado por calhaus de ortognaisse alterado, proveniente do embasamento do depósito fossilífero.....82

Figura 45 - Difratogramas das amostras de sedimentos analisadas na difração por raios-X. Observa-se um aumento no pico referente ao argilomineral 2:1 do grupo das esmectitas, indicando uma diminuição da capacidade de lixiviação dos silicatos presentes nos sedimentos ao longo da base ao topo da sucessão sedimentar do depósito.....88

Figura 46 - Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: *Eremotherium laurillardi*.....113

Figura 47 - Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: *Panochthus greslebini*.....114

Figura 48 - Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: Toxodontinae.....115

Figura 49 Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: *Stegomastodon waringi*.....116

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Fósseis lastreados e incorporados ao acervo do Departamento de Geologia da UFRJ.....	20, 21
Tabela 2 - Estágios de desgaste relacionados à estimativa do número de anos desde a época da morte reconhecida para uma carcaça em Amboseli, Quênia.....	60
Tabela 3 - Resultados das datações radiométricas por $^{14}\text{C}$ (AMS).....	85
Tabela 4 – Amostras de lâminas petrográficas analisadas.....	112
Tabela 5 - Amostras datadas por $^{14}\text{C}$ (AMS).....	112
Tabela 6 - Amostras de sedimentos coletadas para análise de difração por raios-X .....	112

## Sumário

Agradecimentos.....	iv
Resumo .....	v
<i>Abstract</i> .....	vi
Lista de figuras .....	vii
Lista de tabelas .....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Justificativas da pesquisa.....	3
2 A ÁREA DE ESTUDO.....	4
2.1 Localização.....	4
2.2 Geologia.....	6
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1 Levantamento bibliográfico.....	11
3.2 Atividades de campo.....	11
3.3 Análises laboratoriais.....	17
3.3.1 Material estudado.....	19
3.3.2 Datações por <sup>14</sup> C.....	21
3.3.3 Difratomia por raios-X.....	23
3.3.4 Análises por meio de Microscopia Óptica e Eletrônica de Varredura.....	25
3.4 Tratamento dos dados.....	26
4 DESCRIÇÃO TAXONÔMICA.....	28
5 TAFONOMIA DOS MAMÍFEROS FÓSSEIS DA LAGOA DO RUMO.....	50
5.1 Descrição da concentração fossilífera.....	51
5.1.1 Feições estratigráficas .....	51
5.1.2 Feições sedimentológicas.....	52

5.1.3 Feições paleoecológicas.....	54
5.2 Feições bioestratinômicas e fossildiagnéticas.....	55
5.2.1 Morte.....	55
5.2.2 Necrólise.....	58
5.2.3 Desarticulação e transporte.....	65
5.2.4 Soterramento final.....	69
5.3 Fossildiagnese.....	69
6 DATAÇÕES RADIOMÉTRICAS POR $^{14}\text{C}$ .....	83
6.1 Resultados das datações por $^{14}\text{C}$ (AMS).....	84
7 DIFRATOMETRIA POR RAIOS-X.....	86
7.1 Resultados da Difratometria por raios-X.....	86
8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	89
8.1 Aspectos tafonômicos.....	89
8.1.1 Bioestratinomia.....	89
8.1.2 Aspectos fossildiagnéticos.....	94
8.2 Datações radiocarbônicas.....	96
8.3 Difrações por raios-X.....	98
9 CONCLUSÕES.....	100
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
Anexos.....	111

# 1 INTRODUÇÃO

Outrora, na região Nordeste do Brasil, vivia uma mastofauna de herbívoros, de porte semelhante à encontrada na atualidade no continente africano. Distribuídos por todos os estados nordestinos, as ocorrências fossilíferas desta mastofauna demonstram que a região possuiu uma rica fauna de mamíferos extintos. Os restos fossilizados destes animais são descobertos em sedimentos quaternários distribuídos predominantemente no agreste e no sertão desta região, sendo estes achados relatados desde o século XIX. O principal ambiente deposicional regional são os tanques, encontrados em rochas cristalinas aflorantes da província Borborema e do cráton São Francisco (Simpson & Paula-Couto, 1957; Paula-Couto, 1979; Gomide *et al.*, 1987; Bergqvist, 1993; Silva, 2001; Santos, 2001; Bergqvist & Almeida, 2004; Viana *et al.*, 2005 e Silva *et al.*, 2006). Grutas do carste da chapada Diamantina, Bahia, possuem diversos registros de mamíferos fósseis, como demonstram pesquisas realizadas nas últimas décadas (Cartelle & Bohórquez, 1985; Cartelle, 1992; Cartelle, 1998). Existem outros registros em pequenos carstes, como na Serra da Capivara, Piauí (Guérin, 1991), na Serra de Ibiapaba, Ceará (Trajano & Ferrarenzzi, 1994), e no Lajedo Soledade, Rio Grande do Norte (Porpino *et al.*, 2004). Outros ambientes de deposição, estes pontuais, são as paleolagoas, como a de São Vitor, no Piauí (Guérin *et al.*, 1996), e os tufos calcários de Jacobina, Bahia (Rolim, 1974).

Este trabalho trata do estudo de aspectos tafonômicos, taxonômicos, geoquímicos e geocronológicos do primeiro registro de fósseis da megafauna quaternária no município de Baixa Grande, Bahia. Foram realizadas atividades de campo com o intuito de se resgatar fósseis retirados anteriormente do interior do depósito, e realizar a coleta de fósseis e sedimentos, além de se observar feições tafonômicas do depósito fossilífero.

### **1.1 Objetivos**

Este estudo teve como objetivo o estudo tafonômico do primeiro registro de elementos da megafauna quaternária em Lagoa do Rumo, localidade do município de Baixa Grande, estado da Bahia. O outro enfoque da pesquisa foi realizar a identificação taxonômica dos restos esqueléticos descobertos. Por meio da observação e interpretação dos dados coletados, tornou-se possível inferenciar, mesmo que de forma limitada, devido ao ausência de análises palinológicas, acerca do paleoambiente do Quaternário tardio da área estudada. Reconstituição esta baseada nas características paleoecológicas dos táxons identificados e nos processos bioestratinômicos da assembléia fossilífera. Com o intuito de se refinar esta reconstituição paleoambiental, foram realizadas análises geoquímicas, no âmbito da mineralogia das argilas, e geocronológicas, por meio de datações por  $^{14}\text{C}$ .

## **1.2 Justificativas da pesquisa**

Este é o primeiro registro de fósseis da extinta megafauna quaternária no município de Baixa Grande, região da Chapada Diamantina, estado da Bahia. Os fósseis foram descobertos em um tanque fossilífero situado em uma pequena propriedade rural na localidade Lagoa do Rumo. Os fósseis destes mamíferos são comuns nesta região baiana, porém a grande maioria de seus ambientes deposicionais são as grutas e cavernas da Chapada Diamantina, sendo escassos os registros neste tipo de depósito na Bahia.

O estudo dos elementos desta mastofauna e de seus aspectos tafonômicos leva à interpretações utilizadas na reconstituição do paleoambiente em que estes animais estavam inseridos. Por meio de datações radiocarbônicas de fósseis e sedimentos à estes associados, esta reconstituição se torna mais precisa, contribuindo para uma melhor compreensão do Quaternário tardio do Nordeste brasileiro.

A análise radiocarbônica de fósseis e sedimentos provenientes do depósito viabiliza sua datação de forma absoluta. Estudos radiométricos dos fósseis de megafauna e dos sedimentos de seus depósitos são ferramentas que levam a um refinamento dos estudos paleoambientais, contribuindo para que no futuro haja uma melhor compreensão dos eventos que levaram a extinção os elementos da megafauna quaternária nordestina.

A pesquisa justifica-se por ser o primeiro registro da ocorrência e preservação da megafauna na região citada, e pela necessidade e possibilidade

de se realizar análises radiocarbônicas de fósseis da megafauna do Nordeste, indicando uma distribuição temporal com presença ainda no Quaternário tardio.

## **2 A ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1 Localização**

O município de Baixa Grande localiza-se no Centro-Norte da Bahia, a 252 km da capital Salvador (Figura 1), microrregião de Itaberaba, região da Chapada Diamantina. Faz fronteira com os municípios de Ipirá, Macajubá, Mairí, Pintadas e Mundo Novo. Possui 20.980 habitantes, em uma área de 983 km<sup>2</sup> (IBGE, 2009). Para acessar o município vindo da cidade de Salvador, deve-se utilizar as rodovias BR 324, BR 116 e BA 052.

O tanque fossilífero localiza-se na pequena propriedade rural do sr. João França, em Lagoa do Rumo. Suas coordenadas geográficas são 11°32'07" de latitude Sul, e 40°07'11" de longitude Oeste (Datum SAD 69), com cota altimétrica de 386 m (Figura 2).

Para acessar Lagoa do Rumo utiliza-se a rodovia BR 407, que liga Baixa Grande ao município e Mairi. Na altura do km 10, utiliza-se uma estrada de terra situada na margem oeste da rodovia para se chegar à propriedade rural onde

está localizado o tanque fossilífero, a aproximadamente 1 km de distância da BR 407.

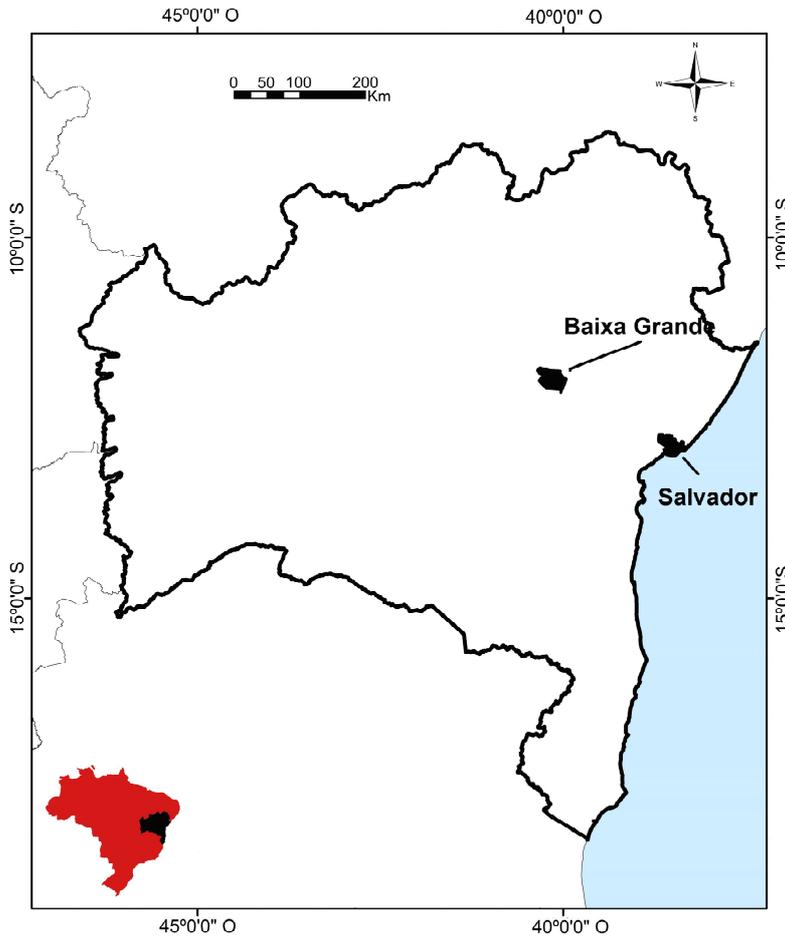


Figura 1 Mapa de localização do município de Baixa Grande, Estado da Bahia (mapa plotado a partir de dados do IBGE, 2005).

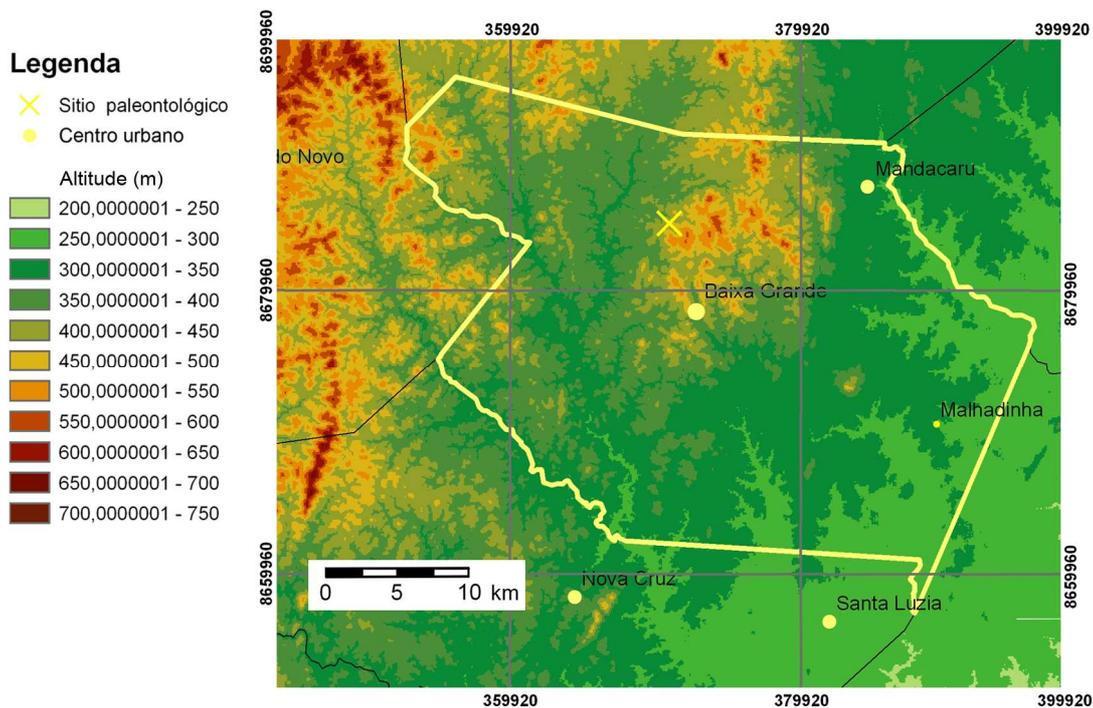


Figura 2 Mapa de localização da área de estudo (mapa plotado a partir de dados do IBGE, 2005).

## 2.2 Geologia

O arcabouço geológico do município de Baixa Grande (Figura 3) é composto por rochas metamórficas pré-cambrianas, reunidas nos complexos Caraíba, Tanque Novo-Ipirá, Saúde e Mairi (Vieira *et al.*, 2005). O complexo Caraíba é composto por ortognaisses de idade arqueana. Gnaisses kinzigíticos, xistos e anfibólitos compõem o complexo Tanque Novo-Ipirá, também do Arqueano. A litologia do complexo Saúde, do Proterozóico, é caracterizada por paragnaisses e xistos. No complexo Mairi são encontrados ortognaisses migmatíticos, com enclaves máficos e ultramáficos de idade arqueana, nos quais estão encaixados os tanques observados na área rural do município

(Figuras 4 e 5). Estão presentes também a suíte São José do Jacuípe, com metanoritos de idade arqueana, além de granitóides também arqueanos e corpos máficos proterozóicos.

O depósito fossilífero é um tanque (ou cacimba), o tipo de ambiente deposicional de fósseis quaternários mais abundante no Nordeste do Brasil. Estes depósitos são depressões naturais formadas em rochas cristalinas aflorantes. Sua origem estaria relacionada ao intemperismo químico devido ao acúmulo de água em pequenas depressões ou diáclises presentes na rocha aflorante. A água acumulada nessas depressões, rica em ácidos orgânicos, atua intensamente na alteração de silicatos, como o feldspato. Ao longo do tempo a depressão vai aumentando, sendo capaz de acumular água em seu interior por mais tempo, ocorrendo assim um incremento na ação corrosiva sobre a rocha encaixante. A reação química passa a atuar lateralmente, fazendo com que as bordas se tornem negativas (Bigarella *et al.*, 1994).

Os processos erosivos e deposicionais dos tanques nordestinos parecem ter ocorrido com mais frequência no final do Pleistoceno e início do Holoceno, momento marcado pela transição de um clima úmido para semi-árido na região, que ocasionou mudanças fisiográficas e faunísticas (Bigarella *et al.*, 1994).

Os tanques teriam sido uma importante fonte de água para a fauna do Quaternário tardio durante as fases secas. Os animais teriam habitado o entorno destes depósitos, possivelmente a principal fonte de água nos momentos de estiagem. Após a morte destes, suas carcaças poderiam ser carregadas para o

interior do depósito em eventos de fluxo de detritos (Paula-Couto, 1953; Rolim, 1974).

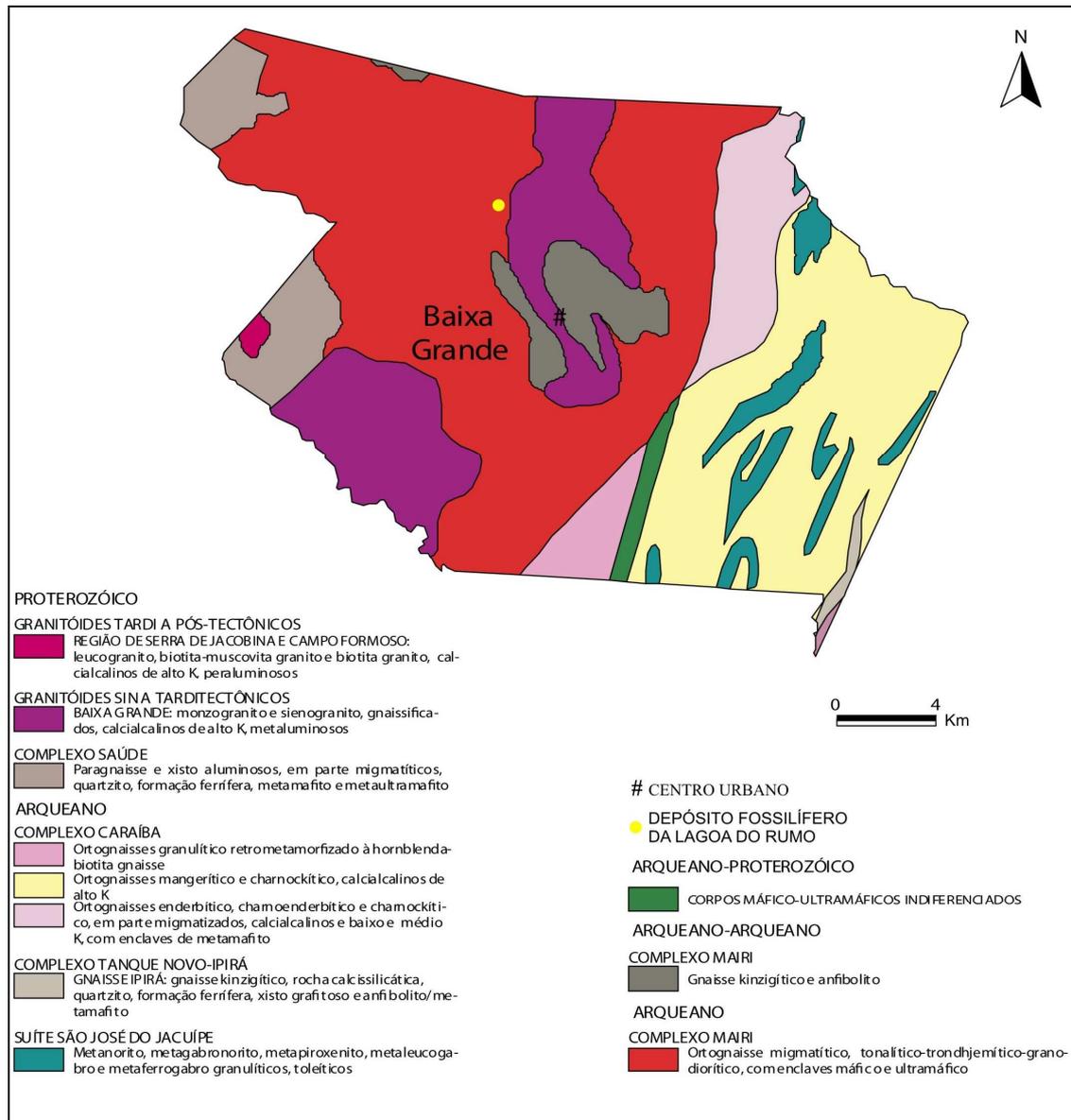


Figura 3 Esboço geológico do município de Baixa Grande, BA (Vieira et al., 2005, modificado).



Figura 4 Ortognaisse migmatítico do Complexo Mairi, Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.



Figura 5 Ortognaisse migmatítico do Complexo Mairi, onde está encaixada uma pequena depressão de intemperismo. Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa envolveu quatro etapas: 1 - Levantamento bibliográfico, 2 - Atividades de campo, 3 - Análises laboratoriais e 4 - Interpretação dos dados.

Para isso fez-se necessário:

- A escavação parcial do tanque fossilífero, com a finalidade de se observar a litologia da rocha encaixante, a estratigrafia do depósito, e feições sedimentológicas e bioestratinômicas.
- O resgate e coleta de fósseis, além da coleta de amostras de sedimentos.
- Estabelecer a idade absoluta em dois ossos e em uma amostra de sedimentos associados aos fósseis selecionados para a análise radiométrica por  $^{14}\text{C}$  (AMS), com a finalidade de mensurar o grau de mistura temporal da assembléia fossilífera.
- Observar e interpretar os dados paleontológicos, tafonômicos, geocronológicos e geoquímicos, para inferir nas condições ambientais do Quaternário tardio da Lagoa do Rumo.

### **3.1 Levantamento bibliográfico**

Realizou-se um levantamento bibliográfico referente à tafonomia, além de trabalhos referentes aos elementos da megafauna do Quaternário tardio do Nordeste brasileiro, onde se observou seus aspectos taxonômicos e paleoecológicos. Pesquisou-se sobre os outros temas abordados na pesquisa, como a mineralogia das argilas e datação radiométrica por  $^{14}\text{C}$ .

### **3.2 Atividades de campo**

Foram realizadas três atividades de campo na área de estudo, nos meses de fevereiro, com quatro dias de duração, maio, com cinco dias, e dezembro, com três dias, todas no ano de 2008, totalizando 12 dias. A escolha destas datas para a realização destas atividades ocorreu devido às condições logísticas apresentadas, as quais propiciavam a realização do trabalho de campo. A primeira visita ocorreu com o objetivo de empreender um primeiro contato junto ao proprietário do terreno e descobridor dos fósseis, sr. João França, além de diagnosticar o potencial fossilífero do depósito, potencial este comprovado através do resgate de aproximadamente 150 bioclastos nesta primeira visita. Estes já haviam sido retirados do depósito pelo sr. João França ao longo dos meses anteriores, não sendo possível realizar análises bioestratinômicas precisas com este material resgatado, tendo em vista que não fora possível

observar feições referentes ao posicionamento dos bioclastos na camada e à natureza das fraturas observados no material. Porém parte do material pode ser identificada taxonomicamente como pertencente ao táxon *Eremotherium laurillardi*.

A descoberta dos fósseis ocorreu de maneira acidental. A camada superior do depósito fossilífero, um lamito negro, é utilizada na produção de tijolos em uma pequena olaria artesanal, principal atividade econômica do Sr. França. Com a contínua escavação do depósito, para extração da argila, a camada fossilífera foi atingida, revelando uma grande quantidade de ossos. Os sedimentos provenientes desta camada não são utilizados na manufatura de tijolos por se tratar de uma brecha fossilífera sustentada por clastos e bioclastos, com baixo teor dos sedimentos pelíticos utilizados na fabricação dos mesmos.

No mês de maio de 2008 foi realizada uma atividade de campo que tinha como finalidade resgatar mais material já retirado do depósito pelo sr. João França, e coletar materiais e dados bioestratinômicos disponíveis *in loco*. O depósito foi drenado com o auxílio de uma bomba d'água motorizada (Figuras 6, A, B e C) para que fossem feitas as observações das feições bioestratinômicas, sedimentares e estratigráficas. Só foi possível realizar a drenagem da água do interior do depósito até certo ponto, não sendo possível atingir o fundo do tanque. A morfologia deste, no ponto escavado, mostrou-se irregular, sendo possível atingir o embasamento em determinados locais de seu interior, enquanto em outros não era possível devido à profundidade da lâmina d'água.

Em dezembro de 2008 foi realizada uma terceira atividade de campo com a finalidade de se resgatar fósseis de Cingulata retirados do depósito pelo sr. João França, grupo que ainda não havia sido identificado em meio ao material coletado anteriormente. Ao longo dos meses anteriores o tanque foi sendo escavado para a utilização da argila na produção de tijolos. Com a ampliação da área escavada, novos fósseis foram sendo descobertos. A grande maioria muito fragmentada e intemperizada. Dentre estes se encontravam um ramo mandibular, uma tíbia e corpos vertebrais de *Eremotherium laurillardii*, coletados durante esta atividade, além de um fragmento de carapaça de *Panochthus greslebini* resgatado junto ao Sr. João França.

Foi novamente realizada a drenagem do depósito (Figura 6 D), com o auxílio de bomba motorizada, possibilitando desta vez a observação de parte do fundo do tanque na área escavada (Figura 7). Sua morfologia é bastante irregular, possivelmente devido ao intemperismo diferencial entre o gnaisse rico em feldspato e o migmatito, rochas que compõem o embasamento cristalino onde o tanque está encaixado.

Estudos laboratoriais foram realizados em laboratórios do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), também da UFRJ; no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) – da Universidade de São Paulo (USP), campus de Piracicaba, e no Laboratório de AMS do Centro de Estudos Isotópicos Aplicados da Universidade da Geórgia (*Center of Applied Isotopic Studies – CAIS, Georgia University*), Estados Unidos.

Por meio da análise e interpretação dos dados coletados, foi possível realizar uma reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio da área de estudo.



