

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Jorge Luiz Lopes da Silva

**RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL BASEADA
NO ESTUDO DE MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS
DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS,
ALAGOAS, NORDESTE DO BRASIL.**

Tese de Doutorado
2008

JORGE LUIZ LOPES DA SILVA

Biólogo, Universidade Federal de Alagoas, 1993

Mestre em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2001

Tese de Doutorado apresentada em 30 de setembro de 2008, para obtenção do título de Doutor em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pela Prof^a. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto.

RECIFE, PE
2008

S586r

Silva, Jorge Luiz Lopes da.

Reconstituição paleoambiental baseada no estudo de mamíferos pleistocênicos de Maravilha e poço das trincheiras, Alagoas, nordeste do Brasil / Jorge Luiz Lopes da Silva. - Recife: O Autor, 2008.

229 folhas, il., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2008.

Inclui Bibliografia e Anexos.

1.Megafauna Pleistocênica. 2.Paleoecologia. 3.Paleoambiente. 4.Tafonomia. 5.Geocronologia – Alagoas (Brasil) I. Título.

551 CDD (22. ed.)

**UFPE
BCTG/2009-158**

"RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL BASEADA NO ESTUDO DE MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS, ALAGOAS NORDESTE DO BRASIL".

JORGE LUIZ LOPES DA SILVA

Aprovado:

Alcina Magnólia Franca Barreto

Profa. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto

30/09/2008

Édison Vicente Oliveira

Prof. Dr. Édison Vicente Oliveira

30/09/2008

José Augusto Costa de Almeida

Prof. Dr. José Augusto Costa de Almeida

30/09/2008

Lúcia Maria Mafra Valença

Profa. Dra. Lúcia Maria Mafra Valença

30/09/2008

Rochana Campos de A. L. Santos

Profa. Dra. Rochana Campos de A. L. Santos

30/09/2008

Dedicada a meus pais,
Pedro Jacinto (*in memoriam*) e
Antonia Lopes; minha esposa,
Ana Paula Lopes, e às minhas filhas:
Larissa e Letícia.

“[...] Ouça o que estou dizendo
Não saia fora da trilha
Para depois transmitir
Pra toda sua família
Que entre os fósseis encontrados
Lugar privilegiado
Se destacou Maravilha. [...]”

Trecho da Literatura de Cordel
“O PASSADO DE MARAVILHA”
Autor: Espedito Augusto

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto, da Universidade Federal de Pernambuco, pela orientação, estímulo, apoio humano e profissional, além do grande exemplo de pesquisadora que é, e pela qual nutro muito carinho, respeito e admiração. A Prof^a Alcina foi de vital importância para a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Eliza Maria Freire de Souza, da Universidade Federal de Alagoas, minha primeira orientadora que acreditou e me ensinou o caminho das pedras, exemplo de mulher e de pesquisadora. À mestra com carinho.

À Profa. Msc. Maria de Fátima Cavalcante Ferreira dos Santos, do Museu Câmara Cascudo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela gentileza e ajuda na identificação da megafauna.

Ao amigo Cláudio Araújo dos Santos (um homem de visão), Secretário de Educação de Maravilha pelo grande apoio, acolhida e entusiasmo em tudo que sonha e realiza, sem o qual Maravilha não estaria falada no mundo.

Ao Prefeito de Maravilha Antônio Jorge dos Santos (Nino), um homem comprometido com seu povo, pela amizade e apoio nessa pesquisa.

À Danielle Gomes da Silva, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, pelo mapa geomorfológico e descrição da área e ao Professor Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa, do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, pela correção do mapa e dos dados geomorfológicos.

À Dra. Janaina Carla dos Santos, pela análise sedimentológica do jazigo paleontológico “Quixabeira” da Fazenda Ovo da Ema.

Ao Professor Dr. Luiz Carlos Pessenda e ao CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP - Piracicaba pelas análises químicas e isotópicas.

Ao Professor Dr. Oswaldo Baffa e a Professora Dra. Angela Kinoshita do Departamento de Física e Matemática da USP - Ribeirão Preto e ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) pelas datações por EPR.

Às Professoras Lucila Ester Prado Borges e Carlinda Campelo Farias e aos Laboratórios de Mineralogia e de Difração de Raios-X da UFPE pelas análises de difratometria de raios-X.

À Professora Dra. Lílian Paglarelli Bergqvist, pela solicitude e ajuda na identificação dos fósseis de Maravilha

Ao amigo David Holanda de Oliveira, pelo companheirismo e trocas de experiências durante a realização dessa tese.

À amiga Marcia Cristina da Silva, pelo apoio numa das etapas de campo, companheirismo e trocas de experiências durante a realização dessa tese.

À Ricardo Lobo Nascimento, pela ida ao campo, coleta e análise da palinologia da área de estudo, e também pelo apoio e companheirismo.

Ao amigo Rosemberg da Silva Alves, pelo apoio no campo e troca de artigos científicos, bem como pelas sugestões para essa tese.

Ao amigo César Filgueiras (Pippo) pela edição das imagens de satélite, elaboração dos mapas e sugestões valiosas para o trabalho.

À Profa. mestre Jovesí de Almeida Costa, da Universidade Federal de Alagoas, pela ajuda na descrição da Geomorfologia da área estudada.

Ao Sr. Adelmo Luis dos Santos e a Dona Judith dos Santos, proprietários da fazenda Ovo da Ema, não só por permitirem as escavações em sua propriedade como pela hospedagem em sua casa e pelas noites maravilhosas com e sem luar no sertão onde sentávamos sob as estrelas e “proseávamos” até o sono chegar.

Ao Sr José dos Santos, proprietário da Fazenda Quandu em Poço das Trincheiras pela permissão da escavação do depósito de tanque em sua propriedade.

Ao Adriano de Araújo dos Santos (Andro) sobrinho de seu Adelmo, pela ajuda na etapa de campo o qual tornou-se um exímio escavador de fósseis.

Ao meu grande amigo espeleólogo “cumpadi” Cícero Claudemilson Lourenço Queirós (*in memorian*), a pessoa que nos levou pela primeira vez à Maravilha para ver os fósseis.

Aos amigos Sérgio Ferreira da Silva (pré-paleontólogo) e Wlisses que estiveram comigo em todas as etapas de campo e ajudaram a este sonho tornar-se realidade.

Ao meu irmão Gleidson Lopes da Silva que sempre ajudou nas horas do aperto em Recife e sem o qual esse caminho teria sido mais difícil.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pelo custeio e apoio à pesquisa, através da bolsa de auxílio à pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, pela oportunidade de estudo no Mestrado e Doutorado.

Um agradecimento eterno ao meu pai Pedro Jacinto da Silva (*in memoriam*) e a minha mãe Antonia Lopes da Silva, que não mediram esforços para ver seus filhos formados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho o meu mais sincero **muito obrigado**.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo o estudo sistemático, tafonômico, geomorfológico, sedimentológico, geoquímico e geocronológico de mamíferos pleistocênicos dos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras, Alagoas, para a sugestão de um modelo paleoambiental. Além disso, foram tomadas medidas para a preservação desse patrimônio. As fazendas Ovo da Ema (Maravilha) e Quandu (Poço das Trincheiras) se destacam pela presença de pequenas depressões em rochas gnáissicas preenchidas por fluxo de detritos neogênicos e fósseis conhecidas como tanques. Geomorfologicamente a região situa-se em pedimento detrítico dissecado a 350 m, junto a inselbergs e serras. Após etapas de prospecção e escavações, foram selecionados três jazigos fossilíferos, coletados 2600 ossos e dentes, fragmentados e completos, de mamíferos da megafauna, que foram identificados e depositados na coleção paleontológica do MHN-UFAL. A geometria dos tanques acompanha o relevo das depressões, formados por três camadas sedimentares com predomínio granulométrico de lama arenosa. Os fósseis encontram-se principalmente concentrados na primeira ou segunda camada, formando associações do tipo monotípica-poliespecífica. Houve preservação da biomineralização original da fluorapatita e substituição por herderita. Foram identificados seis táxons de mamíferos: *Toxodon* sp. (o calcâneo encontrado sugere uma possível nova espécie), *Eremotherium laurillardii*, *Stegomastodon waringi* e *Palaeolama major* (primeiro registro de ocorrência em Alagoas), *Xenorhinotherium bahiense* também um Felidae (primeiro registro de ocorrência em Alagoas). Segundo as datações por ESR, essa megafauna viveu na região pelo menos entre 42.972 (\pm 3.689) e 10.816 (\pm 1.914) anos. O paleoambiente provável é de savana arbórea-arbustiva tendendo ao xeromorfismo, com predomínio de plantas C₃ seguido de plantas CAM. Para proteger e divulgar o patrimônio fossilífero está em implantação uma Unidade de Conservação. Um museu paleontológico foi criado na cidade de Maravilha, que passou a ser a primeira cidade brasileira a ter um museu voltado para os megamamíferos da fauna pleistocênica

Palavras-chave: Megafauna Pleistocênica. Paleoecologia. Paleoambiente. Tafonomia. geocronologia. Maravilha e Poço das Trincheiras – AL.

ABSTRACT

This work objectives the systematic, taphonomy, geomorphological, sedimentological, geochemical and geochronological study of pleistocene mammals for the proposal of a paleoenvironmental model in the municipal districts of Maravilha and Poço das Trincheiras both, situated in Alagoas state, Brazil. Besides, actions were developed to guarantee the preservation of that patrimony. The Ovo da Ema and Quandu farms, situated in Maravilha and Poço das Trincheiras, respectively, stand out for the presence of gneissic rocks with small depressions, filled out by neogenic debris flow and fossil remains, known as tanks. Geomorphologically the region is situated in the detritic dissected pediment to 350 meters together to the inselbergs and mountains. After search and excavations stages, three fossiliferous sites were selected, being collected 2600 bones as well as complete and fragmented teeth of the megafauna mammals that were identified and deposited in the MHN-UFAL paleontological collection. The geometry of the tanks accompanies the relief of the depressions, formed by three sedimentary layers with sandy mud granulometric prevalence. Fossils are mainly concentrated in the first or second layer, associations typically monotypic-polyspecific forming. There was the preservation of the original biomineralization of the fluorapatite and substitution for herderite. The study identified six taxa of mammals: *Toxodon* sp. (the calcaneus found suggests a possible new species), *Eremotherium laurillardi*, *Stegomastodon waringi*, *Palaeolama major* (first occurrence registration in Alagoas), *Xenorhinotherium bahiense* and also a Felidae (first occurrence in Alagoas, Brazil). According to dating by ESR, the megafauna lived between 42.972 (\pm 3.689) and 10.816 (\pm 1.914) years. The probable paleoenvironment is of savanna arboreal-arbustive tending to the xeromorfism, with the prevalence of C3 plants following by CAM plants. For the protect and divulgation of the fossiliferic patrimony is being implanted a Preservation Unit and also a paleontological museum in Maravilha city, wich became the first Brazilian city with a museum dedicated exclusively to megamamals of the pleistocene fauna.

Key words: Pleistocene Megafauna. Paleoecology, Palaeoenvironments, Taphonomy. geochronology. Maravilha and Poço das Trincheiras – AL.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
SUMÁRIO.....	1
LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE QUADROS.....	9
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	10
I.1. OBJETIVOS.....	12
I.1.1. Geral.....	12
I.1.2. Específicos.....	12
I.2. JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA.....	13
CAPÍTULO II – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
II.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	14
II.1.1 Os Municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras.....	14
II.1.2 Localização dos Jazigos Fossilíferos.....	16
II.2. CLIMA.....	16
II.3. VEGETAÇÃO.....	19
II.3.1 Caatinga Hipoxerófila.....	19
II.3.2 Caatinga Hiperxerófila.....	21
II.3.3 Caatinga de Várzea.....	21
II.4. RECURSOS HÍDRICOS.....	22
II.5. GEOLOGIA.....	26
II.5.1. Neógeno.....	29
II.6. GEOMORFOLOGIA.....	30
II.6.1 Tanques Fossilíferos.....	34
CAPÍTULO III – MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
III.1. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA.....	39
III.2. ESTUDO DE CAMPO E AMOSTRAGEM.....	40
III.3. ANÁLISES LABORATORIAIS.....	41
III.3.1. Preparação mecânica e identificação.....	42
III.3.2. Difractometria de Raios-X.....	42
III.3.3. Datação por ¹⁴ C.....	43
III.3.4. Isótopos estáveis do carbono – $\delta^{13}\text{C}$	45

III.3.5. Datação por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR).....	46
III.4. TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS.....	47
CAPÍTULO IV – TAFONOMIA DE MAMÍFEROS TERRESTRES EM PLANÍCIE COLÚVIO- ALUVIONAR E SUAS IMPLICAÇÕES PALEOECOLÓGICAS- ESTADO DA ARTE.....	48
IV.1. TAFONOMIA.....	49
IV.2. MORTANDADE DA BIOTA.....	50
IV.3. FEIÇÕES PALEOECOLÓGICAS.....	53
IV.3.1. Exemplos de Interpretações Paleoecológicas baseadas em mamíferos terrestres.....	54
IV.4. AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO CONTINENTAL COLÚVIO – ALUVIONAR E ACUMULAÇÕES FOSSILÍFERAS.....	55
IV.4.1. Colúvio.....	56
IV.4.2. Leques Aluviais.....	57
CAPÍTULO V – MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS DO ESTADO DE ALAGOAS.....	61
CAPÍTULO VI – ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA ÁREA DOS JAZIGOS FOSSILÍFEROS DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS.....	73
VI.1. GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO.....	73
VI.2. A COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS NA ÁREA ESTUDADA.....	76
VI.2.1 Plaiño Aluvial.....	76
VI.2.2 Pedimento Detrítico.....	76
VI.2.3 Maciços residuais do tipo inselbergs.....	77
VI.2.4 Encosta coluvionar em alvéolo de cabeceira.....	78
VI.2.5 Encosta rochosa dissecada.....	78
VI.2.6 Cimeiras.....	79
CAPÍTULO VII – ESTRATIGRAFIA E TAFONOMIA DOS JAZIGOS FOSSILÍFEROS DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS.....	80
VII.1. ESTRATIGRAFIA E SEDIMENTOLOGIA.....	84
VII.1.1. Sítio Paleontológico “Quixabeira” – Fazenda Ovo da Ema – Maravilha.....	84
VII.1.2. Sítio Paleontológico “Lagoa” – Fazenda Ovo da Ema – Maravilha....	88
VII.1.3. Sítio Paleontológico “Seu José” – Fazenda Quandu – Poço das Trincheiras.....	91
VII.2. BIOESTRATINOMIA.....	94
VII.2.1. Sítio Paleontológico “Quixabeira”–Faz. Ovo da Ema, Maravilha.....	94
VII.2.2. Sítio Paleontológico “Lagoa” – Fazenda Ovo da Ema, Maravilha.....	97

VII.2.3. Sítio Paleontológico “Seu José” – Fazenda Quandu, poço das Trincheiras.....	101
VII.3. FOSSILDIAGÊNESE.....	103
VII.3.1 Difractometria de Raios-X.....	103
CAPÍTULO VIII - SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA DOS MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS DE MARVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS.....	111
CAPÍTULO IX – ASPECTOS GEOCRONOLÓGICOS E ISOTÓPICOS.....	128
IX.1. RESULTADOS DAS DATAÇÕES POR EPR.....	134
IX.2. DATAÇÃO POR ¹⁴ C.....	136
IX.3. RESULTADOS DAS ANÁLISES ISOTÓPICAS E QUÍMICAS.....	137
CAPÍTULO X – RECONSTITUIÇÃO PALEOSSINECOLÓGICA.....	140
X.1. CONSIDERAÇÕES PALEOECOLÓGICAS E PALEOAMBIENTAIS.....	141
X.2. MODELO TAFONÔMICO: “TAFOFÁCIES DE TANQUES”.....	151
CAPÍTULO XI – CONCLUSÕES.....	152
CAPÍTULO XII – REFERÊNCIAS.....	157
PRANCHAS.....	174
ANEXO A - CRIAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO “SERRA DA CAIÇARA” E DO PARQUE PALEONTOLÓGICO DE MARAVILHA.	211
ANEXO B – MATERIAL DE ESTUDO DEPOSITADO NA COLEÇÃO CIENTÍFICA DE VERTEBRADOS DO LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DO MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.	231

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do Estado de Alagoas com destaque para os Municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras.....	15
Figura 2 – Imagem em 3D com a localização dos Sítios Paleontológicos estudados, SP “Lagoa” (1), SP “Quixabeira” (2) em Maravilha e SP “Seu José” (3) em Poço das Trincheiras.....	17
Figura 3. Valores médios mensais da precipitação pluviométrica dos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras, AL, no período de 63 anos (Brasil, 1990 apud Cavalcanti & Silva,2005).....	18
Figura 4. A <i>Tabebuia aurea</i> (craibeira), árvore símbolo de Alagoas, florida em dezembro de 2007. (Fonte: arquivo pessoal).....	20
Figura 5. Exemplar de <i>Spondias tuberosa</i> (umbuzeiro), no município de Maravilha fotografado em dezembro de 2007. (Fonte: arquivo pessoal).....	20
Figura 6. <i>Pilocereus gounellei</i> (xique-xique) Caatinga hiperxerófila sobre afloramento rochoso (faz. Ovo da Ema –Maravilha).....	22
Figura 7. <i>Erythrina velutina</i> Willd. (mulungu), nas margens do rio Ipanema no município de Poço das trincheiras.....	22
Figura 8. Rede de drenagem nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras – AL. Imagem em Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).....	24
Figura 9. GRID 3D – Bloco diagrama com destaque para o rio Ipanema e os Sítios Paleontológicos estudados.....	25
Figura 10. Imagem do rio Ipanema nas imediações de Poço das Trincheiras durante o período de chuvas em maio de 2008. (Fonte: arquivo pessoal).....	26
Figura 11. Mapa Geológico de Alagoas (simplificado).....	28
Figura 12. Mapa geológico da área onde se encontram os depósitos de tanques estudados (em vermelho). (Fonte; modificado por Filgueiras, 2008).....	30
Figura 13. Tanque embrionário de forma ocelar (Fazenda Ovo da Ema – Maravilha).....	31
Figura 14. Anel de rochas aflorantes, de formato circular, conhecidas como tanques, com fósseis de megafauna, na fazenda Ovo da Ema - AL. (Fonte: arquivo pessoal).....	31
Figura 15. Vista do Pedimento entre Maravilha e poço das Trincheiras com a ocorrência de tanques fossilíferos. Verificando-se ao fundo serras do Estado de Pernambuco. (Fonte: arquivo pessoal).....	34
Figura 16. Pedimentos com predomínio de Neossolos Regolíticos. Área similar a dos sítios paleontológicos "lagoa e Quixabeira" em Maravilha. (Fotos: Cavalcanti & Silva, 2005).....	37
Figura 17. Maciços residuais com predomínio de Neossolos Litólicos e afloramento de rochas na Serra da Caiçara em maravilha. (Fotos: Cavalcanti & Silva, 2005).....	38
Figura 18. Relações entre a tafonomia, suas subdivisões e os eventos responsáveis pela origem das concentrações fossilíferas (modificado de Simões & Holz, 2002).....	49
Figura 19. Ambientes e possível <i>causa mortis</i> em mamíferos terrestres: a) seca; b) incêndio em campos; c) preso na lama; d) por gases tóxicos; e) por lava vulcânica; f) frio e gelo; g) cinza vulcânica; h) incêndio em florestas. (a, d, de Baines, 1993; b de Redford, 1987; c e g, de Norman, 1996; e, de Webster, 2000; f, de Penny, 1993; h, de Fearnside, 1990).....	52
Figura 20. Depósito de leque aluvial no vale da Morte nos Estados Unidos da América. Vista superior de um leque aluvial (esquerda), desenho esquemático de um leque aluvial (direita).	

(Fonte: http://www1.ci.uc.pt/geomorf/fotos.htm).....	58
Figura 21. Exemplo de desagregação mecânica com produção de detritos, Serrote do Quandu, Poço das Trincheiras (AL). Trincheiras.....	59
Figura 22. Mapa de localização das ocorrências de mamíferos da megafauna do Pleistoceno no Estado de Alagoas. (Fonte do mapa: WikiProject Brazil , 24 agosto de 2006). Modificado por Silva (2008).....	65
Figura 23. Leito de ossos no fundo do depósito de tanque fossilífero no município de Olho d'água do Casado (AL).....	67
Figura 24. Astrálogo de <i>Eremotherium laurillardi</i> no entulho do depósito de tanque fossilífero de Olho d'Água do Casado (AL).....	67
Figura 25. Depósito em forma de lagoa, seco, fevereiro de 2008 em Olho d'Água do Casado (não exumado).....	68
Figura 26. Depósito anterior, trinta dias depois do início das chuvas em maio de 2008.....	68
Figura 27. Imagem dos dois jazigos fossilíferos localizados em média encosta no serrote do Quandu, município de Poço das Trincheiras – AL.....	70
Figura 28. Ocorrências de sítios paleontológicos com megafauna plotadas em mapa geológico de Alagoas simplificado de GEOBANK - CPRM 2008.....	72
Figura 29. Mapa Geomorfológico da área de estudo. Em destaque os sítios paleontológicos estudados (Maravilha e Poço das Trincheiras). Outros georeferenciados, mas não escavados.....	74
Figura 30. Vista da região do pedimento. Com a Serra da Caiçara ao fundo (839 metros).....	75
Figura 31. Depressão no embasamento cristalino chamada localmente de "tanque".....	75
Figura 32. Vale do rio Ipanema com visão geral do plaiuto aluvial.....	76
Figura 33. Vista da área de estudo com concentração de pedimento detrítico no centro, com o rio Ipanema entre os municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras.....	77
Figura 34. Maciço residual do tipo Inselberg no centro da figura (seta amarela) chamado Serrote do Quandu no município de Poço das Trincheiras-AL.....	77
Figura 35. Encosta coluvionar em alvéolo de cabeceira (Serrote do Quandu - Poço das Trincheiras).....	78
Figura 36. Encostas rochosas dissecadas na Serra da Caiçara – município de Maravilha – AL.....	78
Figura 37. Ao Fundo imagem da serra da Caiçara com topo em Cimeiras.....	79
Figura 38. Sítio Paleontológico Quixabeira, Faz. Ovo da Ema, Maravilha-AL. a) fragmento de costela de <i>Stegomastodon waringi</i> (40cm), a qual permaneceu no jazigo; b) detalhe do jazigo após a limpeza para posterior cobertura; c) e d) cobertura com lona plástica para proteção dos fósseis que permaneceram no jazigo; e) início da cobertura com sedimentos sobre a lona plástica; f) fase final da cobertura dos fósseis para posterior construção do abrigo e criação do museu <i>in situ</i> . Área escavada de 100 m ²	81
Figura 39. Sítio Paleontológico Lagoa, fazenda Ovo da Ema, Maravilha. Em destaque a última área escavada do jazigo para este trabalho entre novembro de 2007 e janeiro de 2008.....	82
Figura 40. Fragmentos de ossos cranianos de <i>Toxodon</i> sp. (seta azul), ainda no jazigo, em conglomerado com seixos de quartzo (seta vermelha), suportado por matriz areno-argilosa, com carbonato de cálcio na matriz, SP “Lagoa” fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL).....	83

Figura 41. Fragmento ósseo não identificado do jazigo fossilífero “Seu José”. A seta aponta a parte esponjosa do osso.....	83
Figura 42. Sítio Paleontológico “Seu José”, o qual foi utilizado para criação de porcos, pelos proprietários da área por mais de 50 anos. Cultivo de Palma (seta amarela), goiabeira (seta vermelha).....	84
Figura 43. Tanque escavado SPQ, faz. Ovo da Ema, Maravilha (AL). Dimensões da área escavada: 10m de comprimento, 10m de largura e 1 metro de profundidade.....	85
Figura 44. Seção estratigráfica do jazigo SP “Quixabeira”, Fazenda Ovo da Ema, município de Maravilha (AL).....	86
Figura 45. Vértebra caudal de <i>Xenorhinotherium bahiense</i> , 90% completa, retirada da terceira camada.....	87
Figura 46. Base do jazigo com parte da terceira camada (fossilífera) exposta (seta vertical preta), embasamento granítico (seta azul).....	87
Figura 47. SP “Lagoa”, com formato oclar ao fundo área escavada para esse trabalho. O sedimento argiloso com gretas de dissecação que campeia o depósito foi trazido por chuvas, posteriores à escavação realizada para este trabalho.....	88
Figura 48. Seção estratigráfica do depósito de tanque SP “lagoa”, fazenda Ovo da Ema, município de Maravilha, AL.....	90
Figura 49. Vista de três fêmures de <i>E. laurillardi</i> , dois inteiros (1,2), um parcialmente completo (3), o quarto fêmur já havia sido retirado (canto inferior direito).....	91
Figura 50. Tanque escavado na fazenda Quandu em Poço das Trincheiras – AL. (Dimensões: 12,8m de comprimento, 12m de largura e 2m de preenchimento sedimentar. Com três camadas de sedimentos e matacões espalhados sobre o depósito).....	92
Figura 51. Seção estratigráfica do depósito de tanque SP “Seu José”, Fazenda Quandu, município de Poço das Trincheiras, AL.....	93
Figura 52. Seção estratigráfica do SP “Quixabeira”. A camada 3 concentrou a maior quantidade de fósseis.....	95
Figura 53. Fêmur de espécie não identificada alinhado como os demais ossos longos pelo fluxo da paleocorrente (camada 3 do SP Quixabeira).....	96
Figura 54. SP “Lagoa”, faz. Ovo da Ema, Maravilha, AL. Com destaque para as camadas 2 e 3 (<i>bone bed</i>). a – dente de <i>Toxodon</i> sp. e b – fragmento de rocha quartzosa.....	98
Figura 55. GRID 3D mostrando o descaimento de superfície para o interior do jazigo SP “Lagoa”.....	99
Figura 56. GRID 3D mostrando no relevo atual o descaimento de superfície do jazigo SP “Seu José”. Observa-se que o depósito foi formado por fluxo de detritos com uma única direção.....	102
Figura 57: Difratoograma de raios-X da amostra 5879 - Maravilha 6, mostrando o mineral identificado. (essa amostra representa as outras, cujo mineral identificado foi a fluorapatita).....	104
Figura 58. Difratoograma de raios-X da amostra 5886 – Maravilha 3, mostrando o mineral identificado.....	105
Figura 59. Fotomicrografia de osso compacto mostrando o grau de preservação das microestruturas que compõem o tecido ósseo; La – lamelas; Ln – lacunas; SH - sistema de Havers; CH - canais de Havers; CV – canal de Volkmann (aumento 10X, luz transmitida).....	107
Figura 60. Osso esponjoso com duas fases fosfáticas: F1-Biomineralização preservada	

(primeira fase); F2- fosfatização (segunda fase); (Lâmina 03 aumento de 40x, luz transmitida).....	107
Figura 61. Osso esponjoso com grão de quartzo (seta) corroído pela ação de ácidos orgânicos em decorrência da decomposição (Lâmina 03 aumento de 40x, luz transmitida).....	108
Figura 62. Osso compacto (<i>S. waringi</i>) com matéria orgânica amorfa (seta), sugerindo carbono orgânico na etapa tafonômica de carbonificação (Lâmina 07 aumento de 100x). luz transmitida).....	108
Figura 63. Ramo mandibular direito de <i>Toxodon platensis</i> . com P ₂ – M ₁ . Jazigo fossilífero SP “Lagoa” Maravilha, Alagoas Escala (10 cm).....	117
Figura 64. Ulna direito e atlas de <i>Stegomastodon waringi</i> ; (escala: 15 cm).....	119
Figura 65. Comparação da resposta fotossintética de plantas C ₃ e C ₄ a aumento de luminosidade e temperatura (adaptado de Odum, 1988).....	130
Figura 66. Relação entre $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ sobre as principais classes de autótrofos (modificado de Schoeninger & DeNiro, 1984).....	132
Figura 67. Localização dos pontos em que foram coletados os fragmentos de dentes de <i>Stegomastodon waringi</i> para datação por EPR. Amostra (AL1) SP “Lagoa” (camada 2) e amostra (AL2) SP “Quixabeira” (camada 3), Fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL).....	135
Figura 68. Resultados das datações realizadas com fragmentos de dentes de <i>Stegomastodon waringi</i> com amostras de Pernambuco e Alagoas.....	135
Figura 69. Nível da camada 2 (fossilífera) do SP “Seu José”, local de coleta da amostra para datação por ¹⁴ C. Fazenda Quandu, Poço das Trincheiras (AL).	137
Figura 70. Correlação entre a fauna de mamíferos contemporâneos e os representantes da megafauna pleistocênica quanto ao porte e/ou hábito alimentar. (dromedário e <i>Xenorhinotherium bahiense</i> ; lhama e <i>Palaeolama major</i> ; hipopótamo e <i>Toxodon</i> sp.; elefante e <i>Stegomastodon waringi</i> ; girafa e <i>Eremotherium laurillardii</i> ; felinos contemporâneos e felinos extintos).(Fonte das imagens: www.geocities.com).....	143
Figura 71. Reconstituição de um Notoungulado do gênero <i>Toxodon</i> . (Fonte: www.geocities.com).....	144
Figura 72. Reconstituição do mastodonte do gênero <i>Stegomastodon</i> , que habitou o semi-árido nordestino durante o Pleistoceno. (Fonte: www.geocities.com).....	145
Figura 73. Reconstituição de <i>Xenorhinotherium bahiense</i> , alimentando-se no estrato arbustivo. Em primeiro plano <i>Pampatherium</i> sp.. (Fonte: www.geocities.com).....	146
Figura74. Reconstituição de <i>Palaeolama major</i> e <i>Eremotherium</i> . (Fonte: www.geocities.com)..	146
Figura 75. Reconstituição do tigre-dentes-de-sabre do gênero <i>Smilodon</i> . (Fonte: www.geocities.com).....	147
Figura 76. Reconstituição Paleoambiental com megafauna do Pleistoceno Superior na área estudada nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras – AL.....	150
Figura 77. Estado de Alagoas com destaque para os municípios de Poço das Trincheiras (77), Maravilha (50) e Ouro Branco (64), área proposta para criação da APA Serra da Caiçara.....	220
Figura 78. Frente do Museu Paleontológico de Maravilha “Otaviano Florentino Ritor”, com escultura de um tigre-dentes-de-sabre em primeiro plano.....	225
Figura 79. Reconstituição dos mamíferos da megafauna para o Parque Temático de Maravilha (maquete digital).....	225

Figura 80. Imagem do “ZAMBA” mascote e símbolo do Parque temático. (Arte: Eduardo, 2008).....	226
Figura 81. Uma das dez Lixeiras temáticas na praça central do município de Maravilha (AL). Com a reconstituição de um <i>Panocthus</i> . Volume para 100 litros.....	227
Figura 82 - Modelo do <i>stand</i> para feiras e eventos.....	228
Figura 83. Escultura de preguiça-gigante na praça central da central da cidade de Maravilha (AL). Com 5m de altura.....	228
Figura 84. Escultura de Toxodonte próximo a área destinada ao museu <i>in situ</i> , Fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL).....	229

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Distribuição dos mamíferos pleistocênicos no Estado de Alagoas. Tipo de material e Localização atual do acervo.....	71
Quadro 2 - Grau de fragmentação dos bioclastos do SP “Quixabeira”.....	97
Quadro 3 - Grau de fragmentação dos bioclastos do SP “Lagoa”.....	100
Quadro 4 - Análise de $\delta^{13}\text{C}$ em dentes de mamíferos pleistocênicos do SP “Quixabeira”, Maravilha (AL).....	138
Quadro 5 - Valores de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ em dentes de <i>Eremotherium laurillardi</i> , <i>Stegomastodon waringi</i> e <i>Toxodon</i> sp. Amostras do SP “Quixabeira”, Maravilha (AL).....	139
Quadro 6 – Modelo tafonômico para a “Tafofácies de Tanques” com base nos mamíferos fósseis associados, baseado em dados de Alves (2007); Silva (2001); Galindo <i>et al.</i> (1984); Muniz & Lima (1985).....	151
Quadro 7 - Categorias de Unidades de Conservação existentes no Brasil	218
Quadro 8 - Objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação	219

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Os fósseis são indicadores paleoambientais particularmente sensíveis, uma vez que depois da morte dos organismos seus restos tendem a um equilíbrio com as condições físicas e químicas do meio ambiente deposicional, através dos processos de fossilização (Thomas, 1986).

A paleoecologia estuda os ecossistemas que existiram no passado baseando-se nos fósseis encontrados em sedimentos. Tendo como base a Geologia e a Biologia e utiliza seus fundamentos e terminologias. A paleoecologia tem objetivos semelhantes a ecologia, no entanto é difícil deduzir a relação biota-ambiente no passado quando se utiliza a evidência dada pelos organismos fossilizados para reconstruir os paleoambientes. Os megafósseis tradicionalmente estudados e descritos pela Paleontologia, geralmente são encontrados em quantidade relativamente pequena. Sua descoberta informa mais sobre eles mesmos do que sobre a localidade onde se encontram. Portanto, dão uma informação limitada para a paleoecologia (Salgado-Labouriau, 1994). As informações paleoecológicas podem ser melhoradas a partir de dados tafonômicos.

A tafonomia é o estudo dos processos de fossilização e como eles afetam a informação no registro fóssilífero. Compreendendo duas amplas subdivisões: (A) bioestratigrafia, que engloba a história sedimentar dos restos esqueléticos até o soterramento, incluindo as causas de morte do organismo, bem como os processos posteriores de decomposição, transporte e soterramento. (B) diagênese dos fósseis, reunindo os processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos após o soterramento (Clark *et al.*, 1967).

No interior do nordeste do Brasil, tem sido documentada uma fauna pleistocênica de mamíferos de grande porte já extintos, com exceção a *Tapirus*, *Hydrochoeris* e cervídeos. conhecidos como mamíferos da megafauna, principalmente em depósitos de tanques, que são depressões no embasamento cristalino do pré-cambriano, as quais formavam antigas áreas

sazonalmente alagadas. No entanto o número de trabalhos sobre os depósitos fossilíferos de tanques ainda é pequeno. Destacando-se alguns trabalhos principalmente com citações de ocorrências (Rolim, 1971, 1974, 1985, 1986; Paula-Couto, 1979, 1980; Vidal, 1946, 1959; Cunha, 1962, 1979; Carvalho *et al.*, 1966; Begqvist, 1989; Macario, 2000; Silva *et al.*, 2003). Alguns trabalhos recentes tratam da paleoecologia, biocronologia e paleoambientes (Faure *et al.*, 1999), e da tafonomia (Silva, 2001; Alves, 2007), dessa megafauna.

É comum atribuir-se a esses animais uma idade que está associada ao fim do Pleistoceno, ou seja, aproximadamente 10 mil anos antes do presente. No entanto Karmann *et al.* (1999) obtiveram uma idade em torno de 6 mil anos (Holoceno Inferior a Médio) pelo método de datação por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR), em dentes de *Toxodon platensis* do Estado de São Paulo. Esses autores ressaltam tratar-se de resultados preliminares, devido à fase de testes do método. Sabe-se, no entanto, que os Toxodontes surgiram e evoluíram na América do Sul, migraram em seu estágio final para a América Central e desapareceram completamente no final do Pleistoceno (Paula-Couto, 1979; Cartelle, 1994; Bond *et al.*, 1995; Ranzi, 2000).

Esta fauna (tigre-dentes-de-sabre, mastodontes, tatus-gigantes, preguiças gigantes, toxodontes, paleolhama), entre outros, é conhecida como megafauna (Muniz & Lima, 1985), termo aplicado para definir um conjunto de animais, em particular os mamíferos de uma mesma região, cuja massa corpórea adulta, excede a tonelada (Fariña, 1997). Isto é, um milhão de gramas, utilizando-se o prefixo mega. Essa megafauna inclui megaterídeos, gliptodontídeos, gonfoterídeos, toxodontídeos, mamíferos de porte médio como esmilodontídeos, cervídeos, camelídeos e eqüídeos, além daqueles de pequeno porte se considerar os 122 gêneros de mamíferos extintos, em torno de 15 gêneros tinham mais de uma tonelada de massa corpórea e aqueles com peso acima de 100 quilos chegam a cerca de cinquenta gêneros. Hoje, por exemplo, apenas cinco espécies atingem porte da megafauna: o elefante, o rinoceronte branco, o rinoceronte negro, o hipopótamo e a girafa, todas vivendo na África (Fariña, 1997), com exceção do elefante e do rinoceronte que habitam também a Ásia.

Os fósseis pleistocênicos são encontrados com frequência em tanques, lagoas e cacimbas esculpidas em rocha do embasamento cristalino, na maioria das vezes, quando estes locais são escavados para permitir uma maior e melhor capacidade de armazenamento hídrico (Muniz & Lima, 1985), já que a seca é um fenômeno constante na região semi-árida.

No Estado de Alagoas, pouco se sabe sobre a megafauna pleistocênica, exceto algumas citações de ocorrência (Bergqvist, 2004; Santos, 1982, 1971; Paula-Couto, 1979; Simpson & Paula-Couto, 1957; Brandão, 1937; Oliveira, 1920; Branner, 1906; Burlamaqui, 1855) e mais recentemente o trabalho de Silva (2001) que além das ocorrências desses fósseis sugere um modelo tafonômico para os depósitos de “tanques”, mostrando a importância da realização de trabalhos de mapeamento dos sítios paleontológicos neste Estado, bem como estudos mais específicos sobre os mesmos. Além disso, estas áreas vêm sendo destruídas com frequência, perdendo-se o patrimônio da União, de grande significância para o conhecimento da diversidade, evolução e extinção da fauna de mamíferos pleistocênicos que existiu na região.

Como se pode perceber, esta escassez de dados no Estado de Alagoas, põe em risco a proteção destes sítios paleontológicos, que precisam ser estudados cientificamente antes que sejam destruídos.

I.1. OBJETIVOS

I.1.1. Geral:

O estudo teve como objetivo geral investigar os aspectos, paleontológicos (tafonômicos, sistemático e ecológico), geomorfológicos, sedimentológicos, geocronológicos, e geoquímicos de dois jazigos (tanques) de mamíferos pleistocênicos na Fazenda Ovo da Ema, Município de Maravilha e outro na Fazenda Quandu, Povoado do Quandu, Município de Poço das Trincheiras, Alagoas, para se tentar uma reconstituição da diversidade faunística e do paleoambiente deposicional. Ao mesmo tempo, propõe-se a divulgação e preservação do Patrimônio Paleontológico através da criação de um museu temático na área de estudo.

I.1.2. Específicos:

- Coletar espécimes e produzir um diagnóstico paleontológico dos depósitos de tanques no Estado de Alagoas e em especial nos dos Municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras;
- Investigar as feições sedimentológicas, bioestratinômicas, diagenéticas e estratigráficas dos depósitos para a elaboração de um modelo tafonômico;

- Obter dados geocronológicos e geoquímicos dos depósitos e fósseis estudados;
- Sugerir um modelo paleoambiental a partir da integração dos dados tafonômicos, sistemáticos, paleoecológicos, geomorfológicos, geológicos, geocronológicos e geoquímicos.
- Propor a criação de um parque paleontológico no Município de Maravilha, visando à preservação dos jazigos fossilíferos, bem como proporcionar uma alternativa a mais de renda para população local baseado nos princípios do desenvolvimento sustentável.
- Mapeamento geomorfológico de detalhe da área de ocorrência dos tanques, para melhor compreensão da região onde se encontram os jazigos paleontológicos.

I.2. JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Pouco se sabe sobre a diversidade específica e os aspectos paleoambientais que compõem a fauna de mamíferos pleistocênicos no Estado de Alagoas, porém uma significativa quantidade desses jazigos paleontológicos já é conhecida (Bergqvist, 2004; Born, 2003; Silva 2001; Paula-Couto, 1979; Burlamaqui, 1855). Além do parco conhecimento sobre a existência destes depósitos, outro agravante, como já comentado por Rolim (1986, 1974), é a significativa destruição destes, por moradores locais, que retiram os sedimentos do interior dos tanques para acumular água da chuva e conseqüentemente tem-se perdido este valioso patrimônio paleontológico.