Figura 6 (A) *Drenagem do depósito fossilífero, maio de 2008*; (B) *escoamento da água para um tanque vizinho, maio de 2008*; (C) *finalização da drenagem com auxílio de baldes, maio de 2008* (D) *drenagem do depósito com bomba motorizada, dezembro de 2008, Lagoa do Rumo, Baixa Grande, BA*



Figura 7 *Exposição parcial do fundo do depósito após a drenagem. Sua morfologia é bastante irregular. Na imagem, observa-se a presença de quatro pequenas depressões erosivas (em vermelho) encaixadas em uma depressão maior (amarelo). Ao lado outra depressão erosiva em vermelho.*

No decorrer das atividades de campo, foram feitas *in loco* as seguintes observações bioestratinômicas:

- Feições estratigráficas: a espessura, extensão lateral e geometria das camadas, sua estrutura interna e posicionamento da assembléia fossilífera na sucessão sedimentar;

- Feições sedimentológicas: na camada contendo os mamíferos fósseis, o grau de empacotamento dos clastos e bioclastos e possíveis estruturas sedimentares associadas;

- Feições bioestratinômicas: o posicionamento dos bioclastos na camada e o grau de articulação encontrados nos restos sepultados.

Também foram coletadas amostras de sedimentos, destinadas a análises geoquímicas e radiométricas. As amostras utilizadas na análise de difração por raios-X foram as AMSED 1, coletada na marca de 90 cm da camada I, AMSED 2, 130 cm, AMSED 3, 160 cm, e AMSED 4, coletada a 190 cm, na da camada II. Os sedimentos enviados para a análise por  $^{14}\text{C}$  estavam associados a um fóssil coletado a 90 cm.

### **3.3 Análises laboratoriais**

Nos laboratórios de Paleontologia do Departamento de Geologia da UFRJ foram realizados os trabalhos de limpeza e restauração (quando possível) dos bioclastos. Observou-se em laboratório as feições bioestratinômicas

relacionadas ao grau de fragmentação e desgaste apresentado nos fósseis. Estes foram fotografados, identificados, e selecionados para sua incorporação ao acervo da coleção de mamíferos fósseis do Departamento de Geologia da UFRJ, com o código *UFRJ DG (n.º de lastro)-M*. Nestes laboratórios foram observadas as seguintes feições paleoecológicas: quais os táxons coletados, o número de indivíduos e classes de tamanho.

A preparação mecânica dos fósseis consistiu na limpeza dos mesmos com água corrente. Alguns fósseis puderam ser parcialmente reconstituídos com auxílio de cola de cianoacrilato da marca *Super Bonder* e resina meta acrílica paralóide (volume de 40%).

Para a observação de feições fossilígenas, foram confeccionadas, no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia da UFRJ, quatro lâminas petrográficas de costelas indeterminadas (Tabela 4, anexos, p. 112). No Laboratório de Geologia Sedimentar (LAGESED) do Departamento de Geologia da UFRJ, foram realizadas observações em microscopia óptica, com fins de se produzir imagens relacionadas à microarquitetura preservada dos tecidos ósseos. Um microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca JEOL, modelo JSM 6460 LV, com um detector de espectrometria por energia dispersiva (EDS) acoplado, da marca NORAN System SIX, do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Engenharia de Materiais da COPPE-UFRJ, foi utilizado para gerar imagens ampliadas em até 500 vezes e obter-se dados pontuais referentes à composição química das amostras.

As análises geoquímicas nas amostras de sedimentos coletadas foram executadas no Laboratório de Difração por raios-X do Departamento de Geologia da UFRJ (Tabela 5, anexos, pág. 112).

As datações radiométricas - método do  $^{14}\text{C}$  - dos fósseis selecionados e da amostra de sedimentos coletada foram realizadas no Laboratório de AMS da Universidade da Geórgia, Estados Unidos da América (Tabela 6, anexos, pág. 112). As amostras foram primeiramente enviadas para o Laboratório de Carbono-14 do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP), campus Piracicaba. Neste laboratório as amostras foram pré-tratadas e, devido ao baixo teor de matéria orgânica preservada, foram posteriormente enviadas para o Laboratório de AMS para a realização da análise radiométrica.

### 3.3.1 Material estudado

Os fósseis coletados e armazenados no laboratório de macrofósseis do Departamento de Geologia correspondem a ossos cranianos e pós-cranianos, desarticulados e em grande parte fragmentados (Tabela 1). A identificação do material foi realizada com base na literatura referente aos táxons identificados, e com o auxílio dos pesquisadores Kleberon de Oliveira Porpino e Rosembergh da Silva Alves. Estão presentes fragmentos de dentes, de mandíbula, corpos vertebrais, membros anteriores e posteriores, costelas, osteodermos, além de, em maior número, bioclastos não identificados. Além dos fósseis, foram

realizadas amostragens de sedimentos para análises geoquímicas por difração de raios-X.

Tabela 1 Fósseis lastreados e incorporados ao acervo do Departamento de Geologia da UFRJ

N° de lastro	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Fóssil	Táxon
UFRJ DG 356-M	337	193	113	Fragmento de úmero	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 357-M	351	145	123,5	Calcâneo fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 358-M	197	186	143	Astrágalo esquerdo	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 359-M	122	183	114	Astrágalo esquerdo fragmentado	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 360-M	243	137	81,5	Falange distal do terceiro dedo	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 361-M	647	162	113	Rádio	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 362-M	74	33	31	Fragmento de dente	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 363-M	76	40	19	Fragmento de dente	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 364-M	80	38	34	Fragmento de dente	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 365-M	76	42	41	Fragmento de dente	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 366-M*	38/30	39/39	29/23	Fragmento de dente	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 367-M	92	107	82	Corpo vertebral	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 368-M	292	133,5	82	Metacarpo IV	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 369-M	197	218	172	Fragmento de fêmur	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 370-M	202	189	130	Astrágalo direito	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 371-M	299	179	54	Ramo mandibular direito	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 372-M	73	50,5	24,5	Fragmento de osteodermo	<i>Panochthus greslebini</i>
UFRJ DG 373-M	47	36	31	Fragmento de dente molariforme	<i>Stegomastodon waringi</i>
UFRJ DG 374-M	41	27	58,5	Fragmento de dente molariforme	Toxodontinae

UFRJ DG 375-M	543	224	149	Tíbia fragmentada	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 376-M	191	195	138	Fragmento de tíbia	<i>Eremotherium laurillardi</i>
UFRJ DG 377-M	166	106	72	Fragmento de costela	Indeterminado
UFRJ DG 378-M	89	35	19,5	Fragmento de costela	Indeterminado
UFRJ DG 379-M	133	32	22	Fragmento de costela	Indeterminado
UFRJ DG 380-M	88	53	39	Corpo vertebral fragmentado	Indeterminado
UFRJ DG 381-M	151	54	27	Osso fragmentado	Indeterminado
UFRJ DG 382-M	79	91	37	Fragmento de osso	Indeterminado
UFRJ DG 383-M	77	37,5	28	Fragmento de osso	Indeterminado
UFRJ DG 384-M	73	41	16	Fragmento de osso	Indeterminado
UFRJ DG 385-M	-	-	-	Lâmina petrográfica ALP 01	Indeterminado
UFRJ DG 386-M	-	-	-	Lâmina petrográfica ALP 02	Indeterminado
UFRJ DG 387-M*	-	-	-	Lâmina petrográfica ALP O3 a/b	Indeterminado

\*este número de lastro possui duas peças.

### 3.3.2 Datações por $^{14}\text{C}$

A datação radiométrica por  $^{14}\text{C}$  é amplamente utilizada em estudos cronológicos do Quaternário tardio. O método é empregado na datação de materiais como ossos, fragmentos de carvão, madeira, turfas, matéria orgânica do solo (MOS) e carbonatos. O alcance deste método vai até aproximadamente 60.000 anos A. P (Pessenda, 1998).

Os vegetais assimilam o  $^{14}\text{C}$  através da fotossíntese, formando compostos orgânicos. Quando os animais herbívoros se alimentam dos vegetais, e outros animais os predam, os átomos de  $^{14}\text{C}$  são incorporados por toda a cadeia alimentar. Durante a vida de um organismo, a quantidade de  $^{14}\text{C}$  é a mesma de seu ambiente, e sua absorção será constante devido a contínua absorção de  $\text{CO}_2$  pelos vegetais na base da cadeia alimentar. Quando ocorre a morte de um organismo, a desintegração radioativa dos átomos de  $^{14}\text{C}$  tem início. Seu decaimento é contínuo, e se faz pela emissão da partícula  $\beta^-$ , ou de um elétron, resultando em um átomo estável de  $^{14}\text{N}$ . O número total de núcleos radioativos presentes e a medição de seu decaimento constante ( $\lambda$ ) dará a medida da atividade do  $^{14}\text{C}$ . A Lei do Decaimento Radioativo utiliza a seguinte equação (Pessenda, 1998):

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

Onde:

A= atividade específica da amostra no tempo t qualquer;

$A_0$ = atividade específica da amostra no tempo t = 0, representado pelo padrão Ácido Oxálico NIST;

$\lambda$ = constante de desintegração =  $0,693/T$  (T= meia vida do  $^{14}\text{C}$ );

t= tempo decorrido após a morte do organismo.

Neste trabalho foram realizadas as datações de dois corpos vertebrais de *Eremotherium laurillardii*, e de uma mostra de sedimentos associados aos fósseis encontrados no depósito estudado. As amostras foram enviadas para o

Laboratório de Carbono-14 do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) do Campus de Piracicaba da Universidade de São Paulo (USP). Neste laboratório as amostras foram pré-tratadas por meio de métodos físico-químicos, visando eliminar possíveis contaminantes e isolar a fração orgânica representativa da sua idade. A partir dos átomos de carbono coletados na amostra é produzido benzeno para a medição da atividade de  $^{14}\text{C}$  em um espectômetro de massa (Pessenda & Camargo, 1991). Com relação aos ossos, o colágeno preservado foi extraído por meio de métodos físico-químicos, onde este é queimado para a obtenção de grafite (Lisi *et al.*, 1996).

As amostras foram datadas no Centro de Estudos Isotópicos Aplicados (*Center for Applied Isotope Studies - CAIS*), da Universidade da Geórgia (University of Georgia), Estados Unidos, por meio de um equipamento de acelerador de espectrômetro de massa (*accelerator mass spectrometry - AMS*), capaz de realizar análises em amostras com massa inferiores a 1g de carbono. O aparelho utilizado no laboratório da Universidade da Georgia é da marca NEC, modelo 1.55DH-1, com uma margem de erro de 0,5%.

### 3.3.3 Difractometria por raios-X

Foi realizada a análise geoquímica por difratometria de raios-X de quatro amostras de sedimentos provenientes do depósito fossilífero. A finalidade destas análises era observar a mineralogia das argilas presentes nas camadas sedimentares do depósito.

Através desta análise geoquímica é possível inferir sobre o tipo de clima, relacionando a presença ou ausência de um determinado grupo de argilominerais em um depósito sedimentar (Lowe & Walker, 1984).

A primeira amostra (AMSED 1), coletada a 90 cm, corresponde à sedimentos do topo da camada fossilífera; e as demais amostras (AMSED 2, AMSED 3 e AMSED 4), são correspondentes à sedimentos provenientes do lamito rico em matéria orgânica situado no topo do depósito. Estas amostras da camada superior foram coletadas a 130 cm, 160 cm e 190 cm (ver perfil estratigráfico, Figura 19, pág. 53). As amostras foram coletadas neste pontos da sucessão sedimentar do depósito devido ao difícil acesso da parte superior do afloramento, que apresenta uma leve declividade e certa instabilidade.

Na difração por raios-X, um feixe eletromagnético é incidido sobre uma amostra. Quando a energia deste feixe de raios-X é difratada por algum cristal presente na amostra, é gerado um difratograma que, quando comparado a padrões pré-determinados, torna possível a identificação do mineral ou minerais com estrutura cristalina presentes na amostra. Assim sendo, pode-se determinar a composição mineralógica através da relação entre o comprimento de onda ( $\lambda$ ), o ângulo de incidência ( $\theta$ ) e o espaçamento entre os planos dos átomos que causam a difração. Os resultados são impressos em um difratograma na forma de picos de comprimento de onda, cada um característicos de um determinado mineral atingido pelo feixe de raios-X (Santos, 1975).

A *Lei de Bragg* regula a difração por raios-X, estabelecendo a relação entre o ângulo de difração e a distância interplanar de seu ponto de origem,

característicos para cada fase cristalina (Albers *et al.*, 2002), seguindo a seguinte equação:

$$d = \frac{\lambda}{2\text{sen } \theta}$$

Onde:

$\lambda$  = comprimento de ondas de raios-X incidentes;

d= distância interplanar;

$\theta$ = ângulo de difração

De cada amostra, foi retirada aproximadamente 50 g de material, de onde foi extraída a fração argila (menor do que 0,004 mm) e colocada em lâminas de vidro. O aparelho utilizado foi um difratômetro Rigaku-Termoflex – Modelo 2013, com contador proporcional, com voltagem de 40 KV, amperagem de 30 mA, tubo de cobre de 1,5 KW, filtro de níquel e velocidade de 1°C/min.

#### 3.3.4 Análises por meio de Microscopia Óptica e Eletrônica de Varredura

Para a realização das mesmas, foram selecionados três fragmentos de costelas indeterminados - ALP 01, ALP 02, e ALP 03a e 03b - e de um fragmento de dente de *Eremotherium laurillardii*. Foram então confeccionadas lâminas petrográficas do material selecionado, com exceção da amostra de

dente, a qual trincou durante o processo de corte, impossibilitando a manufatura da lâmina com esta amostra selecionada. Foi utilizada uma serra diamantada para o corte do material, onde este foi seccionado com espessura de 25 a 30 micra, sendo o material ósseo posteriormente fixado a uma lâmina de vidro com o adesivo bi-componente à base de resina epóxi, da marca Araldite (10:1).

A observação das lâminas petrográficas por meio de microscopia óptica foi realizada no Laboratório de Geologia Sedimentar (LAGESED) do Departamento de Geologia da UFRJ. O equipamento utilizado foi um microscópio óptico da marca LEICA, modelo M165C.

A análise por meio de microscópio eletrônico de varredura (MEV) foi realizada no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Engenharia de Matérias da COPPE/UFRJ. O MEV utilizado é da marca JEOL, modelo JSM 6460 LV. Acoplado ao mesmo está um aparelho de detecção de espectrometria por energia dispersiva (EDS), da marca Noran System Six. O EDS é utilizado para a realização de uma leitura da composição química semiquantitativa das amostras, onde um determinado ponto selecionado na imagem produzida pelo MEV é analisado. As condições de uso do MEV(EDS) envolveram a cobertura das lâminas com ouro, com a finalidade da mesma tornar-se condutora, transmitindo os elétrons secundários, gerando assim a imagem ampliada pelo microscópio eletrônico.

### **3.4 Tratamento dos dados**

A classificação taxonômica foi baseada em estudos de Paula-Couto (1979), Cartelle & De Iullis (1995), Alberdi *et al.* (2002) e Porpino & Bergqvist (2002). Os estudos tafonômicos foram realizados de acordo com Behrensmeyer (1978), Martim (1999) e Holz & Simões (2002). Os dados radiométricos foram interpretados de acordo com Pessenda (1998) e Gravina *et al.* (2005).

## 4 DESCRIÇÃO TAXONOMICA

Foram registrados quatro táxons de mamíferos da megafauna do Quaternário tardio no depósito fossilífero de Baixa Grande. A identificação destes táxons baseou-se em trabalhos de Paula-Couto (1979), Cartelle & De Iullis (1995), Alberdi *et al.* (2002) e Porpino & Bergqvist (2002).

Filo CHORDATA

Subfilo VERTEBRATA

Classe MAMMALIA Linnaeus, 1758

Coorte PLACENTALIA (=EUTHERIA) Gill, 1872

- Ordem XENARTHRA Cope, 1889

Os Xenarthra (*xenon* = estranho, *arthron*= articulação), são também chamados de edentados, devido à dentição rústica encontrada na maior parte dos representantes deste grupo. Estes mamíferos predominantemente sul-americanos possuem características morfológicas distintas, como articulações acessórias entre as vértebras dorso-lombares e uma variabilidade no número de vértebras cervicais, entre seis e nove. O sacro é fundido à pelve, formando um só conjunto ósseo (Paula-Couto, 1979). Entre os Xenarthra, alguns Cingulata,

como os gliptodontídeos, e Pilosa, como os megaterídeos, atingiram tamanhos gigantescos (Bergqvist *et al.*, 2004).

- Subordem PILOSA Flower, 1883

Esta subordem dos Xenarthra é composta pelas preguiças terrícolas extintas e por preguiças arborícolas viventes. Cartelle (2000) classifica as preguiças extintas em três famílias e treze espécies, distribuídas por quase todo o território brasileiro, especialmente a maior das preguiças terrícolas, *Eremotherium laurillardi*. Os Pilosa possuem uma dentição desprovida da camada de esmalte, com no máximo dezoito dentes molariformes prismáticos ou cilíndricos, possuindo uma ou duas cúspides. Seu aparelho dentário hipselodonte é correspondente a uma alimentação herbívora. Seus membros locomotores são bem característicos, demonstrando uma torção dos pés voltados para o lado interno (Paula-Couto, 1979).

Superfamília MEGATHERIOIDEA Gray, 1821

Família MEGATHERIIDAE Owen, 1843

Subfamília MEGATHERIINAE Gill, 1872

Gênero *Eremotherium* Spillmann, 1948

*Eremotherium laurillardi* (Lund, 1842) Cartelle & Bohórquez, 1982

(Figuras 8-15)

O gênero *Eremotherium* é composto por megaterídeos intertropicais quaternários. Sua dentição é homodonte e monofiodonte, com hábitos alimentares fitófagos e xilófagos (Paula-Couto, 1979). Cartelle & De Iuliis (1995) consideram o gênero monoespecífico, sendo *Eremotherium laurillardi* a única espécie das Américas. *Eremotherium laurillardi* é a preguiça terrícola de maior porte e com maior número de registros no território brasileiro e América do Sul intertropical. Estes animais podiam atingir cinco toneladas de peso e seis metros de comprimento, alcançando dois metros de altura na postura quadrúpede (Cartelle, 2000). Uma postura bípede era utilizada para atingir as copas das árvores e para se alimentarem de suas folhas (Cartelle, 1994). Assim como as demais preguiças terrícolas, *Eremotherium laurillardi* estaria adaptado a ambientes de savana e borda de floresta (Ranzi, 2000).

## Material

Estão presentes parte de um ramo mandibular direito (UFRJ DG 371-M, Figura 8 A e B), além de fragmentos de dentes (UFRJ DG 362-M).

Dos elementos cranianos, estão presentes: fragmento de porção distal de úmero (UFRJ DG 356-M, Figura 9); rádio (UFRJ DG 361-M, Figura 10); fragmento de porção proximal de fêmur (UFRJ DG 369-M); tíbia (UFRJ DG 375-M, Figura 11); dois astrágalos esquerdos, um destes fragmentado (UFRJ DG 358-M, Figura 12 A, e UFRJ DG 359-M, Figura 12 B); astrágalo direito (UFRJ DG 370-M); calcâneo fragmentado (UFRJ DG 357-M, Figura 13); metacarpo IV

(UFRJ DG 368-M, Figura 14 A e B); falange distal fragmentada do terceiro dedo  
(UFRJ DG 360-M, Figura 15)

### Comentários

Táxon mais representado no depósito. Estão presentes doze elementos do esqueleto pós-craniano, além de cinco dentes fragmentados isolados e um fragmento de um ramo mandibular direito. Os fósseis identificados representam mais de um indivíduo de *Eremotherium laurillardi*, o que pode ser evidenciado pela presença de dois astrágalos esquerdos. A presença deste táxon na região está de acordo com a distribuição biogeográfica dessa espécie no Nordeste (Ribeiro, 2008).

Grande parte do material estudado encontra-se fragmentado. O fóssil que se encontra em melhor estado de preservação é o metacarpo IV. Os demais encontram algum grau de fragmentação, restando em alguns, como a porção distal do úmero e o fragmento da porção proximal do fêmur, menos de 1/3 do osso original. Em outros, como a tíbia, um dos astrágalos esquerdos, o rádio e o calcâneo, o grau de fragmentação é menor, estando presente a maior parte do osso original.

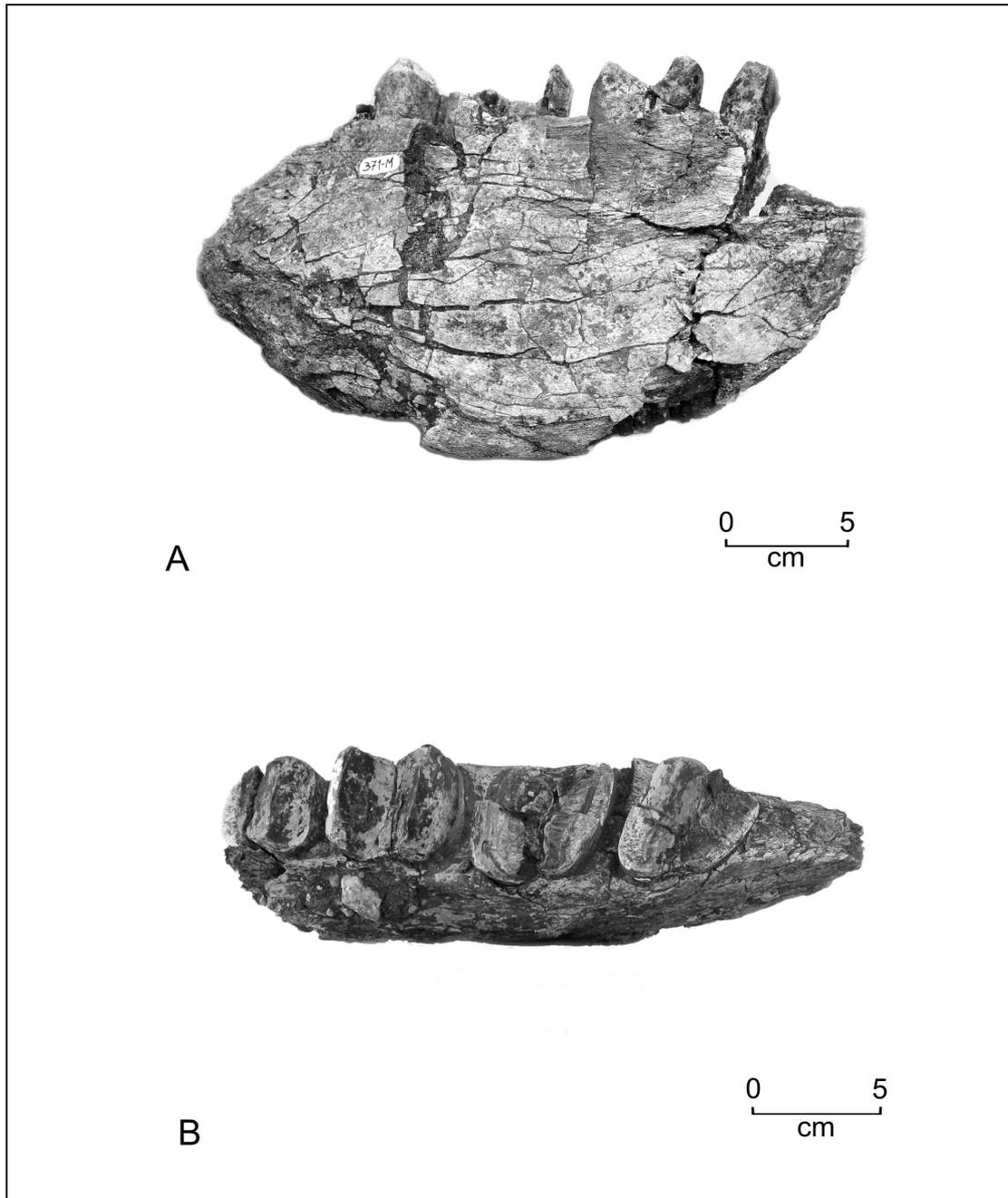


Figura 8 *Fragmento de ramo mandibular direito de Eremotherium laurillardi - UFRJ DG 371-M. (A) vista labial, (B) vista oclusal.*

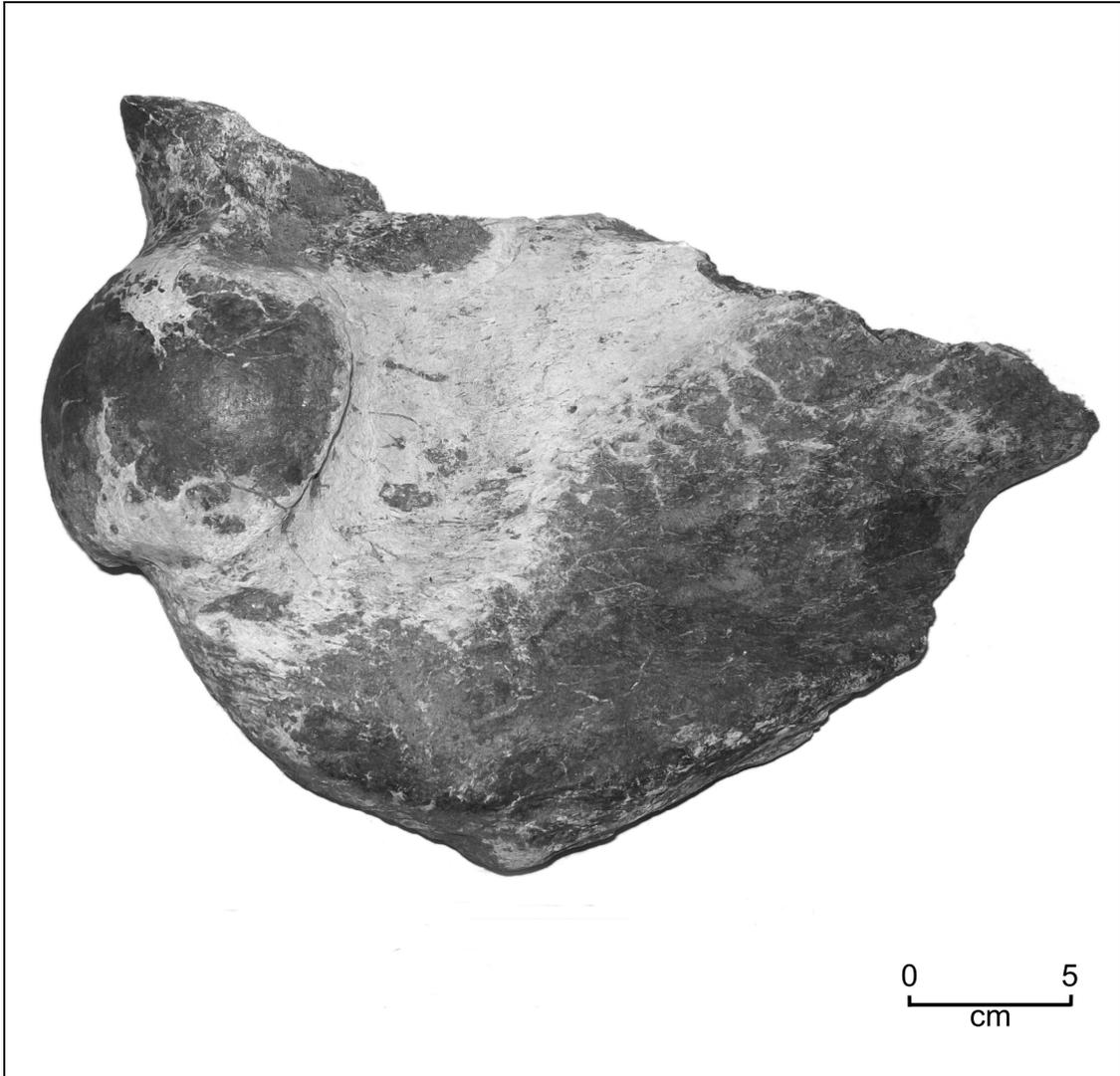


Figura 9 *Fragmento de porção distal de úmero de Eremotherium laurillardi – UFRJ DG 356-M. Vista lateral.*