Outra justificativa é a possibilidade de criação de uma Unidade de Conservação nos municípios estudados e de um parque paleontológico na área estudada para garantir a preservação destes jazigos em prol da pesquisa científica, bem como fornecer uma alternativa a mais para a sobrevivência dos moradores da região.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

II.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A área objeto desta tese compreende a três jazigos paleontológicos, dois localizados na fazenda Ovo da Ema e um localizado na Fazenda Quandu, localizadas nos Municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras, respectivamente.

II.1.1 Os Municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras

Os municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras estão situados na porção noroeste do Estado de Alagoas. Fazem parte da microrregião geográfica de Santana do Ipanema (Mesorregião do Sertão alagoano), e estão incluídos na Zona Fisiográfica do Sertão (Figura 1).

Maravilha ocupa uma área de 279, 43 Km² (IBGE, 2005), com uma altitude da sede em relação ao nível do mar de 292 metros. Está compreendida entre as coordenadas geográficas 09° 15' 00" e 09° 18' 47" de latitude sul e 37° 07' 56" e 37° 30' 15" de longitude oeste. Limita-se ao norte com Ouro Branco (AL), ao sul com Poço das Trincheiras (AL), a leste com Itaíba (PE) e a oeste com Canapi (AL). Está distante de Maceió 240 Km no sentido noroeste.

Poço das Trincheiras ocupa uma área de 302,92 Km² (IBGE, 2005), com uma altitude de 292 metros em relação ao nível do mar. Está compreendida entre as coordenadas 9° 13' 30" e 9° 22' 00" de latitude sul e 37° 34' 00" e 37° 10' 30" de longitude oeste. Limita-se ao norte com Maravilha (AL), ao sul com Santana do Ipanema (AL), a leste com Águas Belas (PE) e a oeste com Senador Rui Palmeira (AL). Dista de Maceió 230 Km no sentido noroeste.

II.1.2 Localização dos Jazigos Fossilíferos

Os três depósitos fossilíferos escavados para este estudo foram assim denominados: Sítio Paleontológico “Lagoa” correspondendo ao número um; Sítio Paleontológico “Quixabeira” número dois, localizados na Fazenda Ovo da Ema no Município de Maravilha, e Sítio Paleontológico “Seu José”, número três, localizado no Município de Poço das Trincheiras a figura 2 exhibe a localização dos três sítios paleontológicos em imagens tridimensionais.

O Sítio Paleontológico “Lagoa” possui as coordenadas 0692523 de latitude sul e 8980396 de longitude oeste. O sítio paleontológico “Quixabeira” localiza-se no paralelo 09° 13’ 310” de latitude sul e meridiano 37° 14’ 947” de longitude oeste, ambos na fazenda Ovo da Ema, que recebeu este nome por ter sido encontrado na propriedade, em 1954, um ninho com ovos de ema (*Rhea americana*), hoje extinta na região (A.L. dos Santos, comunicação verbal, 1999).

O Sítio Paleontológico “Seu José”, localizado na fazenda Quandu, no município de Poço das Trincheiras, é de propriedade do Sr. José dos Santos e está localizado nas seguintes coordenadas: 0694820 de latitude sul e 8978314 de longitude oeste.

A fazenda Ovo da Ema dista 16 km a sudeste da sede do Município de Maravilha e pertence ao Sr. Adelmo Luiz dos Santos, compreendendo cerca de 1000 hectares. A fazenda Quandu dista 14 Km ao norte da sede do município de Poço das Trincheiras e tem cerca de 150 hectares.

Diante da relevância dos municípios de Maravilha, Poço das Trincheiras e Ouro Branco, foi proposta através desse trabalho à criação de uma Unidade de Conservação denominada “Serra da Caiçara”, no território dos três municípios para proteger o patrimônio paleontológico e arqueológico, além do bioma de caatinga da região, conforme ANEXO 1.

II.2. CLIMA

De acordo com a classificação de Köppen (EMBRAPA, 1975), prevalece na região o tipo climático BSsh’ - muito quente, semi-árido, tipo estepe, com a estação chuvosa no inverno. A temperatura do mês mais frio é superior a 18°C. De acordo com a classificação bioclimática de Gaussen, o clima da área estudada é do tipo 3bTh, Mediterrâneo quente ou Nordestino de seca média de verão. Os meses secos correspondem a um período entre cinco e seis meses. O mês mais frio apresenta temperatura superior a 15°C (Cavalcanti & Silva, 2005).

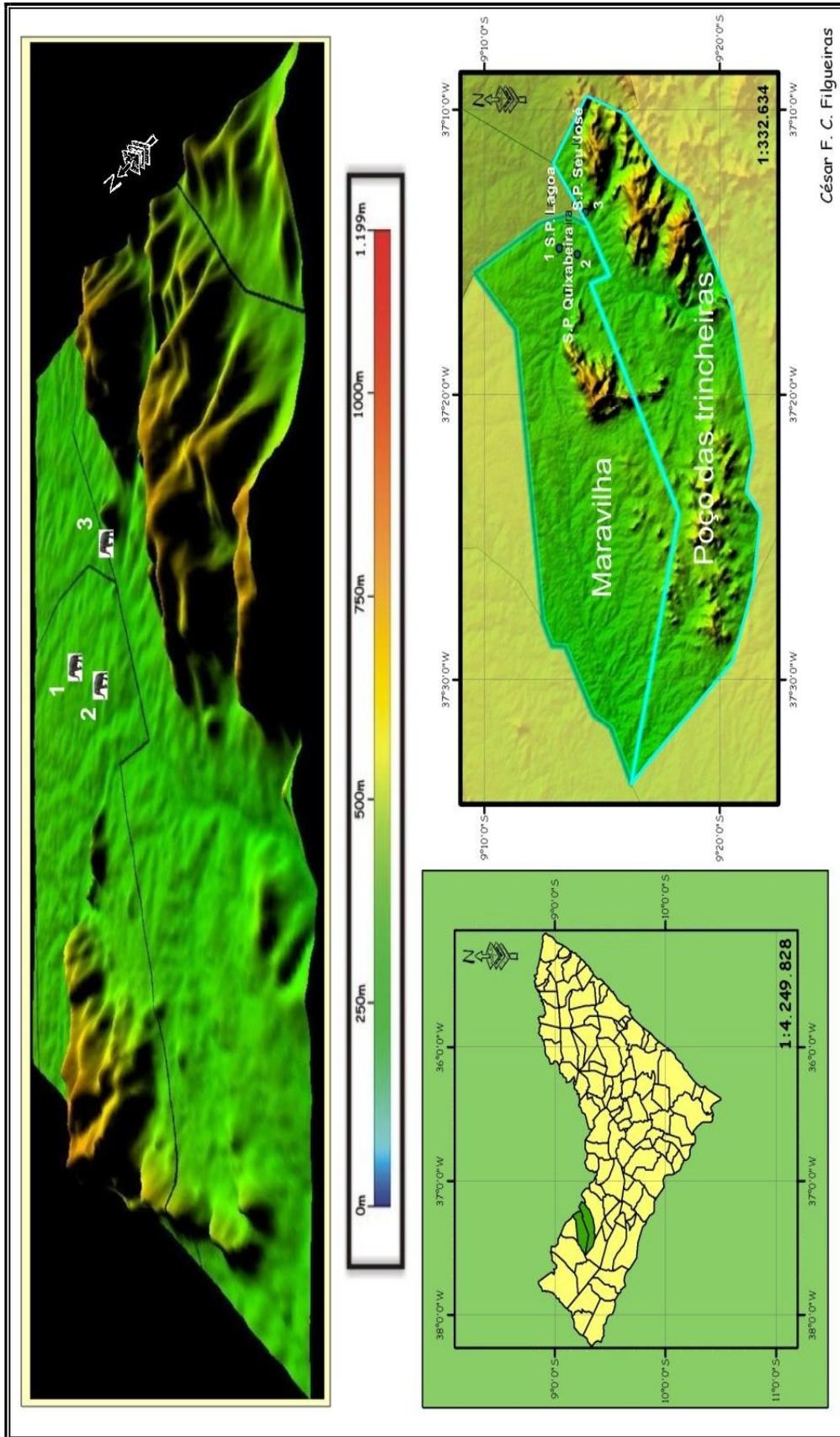


Figura 2 – Imagem em 3D com a localização dos Sítios Paleontológicos estudados, SP “Lagoa” (1), SP “Quixabeira” (2) em Maravilha e SP “Seu José” (3) em Poço das Trincheiras.

O regime pluviométrico caracteriza-se por precipitações irregulares, tanto no correr dos anos quanto dos meses, com o total anual das precipitações variando entre 250 mm e 800 mm. O total médio anual calculado em 63 anos de dados foi de 754 mm, com valores médios mensais máximos de chuvas nos meses de abril a junho (Figura 3). Geralmente neste período do ano (abril a junho), forma-se um centro de alta pressão sobre o atlântico, cuja ação conjunta com as massas de ar polares que atingem esta área, trazidas pelos ventos alísios de sudeste, provocam as chuvas da região (BRASIL.SUDENE, 1990; RADAMBRASIL, 1983).

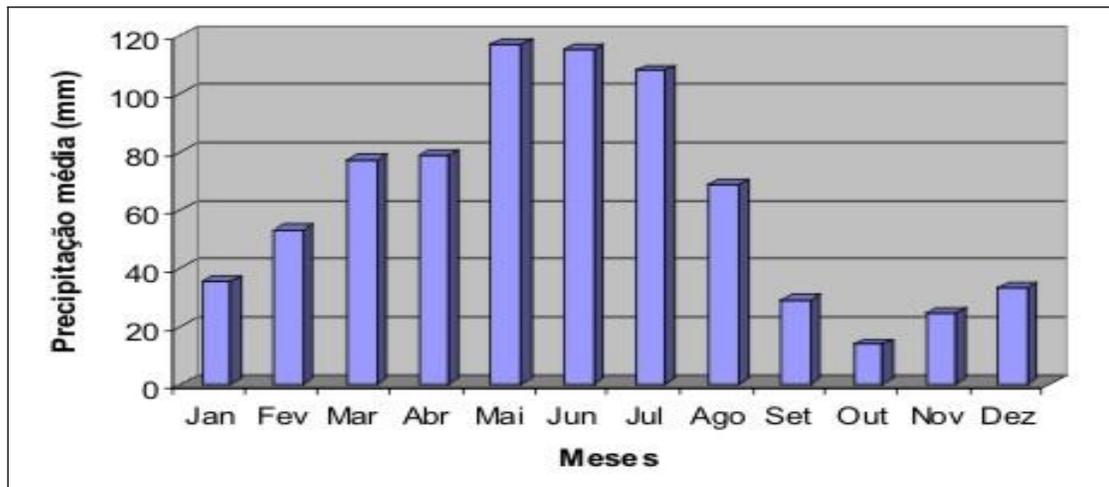


Figura 3. Valores médios mensais da precipitação pluviométrica dos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras, AL, no período de 63 anos (Brasil, 1990 apud Cavalcanti & Silva, 2005).

A temperatura média anual da região é de 29°C, sendo a do mês mais quente 35°C e a do mês mais frio 23°C (Cavalcanti & Silva, 2005).

Os máximos totais pluviométricos ocorrem no inverno, estando a distribuição dos trabalhos agrícolas subordinada a este período mais chuvoso, referente aos meses de maio, junho e julho. Segundo Cavalcanti & Silva (2005, p.6), “a insolação é elevada e a forte irradiação, aliada à pouca umidade relativa, condiciona a uma elevada evapotranspiração potencial (5 a 7 mm por dia)”. Nessas condições, o balanço hídrico do solo apresenta um déficit muito acentuado, isso indica grandes limitações para a prática da agricultura de sequeiro na região. A lavoura dependente de chuva que é comum na região e constitui-se em uma prática de alto risco, pois há uma grande probabilidade de perda de safra. Nos anos de 2006 e 2007 testemunhou-se essas perdas por parte dos agricultores da região, que tiveram suas safras de milho e feijão bastante danificadas, devido às estiagens nos períodos de junho e julho.

II.3. VEGETAÇÃO

A área do domínio das caatingas no território alagoano distribui-se pela zona sertaneja ocupando a porção oeste do estado. O período seco da sua área de atuação é sempre superior aos 150 dias ao ano, o que proporciona uma decidualidade foliar extrema dos seus ecótipos, podendo atingir os 100 % deles, em conformidade com o prolongamento da estacionalidade que, em situações normais, e em pontos isolados, aproxima-se dos 10 meses/ano (Assis, 2000).

A área estudada faz parte do domínio morfoclimático das Caatingas. Nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras as formações vegetais encontradas são basicamente as caatingas dos tipos hipoxerófila, de várzea e hiperxerófila (Cavalcanti & Silva, 2005). Nos dois municípios essa vegetação encontra-se muito devastada, com os remanescentes principais, restritos aos ambientes de serras, o que se observa nas serras da Caiçara, do Almeida, do Poço e dos Bois. A vegetação de caatinga na área se estende por sobre os terrenos originários de rochas cristalinas, (Assis 2000), excluindo-se as partes de afloramento de rochas, naturalmente desprovidos de vegetação.

Predominam na área estudada espécies lenhosas como: *Tabebuia aurea* (craibeira), árvore símbolo de Alagoas (Figura 4), *Chorisia* sp. (barriguda), e *Spondias tuberosa* (umbuzeiro), essa escolhida em plebiscito no ano de 2007, como árvore símbolo do município de Maravilha (Figura 5), bromeliáceas, euforbiáceas e cactáceas. Cavalcanti & Silva (2005), em virtude da maior ou menor aridez do ambiente, dividem as caatingas em hipoxerófila, hiperxerófila e caatinga de várzea na área estudada.

II.3.1 Caatinga Hipoxerófila

Abrange praticamente todo o território dos dois municípios e está relacionada com todas as classes de solos dos municípios (exceto Neossolos Flúvicos). As áreas ocupadas por essa vegetação apresentam condições climáticas menos secas e xerofitismo menos acentuado



Figura 4. A *Tabebuia aurea* (craibeira), árvore símbolo de Alagoas, florida em dezembro de 2007.



Figura 5. Exemplar de *Spondias tuberosa* (umbuzeiro), no município de Maravilha fotografado em dezembro de 2007.

que a caatinga hiperxerófila. Nessas áreas as precipitações pluviométricas médias anuais variam entre 500 e 800 mm. Onde as espécies vegetais mais comumente encontradas são: *Spondias tuberosa* Arruda (umbuzeiro), *Mimosa* sp. (espinheiro), *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (angico), *Cereus jamacaru* DC (mandacaru), *Crataeva tapia* L. (trapiá), *Zizyphus joazeiro* Mart., *Mimosa hostilis* Benth. (jurema preta), *Aspidosperma pyriforme* (pereiro), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna ou baraúna), *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Erythrina velutina* (mulungu), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (timbaúba ou tamboril), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (caatingueira), *Croton* sp. (marmeleiro), *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (ouricuri ou licuri), *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (catolé), *Bauhinia* sp. (mororó), *Bromelia laciniosa* (macambira), *Encholirium spectabile* (macambira-de-flecha), *Tillandsia streptocarpa* e *Tillandsia recurvata* (as duas últimas conhecidas como capim do mato).

II.3.2 Caatinga Hiperxerófila

A caatinga hiperxerófila apresenta um grau de xeromorfismo mais acentuado. Nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras têm pouca ocorrência, limitando-se, segundo Cavalcanti & Silva (2005), a algumas áreas de solos rasos (Neossolos Líticos) e pouco profundos (Luvisolos, planossolos e Neossolos rigolíticos). Destacam-se as espécies: *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Opuntia palmadora* (palmatória-brava), *Neoglaziovia variegata* Mez. (caroá), *Pilocereus gounellei* Weber. (xique-xique) (Figura 6), *Cereus jamacaru* DC. (mandacaru), *Maytenus rigida* Mart. (bom nome), *Calliandra depauperata* Benth. (carqueja), *Spondias tuberosa* Arruda (umbuzeiro), *Mimosa hostilis* Benth., *Melocactus bahiensis* (coroa-de-frade), *Opuntia inamoena* (quipá) e *Cnidoscolus phyllacanthus* (faveleira).

II.3.3 Caatinga de Várzea

Esta é similar à caatinga hipoxerófila, no entanto, restrita aos ambientes de várzeas do rio Ipanema (Figura 7) e relacionada com os Neossolos Flúvicos. As principais espécies encontradas são: *Zizyphus joazeiro* Mart. (juazeiro), *Erythrina velutina* Willd. (mulungu), *Bumelia sartorum* Mart. (quixabeira).



Figura 6. *Pilocereus gounellei* (xique-xique) Caatinga hiperxerófila sobre afloramento rochoso (faz. Ovo da Ema – Maravilha).

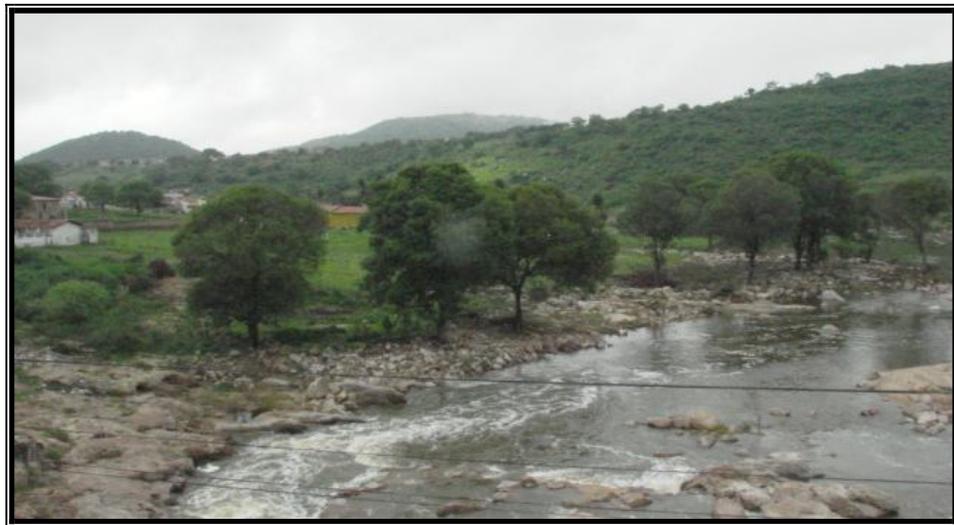


Figura 7. *Erythrina velutina* Willd. (mulungu), nas margens do rio Ipanema no município de Poço das trincheiras.

II.4. RECURSOS HÍDRICOS

Os Municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras estão inseridos em duas bacias hidrográficas: a do rio Capiá (porção ocidental) e do rio Ipanema (porção oriental), ambas no contato entre o médio e o baixo curso destes rios, drenando respectivamente 150 e 105 km².

Os rios principais apresentam um padrão de drenagem dendrítica, de escoamento endorreico, onde a drenagem não chega até o mar (RADAMBRASIL, 1983), o rio Capiá e o rio Ipanema são afluentes da margem esquerda do rio São Francisco (Figura 8). Os principais cursos d'água são: o rio Capiá ao oeste limite com o Município de Canapí, o riacho Tigre afluente da margem esquerda do rio Capiá, o riacho Pedra da Bola, ao norte, limite com o Estado de Pernambuco e o riacho do Tenente, ao sul, sendo os dois últimos afluentes da margem direita do rio Ipanema, no município de Maravilha. No Município de Poço das Trincheiras, segundo Cavalcanti & Silva (2005, p.8):

o sistema de drenagem da área municipal é pouco densa e tem como componente principal o rio Ipanema. O rio Ipanema é intermitente e suas águas drenam no sentido norte-sul, em direção ao rio São Francisco. O volume de água é relativamente grande na época chuvosa, em decorrência do regime de chuvas concentradas, entretanto, na maior parte do ano ele seca, formando pequenas lagoas em seu leito, que vão secando gradativamente até ocorrerem novas chuvas.

A bacia hidrográfica do rio Ipanema é a principal bacia, na área próxima às fazendas Ovo da Ema e Quandu, localizadas nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras respectivamente, onde situam-se os Sítios paleontológicos “Lagoa, Quixabeira e Seu José” (Figura 9). Esta bacia tem início na serra do Ororobá, junto à cidade pernambucana de Pesqueira e tem uma extensão aproximada de 220 Km e chega ao Estado de Alagoas, na confluência do riacho Tapera, onde ocupa um pequeno trecho de fronteira até a vila do Quandu. Seu leito está cheio de calhaus e seixos rolados, além de aluvião (areia, argila e restos orgânicos), formando terraços marginais ou no próprio leito. Junto à cidade de Santana do Ipanema forma um boqueirão e orienta-se por fraturas ou falhamentos (Lima, 1965).

A largura da calha do rio Ipanema mostra ser considerável e seu entalhe no pediplano sertanejo tem acentuada influência na topografia, que se amplia lateralmente, obrigando a que seus afluentes mais se encravem no leito, marcando a rede de sua drenagem com um processo erosivo mais atuante (Lima, 1965).

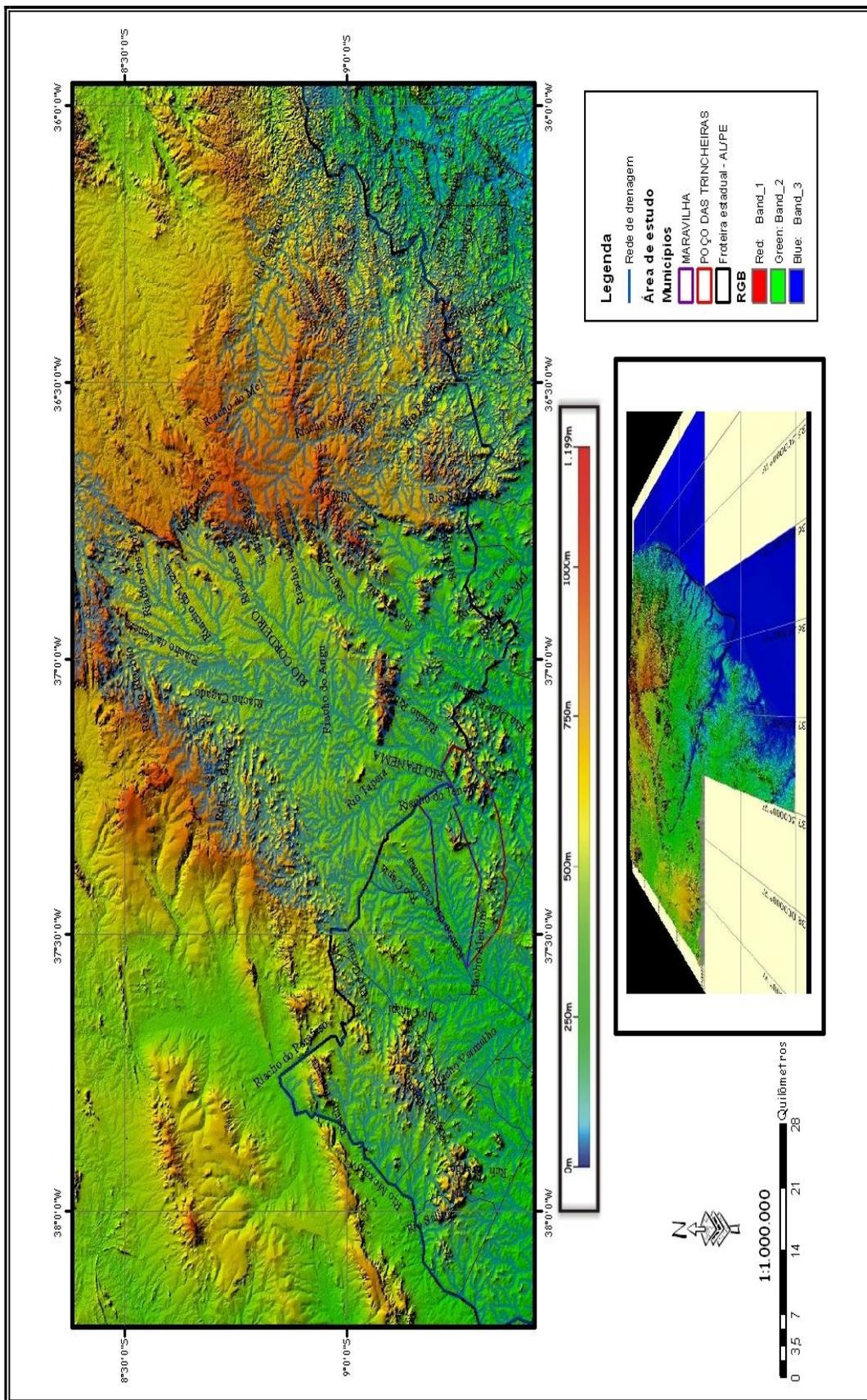


Figura 8. Rede de drenagem nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras – AL. Imagem em Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

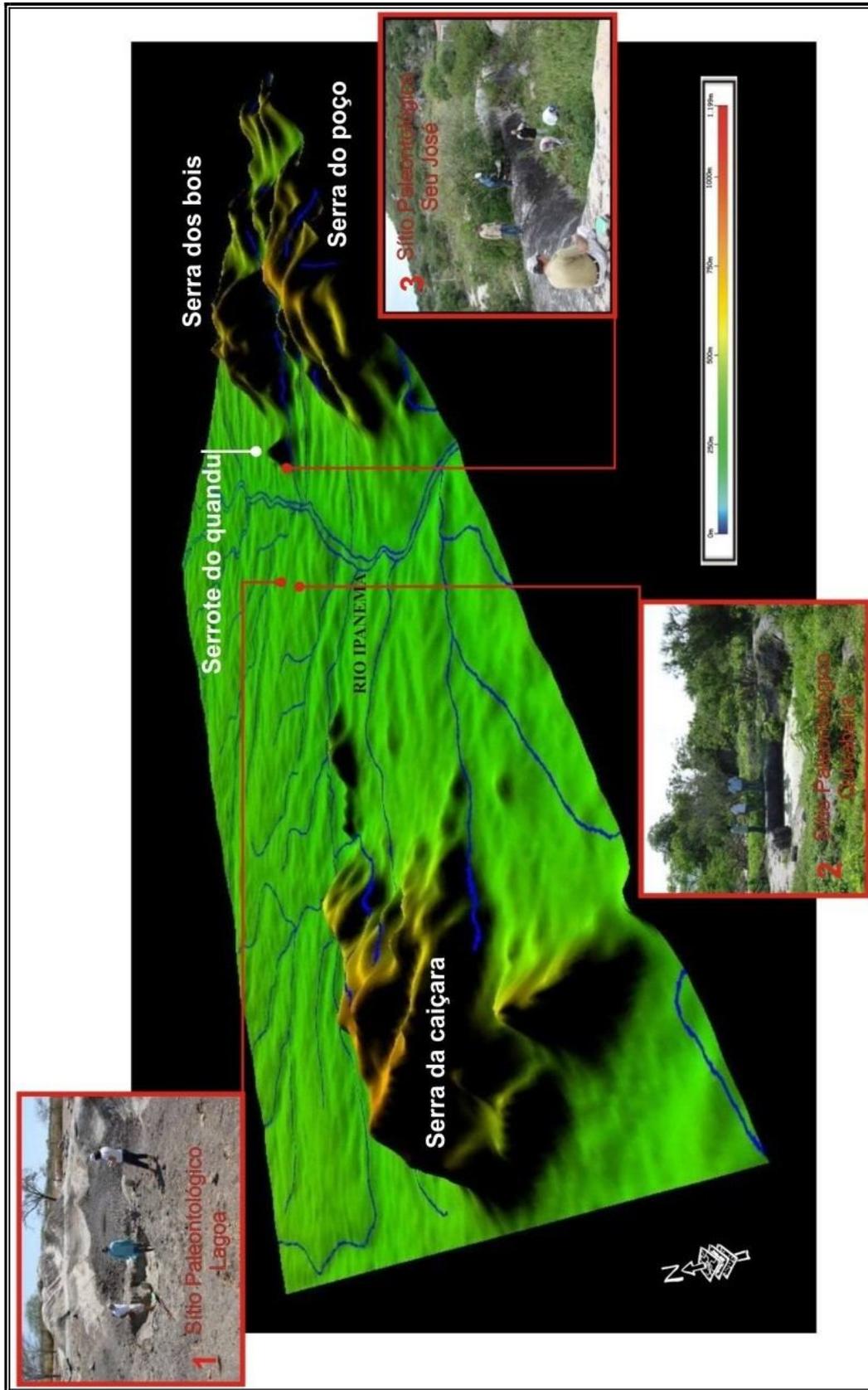


Figura 9. GRID 3D – Bloco diagrama com destaque para o rio Ipanema e os Sítios Paleontológicos estudados.

O rio Ipanema, tem o maior volume de água no período chuvoso dentre os demais rios que cortam os municípios (Figura 10), porém nos períodos de estiagem seu leito fica completamente seco, provocando na região uma grande carência hídrica.

Como alternativas para suprir as necessidades hídricas, as propriedades são abastecidas com água trazida por carros-pipas ou utilizando-se de cisternas construídas ao lado das casas para armazenar água da chuva, que é conduzida por bicas colocadas em torno dos telhados e dos “tanques” naturais. Estes correspondem a depressões do embasamento cristalino normalmente assoreado por sedimentos pleistocênicos e a atividade de retirada de tais sedimentos, para acumulação de água de chuva no inverno, tem levado à descoberta de jazigos fossilíferos de megafauna, bem como destruição de muitos jazigos fossilíferos.



Figura 10. Imagem do rio Ipanema nas imediações de Poço das Trincheiras durante o período de chuvas em maio de 2008.

II.5. GEOLOGIA

A descrição geológica da área em estudo baseia-se no relatório produzido pelo Serviço Geológico do Brasil, através da Companhia de Pesquisa dos Recursos Minerais (CPRM), que integra o Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB), e que gerou a Folha Aracaju NE (SC.24-X, escala 1:500.000) no ano de 2000.

Geologicamente a área em estudo está localizada na Província Borborema, uma unidade tectônica de idade neoproterozóica (Ciclo Orogenético Brasileiro-Pan-Africano; com cerca de 600 Ma).

A área está inserida no maciço Pernambuco-Alagoas, também conhecido como Batólito Pernambuco-Alagoas (Schaller, 1969), Maciço de Itaíba (Santos, 1971), área cratogênica Pernambuco-Alagoas e Maciço Pernambuco-Alagoas (Brito-Neves, 1975). (Figura 11).

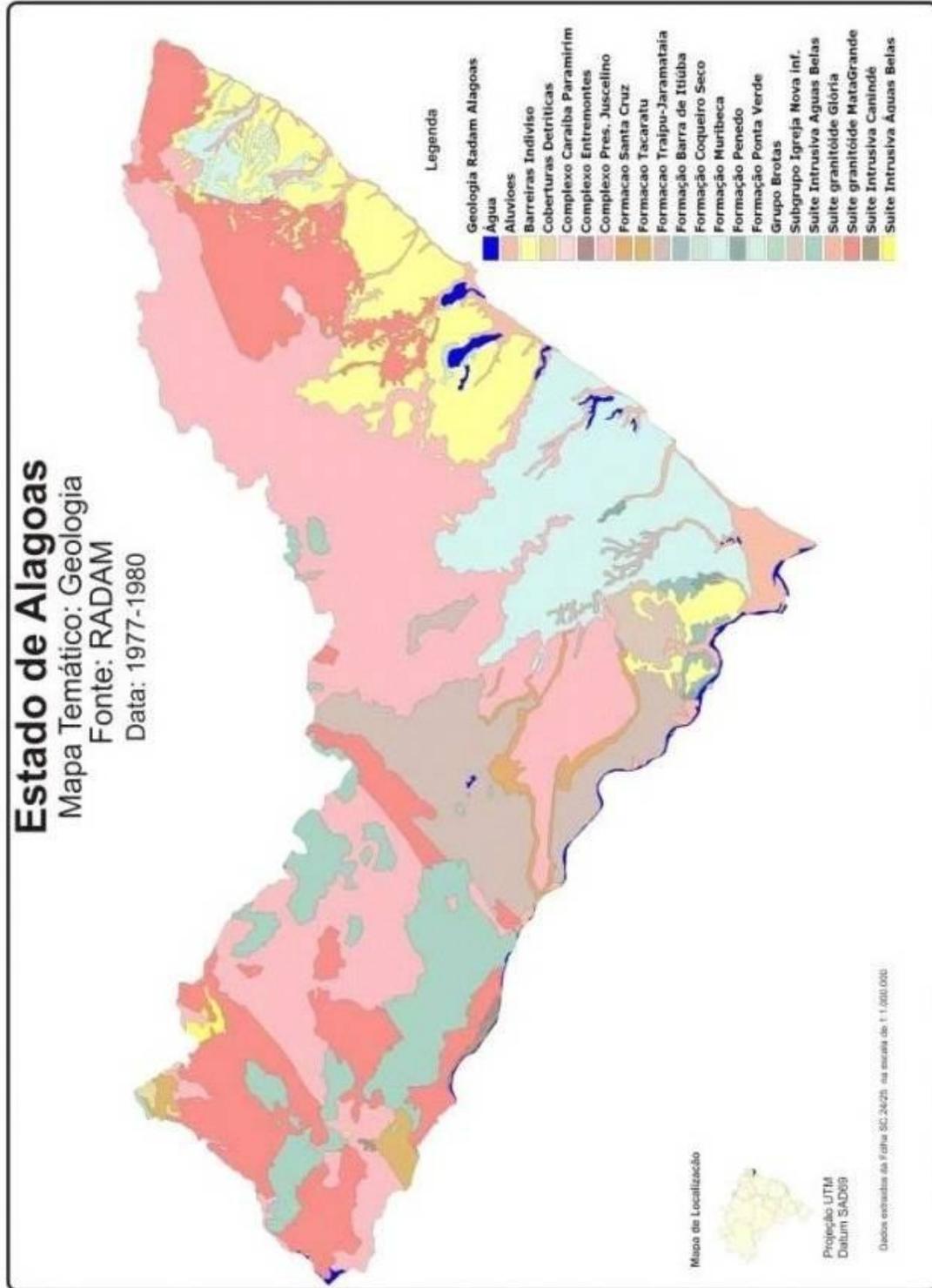
O Maciço Pernambuco-Alagoas apresenta uma forma aproximadamente triangular, com estrangulamentos e protuberâncias laterais, tendo sua base aproximadamente entre Recife e Maceió, daí se estendendo no sentido E-W até a região leste do Estado de Pernambuco (ao sul de Parnamirim) onde é interrompido pelos metassedimentos que constituem o sistema de dobramento Riacho do Pontal.

Segundo Luna (1977) é possível distinguir três seqüências litoestratigráficas na faixa de domínio deste maciço, em território alagoano:

A **seqüência do embasamento**, retrabalhada durante o Pré-Cambriano Inferior (Arqueano), desenvolvida a partir de 3,2 bilhões de anos, pelos eventos termotectônicos dos ciclos Tranzamazônico, Espinhaço e/ou Brasileiro, que se encontra localizada na porção central do município de Maravilha, representada pelos complexos migmatítico-granítico (Pmi/gr) e gnáissico-migmatítico (Pgn). Segundo Cavalcanti & Silva (2005) essa é a unidade litoestratigráfica de maior destaque nos municípios de Poço das Trincheiras e Maravilha e litologicamente, está constituída pelas rochas: hornblenda-biotita-granito porfiróide e biotita-granito. Na porção nordeste, divisa com o Estado de Pernambuco, afloram granitos e granodioritos englobando uma faixa denominada Granítica-Granodiorítica Ibiratinga Curimã (Brasil, 1986).

Desse complexo geológico são derivados os principais solos que ocorrem municípios de Poço das Trincheiras e Maravilha: Planossolos, Cambissolos, Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos (Cavalcanti & Silva, 2005).

A **seqüência magmática ácida tardi e pós-tectônica**, retrabalhada durante o Pré-Cambriano Superior (Proterozóico), a partir de 680 milhões de anos, pelo evento termotectônico do ciclo Brasileiro. Encontra-se localizada na porção norte do município de Maravilha, limite com o município de Ouro Branco-Al e na porção sul, limite com o



município de Poço das Trincheiras – AL, incluindo os granitóides tipo Mata Grande (Pmg), Caribas (Pab), Glória (Pgo) e Águas Belas (Pab). Nesse domínio destacam-se maciços de hornblenda granitóide, situados a nordeste dos municípios, nas proximidades de Águas Belas, Estado de Pernambuco (Brasil, 1986), que englobam diversos maciços de quartzo-sienito e outras rochas associadas.

Desse material litológico são derivadas as classes de solo: Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelho Amarelos, Planossolos, Cambissolos, Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos (Cavalcanti & Silva, 2005). De acordo com Brasil (1986), os granitóides são constituídos por rochas predominantemente de coloração rosa, raramente cinzentas, de granulação média e grossa, localmente porfiróides, poucas vezes anisotrópicos, cuja característica principal é a presença constante de hornblenda e de enclaves hipermáficos ricos em biotita e, ou, hornblenda. O conteúdo de quartzo é variável, caracterizando desde hornblenda granito e sienito, a tipos intermediários de quartzo sienito e planetito. Outra rocha que compõe esta unidade é o piroxênio-granito.

A terceira **seqüência é constituída pelas rochas porfiroblásticas (Pp) e agmatitos (Pag).**

Os mais importantes complexos batolíticos do Nordeste ocorrem neste maciço, com granitóides de vários tipos, provavelmente resultantes do ciclo brasileiro (Figura 12).

II.5.1 Neógeno

O Quaternário indiferenciado, segundo Cavalcanti & Silva (2005), é representado nos municípios pelo predomínio de depósitos arenosos e areno-argilosos fluviais dos terraços fluviais do rio Ipanema. O material geológico está relacionado com a formação dos Neossolos Flúvicos Psamíticos. Uma característica inconveniente para agricultura, nas várzeas desse rio, é a grande presença de afloramentos de rocha.

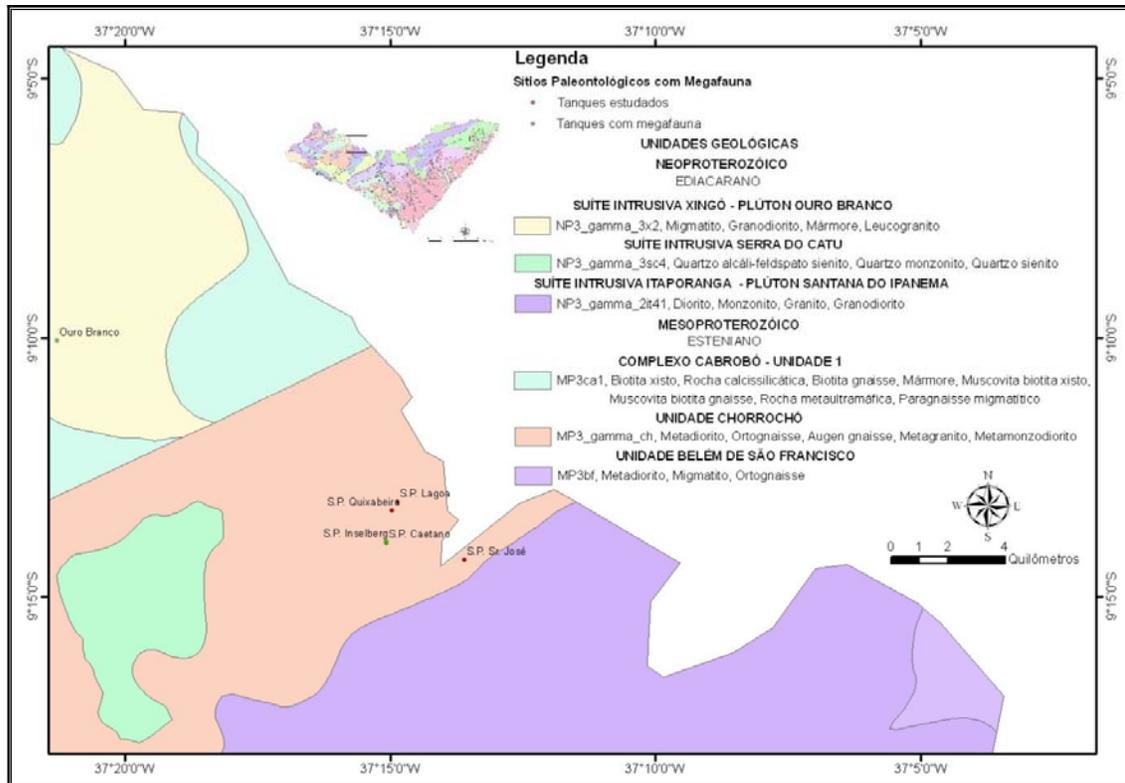


Figura 12. Mapa geológico da área onde se encontram os depósitos de tanques estudados (em vermelho). (Fonte: CPRM - GEOBANK, modificado por Filgueiras, 2008).

II.6. GEOMORFOLOGIA

Os municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras apresentam uma compartimentação geomorfológica formada por superfícies de pediplanação, com o predomínio de relevo plano a suave ondulado. Sendo nesse tipo de relevo que se encontram a maior parte dos jazigosossilíferos da área estudada (Figura 13). Apresentam também maciços residuais, com o relevo variando de ondulado, forte ondulado a montanhoso (Cavalcanti & Silva 2005). É nesse tipo de relevo que o jazigoossilífero de Poço das Trincheiras está implantado exatamente em uma meia encosta do maciço residual serrote do Quandu.

Na área de estudo há um predomínio de terras com altitudes médias em torno de 400 metros; ocorrendo na porção centro-leste de Maravilha e na porção norte e centro-leste de Poço das Trincheiras as maiores elevações, que alcançam de 700 a mais de 800 metros, destacando-se a Serra da Caiçara em Maravilha com 839 metros e as Serras do Poço e Almeida em Poço das Trincheiras com 757 metros (RADAMBRASIL, 1983; Lima, 2006).



Figura 13. Pedimentos com predomínio de Neossolos Regolíticos. Área similar a dos sítios paleontológicos "Iagoa e Quixabeira" em Maravilha. (Fotos: Cavalcanti & Silva, 2005).

As superfícies de pediplanação estão embasadas pelo Complexo Cristalino Brasileiro constituído de rochas graníticas e gnáissicas do Pré-Cambriano. Dessas superfícies aplanadas sobressaem inselbergues que formam pequenos e grandes núcleos que se distribuem por toda área, destacadamente no município de Poço das Trincheiras (Figura 14). De acordo com Cavalcanti & Silva (2005), os solos predominantes nos pedimentos são os Planossolos, Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos.



Figura 14. Maciços residuais com predomínio de Neossolos Litólicos e afloramento de rochas na Serra da Caiçara em Maravilha. (Fotos: Cavalcanti & Silva, 2005).

Dos maciços mais imponentes na área dos municípios destacam-se as regiões serranas que abrangem a Serra da Caiçara em Maravilha (ao sul da sede municipal) e as Serras dos

Bois, Almeida e do Poço (a nordeste do município), Serra do Boqueirão e Serra das Guaribas (a oeste da sede municipal).

A Caracterização dos solos baseia-se nos estudos de Cavalcanti & Silva (2005), os quais descrevem os solos mais comumente encontrados na área como sendo: “os Argissolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos e Neossolos Litólicos, geralmente com Afloramentos de Rocha” (Cavalcanti & Silva, 2005, p. 7)

Os Terraços Fluviais são representadas, principalmente, pelos aluviões do Rio Ipanema, que atravessa a parte central e oriental do município de Poço das Trincheiras e a parte oriental do município de Maravilha. Predomina nas várzeas o relevo plano e os solos das classes dos Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólicos, além de Afloramentos de Rocha.

Em termos de macrocompartimentos, nos quais prevalecem grandes tipos de arranjos morfoestruturais, o Município de Maravilha está contido no domínio morfoestrutural dos Maciços Remobilizados, integrado à Plataforma do Nordeste, reativada durante o evento termo-tectônico do Ciclo Brasileiro, e estabilizado recentemente. Encontra-se incluída neste domínio a região geomorfológica do **Baixo Planalto Pré-litorâneo**, representado pela unidade geomorfológica do **Pediaplano Sertanejo**, forma resultante da coalescência de pedimentos, que são formas que ocorrem em áreas submetidas a clima semi-árido, em consequência da erosão areal, pelo recuo paralelo das encostas (RADAMBRASIL, 1983).

A morfologia desta unidade é resultante da ablação de rochas Pré-Cambrianas principalmente, e representados principalmente por quartzitos com inclusões de metassedimentos do Pré-Cambriano superior. As diferenças de resistência litológica resultaram em elevações de blocos residuais (Serra da Caiçara e o Serrote dos Solteiros em Maravilha e Serras do Almeida, dos Bois, do Poço, do Boqueirão e das Guaribas), os “*inselbergs*”. Estas formações são caracterizadas por encostas convexas dissecadas e cristas assimétricas, representadas pelos granitóides do tipo Águas Belas. A homogeneidade das feições é responsável pela elaboração de vastos pedimentos rochosos de topografia plana e ramificada em direção aos fundos dos vales abertos (RADAMBRASIL, 1983).

Para compreender as formas atuais encontradas na área, necessário se faz uma retrospectiva da evolução regional a partir do Terciário Superior. Durante esse período, o continente sul americano foi palco de um lento soerguimento acompanhado por tectônica progressivamente menos intensa, fator determinante para a compartimentação atual do relevo. A partir daí, estabeleceram-se os processos erosivos, promovendo a geração de superfícies de

aplainamento, principalmente durante o Plioceno e o Pleistoceno e dando origem a grande volume de detritos (Luna, 1977; Santos, 1971). Progressivamente tais sedimentos entupiram as depressões do embasamento na rocha cristalina junto com os ossos dos animais desses paleoambientes, formando os jazigosossilíferos da área.

A área evoluiu, portanto a partir do final do Terciário, sendo definida por feições morfoclimáticas e climatobotânicas semi-áridas.

No decorrer do Pleistoceno o clima do Nordeste, embora tenha apresentado fases ligeiramente úmidas, evoluiu para clima semi-árido. Os processos de erosão regressiva penetraram através dos vales fluviais que se encaixavam nas diversas rochas, acumularam terraços, passando gradativamente para pedimentos embutidos.

Localmente, em toda superfície aparecem relevos residuais (*inselbergs*), dissecados com pedimento detrítico, que se estende do sopé até as margens do rio Ipanema. Na margem esquerda do rio Ipanema os “*inselbergs*” encontram-se mais próximos e com maiores altitudes. Por outro lado, na margem direita o relevo é mais suave, observando-se uma amplitude altimétrica de 42 metros entre o sopé dos “*inselbergs*” e o leito do rio Ipanema, que é alcançado através de depósitos, com seixos pouco rolados e areia grossa. Esses sedimentos carregados por enxurradas quando dos aguaceiros que caíram na área, depositaram-se no sopé das encostas e margem, preenchendo depressões encontradas ao longo do curso do rio, distantes do leito aproximadamente 4 km (RADAMBRASIL, 1983). Tais enxurradas também seriam responsáveis pelo acúmulo de ossos de mamíferos nas depressões.

No Holoceno, a zonação climática encontrava-se definida, variando do litoral para o interior. Durante a última regressão marinha, quando os rios desembocavam distante da linha de costa atual, teve início uma importante retomada da erosão regressiva. A esta se sucedeu a transgressão flandriana, responsável pela acumulação de depósitos fluviais relacionados com as variações climáticas pós-glaciações.

Atualmente a área apresenta condições morfogenéticas semelhantes àquelas em que foi gerada: clima semi-árido com precipitações que variam de 400 a 700 mm, vegetação de caatinga rala recobrando planos fracamente inclinados, sobre os quais são deixadas marcas de escoamento superficial difuso. Este escoamento propicia o carregamento dos materiais finos e a concentração de materiais grossos, o que contribui para o empobrecimento dos solos.

Os morros residuais, que formam saliências topográficas, mostram encostas desnudas de vegetação e desagregação física intensa. Em torno deles e das escarpas que limitam a

unidade, os pedimentos são extremos e parcialmente recobertos por depósitos de *talus* com seixos pouco rolados e areias grossas.

II.6.1 Tanques Fossilíferos

No Estado de Alagoas, e em todo Nordeste brasileiro, encontram-se depressões na maioria das vezes de forma oclar, ovalada ou circular, nas rochas do embasamento cristalino, preenchidas por sedimentos, podendo conter em seu interior restos de mamíferos pleistocênicos. Neste trabalho o termo empregado para essas depressões é “tanque”, por ser o mais utilizado na literatura científica (Figura 15).

Bigarella *et al.* (1994), definem os “buracos” ou depressões de intemperismo como qualquer espécie de reentrância ou cavidade na superfície da rocha, produzida pelo intemperismo predominantemente químico.

Essas depressões têm numerosos termos encontrados na literatura internacional como: **buracos de solução** (*solution pit*), panelas de solução *solution pan*, buracos de intemperismo (*weathering pits*), depressão em superfície horizontal (*gnamma*), descamação em superfícies côncavas (*flaking hollows*) e buracos de superfície vertical (*tafone*).

O termo *gnamma*, de origem australiana, tem sido bem aceito internacionalmente (Twidale & Corbin, 1963 *apud* Bigarella *et al.*, 1994), sendo encontrado em superfícies horizontais.



Figura 15. Tanque embrionário de forma oclar (Fazenda Ovo da Ema – Maravilha).

Nas superfícies do Nordeste brasileiro, bem como em outras regiões similares, desenvolveram-se várias formas características (com certa profundidade, e fundo geralmente mais largo do que a abertura superior), conhecidas como: a- “cacimbas” e “oriçamgas” no sertão nordestino; b- *gnammas*, na literatura internacional; c- depressões ou potes de intemperismo. Entretanto, essas formas de cisternas naturais de água não são exclusivas do trópico semi-árido, ocorrendo igualmente no úmido e nas regiões temperadas, e mesmo no ártico, em áreas mais úmidas. O termo “cacimba” (em Alagoas também chamadas de tanques) é muito vago, referindo-se a qualquer depressão contendo água, independentemente da natureza da rocha cristalina ou de depósitos sedimentares consolidados ou inconsolidados (Bigarella *et al.*, 1994).

O mesmo autor diz serem conhecidas pelo menos três formas principais de cavidades de intemperismo: a mais comum, desenvolvida na parte superior da superfície da rocha granítica (com estruturas em fatias, devido às diáclases de descompressão), é relativamente rasa e de fundo plano. Os lados tendem a ser íngremes e revirados ou pendentes (negativos) na parte superior, principalmente nas faces sombreadas. As menos comuns são os potes, marmitas ou panelas hemisféricas alongadas ou irregulares (referidos no nordeste brasileiro como cacimbas), formadas em rocha relativamente homogênea, que podem atingir vários metros de diâmetro (6m ou mais) e de profundidade (8m ou mais).

As “cacimbas” encontradas nas regiões semi-áridas brasileiras (Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, e norte da Bahia) constituem depressões ou escavações naturais formadas nos afloramentos de rochas cristalinas, pela ação intempérica da água atuando sobre determinadas diáclases, coadjuvada pela ação biológica, especialmente de vegetais inferiores (Paula-Couto, 1980).

Segundo Paula-Couto (1980 *apud* Bigarella *et al.*, 1994), a ação erosiva formando cacimbas parece ter sido mais efetiva do final do Pleistoceno ao começo do Holoceno, coincidindo com a mudança climática do úmido para o seco que ocorreu nesse intervalo de tempo, causando o desaparecimento das ricas savanas e extinção de grande parte da fauna de vertebrados.

Com a mudança climática, as “cacimbas”, atualmente mais reconhecidas como tanques, desempenharam um papel importante na sobrevivência de muitos animais nas fases mais secas do Pleistoceno, transformando-se nos últimos bebedouros naturais remanescentes, constituindo-se nos lugares de convergência da rica fauna de vertebrados. Grande número

desses animais, principalmente os mamíferos, pereceu de sede e de fome próximo das “cacimbas” ou mesmo no seu interior, tendo sido soterrados com aluvião pela ação de enxurradas torrenciais.

Em geral, os sedimentos das “cacimbas” são compostos caracteristicamente por areia quartzosa grossa, recobertos por sedimentos sílticos ou argilosos. Os sedimentos finos freqüentemente são removidos pela ação das enxurradas (Paula-Couto, 1980).

Segundo Bigarella *et al.* (1994), em uma superfície plana da rocha cristalina, determinados pontos (aparentemente, mesmo sem influência das diáclases) podem sofrer maior ação da umidade, originando pequenas depressões muito rasas (poças) que evoluem em forma de bacias com larguras e profundidades progressivamente maiores. Esse fenômeno tem origem igualmente no cruzamento de diáclases ou ao longo de uma única diáclase. Nas pequenas depressões (poças), assim formadas, acumula-se, periodicamente, água, que na presença de restos orgânicos atua na alteração dos silicatos, principalmente dos feldspatos. Com o aumento progressivo da profundidade, a água contendo ácidos orgânicos passa a atuar por tempo cada vez maior. Quando do nível de água mais elevado, nas paredes da depressão verifica-se uma ação química corrosiva de solapamento, que atua lateralmente para o interior da rocha, originando uma forma de bacia com bordas pendentes (negativas). Com o decorrer do tempo a bacia assume dimensões maiores mantendo no seu interior a água.

Algumas depressões de intemperismo, com a presença da vegetação, possivelmente tiveram como única causa do início de sua formação, a ação das raízes que penetram ao longo das diáclases e nas fissuras e intestícios da rocha. Inundações e enxurradas periódicas contribuíram para a eliminação dos detritos acumulados na cavidade, parecendo essenciais ao seu desenvolvimento (Bigarella *et al.*, 1994). Além disso, os fósseis são encontrados, geralmente, no sedimento arenoso do fundo destas cavidades, alguns com marcas de rolamento, em sua grande maioria fraturados e desarticulados.

Algumas cavidades de intemperismo estão circundadas por um anel de rochas salientes que sobressaem tanto da depressão quanto da superfície adjacente (Ollier, 1975 *apud* Bigarella *et al.*, 1994), como é o caso de alguns “tanques” em Maravilha (Figura 16).

Rolim (1974) considera fundamental na formação dos tanques nordestinos o processo de aplainamento de um relevo rejuvenescido pelos efeitos do neo-tectonismo terciário, pondo em exposição a superfície não intemperizada do Complexo Cristalino Pré-Cambriano. A ação

hidráulica de antigas vertentes incidia sobre a superfície desnuda das rochas graníticas, num relevo em fase de elaboração, no decurso das flutuações climáticas do Neógeno.

Nesse estágio da paisagem, a impetuosidade e agressividade das águas esculpiram ao longo de diáclases ou superfícies de cisalhamento, próximo aos lineamentos estruturais do Nordeste, fracamente reativados, com balanço epirogênico de baixa amplitude, propiciando entalhamento de formas variadas, porém predominando a forma ocelar, com eixo maior paralelo ao plano de fraturas.

No final do ciclo de aplainamento do Quaternário, a região encontrava-se praticamente rebaixada. Os antigos braços de rios teriam atingido o nível de base em relação aos tanques, tendendo a desviar seus cursos por erosão diferencial e, num processo coalescente, uniram-se entre si em planuras, deixando inúmeros maciços rochosos isolados, sobre os quais se encontram engastados paleoterraços por vezes fossilíferos, no fundo dos tanques, registrando idade plesitocênica superior (Rolim, 1974).



Figura 16. Anel de rochas aflorantes, de formato circular, conhecidas como tanques, com fósseis de megafauna, na fazenda Ovo da Ema - AL.

Corpos graníticos desnudos são freqüentes em toda extensão do núcleo Pré-Cambriano do Nordeste, sob a forma de “inselbergs”, como testemunho de um processo caótico de erosão, durante a gênese do relevo. Esses tipos de depressões permaneceram parcialmente abertos, como recipientes aquíferos naturais até parte dos tempos atuais, sofrendo, entretanto, paulatina ampliação de seus bordos pelo intemperismo constante e conseqüente entulhamento

pelo material desagregado e precipitado, inclusive por transporte eólico, até o completo assoreamento (Rolim, 1974).

Geograficamente, essas depressões se distribuem por todas as latitudes da Província Nordestina, onde quer que se encontre exposição do embasamento cristalino.

Topograficamente, os jazimentos dessa natureza, encontram-se em todas as altitudes, desde o pediplano superior, nas serras de Teixeira (PB) e Triunfo (PE), até os níveis pedimentares com altitudes de 300 a 500 metros, como é o caso das ocorrências em Alagoas, inclusive nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras.

De maneira geral, a geomorfologia nas áreas de tanque é caracterizada pela presença de “*inselbergs*” e colinas próximas, que se destacam na topografia como testemunhos residuais de antigas elevações. Na área de estudo desta pesquisa o pedimento onde se encontram os jazigos fossilíferos encontra-se cercado por serras tanto no lado do Estado de Alagoas quanto no de Pernambuco (Figura 17).



Figura 17. Vista do Pedimento entre Maravilha e poço das Trincheiras com a ocorrência de tanques fossilíferos. Verificando-se ao fundo serras do Estado de Pernambuco.

Os tanques do embasamento cristalino na área que corresponde hoje às fazendas Ovo da Ema e Quandu encontram-se preenchidos por sedimentos trazidos pelas chuvas torrenciais que assolavam a região e que gradualmente são escavados pelos moradores da localidade para armazenar água das chuvas.

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

A obtenção dos dados envolveu etapas sucessivas que foram representadas por quatro fases distintas e específicas: 1. Pesquisa bibliográfica e cartográfica, 2. Estudo de campo e amostragem, 3. Análises laboratoriais e 4. Tratamento dos dados e resultados.

III.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA

a) Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa e o levantamento bibliográfico foram referentes ao tema “Mamíferos Pleistocênicos” no Brasil, no Nordeste e em especial Alagoas, com ênfase nos aspectos tafonômicos, taxonômicos, paleoecológicos, geocronológicos e isotópicos.

b) Pesquisa Cartográfica

Esta etapa incluiu o levantamento cartográfico, interpretação das imagens de satélites, elaboração de mapa de localização da área de estudo, geomorfológico e geológico e elaboração de GRID-3D da drenagem.

A base para este trabalho foi a obtenção da carta topográfica na folha Santana do Ipanema (SC. 24 - X-D-I, MI-1522) do Ministério do Exército (1989), na escala 1: 100.000; e obtenção do Mapa Geológico do Estado de Alagoas (BRASIL.DNPM-1986), na escala 1: 250.000.

III.2. ESTUDO DE CAMPO E AMOSTRAGEM

Na etapa de campo foram realizadas doze viagens para escavações perfazendo um total de 48 dias, para amostragem e coleta de dados em tanques fossilíferos da Fazenda Ovo da Ema, município de Maravilha-AL e Fazenda Quandu, município de Poço das Trincheiras-AL.

As escavações foram iniciadas primeiramente delimitando-se a área a ser escavada em forma retangular com 1 metro de largura por 6 metros de comprimento, onde o sedimento era retirado com picaretas e pás até chegar-se aos ossos; a partir daí utilizou-se colher de pedreiro e pincéis, além de martelos e talhadeiras para liberar os ossos, os quais quando friáveis, eram colados com cola branca e/ou adesivos instantâneos do tipo “superBond” envolvidos com gaze gessada e posteriormente removidos. No jazigo fossilífero Sítio Paleontológico “Lagoa” (SP Lagoa), optou-se por seccionar o leito fossilífero em três grandes blocos, protegê-los com três camadas de ataduras e gesso em seguida acondicioná-los em engradados de madeira para remoção até o Laboratório de Geologia e Paleontologia do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas.

No jazigo fossilífero SP “Quixabeira” foram coletadas amostras de sedimentos a cada 10 centímetros para análise granulométrica. Dois fragmentos de dentes de *Stegomastodon waringi* foram coletados. O Primeiro no SP “Quixabeira” Camada 3 e o segundo no SP “Lagoa” camada 2, para datação por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR). Uma amostra de conglomerado de cimento calcífero, camada 3, foi coletada no SP “Seu José” para datação por ^{14}C . Em laboratório foram selecionadas oito amostras de ossos (Maravilha 1A, 1B, 2A, 2B, 3, 4, 5 e 6) com textura e coloração diferentes para análises de difratometria de raios-X, com o objetivo de identificar os processos diagenéticos pelos quais os restos esqueléticos foram submetidos após o soterramento.

Os restos de vertebrados foram coletados identificando-se a orientação espacial (posição do eixo maior dos ossos). Orientação que foi anotada antes dos ossos serem isolados das rochas ou sedimentos encaixantes. Anotou-se também relação dos ossos com os limites da camada e com as estruturas sedimentares internas, baseando-se em metodologia de Simões & Holz (2002, 2004).

Também foram observadas no campo e em laboratório as cinco feições macroscópicas (feições tafonômicas) empregadas na descrição das concentrações fossilíferas, sendo estas

importantes na identificação dos processos físico-químicos e biológicos responsáveis pela origem destas concentrações de acordo com Simões & Holz (2004):

- Feições sedimentológicas: estruturas sedimentares inorgânicas e biogênicas associadas, o grau de empacotamento e de seleção dos bioclastos e clastos no jazigo fossilífero;
- Feições bioestratinômicas: disposição dos bioclastos em planta e seção; grau de articulação dos esqueletos, fragmentação, corrosão e incrustação;
- Feições estratigráficas da associação fossilífera: dados sobre a disposição dos fósseis na seqüência sedimentar, verificando as fácies sedimentares e suas relações estratigráficas (espessura, extensão lateral, geometria do depósito e contatos estratigráficos);
- Feições paleoecológicas da associação fossilífera: dados sobre a taxonomia diversidade e abundância das espécies encontradas modos de vida e classes de tamanho (idade);
- Feições diagenéticas dos bioclastos: mineralogia e microestruturas analisadas em laboratório.

Os espécimes coletados foram devidamente acondicionados, etiquetados e transportados para o Setor de Geologia e Paleontologia do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas, quando depois da etapa laboratorial, ficaram disponíveis para serem incluídos na coleção paleontológica dessa instituição. Alguns ossos foram doados ao Museu de Paleontologia de Maravilha “Otaviano Florentino Ritor”, fazendo parte da exposição permanente de fósseis do museu.

III.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

No Laboratório de Geologia e Paleontologia da Universidade Federal de Alagoas as amostras foram organizadas e catalogadas para o procedimento de limpeza e colagem dos ossos fragmentados, procedimentos fotográficos, e medições. A partir daí os elementos ósseos

selecionados para estudo foram comparados com os publicados em referências bibliográficas específicas (Cartelle, 1992, 1995, 1998, Bergqvist, 1989; Bergqvist, Cartelle & Capilla, 1997, Cunha 1979, Faure, Guérin e Parenti, 1999; Guérin & Faure, 1999); com material da Coleção Científica de Macrofósseis do Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE); alguns espécimes foram mostrados a outros especialistas quando da dúvida sobre a estrutura e a espécie a que pertenciam.

Desenvolveu-se uma avaliação macroscópica com o objetivo de identificar e quantificar os estágios tafonômicos (Análise Macroscópica), onde 649 ossos inteiros e/ou fragmentos ósseos do jazigo fossilífero SP “Quixabeira” e 1.351 do SP “Lagoa” foram analisados.

III.3.1. Preparação mecânica e identificação

O material coletado no campo foi lavado com água corrente e, quando necessário, passou por remoção das partículas sedimentares aderidas por meios de técnicas mecânicas. Os fragmentos foram colados e protegidos com cola branca, araldite e superbond de secagem rápida e, posteriormente, quando possível, identificados quanto ao tipo de osso, bem como a espécie a qual pertencia.

Em ANEXO B apresenta-se a tabela com a relação do material selecionado para o diagnóstico dos táxons encontrados nos sítios estudados, constando de 50 peças entre material completo ou fragmentado, catalogados com a referência LGP-MHN-UFAL- N° (Laboratório de Geologia e Paleontologia-Museu de História natural-Universidade Federal de Alagoas-N° na coleção).

A morfometria apresenta medidas máximas de comprimento (C), largura (L) e altura (A) da peça observada, tomadas utilizando-se um paquímetro de marca *Marberg*, precisão de 0,05mm, expressas em milímetros (mm) e um escalímetro *Staedtler* (escala 1:100).

III.3.2. Difractometria de Raios-X

Fragmentos de ossos de *Stegomastodon waringi*, *Toxodon* sp. e *Eremotherium laurillardi*, foram selecionados, por apresentarem colorações diferentes, e encaminhados ao

laboratório de Mineralogia para análise de difratometria de raios-X, no Laboratório do Departamento de Geologia e no Laboratório de Difração de Raios-X do Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco. Fragmentos de ossos de oito amostras foram selecionados e encaminhados para serem analisados por difratometria de raios-x, os quais resultaram em difratogramas com os picos dos comprimentos de ondas referentes aos minerais encontrados para determinação de composição.

Para a realização dos testes de difração de raios-X nos fósseis analisados, foi utilizado o método de Pó (Debye-Scherrer), com o objetivo de obter uma análise qualitativa de sua composição (Borges, 2000).

De cada amostra, foi retirada uma porção de aproximadamente 1 grama de estruturas ósseas, trituradas com um pistilo em almofariz de porcelana até tornarem-se pó (fração argila, menor que 0,004mm); onde em seguida, o material foi colocado em lâminas de vidro. Com as lâminas preparadas, foram realizadas as análises difratométricas em um difratômetro, marca Siemens, modelo D 5000, com velocidade do goniômetro de 2°/min, tubo de cobre ($\lambda = 1,542 \text{ \AA}$), monocromatizador de grafita e filtro de níquel.

III.3.3. Datação por ^{14}C

As análises de ^{14}C no sedimento e $\delta^{13}\text{C}$ nos dentes foram realizadas no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo, em Piracicaba. A datação por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR) foi realizada no Departamento de Física e Matemática da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, em colaboração com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo (IPEN).

Para datação por ^{14}C , foram coletadas amostras de sedimento em torno dos ossos, para separação da matéria orgânica do solo (MOS) presente na amostra, a qual foi utilizada na datação.

Plantas assimilam ^{14}C durante a fotossíntese e animais se alimentam de plantas. Assim, todos os seres terrestres vivos mantêm sua entrada de ^{14}C durante a vida. O $^{14}\text{CO}_2$, como o $^{12}\text{CO}_2$, dissolve-se nos oceanos e está disponível ao plâncton, corais, moluscos e peixes, de modo que todos os seres durante sua vida reabastecem-se continuamente do ^{14}C . Na morte das plantas ou animais a entrada do ^{14}C cessa. O tempo da morte pode ser estabelecido pela determinação do ^{14}C residual. O ^{14}C decai com uma meia-vida de 5730 anos a ^{14}N (Pessenda *et al.*, 2005).

Por convenção internacional utiliza-se até hoje o valor da meia-vida de 5568 anos determinado na década de 50, que sabidamente apresenta um erro da ordem de 3%. A idade ^{14}C convencional é calculada com base em 95% da atividade normalizada a -25% para o fracionamento isotópico do padrão, Ácido Oxálico distribuído pela NIST (ex NBS), e reportada em anos AP (Antes do Presente), sendo Presente o ano de 1950 (Pessenda *et al.* 2005).

A atividade de uma amostra depende do número total de núcleos radioativos presentes e de uma probabilidade de decaimento (λ) constante de cada nuclídeo (Pessenda *et al.* 2005). A atividade do ^{14}C é determinada pela lei do decaimento radioativo através da equação:

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

Onde A = atividade específica da amostra no tempo t qualquer;

A_0 = atividade específica da amostra no tempo t = 0, representada pelo padrão Ácido oxálico NIST;

Λ = constante de desintegração, sendo igual a $0,693/T$ (T=meia vida do ^{14}C) e

t = tempo decorrido após a morte do organismo.

As etapas na detecção da atividade do ^{14}C em amostras de origem ambiental são o pré-tratamento da amostra por métodos físico-químicos para remoção de contaminantes e isolar a fração representativa da idade da amostra, produção de benzeno a partir de átomos de carbono da amostra e a medição da atividade do carbono radiativo (^{14}C) em um espectrômetro de massa (Pessenda & Camargo, 1991).

O limite de detecção da técnica permite determinar a idade até 60.000 anos A.P. (antes do presente) em materiais como matéria orgânica do solo (MOS), carbonatos, turfas, fragmentos de carvão e ossos. Enquanto a MOS aparece como testemunho dos eventos climáticos que ocorreram nos últimos milhões de anos sendo possível determinar por isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) a origem da MOS (C_3, C_4 ou CAM), a datação por ^{14}C estabelece a cronologia (Pessenda *et al.*, 2005). Nessa pesquisa a datação por ^{14}C foi realizada no cimento calcífero de concreções com bioclastos em depósito de tanque.

III.3.4. Isótopos estáveis do carbono – $\delta^{13}\text{C}$

Para análise de isótopos estáveis de carbono $\delta^{13}\text{C}$ foi retirada uma amostra de um bloco cimentado por carbonato de cálcio contendo ossos e fragmentos de rochas do SP “seu José”. O cimento calcífero do bloco foi utilizado para datação.

O carbono tem dois isótopos de ocorrência natural, ^{12}C e ^{13}C . Aproximadamente 98,89% de todo o carbono na natureza é ^{12}C e 1,11% é ^{13}C . A razão desses dois isótopos ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) em materiais naturais varia em relação aos valores descritos, como resultado do fracionamento isotópico durante processos físicos, químicos e biológicos. Esta variação isotópica é relativamente pequena na vegetação e matéria orgânica do solo (MOS), com os materiais mais enriquecidos (com maior concentração em ^{13}C) diferindo dos menos enriquecidos (com menor concentração em ^{13}C) por aproximadamente 2‰ ou 20 partes por mil (‰).

Para utilizar estas pequenas variações isotópicas, a razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ da MOS deve ser medida com alta precisão. Usualmente são feitas análises em amostras gasosas em espectrômetro de massa equipado com três coletores.

As razões dos isótopos do carbono são usualmente expressas empregando a notação delta (δ) e calculadas de acordo com a equação:

$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = \frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}}{R_{\text{padrão}}} \times 1000$$

Com respeito ao sistema planta-solo, a razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ do carbono orgânico do solo contém informação referente a presença ou ausência de espécies de plantas com os ciclos fotossintéticos C_3 (baixa $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e C_4 (alta $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) em comunidades de plantas passadas, e sua contribuição relativa a produtividade primária da comunidade através do tempo. Como estes ciclos fotossintéticos são fisiologicamente e ecologicamente distintos, quaisquer trocas na relação C_3 - C_4 implica alteração de estrutura e função dos ecossistemas (Pessenda et al., 2005).

Medidas isotópicas do carbono orgânico do solo tem sido utilizadas para documentar efeitos de práticas do uso da terra sobre a estrutura do ecossistema, para quantificar taxas e modelos de dinâmica de vegetação em ecossistemas naturais, e refinar o entendimento das interações entre vegetação e clima. Pelo fato de que a matéria orgânica do solo é constituída de múltiplos reservatórios com taxas de movimentação (“turnover”) desde 10 a milhares de

anos, estes estudos são possíveis sobre muitas escalas de tempo. Portanto, a matéria orgânica do solo é frequentemente preservada em paleosolos por milhares de anos ou mais, favorecendo o uso desta metodologia em estudos paleoecológicos.

Os isótopos estáveis ocorrem naturalmente na litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera. Cada elemento tem um isótopo dominante leve (^{12}C) e um ou mais isótopos pesados (^{13}C) com abundância natural menor ou próxima de 1% (Pessenda et al., 2005). As composições isotópicas das plantas diferem em relação ao carbono de acordo com seus tipos de ciclos fotossintéticos. C_3 (árvores e arbustos) e C_4 (gramíneas e plantas herbáceas). Demonstrou-se experimentalmente que as plantas C_3 apresentam valores da composição isotópica do carbono mais negativos (empobrecimento isotópico) do que as plantas C_4 (valores menos negativos de $\delta^{13}\text{C}$) (Pessenda, 1988).

O cálculo do fracionamento isotópico do ^{13}C é feito empregando-se a equação:

$$\delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = \frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{PDB}}}{R_{\text{PDB}}} \times 1000$$

Sendo os resultados expressos na unidade relativa $\delta^{13}\text{C}$, onde $R = ^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ para a razão isotópica do carbono.

O valor de $\delta^{13}\text{C}$ é expresso em partes *per mil* (‰) e representa a proporção da razão $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ de uma amostra em relação ao padrão internacional PDB (molusco fóssil *Belemnitella americana* da Formação Peedee da Carolina do Sul, U.S.A), sendo o desvio padrão de 0,1‰ para a matéria orgânica.

III.3.5. Datação por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR)

Para datação por Ressonância Paramagnética Eletrônica foram utilizados dois fragmentos de dentes de *Stegomastodon waringi*, um do SP “Quixabeira” e o outro do SP “Iagoa”.

Restos pré-históricos e materiais arqueológicos são irradiados ao longo do tempo pela radiação ambiental, contendo uma dose acumulada em função da idade do material (Barreto et al., 2003). A dose acumulada (dose arqueológica) provém da radiação emitida principalmente por elementos químicos radioativos do solo e é recebida pelos fósseis após o período da sedimentação. A taxa de dose média anual pode ser estimada teoricamente como 1mili-Gray, unidade de medida da dose de radiação (Kinoshita et al., 2005).

Segundo Barreto *et al.* (2003) o método de datação por EPR é baseado na existência de armadilhas de elétrons na estrutura da rede cristalina dos minerais. As radiações ionizantes levam elétrons da banda de valência para a de condução, onde parte desses elétrons cai em armadilhas, enquanto que grande parte deles se recombina imediatamente. O pré-requisito para o funcionamento do método é que o número de armadilhas ocupado por elétrons seja proporcional à dose acumulada.

Diversos materiais isolados, como ossos, dentes, carapaças, conchas de moluscos, carbonatos e aminoácidos podem ser analisados por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR ou ESR) e seus espectros. A idade é obtida através da equação exponencial:

$$I = I_0 (1 - e^{-(D+AD)/D_0})$$

Onde I = sinal de intensidade medido por ESR;

I_0 = intensidade máxima (nível de saturação);

D = dose de radiação laboratorial;

AD = dose arqueológica e D_0 = dose de 63% do valor de saturação.

Os dentes são mais fáceis de datar pelo elevado grau de mineralização. Essa técnica de datar requer uma quantidade pequena de material, tem larga escala temporal de aplicabilidade (milhões de anos) e a informação não é destruída durante o processo de medição (Baffa *et al.*, 2000). Dois fragmentos de dentes de *Stegomastodon waringi* da área pesquisada foram datados por esse método.

III.4. TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS

As técnicas de coleta e dados tafonômicos foram baseados em Holz & Soares (1995); Holz & Simões (2002) e Simões & Holz (2004). Os dados de sistemática foram baseados em Paula-Couto (1979), Cartelle (1992) e Bergqvist *et al.* (2004). Os dados isotópicos baseados em Pessenda (1998), Pessenda *et al.* (2005) e as datações absolutas em Baffa *et al.* (2000), Kinoshita *et al.* (2005) e Auler *et al.* (2006).

Com as informações obtidas no campo e em laboratório, associada às informações bibliográficas elaborou-se a parte textual da tese. Após o levantamento e integração dos dados paleontológicos, tafonômicos, sedimentológicos, químicos, e geocronológicos projetou-se um modelo de reconstituição paleoambiental e tafonômico para a área de estudo.

CAPÍTULO IV

TAFONOMIA DE MAMÍFEROS TERRESTRES EM PLANÍCIE COLÚVIO-ALUVIONAR E SUAS IMPLICAÇÕES PALEOECOLÓGICAS – ESTADO DA ARTE

O capítulo aborda os processos de fossilização que envolvem mamíferos terrestres em planície colúvio-aluvionar, uma vez que se atribui a esse sistema deposicional as ocorrências da mastofauna pleistocênica na área estudada.

Simões & Holz (2004) discutiram amplamente o assunto Tafonomia, trabalho este que serviu de base para esta síntese.

O termo Tafonomia, utilizado para definir os processos de fossilização foi introduzido por Efremov (1944, *apud* Simões & Holz, 2002) para designar o estudo das “leis” que governam a transição dos restos orgânicos da biosfera para litosfera. No entanto, esta definição é muito ampla, sendo em parte sinônimo dos termos **processos de fossilização**, **paleobiologia**, **bioestratinomia** e **actuopaleontologia**. Behrensmeyer & Kidwell (1985) apresentam uma moderna definição para a Tafonomia, como o estudo dos processos de preservação e como eles afetam a informação no registro fossilífero, compreendendo duas amplas etapas de investigação: a – bioestratinomia e b – diagênese dos fósseis (Seilacher, 1976 *apud* Simões & Holz, 2000; Flessa *et al.*, 1992). Ainda pode ser levada em consideração na análise tafonômica o estudo da necrólise, abrangendo a morte e a decomposição dos organismos (Weigelt, 1989; Cadée, 1991; Allison & Briggs, 1991 *apud* Simões & Holz, 2002), a fase de soerguimento tectônico e a influência das técnicas e métodos de coleta e preparação dos fósseis (Clark *et al.*, 1967).

Seilacher (1970, *apud* Simões & Holz, 2002) trata os restos orgânicos como partículas sedimentares, as quais estão sujeitas aos mesmos processos de transporte, concentração e seleção dos demais clastos, no ciclo exógeno, sofrendo, portanto, importantes distorções ou tendenciamentos no registro da biota. Nesse trabalho, ele emprega os termos **retrato de vida** e **retrato de morte**, pois normalmente, as concentrações fossilíferas mostram o retrato de

morte, distorcido pelas etapas tafonômicas, possuindo pouco valor paleoecológico. Neste contexto, uma das metas da paleontologia é a compreensão do retrato de vida, a partir da identificação e descrição dos dados tafonômicos, sedimentares e temporais que atuaram para formar o retrato de morte.

A tafonomia, por sua própria natureza, é interdisciplinar, pois envolve conhecimentos paleontológicos, sedimentológicos, estratigráficos, biológicos e ecológicos em uma ampla escala (temporal/geográfica) de análise dos dados (Figura 18).

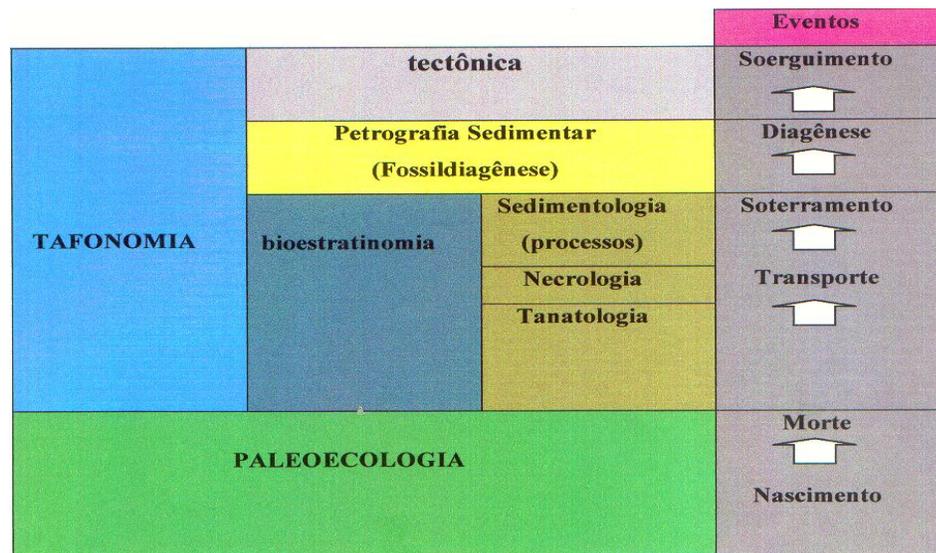


Figura 18. Relações entre a tafonomia, suas subdivisões e os eventos responsáveis pela origem das concentrações fossilíferas (modificado de Simões & Holz, 2002).