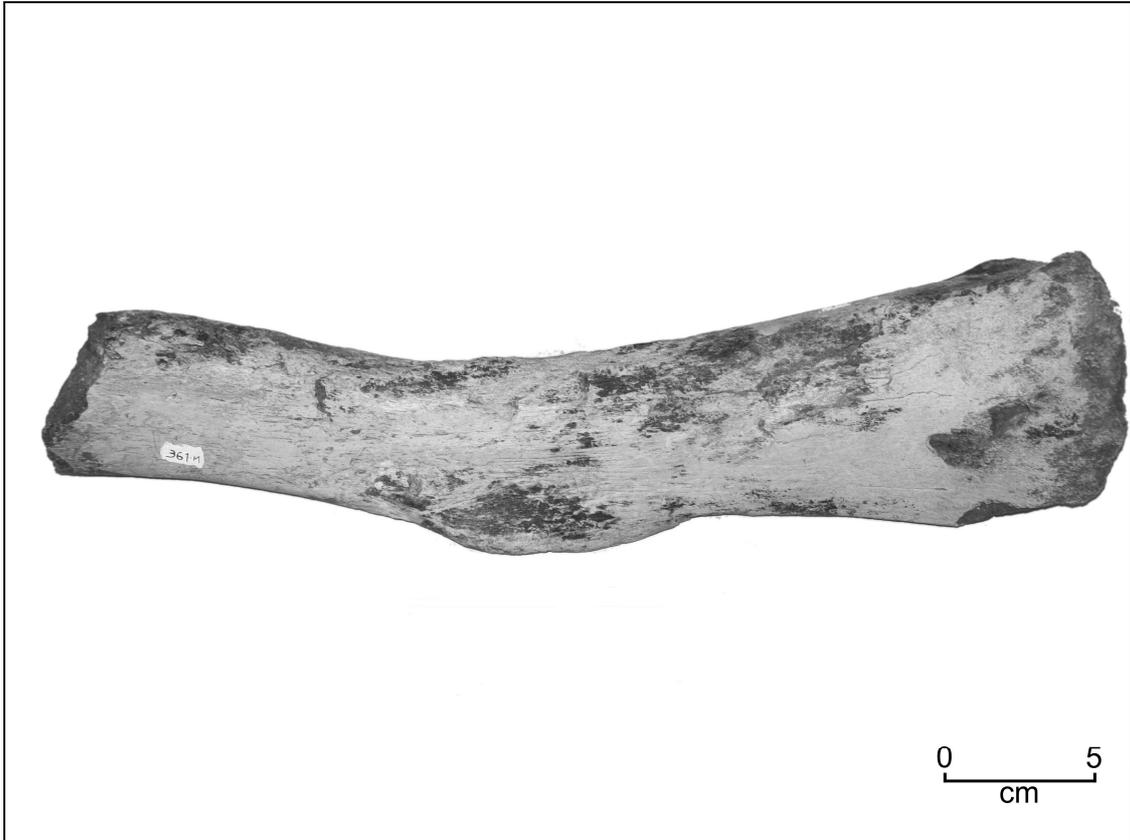


Figura 10 *Rádio fragmentado de Eremotherium laurillardi – UFRJ DG 361-M. Vista lateral.*

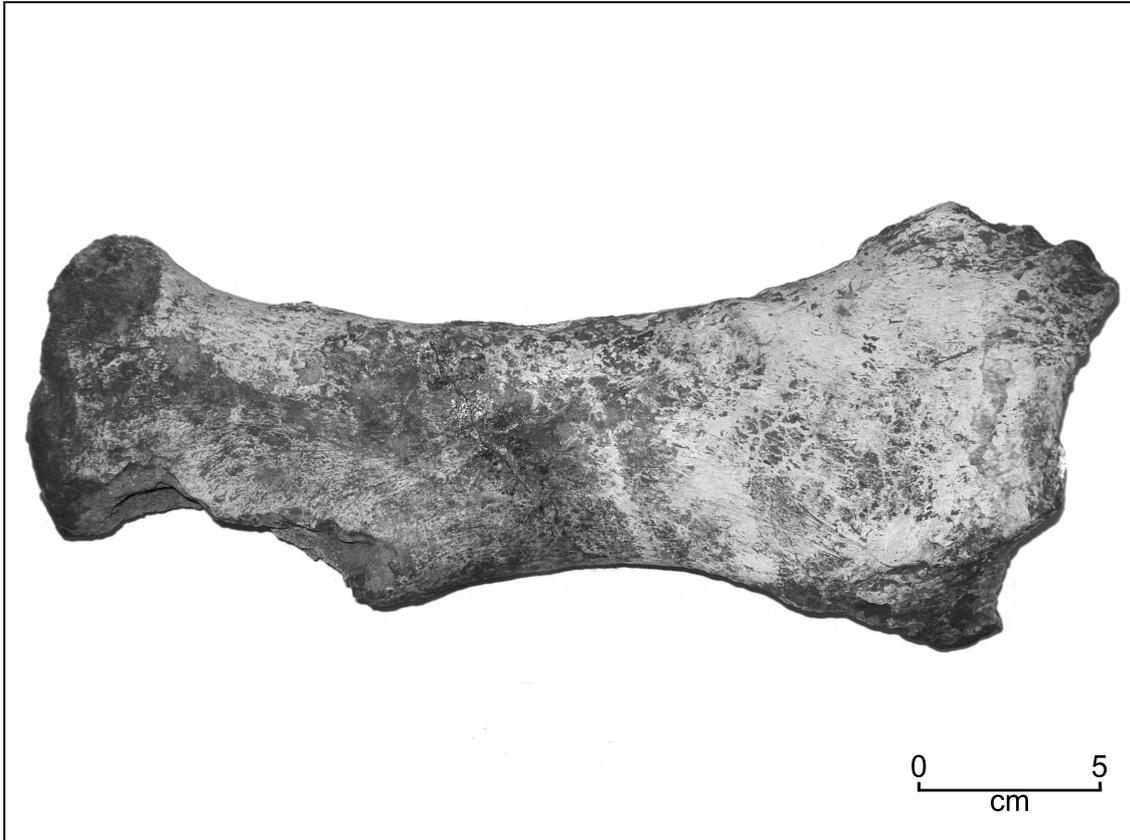


Figura 11 *Tibia fragmentada de Eremotherium laurillardii – UFRJ DG 375-M. Vista lateral.*

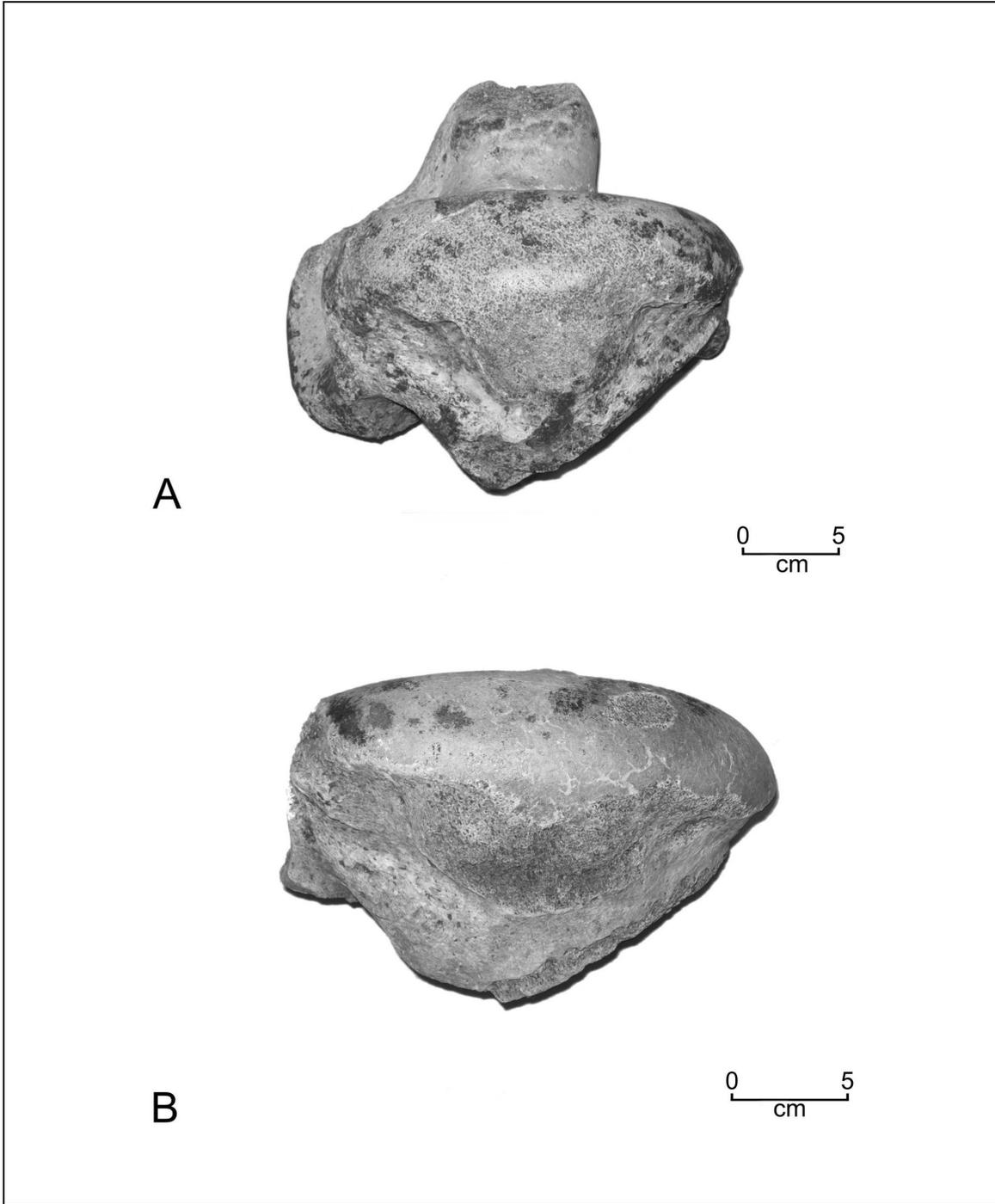


Figura 12 (A) *Astrágalo esquerdo de Eremotherium laurillardii* – UFRJ DG 358-M; e (B) *astrágalo esquerdo fragmentado de Eremotherium laurillardii* UFRJ DG 359-M. *Vista lateral.*

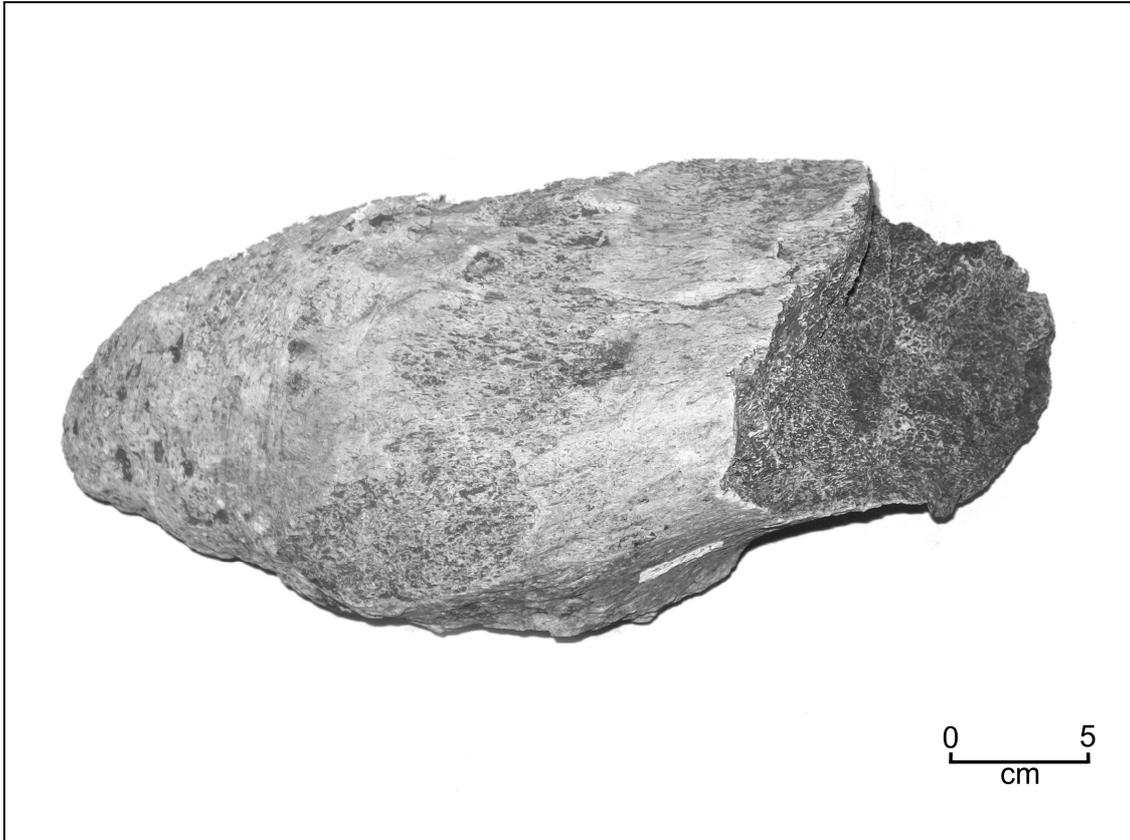


Figura 13 *Calcâneo fragmentado de Eremotherium laurillardi – UFRJ DG 357-M. Vista dorsal.*

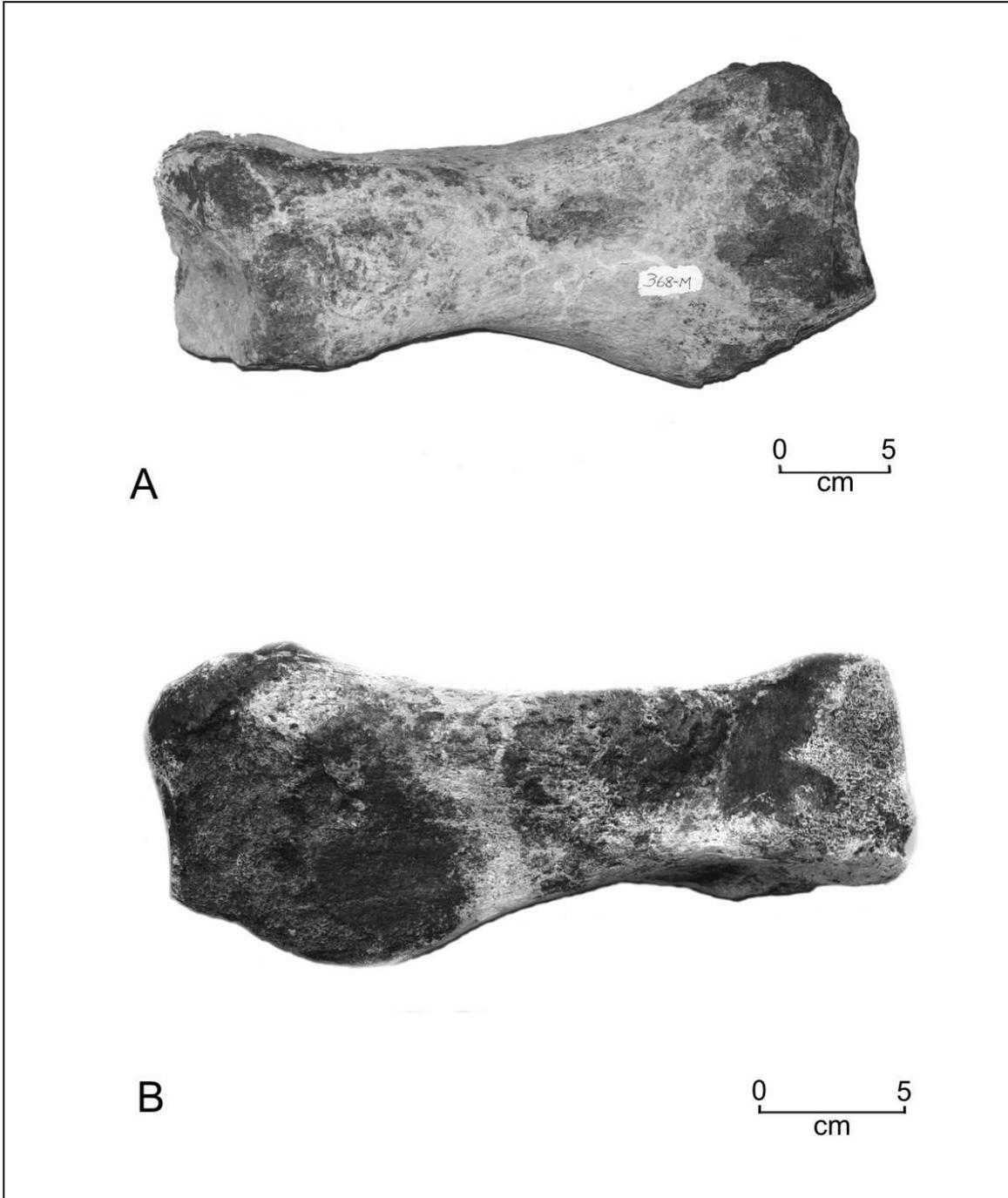


Figura 14 *Metacarpo IV* esquerdo de *Eremotherium laurillardii* - UFRJ DG 368-M. (A) *vista dorsal*; (B) *vista ventral*.

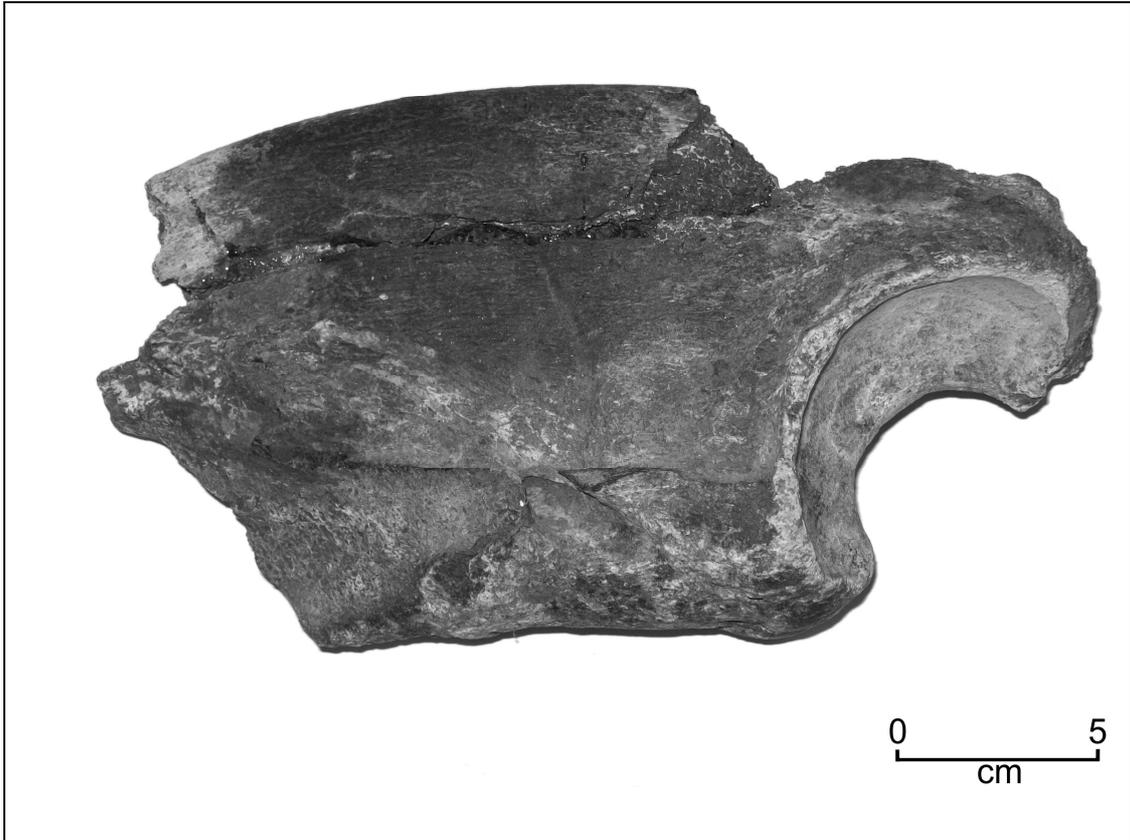


Figura 15 *Falange distal do terceiro dedo fragmentada de Eremotherium laurillardii - UFRJ DG 360-M. Vista lateral.*

- Subordem CINGULATA Illiger, 1811

Esta subordem dos Xenarthra é composta por tatus e gliptontídeos, animais dotados de carapaça óssea. Esta recobre todo o seu dorso, parte do crânio e cauda, oferecendo uma excelente proteção aos ataques de predadores e auxiliando na manutenção da temperatura corpórea. A dentição dos Cingulata era composta por um mínimo de vinte e oito dentes molariformes (homodonte) de raiz aberta (hipselodontes) (Paula-Couto, 1979).

Superfamília GLYPTODONTOIDEA Gray, 1869

Família GLYPTODONTIDAE Gray, 1869

Subfamília SCLEROCALYPTINAE Trouessart, 1898

Tribo PANOCHTHINI Castellanos, 1927

Gênero *Panochthus* Burmeister, 1866

*Panochthus greslebini* Castellanos, 1941

(Figura 16)

A tribo Panochthini é composta por três gêneros, sendo o *Panochthus* o único pertencente ao Quaternário. A região Nordeste possui duas espécies endêmicas, *Panochthus greslebini* e *Panochthus jaguaribensis* (Porpino & Bergqvist, 2002). Sua identificação é baseada na morfologia dos ornamentos de sua carapaça óssea e de seu tubo caudal. Seus osteodermos são grossos, grandes e de geometria poligonal. Estes são ornamentados por pequenas figuras poligonais, com exceção das figuras centrais dos osteodermos

marginais, as quais se destacam no conjunto (Moreira, 1971). Podiam atingir grandes dimensões, sendo possível que houvesse uma variabilidade intraespecífica devido ao dimorfismo sexual, motivada por uma possível disputa entre os machos desta espécie (Porpino & Bergqvist, 2002).

O gênero *Panochthus*, além do Nordeste brasileiro, também possui registros no Quaternário tardio da Argentina, Bolívia, Paraguai, Peru e Uruguai (Paula-Couto, 1979; Porpino, 1999). Habitava as savanas e alimentava-se de gramíneas (Ranzi, 2000).

## Material

Fragmento de osteodermo (UFRJ DG 372-M, Figura 16), medindo 7 cm de comprimento máximo. Apresenta uma ornamentação composta por figuras de tamanho diminuto arranjadas sem uma orientação preferencial e sem uma figura central maior.

## Comentários

Este gliptodonte está representado em Baixa Grande por apenas um fragmento de osteodermo. A ornamentação composta por figuras diminutas arranjadas sem uma orientação preferencial e sem uma figura central maior

possibilita atribuí-lo à *Panochthus greslebini* segundo as diagnoses de Moreira (1971), Porpino & Bergqvist, (2002) e Porpino *et al.* (2004).

O osteodermo exibe o padrão ornamental diagnóstico da espécie, na qual a ornamentação é homogênea, composta por figuras pequenas e irregulares, cujo número varia de acordo com a disposição do osteodermo ao longo da carapaça.