IV.1. TAFONOMIA

A tafonomia aborda duas etapas de investigações: a – Bioestratinomia e b – Diagênese dos fósseis.

A bioestratinomia ocupa-se do estudo da arquitetura dos fósseis nos estratos, deduzindo as causas da morte dos animais, condições de soterramento dos restos orgânicos, grau de desagregação dos restos fossilizados e critérios que permitam determinar a ordem normal de superposição dos estratos.

A causa de morte de um animal fossilizado pode, por vezes, ser inferida com base na natureza do sedimento que está incluído, por sua posição no estrato e pelo estado de

decomposição e/ou desagregação do esqueleto. Eventualmente pode ser pelos vestígios de perfurações e cortes que possam ficar, no caso de ter sido devorado por outro animal carnívoro (Melendez, 1982).

Segundo Simões & Holz (2002), comumente, a modificação pós-morte dos restos esqueléticos é função de sua susceptibilidade à ação de um conjunto de processos bioestratinômicos e o tempo de exposição a estes processos. O **transporte e reorientação**, a **desarticulação** (separação dos restos esqueléticos por decomposição bacteriana dos tecidos de conexão), a **fragmentação** (quebra dos elementos esqueléticos), e a **corrosão** (combinação de abrasão mecânica e corrosão biogeoquímica dos bioclastos), compõem o conjunto de processos bioestratinômicos que devem ser analisados em uma associação fossilífera.

A diagênese dos fósseis trata da **mineralogia e microarquitetura esquelética preservadas**.

Muitos dos minerais que compõem o endo ou exoesqueleto dos organismos (biomineralizações) são instáveis às modificações químicas no ambiente diagenético e pós-diagenético, podendo recristalizar-se, sofrer dissolução ou substituição.

Diversos fatores são responsáveis pela dissolução das partes duras esqueléticas, especialmente as águas intersticiais (diagênese) e as águas subterrâneas e superficiais (intemperismo), associados com as variações no pH do ambiente (Mendes, 1988). A ocorrência de poros e cavidades nas partes duras esqueléticas e na rocha, podem ainda influenciar o processo de dissolução. Por outro lado, se o espaço vazio deixado pela dissolução do esqueleto não for preenchido, restaria apenas sua impressão física na matriz, que daria origem aos moldes internos (convexos) e externo (côncavo).

Outras biomineralizações são mais estáveis às transformações diagenéticas como a hidroxiapatita, presente nos ossos e dentes dos vertebrados. Este mineral permanece total ou parcialmente preservado em ossos fossilizados como, por exemplo, no caso dos peixes cretáceos, preservados em concreções carbonáticas da Formação Santana (Viana & Richter, 1998).

IV.2. MORTANDADE NA BIOTA

Um dos requisitos da tafonomia é a investigação da causa de morte dos organismos que compõem as concentrações fossilíferas e a identificação do evento que determinou a morte.

Dois são os tipos de mortandade na natureza: um é a morte seletiva, que afeta determinadas faixas de idades na população e é causada por fatores como envelhecimento, doença e predação. É dita morte natural, pois afeta os indivíduos mais jovens ou mais velhos da população. O outro tipo de morte é a não seletiva ou catastrófica (Figura 19), que ocorre quando um evento de grande magnitude (e.g. grandes enchentes e/ou tempestades, secas muito severas, erupções vulcânicas) e atinge grande parte da população indistintamente. Neste caso, as classes de idade irão apresentar uma distribuição que reflete mais ou menos fielmente a composição original da comunidade, com proporção entre juvenis, adultos e senis, de acordo com a estrutura populacional original (Simões & Holz, 2002).

A *causa mortis* catastrófica de mamíferos terrestres pode ser devida a vários motivos. Tanto hoje quanto no passado as principais causas destas mortes resulta de: atividades vulcânicas; gases; incêndios em florestas, campos e pradarias, afogamento, areia movediça, óleo e asfalto bruto, seca, caça, frio e gelo (Figura 19). Weigelt (1989) descreve com detalhe estas causas, servindo de base para as considerações a seguir.

A morte por atividades vulcânicas tem sido registrada em várias localidades do mundo. Na Hungria foram encontrados rinocerontes do Mioceno, entre outros animais soterrados por cinza vulcânica, bem como mastodontes nos Andes. Em terrenos do Terciário da América do Norte, crânios de mamíferos foram encontradas associados à cinza vulcânica. Em relação ao homem, o caso mais conhecido é o das cidades de Herculano e Pompéia que foram cobertas por cinzas provenientes da erupção explosiva do Monte Vesúvio, preservando inclusive a posição dos indivíduos no momento da morte, na forma de “moldes”.

A morte por gases, normalmente está associada a atividades vulcânicas, quando emissões de dióxido de carbono são muito drásticas e instantaneamente fatais bem como também é o caso do ácido sulfídrico expelido pelos vulcões.

Os incêndios em florestas, campos e pradarias, devastam e afetam a vida da comunidade. Quando ocorrem causam pânico e os animais fogem em debandada em todas as direções, muitos sucumbem ao fogo.

Outra *causa mortis* é por inundações, quando de proporções considerada catastrófica, pois afetam indivíduos de todas as faixas etárias e atingem principalmente as espécies gregárias, durante as migrações.

Aprisionamento em pântanos e “areia movediça”, devido à plasticidade do sedimento também podem ser responsáveis pela morte de animais, pois estes podem ficar imobilizados e

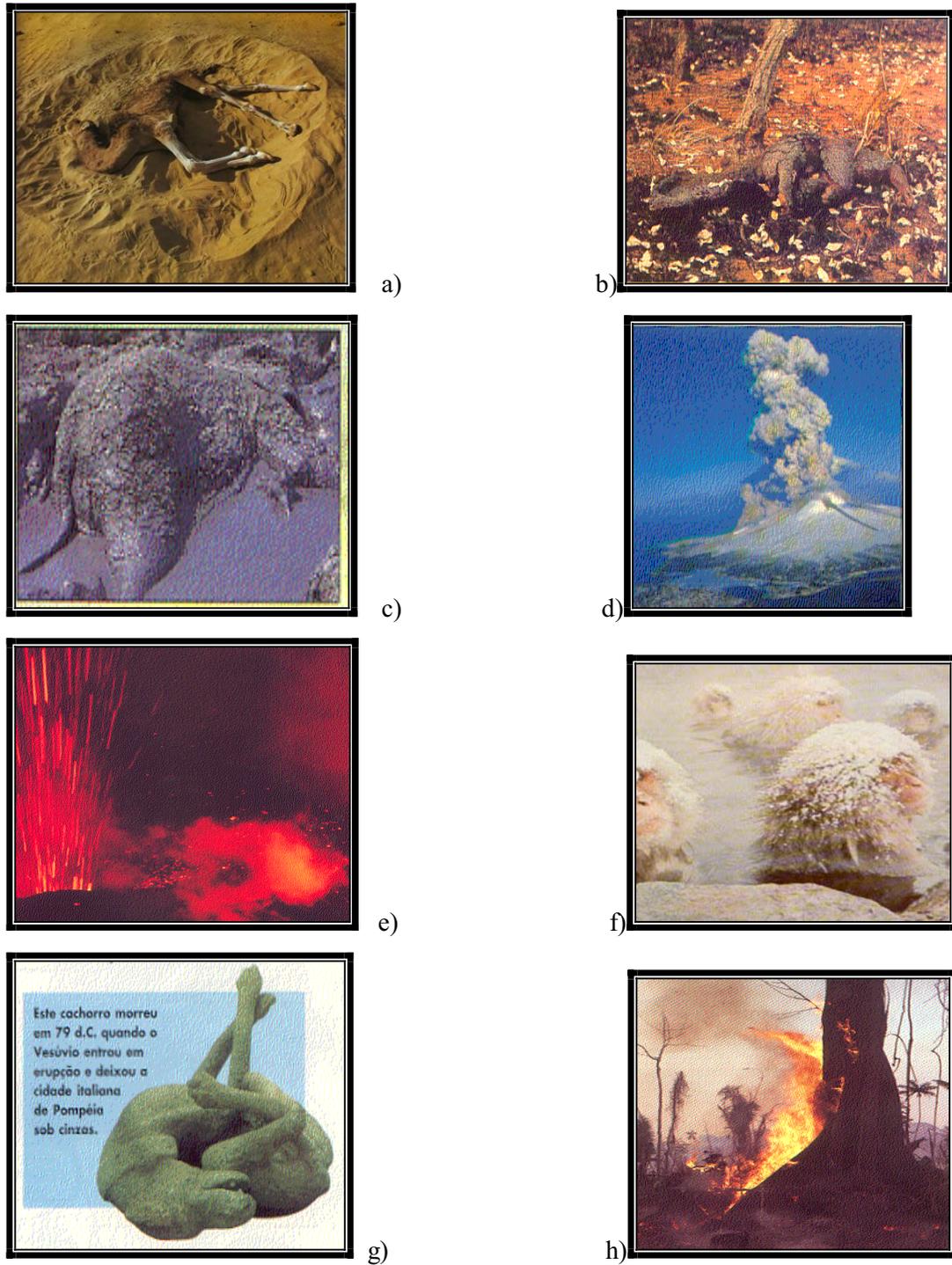


Figura 19. Ambientes e possível *causa mortis* em mamíferos terrestres: a) seca; b) incêndio em campos; c) preso na lama; d) por gases tóxicos; e) por lava vulcânica; f) frio e gelo; g) cinza vulcânica; h) incêndio em florestas. (a, d, de Baines, 1993; b de Redford, 1987; c e g, de Norman, 1996; e, de Webster, 2000; f, de Penny, 1993; h, de Fearnside, 1990).

“afundarem” nestes ambientes. Nos pântanos, devido à grande quantidade de água e muita matéria orgânica em decomposição, não apresentam muita consistência.

Os ossos e dentes encontrados nos depósitos de tanques fossilíferos em Maravilha e Poço das Trincheiras apresentam os mais variados tamanhos e fase de desenvolvimento. O que demonstra que estes depósitos foram formados por organismos que sofreram morte não seletiva ou catastrófica, já que essa afeta grande parte da população indistintamente. Uma evidência dessa afirmação pode ser observada no sítio paleontológico “Lagoa”, onde foram encontrados seis fêmures de *Eremotherium laurillardi*, com três tamanhos, de faixas de idade ou sexos diferentes.

IV.3. FEIÇÕES PALEOECOLÓGICAS

A composição taxonômica das concentrações fossilíferas pode ser monotípica, se composta por um único tipo de esqueleto (e.g., esqueletos de mamíferos) ou politípica, se composta por vários tipos de esqueletos. Uma concentração monotípica pode, entretanto, ser poliespecífica, caso seja encontrado nessa concentração apenas um tipo de esqueleto de um determinado táxon com várias espécies diferentes. Já toda concentração monoespecífica, ou seja, aquela formada por uma única espécie, é obrigatoriamente monotípica.

As concentrações monotípicas apresentam grande valor tafonômico ou paleoecológico, pois refletem, na maioria das vezes, mortandade em massa, condições de auto-estresse ambiental, de intensa seleção hidrodinâmica ou preservação diferencial, durante o processo de diagênese, o que pode está refletindo a concentração dos fósseis encontrados em Maravilha e Poço das Trincheiras. Contrariamente, uma baixa seleção hidrodinâmica pode levar à formação de uma concentração politípica e poliespecífica.

Em concentrações fossilíferas de vertebrados, o caráter monotípico de muitas ocorrências é, comumente, resultado de mortandade em massa. Por exemplo, a natureza monotípica das concentrações esqueléticas encontradas nas fácies fluviais meandrantes da Formação Judith River (Cretáceo de Alberta/Canadá), as quais contêm grandes concentrações de ossos de dinossauros (ceratossauros) é explicada da seguinte maneira: os ceratossauros viviam em “manadas” muito grandes, nas áreas correspondentes às planícies de inundação do sistema fluvial que gerou a Formação. Essas “manadas”, ao tentarem atravessar os rios, em época de cheia, talvez levados pelo pânico na situação de nível d’água crescente, sofriam diminuição considerável no número de indivíduos. Os animais morriam por afogamento e eram depositados nas margens, onde eram temporariamente expostos e retrabalhados até

serem definitivamente incorporados aos sedimentos das barras fluviais (Wood *et al.*, 1988). Mecanismo semelhante parece ter sido responsável pela origem de concentrações monotípicas de mamíferos eocênicos do Wyoming, nos Estados Unidos (vide Turnbull & Martill, 1988).

As concentrações de mamíferos nos depósitos de tanques fossilíferos nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras apresentam um caráter monotípico, por ser constituída apenas por ossos de mamíferos e, poliespecífico, pois são concentrações com ossos e dentes de mamíferos de pelo menos seis espécies, o que representa uma condição de grande *estresse* ambiental gerando mortandade em massa, evidenciada na área estudada pelas distintas fases de desenvolvimento ontogenético dos fósseis encontrados nos depósitos, que vai desde indivíduos jovens até indivíduos senis.

IV.3.1 Exemplos de interpretações Paleoecológicas baseadas em mamíferos terrestres.

No estudo de um jazigo fossilífero, não é possível aplicar diretamente os métodos de análise utilizados pelos ecólogos. Deve-se ter em mente as limitações do registro fossilífero, relacionadas à não-preservação total de paleocomunidades e às modificações diagenéticas oriundas do processo de fossilização. Contudo, um trabalho de campo detalhado, através de escavações niveladas das sucessivas camadas sedimentares, pode fornecer dados preciosos de sucessão de comunidades no decorrer do tempo. Em muitos casos o paleoecólogo lança mão de interpretações indutivas, o que não é uma particularidade dos estudos paleoecológicos como sugeriu Gall (1976).

Quando os dados paleobiológicos e sedimentológicos recolhidos de um jazigo fossilífero são finalmente reagrupados nível por nível, sob os diagramas ou os perfis paleoecológicos, permite-se fazer um escopo aos olhos da história da sedimentação e da sucessão da fauna e da flora no curso do tempo. No confronto das diversas informações é possível demonstrar os traços essenciais do meio ambiente (Gall, 1976).

Alberdi & Prado (1995a), no estudo dos equídeos da América do Sul, referem-se a estes como excelentes indicadores paleoambientais e bioestratigráficos, devido à notável documentação que se tem sobre sua evolução e irradiação adaptativa no Hemisfério Norte. No caso particular das espécies dos equídeos sul-americanos, é possível estabelecer certa associação entre a morfologia da parte distal das extremidades e o tipo de solo e vegetação que habitaram. Neste sentido, o habitat de *Hippidion* deveria corresponder a bosques úmidos e solos pouco compactados. *H. saldiasi*, de pequeno tamanho, viveria em um clima frio e

úmido, com paisagens de bosques, como consequência da latitude e/ou altitude. Por sua parte, *H. principale* se vincularia também a um clima frio e úmido e *H. devillei* a um clima relativamente mais seco e quente.

No que diz respeito às espécies de *Equus (Amerhippus)*, *E. (A.) santaeelenae* é o mais robusto, de ambiente de planície costeira e com solo arenoso. *E. (A.) neogeus* é a espécie grácil e se registra nas planícies dos Pampas Argentinos e Brasileiros, que indicam um ambiente de pastagens xerófitas e solos mais compactados. Por sua vez, tanto *E. (A.) insulatus* como *E. (A.) andium* são formas robustas e de metapodiais comparativamente mais curtos que as formas de planície. O encurtamento pronunciado dos metapodiais deste último parece indicar uma clara adaptação a um ambiente montanhoso, com solos duros e relativamente escarpados (Alberdi & Prado, 1995b).

Outro exemplo de interpretação refere-se aos mega-herbívoros sul-americanos, os quais não são tão suscetíveis a rápidas mudanças climáticas como outras espécies de mamíferos. Uma evidência disso é a ampla tolerância a alternância de climas que se depreende da distribuição das espécies sul-americanas (Alberdi & Prado, 1995b).

Em linhas gerais os mastodontes zigodontes são formas comedoras de ramos e de fato preferem ambientes de bosques úmidos tal qual como está documentada na paleofauna da Eurásia. Por outro lado, as formas bunodontes habitam zonas mais abertas e comparativamente mais secas, do tipo savana arbórea (Ginsburg & Tassy, 1977 *apud* Alberdi & Prado, 1995a). Estas preferências gerais de ambos os tipos de mastodontes, provavelmente sejam uma das razões que permitam explicar por que chegaram à América do Sul somente formas bunodontes, vindas da América do Norte (onde viviam ambos os tipos de mastodontes), através do Istmo do Panamá. Analisando-se as adaptações ao alimento e ao habitat com outros dados paleontológicos puderam-se traçar as rotas de migração destes animais, do norte até o extremo sul da América, bem como sua ecologia.

IV.4. AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO CONTINENTAL COLÚVIO-ALUVIONAR E ACUMULAÇÕES FOSSILÍFERAS

Os ambientes de sedimentação contribuem de maneira significativa para os processos de fossilização, determinando a diagênese e a preservação das feições bioestratinômicas.

No caso dos depósitos sedimentares em tanques, o preenchimento das depressões existentes no embasamento cristalino da área estudada, envolve mecanismos de deposição colúvio-aluvionares.

IV.4.1 Colúvio

Segundo Bigarella *et al.* (1994), a designação colúvio refere-se ao material que sofreu deslocamento na vertente, isto é, o resultado da movimentação do elúvio = Eluvião (do latim *eluvio*, dilúvio, echente) material alterado que permanece *in situ*, e geralmente não forma contatos nítidos com a rocha mãe, mas sim gradacionais, constituindo, via de regra, a estrutura principal das linhas de crista e ombreiras, constituindo o revestimento subsuperficial quase que generalizado da paisagem.

A designação colúvio (Bigarella *et al.*, 1994) é de caráter geral aplicada aos depósitos soltos e incoerentes encontrados no sopé de uma vertente ou escarpa, sendo para aí transportados para esta posição principalmente pela ação da gravidade.

Baulig (1956 *apud* Bigarella *et al.*, 1994), considera como colúvio apenas os materiais transportados pelo escoamento pluvial. No entanto para Derruau (1958 *apud* Bigarella *et al.*, 1994), os materiais que descem as vertentes são ditos coluviais, enquanto que os transportados pelos cursos d'água são ditos aluviais.

Plaisance & Cailleux (1958) definem o colúvio, no sentido genético, como sendo constituído pelos materiais transportados em conjunto pelo escoamento superficial ao longo da vertente até o sopé, logo, correspondendo aos materiais que descem a encosta. Os mesmos autores salientam que os colúvios são pouco estratificados ou não apresentam estratificação, não sendo facilmente diferenciáveis dos solos originais. Resultam de pequeno deslocamento através do perfil transversal do vale. Os mesmos autores afirmam que a existência de colúvios liga-se geralmente a desflorestamentos antigos das vertentes, tendo a solifluxão um papel mais importante na sua gênese do que o escoamento superficial.

Bigarella *et al.* (1994) restringem o termo colúvio aos depósitos onde predominam os movimentos de massa (colúvio *sensu stricto*), e utiliza a designação depósitos colúvio-aluvionares àqueles em que prevalecem os processos de escoamento superficial das águas nas vertentes. Os mesmos autores empregam também a denominação colúvio-aluvionar para

descrever muitos depósitos de rampas topográficas, nas quais se torna difícil a distinção entre os dois tipos. Entretanto, o termo colúvio *sensu lato* abrange os depósitos formados pelos dois tipos de processos (movimento de massa e escoamento superficial).

Dentro de uma catena ideal, o colúvio seria encontrado recobrendo as seções médias e inferiores das vertentes, aumentando a sua espessura quando diminuem os declives, entretanto então em contato com o alúvio depositado pelo curso d'água no fundo do vale. Na seção superior da vertente passa a predominar o elúvio, salvo nos locais onde aflora a rocha (Bigarella *et al.*, 1994). Essa seqüência ideal falta no semi-árido.

IV.4.2 Leques Aluviais

Os leques aluviais, também chamados de cones aluviais ou cones de dejeção (Mendes, 1984), são formados por depósitos de fluxos de detritos polimíticos, corridas laminares e rios anastomosados (Suguio, 1994), dos quais constituem depósitos terminais, contendo seixos a blocos angulares de tamanhos diversos (Riccomini *et al.*, 2001).

Formam-se nos pontos em que o gradiente desses rios decresce bruscamente no *piemonte* (*piedmont*), ou seja, no sopé das montanhas. Originam-se, igualmente, nos baixios de desertos, nas regiões periglaciais e outras regiões, desde que as condições locais imponham uma redução drástica de velocidade ao fluxo de água doce, como por exemplo nas planícies costeiras, quando as montanhas se avizinham das mesmas. Vistos em planta, assemelham-se a leques abertos, razão da sua denominação (Figura 19). Espraiam-se esses depósitos de um ponto referido como ápice e normalmente ocorrem vários deles, um ao lado do outro, da sua coalescência forma-se uma planície aluvial. Seu ângulo de inclinação varia, em geral, de 3⁰ a 6⁰ (Mendes, 1984), podendo chegar a 25⁰, embora não exceda 10⁰ (Scholle & Spearing, 1992). Podem alcançar até várias dezenas de quilômetros de extensão, ou restringir-se a umas poucas centenas de metros.

Os leques modernos que variam em dimensões de 1 a 900 km². Alguns nos Estados Unidos possuem um raio superior a 10 km e espessuras em torno de 700 m. Muitos depósitos antigos associados a zonas de escarpas de falhas apresentam vários milhares de metros de espessura (Suguio & Bigarella, 1990). Apresentam, portanto, na maioria das vezes, tamanho menor daquele de outros tipos de aluviões. Seu perfil radial é, normalmente, côncavo para o alto (Figura 20). Compõem-se de matacões, calhaus, seixos, areias e siltes. Os sedimentos são

imaturos e o grau de arredondamento das partículas tende a aumentar distalmente. Em áreas subsidentes ou falhadas atingem espessuras consideráveis (Suguio, 1994; Mendes, 1984).

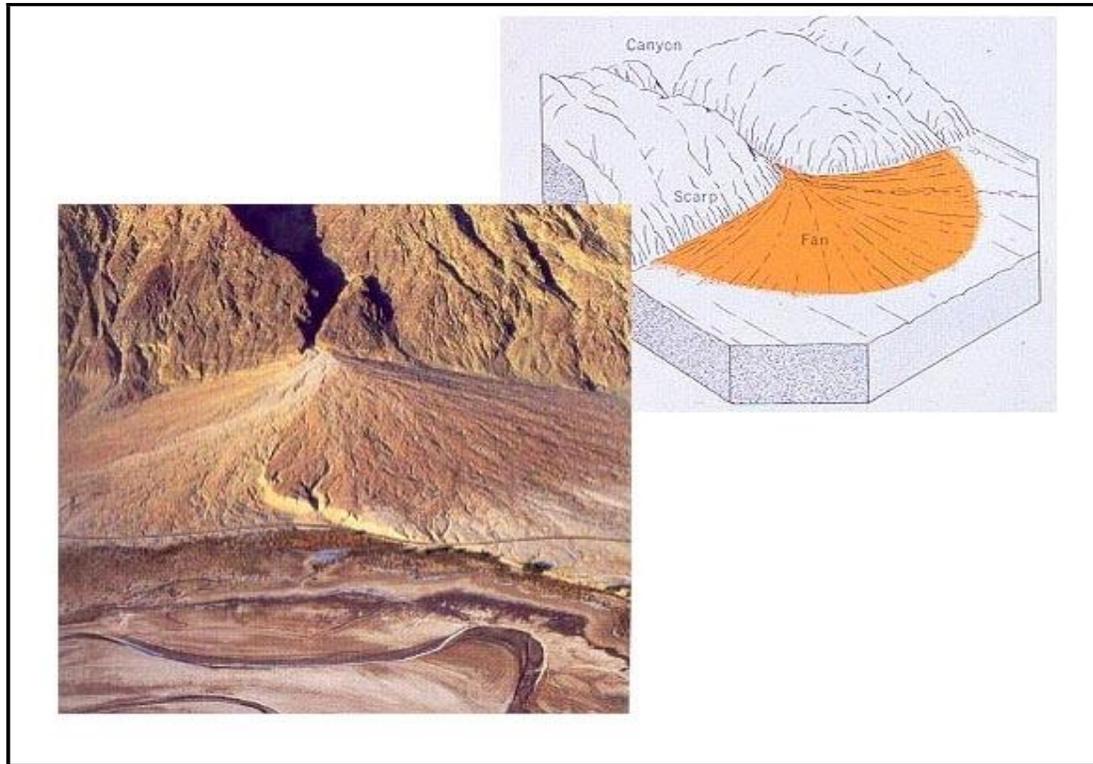


Figura 20. Depósito de leque aluvial no vale da Morte nos Estados Unidos da América. Vista superior de um leque aluvial (esquerda), desenho esquemático de um leque aluvial (direita). (Fonte: <http://www1.ci.uc.pt/geomorf/fotos.htm>).

O clima e o tipo de rocha-fonte exercem uma forte influência sobre o tamanho e a forma dos leques (Riccomini, et al. 2001; Suguio, 1994; Mendes, 1984). O tamanho dos leques varia de menos de 100 metros a mais de 150 quilômetros de raio, embora a média tenha menos de 10 quilômetros (Scholle & Spearing, 1992). Nas regiões de clima árido, a inclinação dos leques aluviais é maior do que nas de elevada pluviosidade, isto se deve à granulometria de fricção interna dos produtos do intemperismo. Chuvas pesadas regulares não são propícias à sua formação, que é mais favorecida pelos climas áridos, semi-áridos e subárticos, “nesses locais, durante os longos períodos secos, a desagregação mecânica produz detritos em abundância os quais são remobilizados durante as chuvas torrenciais que ocorrem de forma esporádica” (Figura 21), segundo Riccomini et al. (2001, p. 205).



Figura 21. Exemplo de desagregação mecânica com produção de detritos, Serrote do Quandu, Poço das Trincheiras (AL). Trincheiras.

O tamanho e a inclinação desses depósitos sofrem influência também do tipo da rocha-fonte, atingindo valores maiores quando o material provém de lamitos, em comparação com os dos leques formados por material originário de arenitos (Mendes, 1984). Nem sempre os depósitos de leques aluviais são preservados, pois sendo de origem continental estão sujeitos à contínua ação erosiva (Popp, 1987).

A superfície dos leques aluviais é cortada por uma multiplicidade de canais dispostos fundamentalmente segundo um padrão radial, relacionando-se esses canais a diversos ciclos de sedimentação (Mendes, 1984).

Suguio (1994) e Mendes (1984) definem três processos que levam à formação os depósitos de leques aluviais: **corrida de detritos**, **corrida de lama** e **corrente aquática**. Os dois primeiros ocorrem de preferência nas regiões de clima árido, onde, a longos intervalos, caem chuvas pesadas. Os climas frios são propícios, igualmente, às corridas de lama.

Distingue-se a **corrida de detritos** pela sua curta duração e pela grande quantidade de sedimentos. Assim se denomina uma massa deslocante de fragmentos de rocha, solo e lama. Move-se com velocidade desde 1 metro por ano até cerca de 2,6 quilômetros por minuto. Os depósitos de leques originários de corrida de detritos são mal selecionados, constituindo-se, predominantemente, de areias e macroclastos. Quando a massa deslocante é muito viscosa, os macroclastos dispõem-se caoticamente nos leques; quando mais fluida suborientam-se e, por vezes, observam uma estratificação gradativa.

As **corridas de lama** são igualmente massas de detritos que se deslocam encosta abaixo, por ação da gravidade. Eles têm, entretanto, uma quantidade bem maior de material fino que as corridas de detritos e apresentam fluidez muito superior à destas. Quando as partículas de tamanho superior ao das areias ultrapassam 50%, a massa deslizando deve ser qualificada como corrida de detrito. Alguns autores não separam, entretanto, essas duas modalidades de “corrida”.

A presença de rochas contendo argila na área-fonte é um fator predisponente à formação das corridas de lama. Os depósitos de leque que se originam das mesmas são mal selecionados e, geralmente, caóticos.

Acumulações fossilíferas são geralmente raras em depósitos formados por leques aluviais (Scholle & Spearing, 1992), por ser elevado o índice de oxidação dos sedimentos (Mendes, 1984). No entanto, ossos de vertebrados dispersos e fragmentos de plantas podem ser encontrados (Scholle & Spearing, 1992).

No caso dos depósitos de tanques fossilíferos estudados em Maravilha e Poço das Trincheiras, devido às depressões no embasamento cristalino, ossos e até carcaças inteiras foram levadas para o interior destas, transportadas tanto por **corridas de detrito** em sistemas de leques aluviais, como a partir de acumulações coluvionares.

CAPÍTULO V

MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS DO ESTADO DE ALAGOAS

Em quase todos os Estados do Brasil tem sido documentada a presença de mamíferos pleistocênicos, os quais são pela primeira vez revelados através de fósseis encontrados na região do Cariri e levados para Goiânia em 1796. Esta coleta se deve a Manuel de Arruda Câmara (1752 - ?) que em 1796 examinou ravinas da Paraíba e coletou ossos que achou pertencerem a mastodonte. Segundo Joffily (1892), um trabalho de Machado & Costa (1890) cita o fato.

Em 1817 o Padre Cazal na Bahia relata ter encontrado restos de mastodontes (Cartelle, 2004), esses achados ocorreram na região Nordeste do Brasil e a cada ano vem sendo reveladas, através de pesquisas (Alves, 2007; Porpino, Santos & Bergqvist, 2004, Alberdi, Prado & Cartelle, 2002; Porpino & Bergqvist, 2002; Goes et al. 2002; Silva, 2001; Guérin & Faure, 1999; Faure et al., 1999; Porpino, 1999; Cartelle & Langguth 1999; Cartelle 1998 e Santos, 1982).

Johann Spix e Carl Von Martius, entre 1817 e 1820 encontraram restos de preguiça terrícola em Minas Gerais e nas escavações das cavernas em Lagoa Santa no Estado de Minas Gerais Peter Wilhelm Lund em meados do século XIX encontrou uma considerável quantidade de mamíferos fósseis (Bergqvist & Almeida, 2004; Cartelle, 1994).

A partir de 1854, Louis Jaques Brunet explora a região Nordeste do Brasil, coletando informações sobre a fauna pleistocênica (Bergqvist, 2004), porém somente na primeira metade do século XX, a riqueza dos fósseis da mastofauna nordestina é revelada (Rolim, 1974). Paula-Couto na segunda metade do século XX tornou essa fauna fóssil do Brasil melhor conhecida, através de seus estudos sobre a paleomastofauna brasileira (Bergqvist, 2004) e a partir daí uma série de pesquisadores como Cástor Cartelle, Cunha, Lílian Paglarelli Bergqvist, Mário Dantas, Rosemberg Alves, Jorge Luiz Lopes da Silva, Alcina Magnólia Franca Barreto, Ribeiro, Zucon, Kleberon de Oliveira Porpino, Maria de Fátima Cavalcante Ferreira dos Santos, Góes, Guérin, Faure, Souza-Cunha, Rolim, Magalhães, Lessa, Vidal e

outros, aumentaram e/ou vem aumentando o conhecimento sobre a megafauna pleistocênica no Nordeste do Brasil.

Apesar dos trabalhos anteriormente citados, no Estado de Alagoas pouco se sabia a respeito dessa fauna pleistocênica e, os trabalhos publicados faziam referências apenas às localidades onde os fósseis foram encontrados.

Burlamaqui (1855), em suas pesquisas realizadas no Nordeste, relata pela primeira vez a ocorrência de megafauna em Alagoas no povoado Meirús, município de Pão de Açúcar, onde foram encontrados ossos pós-cranianos (osteodermos da carapaça) de Glyptodontes, e dentes e ossos pós-cranianos de mastodontes. No povoado “Aldêa”, município de São Luis do Quitunde, foram citados restos de mastodontes e no município de Penedo ossos de mastodontes, no fundo de um poço.

Branner (1902, 1906) é o segundo a relatar a presença dos mamíferos fósseis após expedições realizadas nos Estados de Alagoas e Pernambuco citando os municípios de Arcoverde, Brejo da Madre de Deus, Orocó e Pedra em Pernambuco e o município de Pão de Açúcar, em Alagoas.

Oliveira (1920) faz referência a restos de mastodontes no município de Anadia, não especificando quais ossos foram encontrados.

Brandão (1937) relata a ocorrência de megafauna em Alagoas citando a existência de ossos de mamíferos gigantes que existiram nesse Estado, nos municípios de Pão de Açúcar e Campo Alegre, sem especificar a que espécies pertenciam.

Simpson & Paula-Couto (1957) relata a ocorrência de dentes (M^3 direito) e ossos pós-cranianos de Gomphotheriidae, encontrados no município de Palmeira dos Índios na “villa de Caçambinha”.

Silva (2001), em sua dissertação de mestrado, relata pela primeira vez a ocorrência de fósseis pleistocênicos no município de Maravilha, identificando dentes e ossos cranianos e pós-cranianos de *Eremotherium laurillardi*, *Toxodon* sp. e *Stegomastodon waringi*. O mesmo autor também faz o primeiro estudo tafonômico a partir do jazigo paleontológico pesquisado visando à reconstituição da paleoecologia e paleoambiente desses megamamíferos no município de Maravilha.

Born *et al.* (2003) relata a presença de mamíferos pleistocênicos no município de Igaci em Alagoas com a presença de ossos pós-cranianos bastante fragmentados de *Catonyx cuvieri*, *Eremotherium laurillardi*, *Stegomastodon waringi*, *Xenorhinotherium bahiense* e *Equs (Amerhippus) neogaeus*.

Como se percebe os relatos sobre a ocorrência de mamíferos fósseis em Alagoas e nos demais Estados do Nordeste Brasileiro concentram-se principalmente nos megamamíferos com pouco ou nenhum relato a respeito de pequenos mamíferos, com exceção dos trabalhos de Cartelle (1992), Guérin *et al.* (1993), Bergqvist *et al.* (1997), Lessa *et al.* (1998) e Oliveira & Lessa (1999). Os fósseis dos micromamíferos normalmente são encontrados em cavernas e raramente nos depósitos de tanques, o que pode ser atribuído principalmente ao tamanho e a sua menor resistência ao transporte e posterior soterramento. Em Alagoas nos jazigos pesquisados não foram encontrados fósseis dessa pequena fauna pleistocênica.

Os dados paleontológicos nas citações bibliográficas sobre a ocorrência de fósseis do Pleistoceno no Estado de Alagoas, como visto acima, são escassos e esporádicos. A maior parte das pesquisas no Estado data da metade do século passado, realizadas principalmente por Simpson & Paula-Couto (1957) e refere-se apenas à citação de ocorrências isoladas e identificação do material a nível específico quando possível, já que a maior parte dos fósseis encontrados nestes depósitos está bastante fragmentada.

Diante deste panorama este trabalho pretende contribuir de forma mais ampla com o registro das ocorrências fossilíferas de megafauna de Alagoas. Quando possível identificando a nível específico o material fossilizado encontrado em cada uma das localidades tanto para este estudo, quanto daquelas visitadas, apenas para o conhecimento e georeferenciamento do depósito fossilífero.

As informações destas ocorrências baseiam-se em pesquisas bibliográficas, visitas aos museus, Xucurus na cidade de Palmeira dos Índios, e do Sertão, na cidade de Santana do Ipanema, bem como em visitas realizadas nos locais de ocorrências a partir de informações obtidas através dos moradores das localidades onde estes jazigos são encontrados quando da retirada dos sedimentos das depressões do embasamento para o armazenamento de água das chuvas.

Com exceção dos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras, onde as escavações foram realizadas para esta pesquisa, nos demais municípios, o trabalho de campo limitou-se à coleta de fragmentos que restavam no fundo dos depósitos já escavados e de superfície nos entulhos resultantes das desobstruções realizadas pelos moradores locais.

Até o presente, são dezesseis os municípios do Estado de Alagoas que apresentam registros de ocorrência de mamíferos pleistocênicos. Dez deles foram visitados para confirmação e georeferenciamento das ocorrências durante a preparação desta tese, os quais são listados a seguir: Igaci, Jaramataia, Major Isidoro, Maravilha, Olho D'Água do Casado, Ouro Branco, Palmeira dos Índios, Pão de Açúcar, Poço das Trincheiras, Santana do Ipanema.

Três citados na literatura: Anadia, São Luiz do Quitunde e Penedo (Paula-Couto, 1957), e os três restantes citados por moradores das localidades onde foram encontrados fósseis: Piranhas, São José da Tapera e Inhapi. Dos três últimos, apenas em São José da Tapera não foi confirmado.

A figura 22 apresenta o mapa de localização das ocorrências até aqui conhecidas no Estado de Alagoas. Os municípios de Igaci e Palmeira dos Índios se localizam na Mesorregião Geográfica do Agreste alagoano e os demais na Mesorregião Geográfica do Sertão de Alagoas.

Os fósseis encontrados em Igaci na localidade denominada Lagoa da Pedra, foram identificados por Born, et al., (2003), como pertencentes à *Eremotherium laurillardi*, *Stegomastodon waringi*, *Equus (Amerhippus) neogaesu*, *Xenorhinotherium bahiense* e *Catonyx cuvieri*. Parte do material obtido neste jazigo encontra-se no museu Xucurus em Palmeira dos Índios, no Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (MHN-UFAL) em Maceió e na coleção científica do Laboratório de Paleontologia Sistemática do Instituto de Geociência da Universidade de São Paulo.

No museu de Palmeira dos Índios também se encontram fósseis de *Eremotherium laurillardi*, e *Panocthus* sp. achados no município.

No município de Jaramataia, na localidade chamada de Lagoa dos Cágados, também foram encontrados fósseis de megafauna. O material encontra-se bastante fragmentado sendo de difícil identificação. Alguns ossos vistos com um morador da localidade sugerem pelo menos a presença de *Stegomastodon waringi*.

Em Major Isidoro, na fazenda Veludinha, encontrou-se fósseis de *Eremotherium laurillardi*, *Stegomastodon waringi* e *Toxodon* sp. Fragmentos e ossos inteiros foram depositados no MHN-UFAL. Dentre o material mais bem preservado encontra-se um úmero de *E. laurillardi*, uma tíbia de *Toxodon* sp.. Fragmentos e dentes inteiros de *S. waringi* também estão entre o material deste depósito.

No município de Maravilha, área de estudo desta pesquisa, são vários os depósitos de tanques que apresentam fósseis dos animais da megafauna. A fazenda Ovo da Ema possui uma considerável quantidade de depressões com conteúdo fossilífero e todas as propriedades no seu entorno também possuem ocorrências semelhantes. Na maior parte destes tipos de depósitos, o material é bastante fragmentado, porém, em uma cacimba escavada por moradores locais na década de 60 e finalizada em 2008 para esta pesquisa, encontrou-se seis fêmures de *E. laurillardi*, dois inteiros e quatro 60% preservados, algo não muito comum nestes tipos de depósitos.

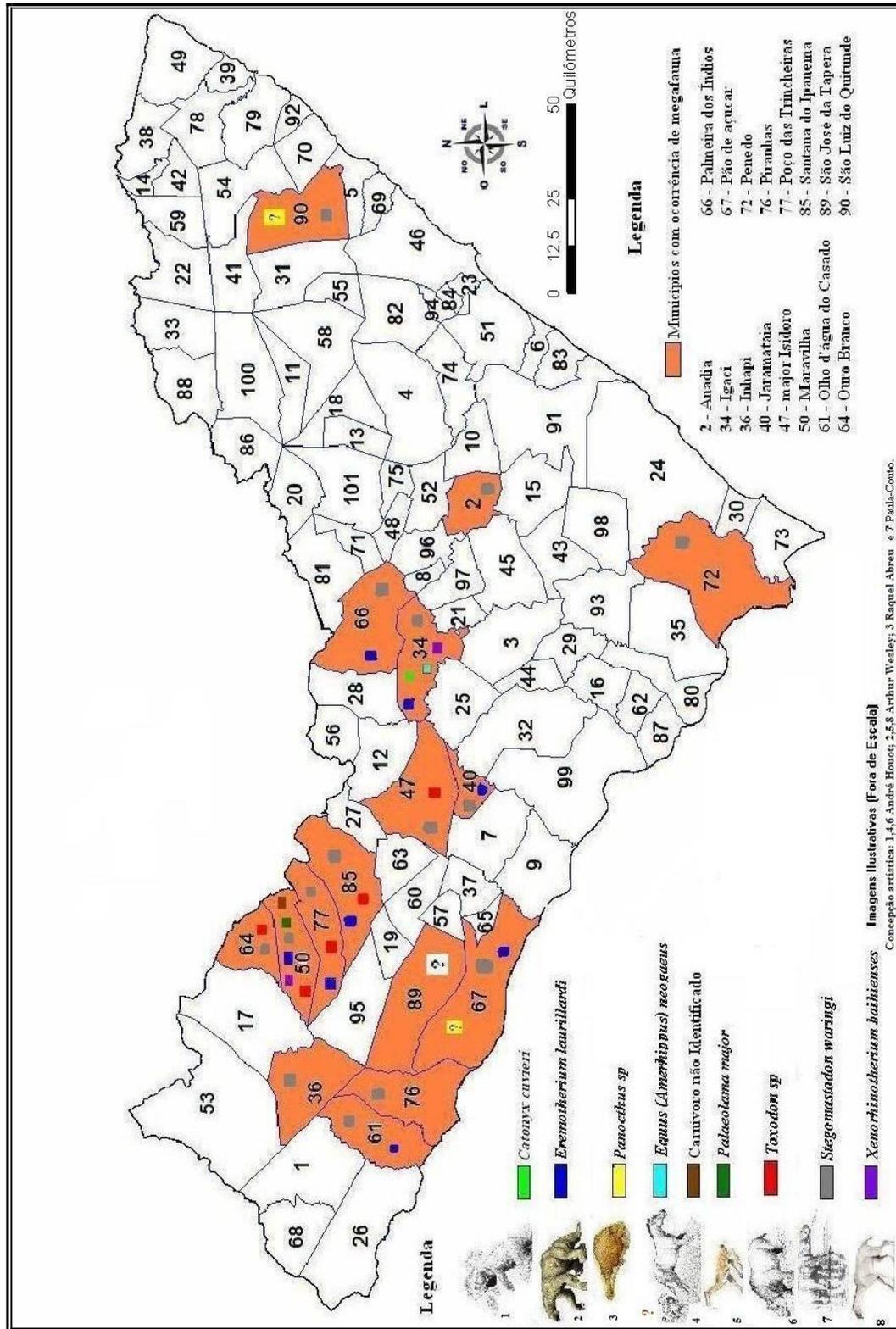


Figura 22. Mapa de localização das ocorrências de mamíferos da megafauna do Pleistoceno no Estado de Alagoas. (Fonte do mapa: WikiProject Brazil, 24 agosto de 2006). Modificado por Silva (2008).

Ossos desarticulados e dentes fragmentados de *Toxodon* sp. e *Stegomastodon laurillardi*, junto com *E. laurillardi*, são os mais comuns em Maravilha. Nesse depósito foram encontrados um fragmento do ramo mandibular esquerdo e um dente isolado de *Palaeolama major* e um canino provavelmente de felino ainda não identificado. Um ramo mandibular direito de *E. laurillardi* com cinco dentes encaixados, quatro (80%) inteiros e um parcialmente preservado. Além de dois calcâneos de Notoungulata, os quais se atribuiu a *Toxodon* sp.. No entanto, comparados com o material da coleção científica do Museu Câmara Cascudo da cidade de Natal, observou-se algumas diferenças anatômicas que merecem uma maior avaliação, podendo-se tratar de uma nova espécie. Ainda foi encontrado nesse depósito, colado à um fêmur de *E. laurillardi*, um ramo mandibular direito com um molar encaixado de *S. waringi*.

Poço das Trincheiras, o outro município onde foi realizada uma escavação para este trabalho, apresenta fósseis nas mesmas condições em que são encontrados os depósitos fossilíferos de Maravilha. Com os mesmos tipos de espécies que o anterior, com exceção de *Palaeolama major*. Os fósseis encontrados na escavação do jazigo paleontológico “Seu José” estão bastante danificados a ponto de não ser possível identificar o tipo de osso ou a que espécie pertence. Ao lado desse jazigo, no mesmo *inselberg*, separados apenas por dois metros encontra-se outra depressão escavada pelos moradores da área na década de 80, século passado, onde uma excepcional quantidade de fósseis foi encontrada.

Neste depósito encontram-se conglomerados formados por ossos, dentes, clastos de quartzo angulosos e arredondados, com sedimento no tamanho areia, cimentado por carbonato de cálcio. Os clastos do depósito sugerem transporte do material por ação coluvial.

No município de Pão de Açúcar os tanques visitados foram: Alemar, Guardiano, Formigueiro, Tanque Velho, Lagoa dos Elefantes e Sítio Lagoinha cujas amostras de todos estes depósitos também se encontram bastante fragmentadas e predominam no material observado *Stegomastodon waringi* e *Eremotherium laurillardi*. No tanque Guardiano, Santos (1995) encontrou um osteodermo de carapaça de tatu gigante. Não foi identificada a espécie que pertencia o referido osteodermo.

Em Santana do Ipanema o material encontrado está depositado na Casa de Cultura do município. Como nas demais áreas visitadas o material também está bastante fragmentado só foi possível identificar apenas alguns ossos e dentes como pertencentes a *Stegomastodon waringi* e *Eremotherium laurillardi*.

No município de Olho d'Água do Casado, os fósseis encontram-se relativamente preservados com fragmentos e ossos inteiros no interior do depósito (Figuras 23, 24,), e/ou no

entulho (Figura 25) jogados na lateral do depósito pelos moradores que o escavaram para acúmulo de água da chuva (Figura 26).



Figura 23. Leito de ossos no fundo do depósito de tanque fossilífero no município de Olho d'água do Casado (AL).



Figura 24. Astrálgalo de *Eremotherium laurillardi* no entulho do depósito de tanque fossilífero de Olho d'Água do Casado (AL).



Figura 25. Depósito em forma de lagoa, seco, fevereiro de 2008 em Olho d'Água do Casado (não exumado).



Figura 26. Depósito anterior, trinta dias depois do início das chuvas em maio de 2008.

Nesse depósito citado anteriormente cinco corpos de vértebras de *Eremotherium laurillardi*, como também um astrálogo e vários fragmentos de costelas foram coletados, junto com fragmentos de dentes de *Stegomastodon waringi*.

O município de Ouro Branco possui um afloramento de rochas graníticas com uma depressão longa com cerca de 200m de comprimento por 40m de largura e 5m no local mais profundo, localizado na zona urbana da cidade no sítio Belém. Em seu interior foram

encontrados vários fragmentos de ossos de *E. laurillardi* e *S. waringi*, no entanto as chuvas de maio de 2008 preencheram completamente essa depressão, só a partir do período de estiagem que começa em setembro na região é que os trabalhos de campo podem ser retomados. Nos municípios de Anadia e Penedo, segundo Paula-Couto (1957), foram encontrados fragmentos de ossos de *Stegmostodon waringi*, como Também fragmentos de carapaças de gliptodontes (espécie não identificada) e *S. waringi* em São Luiz do Quitunde.

O município de Anadia encontra-se na região do agreste do Estado de Alagoas e geologicamente apresenta o embasamento similar ao da região do sertão, Penedo e São Luiz do Quitunde, são dois municípios da zona da mata de Alagoas, próximos ao litoral nos quais apenas a citação de ocorrência baseia-se na literatura e cujas informações são imprecisas quanto ao local dos achados.

No município de Inhapi alguns fragmentos de ossos de *Stegomastodon* foram encontrados num sítio da zona rural e entregues no Museu de História natural da Universidade Federal de Alagoas.

No povoado de Entremontes, às margens do rio São Francisco, no município de Piranhas, em um depósito do tipo “tanque”, também foi encontrado material paleontológico, que é mantido por um morador da localidade. Os fragmentos observados demonstram tratar-se de *S. waringi*. Dos dezesseis municípios do Estado de Alagoas com ocorrências de fósseis da megafauna, apenas o material de São José da Tapera, até a conclusão desse trabalho, ainda não tinha sido observado.

O quadro 1, mostra, de maneira simplificada as Mesoregiões de Alagoas com os respectivos municípios de ocorrência de fósseis, as ordens e as respectivas espécies, qual o tipo de material, se osso, dente estado de conservação e localização desse acervo.

Dentre o material encontrado em Alagoas *S. waringi* é sem dúvidas o mais abundante seguido por *E. laurillardi* e *Toxodon* sp. O depósito fossilífero da “Lagoa” na fazenda Ovo da Ema em Maravilha é o que apresenta maior variedade de espécies (seis), seguido pelo depósito da Lagoa da Pedra no município de Igaci com cinco espécies. Estes achados não refletem a diversidade da megafauna pleistocênica de Alagoas, com nove espécies até o presente encontradas, pois apenas dezesseis municípios até o momento têm a presença registrada desta megafauna. Acredita-se que novas pesquisas nos demais municípios do agreste e sertão alagoanos possam demonstrar que esta megafauna pode ter sido tão diversificada como a que ocorreu de modo geral nos outros Estados do nordeste brasileiro.

As características geológicas dos depósitos de “tanques” no território alagoano são similares entre si (Figura 27). São 16 municípios com ocorrências de fósseis da megafauna

pleistocênica conhecidos até o presente (Quadro 1), com um total de 32 jazigos paleontológicos.

Os municípios de Anadia, Igaci, Inhapi, Palmeira dos Índios, Jaramataia, Major Isidoro, Santana do Ipanema, Ouro Branco, Piranhas, São Luiz do Quitunde, Penedo, e São José da Tapera com um jazigo paleontológico conhecido; Olho d'Água do Casado com dois jazigos; Poço das Trincheiras com três jazigos; Maravilha com sete jazigos e Pão de Açúcar com oito jazigos confirmados.

Destes, 26 estão localizados em rochas metamórficas do tipo gnaisses e migmatitos, 4 em rochas graníticas plutônicas do Terreno Pernambuco-Alagoas e, de idade Mesoproterozóica e apenas dois estão localizados em área da Bacia Sedimentar Alagoas (Figura 28). Os tanques estão localizados em áreas com predomínio de formas residuais do tipo *inselbergs* em área pedimentar. Apenas dois tanques localizados na fazenda Quandu, em Poço das Trincheiras, ocorrem em área de média encosta no serrote do Quandu.



Figura 27. Imagem dos dois jazigos fossilíferos localizados em média encosta no serrote do Quandu, município de Poço das Trincheiras – AL.

Quadro 1 - Distribuição dos mamíferos pleistocênicos no Estado de Alagoas. Tipo de material e Localização atual do acervo.

REGIÃO	MUNICÍPIO	ORDENS / ESPÉCIES (em números)											LOCALIZAÇÃO DO ACERVO		
		XENARTHRA			NOTOUNGULATA	PROBOSCIDEA	PERISSODACTYLA	LITOPTERNA	ARTIODACTYLA	CARNIVORA					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9					
SERTÃO	Inhapi					X									MHN - UFAL
	Jaramataia	X				X									MHN-UFAL e CP
	Major Isidoro	X			X	X									MHN-UFAL
	Maravilha	X			X	X			X		X				MHN-UFAL e MPM "OFR"
	Olho d'Água do Casado	X			X	X									MHN-UFAL
	Ouro Branco				X	X									MHN-UFAL
	Pão de Açúcar	X		?		X									MHN-UFAL, CCPA e MN- UFRJ
	Piranhas					X									CP
	Poço das Trincheiras	X			X	X									MHN-UFAL
	Santana do Ipanema	X			X	X									MHN-UFAL e MDNSI
São José da Tapera	?	?	?	?	?				?		?			CP	
AGRESTEE	Anadia					X									MN - RJ
	Igaci	X	X			X			X						MHN-UFAL, MXPI e LPSIG- USP
	Palmeira dos Índios	X				X									MHN-UFAL e MXPI
	Penedo					X									MN- UFRJ
Z. da M.	São Luiz do Quitunde			?				X							MN- UFRJ

(X) - Ocorrências confirmadas e identificadas; (?) - não identificadas, pelo estado de conservação ou pela ausência de publicações. **Espécies:** 1. *Eremotherium laurillardii*, 2. *Catonyx cuvieri*, 3. *Panocibus* sp., 4. *Toxodon* sp., 5. *Stegomastodon waringi*, 6. *Equus (Amerhippus) neogaei*, 7. *Xenorhinotherium bahiense*, 8. *Palaetolama major* e 9. Felino (?). **Acervo:** Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (MHN-UFAL); Coleção particular (CP); Museu Paleontológico de Maravilha "Otaviano Florentino Rêur" (MPM "OFR"); Casa de Cultura de Pão de Açúcar (CCPA); Museu Nacional Rio de Janeiro (MN-UFRJ); Museu Doras Nôia de Santana do Ipanema (MDNSI); Museu Xucurus de Palmeira dos Índios (MXPI) e Laboratório de Paleontologia e Sedimentologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (LPSIG-USP). **Z. da M.** - zona da Mata.

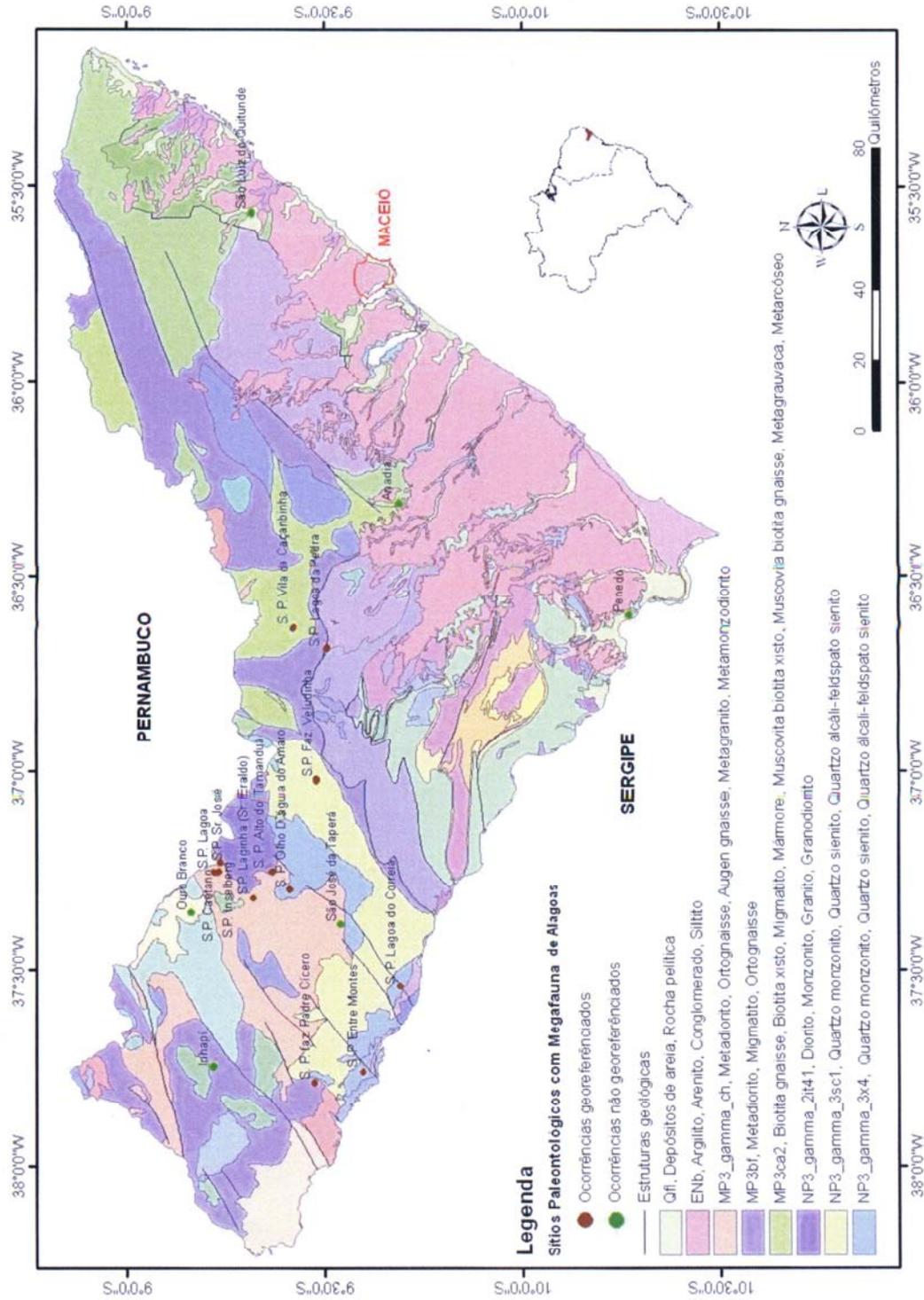


Figura 28. Ocorrências de sítios paleontológicos com mega fauna plotadas em mapa geológico de Alagoas simplificado de

CAPÍTULO VI

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DA ÁREA DOS JAZIGOS FOSSILÍFEROS DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS

VI.1. GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

Partindo-se de uma interpretação qualitativa das formas do relevo, a região que compreende os municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras, apresenta uma área de topografia suavemente ondulada, modelada pela erosão, com cotas altimétricas que variam de 250 a 700m de altitude dando origem a pequenas cabeceiras de drenagem. A equidade topográfica interrompe-se pelos relevos residuais que se elevam a mais de 700m, esta ocorrendo na porção centro-leste da área, tendo a Serra da Caiçara como o ponto culminante da área com mais de 800m de altitude. Para melhor compreensão dos aspectos geomorfológicos da área de estudo foi elaborado um mapa geomorfológico, apresentado na Figura 29.

A Serra da Caiçara (Figura 30) é a maior elevação da região e destaca-se em relação às outras elevações circunvizinhas. Sua altura máxima em relação ao nível do mar é de 839 metros, portanto, é o segundo ponto culminante do Estado de Alagoas, ficando apenas atrás da serra das Guaribas no município de Quebrangulo, que possui 882 metros (Lima, 2006).

Na área entorno dos maciços residuais encontra-se uma série de depressões com sua formação relacionada ao processo erosivo das correntes pluviais que, de encontro a esses maciços, formam depressões rasas onde se armazenam água e que em períodos chuvosos formam pequenos lagos e reservatórios naturais.

S. J. L. da 2008. Reconstrução Paleoambiental Baseada no Estudo de Mamíferos Pleistocênicos de Maravilha e Poço das Trincheiras, Alagoas, Nordeste do Brasil.

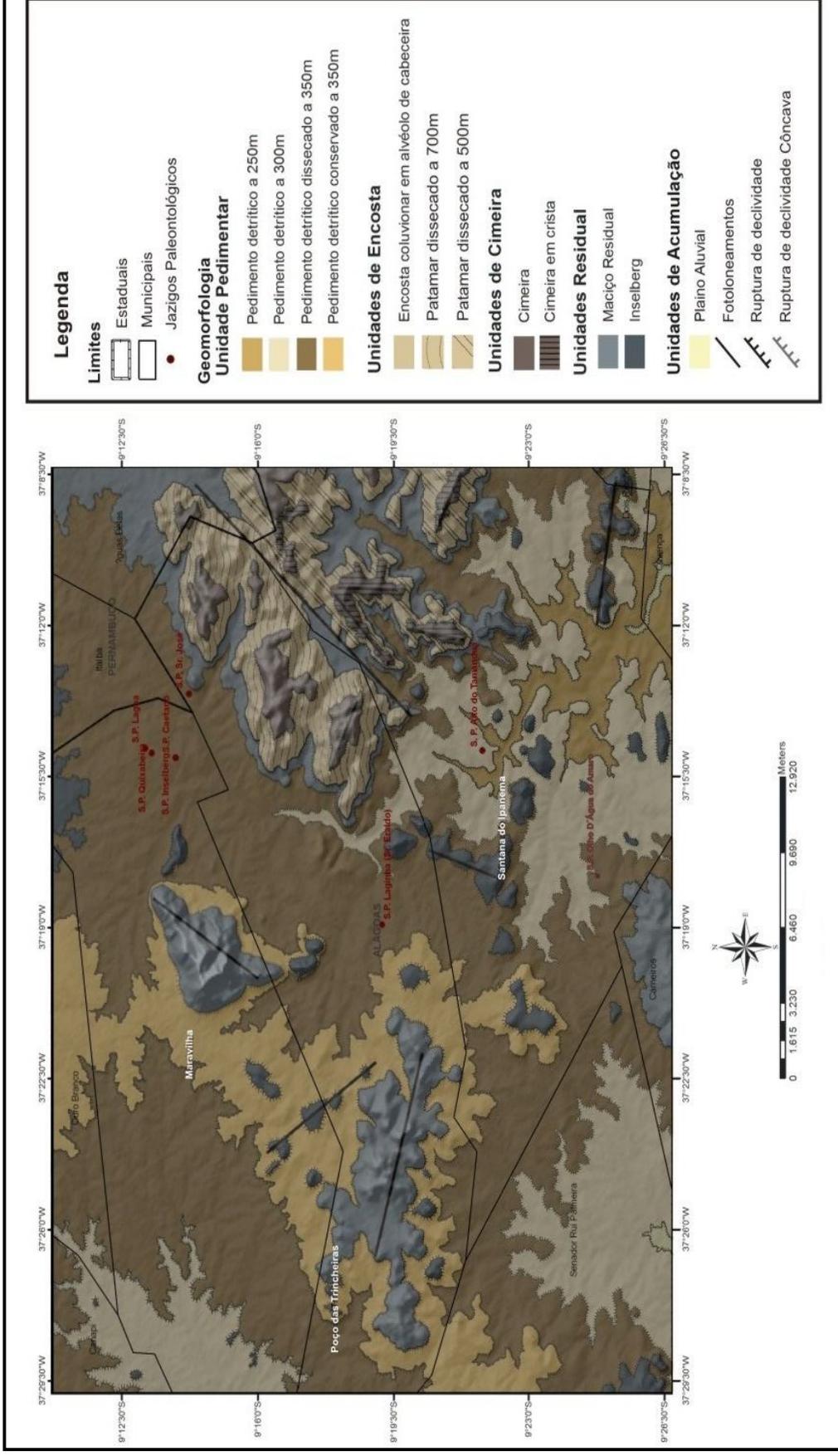


Figura 29. Mapa Geomorfológico da área de estudo. Em destaque os sítios paleontológicos estudados (Maravilha e Poço das Trincheiras). Outros georeferenciados, mas não escavados.



Figura 30. Vista da região do pedimento. Com a Serra da Caiçara ao fundo (839 metros).

Estas depressões, que regionalmente recebem o nome de “tanques”, exibem fortes controles litológicos, estruturais e geomorfológicos (Figura 31).



Figura 31. Depressão no embasamento cristalino chamada localmente de "tanque".

VI.2. A COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS NA ÁREA ESTUDADA

VI.2.1 *Plaino Aluvial*: Corresponde as áreas baixas e planas que ocorrem ao longo dos vales dos rios, englobando as formas deposicionais. O terraço superior, correspondente aos níveis mais elevados da sedimentação, transita lateralmente para um pedimento rochoso que apenas trunca a superfície dissecada superior que o delimita. Os relevos plainos normalmente são formas alongadas de estocagem de sedimento onde em alguns pontos, com a proximidade das encostas, transitam para rampas de alúvio-colúvio (Figura 32).



Figura 32. Vale do rio Ipanema com visão geral do plaino aluvial.

VI.2.2 *Pedimento Detrítico*: São áreas moderadamente planas cercadas por maciços residuais, constituindo setores de evacuação de sedimentos. Encontram-se quase que inteiramente circunscritas pelas isolinhas de 250 a 350 metros, truncando litologias distintas, com presença de neossolos litólicos e luvisolos crômicos que formam os pavimentos detríticos, balizado por inselbergs. O caráter escalonado desta superfície deve-se a fatores tectônicos (Figura 33).



Figura 33. Vista da área de estudo com concentração de pedimento detrítico no centro, com o rio Ipanema entre os municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras.

VI.2.3 Maciços residuais do tipo inselbergs: Estes ocorrem por toda a área de estudo conforme permita a litologia e os condicionantes estruturais. Os inselbergs e os maciços residuais encontram-se delimitadas por encostas íngremes, que incrementam os processos de denudação e expõe a rocha fresca, o que o torna praticamente inerte ao intemperismo químico. Sua base é muitas vezes rodeada por depósitos rudáceos, estabilizados pelo clima semi-árido (Figura 34).



Figura 34. Maciço residual do tipo Inselberg no centro da figura (seta amarela) chamado Serrote do Quandu no município de Poço das Trincheiras-AL.

VI.2.4 Encosta coluvionar em alvéolo de cabeceira: São áreas de relevo ondulado que circundam as superfícies de cimeira. Caracterizam-se por serem feições deposicionais inclinadas, associadas à coalescência de depósitos coluviais (Figura 35).



Figura 35. Encosta coluvionar em alvéolo de cabeceira (Serrote do Quandu - Poço das Trincheiras).

VI.2.5 Encosta rochosa dissecada: Corresponde à unidade que circunda a superfície de cimeira esculpida no próprio granito. Devido à declividade, esta unidade encontra-se sujeita a intenso processo denudacional, acarretando intensa erosão e ravinamento das coberturas inconsolidadas (Figura 36).

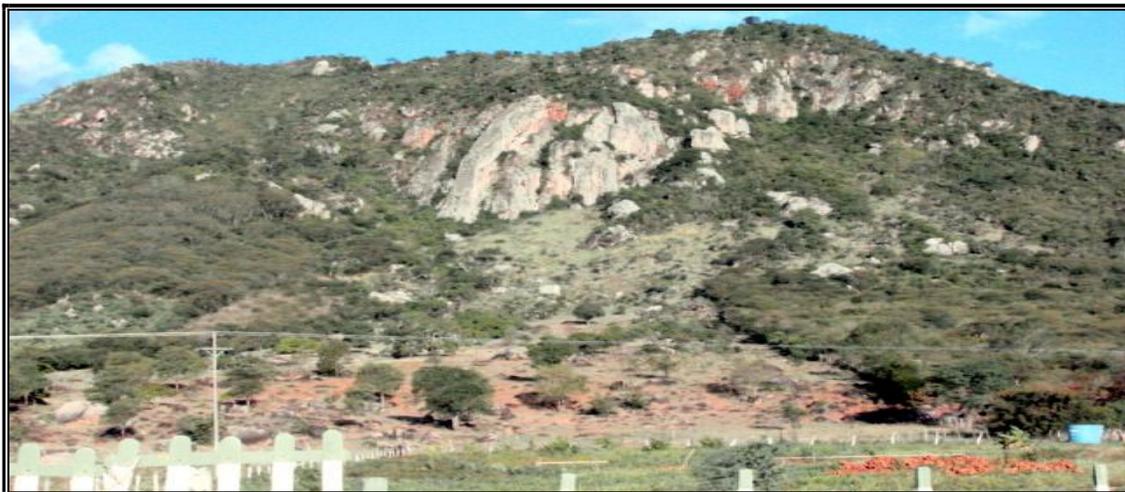


Figura 36. Encostas rochosas dissecadas na Serra da Caiçara – município de Maravilha – AL.

VI.2.6 Cimeiras: Correspondem aos níveis de 500 e 700 metros de altitude com uma feição de topo ora moderadamente plana (Figura 37), ora com morfologia em crista, apresentando pouca cobertura de regolito e formações vegetais rupestres, dissecados pelos cursos d'água. O relevo excessivamente plano em alguns setores favorece a formação de alagados sazonais.



Figura 37. Ao Fundo imagem da serra da Caiçara com topo em Cimeiras.

CAPÍTULO VII

ESTRATIGRAFIA E TAFONOMIA DOS JAZIGOS FOSSILÍFEROS DE MARAVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS

Foram três os jazigos escavados para este trabalho: o primeiro deles foi denominado de “Sítio Paleontológico Quixabeira” (SPQ), localizado na fazenda Ovo da Ema, no município de Maravilha. Este foi o jazigo que demandou um tempo maior de trabalho de campo, já que os fósseis depositados em seu interior encontravam-se preservados bem como o jazigo encontrava-se intacto. O que permitiu a coleta de amostras para análises sedimentológicas, geoquímicas, geocronológicas e uma melhor avaliação das condições tafonômicas e estratigráficas. Esse jazigo foi escolhido inicialmente para estudo na Dissertação de Mestrado de Silva (2001), e agora finalizado nesta Tese. A escolha da área foi devido as características do *inselberg* ser semelhantes a outros na região onde encontrou-se fósseis de megafauna e por indicação dos moradores locais que por experiência própria sugeriram este tanque para escavação.

Os fósseis mais importantes para o diagnóstico das espécies ali depositadas, como dentes e ossos cranianos e pós-cranianos mais preservados, foram coletados e após serem identificados foram catalogados e incluídos na coleção paleontológica do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (MHN-UFAL). Outros foram doados ao Museu Paleontológico de Maravilha “Otaviano Florentino Ritor” (MPM-OFR), o qual foi criado para salvaguardar o patrimônio paleontológico e expor, como atrativo turístico, parte do material encontrado no município.

O jazigo foi escavado em quase sua totalidade, sendo retirado aproximadamente 70% do material fóssil, os 30% restante, que não representavam novidades, foi protegido por lona plástica e coberto com sedimentos do próprio depósito para permanecerem no local (Figura 38), posteriormente um museu *in situ*, com o abrigo sobre o jazigo será construído e transformará a área em um parque paleontológico com os fósseis expostos aos visitantes na posição que permanecerem após o soterramento e preenchimento do tanque pelos sedimentos trazidos pelas enxurradas.



Figura 38. Sítio Paleontológico Quixabeira, Faz. Ovo da Ema, Maravilha-AL. a) fragmento de costela de *Stegomastodon waringi* (40cm), a qual permaneceu no jazigo; b) detalhe do jazigo após a limpeza para posterior cobertura; c) e d) cobertura com lona plástica para proteção dos fósseis que permaneceram no jazigo; e) início da cobertura com sedimentos sobre a lona plástica; f) fase final da cobertura dos fósseis para posterior construção do abrigo e criação do museu *in situ*. Área escavada de 100 m².

O segundo jazigo escavado foi denominado Sítio Paleontológico “Lagoa (1)” (SPL), situado a 300 metros do SPQ, também localizado na Fazenda Ovo da Ema. Esse jazigo fossilífero foi escavado pelos moradores da propriedade no ano de 1969 do século passado, com o objetivo de armazenar água da chuva para os períodos de seca na região. Segundo informações desses moradores apenas uma pequena parte do sedimento não havia sido retirada, correspondendo a aproximadamente 10% do depósito (Figura 39). O sedimento retirado do interior do depósito junto com uma excepcional quantidade de fósseis da megafauna foi descartado e abandonado na lateral do tanque. Ainda é possível no entulho encontrar material preservado e completo, podendo inclusive servir para diagnosticar a que espécie pertenceu.



Figura 39. Sítio Paleontológico Lagoa, fazenda Ovo da Ema, Maravilha. Em destaque a última área escavada do jazigo para este trabalho entre novembro de 2007 e janeiro de 2008.

O jazigo forneceu uma grande quantidade de material fossilizado, como: dentes, ossos cranianos e pós-cranianos, inteiros, parcialmente inteiros e fragmentados, com restos de cinco táxons *Eremotherium laurillardi*, *Toxodon* sp., *Stegomastodon waringi*, *Palaeolama major* e um Felidae não identificado. A avaliação da seção estratigráfica do depósito ficou comprometida, devido à parte do sedimento no nível superior ter sido retirada pelos moradores quando da escavação feita para formar o reservatório de água.

Apesar da maior parte do jazigo ter sido destruído anteriormente, foi esse depósito que apresentou a maior diversidade e quantidade de fósseis (Figura 40).

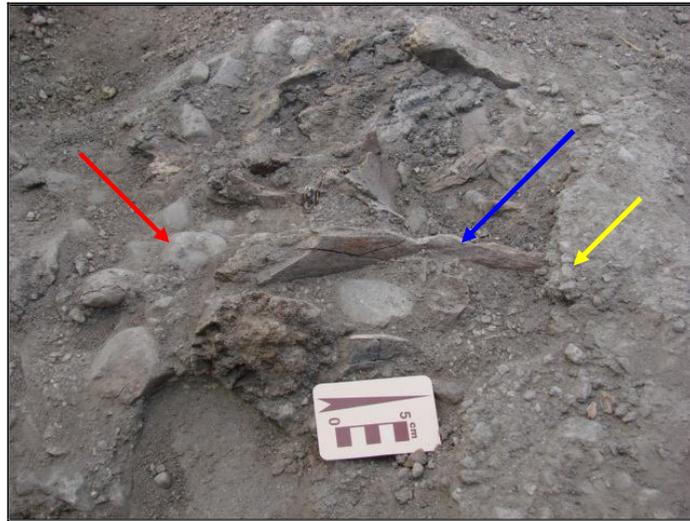


Figura 40. Fragmentos de ossos cranianos de *Toxodon* sp. (seta azul), ainda no jazigo, em conglomerado com seixos de quartzo (seta vermelha), suportado por matriz areno-argilosa (seta amarela), com carbonato de cálcio na matriz, SP “Lagoa” fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL).

O terceiro jazigo denominado Sítio Paleontológico “Seu José (3)” (SPSJ), em homenagem ao proprietário da fazenda, foi dos três, aquele no qual o material fossilizado encontrava-se bastante alterado diageneticamente (Figura 41), sendo possível apenas à diferenciação entre clastos e bioclastos.



Figura 41. Fragmento ósseo não identificado do jazigo fossilífero “Seu José”. A seta aponta a parte esponjosa do osso.

O SP “Seu José” foi o que apresentou a menor concentração de fósseis, apesar de não ter sofrido nenhuma intervenção humana anteriormente a escavação deste trabalho. Porém, por

estar localizado em um afloramento de rochas metamórficas (gnaisse), em *inselberg*, com uma depressão fechada (Figura 42), o mesmo foi utilizado durante anos como um criatório de porcos intercalado com culturas de subsistência (feijão, mandioca, banana) e palma para o gado (última cultura antes da escavação).



Figura 42. Sítio Paleontológico “Seu José”, o qual foi utilizado para criação de porcos, pelos proprietários da área por mais de 50 anos. Cultivo de Palma (seta amarela), goiabeira (seta vermelha).

VII.1. ESTRATIGRAFIA E SEDIMENTOLOGIA

A descrição dos jazigos segue a ordem inicial das escavações realizadas para este estudo: Sítio Paleontológico “Quixabeira” (SPQ), Sítio Paleontológico “Lagoa” (SPL) e Sítio Paleontológico “Seu José” (SPSJ).

VII.1.1. Sítio Paleontológico “Quixabeira” – Fazenda Ovo da Ema – Maravilha

Na fazenda Ovo da Ema, o primeiro tanque escavado, denominado de SPQ está a 350 metros de altitude sobre pedimento detrítico dissecado. Tem forma ligeiramente circular, com 30 m de comprimento, 20 m de largura (Figura 43). Apresenta três camadas distintas, descritas do topo para base. Nesse depósito foi escavada uma área de 10 m de largura por 10 m de comprimento o equivalente a 100 m².



Figura 43. Tanque escavado SP Quixabeira, faz. Ovo da Ema, Maravilha (AL).

A geometria do depósito apresenta-se com camadas de espessuras variáveis que acompanharam o relevo da depressão do tanque. O preenchimento sedimentar tem um metro de profundidade (figura 44), o qual resultou de transporte de material alóctone por enxurrada para dentro do depósito. São observadas três camadas distintas:

1 – (0 a 30 cm) - a mais superficial, com trinta centímetros de espessura, constituída por sedimento argilo-arenoso, com grânulos de quartzo e fragmentos de rocha apresentando estrutura sedimentar maciça, e raros fragmentos de ossos longos, como costelas, corpo de vértebras e dentes, suportados pela matriz, com alguns grãos de quartzo;

2 – (30 a 70 cm) - a segunda camada, com quarenta centímetros de espessura é formada por argila-arenosa tendendo para areia-argilosa, com grânulos e seixos de fragmentos de rocha e de quartzo, com estrutura maciça. Raros fragmentos de ossos longos como costelas, tíbias, rádios, corpos de vértebras e dentes são observados;

3 – (70 a 100 cm de profundidade) - a terceira camada tem trinta centímetros de espessura é um depósito de cascalho imaturo, com o tamanho de partículas clásticas variando de argila, areia, grânulos, seixos e blocos, associados a ossos e dentes da megafauna. Essa é a camada com concentração de ossos, onde foi possível retirar ossos como tíbia de *Toxodon* sp., vértebras de *Xenorhinotherium bahiense* (Figura 45) e dentes praticamente inteiros de *Eremotherium laurillardi* e *Stegomastodon waringi*. Os ossos estão desarticulados e fracamente empacotados, predominantemente suportados pela matriz.

O embasamento do tanque é constituído por gnaíse com pórfiros K-F que se apresenta com dez centímetros de espessura de manto de alteração intempérica.

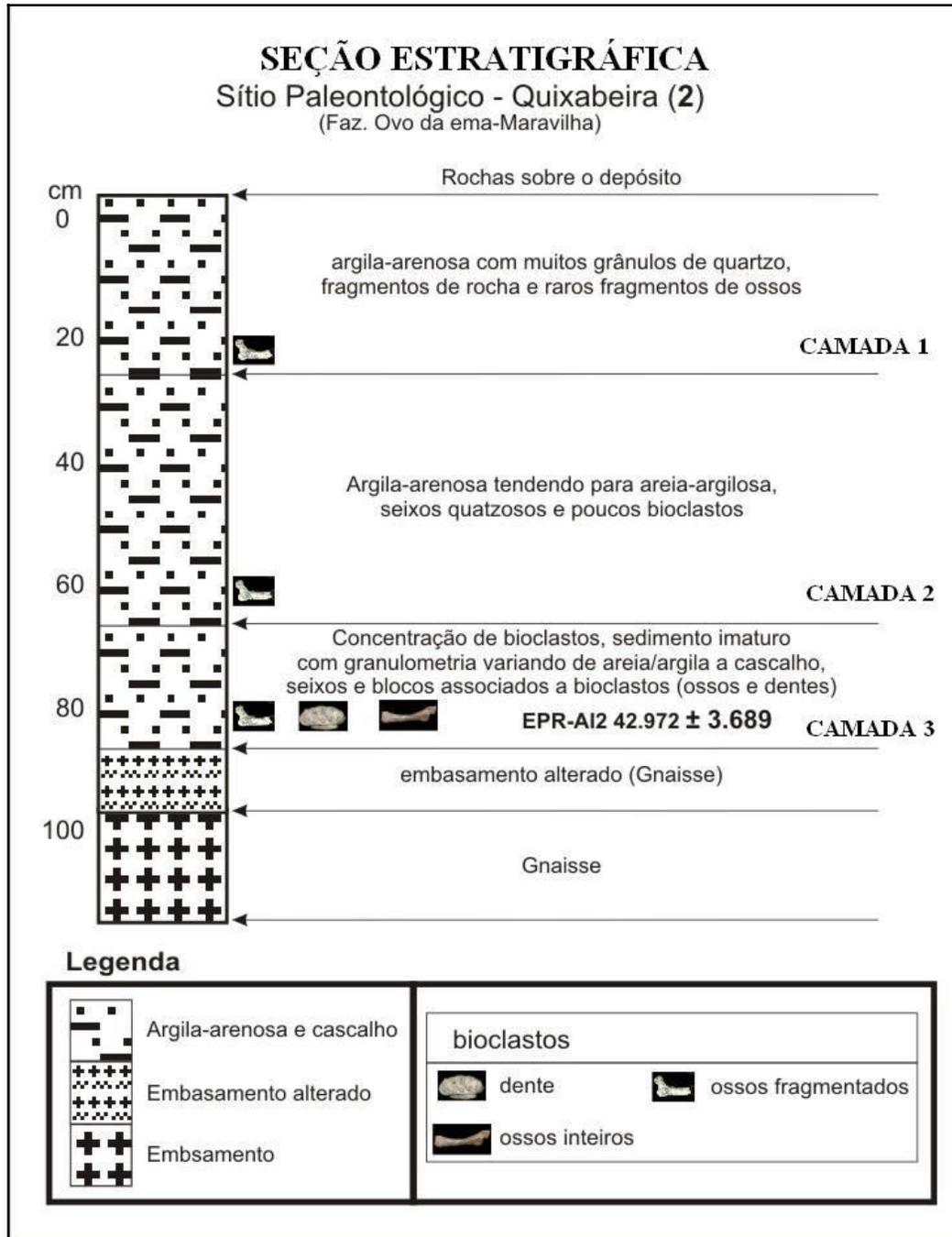


Figura 44. Seção estratigráfica do jazigo SP “Quixabeira”, Fazenda Ovo da Ema, município de Maravilha (AL).