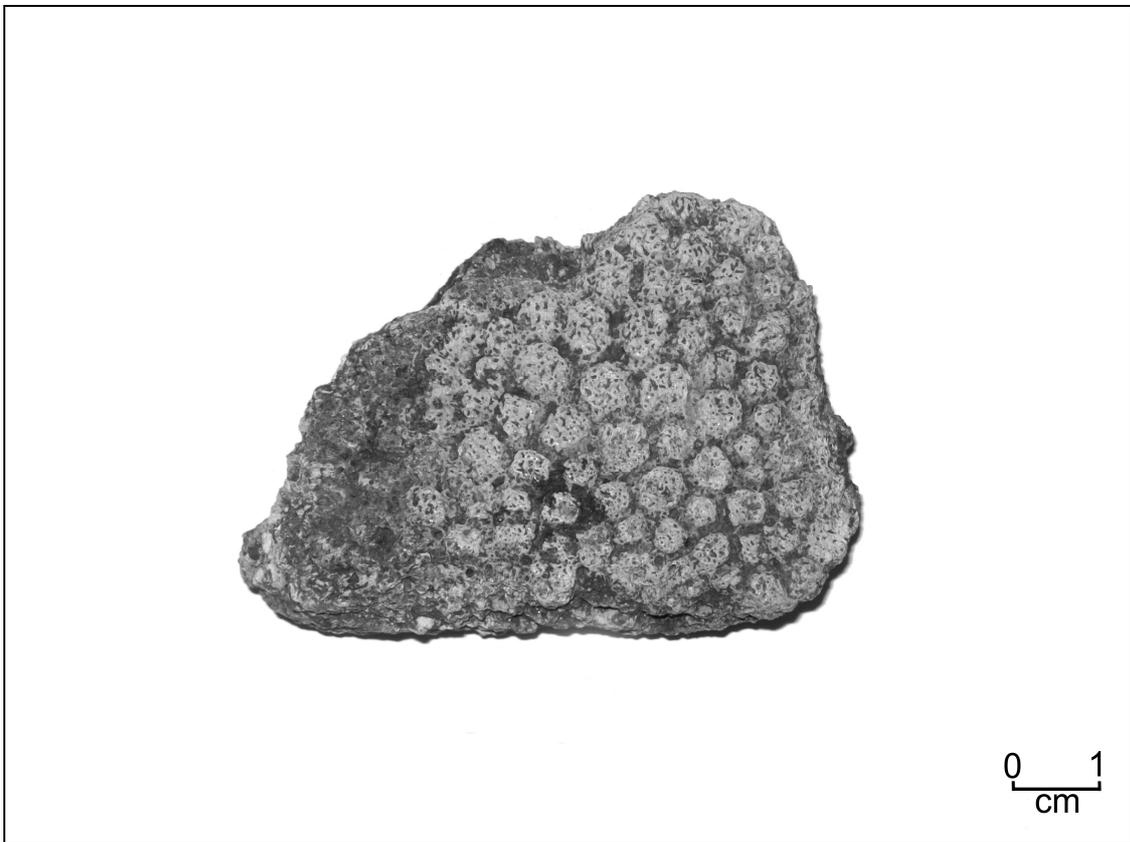


Figura 16 *Fragmento de osteodermo de Panochthus greslebini - UFRJ DG 372-M. Vista lateral.*

- Ordem NOTOUNGULATA Roth, 1903

Com formas terrestres, anfíbias e semi-aquáticas, os Notoungulata são o maior e mais diversificado grupo de ungulados endêmicos da América do Sul. O grupo possivelmente teria evoluído de formas da América do Norte isoladas na América do Sul ao longo do Cenozóico. Sua distribuição cronológica no continente sul-americano vai do Paleógeno, até sua extinção no Quaternário tardio (Bergqvist *et al.*, 2004).

- Subordem TOXODONTIA Owen, 1853

Esta subordem é caracterizada pelos toxodontídeos, notoungulados que apresentam a dentição mais moderna, sendo heterodontes e hipselodontes. Apesar da moderna dentição, seu esqueleto pós-craniano guarda os caracteres mais primitivos dentre este grupo (Bergqvist *et al.*, 2004).

Família TOXODONTIDAE Gervais, 1847

Subfamília TOXODONTINAE Touessart, 1898

(Figura 17)

## Material

Fragmento de dente molariforme (UFRJ DG 374-M, Figura 17), contendo a camada de esmalte e parte da dentina, com 4 cm de comprimento máximo.

## Comentários

Com ampla distribuição pelo Nordeste, este toxodonte está representado em Baixa Grande por fragmentos de dentes molariformes.

De acordo com as características indicadas em Roth (1896), Vidal (1959) e Paula-Couto (1979), pela forma geral e estrutura, os fragmentos de molariformes podem ser atribuídos à subfamília Toxodontinae. As características diagnósticas desta subfamília de toxodontes são incisivos superiores arqueados, achatados e protuberantes. A face lingual do dente é mais larga, onde o esmalte se dispõe em faixas verticais de largura variada, intercaladas por faixas desprovidas de esmalte. Na face labial, menos larga, as camadas verticais de esmalte estão geralmente dispostas de forma contínua (Paula-Couto, 1979; Carlini & Tonni, 2000). A diferenciação das espécies desta subfamília é feita a partir de caracteres dentários (Paula-Couto, 1956; Cartelle, 1999), utilizados para distinguir os gêneros *Toxodon* e *Trigodonops*.

Os fragmentos de dentes provenientes de Lagoa do Rumo apresentam o padrão característico dos Toxodontinae, porém o estado de preservação do fóssil, bastante fragmentado, impossibilita sua classificação ao nível de gênero.

Estes megaherbívoros habitavam savanas, alimentando-se de gramíneas (Ranzi, 2000). São atribuídos a estas características semi-anfíbias, observadas em seu pescoço curto, em seus ouvidos situados na parte superior do crânio, sua bacia larga, e em seus membros volumosos (Cartelle, 1994).

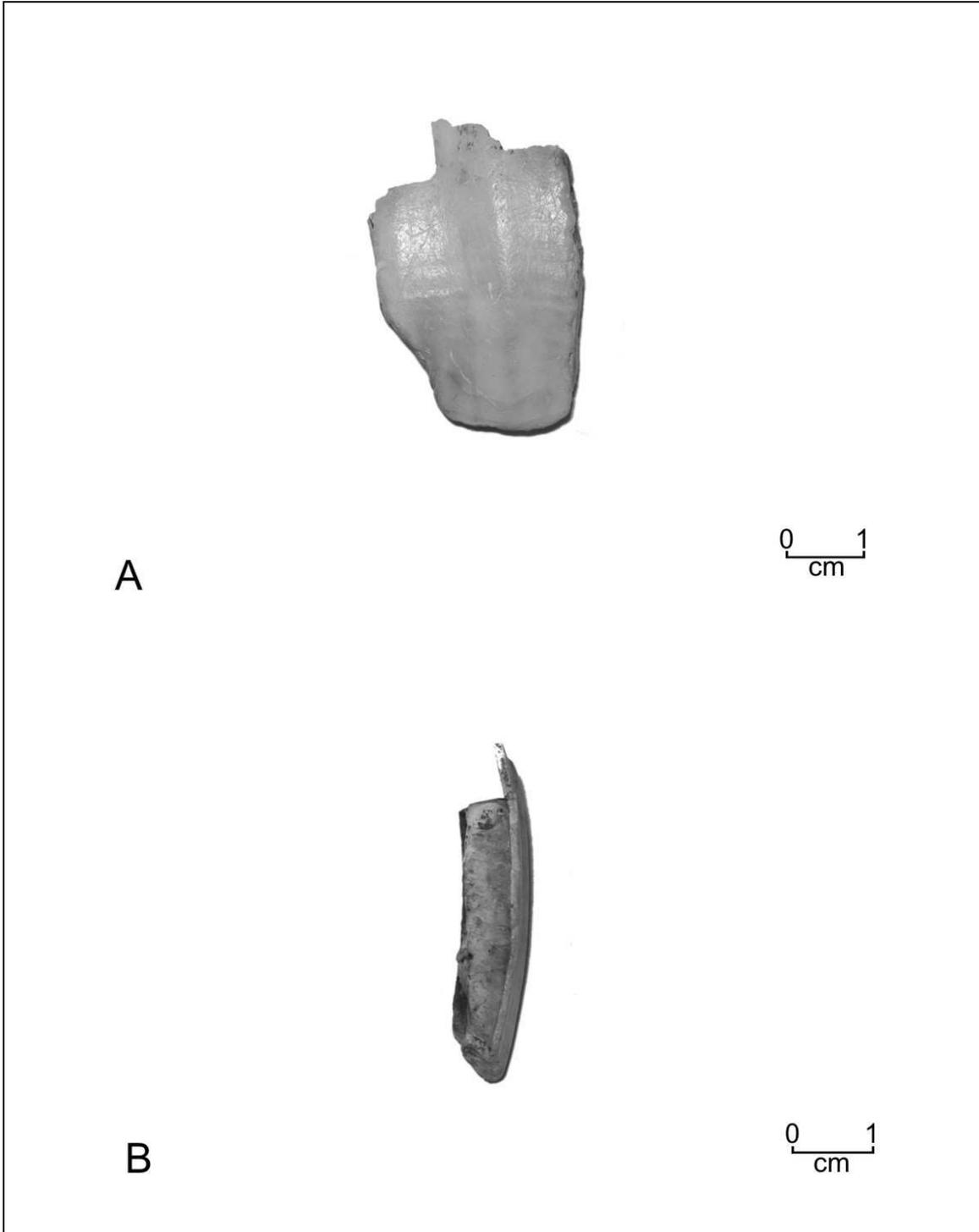


Figura 17 *Fragmento de dente molariforme de Toxodontinae - UFRJ DG 372-M.*  
(A) *vista labial*, (B) *vista distal*.

- Ordem PROBOSCIDEA Illiger, 1811

Os Proboscidea são um grupo de ungulados caracterizado pelo grande porte, por possuírem uma probóscide mais ou menos longa, muscular e flexível, com as passagens nasais situadas na sua extremidade, e pelos seus incisivos superiores formando defesas (Paula-Couto, 1979; Hickman *et al.*, 2001). As formas viventes são encontradas na África e Ásia, mas ao longo do Cenozóico o grupo esteve distribuído por todos os continentes, com exceção da Oceania. Os proboscídeos da América do Sul, os gonfoterídeos, são provenientes da América do Norte, tendo chegado às terras sulamericanas durante o Grande Intercâmbio Americano, ocorrido há aproximadamente 3 milhões de anos, quando movimentos tectônicos soergueram a América Central, criando desta forma uma ponte de terra entre os dois continentes americanos, dando origem a modificações faunísticas (Benton, 2005).

Subordem ELEPHANTOIDEA Osborn, 1921

Família GOMPHOTERIIDAE Cabrera, 1929

Subfamília ANANCINAE Hay, 1922

Gênero *Stegomastodon* Pohlig, 1912

*Stegomastodon waringi* (Holland, 1920)

(Figura 18)

## Material

Fragmento de cúspide de dente molariforme de indivíduo juvenil (UFRJ DG 373-M, Figura 18), apresentando baixo grau de desgaste das cúspides, que ainda preservam uma geometria cônica.

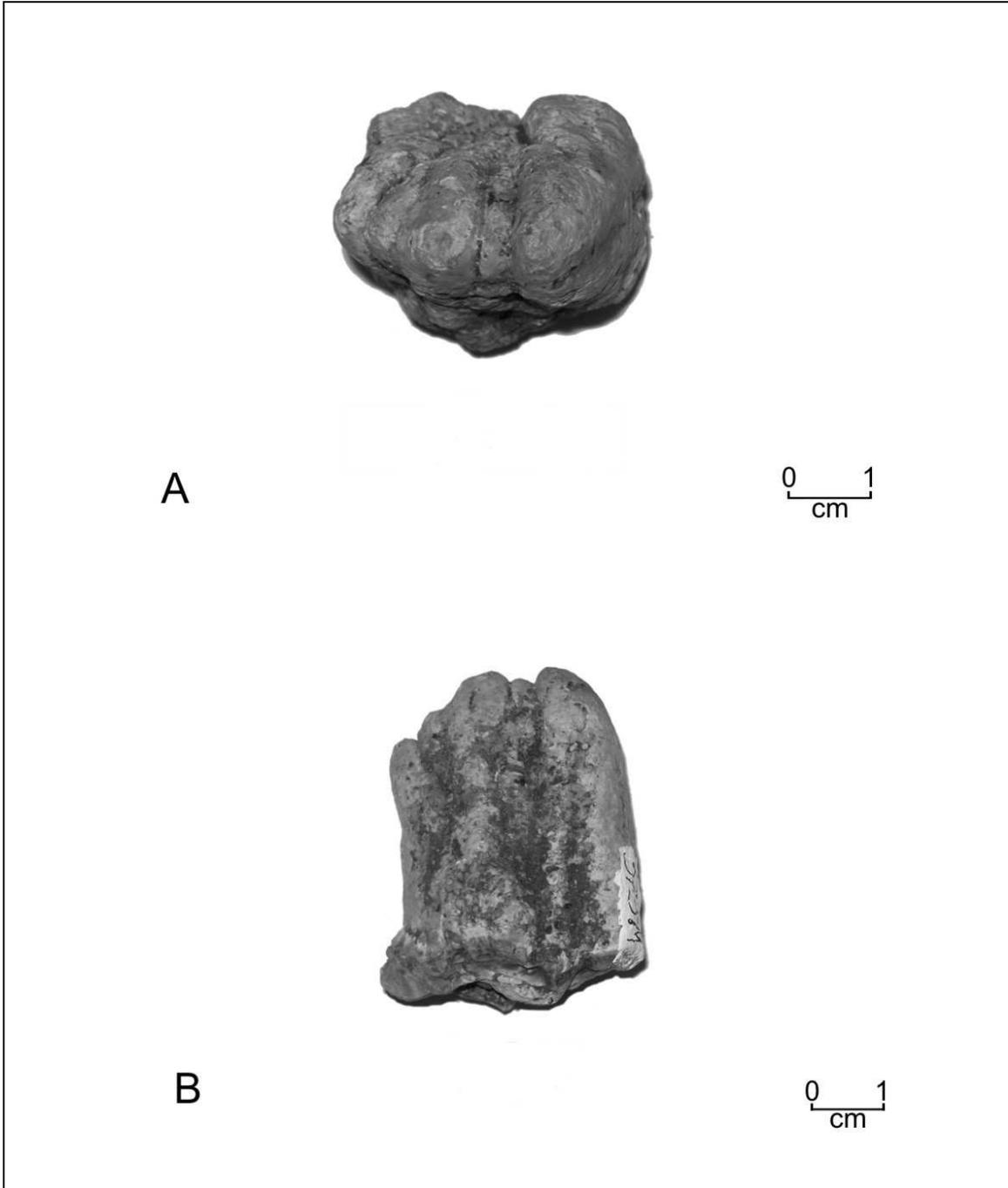
## Comentários

Os mastodontes do Quaternário tardio possuem uma ampla distribuição de registros em todo o Brasil (Simpson & Paula-Couto, 1957; Alberdi *et al.*, 2002; Bergqvist & Almeida, 2004). A região Nordeste possui um número relevante destes registros, distribuídos por todos os seus estados (Ribeiro, 2008).

Restos de *Stegomastodon* são comuns em depósitos do final do Plioceno e Pleistoceno da América do Norte. Seus fósseis também são relatados em sedimentos quaternários do Equador, Colômbia, Bolívia, Venezuela, Paraguai, Uruguai e Argentina. É o mastodonte mais abundante do continente, sendo sua identificação feita por meio da morfometria de seus dentes molariformes e defesas (Paula-Couto, 1979). Herbívoro, alimentava-se de gramas, folhas e frutos, habitando áreas de savana (Ranzi, 2000).

Pela morfologia e estrutura, o fragmento de cúspide do molariforme coletado pertenceu a um indivíduo juvenil, devido ao baixo grau de desgaste apresentado. Em indivíduos adultos, o desgaste das cúspides cônicas é facilmente observado, apresentando um padrão em trevo simples ou duplo,

característico da espécie (Simpson & Paula Couto, 1957; Paula-Couto, 1979; Carlini & Tonni, 2000). Apesar de fragmentado, o fóssil coletado apresenta um bom estado de preservação.



Fi gura 18 *Fragmento de dente molariforme de Stegomastodon waringi - UFRJ DG 373-M. (A) vista oclusal, (B) vista de labial.*

## 5 TAFONOMIA DOS MAMÍFEROS FÓSSEIS DA LAGOA DO RUMO

A tafonomia (do grego *tafos* = sepultamento; *nomos* = leis) é a ciência que estuda a transição dos restos orgânicos da biosfera para a litosfera. Uma conceituação mais aceita é proposta por Behrensmeyer & Kidwell (1985), onde esta trata do estudo dos processos de preservação e de que maneira isto afeta o registro fóssilífero. Em uma outra conceituação, chamada de Tafonomia Evolutiva (Fernández-Lopes, 1984), esta ciência é vista como a transmissão de informações da biosfera em componentes da litosfera. Nesta linha de pensamento, o estudo do próprio fóssil é que deve ser o principal objeto de estudo, e não os sedimentos de seu entorno.

A análise tafonômica é dividida em duas partes: a bioestratinomia, que compreende a história sedimentar dos bioclastos, e a fossildiagênese, que analisa os processos físicos e químicos que atuam na preservação do bioclasto (Efremov, 1940; Martin, 1999; Holz & Simões, 2002). As pesquisas de caráter tafonômico desenvolveram-se de forma independente na paleontologia de invertebrados, de vertebrados, paleobotânica, micropaleontologia e palinologia (Martin, 1999). Interdisciplinar, a ciência tafonômica envolve conhecimentos da paleontologia, geologia, biologia e ecologia, além de lidar com uma variabilidade de escala geográfica e temporal (Holz & Simões, 2002).

Os registros tafonômicos podem ser repletos de tendenciamentos e distorções, o que faz com que o registro fóssilífero seja incompleto, o que ocorre aos registros geológicos de uma forma geral. O objetivo do tafônomo é

identificar e descrever os processos tafonômicos-sedimentares e temporais que atuaram sobre as assembléias fossilíferas, formando assim um retrato da morte daquele ou daqueles organismos, normalmente com grandes lacunas, o mais fidedigno possível.

Os processos diagenéticos podem levar a três tipos básicos de preservação (Mendes, 1988): a) preservação total, onde os tecidos moles podem ser preservados, seja por congelamento, mumificação ou trapeamento em asfaltos naturais e resinas vegetais; b) preservação sem alteração dos restos esqueléticos, como pode ocorrer em processos de incrustação e permineralização; e c) preservação com alteração dos restos esqueléticos, devido a processos de dissolução e formação de moldes, substituição, recristalização, carbonificação e preservação por concreções.

## **5.1 Descrição da concentração fossilífera**

### **5.1.1 Feições estratigráficas**

Os fósseis encontram-se na camada I, uma brecha suportada bioclastos e clastos. Sobre esta camada foram depositados sedimentos pelíticos - camada II – caracterizada como um lamito rico em matéria orgânica (Figura 19). Ambas possuem geometria tabular. A estrutura interna da camada I é simples, possuindo os bioclastos uma homogeneidade em relação aos seus atributos

bioestratinômicos (desarticulação e transporte, soterramento final), sedimentológicos (eventos deposicionais de fluxo de detritos, gerando depósitos de sedimentos grossos, densamente empacotados e mal selecionados) e paleoecológicos (concentração politípica e poliespecífica).

#### 5.1.2 Feições sedimentológicas:

Os fósseis se encontram em uma brecha sustentada por bioclastos e clastos, com aproximadamente 1 metro de espessura (camada I, figura 20). A concentração é densamente empacotada e mal selecionada, havendo uma grande variedade de tamanho dos clastos e bioclastos. Sua matriz é areia grossa, quartzosa. Os bioclastos estão distribuídos de forma polimodal, onde não há uma orientação preferencial. Isto está relacionado a dinâmica hidrológica ao qual estes foram submetidos da área fonte ao interior do depósito. Esta distribuição caótica dos bioclastos na camada também é observada nos padrões ora concordantes, ora perpendiculares dos bioclastos em relação ao plano de acamamento.

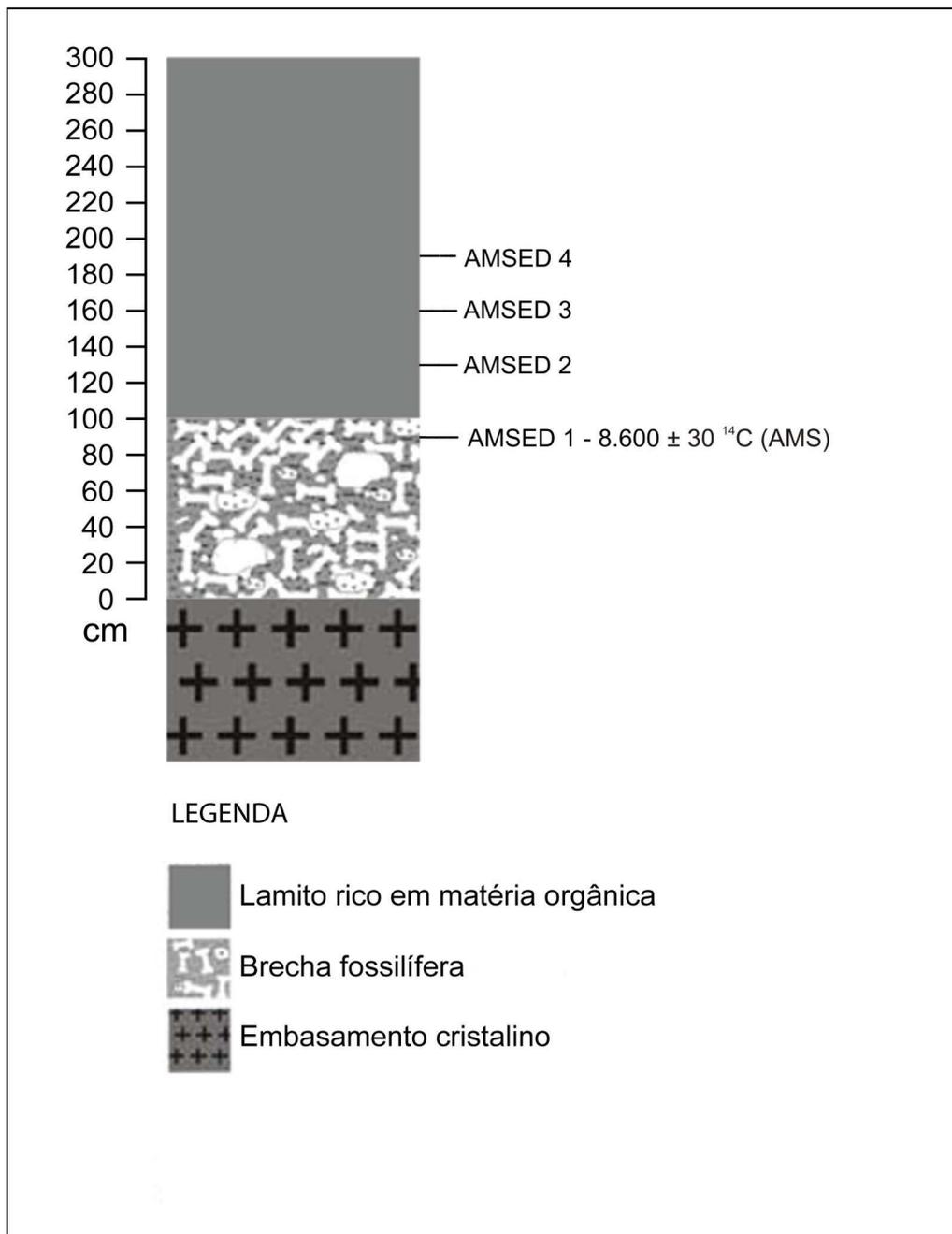


Figura 19 Perfil estratigráfico do depósito fossilífero da Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.



Figura 20 Sucessão sedimentar do depósito fossilífero onde se observa: Camada I: Brecha fossilífera suportada por clastos e bioclastos e Camada II, lamito rico em matéria orgânica. Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia.

### 5.1.3 Feições paleoecológicas

As feições paleoecológicas de uma assembléia fossilífera podem ser inferidas por meio do seu conteúdo faunístico. Se for encontrada somente uma espécie em uma concentração fossilífera, esta será classificada como *monoespecífica*. Se houver mais de uma espécie representada, esta concentração será *poliespecífica*.

A composição faunística pode ser classificada como monotípica ou politípica, de acordo com as características do esqueleto dos táxons representados. Desta forma, uma concentração monotípica pode ser

poliespecífica, como, por exemplo, num acúmulo de conchas de braquiópodes de espécies distintas (Simões & Holtz, 2004).

Através das observações bioestratinômicas e paleoecológicas dos fósseis descobertos em Baixa Grande, podemos classificar a associação fossilífera aqui estudada como:

- Parautóctone, o que indica que os restos esqueléticos sofreram um curto transporte, sem que os animais tenham sido removidos de seu habitat natural;
- Politépica, por representar restos de mamíferos de três ordens distintas - Xenarthra, Notoungulata e Proboscidea - do Quaternário tardio;
- Poliespecífica, devido aos registros de *Eremotherium laurillardi*, *Panochthus greslebini*, Toxodontinae e *Stegomastodon waringi*.

## 5.2 Feições bioestratinômicas e fossildiagnósticas

### 5.2.1 Morte

São dois os tipos de mortalidade reconhecidos na natureza. Um é a *morte seletiva*, onde determinadas faixas etárias de uma população de organismos é afetada. Isto ocorre devido a predação, envelhecimento ou doenças. Normalmente estes tipos de morte atingem os indivíduos mais jovens e mais idosos de uma população. Isto vem a ocorrer pelo fato destes estarem mais

sujeitos a fenecerem por se encontrarem mais fracos, debilitados, inexperientes e suscetíveis a contrair enfermidades. As tanatocenoses originadas por este tipo de morte apresentarão um predomínio de indivíduos jovens e senis, apresentando uma distribuição bimodal mais ou menos acentuada (Holz & Simões, 2002).

O outro tipo de morte é a *catastrófica* ou *não seletiva*, que ocorre de maneira indiscriminada em uma determinada população devido a eventos de grande magnitude, tais como grandes enchentes, tempestades, movimento de massa e secas. A distribuição das faixas etárias deverá ser um reflexo da composição original da biocenose, com uma proporção entre indivíduos juvenis, adultos e senis, fiel à estrutura populacional original. Neste tipo de morte não irá ocorrer bimodalidade, já que na natureza a estrutura de uma população não terá uma composição estatística onde ocorre um predomínio de indivíduos senis e jovens (Holz & Simões, 2002).

O acentuado grau de fragmentação apresentado pela maior parte dos fósseis coletados e destes, por terem sofrido um transporte curto, porém com alta energia, com um possível acentuado grau de *time-averaging*, evidenciado pelos distintos estágios fossildiagnéticos encontrados em alguns dos bioclastos (Figura 21), dificulta uma reconstituição do cenário da morte da fauna de megaherbívoros encontrada. Por se tratar de uma assembléia que sofreu um curto transporte (parautóctone), não há a tanatocenose, somente uma tafocenose, que retrata o momento do soterramento final. As carcaças de

animais, acumuladas ao redor do depósito foram carregadas para o seu interior em eventos episódicos.

Um padrão bimodal, onde é demonstrada uma morte seletiva, pode ser inferido ao gonfoterídeo e às preguiças terrícolas, devido a presença de um indivíduo juvenil de *Stegomastodon waringi* e de mais de um indivíduo adulto de *Eremotherium laurillardi*. Não é possível inferir na causa da morte para os demais táxons representados – *Panochthus greslebini* e *Toxodontinae* – devido à ausência de dados referentes à idade dos indivíduos identificados.