Figura 45. Vértebra caudal de *Xenorhinotherium bahiense*, 90% completa, retirada da terceira camada.

As três camadas apresentam seleção granulométrica pobre, com grãos minerais angulosos, com granodecrescência ascendente evidenciando evento de fluxo gravitacional (*gravity flows*), onde sedimentos com clastos e bioclastos formaram os três níveis por fluxo de detritos (*debris flow*).

Nas análises granulométricas das camadas, obtidas a partir das nove amostras coletadas (três amostras por camada). Seis delas correspondem às duas camadas superiores. A primeira de 0 a 40 cm constituída por lama arenosa e a segunda camada entre 40 e 70cm também constituída por lama arenosa aproximando-se de areia lamosa no diagrama triangular de Sheppard (1954). As três amostras da terceira camada que vai de 70 a 100 cm, variaram de lama areno cascalhosa, areia cascalhosa a cascalho arenoso (Figura 46).

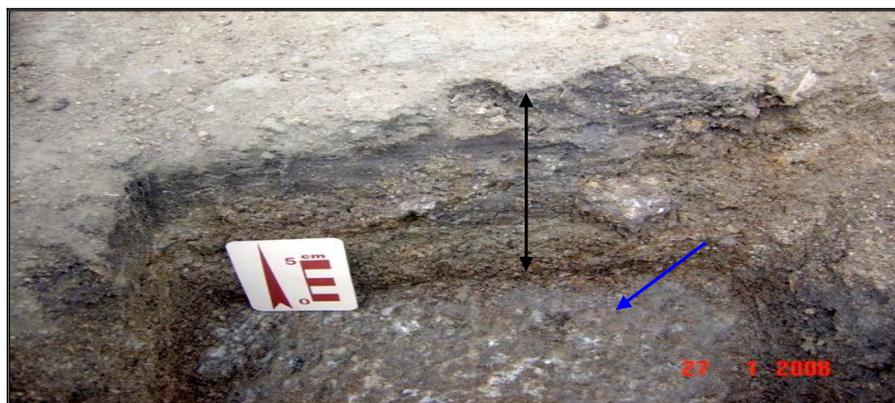


Figura 46. Base do jazigo com parte da terceira camada (fossilífera) exposta (seta vertical preta), embasamento granítico (seta azul).

VII.1.2. Sítio Paleontológico “Lagoa” – Fazenda Ovo da Ema – Maravilha

Trata-se do segundo jazigo fossilífero escavado na fazenda Ovo da Ema, distando aproximadamente 300 metros do SP “Quixabeira”. Apesar de parcialmente escavado pela população local na década de 60 do século passado, mostrou ser o depósito da região com a maior concentração fossilífera até aqui encontrada. A partir de informações dadas pelos moradores sobre os fósseis desse jazigo realizou-se uma sondagem para verificação da presença de material fossilizado, e em seguida a escavação completa do que tinha sobrado do jazigo fossilífero.

O tanque está a 350 metros de altitude em um *inselberg* em área de pedimento detrítico dissecado. Tem forma ocelar, com 30 metros de comprimento, 15 m de largura e 2,50 m de preenchimento sedimentar na parte mais profunda. A área escavada possuía 4,50 m de comprimento, 3,0 m de largura e 1,0 m de preenchimento sedimentar (Figura 47).



Figura 47. SP “Lagoa”, com formato ocelar ao fundo área escavada para esse trabalho. O sedimento argiloso com gretas de dissecação que campeia o depósito foi trazido por chuvas, posteriores à escavação realizada para este trabalho.

O SP “Lagoa” no trecho escavado apresentou quatro camadas (*beds*) distintas, descritas do topo para base. O material em seu interior foi interpretado como resultado principalmente de transporte por fluxo de detritos (*debris flow*) através das enxuradas.

1- (0 a 0,50 cm) - camada superior contendo areia e argila afossilífera. Essa camada teve parte de seu material retirado durante as escavações realizadas anteriormente pelos moradores.

2 – (0,50 a 0,60 cm) - a segunda camada constituída de argila arenosa com bioclastos, inteiros a parcialmente articulados. Nessa camada foi retirado um fêmur de *Eremotherium laurillardi*, articulado com a tibia e esta com a fíbula. Possivelmente esses ossos foram transportados por pequena distancia ainda com estruturas de ligação das articulações como músculos e tendões.

3 – (0,60 a 0,80 cm) camada constituída por cascalho arenoso com concentração de bioclastos densamente empacotados, fragmentados e parcialmente cimentados por carbonato de cálcio. Um fragmento de dente (*Stegomastodon waringi*), coletado para datação por EPR apresentou idade de 10.816 +/- 1914 anos.

4 – (0,80 – 100) – camada constituída por cascalho, areia e argila, com bioclastos fragmentados e/ou inteiros, com considerável quantidade de pirita, que sugere um ambiente anóxico, de água estagnada e baixa energia. Os bioclastos encontravam-se dispersos frouxamente no sedimento. Essa camada possui características mineralógicas, sedimentológicas e tafonômicas semelhantes à encontrada por Alves (2007) na base do depósito de tanque em Incó – Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus em Pernambuco.

Da mesma forma que o SP “Quixabeira” as quatro camadas apresentam mal selecionamento, com grãos minerais angulosos (Figura 48). Pela grande concentração de bioclastos nas camadas 2 e 3 com ossos articulados e inteiros ou parcialmente inteiros com dois crânios quase completos de *E. laurillardi* e de *Toxodon* sp., quatro ramos mandibulares parcialmente preservados de *Palaeolama major*, *S. waringi*, *Toxodon* sp. e *E. laurillardi* além de seis fêmures de *E. laurillardi*, quatro inteiros (Figura 49), entre outros ossos (tibia, fíbula, metacarpos, metatarsos e calcâneos) de vários organismos diferentes. Atribui-se ao menos duas seqüências de fluxo gravitacional (*gravity flows*) durante o preenchimento do tanque “Lagoa” onde os sedimentos e os ossos foram transportados por fluxo de detritos (*debris flow*) a uma curta distância, evidenciado pela camada dois.

A datação por EPR a partir de um fragmento do dente de *S. Waringi*, no nível dos ossos inteiros (Figura anterior), apresenta a idade de 10.816 +/- 1.914 fim do Pleistoceno tardio e início do Holoceno.

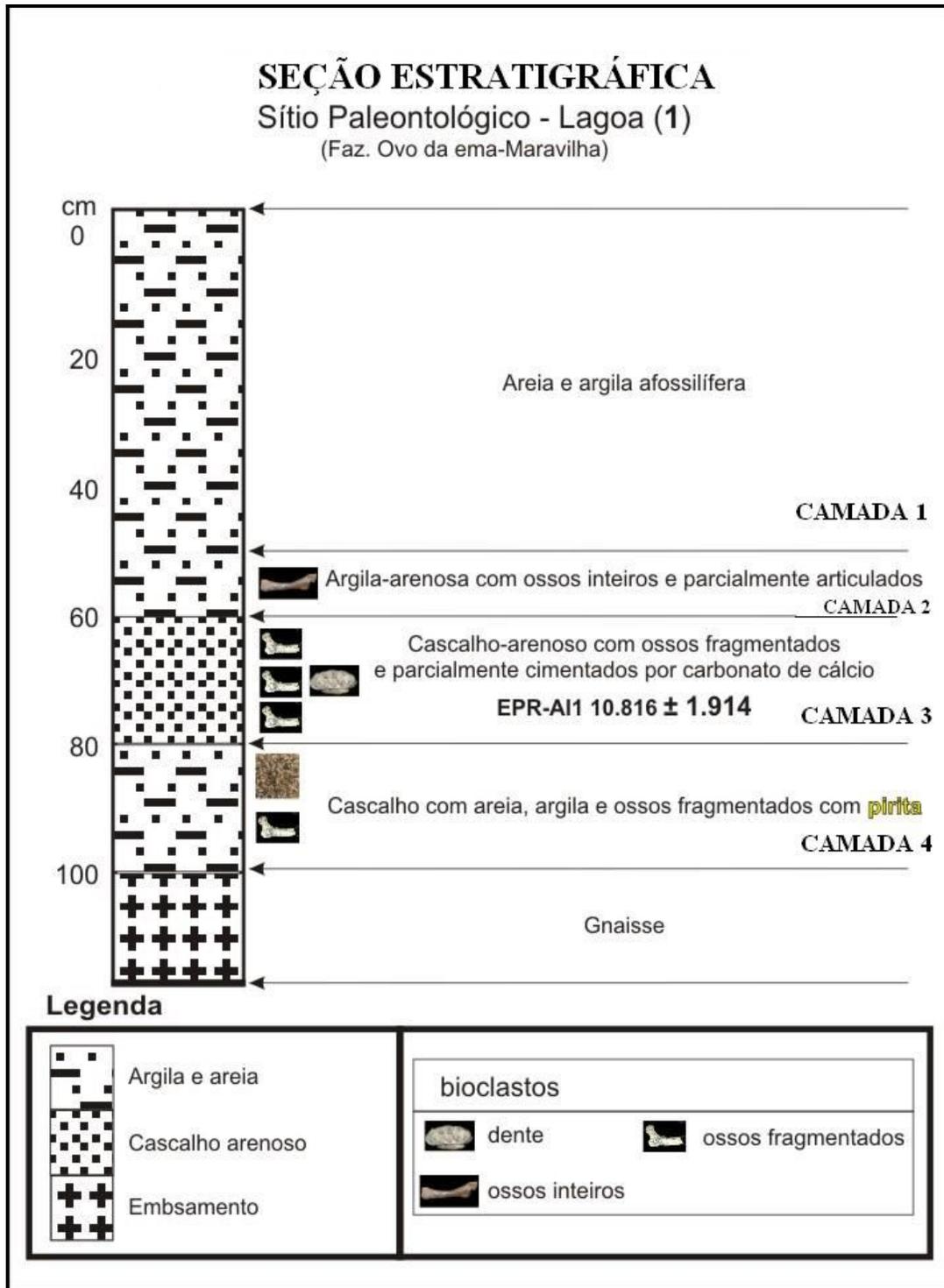


Figura 48. Seção estratigráfica do depósito de tanque SP “lagoa”, fazenda Ovo da Ema, município de Maravilha, AL.



Figura 49. Vista de três fêmures de *E. laurillardi*, dois inteiros (1,2), um parcialmente completo (3), o quarto fêmur já havia sido retirado (canto inferior direito).

VII.1.3. Sítio Paleontológico “Seu José” – Fazenda Quandu – Poço das Trincheiras

No povoado Quandu localizado no município de Poço das Trincheiras encontra-se a fazenda Quandu onde o terceiro jazigo fóssilífero foi escavado (Figura 50). O Sítio Paleontológico “Seu José” está localizada a 4 Km da fazenda Ovo da Ema e fica em uma meia encosta com 380 m de altitude no Serrote do Quandu. Tem forma redonda, com o tamanho de 12,8 m de comprimento, 12,0 m de largura e 2,0 m de preenchimento sedimentar descritas do topo para base.

O depósito é formado por três níveis estratigráficos, com fósseis no nível intermediário, em péssimo estado de conservação, não sendo possível identificar a que animal ou parte do corpo pertenceu.

No depósito fóssilífero localizado no mesmo *inselberg* e distante apenas dois metros do jazigo e escavado para esse trabalho, encontrou-se grande quantidade de conglomerado onde a matriz é constituída de grãos de quartzo angulosos e principalmente bioclastos associados, a um cimento de carbonato de cálcio (calcrete), o que pode estar relacionado segundo Stock da Rosa *et al.* (2004) “a eventos de sedimentação química,

correspondendo a períodos de pausa na sedimentação terrígena”.

1 – (0 a 120 cm) – camada formada por areia argilosa com grânulos e seixos de quartzo angulosos e matacões sobre o jazigo. Esta camada é afossilífera.

2 – (120 a 140 cm) – camada areno-argilosa com bioclastos fracamente empacotados (suportados pela matriz e dissolvidos, formando um nível de conglomerado, cimentado por carbonato de cálcio. A idade do cimento calcífero, datado por ^{14}C foi de 15.150 ± 150 anos, o que se leva a supor que os animais viveram na região anteriormente a essa idade.

3- (140 a 200 cm) – camada com cascalho quartzoso e areia grossa, afossilífera, apresentando um nível de areia fina entre 20 e 30 cm da base para o topo com coloração avermelhada por ferruginização.

O topo da seção estratigráfica, acima dos 2,0 metros, apresenta uma camada de 80cm com sedimentos retirados do tanque vizinho quando da escavação pelos moradores locais. Alguns fragmentos de ossos são encontrados sobre esse horizonte, no entanto foi desprezado por tratar-se de material de contaminação por ação antrópica (Figura 51).



Figura 50. Tanque escavado na fazenda Quandu em Poço das Trincheiras – AL. (Dimensões: 12,8m de comprimento, 12m de largura e 2m de preenchimento sedimentar. Com três camadas de sedimentos e matacões espalhados sobre o depósito).

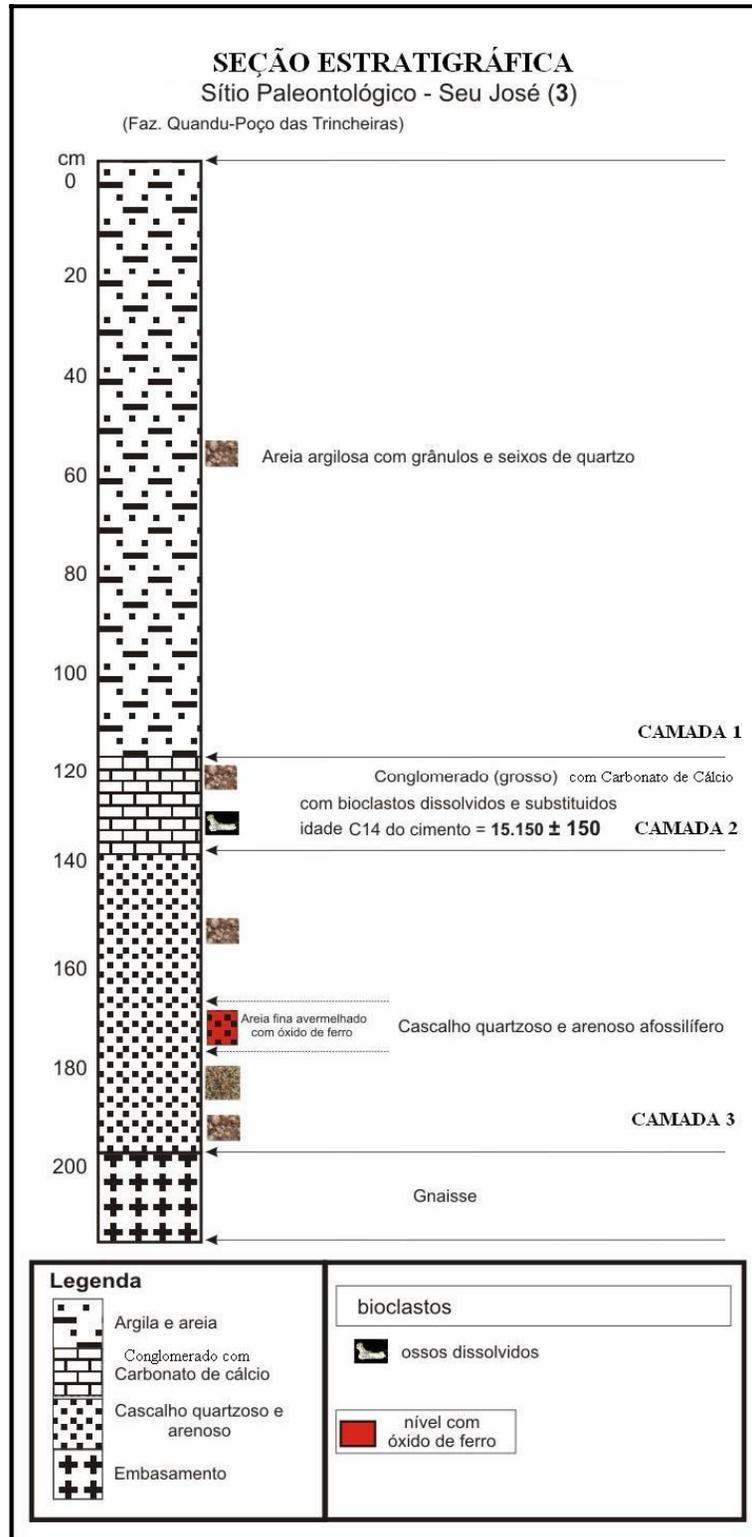


Figura 51. Seção estratigráfica do depósito de tanque SP “Seu José”, Fazenda Quandu, município de Poço das Trincheiras, AL.

VII.2. BIOESTRATINOMIA

São várias as descrições das feições macroscópicas (feições sedimentológicas, bioestratinômicas, estratigráficas, paleoecológicas) empregadas na descrição das concentrações fossilíferas (Simões & Holz, 2002). Para os mesmos autores, tais feições são muito importantes também, porque elas permitem identificar os diferentes processos físico/químicos e biológicos responsáveis pela sua origem. São estas as feições descritas a seguir dos três jazigos fossilíferos de Maravilha e Poço das Trincheiras.

VII.2.1. Sítio Paleontológico “Quixabeira” – Fazenda Ovo da Ema, Maravilha

- Feições estratigráficas

Os fósseis estão presentes nas camadas 1, 2 e 3 do depósito. As camadas 1 e 2 apresentam uma distribuição fossilífera dispersa com apenas alguns fragmentos de ossos pós-cranianos sem ser possível a identificação (Figuras 44 e 52).

A camada 3 apresenta bioclastos fracamente empacotado (suportado pela matriz), fragmentados, desarticulados, com orientação unimodal pois todos os ossos longos estavam posicionados numa única direção e concordantes ao eixo de acamamento com alguns bioclastos ocasionalmente oblíquos ao acamamento, sugerindo um fluxo unidirecional com um único evento de sedimentação.

- Feições sedimentológicas

A associação fossilífera na camada 3 exibe fraco grau de empacotamento, sendo suportada pela matriz. Dessa forma, os bioclastos grossos exibem pouco contato direto entre si. Apesar do contato entre os bioclastos não ser comum, também ocorrem no depósito. Observa-se mal selecionamento dos bioclastos com todas as classes de tamanhos, variando de 1 a 20 cm.

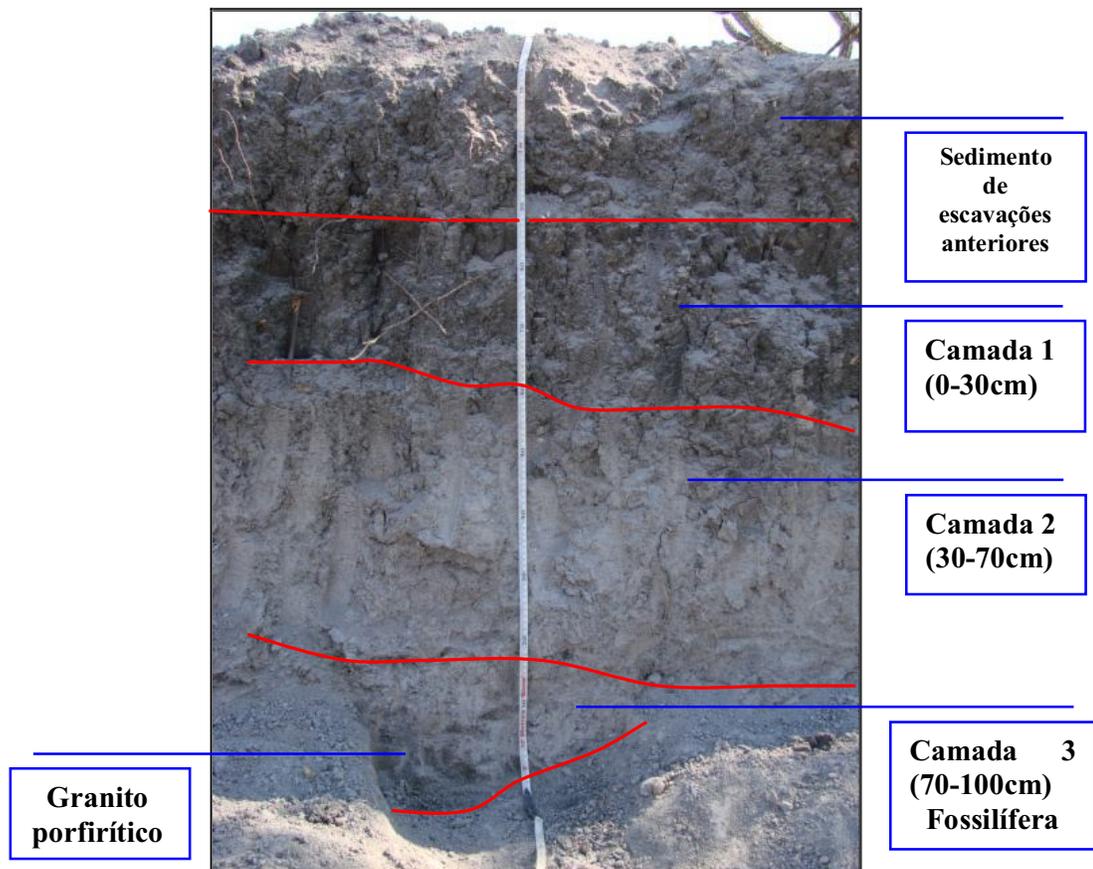


Figura 52. Seção estratigráfica do SP “Quixabeira”. A camada 3 concentrou a maior quantidade de fósseis.

Ossos longos (tíbias, úmeros) orientados paralelamente ao fluxo da corrente, com a epífise maior ou mais larga apontando contra a corrente, permitem a obtenção de dados de paleocorrentes (Abler 1984, apud Simões & Holz, 2002). Na camada, 3 a direção dos bioclastos no sedimento cascalho-arenoso é preferencialmente NE/SO com alinhamento dos ossos longos e pequenos indicando a possível direção do fluxo da corrente (Figura 53).

- Feições Bioestratinômicas

O grau de fragmentação foi quantificado a partir da avaliação do número de ossos nos diferentes estágios: íntegro (com 90 a 100% do elemento ósseo inteiro); parcialmente íntegro (com 50 a 90% do elemento ósseo inteiro) e fragmentado (com menos de 50% do osso inteiro).



Figura 53. Fêmur de espécie não identificada alinhado como os demais ossos longos pelo fluxo da paleocorrente (camada 3 do SP Quixabeira).

A maioria dos ossos apresentou alto grau de fragmentação com menos de 50% do osso inteiro (Quadro 2). Segundo Holz & Soares (1995):

Os restos de vertebrados são, a princípio resistentes à fragmentação, porque um osso é um elemento com certa elasticidade, devido a sua estrutura interna (canais, osso esponjoso), capaz de absorver um certo grau de impacto. Contudo, ossos apresentam sinais evidentes de fragmentação nos casos de acúmulos altamente transportados, retrabalhados e concentrados ao longo de um grande período de tempo.

Este fato, associado à grande concentração de seixos arredondados a sub-arredondados, com ossos desarticulados e fragmentados, indica transporte por moderada distância em sistema colúvio-aluvionar.

A observação de diferentes estágios ontogenéticos, com indivíduos juvenis e adultos, observados principalmente em dentes de *Stegomastodon*, pode ser um indicativo de morte catastrófica relacionada às variações climáticas ocorridas no final do Pleistoceno, com

bruscas modificações de estações chuvosas e secas.

Quadro 2 - Grau de fragmentação dos bioclastos do SP “Quixabeira”.

Material	Íntegro (90 a 100% do osso)	Parcialmente íntegro (50 a 90% do osso)	Fragmentado (< 50% do osso)	Total
N^o de Ossos	20	60	569	649
%	3,1	9,3	87,6	100

- Feições paleoecológicas

A associação ou complexidade taxonômica de uma tafocenose, segundo Simões & Holz (2002) é um aspecto importante e deve ser analisado cuidadosamente, pois podem trazer um acréscimo significativo de importantes informações tafonômicas.

O SP “Quixabeira” é representado por uma associação monotípica, pois é composta apenas por esqueletos de mamíferos pleistocênicos, poliespecífica por ser formada por pelo menos quatro espécies de mamíferos terrestres, distribuídas em quatro famílias, Gomphotheriidae (uma espécie), Megatheriidae (uma espécie), Toxodontidae (uma espécie) e Macraucheniidae (uma espécie).

Os estágios ontogenéticos observados em dentes de *Stegomastodon waringi* refletem evento de mortandade em massa ou não-seletiva, corroborada pela concentração monotípica que também reflete eventos de mortandade em massa por estresse ambiental com intensa seleção hidrodinâmica.

VII.2.2. Sítio Paleontológico “Lagoa” – Fazenda Ovo da Ema, Maravilha

- Feições estratigráficas

Os fósseis estão presentes nas camadas 2, 3 e 4 do depósito. A camada 4 (basal) apresenta uma distribuição fossilífera densa com ossos cranianos, dentes e ossos pós-

cranianos fragmentados e/ou inteiros (Figura 54).

A camada 3 do depósito possui bioclastos densamente empacotados, a maioria fragmentados, porém ossos menores como falange distal de *Palaeolama major* (LGP-MHN-UFAL-0052V) encontravam-se completos no depósito. Esqueletos desarticulados e dispostos caoticamente, uma grande quantidade de ossos cranianos e pós-cranianos e dentes, sugerindo eventos de alta energia durante a sedimentação. Esta camada por suas características estratigráficas é similar à camada 2 do jazigoossilífero de Incó, município de Brejo da Madre de Deus em Pernambuco, estudado por Alves (2007).

A camada 2 do depósito possui bioclastos pós-cranianos inteiros, dispersos e desarticulados (Figura 54), a exceção foi um membro inferior direito de *E. laurillardi* com o fêmur, tibia e fíbula encontrados articulados.

A associação do SP “Lagoa” exibe padrão polimodal o que segundo Simões & Holz, (2004), decorre da “atuação de fluxo com velocidade inferior àquela necessária para movimentar os bioclastos ou da presença de fluxo turbulento durante a formação da assembléia fossilífera” Entretanto Kindwell & Bosence, (1991 apud Simões & Holz, 2004) afirmam que “durante o transporte, a interferência entre os bioclastos ou entre eles e outras partículas (bioclásticas ou clásticas) pode dar origem também a um padrão polimodal”.

Os bioclastos da camada 2 estão alinhados paralelamente e caoticamente dispersos em ângulo reto ou oblíquo em relação ao plano de acamamento.

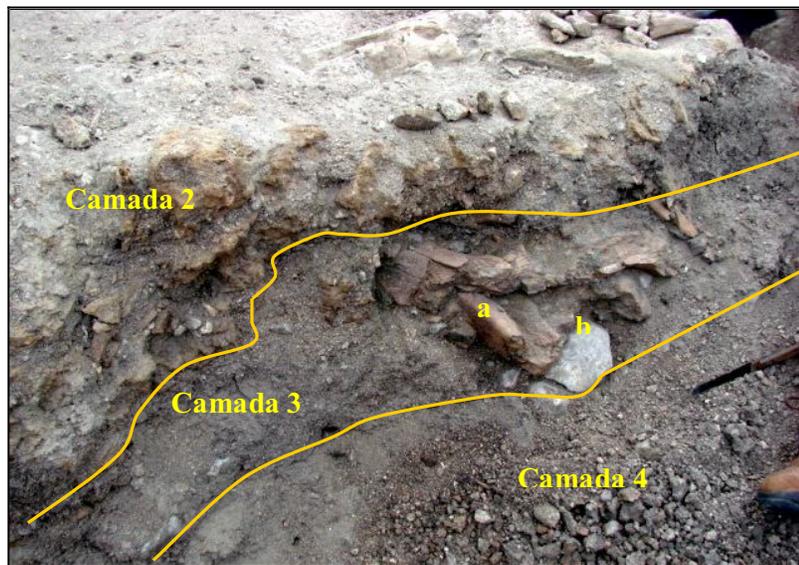


Figura 54. SP “Lagoa”, faz. Ovo da Ema, Maravilha, AL. Com destaque para as camadas 2 e 3 (bone bed). a – dente de *Toxodon* sp. e b – fragmento de rocha quartzosa.

- Feições sedimentológicas

A associação fossilífera na camada 3 exibe alto grau de empacotamento, suportada por bioclastos ou litoclastos (cascalho arenoso), Figura 54. O cimento é calcífero e partículas menores ocupam os interstícios da rocha. O contato entre os bioclastos é o mais comum.

O alto grau de empacotamento é uma característica de alta seleção hidráulica, grande disponibilidade de bioclastos e baixa taxa de sedimentação o que pode ser atribuído à mortandade em massa. O bloco diagrama da Figura 61 demonstra o descaimento de superfície com transporte de clastos e bioclastos para dentro do jazigo fossilífero (Figura 55).

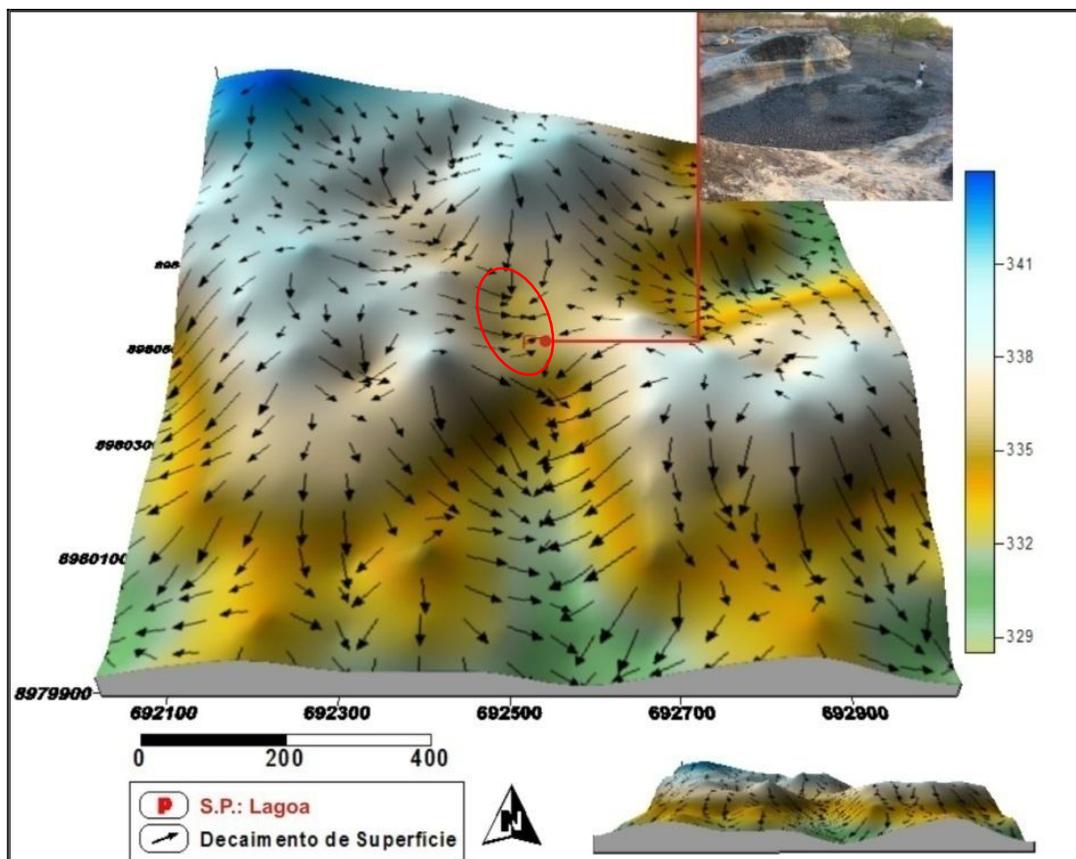


Figura 55. GRID 3D mostrando o descaimento de superfície para o interior do jazigo SP “Lagoa”.

As associações estudadas nas camadas 3 e 4 apresentam baixo grau de seleção dos bioclastos, distribuídos em mais de três classes de tamanho, variando entre 10 e 750mm, o que pode ser atribuído como decorrente do transporte hidráulico. Essa associação mostra também uma grande variação no desenvolvimento ontogenético dos organismos o que corrobora a interpretação dos processos por morte catastrófica (não-seletiva), diante de alto estresse do ambiente .

- Feições Bioestratinômicas

A fragmentação do material ocorre nas extremidades (epífises) dos ossos longos, como úmeros, costelas, vértebras e dentes. Dos 1.951 dentes, ossos cranianos e pós-cranianos inteiros ou fragmentados retirados do depósito, a maior parte encontrava-se fragmentada. Esse depósito fossilífero possui características bioestratinômicas semelhantes ao SP “Quixabeira”.

O Quadro 3 mostra a quantidade de material retirado do depósito e seus respectivos percentuais entre material, íntegro, parcialmente íntegro e fragmentado.

Quadro 3 - Grau de fragmentação dos bioclastos do SP “Lagoa”.

Material	Íntegro (100% do osso)	Parcialmente íntegro (50-90% do osso)	Fragmentado (< 50% do osso)	Total
Nº de Ossos	15	120	1816	1.951
%	0,85	6,15	93	100

- Feições paleoecológicas

O SP “Lagoa” é representado por uma associação monotípica, poliespecífica composta taxonomicamente por pelo menos cinco espécies de mamíferos terrestres, distribuídas em cinco famílias, Gomphotheriidae (uma espécie), Megatheriidae (uma espécie), Toxodontidae (uma espécie), Camelidae (uma espécie) e Felidae (uma espécie).

A grande concentração de ossos cranianos e dentes encaixados nos alvéolos das mandíbulas de *Toxodon* sp., *Stegomastodon waringi*, *Eremotherium laurillardi*, *Xenorhinotherium bahiense*, além da presença de vários ossos repetidos pertencentes à mesma espécie como fêmures, tíbias, metatarsos refletem evento de mortandade em massa ou não-seletiva, corroborada pela concentração monotípica que também reflete eventos de mortandade em massa por estresse ambiental com intensa seleção hidrodinâmica.

VII.2.3. Sítio Paleontológico “Seu José” – Fazenda Quandu, poço das Trincheiras

- Feições estratigráficas

Os fósseis estão presentes na camada 3 do depósito. As demais camadas (1 e 4) são afossilíferas.

A camada 2 possui bioclastos dissolvidos. Segundo Simões e Holz (2004) abrasão, bioerosão e dissolução ocorrem primeiramente, nos restos esqueléticos que permanecem expostos na interface água/sedimento, por prolongado períodos de tempo. Em condições de águas muito rasas e agitadas, abrasão mecânica é o principal agente de desgaste dos restos esqueléticos (Brett & Baird, 1986). Em águas mais profundas, e de baixa energia como é o caso do tanque SP “Seu José”, a dissolução pode ter contribuído para destruição dos bioclastos (Driscoll & Weltin, 1973) após o soterramento.

Os restos ósseos resistem melhor aos agentes de abrasão, já a dissolução de restos esqueléticos pode estar associada à atividade das águas intesticiais, de organismos perfuradores, no caso de bioerosão ou das águas subterrâneas e superficiais, em relação ao intemperismo. Sob condições de águas não saturadas em carbonatos ou de pH baixo os restos carbonáticos tendem a se dissolver Speyer & Brett (1988 apud Simões e Holz, 2004).

Na datação do cimento de CaCO₃ da camada 2, constituída por conglomerado e com material bioclástico e clástico obteve idade C14, do cimento, de 15.150 +/- 150 anos.

- Feições sedimentológicas

A camada 2 do jazigo foi a única que apresentou material fossilizado, exibindo apenas um agrupamento de bioclastos com alto grau de empacotamento porém bastante dissolvidos durante diagênese ou após a mesma, por mudanças químicas nas águas que

percolaram os restos esqueléticos. Dissolução representa flutuação na temperatura, pH ou pCO_2 nos esqueletos constituídos de carbonato de cálcio. A sílica é solúvel sob condições de alcalinidade ($pH > 7$), já o carbonato de cálcio se dissolve sob condições de acidez ($pH < 7$) Simões e Holz (2004), o que pode ter ocorrido no material do jazigo.

Nesse depósito não foi possível observar as outras feições sedimentológicas diante do alto grau de dissolução dos bioclastos. O GRID 3D (Figura 56) mostra o sentido do decaimento de superfície em direção ao jazigo fossilífero SP “Seu José”.

- Feições bioestratinômicas

Além de fragmentados todos os bioclastos da camada 2 (do topo a base), encontravam-se com a superfície completamente arredondada. Arredondamento fornece uma estimativa do tempo decorrido, a partir da fratura. Um questionamento que pode ser discutido refere-se ao período no qual o depósito foi uma pocilga e se a acidez das urinas e fezes desses animais não contribuíram para dissolução dos fósseis. Essa pode ser uma feição tafonômica que alterou as condições diagenéticas originais dos bioclastos.

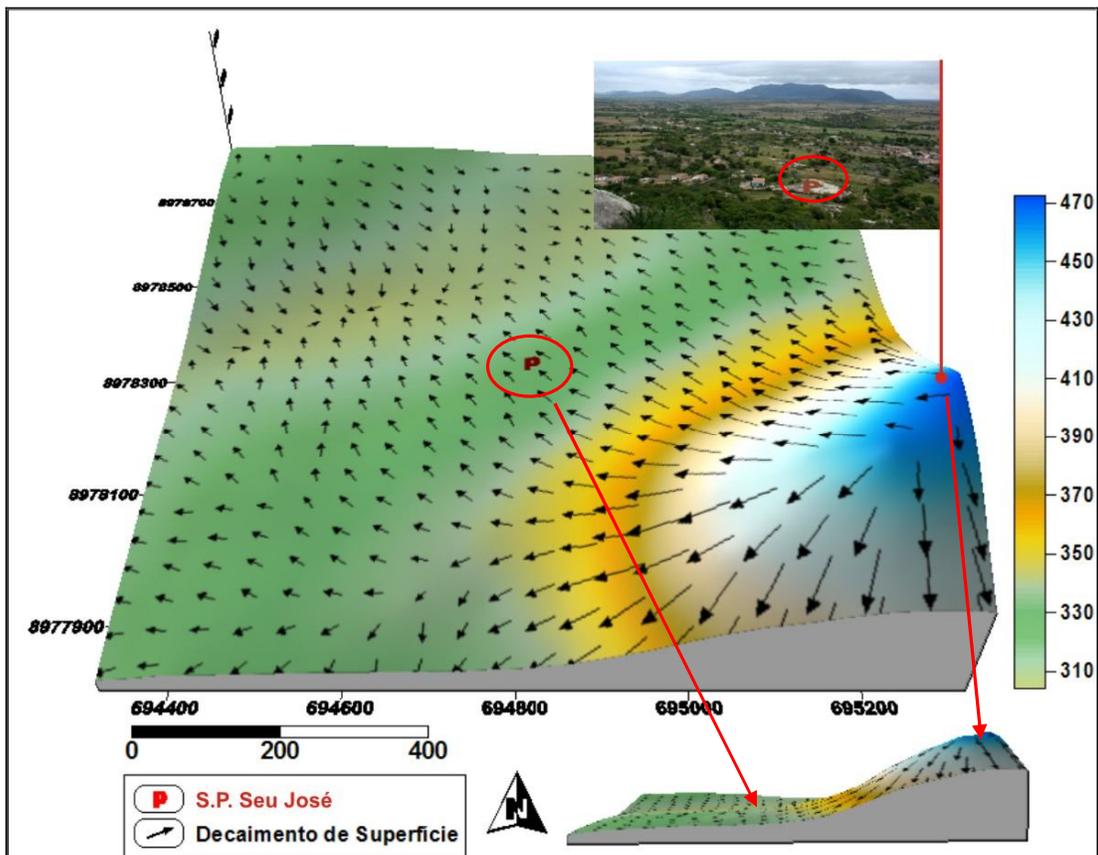


Figura 56. GRID 3D mostrando no relevo atual o decaimento de superfície do jazigo SP “Seu José”. Observa-se que o depósito foi formado por fluxo de detritos com uma única direção.