Figura 21 Fragmentos de ossos indeterminados com diferentes estágios fossilodiagnéticos, onde o elemento da esquerda (UFRJ DG 383-M) apresenta um grau de permineralização inferior ao da direita (UFRJ DG 384-M), bastante permineralizado.

### 5.2.2 Necrólise

Necrólise é o processo de decomposição dos tecidos moles de um organismo após sua morte. É ocasionada por processos químicos originados por bactérias tanto exógenas quanto endógenas, como as do intestino. Este processo de degradação do tecido mole causado por bactérias pode ser: a) aeróbico, onde há a presença de oxigênio livre no meio; e b) anaeróbico, sem a presença do oxigênio.

Os processos de decomposição das carcaças são parte importante da história tafonômica de um organismo. Um organismo que sofreu um rápido soterramento após sua morte, tem uma possibilidade maior de preservação de seus restos, devido ao curto tempo de exposição na interface sedimento-ar ou sedimento-água. Se os sedimentos que o recobrirem forem essencialmente finos e o meio anóxico, as chances de suas partes moles serem preservadas aumentam substancialmente. Em uma decomposição subaérea (aeróbica), onde não ocorre um rápido soterramento, os restos de vertebrados terrestres expostos por mais tempo na superfície, acelerará o processo de necrólise das partes moles. Com a remoção destes tecidos, tanto através da atividade bacteriana (aeróbica), quanto pela ação de animais carniceiros e por pisoteio, a desarticulação do esqueleto começa a ocorrer antes mesmo do transporte da carcaça para o depósito onde será sepultada. Quanto maior o tempo de exposição dos restos ósseos, maior será o desgaste do osso devido ao intemperismo.

Beherensmeyer (1978), em uma pesquisa atualística com carcaças de mamíferos com peso superior a 5 kg em Amboseli, Quênia, África, elaborou estágios de degradação do material ósseo exposto na superfície devido às intempéries, e o tempo de exposição referente a cada estágio (Tabela 2). Estes são:

- Estágio 0 - O osso não demonstra marcas de desgaste devido ao intemperismo. É comum encontrar tecidos como músculos, ligamentos e pele em parte ou em todo osso.
- Estágio 1 - Surgem rachaduras paralelas a estrutura fibrosa do osso. As superfícies de articulação podem conter pedaços de tecido demonstrando um mosaico de rachaduras. Gordura, pele e outros tecidos moles podem ou não estar presentes.
- Estágio 2 – Nos estágios iniciais parte da camada superficial do osso, geralmente associada a rachaduras, começa a descamar. Ao longo do tempo de exposição ocorre um incremento no número e na dimensão das rachaduras.
- Estágio 3 - A textura do osso se torna rugosa, resultado da remoção de grande parte da camada superficial do osso. Gradualmente este processo se espalha por toda a superfície do osso. Neste estágio é raro encontrar tecido mole ainda preso ao osso.

- Estágio 4: a superfície do osso se torna grosseiramente fibrosa. Quando movido pode se fragmentar;
- Estágio 5: o osso se encontra extremamente intemperizado e fragmentado, o que pode dificultar a visualização de sua morfologia original.

Tabela 2 *Estágios de desgaste relacionados à estimativa do número de anos desde a época da morte reconhecida para uma carcaça em Amboseli, Quênia (Behrensmeyer, 1978, modificado).*

<b>Estágio de desgaste</b>	<b>Estimativa de anos de exposição</b>
<b>0</b>	<b>0 – 1</b>
<b>1</b>	<b>0 – 3</b>
<b>2</b>	<b>2 – 6</b>
<b>3</b>	<b>4 - 15+</b>
<b>4</b>	<b>6 - 15+</b>
<b>5</b>	<b>6 - 15+</b>

O mesmo osso pode apresentar mais de um estágio de desgaste. Em Amboseli, Quênia, geralmente os ossos que se encontravam parcialmente soterrados possuem um desgaste diferenciado, onde a parte exposta normalmente demonstra sofrer uma degradação maior que a parte coberta por sedimentos. O mesmo processo pode ser observado em alguns dos fósseis provenientes da Lagoa do Rumo (Figuras 22 e 23).

Em alguns casos, a parte coberta por sedimentos possuía um desgaste maior do que a parte exposta. Isto ocorre devido aos solos altamente alcalinos,

onde os sais se incrustam na superfície do osso e ao se cristalizarem produzem rachaduras e descamamento. De forma geral, o processo de intemperização dos ossos está relacionado às variações de temperatura e umidade na superfície do solo (Behrensmeyer, 1978).

O alto grau de fragmentação observado na maior parte dos fósseis de *Eremotherium laurillardi* da Lagoa do Rumo, aliado ao fato destes não se encontrarem articulados, indica uma necrólise aeróbica em condições subaéreas. As feições intempéricas, como rachaduras e superfícies rugosas, variam dentro da assembléia estudada (Figuras 24-27). Isto aponta para uma exposição das carcaças dos animais por um período que poderia variar de poucos dias a até anos antes que estes fossem transportados para o interior do depósito e soterrados.

Devido ao número limitado de fósseis de *Panochthus greslebini*, Toxodontinae e *Stegomastodon waringi*, onde foram identificados somente um fragmento de osteodermo para o primeiro e fragmentos de dentes para os demais, não é possível inferir no processo de necrólise atuante nestes táxons.

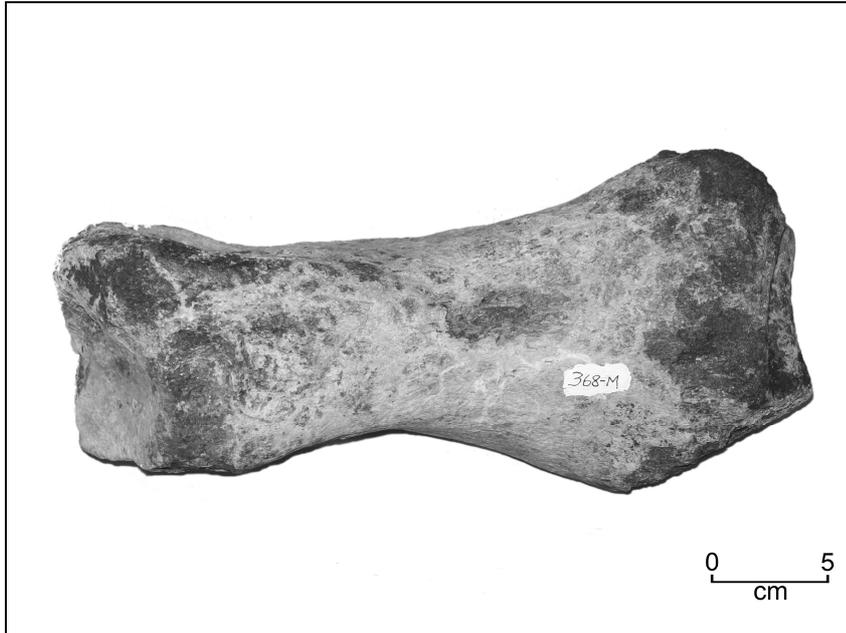


Figura 22 *Vista dorsal de metacarpo IV (UFRJ DG 368-M) de Eremotherium laurillardi exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 1.*

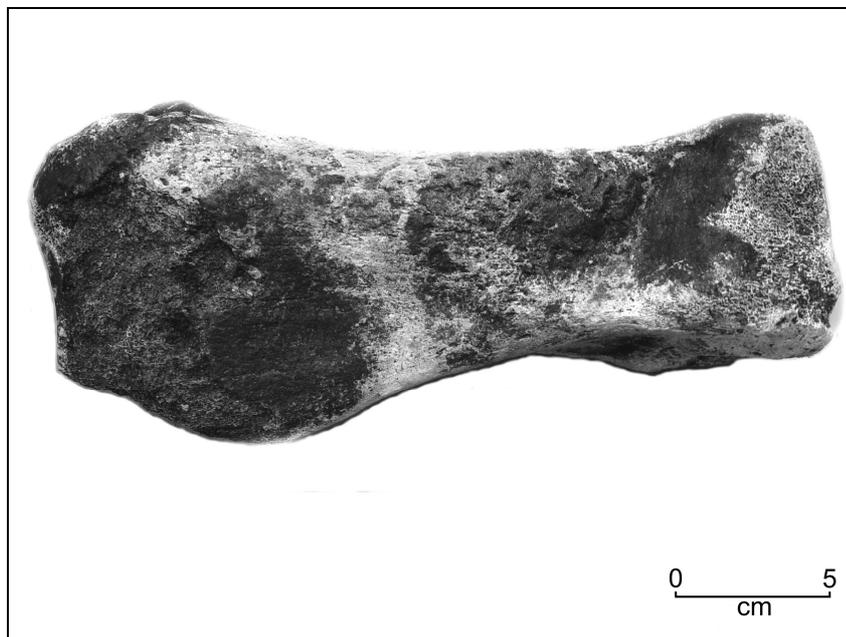


Figura 23 *Vista ventral do mesmo metacarpo IV de Eremotherium laurillardi exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 3.*

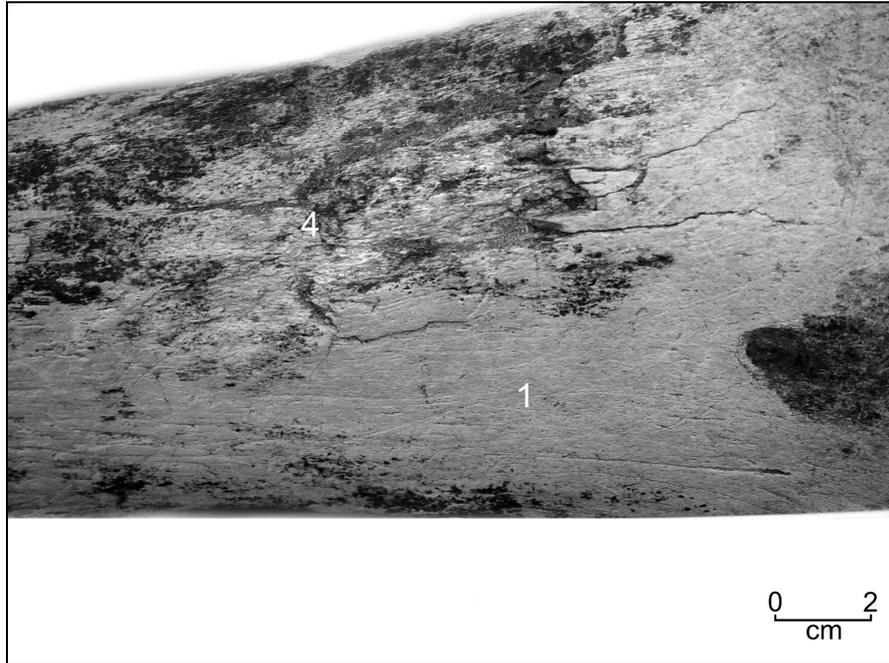


Figura 24 *Rádio de Eremotherium laurillardi (UFRJ DG 361-M)* exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 1 e estágio 4.

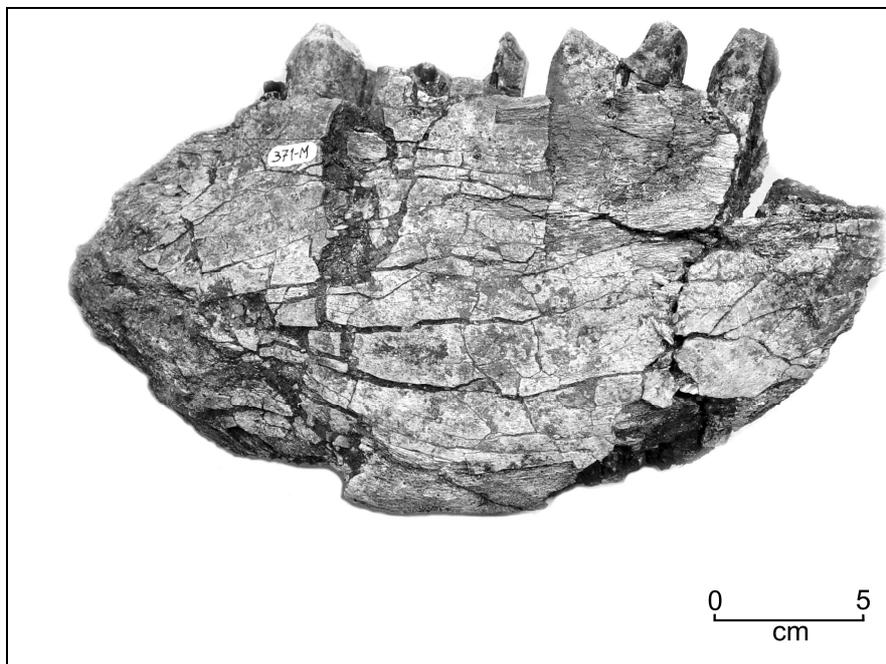


Figura 25 *Ramo mandibular fragmentado de Eremotherium laurillardi (UFRJ DG 371-M)* exibindo feições de desgaste intempérico do estágio 3.

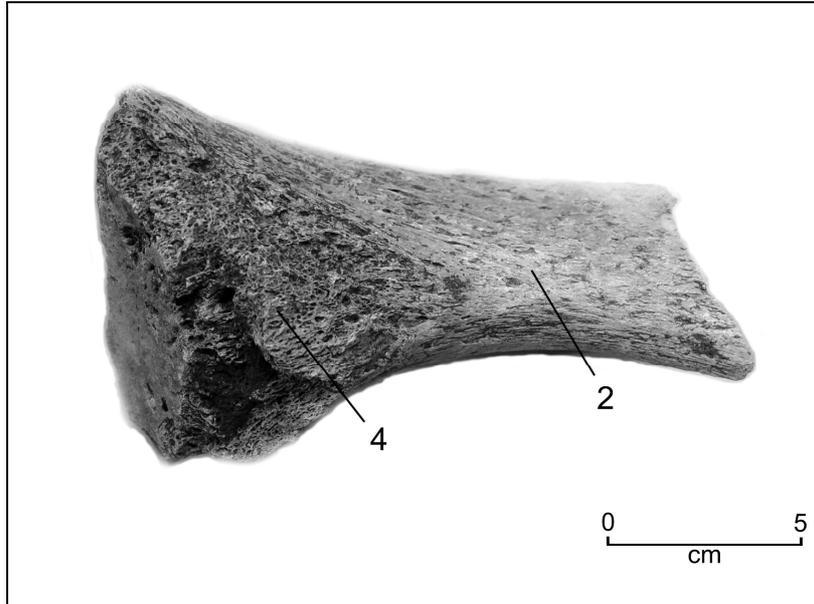


Figura 26 *Fragmento de costela indeterminada (UFRJ DG 377- M) exibindo feições de desgaste do estágio 2 e 4.*

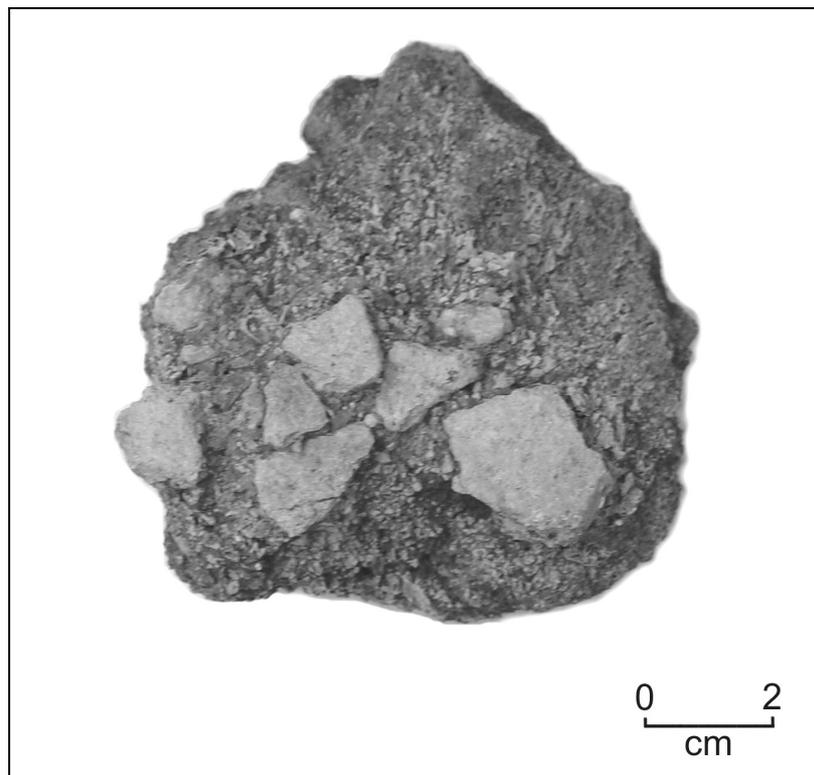


Figura 27 *Ossos fragmentados indeterminados (UFRJ DG 382-M) exibindo feição de desgaste de nível 5.*

### 5.2.3 Desarticulação e transporte

Com o fim da necrólise de um animal, seus restos esqueléticos ficam expostos aos agentes intempéricos. Isto só não irá ocorrer se houver um rápido soterramento da carcaça, onde suas articulações ainda estarão conectadas, abrindo a possibilidade de se encontrar o esqueleto praticamente inteiro e articulado (Holz & Simões, 2002). Se isto não ocorrer, o organismo estará sujeito aos agentes bióticos e abióticos discutidos anteriormente.

A maior parte do material se encontra muito fragmentada, demonstrando que, apesar do curto transporte aos quais os elementos foram submetidos, houve um alto grau de retrabalhamento dos mesmos após a sua deposição. Isto possivelmente ocorreu devido aos eventos deposicionais de fluxo de detritos que preenchem o tanque episodicamente. Estes teriam carreado carcaças de animais mortos ao redor do depósito, juntamente com clastos e sedimentos inconsolidados. Com a entrada de novo material, os que já estavam depositados poderiam ser reorganizados e redistribuídos no interior do tanque. Esta reorganização dos bioclastos pode acarretar em quebras e fraturas, mais prováveis de ocorrerem em material já fossilizado ou pré-fossilizado, devido à perda da elasticidade natural do osso.

As marcas de quebras encontradas nos fósseis (Figuras 28 e 29) e a coloração das regiões fraturadas (Figura 30) demonstram que elas teriam ocorrido tanto nos estágios iniciais do processo de fossilização por se apresentarem retilíneas, assim como no transporte dos ossos do local onde

estes repousavam para o interior do depósito, apresentando quebras como bordas irregulares, como ocorre quando o tecido ósseo ainda preserva alguma elasticidade original (Holz & Simões, 2002).

Estão representados os grupos I, II e III de *Voorhiers* (Martin, 1999; Holz & Simões, 2002), evidenciando curto transporte. O curto transporte aponta para uma assembléia parautóctone, onde os táxons não são removidos de seu hábitat natural (Simões & Holtz, 2004). Foram coletados elementos de vértebras, fragmentos de costelas, dentes, ossos de membros. Não há uma orientação preferencial dos bioclastos, o que é característico dos depósitos de tanque devido aos múltiplos eventos deposicionais que retrabalham e redistribuem de forma caótica o material em seu interior (figura 31).

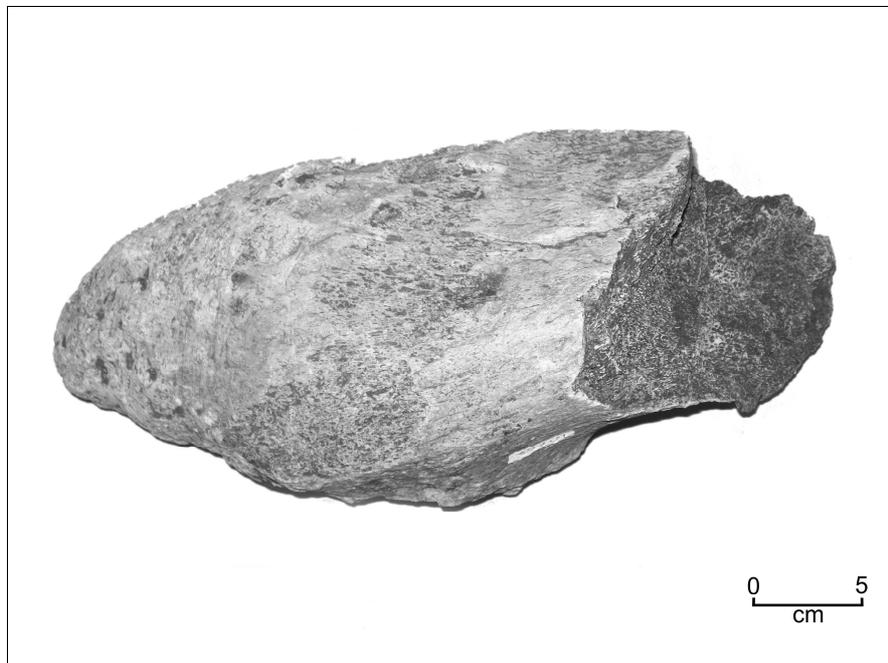


Figura 28 *Calcâneo fragmentado de Eremotherium laurillardi (UFRJ DG 357-M) com a região fraturada exibindo uma superfície angulosa.*



Figura 29 *Fragmentos de costelas indeterminados (UFRJ DG 379-M, esquerda, e UFRJ DG 378-M, direita) com a região fraturada exibindo uma superfície retilínea (esquerda) e angulosa (direita).*



Figura 30 *Fragmentos de costelas indeterminados (UFRJ DG 379-M, esquerda, e UFRJ DG 378-M, direita, onde se observa a mesma coloração na região da fratura e na superfície do osso.*



Figura 31 Osso com orientação L-O e mergulho horizontal e calhau de migmatito (Figura 32) com orientação N-S e mergulho horizontal.



Figura 32 Calhau de migmatito.

#### 5.2.4 Soterramento final

O evento deposicional relacionado ao soterramento final ocorreu em um evento de fluxo de detritos. São movimentos de massa rápidos, devido à ação da gravidade, que carregam partículas sedimentares de várias naturezas e tamanhos ao longo de uma encosta, depositando-os no sopé desta (Prothero & Schwab, 1999). Após a deposição das partículas maiores (clastos e bioclastos) em regime de fluxo de detritos, estas foram sobrepostas por uma camada de sedimentos finos ao diminuir a energia do meio, formando a camada caracterizada como um lamito, resultante da decantação de sedimentos argilosos.

### 5.3 Fossildiagênese

Foram realizadas lâminas petrográficas de três costelas, com a finalidade de se observar através de microscopia óptica o grau de preservação da microarquitetura original dos ossos, e, por meio de um microscópio eletrônico MEV (EDS), a composição química das mesmas de forma pontual, para desta forma se inferir o grau de preservação de sua mineralogia original (Figuras 33 a 42). A microarquitetura dos tecidos compacto e esponjoso do osso é

caracterizada, respectivamente, pela presença de sistemas de canais de Harvers e de trabéculas (Junqueira & Camargo, 2004; Di Fiori, 2001).

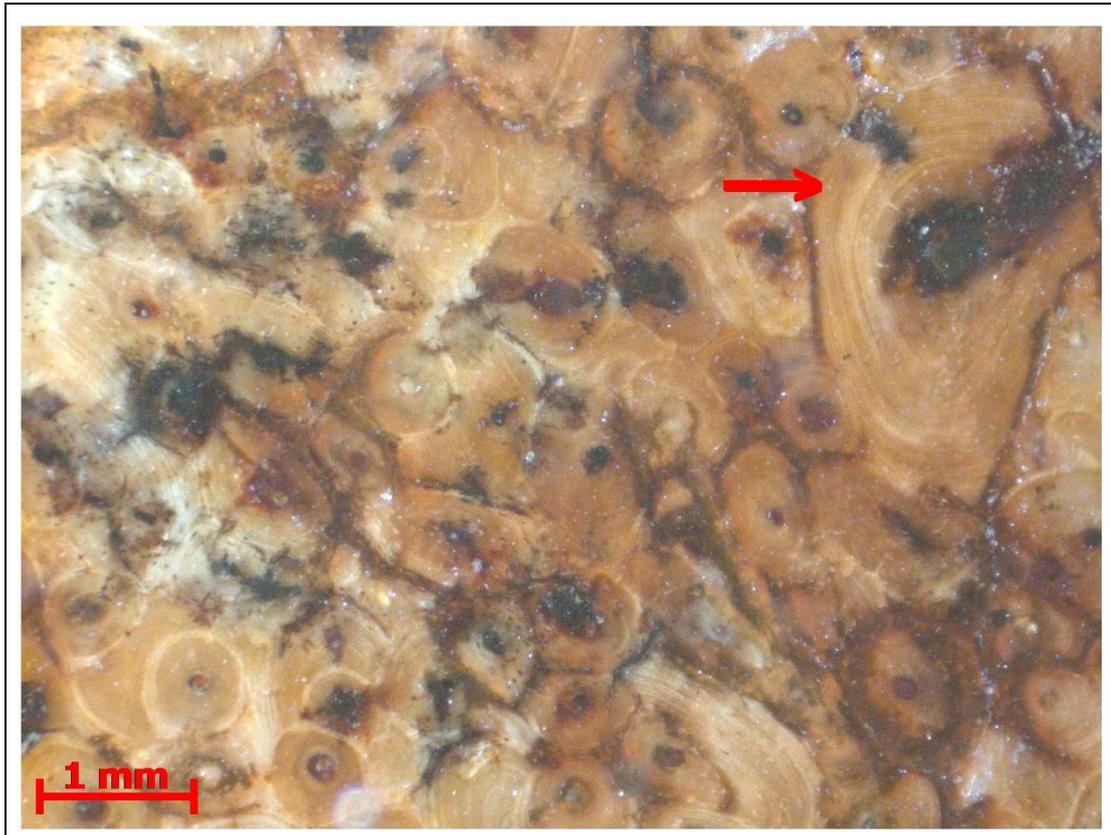


Figura 33 Lâmina petrográfica ALP 01 (UFRJ DG 385) do tecido compacto de uma costela observada em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra parcialmente preservada, com um grau diferenciado de preenchimento dos sistemas de canais de Harvers, ocorrendo em alguns uma sutil alteração da morfologia (seta).

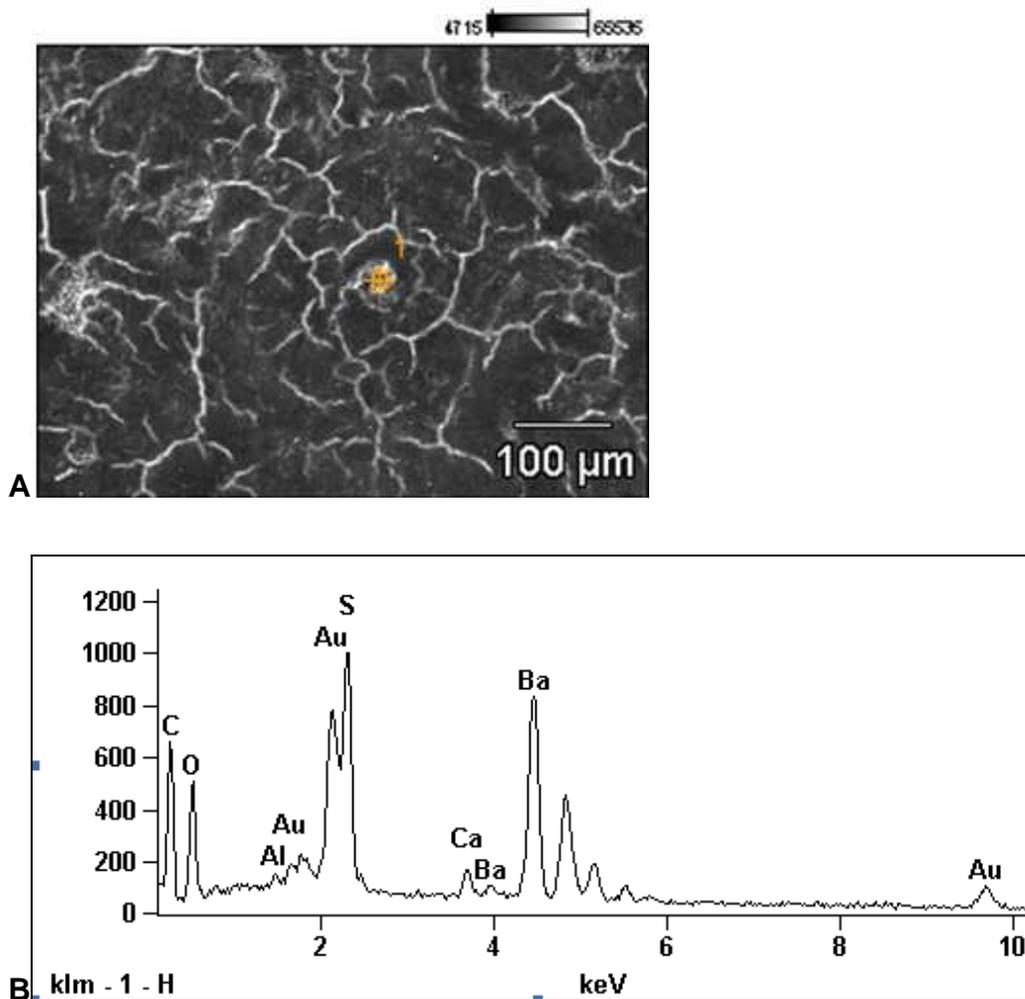


Figura 34 (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 100x) da amostra de lâmina petrográfica ALP 01 (UFRJ DG 385-M). O ponto analisado no MEV/EDS (#1) corresponde a um canal de Harvers;

(B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado. Os picos de enxofre, oxigênio e bário podem indicar a presença de sulfato de bário. A cristalização deste sal pode ter contribuído para a alteração da morfologia de alguns canais do sistema de Harvers do tecido compacto desta amostra, onde estes foram obliterados e levemente deformados.

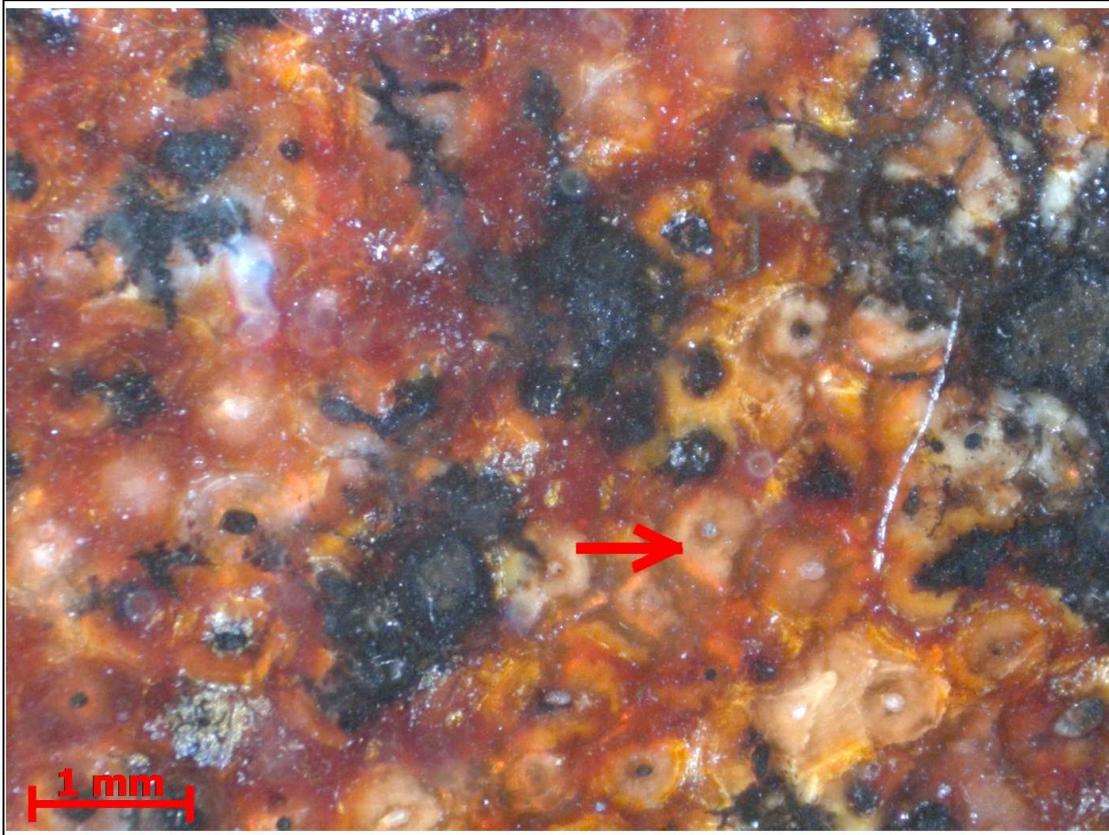
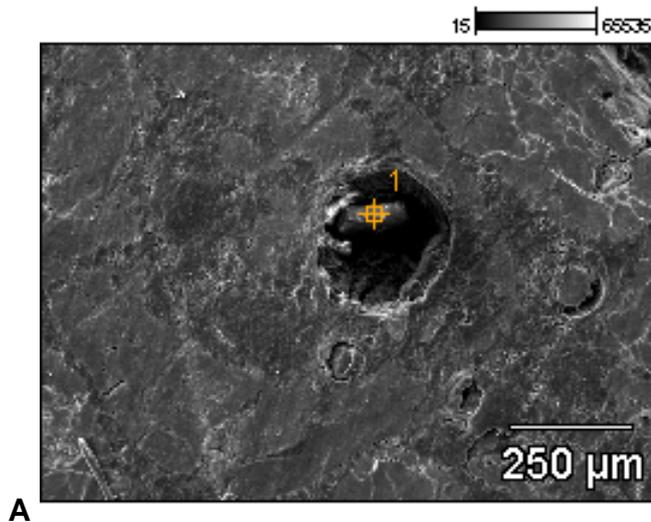
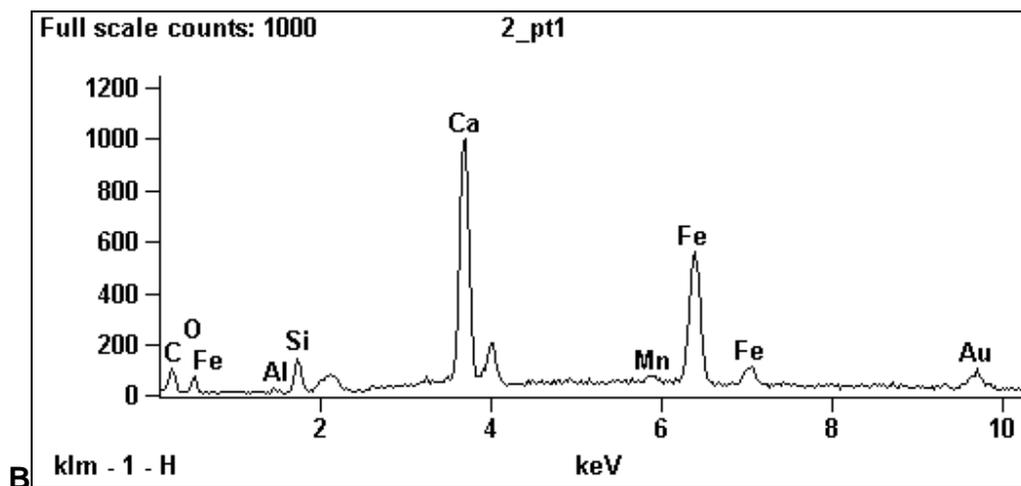


Figura 35 Lâmina petrográfica ALP 02 (UFRJ DG 386-M) do tecido compacto de uma costela observada em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra mal preservada, com os sistemas de canais de Harvers (seta) bastante preenchidos, ocorrendo uma alteração da sua morfologia.



A



B

Figura 36 (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 100x) da amostra de lâmina petrográfica ALP 02 (UFRJ DG 386-M). O ponto analisado no MEV/EDS (#1) corresponde a um canal de Harvers;

(B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado com picos de ferro e cálcio, e pequenas quantidades de carbono, oxigênio, manganês, alumínio e silício. O cálcio e o oxigênio seriam parte da mineralogia original do osso. O alumínio e o silício estariam relacionados a presença de caulinita no depósito fossilífero.

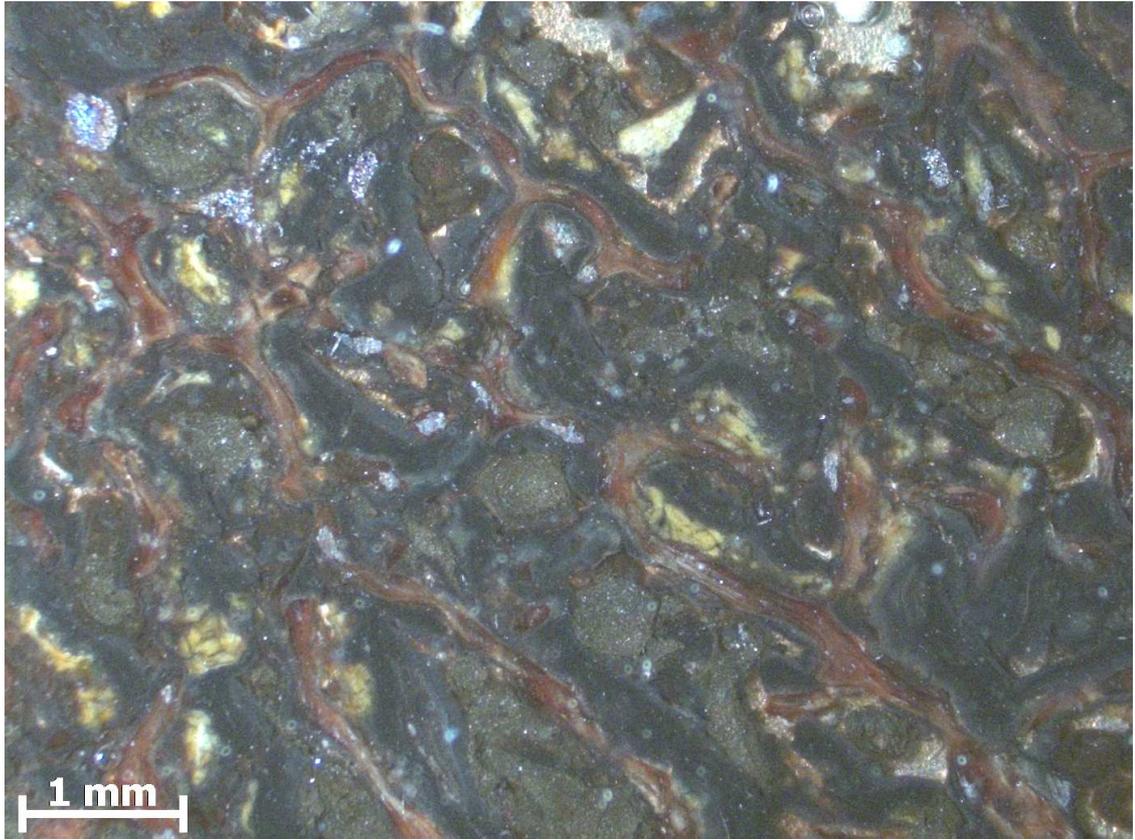
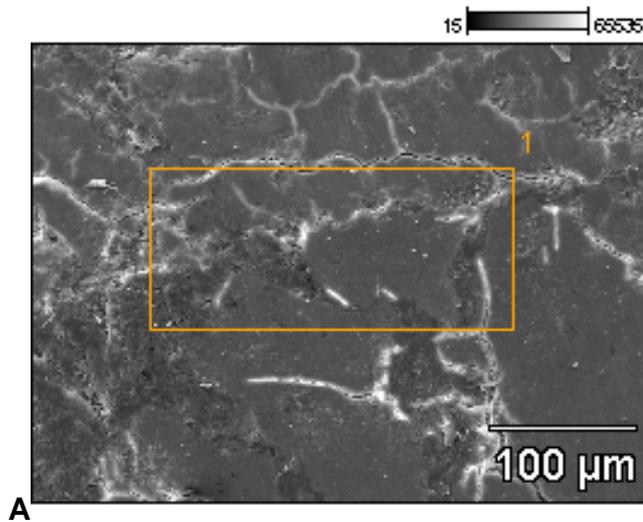
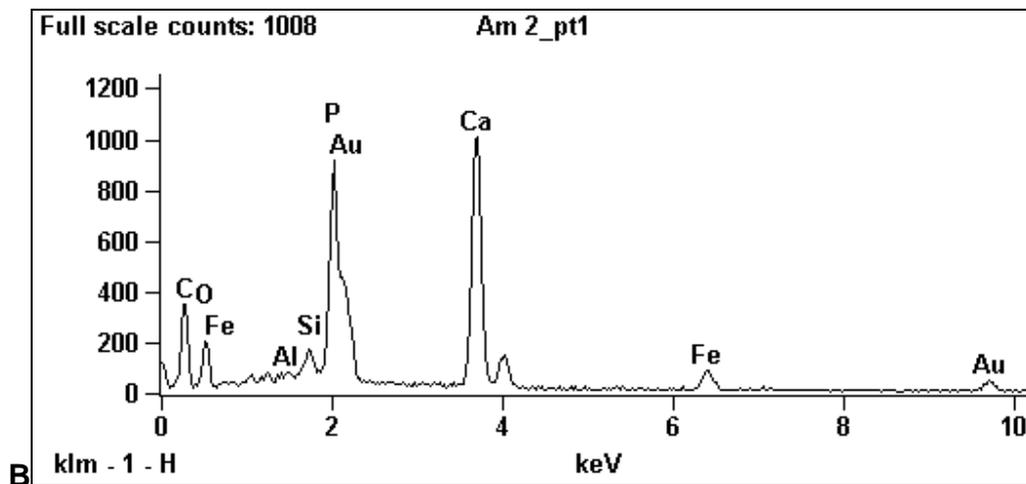


Figura 37 *Lâmina petrográfica ALP 02 (UFRJ DG 386-M) do tecido esponjoso de uma costela observado em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra mal preservada, dificultando a visualização das trabéculas.*



A



B

Figura 38 (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura da lâmina petrográfica ALP 02 (UFRJ DG 386-M). A área analisada no MEV/EDS (#1) corresponde a um canal de Harvers;

(B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado com picos de ferro e cálcio, e pequenas quantidades de oxigênio, manganês, alumínio e silício. O cálcio, o fósforo e o oxigênio seriam da mineralogia original do osso (apatita). O alumínio e o silício estariam relacionados à presença de caulinita no depósito fossilífero.

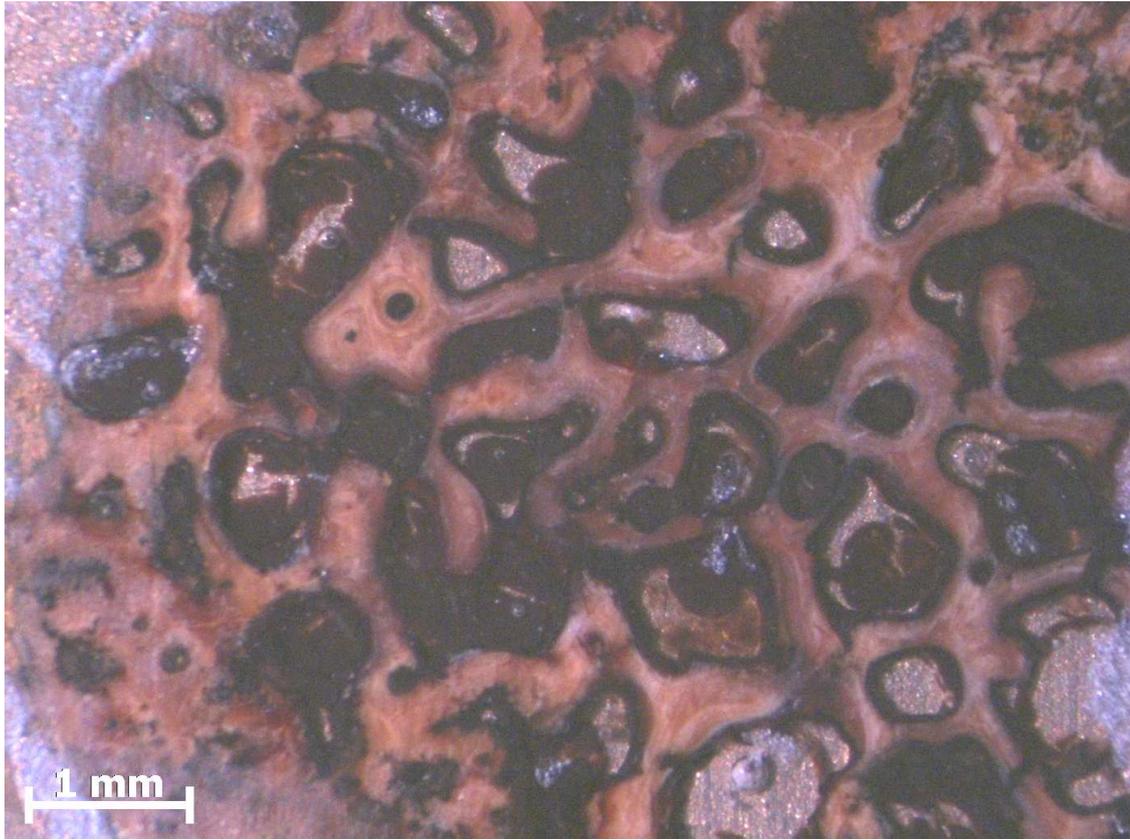


Figura 39 *Lâmina petrográfica ALP 03a (UFRJ DG 387-M) do tecido esponjoso de uma costela observado em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra bem preservada, onde algumas trabéculas apresentam leves sinais de deformação.*

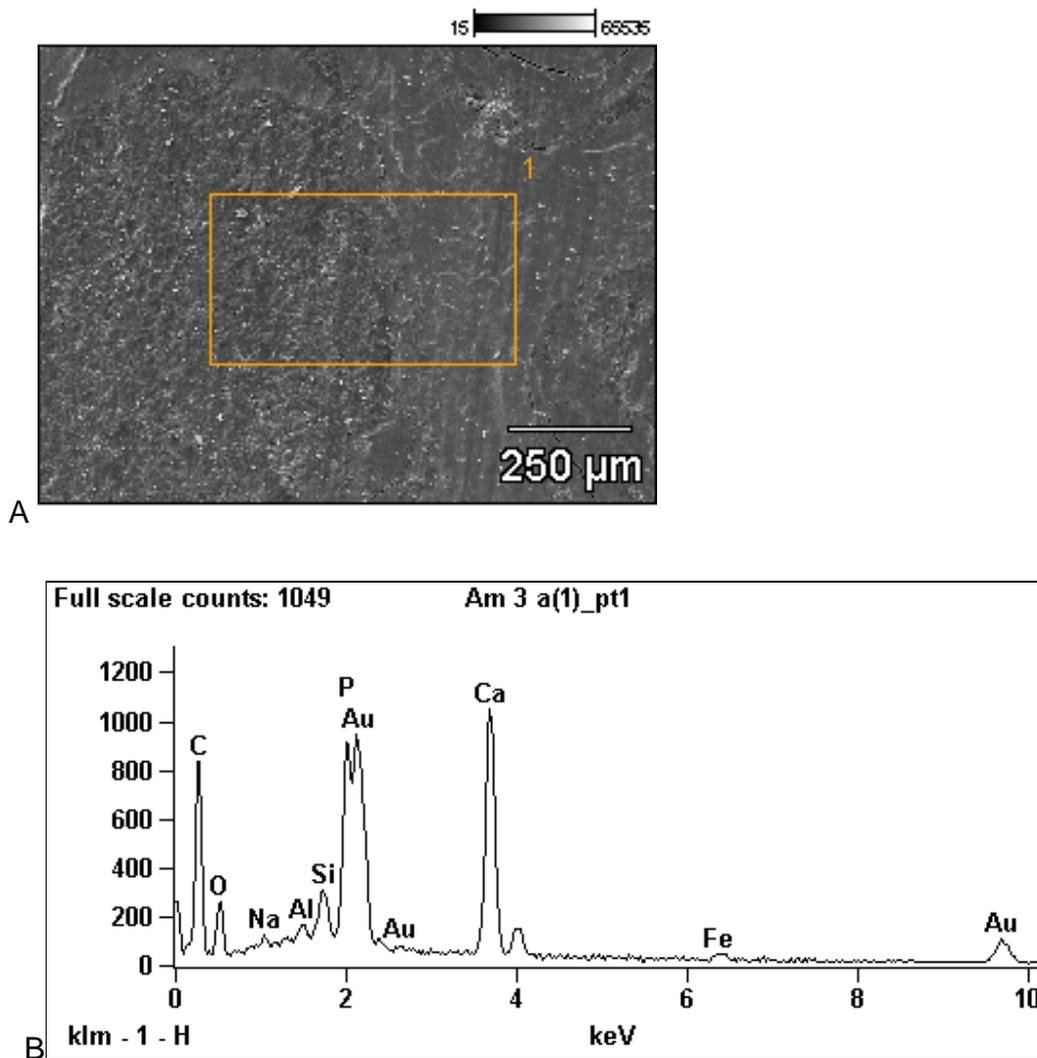


Figura 40 (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura (ampliação de 100x) da amostra de lâmina petrográfica ALP 03a (UFRJ DG 387-M). O ponto analisado no MEV/EDS (#1) corresponde ao tecido esponjoso do osso;

(B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS do ponto analisado com picos de carbono, fósforo e cálcio e pequenas quantidades de oxigênio, sódio, alumínio, silício e ferro. O cálcio, o fósforo, o oxigênio, e o sódio seriam elementos da mineralogia original do osso. O alumínio e o silício seriam produtos da decomposição do feldspato da rocha onde se encontra encaixado o depósito fossilífero, assim como o ferro.