Das feições bioestratinômicas observadas as paleoecológicas foi a única em que não se pôde definir suas características, diante do alto grau de dissolução dos bioclastos não sendo possível identificar a associação e sua composição taxonômica.

VII.3. FOSSILDIAGÊNESE

A fossildiagênese normalmente é o efeito do processo de diagênese das rochas sedimentares sobre os bioclastos nelas incorporados. Envolve condições físico-químicas que atuam nas camadas sedimentares e os restos orgânicos que sofrem os processos de fossilização (Mendes, 1988), entretanto, dependendo do desenrolar dos acontecimentos, o resultado, em termos de tipo de preservação, pode ser diferenciado para a rocha matriz e o bioclasto (Medeiros, 2004), já que a química dos restos orgânicos, ao interagir com os processos diagenéticos pode determinar um resultado só observado, em certa dimensão no bioclasto.

As condições ambientais que levam a ação dos processos diagenéticos podem variar em natureza e intensidade, controlados físico-quimicamente por fatores como: “a química da água, a temperatura, a natureza do substrato rochoso por onde a água percola, presença de matéria orgânica e de micro-organismos a ela associados, disponibilidade destes ou daqueles minerais, e a natureza dos restos orgânicos em fossilização” (Medeiros, 2004. p.49).

As feições diagenéticas dos bioclastos dizem respeito à mineralogia e microarquitetura preservadas nos fósseis. Os minerais que compõem a estrutura esquelética dos organismos são instáveis às modificações químicas no ambiente diagenético e pós-diagenético, podendo recrystalizar-se, sofrer dissolução ou substituição (Mendes, 1988).

Ossos e dentes de vertebrados, geralmente são preservados com alteração da composição química original (hidroxioapatita e carbonato), consistindo na dissolução e remoção do material biomineralizado pelas águas intersticiais, com deposição simultânea ou remoção tardia de outros minerais. Esse tipo de preservação é chamado de substituição (Mendes, 1988).

VII.3.1 Difratometria de Raios-X

Apesar do principal processo de preservação dos fósseis estudados ser conservação parcial, com a microestrutura esquelética preservada, buscou-se identificar outras fases mineralógicas nos elementos ósseos estudados. Foram selecionadas e pulverizadas oito amostras, escolhidas, por apresentar coloração distinta em ossos pós-cranianos (parte compacta e esponjosa do osso) para análise em difratometria de raios-X. As amostras são do Sítio Paleontológico “Quixabeira” – fazenda Ovo da Ema, Maravilha.

Nos dois tipos ósseos (compacto e esponjoso) a difratometria de raios-X identificou a preservação da biomineralização original da fluorapatita - $(CaFe)_5(PO_4)_3F,Cl$, mineral presente na composição de dentes e ossos de vertebrados e substituição em apenas uma das amostras (Maravilha 3), pelo mineral herderita $CaBe(PO_4)F$.

- As amostras 5893 – Maravilha 1A: Fragmento de osso compacto, coloração externa branca e 5875 – Maravilha 2A: Coloração interna escura; 5890 – Maravilha 1B: fragmento de osso esponjoso, coloração externa escura e 5874 – Maravilha 2B: fragmento de osso esponjoso coloração esbranquiçada; 5885 – Maravilha 4: fragmento de osso compacto, coloração externa preta; 5892 – Maravilha 5: fragmento de osso compacto, coloração externa avermelhada; 5879 – Maravilha 6: fragmento de osso esponjoso, coloração esbranquiçada), apresentaram os mesmos resultados quanto a sua composição mineralógica constituída por Fluorapatita (Figura 57).

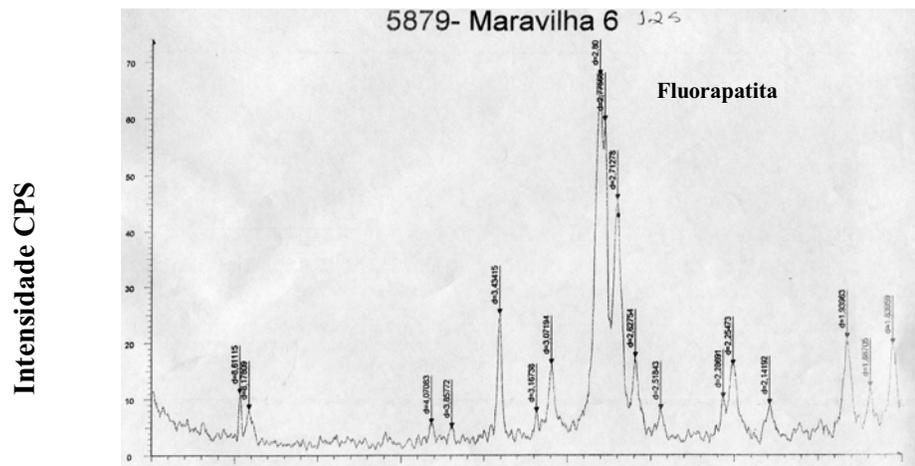
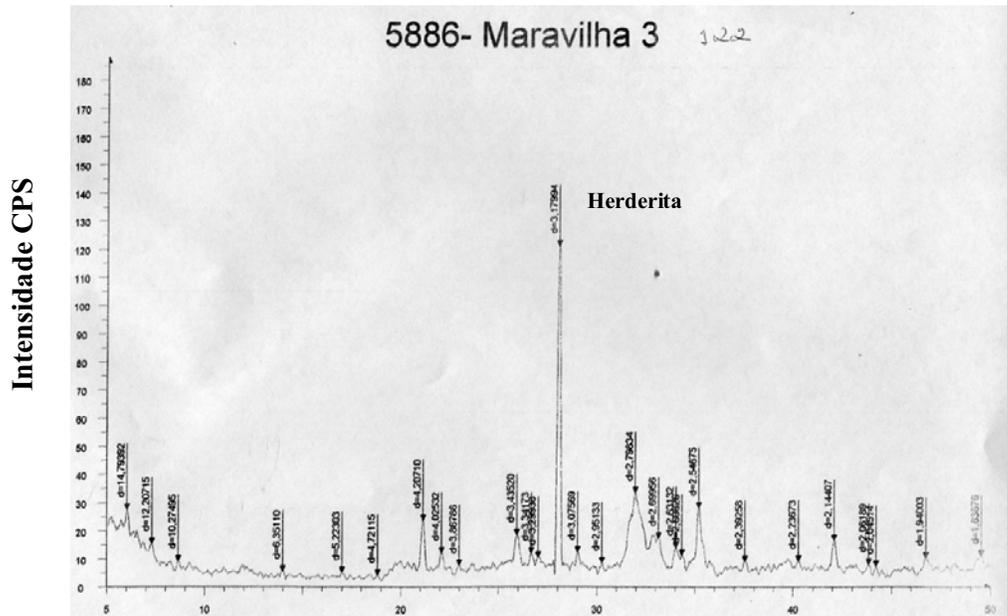


Figura 57: Difratograma de raios-X da amostra 5879 - Maravilha 6, mostrando o mineral identificado. (essa amostra representa as outras, cujo mineral identificado foi a fluorapatita).

- Mineral Identificado: Fluorapatita - mineral com fórmula química $(CaFe)_5(PO_4)_3F,Cl$ composto por cálcio (39.74%), fósforo (18.43%), oxigênio (38.07%) e flúor (3.77%),

presente na composição química original dos ossos e dentes, indicando a biomineralização original (conservação parcial). Figura 58.

- Amostra 5886 – Maravilha 3: Fragmento de osso compacto, coloração esbranquiçada.



20

Figura 58. Difratograma de raios-X da amostra 5886 – Maravilha 3, mostrando o mineral identificado.

- Mineral identificado: Herderita – mineral com fórmula química $\text{CaBe}(\text{PO}_4)\text{F}$, composto por cálcio (24.58%), berilo (5.53%), fósforo (19%), oxigênio (39.25%) e flúor (11.65%). Indicando a substituição por um elemento químico na composição mineralógica original dos ossos. Sugerindo que durante o processo de dissolução e remoção do material biomineralizado (fluorapatita), ocorreu a substituição ou troca do ferro (Fe) pelo berilo (Be).

As análises por difratometria de raios-X comprovam a preservação da biomineralogia original, corroborando estudo anterior, realizado por Silva (2001), que obteve resultados semelhantes nas análises feitas por ele, com a preservação da biomineralogia original nos três tipos ósseos analisados (dente com esmalte de *Stegomastodon waringi*, osso esponjoso de *Eremotherium laurillardii* e osso compacto com duas fases diagenéticas (branco

e escuro) de *S. waringi*.

Nos três tipos ósseos analisados anteriormente, a fluorapatita, $(CaFe)_5(PO_4)_3F,Cl$, aparece predominantemente. Hidroxilapatita $Ca_5(PO_4)_3(OH)$, e carbonato-apatita $Ca_{10}(PO_4)_6CO_3$, aparecem em menor proporção, indicando a preservação da biomineralização, com pouca substituição. Nas amostras para esse trabalho coletadas no SP “Quixabeira” onde as feições macroscópicas dos fósseis são semelhante ao SP “Lagoa”, os difratogramas mostram a preservação da biomineralogia original com substituição por outro mineral, a herderita $CaBe(PO_4)F$.

No jazigo fossilífero SP “Seu José”, a dissolução dos fósseis pode ser atribuída aos ácidos orgânicos originados pela decomposição da matéria orgânica (fezes, urina e restos e vegetais), que por mais de 50 anos, foram acumuladas no tanque através da criação de porcos e culturas desenvolvidas sobre o mesmo.

Outra observação importante é que durante aproximadamente 30 anos as mulheres do povoado lavaram roupas retirando a água acumulada do tanque vizinho esfregando e enxaguando as mesmas sobre o afloramento rochoso cuja água escoria para dentro do jazigo fossilífero SP “Seu José”. A utilização de sabão e hidróxido de sódio (água sanitária) na lavagem das roupas, da mesma forma que os ácidos orgânicos, possivelmente contribuíram para dissolução dos fósseis.

Análises petrográficas realizadas por Silva (2001), nos ossos fossilizados do SP “Quixabeira”, revelou um bom grau de preservação das microestruturas que compõem o tecido como: as lamelas paralelas formadas pelo perióstreo e Fibras de Sharpey (La), Sistema de Havers (SH), Canais de Havers (CH) e os Canais de Volkmann (CV), Figura 59.

A composição mineralógica apresentou certa homogeneidade nos ossos, predominando principalmente fosfato. Ocorrendo como acessórios sulfetos, óxidos de ferro e grãos de quartzo. Foram observadas duas fases fosfáticas no material analisado por Silva (2001), indicando biomineralização preservada na primeira fase e o processo de fosfatização, na segunda (Figura 60).

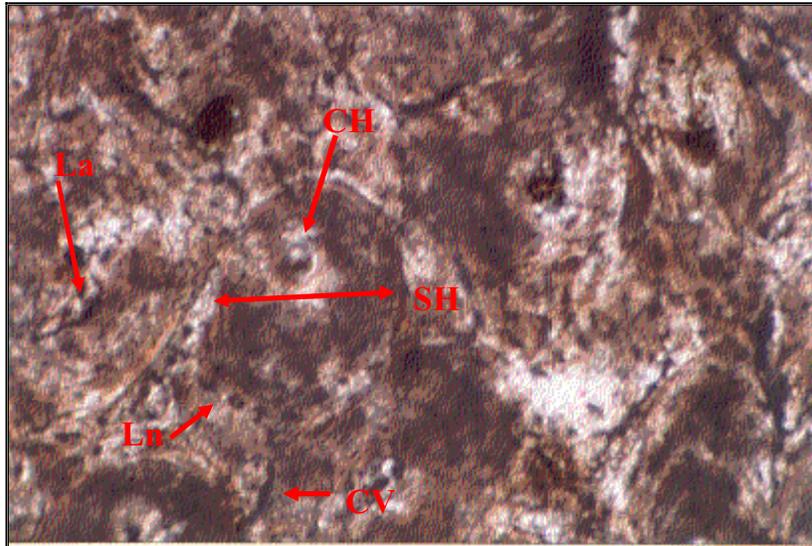


Figura 59. Fotomicrografia de osso compacto mostrando o grau de preservação das microestruturas que compõem o tecido ósseo; La – lamelas; Ln – lacunas; SH - sistema de Havers; CH - canais de Havers; CV – canal de Volkmann (aumento 10X, luz transmitida).

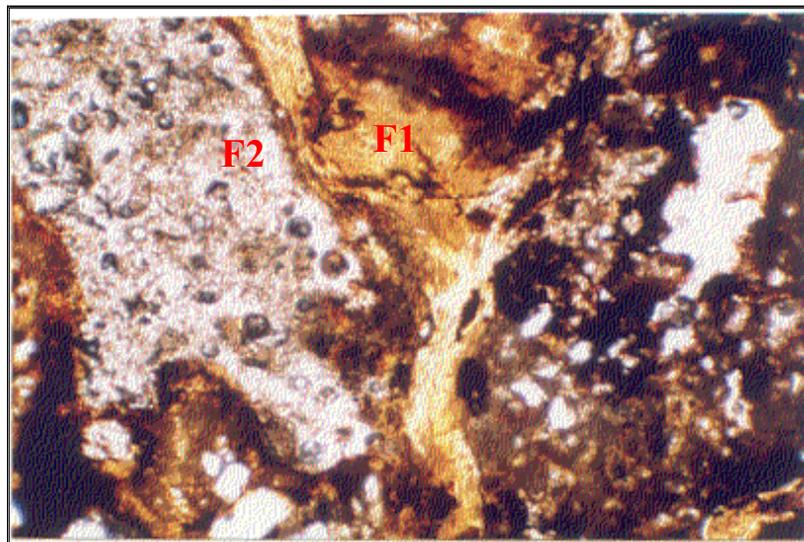


Figura 60. Osso esponjoso com duas fases fosfáticas: F1- Biomineralização preservada (primeira fase); F2- fosfatização (segunda fase); (Lâmina 03 aumento de 40x, luz transmitida).

Silva (2001) também identificou a presença de sulfeto, que registra as primeiras etapas tafonômicas (sulfetação) desencadeadas pela decomposição dos organismos, afetando inclusive os grãos sedimentares que envolveram seus restos por ocasião do soterramento em processo subaquoso-redutor (Figura 61).

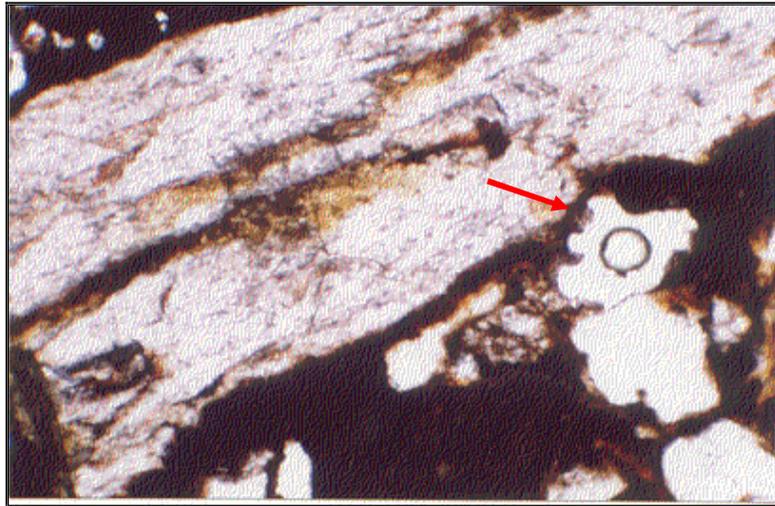


Figura 61. Osso esponjoso com grão de quartzo (seta) corroído pela ação de ácidos orgânicos em decorrência da decomposição (Lâmina 03 aumento de 40x, luz transmitida).

A matéria orgânica amorfa presente, em lâmina observada por Silva (2001), foi sugerida como carbono orgânico na etapa de carbonização (Figura 62).

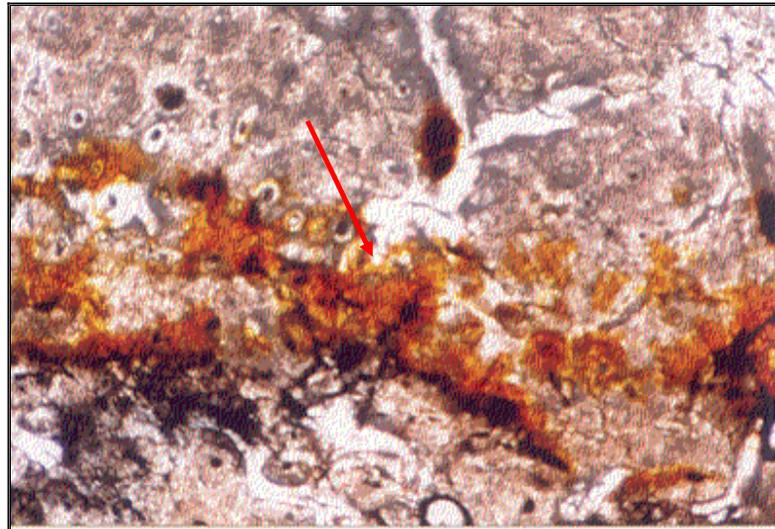


Figura 62. Osso compacto (*S. waringi*) com matéria orgânica amorfa (seta), sugerindo carbono orgânico na etapa tafonômica de carbonificação (Lâmina 07 aumento de 100x, luz transmitida).

As análises petrográficas e por difratometria de raios-X, sugerem que os processos de decomposição em ambiente sub-aquático e redutor desencadearam uma eodiagênese, ou

seja, transformações químicas iniciadas por adipocera durante a saponificação que segundo Vanrell (2008 pág. 3), trata-se de:

fenômeno cadavérico que depende de que o corpo ou parte dele, seja colocado em um meio que obedeça a duas exigências: a) *ambiente muito úmido* (pântano, fossa séptica, alagado ou terra argilosa), e b) *ausência de ar* ou *escassa ventilação*. O processo tem início por volta de dois meses após a inumação e se completa em torno de um ano. A putrefação sofre um desvio, pára, e algumas enzimas microbianas provocam mudanças nas estruturas moles que se transformam em *sabões* de baixa solubilidade, conhecidos pela denominação genérica de *adipocera*. Esta é uma substância de início branco-amarelada, de consistência mole, com aspecto característico de sabão ou de queijo, e com um cheiro próprio, rançoso, "*sui generis*". Com o passar do tempo, esta massa passa a apresentar uma cor mais escura, amarelo-pardacenta, tornando-se mais seca, dura, friável e quebradiça (Vanrell, 2008).

Esse processo precoce permitiu a preservação parcial das microestruturas ósseas e da biomineralização.

Os dados obtidos neste trabalho, juntamente com os de Silva (2001), por difratometria de raios-x análises petrográficas, e observações das feições macroscópicas, permitiram identificar seis fases diagenéticas durante a formação dos jazigosossilíferos SP “Quixabeira” e SP “Lagoa” na fazenda Ovo da Ema, Maravilha-AL e Sp “Seu José” na fazenda Quando em Poço das trincheiras-AL:

1. Sulfetação: a decomposição promove variações nas condições físico-químicas do microambiente nas proximidades dos ossos tornando-o redutor e induzindo a precipitação de sulfetos. Essas transformações ocorrem tanto nas superfícies dos ossos, produzindo aspecto amarelado ou preto, macroscopicamente observado, quanto nos limites microestruturais das lacunas;
2. Fraturas e deformações: alterações físicas decorrentes da pressão do sedimento subjacente que, em áreas de constante subsidência e sedimentação, é progressivamente crescente (Medeiros, 2004). O peso da coluna sedimentar pode provocar fraturas que, inclusive podem facilitar a penetração de água percolantes, facilitando a entrada de minerais dissolvidos na estrutura em processo de fossilização (Medeiros, 2004). Ocorreu nos jazigosossilífero SP “Quixabeira (Figura 59), e SP “Lagoa” com ossos longos inteiros, porém fragmentados pela pressão do sedimento sobre eles. A deformação foi uma fase pouco importante,

- provavelmente subsequente à sulfetação, onde observou-se micro e macroscopicamente achatamento em uns poucos ossos;
3. Fosfatização: corresponde à fase de precipitação de sais que foram dissolvidos, provavelmente oriundos dos próprios ossos, produzindo apatita amorfa. É observado macroscopicamente na aparência esbranquiçada, principalmente sobre a região compacta dos ossos (cortical);
 4. Calcificação: substituição do elemento químico original por outro. Nesse caso por calcita (CaCO_3), identificada por difratometria de raios-X, em dente de *Stegomastodon waringi* (Silva, 2001);
 5. Permineralização: fase de preenchimento dos poros da parte esponjosa dos ossos pela precipitação de minerais dissolvidos em meio aquoso, observado principalmente no SP “Quixabeira”;
 6. Dissolução: é o processo observado principalmente no SP “Seu José”, atribuído possivelmente a ação antrópica.

CAPÍTULO VIII
SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA DOS MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS DE
MARVILHA E POÇO DAS TRINCHEIRAS

Nas três áreas pesquisadas foram encontrados seis táxons de mamíferos pleistocênicos. No jazigo fossilífero SP “Quixabeira” foram encontrados quatro táxons: *Eremotherium laurillardi*, *Toxodon* sp., *Stegomastodon waringi* e *Xenorhinotherium bahiense*. Já no SP “Lagoa” encontrou-se *E. laurillardi*, *Toxodon* sp., *S. waringi*, *Palaeolama major* e um Felidae não identificado. A classificação sistemática utilizada neste trabalho baseou-se em estudos morfológicos propostos por Paula-Couto (1979) Cartelle (1994; 2000), Bergqvist (1989), Bergqvist *et al.* (1997) e Bergqvist, Abuhid & Giudice (2004).

Filo CHORDATA

Subfilo VERTEBRATA

Classe MAMMALIA Linnaeus, 1758

Coorte PLACENTALIA (=EUTHERIA) Gill, 1872

- Ordem XENARTHRA Cope, 1889

Os Xenarthra representam uma ordem de mamíferos com formas endêmicas do continente sul-americano, onde se mantiveram isolados durante a maior parte do Cenozóico. A característica mais marcante do grupo é a presença de uma articulação extra ou acessória entre as vértebras (gr. *xenon* = estranho, *arthron* = articulação). Também são conhecidos como Edentados (= sem dentes), devido à maioria dos seus representantes possuir a dentição simplificada, porém, os dentes não estão ausentes. Outra característica diagnóstica para o grupo é o número variável de seis a nove vértebras cervicais (Paula-Couto, 1979), situação só encontrada nestes mamíferos e nos sirênios (Bergqvist *et al.*, 2004). A carapaça pesada e o hábito de escavar

dos tatus e gliptodontes podem estar associados à xenartria, da mesma forma que possibilitou às preguiças terrícolas sustentar seu peso corpóreo em posição quase vertical (Paula-Couto, 1979). “Destaca-se ainda nessa ordem a formação de uma ponte óssea na escápula e a fusão dos ossos da pélvis com o sacro, formando um só. Os ossos longos não apresentam canal medular” (Bergqvist, et al., 2004). A dentição é outra característica marcante desse táxon, com dentes desprovidos de raiz, geralmente prismáticos ou cilíndricos, sem cúspides e hipsodontes.

A maioria dos Xenarthra apresentava uma dieta herbívora, associada, em alguns casos, ao hábito pastador. A diversificação desse grupo deu-se durante o Plio-Pleistoceno (Bergqvist, et al., 2004).

- Subordem PILOSA Flower, 1883

Animais desprovidos de carapaça óssea, com nódulos ósseos subcutâneos (vestígios das carapaças). Corpo coberto de pêlos mais ou menos bastos e longos, grosseiros. Sistema dentário reduzido, no máximo 18 dentes (5/4) segundo Paula-Couto (1979). Uma particularidade importante nesse grupo são seus membros locomotores. O astrágalo, na maioria dos grupos, devido a sua conformação, provoca uma torsão mais ou menos nítida no pé, dobrando-o para o lado interno (Paula-Couto, 1979). Garras, em geral fortes, protegidas por base por forte bainha óssea.

Superfamília MEGATHERIOIDEA Gray, 1821

Família MEGATHERIIDAE Owen, 1843

Subfamília MEGATHERIINAE Gill, 1872

Gênero *Eremotherium* Spillmann, 1948

Espécie-tipo: *Eremotherium rusconii* Schaub, 1950

Espécie: *Eremotherium laurillardii* (Lund 1842) Cartelle & Bohórquez, 1982

(PRANCHA I, Figuras 01; PRANCHA II, Figuras 01- a,b,c; PRANCHA III, Figura 01; PRANCHA IV, Figura 01; PRANCHA V, Figuras 01; PRANCHA VI, Figuras 01- a e b; PRANCHA VII, Figura 01-02; PRANCHA VIII, Figura 01- a e b).

Distribuição geográfica e stratigráfica: região intertropical americana, Pleistoceno (Paula-Couto, 1954)

O gênero *Eremotherium* representa megatérios pleistocênicos, intertropicais, com aspectos mais primitivos que as outras preguiças terrícolas. Seu crânio tem região occipital relativamente alta e pouco larga e região nasal alongada e cilíndrica, além de baixa e estreita. As séries dentárias são mais afastadas entre si que em outras preguiças terrícolas, e de contorno interno nitidamente convexo, não retilíneo, como nas outras preguiças (Paula-Couto, 1979). Assim como as demais preguiças terrícolas, teria sido animal de estepe seca, alimentando-se de plantas xerófilas, com hábitos particularmente xilófagos. De acordo com Cartelle (2000), elas alimentavam-se também das touceiras de capim e folhas dos galhos de árvore do cerrado. Mediam seis metros de comprimento (incluindo a cauda), com quatro metros de altura na postura bípede e quase dois metros de altura na postura quadrúpede, chegando a pesar cinco toneladas (Cartelle, 2000).

A espécie *E. laurillardi* é a preguiça terrícola com maior distribuição espacial e achados fósseis em território brasileiro (Bergqvist & Almeida, 2004; Cartelle, 2000), com ampla presença no continente sul-americano intertropical, chegando ao México e Estados Unidos através da ponte intercontinental durante o grande intercâmbio faunístico (Cartelle, 1994). *Eremotherium* é considerado um gênero monoespecífico e *E. laurillardi*, a única espécie panamericana (Cartelle & De Iullis, 1995).

- Material: molariformes (LGP-MHN-UFAL- 0013 a 0019; 0055; 0063; 0064; 0068 a 0070; 0088 a 0090; 0124; 0143); dentário esquerdo (LGP-MHN-UFAL-0058); úmero (LGP-MHN-UFAL – 0023); fêmur (LGP-MHN-UFAL – 0043, 0055); costela (LGP-MHN-UFAL - 0108); astrágalo (LGP-MHN-UFAL - 0066); tíbia e fibula (LGP-MHN-UFAL – 0056 e 0067); e clavícula (LGP-MHN-UFAL – 00610).
- Comentários: Baseado nas descrições feitas por Paula-Couto (1979), Cartelle & De Iullis (1995) e Cartelle (1994, 2000) os fragmentos e ossos inteiros encontrados nos jazigos fossilíferos da área estudada podem ser atribuídos a *Eremotherium laurillardi*. Os molariformes encontrados apresentam vários estágios de desgaste e tamanho, com formato prismático, seção retangular e quadrangular, sem esmalte e raiz aberta. Crista superior em alguns dentes, ausentes na maioria.

Um dentário esquerdo com M₁, M₂, M₃ e M₄ implantados nos alvéolos, sem cristas superiores, foi encontrado colado a um fêmur de *E. laurillardi*.

Dois úmeros foram encontrados, ambos fragmentados, o primeiro deles apresenta a epífese preservada e a diáfase fragmentada, com rachaduras longitudinais, o segundo bastante fragmentado sem as extremidades proximal e distal, com muitas fraturas longitudinais.

Seis fêmures foram encontrados, o primeiro deles ainda articulado com a tíbia e a fíbula, completo e bem preservado, o segundo parcialmente completo com perda apenas de parte do epicôndilo e côndilo medial. Os quarto e quinto fêmures encontram-se parcialmente completos com perda da diáfise na porção distal, sem côndilo medial e lateral e epicôndilo medial.

Vários fragmentos de costelas foram encontrados a maior parte sem os capítulos e tubérculos e apenas parte do corpo da costela apareceu nos jazigos fossilíferos.

Apenas um astrágalo encontrado parcialmente preservado com parte da tróclea ausente, bem como uma tíbia e sua respectiva fíbula, preservadas foram encontradas ainda articuladas com o fêmur.

Uma clavícula parcialmente preservada com as extremidades desgastadas e arredondada também foi encontrada.

- Ordem NOTOUNGULATA Roth, 1903

A ordem Notoungulata é representada pela maior diversificação de ungulados endêmicos do continente sul-americanos (Paula-Couto, 1979). Na América do Sul, os notoungulados são conhecidos desde o Paleoceno. O grupo era representado por formas terrestres e semi-aquáticas. Alcançando maior diversificação no Paleógeno, desapareceram entre o final do Pleistoceno e começo do Holoceno (Karmann *et al.*, 1999). São representados pelas subordens NOTIOPROTOGONIA Simpson, 1934; TYPOTHERIA Zittel, 1892 e TOXODONTIA Owen, 1853. A esta última é atribuído o material dos jazigos fossilíferos estudados. Com representantes de tamanhos diferentes.

Segundo Bergqvist, Abuhid & Giudice (2004) As formas primitivas apresentavam 44 dentes, com redução dos incisivos, caninos e pré-molares nos mais evoluídos. São diagnosticados como pertencentes a uma determinada ordem por semelhanças na região auditiva.

- Subordem TOXODONTIA Owen, 1853

A subordem Toxodontia é dividida em oito famílias (Paula-Couto, 1979), apresentando a dentição mais avançada, completa (heterodonte) e hipsodonte com o esqueleto pós-craniano mais primitivo do grupo dos Notoungulata (Bergqvist, et al., 2004).

Família TOXODONTIDAE Gervais, 1874

Subfamília TOXODONTINAE Trouessart, 1898

Gênero *Toxodon* Owen, 1840

Espécie *Toxodon platensis* Owen, 1840

Espécie-tipo; *Toxodon platensis* Owen, 1840

(PRANCHA IX, Figuras 01-04; PRANCHA X, Figura 01 a e b; PRANCHA XI, Figura 01 – a,b,c; PRANCHA XII, Figura 01- a,b,c; e PRANCHA XIII, Figura 01- a,b,c)

Distribuição: Argentina, Uruguai, Paraguai, Bolívia e Brasil, Pleistoceno (Paula-Couto,1979).

Toxodon é o gênero tipo da subfamília, da família e da subordem, com crânio grande redução dos ossos nasais e pequeno recuo das narinas externas. A entrada do meato auditivo externo é situada em nível muito elevado, como nos hipopótamos o que sugere hábitos anfíbios. *T. platensis* tinha um largo rostro que recobria os avantajados dentes incisivos.

Os toxodontes podiam atingir o tamanho de um grande rinoceronte ou de um hipopótamo. Seu crânio chegava a medir de 60 a 70 cm de comprimento. Tinham um pescoço curto e forte, o tronco volumoso uma conspícua corcova dorsal, e uma cauda curta. Possuíam ainda membros locomotores relativamente curtos e maciços, em forma de colunas semelhantes aos dos hipopótamos e elefantes, os anteriores mais curtos que os posteriores, de onde um possível hábito “anfíbio” (Paula-Couto, 1979).

A mandíbula é maciça, alta, com região anterior ou sinfisária larga, achatada dorso-ventralmente, em forma de pá, sem mento, e região angular grande (Paula-Couto, 1979), variando de 34 a 38 dentes prismáticos hipsodontes dispostos em série contínua (Carlini & Tonni, 2000). Incisivos superiores fortemente arqueados e mais achatados que nos demais toxodontes. Incisivos inferiores muito achatados, protuberantes e de crescimento contínuo. Caninos às vezes ausentes,

quando presentes pequenos, rudimentares e não funcionais. Molares com esmalte, os superiores curvos e sem cúspides, voltados para o lado interno e os inferiores estreitos e alongados, em forma de prisma e retilíneo (Paula-Couto, 1979 e Carlini & Tonni, 2000).

Nos dentes, com o crescimento, formavam-se faixas sem esmalte que iam da coroa à base do dente e se tornavam mais largas à medida que o dente crescia. O desgaste provocado pela mastigação de gramíneas era compensado, nos adultos, pelo crescimento contínuo dos dentes (Cartelle, 1994).

- Material: Molariformes fragmentados (LGP-MHN-UFAL – 0025, 0037, 0038, 0128); úmero (LGP-MHN-UFAL – 0098) e calcâneo (LGP-MHN-UFAL – 102, 103).

Comentários: Pelas características do material coletado em Maravilha e pela descrição feita em Cartelle (1994) e Paula-Couto (1979), o material pertence a *Toxodon platensis*. Apesar de Cartelle (1992) considerar problemática a identificação das espécies brasileiras e sugerir uma revisão com todo material disponível nas coleções da América do Sul.

Os dentes apesar de fragmentados e desgastados possuem todas as características dos molariformes do gênero *Toxodon*. Os dentes molares estão incompletos a face vestibular (ectolofa) totalmente revestida com camada de esmalte. A face lingual também apresenta esmalte nos LGP-MHN-UFAL, 0025, 0038, 0128; em LGP-MHN-UFAL – 0037 na face lingual o esmalte encontra-se bastante fragmentado e ausente em parte do dente.

O úmero encontrado apresenta-se bastante fragmentado, com apenas uma epífise (?) parcialmente completa, côndilo e entepicôndilo presente, diáfise bastante fragmentada.

Dois calcâneos foram encontrados, o esquerdo melhor (LGP-MHN-UFAL – 0102) preservado que o direito (LGP-MHN-UFAL – 0103). Apresentam em sua face proximal, as faces de articulação para a tíbia e fíbula. Medialmente apresentam a faceta de articulação para o cubóide e navicular e a faceta de articulação para o astrágalo. O calcâneo esquerdo possui 130 mm de comprimento e 100 mm de largura máxima. O Calcâneo direito tem 130 mm de comprimento e largura máxima de 90 mm.

Um fragmento do ramo mandibular direito, com P₂ – M₁ incompletos (Figura 63), foi retirado do entulho no SP “Lagoa” com os dentes bastante fragmentados e apenas parte do esmalte preservados.



Figura 63. Ramo mandbular direito de *Toxodon platensis*. Com P₂ – M₁. Jazigo fossilífero SP “Lagoa” Maravilha, Alagoas. Escala (10 cm).

- Ordem PROBOSCIDEA Illiger, 1811

Esta ordem inclui os elefantes, mastodontes, mamutes e seus afins, em geral grandes mamíferos digitígrados, cujo nariz é prolongado em tromba, daí o nome da ordem Proboscidea (Gr. Proboskis = tromba de elefante, boskein = alimentar-se). Os membros locomotores são geralmente altos, colunares, do tipo gravigrado, providos de cinco dedos (Paula-Couto, 1979). Sistema dentário reduzido, em número, nas formas finais da ordem. Incisivos reduzidos, no máximo, a dois pares de defesas, mais ou menos longas no par superior (formas dibelodontes, brevirrostrinas). Clavícula ausente. Ossos do carpo articulados em série; ossos do tarso um tanto alternados. Calcâneo com articulações astrágalo-tibial.

Surgiram no Paleoceno Superior da Ásia e África (Bergqvist, et al., 2004), colonizando quase todos os continentes, com exceção da Oceania. Durante o grande intercâmbio faunístico que ocorreu nas Américas com o soergimento do istmo do Panamá durante o Pleistoceno Inferior ao Superior. Dois gêneros de mastodontes pleistocênicos são reconhecidos para a América do Sul, *Cuvieronius* e *Stegomastodon*, com duas espécies, *Stegomastodon waringi* e *Cuvieronius platensis*, ambas registradas no Brasil (Prado *et al.*, 2005).

Subordem ELEPHANTOIDEA Osborn, 1921

Família GOMPHOTHERIIDAE Cabrera, 1929

Subfamília ANANCINAE Hay, 1922

Gênero *Stegomastodon* Pohlig, 1912

Espécie *Stegomastodon waringi* Holland, 1920

= *Haplomastodon waringi* Holland, 1920

(PRANCHA XIV, Figura 01)

S. waringi habitou a maior parte da América do Sul tropical, exceto a região andina ao sul do Equador, ocorrendo no Brasil até a região Sul. Hoffstetter (1950; *apud* Paula-Couto, 1979), diz que *Stegomastodon* foi talvez o único mastodonte a atingir o último período interglacial, na América meridional, tendo vivido desde o sul de Riobamba até o norte de Quito no Equador.

Segundo Paula-Couto (1979), os mastodontes brasileiros principalmente os que ocorreram no Nordeste, pertencem a um único gênero *Stegomastodon*. As características morfoestruturais dos molares (tipo trilofodonte com trevo simples) e dos demais ossos permitem atribuí-los a *Stegomastodon waringi*. A maioria dos fósseis encontrados nos depósitos de tanques do sertão de Alagoas são de proboscídeos.

Eles tinham o porte dos elefantes atuais, mas com presas, às vezes enormes, de até um metro e meio, pouco recurvadas. Os dentes tinham a coroa formada por volumosos tubérculos recobertos de espessa camada de esmalte. A substituição nos dentes ocorria como nos elefantes atuais. Eram funcionais dois dentes superiores e inferiores de cada lado. Quando ficava muito desgastado, o primeiro molar caía e o segundo começava a ser utilizado, atrás deste sofrendo erupção o terceiro molar. Os dois dentes deslocavam-se anteriormente.

Estes animais viviam em bandos numerosos e habitaram as regiões com savana arbórea, próximas, as bacias hidrográficas que cortavam o nosso território, alimentando-se de capim, folhas, brotos de arbustos e árvores, através da probóscide.

Ossos e dentes de mastodontes, foram coletados em grande quantidade nas escavações em Maravilha, sendo também os que estavam com melhor estado de preservação. Vários fragmentos de costelas e uma ulna e atlas completos (Figura 64), além de vários fragmentos de ossos que

provavelmente pertencem a estes animais foram retirados do jazigo fossilífero “Quixabeira” neste trabalho e por Silva (2001).



Figura 64. Ulna direita e atlas de *Stegomastodon waringi*; (escala: 15 cm).

Material: Ramo mandibular direito parcialmente íntegro (LGP-MHN-UFAL – 0044).

- Comentários: Em Maravilha foi coletado um corpo mandibular (dentário) esquerdo incompleto (LGP-MHN-UFAL – 0044), com M₁ ainda incluso e funcional, apresentando desgaste acentuado nas cúspides. O molar ainda estava em uso, medindo 370 mm de comprimento, 110 mm de largura transversa, medida no nível da raiz mesial do M₁ e, 150 mm de altura medida no mesmo local. Como é comum na espécie, a face lateral é longitudinal e transversalmente muito convexa (Cartelle, 1992).

- Ordem LITOPTERNA Ameghino, 1889

Os Condylartra são um grupo de mamíferos primitivos conhecidos por achados feitos na Europa, América do Norte e América do Sul. Deles teriam surgido, nos dois primeiros continentes, os ungulados, ou seja, mamíferos com úngulas ou cascos. Na América do Sul, ao que parece, os Condylartra teriam dado origem aos ungulados sul-americanos (meridiungulados), que não tem relação evolutiva com aqueles do hemisfério norte (Cartelle, 1994).