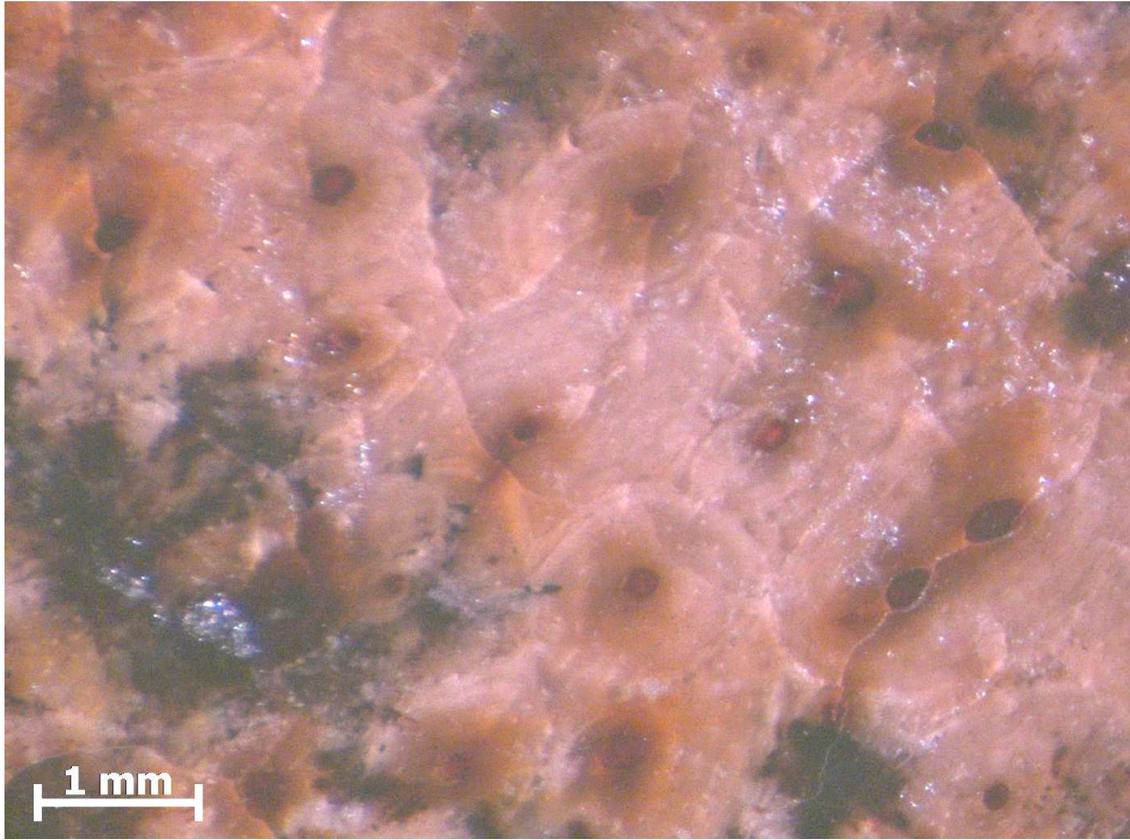


Figura 41 *Lâmina petrográfica ALP 03b (UFRJ DG 387-M) do tecido compacto de uma costela observado em microscópio óptico. A microarquitetura original do osso se encontra parcialmente preservada, com um grau de preenchimento dos canais de Harvers em que ora ocorre uma alteração da morfologia, ora esta se encontra preservada.*

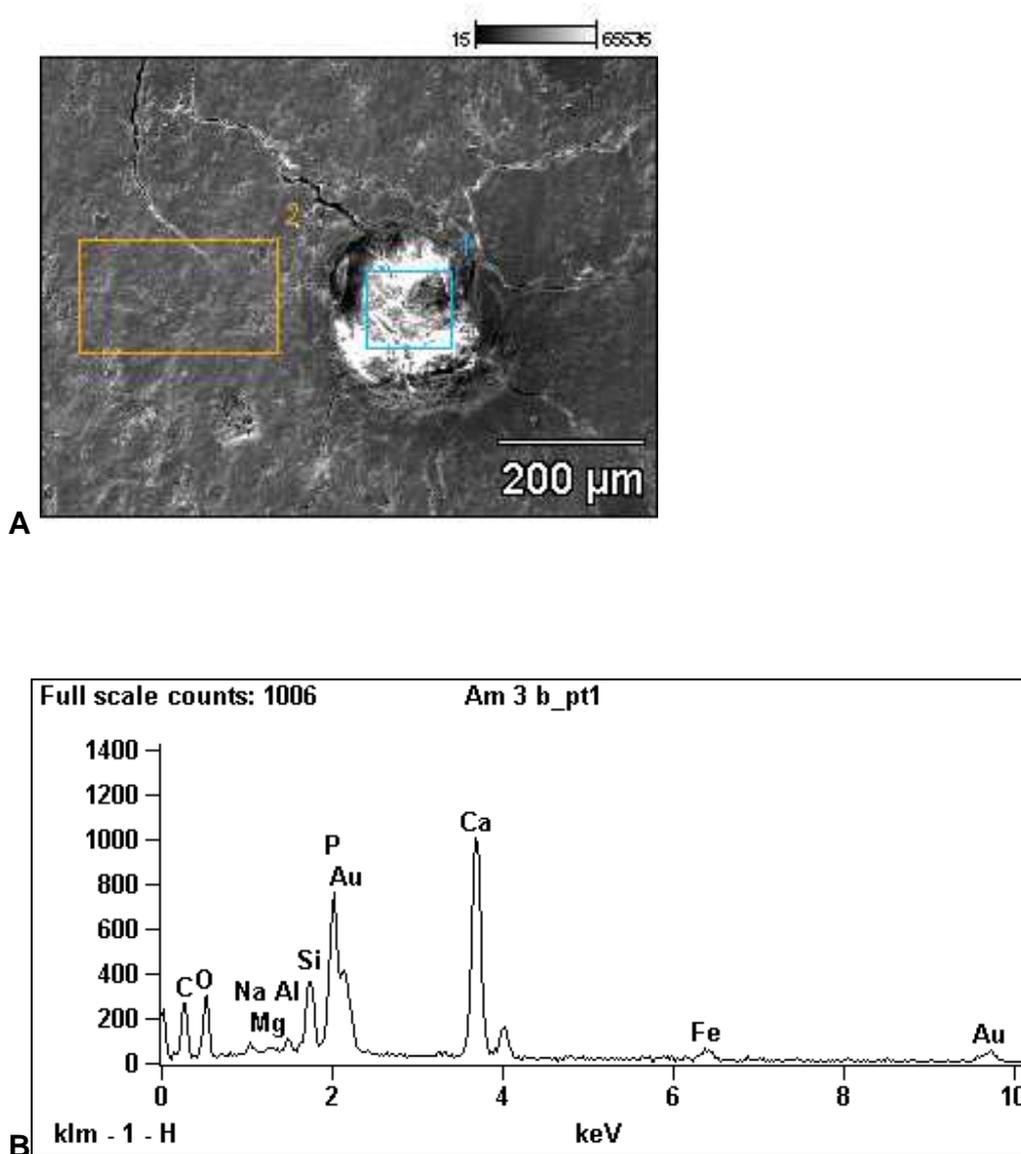


Figura 42 (A) Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura da lâmina petrográfica ALP 03b (UFRJ DG 387-M). Os pontos analisados no MEV/EDS correspondem a um canal de Harvers (1) e tecido compacto (2);

(B) Espectro obtido por meio do MEV/EDS da área analisada (1) com picos de cálcio e fósforo, e pequenas quantidades de oxigênio, magnésio e sódio, provenientes da composição mineralógica original do osso. O alumínio e o silício seriam produtos da decomposição do feldspato da rocha onde se encontra encaixado o depósitoossilífero.

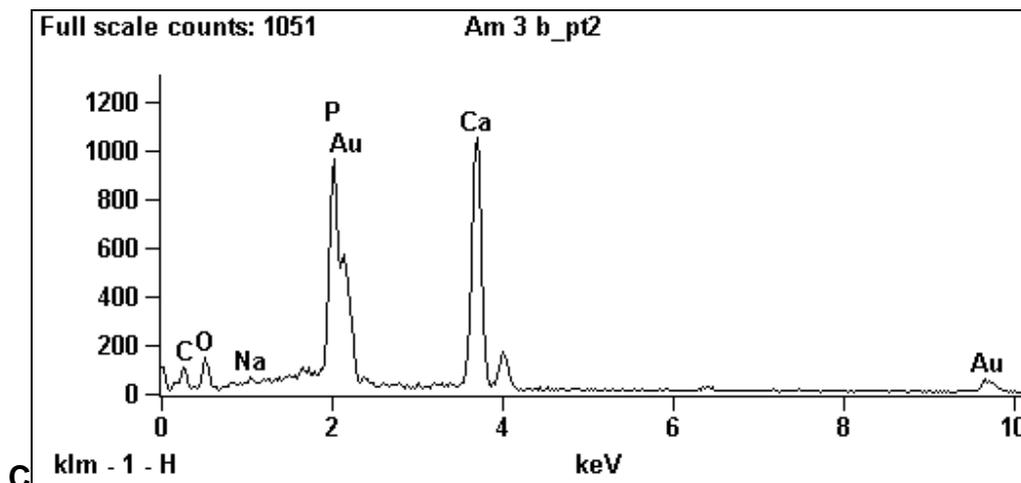


Figura 42 (C) Espectro obtido na área analisada (2), com picos de cálcio e fósforo, além de oxigênio e sódio, demonstrando uma boa preservação da mineralogia original do osso.

O processo de fossilização predominante na assembléia de mamíferos fósseis da Lagoa do Rumo é a permineralização. Os poros da maior parte dos fósseis encontram-se preenchidos por sílica e alumínio, produtos do intemperismo do feldspato do embasamento

Alguns bioclastos exibem sinais de piritização (Figura 43), indicando que o ambiente deposicional era redutor, pobre em oxigênio. A pirita ( $\text{FeS}_2$ ) encontrada em sedimentos ricos em matéria orgânica é produto da atividade metabólica de micróbios na decomposição da matéria orgânica presente nos sedimentos. Esta produz  $\text{H}_2\text{S}$  (gás sulfídrico), através da redução de sulfatos de ferro, pela atividade de bactérias na matéria orgânica em decomposição. Sua interação com minerais de ferro detríticos presentes nos sedimentos geram pirita (Schieber, 2002). Outros bioclastos exibem sinais de incrustação por minerais de quartzo, fragmentos de rochas do embasamento (Figura 44) e bioclastos.



Figura 43 Osso indeterminado com sinais de piritização e incrustação em sua superfície. Na figura (A) a seta indica um seixo de quartzo incrustado na superfície do osso. Em (B) uma aproximação da pirita destacada na figura (A).

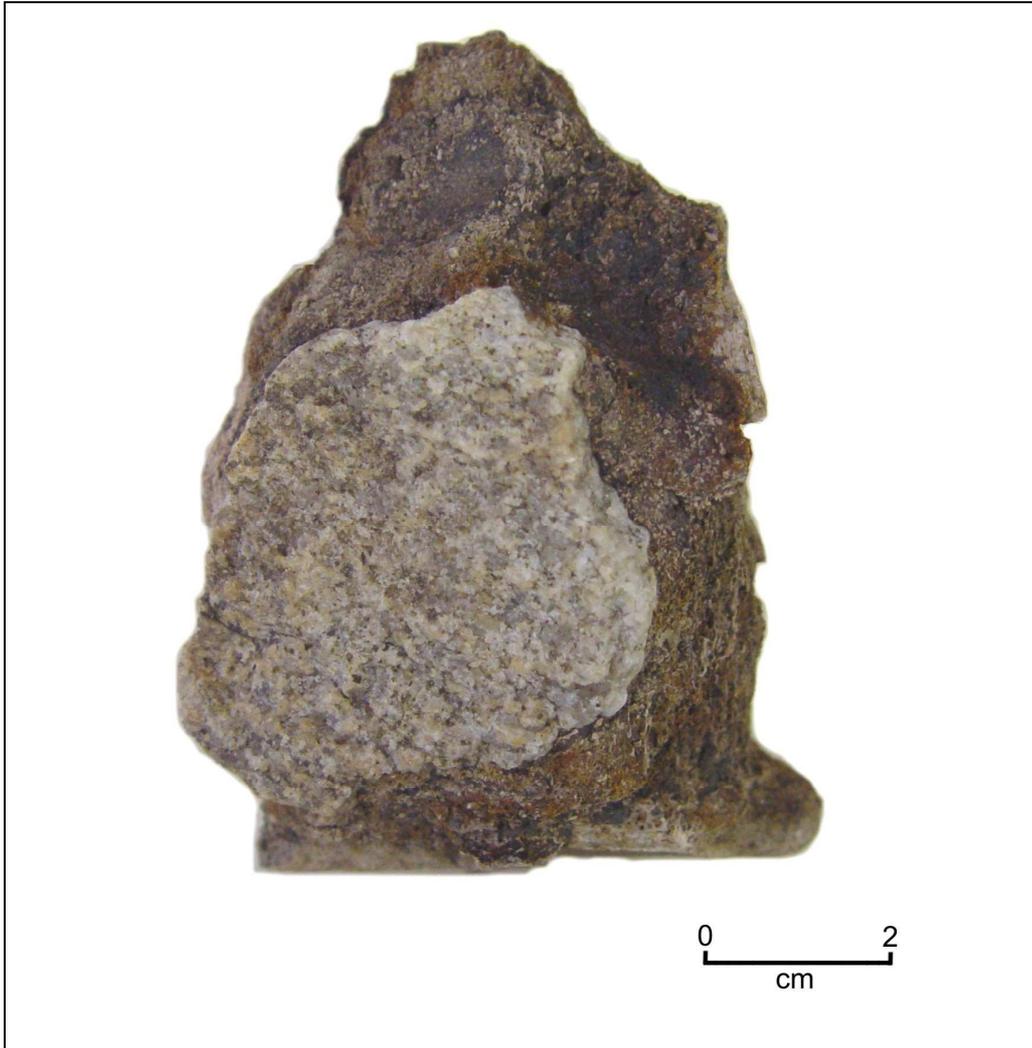


Figura 44 *Corpo vertebral indeterminado (UFRJ DG 380-M) incrustado por calhau de ortogneisse alterado, proveniente do embasamento do depósito fossilífero.*

## 6 DATAÇÕES RADIOMÉTRICAS POR $^{14}\text{C}$

Dados geocronológicos por meio do  $^{14}\text{C}$  são bastante difundidos nos estudos sobre o Quaternário relacionados à arqueologia, geologia, paleontologia, entre outros ramos do conhecimento desde os anos da década de 1950. Este método de datação radiométrica se baseia na contínua produção de carbono radioativo ( $^{14}\text{C}$ ) através da interação de nêutrons cósmicos com átomos de  $^{14}\text{N}$  na estratosfera. O  $^{14}\text{C}$  é então oxidado, tornando-se  $^{14}\text{CO}_2$ , e acaba se distribuindo pelos outros reservatórios naturais, como os oceanos e a biosfera, ingressando desta forma no ciclo global do carbono, onde este é assimilado e incorporado (Pessenda, 1998; Souza *et al.*, 2005).

O ciclo do  $^{14}\text{C}$  começa com a sua assimilação pelas plantas através da fotossíntese, onde compostos orgânicos são formados. Quando os animais se alimentam destas plantas, incorporam o  $^{14}\text{C}$ . Durante a vida de um organismo há um equilíbrio entre este e o ambiente no que se refere à atividade específica do  $^{14}\text{C}$ . Este equilíbrio só é rompido com a morte do organismo, que cessa a absorção do  $^{14}\text{C}$ , iniciando sua desintegração radioativa (Souza *et al.*, 2005).

A meia vida, ou seja, o tempo necessário para que a atividade do  $^{14}\text{C}$  seja reduzida à metade, é de  $5.730 \pm 30$  anos. Estima-se que a aplicabilidade do método esteja restrita a amostras com até 50.000 – 60.000 anos de idade, o equivalente a dez meias vidas do  $^{14}\text{C}$  (Pessenda, 1998; Souza *et al.*, 2005).

## 6.1 Resultados das datações por $^{14}\text{C}$ (AMS)

Foram selecionadas três amostras para serem datadas por  $^{14}\text{C}$ , com a finalidade de se estabelecer o possível grau de mistura temporal da assembléia de mamíferos fósseis da Lagoa do Rumo. Foram selecionados uma amostra de sedimentos (amostra 1/CENA 679) proveniente do topo da camada onde foram coletados os fósseis dos elementos da megafauna quaternária, além de um corpo vertebral torácico (amostra 2/CENA 680) e um corpo vertebral lombar (amostra 3/CENA681) de *Eremotherium laurillardi*. As amostras foram pré-tratadas para a obtenção da extração do carbono a ser datado pelo método tradicional de  $^{14}\text{C}$  no Laboratório de  $^{14}\text{C}$  do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da USP de Piracicaba, São Paulo. Como as quantidades de carbono obtidas foram inferiores a 1 grama em todas as três amostras, estas foram datadas no Laboratório de AMS do *Center for Applied Isotope Studies*, da Universidade da Geórgia, Estados Unidos. A datação radiocarbônica por AMS possibilita que sejam analisadas amostras com níveis inferiores a 1 grama de carbono. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 Resultados das datações radiométricas por  $^{14}\text{C}$  (AMS)

Identificação da Amostra	Número de Laboratório	Idade (anos A. P.)	Valor C-N*	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
Amostra 1/CENA 679	UGAMS <sup>1</sup> 5030	8.600±30	–	-23.2
Colágeno Osso – Amostra 2/CENA680	UGAMS <sup>1</sup> 4453	3.480±50	10.6	-22,9
Colágeno Osso – Amostra 3/CENA681	UGAMS <sup>1</sup> 4454	3.240±30	7.8	-19,8

<sup>1</sup>Laboratório de AMS – Universidade da Geórgia, Estados Unidos.

\*A relação de C:N deve estar dentro da faixa de 2.9-3.5 para a validação do resultado (Gravina et al., 2005).

## **7 DIFRATOMETRIA POR RAIOS-X**

As argilas são sedimentos terrosos, de granulometria fina, que quando hidratado adquire certa plasticidade. Os argilominerais são partículas cristalinas diminutas compostas quimicamente por silicatos hidratados de alumínio e ferro, e geralmente contendo certo teor de elementos alcalinos e alcalinos-terrosos. Além de argilominerais, as argilas podem conter matéria orgânica, partículas de quartzo, pirita, micas e outras matérias residuais, além de minerais amorfos, desprovidos de estrutura cristalina (Santos, 1975).

A difração por raios-X é uma ferramenta de análise geoquímica amplamente utilizada na caracterização da mineralogia de sedimentos pelíticos. A identificação dos argilominerais presentes em uma determinada amostra de sedimentos nos traz informações tanto quanto a origem do material, quanto a mudanças na química do meio devido à, por exemplo, mudanças climáticas (Lowe & Walker, 1984). Deste modo, a caracterização de sedimentos argilosos de uma determinada área pode fornecer dados pertinentes às transformações climáticas registradas ao longo do seu perfil sedimentar.

### **7.1 Resultados da Difratometria por raios-X**

Os difratogramas produzidos a partir da análise das quatro amostras selecionadas - AMESED 1 (camada I, 90 cm), AMESED 2 (camada II, 30 cm),

AMESED 3 (camada II, 60 cm) e AMESED 4 (camada II, 90 cm) – demonstram picos com ângulos característicos de caulinita [ $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ] ( $\text{\AA} = 7,19$  para o primeiro pico, e  $\text{\AA} = 3,56$  para o segundo), argilomineral 1:1, sendo seu arranjo molecular caracterizado por tetraedros de sílica [ $\text{Si}_2\text{O}_4$ ] e um octaedro de gipsita [ $\text{Al}_2(\text{OH})_6$ ] (Araújo *et al.*, 2006), e de um argilomineral 2:1 do grupo das esmectitas ( $\text{\AA} = 14,7$ ), com arranjo molecular composto por dois tetraedros de sílica e um octaedro de alumínio (Santos, 1975).

Os dados obtidos nas análises realizadas demonstram um aumento na intensidade do pico do argilomineral 2:1 da base para o topo da sequência sedimentar do depósito, demonstrando uma diminuição na capacidade de lixiviação dos silicatos destes argilominerais (Figura 45).

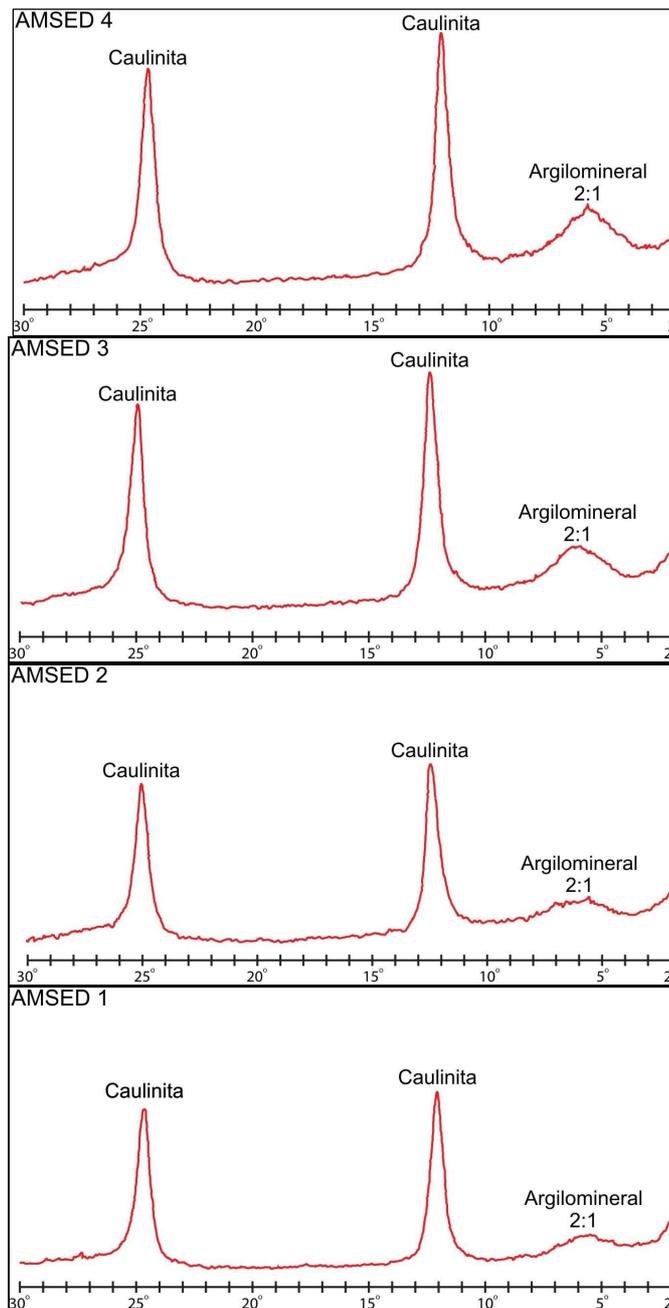


Figura 45 *Difratogramas das amostras de sedimentos AMESSED 1 (camada I, 90 cm), AMESSED 2 (camada II, 30 cm), AMESSED 3 (camada II, 60 cm) e AMESSED 4 (camada II, 90 cm), analisadas na difração por raios-X. Observa-se um aumento no pico referente ao argilomineral 2:1 do grupo das esmectitas, indicando uma diminuição da capacidade de lixiviação dos silicatos presentes nos sedimentos ao longo da base ao topo da sucessão sedimentar do depósito.*

## 8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 8.1 Aspectos tafonômicos

#### 8.1.1 Bioestratinomia

A assembléia fossilífera de Lagoa do Rumo, representada por pelo menos dois indivíduos adultos de *Eremotherium laurillardi*, um indivíduo de *Panochthus greslebini* e outro de Toxodontidae de idades indeterminadas, além de um *Stegomastodon waringi* juvenil, possui algum grau de mistura temporal, devido aos distintos aspectos bioestratinômicos e fossildiagnéticos observados nos fósseis coletados. A morte dos táxons *Eremotherium laurillardi* e *Stegomastodon waringi* ocorreu em eventos seletivos, devido à presença de indivíduos adultos desta preguiça terrícola e do indivíduo juvenil deste proboscídeo. Como não foi possível determinar a idade dos outros dois táxons identificados – Toxodontidae e *Panochthus greslebini* – não é possível inferir em padrão para a morte destes indivíduos.

Ferreira (2008), em um estudo tafonômico realizado em uma assembléia fossilífera composta exclusivamente pelo taxa *Eremotherium laurillardi*, em Itaituba, Pará, depositada em uma depressão formada pela reativação tectônica de uma falha geológica em rochas calcárias da Formação Itaituba

(Carbonífero), pode identificar uma morte catastrófica por soterramento. A hipótese é sustentada devido à presença de indivíduos desta espécie em diversas classes etárias: um neonato, três jovens e um adulto, além das características sedimentológicas da camada fossilífera, evidenciado uma deposição em fluxo de detritos em eventos de enxurrada.

Em Brejo de Madre de Deus, Pernambuco, foram descobertos fósseis de *Eremotherium laurillardi*, *Panochthus greslebini*, *Glyptodon clavipes*, *Holmesina paulacoutoi*, *Stegomastodon waringi* e *Toxodon platensis*, provenientes de um tanque fossilífero encaixado em um granitóide da província da Borborema. Alves (2007) aponta para uma morte não-seletiva baseando-se nos distintos estágios de desenvolvimento ontogenéticos de ossos pós-cranianos de *Eremotherium laurillardi*.

Silva (2001), ao estudar uma assembléia proveniente de um tanque fossilífero na cidade de Maravilha, Sergipe, composta por *Eremotherium laurillardi*, *Toxodon platensis*, *Stegomastodon waringi*, também observa uma mortandade em massa ao identificar ossos e dentes pertencentes aos gonfoterídeos de diversas classes de tamanho.

A necrólise dos indivíduos de *Eremotherium laurillardi* teria ocorrido em meio aeróbico, antes do soterramento final dos restos ósseos. Os diferentes estágios de desgaste devido às intempéries (Behrensmeyer, 1978), observado em alguns dos ossos, demonstram que estes podem ter ficado expostos na interface sedimento-ar de dias a até alguns anos. Não é possível inferir na necrólise dos demais táxons presentes no depósito devido a ausência de dados.

Nos trabalhos de Silva (2001), Alves (2007) e Ferreira (2008), não realizou-se uma análise enfocando os padrões de desgaste intempérico dos fósseis nas assembléias estudadas por estes autores. Em Maravilha, Silva (2001) sugere um adiantado estágio de decomposição para as carcaças dos animais, que teriam sido desarticuladas e caoticamente depositadas. Alves (2007) não faz referência ao tipo de necrólise atuante em Brejo de Madre de Deus.

Ferreira (2008) aponta para uma necrólise aeróbica para a assembléia de preguiças terrícolas de Itaiatuba. Interpretação esta baseada na não preservação das partes moles das carcaças. Esta interpretação carece de um embasamento maior por parte do autor, já que a preservação das partes moles só ocorre não somente em um meio anaeróbico, mas em condições geológicas extremamente raras.

Os restos ósseos foram encontrados desarticulados e, em grande maioria, fragmentados. Esta fragmentação pode ter ocorrido antes do soterramento final do osso, seja por meio de atividade biológica, das intempéries ou do transporte dos mesmos para o interior do depósito em eventos de fluxo de detritos, quanto após o soterramento, durante o processo de fossilização. A quebra de ossos durante o processo fossilizante pode ter ocorrido tanto pelo retrabalhamento dos mesmos dentro do depósito, com o aporte de novos sedimentos em um novo fluxo de detritos, quanto durante a sua retirada de dentro da camada de forma indiscriminada. A coloração das fraturas observadas

em alguns dos bioclastos fragmentados e a geometria destas fraturas sustentam a hipótese de que estes teriam sido fragmentados antes de sua fossilização.

A presença de elementos ósseos nos grupos I, II e III de *Voorhiers* (Martin, 1999; Holz & Simões, 2002), para três dos quatro táxons identificados (*Eremotherium laurillardi*, *Toxodontinae* e *Stegomastodon waringi*), apontam para um curto transporte, sendo a assembléia definida como parautóctone (Simões & Holz, 2004). O táxon *Panochthus greslebini*, representado pelo fragmento de osteodermo, não pode ser inserido em qualquer dos grupos de *Voorhiers*.

As feições de desarticulação e transporte observados nos fósseis das assembléias de mamíferos quaternários estudadas por Silva (2001), Alves (2007) e Ferreira (2008) são bastante semelhantes às encontradas na assembléia de Baixa Grande: um curto transporte em eventos de enxurrada, com um acentuado grau de desarticulação e fragmentação dos bioclastos. Silva (2001) e Alves (2007) atribuem isto aos eventos de fluxo de detritos de alta energia que eram responsáveis pelo transporte do material para o interior do depósito.

Ferreira (2008) observa um alto grau de fragmentação e desarticulação também atribuída à energia do agente responsável pelo transporte, realçando que esta fragmentação e desarticulação pode ter ocorrido pela pressão das camadas superiores, e durante a morte por soterramento destes animais. A ausência de feições de fragmentação, abrasão e desgaste por transporte, ínfimas nos fósseis da Itaituba, são atribuídas pelo autor a proteção mecânica

oferecida pelas partes moles aos ossos, já que estas ainda não haviam sido decompostas devido ao tipo de morte sofrida pela assembléia.

O soterramento final da assembléia de Baixa Grande correu em um evento de fluxo de detritos, que teria carreado para o interior do depósito de maneira não seletiva clastos e bioclastos de diversas classes de tamanho. Após este evento, se instalou um regime sedimentar de baixa energia, uma pequena lagoa, observado pelo depósito pelítico que recobre a camada onde os fósseis foram coletados.

Silva (2001), Alves (2007) e Ferreira (2008), baseando-se não seleção dos clastos e bioclastos, depositados de forma caótica, e estando os últimos desarticulados e na maior parte fragmentados, apontam também para um evento de fluxo de detritos como o agente responsável pelo soterramento final das assembléias de mamíferos quaternários de Maravilha, Brejo da Madre de Deus e Itaiatuba, respectivamente.

De uma forma geral, as características bioestratinômicas das assembléias fossilíferas de Baixa Grande, Maravilha, Brejo de Madre de Deus e Itaiatuba são bastante semelhantes. São encontradas similaridades no tipo de necrólise, no transporte, na fragmentação, na desarticulação, além da natureza do evento deposicional. A principal diferença na história tafonômica dos depósitos aqui discutidos se encontra no tipo de mortandade apontado (quando possível) para a assembléia de Baixa Grande.

### 8.1.2 Aspectos fossildiagnéticos

O principal processo de fossilização atuante é a permineralização. Alguns fósseis, além de permineralizados, se encontram piritizados e/ou com incrustações de clastos e bioclastos. Em alguns casos, a permineralização dos ossos ocorreu de maneira mais intensa, modificando a microarquitetura original do tecido ósseo por meio da cristalização de sais, que ao se expandirem deformaram estruturas, tais como os canais de Havers no tecido compacto do osso e as trabéculas do tecido esponjoso. A alteração não chegou a modificar a morfologia e o volume do osso.

Silva (2001) ao analisar lâminas petrográficas de tecidos compactos e esponjosos de ossos dos fósseis de Maravilha pode observar uma boa preservação da microarquitetura original do material analisado. Em alguns fósseis pequenos grãos de quartzo foram encontrados preenchendo o espaço intertrabecular do tecido esponjoso. O autor observa cinco fases fossildiagnéticas, inferidas a partir de análises de difração por raios-X em algumas amostras selecionadas: I - Sulfetação, onde em um ambiente redutor sulfetos teriam sido precipitados na superfície dos ossos; II - Carbonização, processo que ocorre predominantemente nos fósseis estudados, evidenciado por uma coloração preta observada em alguns fósseis; III – Compactação, onde se observou micro e macroscopicamente um leve achatamento em uns poucos fósseis; IV – Fosfatização, fase que seria correspondente à precipitação de sais

dissolvidos; e V – Calcificação, processo menos atuante, sendo observado somente nas análises de difração por raios-X.

No material proveniente da assembléia de Brejo da Madre de Deus, Alves (2007) realizou análises de geoquímicas (difração por raios-X) para observar mineralogia presente nos ossos estudados. Foram encontrados minerais como hidroxiapatita, pertencente à mineralogia original dos ossos, além de cloroapatita e wagnerita, indicando substituição por carbonato de cálcio em alguns casos, e de ferro e magnésio em outros. Como nesta pesquisa o autor não confeccionou lâminas petrográficas dos fósseis, não foi possível inferir no grau de preservação da microarquitetura original do tecido ósseo.

Na assembléia de preguiças terrícolas de Itaituba, Ferreira (2008) utilizou microscopia óptica e eletrônica (microscópio eletrônica de varredura (MEV) com um sistema de energia dispersiva (EDS) acoplado) para observar o grau de preservação da microarquitetura original dos ossos analisados e sua composição química. Os fósseis selecionados – uma costela e um dente – se encontravam muito bem preservados, com a microarquitetura original de ambos praticamente intacta. Foram observados cristais de pirita preenchendo levemente o interior de trabéculas e de sistemas de Havers na costela, e dos túbulos dentinários da região mais interna da dentina do dente. Para o autor, a presença pontual de pirita indica um microambiente redutor ao redor das carcaças de preguiças terrícolas, dentro de um ambiente aeróbio.

Os fósseis das assembléias de Baixa Grande, Maravilha, Brejo de Madre de Deus e Itaituba possuem suas próprias características fossildiagnéticas,

devido às particularidades geológicas de cada sítio. As similaridades se dão nos depósitos da Bahia e do Pará, ambos com sinais de piritização, indicando um microambiente redutor no interior do ambiente deposicional.

## 8.2 Datações radiocarbônicas

As três amostras analisadas obtiveram resultados holocênicos. Porém, o resultado da datação da amostra de sedimentos proveniente do topo da brecha fossilífera não sustenta os resultados obtidos nas amostras de ossos. Os fósseis datados obtiveram um resultado em torno de 5.000 anos a menos do que o resultado obtido na análise do sedimento da camada de onde eles são provenientes. As medições da razão C:N também invalidam os resultados obtidos na amostra por se encontrarem distantes da faixa aceitável, indicando que o colágeno analisado sofreu uma contaminação natural após o soterramento (Gravina *et al.*, 2005). Esta contaminação teria sido causado por atividade bacteriana nos restos esqueléticos analisados, após o seu soterramento. A discrepância encontrada nos valores obtidas nas amostras de fósseis e da amostra de sedimento é fruto da contaminação *in situ* dos ossos analisados.

O resultado da amostra de sedimento, dentro do Holoceno, indica a manutenção da fauna de megamamíferos para além do final do Pleistoceno

na região de Baixa Grande, estabelecendo uma idade mínima para a concentração fossilífera a partir da idade obtida de  $8.600 \pm 30$  anos A. P.

Pesquisas geocronológicas envolvendo a megafauna quaternária são raras. A maior parte dos resultados obtidos situam estes mamíferos extintos no fim do Pleistoceno (Kinoshita *et al.*, 2005; Auler *et al.*, 2006; Alves, 2007). Resultados holocênicos para elementos da megafauna do Quaternário tardio foram estabelecidos a partir da datação direta de restos esqueléticos e de sedimentos associados aos fósseis destes animais.

No Parque Nacional da Serra da Capivara, sudeste do Piauí, sedimentos associados a fósseis de *Palaeolama*, *Equus* e *Glyptodon*, provenientes de um depósito cárstico (Toca do Serrote do Artur), foram datados por  $^{14}\text{C}$  com idades estimadas de  $8.490 \pm 120$  anos A. P. e em  $6.890 \pm 60$  anos A. P. (Faure *et al.*, 1999).

Baffa *et al.* (2000) obtiveram resultados holocênicos para um toxodonte coletado no carste do Vale do Ribeira, São Paulo. Este resultado foi alcançado através da análise por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR) de um dente. Os resultados obtidos foram  $6.700 \pm 130$  A. P. para a dentina e  $5.000 \pm 160$  A. P. para o esmalte do dente datado.

Um fragmento de costela pertencente a uma preguiça terrícola da espécie *Catonyx cuvieri*, proveniente do cárste de Lagoa Santa, Minas Gerais, foi datado por  $^{14}\text{C}$  (AMS) em  $9.990 \pm 40$  anos A. P. (Piló & Neves, 2003).

Os resultados obtidos na análise dos sedimentos coletados no depósito fossilífero de Lagoa do Rumo, juntamente com os resultados das análises

realizadas em fósseis e sedimentos provenientes de São Paulo, Minas Gerais e Piauí, sustentam que a megafauna do Quaternário tardio sobreviveu até o início do Holoceno no Sudeste e no Nordeste brasileiro.

### 8.3 Difrações por raios-X

As amostras de sedimentos analisados geoquimicamente por difratometria de raios-X (AMSED 1, coletada a 90 cm da camada I, E AMSED 2, 130 cm, AMSED 3, 160 cm, e AMSED 4, coletada a 190 cm, na da camada II), demonstram uma gradual transição de um clima úmido para um clima seco. Os difratogramas (Figura 45) demonstram picos de caulinita, argilomineral 1:1, e picos de argilominerais do grupo das esmectitas, argilomineral 2:1, com arranjo molecular composto por dois tetraedros de sílica e um octaedro de alumínio. Sua gênese estaria relacionada ao intemperismo químico do feldspato proveniente do embasamento cristalino, e a baixa capacidade de lixiviação de sílica devido a uma drenagem ineficiente (Churchman, 2000, *apud* Melo *et al.*, 2009; Deer *et al.*, 1975 *apud* Scapin, 2003).

O teor de caulinita – também produto do intemperismo químico dos feldspatos provenientes do gnaiss migmatítico do embasamento - aumenta gradativamente da base para o topo da estratigrafia do depósito fossilífero,

ocorrendo o mesmo ao teor de argilominerais 2:1. Este incremento no teor de sílica da base para o topo da sucessão sedimentar do depósito fossilífero de Lagoa do Rumo aponta para uma sensível diminuição da capacidade de lixiviação dos silicatos, provavelmente devido a um padrão climático semi-árido.

## 9 CONCLUSÕES

A assembléia fóssil de mamíferos de Baixa Grande, Bahia, é politípica e poliespecífica. É composta por quatro elementos da megafauna do Quaternário tardio: *Eremotherium laurillardi*, *Panochthus greslebini*, *Toxodontinae* e *Stegomastodon waringi*. A presença de ossos cranianos de três dos quatro táxons identificados apontam para uma concentração parautoctone. O padrão polimodal observado na orientação dos bioclastos no depósito, e a não seleção de clastos e bioclastos, indicam uma deposição em contexto de fluxo de detritos. Grande parte do material fossilífero se encontra fragmentado, devido ao transporte, retrabalhamento, e, possivelmente, à coleta não sistematizada. Diferentes estágios de intemperismo observado nos ossos indicam que alguns destes ficaram expostos na interface sedimento-ar por meses e até anos antes de serem transportados e depositados. Os fósseis destes vertebrados terrestres se encontram na camada I – brecha fossilífera – estando densamente empacotados. A morte dos animais teria sido seletiva, inferida pela presença de indivíduos adultos de *Eremotherium laurillardi*, e de um indivíduo juvenil de *Stegomastodon waringi*.

O processo de fossilização predominante é a permineralização por sílica, sendo registrada a presença de piritização e de incrustações por grão de quartzo em alguns bioclastos. A preservação dos fósseis ocorre de forma parcial, estando presentes parte da mineralogia original, com diferentes estágios de alteração da microarquitetura original dos ossos, indicando

distintos estágios fossildiagnéticos. Estes também podem apontar para uma mistura temporal na assembléia fossilífera estudada.

As análises de difração por raios-X em sedimentos indicam uma mudança do padrão climático ao longo do final do Quaternário tardio, onde se observou que o clima teria se tornado gradativamente mais seco.

A idade obtida na análise por  $^{14}\text{C}$  (AMS) nos sedimentos associados aos fósseis aponta para uma idade mínima de  $8.600\pm 30$  anos A. P., situando a assembléia fossilífera no início do Holoceno, as idades mais novas alcançadas para as espécies *Eremotherium laurillardi* e *Panochthus greslebini*.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberdi, M. T., Prado, J. L. & Cartelle, C. 2002. El registro de *Stegomastodon* (Mammalia, Gomphoteriidae) en el Pleistoceno Superior de Brasil. *Revista Espanhola de Paleontología*, 2(17): 217-235.
- Albers, A. P. F., Melchades, F. G., Machado, R., Baldo, J. B. & Boschi, A. O. 2002. Um método simples de caracterização de argilominerárias por difração de raios-X. *Cerâmica*, 48(305): 34-37.
- Alves, R. S. 2007. *Os mamíferos pleistocênicos da Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco: aspectos tafonômicos, taxonômicos e paleoambientais*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 127 p.
- Araújo, J. C., Assis, J. T., Monine, V. I. & Bertolino, L. C. 2006. Caracterização da microestrutura de caulinitas pela difração de Raios-X. *Revista Matéria*, 11(3): 361-371.
- Auler, A. S., Piló, L. B., Smart, P. L., Wang, X., Hoffmann, D., Richards, D. A., Edwards, L., Neves, W. A. & Cheng, H. 2006. U-series dating and taphonomy of Quaternary vertebrate from Brazilian caves. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 240: 508-522.
- Baffa, O., Brunetti, A., Karmann, I. & Dias Neto, C. M. 2000. ESR dating of a *Toxodon* tooth from a Brazilian karstic cave. *Applied Radiation and Isotopes*, 52: 1345-1349.

- Behrensmeyer, A. K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2): 150-162.
- Behrensmeyer, A. K. & Kidwell, S. M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology*, 11(1): 105-119.
- Benton, M. J. 2005. *Vertebrate Paleontology*. Oxford, Editora Blackwell, 455 p.
- Bergqvist, L. P. 1993. Jazimentos Pleistocênicos do Estado da Paraíba e seus Fósseis. *Revista Nordestina de Biologia*, 8(2): 143-158.
- Bergqvist, L. P., Abuhid, V. S. & Giudice, G. M. L. 2004. Mamíferos. CARVALHO, I. S. (Ed.). *Paleontologia*. Editora Interciência, v. 1: 833-861.
- Bergqvist, L. P. & Almeida, E.B. 2004. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. *Revista Universidade Guarulhos – Geociências*, IX(6): 54-68.
- Bigarella, J. J., Becker, R. D. & Santos, G. F. 1994. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Editora da UFSC, v. 1, 425p.
- Carlini, A.A. & Tonni, E.P. 2000. *Mamíferos fósseis del Paraguay*. Museo de La Plata, Buenos Aires, 108p.
- Cartelle, C. 1992. *Os Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos (Ourolândia, BA, Brasil)*. Curso de Pós-Graduação em Morfologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Tese de Doutorado, 700p.
- Cartelle, C. 1994. *Tempo Passado – Mamíferos do Pleistoceno de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Ed. Palco. 132 p.

- Cartelle, C. 1998. Um pequeno urso do Pleistoceno Final da Bahia. *Acta Geologica Leopoldensia*, XXI(46/47): 171-189.
- Cartelle, C. 1999. Pleistocene mammals of the cerrado and caatinga of Brazil. *In*: EINSEMBERG, J. F. & REDFORD, K. H. (Eds.) *Mammals of the Neotropics: Ecuador, Peru, Bolívia, Brazil*. Chicago, University of Chicago Press, p. 27-46.
- Cartelle, C. 2000. Preguiças terrícolas, essas desconhecidas. *Ciência Hoje*, 27(161): 18-25.
- Cartelle, C. & Bohórquez, G. A. 1985. *Pampatherium paulacoutoi*, uma nova espécie de tatu gigante da Bahia, Brasil (Edentata, Dasypodidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(4): 229-254.
- Cartelle, C. & De Iuliis, G. 1995. *Eremotherium laurillardi*: the Panamerican Late Pleistocene Megatheriid Sloth. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 15(4): 830-841.
- Di Fiori, M. S. H. 2001. Tecido Ósseo. *In*: DI FIORI, M. S. H. (Ed.). *Atlas de Histologia*. Editora Guanabara Koogan, 229 p.
- Efremov, I. A. 1940. Taphonomy: A New Branch of Paleontology. *Pan-American Geologist*, 74(2): 81-93.
- Faure, M., Guérin, C. & Parenti, F. 1999. Découverte d'une mégafaune holocène à la Toca do Serrote do Artur (aire archéologique de São Raimundo Nonato, Piauí, Brésil). *Paléontologie*, 329: 443-448.

- Fernández-López, S. 1984. Nuevas perspectivas de la tafonomía evolutiva: tafosistemas y asociaciones conservadas. *Estudios Geológicos*, 40: 215-24.
- Ferreira, D. J. X. 2008. *Análise tafonômica de Eremotherium laurillardi (Lund, 1842) dos depósitos pleistocenos, município de Itaituba, Pará*. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 50 p.
- Gomide, M., Bergqvist, L. P. & Rego, D. D. 1987. O Tigre Dente-de-Sabre”( *Smilodon populator*) de Itaipoca, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, 1987, *Anais*, Rio de Janeiro, p. 197-202.
- Gravina, B., Mellars, P. & Ramsey, C. B. 2005. Radiocarbon dating of interstratified Neanderthal and early modern human occupations at the Chatelperronian type-site. *Nature*, 348(3): 51-56.
- Guérin, C. 1991. La Faune de Vertébrés du Pléistocène Supérieur de l'aire Archéologique de São Raimundo Nonato, Piauí, Brésil. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, T. 312, Série II*: 567 – 572.
- Guérin, C., Curvello, M. A., Faure, M., Hugueney, Y, M. & Chauviré, A. 1996. A Fauna Pleistocênica do Piauí: Relações Paleoecológicas e Biocronológicas. *Fundamentos*, 6 (1): 55-103.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S. & Larson, A. 2001. *Integrated Principles of Zoology*. New York, Ed. McGraw-Hill, 871p.

- Holz, M. & Simões, M. G. 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 231 p.
- Junqueira, L. C. & Camargo, J. 2004. Tecido ósseo. *In: JUNQUEIRA, L. C. & CAMARGO, J. (Ed.). Histologia básica*. Editora Guanabara Koogan, Décima Edição, p.136-153
- Kinoshita, A., Franca, A. M., Almeida, J. A. C., Figueiredo, A. M., Nicolucci, P., Graeff, C. F. O. & Baffa, O. 2005. ESR dating at K and X band of northeastern Brazilian megafauna. *Applied Radiation and Isotopes*, 62: 225-229.
- Lisi, C.S., Pessenda, L. C., Cruz, M. V. L. & Pessin, G. 1996. Purificação de CO<sub>2</sub> sintetizado de amostras de ossos destinadas à datação por <sup>14</sup>C via espectrometria de cintilação líquida. *Química Nova*, 19(6): 609-612.
- Lowe, J. J. & Walker, M. J. C. 1984. *Reconstructing Quaternary Environments*. Nova Iorque, Longman, 389p.
- Martin, R. E. 1999. *Taphonomy: A Process Approach*. Cambridge University Press, 508p.
- Melo, V. F., Mattos, J. M. S. M. & Lima, V. C. 2009. Métodos de concentração de minerais 2:1 secundários na fração argila visando sua identificação por difratometria de Raios-X. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 33: 527-539.
- Mendes, J.C. 1988. *Paleontologia Básica*. São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo. 347p.
- Moreira, L.E. 1971. Os gliptodontes do nordeste do Brasil. *Anais da Academia*

*Brasileira de Ciências*, 43(suplemento): 529-552.

Paula-Couto, C. 1953. *Paleontologia Brasileira: Mamíferos*. Rio de Janeiro, Instituto Nacional do Livro, 516 p.

Paula-Couto, 1956. Mamíferos fósseis do Cenozóico da Amazônia. *Boletim do Conselho Nacional de Pesquisas*, 3: 1-121.

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

Pessenda, L. C. R. 1998. *Laboratório de <sup>14</sup>C. Técnicas e Aplicações Paleoambientais*, Série Didática, CPG/CENA, Piracicaba, v. 1, 57 p.

Pessenda, L. C. R. & Camargo, P. B. 1991. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico por espectrometria de cintilação líquida de baixa radiação de fundo. *Química Nova*, 14(2): 98-103.

Piló, L. B. & Neves, W. A. 2003. Novas datações de <sup>14</sup>C (AMS) confirmam a tese da coexistência do homem com a megamastofauna pleistocênica na região cárstica de Lagoa Santa, MG. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA*, 27, 2003, *Anais*, Januária, p. 100-103.

Porpino, K. O. 1999. *Estudo dos Cingulata (Xenarthra, Mammalia) fósseis depositados no Museu Câmara Cascudo, Natal – RN*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 138p.

Porpino, K. O. & Bergqvist, L. P. 2002. Novos achados de *Panochthus* (Mammalia, Cingulata, Glyptodontoida) no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 4: 51-62.

- Porpino, K. O., Santos, M. F. C. F. & Bergqvist, L. P. 2004. Registro de Mamíferos Fósseis no Lagedo de Soledade, Apodi, Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7 (3): 349 – 358.
- Prothero, D. R. & Schwab, F. 1999. *Sedimentary Geology: An Introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy*. Nova Iorque, W. H. Freeman and Company, 572 p.
- Ranzi, A. 2000. *Paleoecologia da Amazônia*. Florianópolis, Editora da UFSC. 101p.
- Ribeiro, R. C. 2008. *Distribuição geográfica dos registros fossilíferos da megafauna do Quaternário tardio do Nordeste do Brasil*. Dissertação de Monografia de Bacharelado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 80p.
- Rolim, J. L. 1974. *Paleontologia e Estratigrafia do Pleistoceno Continental do Nordeste Brasileiro "Formação Cacimbas"*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 117p.
- Roth, S. 1896. Catálogo de los mamíferos fósiles conservados en el Museo de La Plata: Grupo Ungulata. *Anales del Museo de La Plata - Paleontologia*, 8: 33-160.
- Santos, M. C. C. F. 2001. *Geologia e Paleontologia de depósitos fossilíferos pleistocênicos do Rio Grande do Norte*. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Dissertação de Mestrado, 70p.

- Santos, P. C. 1975. *Tecnologia de argilas aplicadas às argilas brasileiras*. Edgard Blücher, v. 1, 340 p.
- Scapin, M. A. 2003. *Aplicação da difração e fluorecência de raios-X (WDXRF): ensaios em argilominerais*. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear – IPEN, Universidade Federal de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 80p,
- Schieber, J. 2002. Sedimentary pyrite: a window into the microbial past. *Geology*, 30(6): 531-534.
- Simões, M. G. & Holz, M. 2004. Tafonomia: processos e ambientes de fossilização. In: CARVALHO, I. S. (Ed). *Paleontologia*. Interciência, v. 1: 833-861.
- Simpson, G. G. & Paula Couto, C. 1957. The Mastodonts of Brazil. *Bulletim of American Museum of Natural History*, 112(2): 1-65.
- Silva, J. L. L. 2001. *Tafonomia em Mamíferos Pleistocênicos: Caso da Planície Colúvio-Aluvionar de Maravilha – AL*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 99p.
- Silva F. M., Alves, R. S., Barreto, A. M. F., Bezerra de Sá, F. & Lins e Silva, A. C. B. 2006. A Megafauna Pleistocênica no Estado de Pernambuco. *Estudos Geológicos*, 16 (2): 55-66.
- Souza, C. R. G., Suguio, K., Santos, A. M. & Oliveira, P. E. 2005. *Quaternário do Brasil*. Holos Editora, 382 p.

- Trajano, E. & Ferrarenzzi, H. 1994. A fossil bear from the Northeastern of Brazil, with a phylogenetic analysis of the South American extinct Tremarctinae (Ursidae). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 14(4): 552-561.
- Vidal, N. 1959. Um *Toxodon* no Pleistoceno de Pernambuco. *Boletim do Museu Nacional*, 30: 17.
- Viana, M. S. S., Girão, G. G. S. M., Silva, S. W. V. & Rocha, A. R. M. 2005. O acervoossilífero do Museu Dom José (Sobral-CE) e sua importância para a divulgação da Paleontologia no Estado do Ceará. *Revista de Geologia*, 18(1): 53-59.
- Vieira, A. T., Melo, F., Lopes, H. V. B., Campos, J. C. V., Bomfim, L. F. C., Couto, P. A. A. & Bevenuti, S. M. P. 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Salvador, CPRM, 23p.

#### Webgrafia

[www.ibge.gov.br/cidadesat](http://www.ibge.gov.br/cidadesat), acessado em 25/09/2009

## **ANEXOS**

Tabela 4 Amostras de lâminas petrográficas analisadas.

Amostra	Fóssil	Tecido ósseo	Preservação da microarquitetura óssea
ALP 01	Fragmento de costela indet.	Compacto	Parcialmente preservada
ALP 02	Fragmento de costela indet.	Compacto/esponjoso	Mal preservada
ALP 03 <sup>a</sup>	Fragmento de costela indet.	Esponjoso	Bem preservada
ALP 03b	Fragmento de costela indet.	Compacto	Parcialmente preservada

Tabela 5 Amostras de sedimentos coletadas para análise de difração por raios-X

Amostra	Posição no perfil sedimentar	Resultados
AMSED 1	90 cm	Caulinita; argilomineral 2:1
AMSED 2	130 cm	Caulinita; argilomineral 2:1
AMSED 3	160 cm	Caulinita; argilomineral 2:1
AMSED 4	190 cm	Caulinita; argilomineral 2:1

Tabela 6 Amostras datadas por <sup>14</sup>C (AMS)

Amostra	Descrição	Posição no perfil sedimentar	Resultados
Amostra 1/CENA <sup>1</sup> 679/ UGAMS <sup>2</sup> 5030	Sedimentos	Camada I (90 cm)	8.600±30 A. P.
Amostra 2/CENA <sup>1</sup> 680/ UGAMS <sup>2</sup> 4453	Corpo vertebral de <i>Eremotherium laurillardii</i>	Camada I	Inconclusivo
Amostra 3/CENA <sup>1</sup> 681/ UGAMS <sup>2</sup> 4454	Corpo vertebral de <i>Eremotherium laurillardii</i>	Camada I	Inconclusivo

<sup>1</sup> Laboratório de <sup>14</sup>C do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP – Piracicaba.

<sup>2</sup> Laboratório de AMS da Universidade da Geórgia, Estados Unidos.



Figura 46 Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: *Eremotherium laurillardi*.



Figura 47 *Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: Panochthus greslebini.*



Figura 48 Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: Toxodontinae.



Figura 49 Reconstituição paleoambiental do Quaternário tardio de Lagoa do Rumo, Baixa Grande, Bahia, e de sua mastofauna fóssil: *Stegomastodon waringi*.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)