Isolados na América do Sul, tornaram-se muito diferentes dos de outras partes do mundo. Nunca chegaram a América do Norte e os fósseis mais antigos são do Paleoceno (Paula-Couto, 1979, Cartelle, 1994).

Os litopternos são reunidos em dois grupos com tendências evolutivas diferentes, o grupo dos proteroterídeos, evoluiu convergentemente semelhante aos cavalos, chegando, como estes, à redução máxima do número de dedos: um em cada pata (Cartelle, 1994).

O grupo dos Litopterna, embora muito menos variado que o dos notoungulados, teve longa duração. Começou no Paleoceno, e logo se diferenciou em duas linhas de radiação adaptativa, a dos proterotérios, extinta no Pleistoceno Superior, como a dos macrauquênias, que sobreviveu até o fim do Pleistoceno.

O grupo dos macrauqueniídeos, evoluiu no sentido de aumento do tamanho corporal e do pescoço, redução do número de dedos (de cinco para três) e, depois a diminuição dos ossos nasais, o que coincidiu com o recuo acentuado das narinas (Cartelle, 1994).

Subordem LOPHOLIPTERNA Cifelli, 1983

Família MACRAUCHENIIDAE Gervais P. 1855

Gênero *Xenorhinotherium* Cartelle & Lessa, 1987

Espécie *Xenorhinotherium bahiense* Cartelle & Lessa, 1988

(PRNCHA XV, Figura 01- a,b,c)

As características diagnósticas dos macrauqueniídae segundo Carlini & Tonni (2000), incluem um crânio com uma forma semelhante a dos equídeos, alongado, irregularmente elíptico,

porém com a parte anterior do dorso marcadamente deprimida, descendente em forma gradual até a poção anterior. Maxilares de grande tamanho, premaxilares muito curtos e largos. Mandíbula com o corpo notavelmente baixo, com os bordos incisivos e inferior quase paralelos. Incisivos superiores e caninos sublinguais, com a coroa espatulada e com um sulco ou prega interna suave, que desaparece prontamente com o desgaste; entre ambos incisivos há um diastema, que se repete entre os demais elementos dentários até o P1. P1-2.

A região nasal é muito modificada, com os ossos respectivos reduzidos a um mínimo, nas formas finais do grupo, nas quais as narinas eternas são situadas muito posteriormente, quase sobre as órbitas, o que sugere a presença de uma tromba curta. O esqueleto assemelhava-se ao dos perissodáctilos (Paula-Couto, 1979).

Cartele e Lessa (1988), com base em vasto material coletado no Estado da Bahia, observaram diferenças consideráveis para propor que a espécie encontrada na Bahia deveria ser identificada em gênero diferente daquele de *Macrauchenia patachonica*, denominando-a *Xenorhinotherium bahiense*, diferenciando assim com os achados do sul do país, que devem pertencer a *M. patachonica*. Os fósseis encontrados nos estados localizados na região intertropical pertencem à nova espécie.

X. bahiense tinha tamanho semelhante ao de *M. patachonica*. Crânio de rostró afilado e pouco recurvado ventralmente; narinas externas mais caudais do que as de *M. patachonica*; fossas pósnasais dos frontais duplas, côncavas e de superfícies lisas. Mandíbula de região sinfisiária iniciando-se no plano dos caninos e de perímetro rostral de formato oval. Vértèbras de morfologia semelhante às de *M. patachonica*, mas de corpos menos robustos. Esqueleto apendicular também semelhante ao de *M. patachonica*, mas com processo alar do rádio menos acentuado e metapodiais mais gráceis do que os da espécie do sul do continente (Cartelle, 1992).

Material: Vértèbra caudal parcialmente íntegra (LGP-MHN-UFAL – 0096).

- Comentários: O material encontrado na fazenda Ovo da Ema, trata-se de uma vértebra caudal parcialmente preservada com 70mm de comprimento, 50mm de largura transversa e 70mm de altura. Forame vertebral íntegro, centro ou corpo de vértebra completa, anapófise presente do lado esquerdo e ausente no lado direito, processos transversais ausentes, espinha neural ausente, as duas metapófises estão preservadas. A vértebra encontrada foi atribuída a

Xenorhinotherium bahiense, após avaliação feita por Santos, comparando-a com o material da coleção do Museu Câmara Cascudo, Rio Grande do Norte.

- Ordem ARTIODACTYLA Owen, 1948

Os artiodactyla se originaram no Eoceno inferior a partir de condilartras norte-americanos segundo Rose (1982 apud Bergqvist, Abuhid & Giudice, 2004), tendo sofrido uma irradiação direcionada a uma locomoção cada vez mais cursorial e digitígrada. As formas recentes da ordem podem ser divididas em três subordens; suiformes (porcos, pecari, hipopótamo), tilópodes (camelos e lhamas) e ruminantes (girafas, cervos, antílopes e bovídeos). Os primeiros apresentam dentição braquiodonte e bunodonte, e os demais braquiodonte e selenodonte (Bergqvist, Abuhid & Giudice, 2004).

Irradiaram no Eoceno-médio-superior, possivelmente por sua dentição mais selenodonte, que possibilitou o melhor processamento de plantas mais resistentes. A evolução da estrutura e função do trato digestivo, contribuiu para o sucesso entre os Tylopoda e Ruminantia (Bergqvist, Abuhid & Giudice, 2004).

Segundo Bergqvist, Abuhid & Giudice (2004) “As mais notáveis modificações na locomoção dos camelídeos, os primeiros Tylopoda coincidem com a explosão das estepes e gramíneas, e são correlatas com mudanças para dentes de coroa mais alta, capazes de triturar uma vegetação mais abrasiva.”

- Subordem TYLOPODA Illiger, 1848

Na subordem Tylopoda, a dentição era completa nos grupos mais primitivos, reduzindo-se progressivamente, com a evolução, principalmente no que se refere aos incisivos superiores e aos pré-molares. Patas tetra a didáctilas, metapodiais principais (III e IV) separados, a princípio, depois coossificados num só osso canhão (Paula-Couto, 1979).

Família CAMELIDAE Gray, 1821

Subfamília CAMELINAE Gray, 1821

Gênero *Palaeolama* Liais, 1872

Espécie *Palaeolama major* Liais, 1872
(PRANCHA XVII, Figura 01- a,b,c)

A Família Camelidae possui dentição completa, nas formas primitivas, mais ou menos reduzidas pela evolução, particularmente no setor dos incisivos superiores e dos pré-molares. São ruminantes de pelagem abundante, com o pescoço e patas longos que, os diferencia dos outros artiodáctilos, apóiam grande parte dos dedos ao caminhar e não apenas as pontas. A família está representada na atualidade pelos gêneros *Camelus* (ásia e Norte da África) e *Lama* (América do Sul). Estão relacionados a hábitat desérticos ou semidesérticos, tanto em planícies como em serras ou montanhas, com solos arenosos ou pedregosos, porém sempre em áreas abertas (Carlini & Tonni, 2000).

Lhamas primitivas, há aproximadamente 1,8 milhões de anos, no início do Pleistoceno, fizeram parte das primeiras levas de emigrantes que, provenientes do norte, cruzaram a recém-formada ponte intercontinental da América Central (Cartelle, 1994).

Fósseis de *Palaeolama major* foram descobertos no Brasil por Lund em cavernas de Minas Gerais. Assemelhando-se pelos esqueletos fósseis, a mesma espécie que viveu na Argentina (Cartelle, 1994).

Em território brasileiro, foram encontrados além de esqueletos completos, coprólitos, pêlo e úngula (casco) de um dos dois dedos que possuíam nas mãos. Como as atuais lhamas, tinham pêlos longos (de até dez centímetros de comprimento) de coloração marrom clara. Por meio dos esqueletos fósseis pôde-se concluir que *Palaeolama* tinha a aparência das lhamas atuais, sendo, porém, de porte mais avantajado, pouco menor que um camelo atual (Cartelle, 1994).

- Material: Falange distal íntega (LGP-MHN-UFAL – 0052) e fragmento do ramo mandibular direito (LGP- MHN- UFAL – 0041).
- Comentários: a falange distal é alongada e mais ampla proximalmente que distalmente, com 96 mm de comprimento, 30 mm de largura transversa e 20 mm de altura. A parte quebrada ocorreu durante a coleta do material.

O ramo mandibular direito encontra-se bastante fragmentado, com apenas um molar implantado na cavidade alveolar, apenas parte do processo coronóide do dentário presente. M₃

presente e bem preservado, com cristas íntegras. Medindo 100 mm de comprimento, 30 mm de largura transversa medida sob o M_3 , e a maior altura, medida ao nível do processo coronóide é de 70 mm. A lâmina óssea mede de espessura 6 mm.

- Ordem CARNIVORA Bowdich, 1821

Os mamíferos pertencentes a essa ordem distribuem-se por grande variedade de formas extintas e recentes, a maioria delas terrestres, alguma aquáticas, de tamanho pequeno, a maioria de tamanho médio, outros grande. Corpo e coluna vertebral flexíveis, clavícula ausente ou rudimentar e patas geralmente preênseis e munidas de garras retrácteis ou não, digitígradas, semiplantígradas ou plantígradas, tetra ou pentadáctilas (Paula-Couto, 1979).

No crânio, as órbitas comunicam-se francamente com as fossas temporais, arcadas zigomáticas bem separadas da parede lateral da cápsula cerebral e levantadas, em conexão com a maior massa e maior força do músculo temporal (Paula-Couto, 1979).

A mandíbula, de articulação transversal, move-se apenas no sentido vertical. Dentes difiodontes, heterodontes e braquiodontes. Adaptados aos seus respectivos regimes alimentar.

Incisivos geralmente em número de 3/3I, relativamente pequenos, mais ou menos pontudos; caninos, em algumas espécies de tamanho descomunal, fortes, pontudos e mais ou menos secodontes (cortantes); molares posteriores, adaptados ao regime alimentar misto (*e.g.* ursos), de coroa baixa e triturantes, tuberculada. Os P_4 e M_1 das formas de hábitos carniceiros, principalmente nas formas recentes, têm a função precípua de cortar a carne, daí a denominação de *carniceiros*, geralmente os maiores dentes das séries pré-molo-molar. Dentição de leite presente e funcional (Paula-couto, 1979).

A origem dos Carnivora começa no Paleoceno, com os já extintos Miacoidea que acredita-se tenham dado origem no Paleoceno ou Eoceno aos primeiros Feloidea e Canoidea, estes irradiados adaptativamente a partir do Eoceno.

- Subordem FISSIPEDIA Blumenbach, 1791

Essa subordem é composta por animais com cabeça menor, em relação ao resto corpo, que nos Creodonta, seus prováveis colaterias (Paula-Couto, 1979). Com cérebro mais desenvolvido. 3/3 ou 2/2 I, 1/1 C, muito desenvolvido, 4/4 P ou menos, cortantes, sendo o P₄ e o M₁ os carniceiros. As patas são penta ou tetradáctilas, com o polegar e o dedo I do pé às vezes atrofiados, plantígradas semidigitígradas ou digitígradas, nesse caso com garras retráteis, sendo as falanges ungueais pontudas, comprimidas lateralmente e curvas, nuca bífidas (Pough, Heiser & McFarland, 1999; Paula-Couto, 1979).

Superfamília FELOIDEA Simpson, 1931

Família FELIDAE Fischer, 1817

Subfamília FELINAE Fischer, 1817

Gênero indeterminado

Espécie Indeterminada

(PRANCHA XVIII, Figura 01- a,b)

A Família Felidae é da Ordem Carnivora a que envolve aos mais estritos e ativos carniceiros. Sua dentição é marcadamente modificada (Carlini & Tonni, 2000) com dentes 3/3 I, 1/1 C, 3-2/3-1 P, 1/1 (2) M, todos quase que exclusivamente cortantes, incisivos pequenos, caninos robustos e pontiagudos, de rebordos anterior e posterior cortantes, às vezes serrilhado, principalmente os superiores; carniceiro superior (P⁴) trilobulado, em lâminas, com protocone presente; carniceiro inferior (M₁) bilobado (bilaminado), com as duas lâminas convergentes e talonido rudimentar ou ausente; M¹₂ sempre muito pequenos, sendo o M₂ comumente ausente (Paul-Couto, 1979).

Crânio arredondado, de rostro curto, arcadas zigomáticas afastadas; bula auditiva volumosa. Mandíbula robusta, movendo-se no sentido vertical, côndilo transversal. Clavícula rudimentar, não funcional. Membros locomotores longos e delgados, digitígrados, os anteriores pentadáctilos, os posteriores mais comumente tetradáctilos, de garras retráteis (Paula-Couto, 1979). São hábeis trepadores e podem desenvolver grandes velocidades em trechos curtos.

As mais antigas formas ancestrais conhecidas são do Eoceno superior ou do Oligoceno inferior da América do Norte e Europa, chegaram à América do Sul a partir do Pleistoceno durante o grande intercâmbio faunístico (Carlini & Tonni, 2000; Paula-Couto, 1979).

- Material: Canino com extremidade perfurante e raiz quebrada (LGP-MHN-UFAL – 0050).
- Comentários: O dente canino encontrado na escavação do SP “Lagoa” está fragmentado, com fraturas longitudinais em sua face lingual. Esmalte presente nas duas faces do dente com alguns pedaços ausentes. Extremidade perfurante quebrada (vértice da coroa) próximo a sua porção final (deprimida lateralmente), e fraturado na porção medial da raiz.

O bordo anterior é afilado, não apresentando serrilha, bordo posterior côncavo, com discreta serrilha, com perda da maior parte provavelmente por abrasão no interior do jazigo fossilífero.

Medindo 40 mm de comprimento, com largura transversal de 20 mm e altura de 40 mm. O canino (LGP-MHN-UFAL – 0050) não foi identificado a nível específico. O material foi mostrado a outros especialistas que não conseguiram classificar. Acredita-se tratar de um felino de médio porte das espécies: *Panthera onca* ou *Puma concolor*.

A paleomastofauna pleistocênica da área estudada é similar a que ocorre nos demais Estados da região Nordeste do Brasil, como: na Bahia - Souza-Cunha & Macedo (1965), Cartelle & Lessa (1988), Cartelle (1994); no Ceará - Paula-Couto (1954), Bergqvist *et al.* (1997); no Maranhão - Simpson & Paula-Couto (1957); na Paraíba - Bergqvist *et al.* (1997); em Pernambuco - Vidal (1946, 1959), Rolim (1974), Paula-Couto (1980), Alves (2007); no Piauí - Guérin *et al.* (1993); no Rio Grande do Norte - Santos *et al.* (2002) e no estado de Sergipe - Góes *et al.* (2001), citados por Bergqvist & Almeida (2004).

A sistemática dos mamíferos pleistocênicos de Maravilha e Poço das Trincheiras amplia o conhecimento a respeito da ocorrência das espécies no Nordeste no Brasil e, em especial, para o Estado de Alagoas.

Seis são as espécies encontradas na região de Maravilha e Poço das Trincheiras, com o primeiro registro de *Palaeolama major* para o Estado de Alagoas.

Os fósseis dos calcâneos atribuídos a *Toxodon* sp. merecem uma avaliação mais detalhada em nível taxonômico, pois podem representar uma espécie ainda não descrita para o Nordeste brasileiro. Outra descoberta importante é a presença do dente canino de Felidae.

A tendência é que seja ampliada a lista dos megamamíferos encontrados no estado de Alagoas a medida que novos registros de ocorrências nos municípios alagoanos e estudos na região semi-árida tornem-se mais frequentes e rotineiros.

CAPÍTULO IX

ASPECTOS GEOCRONOLÓGICOS E ISOTÓPICOS

São poucos os estudos sobre paleovegetação e paleoclimas no Nordeste brasileiro, para reconstituições paleoambientais durante o Pleistoceno tardio e o Holoceno, através do uso dos isótopos do carbono ($\delta^{13}\text{C}$ e ^{14}C), apesar de freqüentes nas demais regiões brasileiras (Pesenda *et al.*, 2005). Recentemente alguns trabalhos começam a se voltar para uma tentativa da reconstituição desses antigos ambientes no Nordeste brasileiro (Nascimento, 2008; Alves, 2007; Santos, 2007; Gouveia *et al.*, 2005; Ribeiro, 2002; Silva 2001; De Oliveira et ali, 1999; Barreto, 1996). Os estudos baseiam-se em técnicas que envolvem a ocorrência natural dos isótopos do carbono $\delta^{13}\text{C}$ e o radionuclídeo ^{14}C da matéria orgânica do solo (MOS). A razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, expressa como $\delta^{13}\text{C}$, caracteriza a cobertura vegetal contemporânea e a pretérita. A datação por ^{14}C da MOS (fração humina) e de fragmento de carvão encontrados nos solos estabelece a cronologia dos eventos (Pesenda *et al.*, 2005).

A composição isotópica de um determinado elemento em tecido vivo depende: (1) da fonte do elemento (e.g., CO_2 atmosférico versus CO_2 dissolvido; O_2 da água marinha versus o O_2 da água meteórica), (2) do processo que envolve inicialmente a fixação do elemento pela matéria orgânica (e.g., C_3 versus C_4 da fotossíntese), (3) fracionamentos subseqüentes de como a matéria orgânica passa para a cadeia alimentar. Baseado nestes fatores, a composição isotópica do material fóssil ainda dependerá de qualquer mudança isotópica associada com a tafonomia, incluindo desde a decomposição microbiana até a diagênese. A composição isotópica pode fornecer informações sobre as fontes de alimento dos organismos fósseis, inclusive do homem, e conseqüentemente, podem apontar evidências sobre o ambiente no qual estes organismos viveram (Schoeninger & DeNiro, 1984).

Os tipos de fotossíntese relacionam-se diretamente aos tipos de produtores. Segundo Odum (1988), quimicamente o processo fotossintético significa a armazenagem de uma parte da energia solar sob a forma da energia potencial ou “presa” do alimento. A equação geral da reação de oxidação-redução pode ser escrita da seguinte forma:

$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{A} + \text{energia luminosa} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{A}$, sendo a oxidação: $2\text{H}_2\text{A} \rightarrow 4\text{H} + 2\text{A}$ e a redução: $4\text{H} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.

Para os vegetais verdes em geral (algas e plantas superiores), A é o oxigênio da água; a água é oxidada, com a liberação de oxigênio gasoso e o gás carbônico é reduzido para carboidrato (CH_2O), com a liberação de água.

Vegetais superiores diferem nas vias bioquímicas de redução do gás carbônico (equação de redução anterior), isto leva a implicações ecológicas importantes. O gás carbônico absorvido do ar atmosférico pelas plantas é utilizado na síntese de moléculas de açúcares. Na maioria das plantas, a fixação do gás carbônico segue um **ciclo de fosfato de pentose C_3** , ou **ciclo de Calvin-Benson**.

No decorrer do ciclo das pentoses, o hidrogênio proveniente da quebra de moléculas de água e capturados pelo NADP (nicotinamida-adenina-dinucleotídeo-fosforado), formando NADPH_2 , juntamente com ATP (trifosfato de adenosina) proveniente das reações de fotofosforilação, são utilizados para reduzir moléculas de CO_2 a moléculas de açúcar. O açúcar produzido no ciclo das pentoses é uma molécula com três átomos de carbono denominada **gliceraldeído 3-fosfato** (daí o nome de plantas C_3). Posteriormente duas moléculas de gliceraldeído 3-fosfato unem-se para formar glicose, um açúcar com seis átomos de carbono (Amabis & Martho, 1999).

No entanto algumas plantas de regiões áridas e gramíneas tropicais, como cana-de-açúcar e milho, reduzem o gás carbônico de uma maneira diferente, segundo um ciclo de **ácido dicarboxílico C_4** . Estas plantas são capazes de fixar o CO_2 em compostos de 4 carbonos, como malato e aspartato (daí o nome de plantas C_4), além do que é feito pelo ciclo C_3 de Calvin-Benson. As folhas dessas plantas possuem dois tipos de cloroplastos: o do mesófilo e o da bainha do feixe vascular, uma característica morfológica distintiva. Nas células do mesófilo dessas plantas o CO_2 reage com fosfoenolpiruvato (PEP), na presença da enzima PEP carboxilase, para formar oxaloacetato. Subseqüentemente, o oxaloacetato é reduzido a malato pelo NADPH_2 produzido nas reações luminosas normais. O malato é transportado para as células da bainha vascular, onde é descarboxilado, e o CO_2 assim produzido é então usado para a produção de açúcar e amido via ciclo de Calvin-Benson.

Além do mais, as plantas que apresentam o ciclo de ácido dicarboxílico respondem de forma diferente à luz, à temperatura e à água (Figura 65). Na discussão das implicações ecológicas, os dois tipos fotossintéticos são designados como plantas C_3 e C_4 .

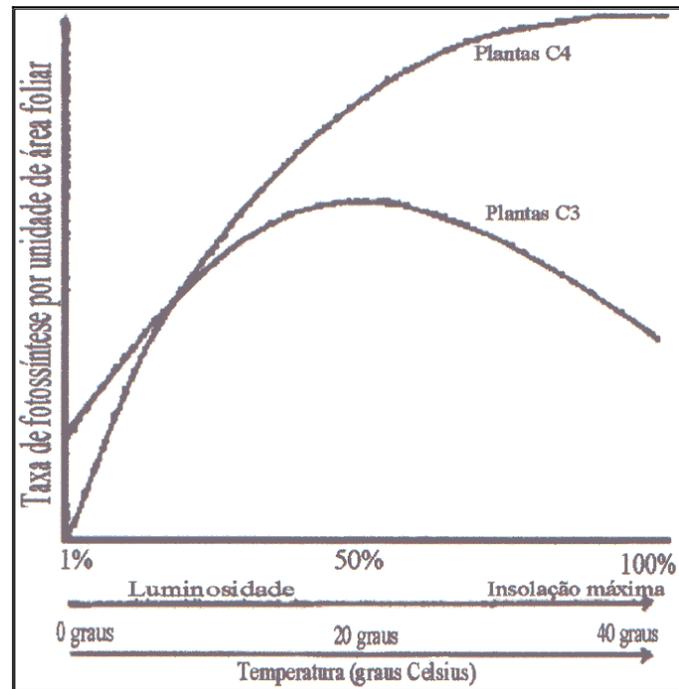


Figura 65. Comparação da resposta fotossintética de plantas C₃ e C₄ a aumento de luminosidade e temperatura (adaptado de Odum, 1988).

As espécies de plantas com fotossíntese do tipo C₄ são numerosas na família das gramíneas (Gramineae), mas elas ocorrem em muitas outras famílias, tanto de dicotiledôneas como de monocotiledôneas. As espécies C₄ dominam a vegetação nos desertos e campos nos climas temperados quentes e tropicais e são raras nas florestas e no norte nebuloso, onde predominam baixas intensidades luminosas e baixas temperaturas (Odum, 1988).

Apesar da sua menor eficiência fotossintética ao nível da folha, as plantas C₃ são responsáveis pela maior parte da produção fotossintética mundial, provavelmente porque são mais competitivas nas comunidades mistas, onde existem efeitos de sombreamento, onde a luminosidade, temperatura etc., são médias ao invés de extremas (Odum, 1988).

A taxa de isótopos de carbono e nitrogênio é fracionada durante a produção primária de matéria orgânica. Plantas terrestres C₃ têm valores de $\delta^{13}\text{C}$ entre -23 e -34 ‰, com uma média de -27 ‰. Já o C₄ envolve um fracionamento muito menor, e essas plantas C₄ têm $\delta^{13}\text{C}$ entre -9 e -17 ‰, com uma média perto de -13 ‰ (Odum, 1988).

A aplicação dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) é baseada na diferença isotópica das plantas C₃ e C₄ e a sua preservação na MOS. Plantas C₃ e C₄ possuem valores de $\delta^{13}\text{C}$ que diferem de aproximadamente 14‰ entre si (Boutton, 1996).

Baseado nessas relações, Suguio (2003), diz ser:

...possível conhecer em uma determinada época, a fisionomia, vegetal de uma área, se era dominada por savanas e campos ou por florestas tropicais. Este tipo de estudo permite reconstruir as mudanças paleoclimáticas de uma área, pois as savanas e os campos seriam mais típicos de regiões com chuvas mais escassas ou mal distribuídas, enquanto as florestas tropicais indicariam regiões com chuvas abundantes e bem distribuídas (Suguio, 2003).

Plantas marinhas, que são todas C_3 , podem utilizar tanto bicarbonato dissolvido assim como CO_2 dissolvido. O bicarbonato da água do mar é cerca de 8,5 ‰ mais pesado que o CO_2 atmosférico; como resultado, plantas marinhas têm uma média, cerca de 7,5 ‰ maior de $\delta^{13}O$ que plantas C_3 terrestres. Em contraste com a relativamente uniforme composição isotópica do CO_2 atmosférico, a composição isotópica do carbono do carbonato marinho varia de acordo com o processo biológico. A composição isotópica das plantas marinhas é mais variada, devido à grande variedade de fontes de carbono fixado por elas. Finalmente, cianobactérias marinhas (algas azul-verdes), tendem a fracionar menos isótopos de carbono durante a fotossíntese que as verdadeiras plantas marinhas, por isso tendem a uma média de 2 à 3 ‰ maior de $\delta^{13}C$ (Figura 66).

Com relação aos fracionamentos subsequentes passados pela cadeia alimentar, está a formação dos ossos dos vertebrados (biomineralização), cuja composição isotópica depende principalmente dos alimentos e água ingeridos.

Acredita-se que o $\delta^{13}C$ do carbonato da apatita biogênica seja muito mais resistente às alterações diagenéticas que o $\delta^{18}O$ (Wang & Cerling, 1994). Assim o carbonato estrutural da apatita retém o sinal original do $\delta^{13}C$ em sistema diagenético fechado. Em sistema diagenético aberto, somente o esmalte, devido à baixa porosidade preservaria a assinatura isotópica primária para o $\delta^{13}C$.

A principal dificuldade com o conteúdo de carbonato da apatita dos ossos é saber se ele é parte integrante da estrutura do cristal ou se é externa a ele (absorvida na superfície do cristal ou em fase separada). Se o íon carbonato substitui íons na estrutura, é provável que ele ocorra em dois lugares: na posição da hidroxila ou substituindo os íons de fosfato.

A análise isotópica de herbívoros plio-pleistocênicos do Arizona, por exemplo, mostra que as razões dos isótopos de carbono da apatita do esmalte fóssil, retém o sinal biogênico, associado com o consumo de vegetação do tipo C_3 ou C_4 no paleoambiente (Wang & Cerling, 1991).

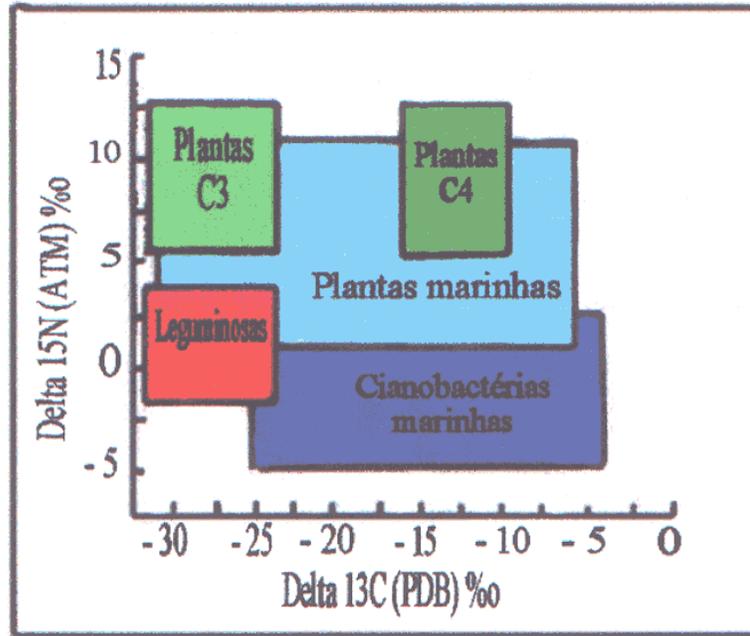


Figura 66. Relação entre $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ sobre as principais classes de autótrofos (modificado de Schoeninger & DeNiro, 1984).

A quantidade de um determinado isótopo estável, concentrado nos seres vivos, está intimamente relacionada com as condições ecológicas, ou seja, depende do meio e de suas propriedades físico-químicas, variando portanto com as modificações ambientais (Bowen, 1994 *apud* Viana, 1999). Por isso, é possível estimar as condições ambientais a partir das razões dos isótopos estáveis em material fossilífero.

Segundo Hoefs (1987 *apud* Viana, 1999), as variações de isótopos estáveis são produzidas pelo processo de fracionamento isotópico, causado pelas pequenas diferenças químicas e físicas entre os isótopos de um elemento. As diferenças nas propriedades físicas e químicas, por sua vez, advêm das diferenças na massa atômica dos isótopos de um elemento. A repartição dos isótopos em duas substâncias, com diferentes razões isotópicas é chamada de fracionamento isotópico. As ligações envolvendo o isótopo mais leve são mais fracas que aquelas envolvendo o isótopo mais pesado.

Esses princípios básicos de fracionamento isotópico, aliados às tendências naturais dos seres vivos de “Preferência isotópica”, controlam a distribuição dos isótopos na biosfera (Viana, 1999).

Pelo fato das biomineralizações serem produzidas pelo equilíbrio entre o metabolismo do organismo e o meio ambiente em que ele vive, o estudo dos isótopos estáveis em minerais biogênicos pode ser um bom indicativo paleoambiental.

Os métodos de datação envolvem a medida de alguma propriedade do material em estudo que varia com o tempo. Sabendo-se quanto do radioisótopo ^{14}C está presente na amostra no momento de sua formação é possível determinar a sua idade, pois quando um determinado ser vivo morre cessa a absorção de ^{14}C em geral e essa quantidade de ^{14}C e essa quantidade que irá decair com o tempo permitirá encontrar a idade (Baffa & Kinoshita, 2004).

Datação radiocarbônica por ^{14}C começou a ser usada a partir de 1950, usando o termo internacional (BP = *before present*), em português (AP = antes do presente), sendo o presente o ano de 1950. Tornando-se a principal ferramenta para a determinação cronológica de episódios originados a aproximadamente 40.000 – 50.000 anos passados, nas áreas de arqueologia, geologia, paleobotânica e paleoclimatologia (Pessenda, 1998).

Vários pesquisadores vêm utilizando-se de datações por ^{14}C para análises geocronológicas a partir de estudos com mamíferos fósseis em todos os continentes.

Paula-Couto (1971) faz referência à associação de fósseis de mamífero pleistocênicos com material lítico na Venezuela, submetidos a datação por ^{14}C , com idade absoluta de ± 16.000 anos AP.

Faure *et al.* (1999) apresentam idades datadas por ^{14}C para vários gêneros de mamíferos fósseis, como *Equus*, *Glyptodon*, *Mazama* e *Tayassu* na caverna da Toca do Serrote do Artur, em São Raimundo Nonato, Piauí, com cerca de 8.490 ± 120 anos AP e 6.890 ± 60 anos AP.

Ossos de *Mastodon* e *Megatherium* foram encontrados associados com artefatos líticos em uma escavação na localidade El Totumo, na Colômbia. A datação por ^{14}C apresentou resultados entre ± 6.000 e 5.000 anos AP, sugerindo que houve contemporaneidade entre o paleoíndio e animais da megafauna (Correal & Hammen, 2003).

Amostras do esmalte do dente de 41 mamíferos herbívoros endêmicos que habitaram os Andes, na Bolívia foram utilizadas para análise dos isótopos estáveis do carbono. Os valores obtidos de $\delta^{13}\text{C}$ sugeriram que litopternos do gênero *Macrauchenia* mantinham uma dieta alimentar de plantas C^3 e os notoungulados do gênero *Toxodon* alimentavam-se de gramíneas (C_4) ou plantas CAM (MacFadden *et al.*, 1994).

Gouveia *et al.* (2005), através de isótopos de carbono e datações por ^{14}C na matéria orgânica do solo (MOS) e fragmentos de carvão aplicados em estudos paleoambientais em três Estados da região Nordeste do Brasil, Piauí, Paraíba e Ceará, com a finalidade de identificar a distribuição e inferências das plantas C_3 e C_4 relacionadas às circunstâncias paleoclimáticas úmidas e mais secas nos últimos 15.000 anos, estabeleceu que aproximadamente desde o Pleistoceno Superior ao início do Holoceno ($\pm 11.000 - 10.000$

anos AP.) o predomínio de vegetação arbórea estava relacionado provavelmente a uma fase mais úmida nas áreas estudadas. Posteriormente, entre ± 9.000 anos AP. até $\pm 4.000 - 3.000$ anos AP., o cerrado expandiu-se com contribuição de plantas C₄, sugerindo um clima mais seco durante este período, confirmado pela alta concentração de carvão. De aproximadamente $\pm 4.000 - 3.000$ anos AP. ao Recente foi observada uma expansão da vegetação arbórea devido ao retorno de uma fase mais úmida e possivelmente similar ao clima atual.

Alves (2007) através dos dados isotópicos e das idades absolutas por ¹⁴C, EPR e LOE, pôde estabelecer que no Pleistoceno Superior, antes de 71.000 ± 15.000 anos a vegetação era predominantemente composta por plantas C₃, em ambiente de clima úmido. Entre 71.000 ± 15.000 anos e 58.000 ± 5.000 anos torna-se difícil interpretar a vegetação devido aos valores isotópicos fora do limite estabelecido para plantas C₄. Após 58.000 ± 5.000 anos até o presente a vegetação passou por mudanças climáticas, estabelecendo-se entre ± 45.000 e 20.000 anos, uma fase mais quente indicada pela mistura de plantas C₃ e plantas CAM, as quais representam o atual bioma da caatinga (semi-árido) na região de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus.

IX.1. RESULTADOS DAS DATAÇÕES POR RESSONÂNCIA PARAMAGNÉTICA ELETRÔNICA (EPR)

A datação por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR), foi realizada em dois dentes fragmentados de *Steomastodon waringi*, coletados no SP “lagoa” amostra (AL1), coletada na camada 2 (*bone bed*) do tanque, e no SP “Quixabeira” amostra (AL2) coletada na camada 3 (*bone bed*) (Figura 67).

Os resultados obtidos mostram a idade em valores absolutos que esses representantes da megafauna pleistocênica viveram em território alagoano. As paleodoses e as doses anuais de radiação encontradas nos dois dentes de *Stegomastodon* correspondem a idades estimadas de 10.816 ± 1.914 anos, medida na amostra do SP “Lagoa” e 42.972 ± 3.689 anos medida a partir da amostra do SP “Quixabeira”.

Essas idades demonstram que a megafauna chegou até o fim do Pleistoceno e início do Holoceno na região. A paleodose do SP “Quixabeira” pode ser comparada com os resultados obtidos também por EPR em Brejo da Madre de Deus, Pernambuco por Alves (2007) (Figura 68),

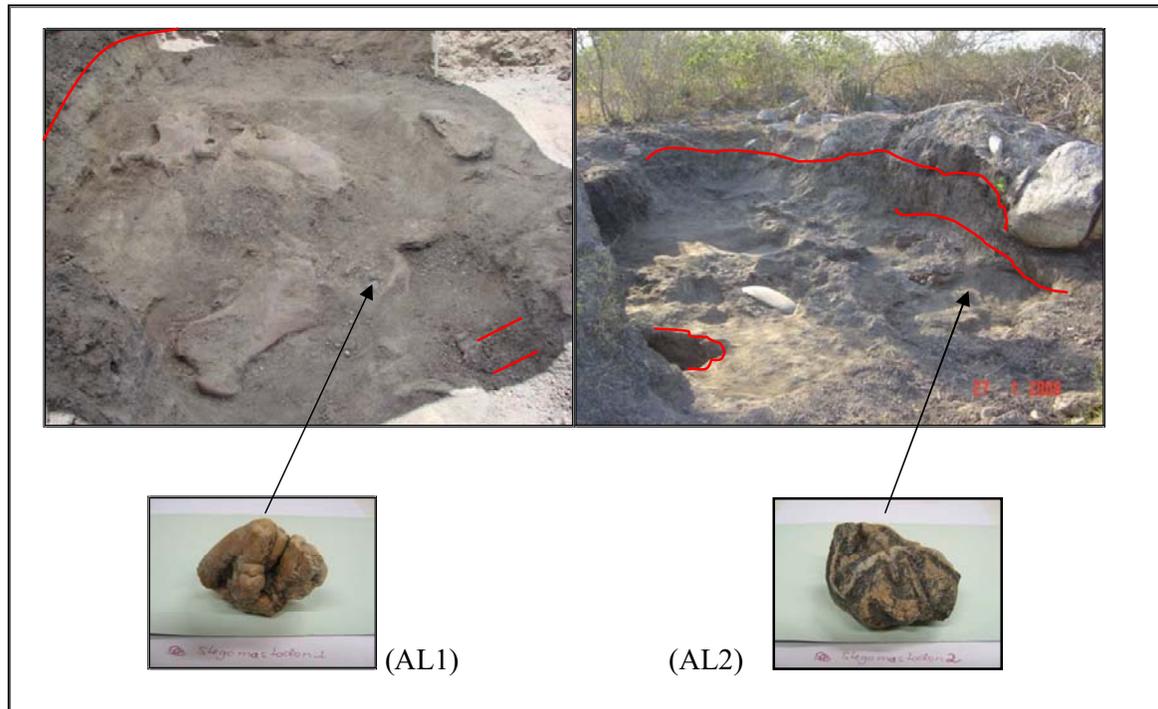


Figura 67. Localização dos pontos em que foram coletados os fragmentos de dentes de *Stegomastodon waringi* para datação por EPR. Amostra (AL1) SP “Lagoa” (camada 2) e amostra (AL2) SP “Quixabeira” (camada 3), Fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL).

que obteve idades estimadas de 71.000 ± 15.000 anos e 66.000 ± 15.000 anos, sugerindo que esses animais habitaram essa região do nordeste durante o interstadial (± 60.000 anos), uma fase mais quente do último máximo glacial (Pleistoceno Superior).

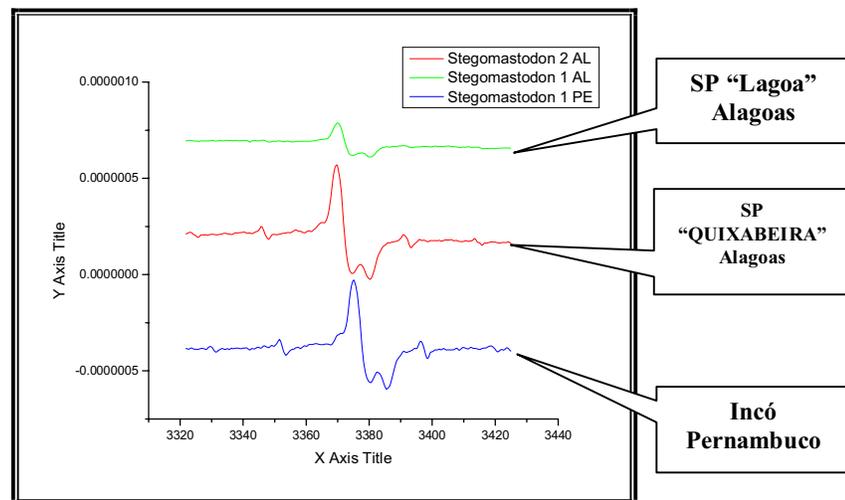


Figura 68. Resultados das datações realizadas com fragmentos de dentes de *Stegomastodon waringi* com amostras de Pernambuco e Alagoas.

Também pode-se comparar os resultados de Alagoas com os obtidos por Kinoshita *et al.* (2005) em dentes de *Stegomastodon waringi* e *Xenorhinotherium bahiense* coletados em Lagoa de Dentro, Puxinanã, na Paraíba e datados por EPR. As paleodoses conduziram a idades de 49.000 ± 10.000 anos e 40.000 ± 6.000 anos para dois dentes de *S. waringi* e de 52.000 ± 12.000 anos para *X. bahiense*. Pelas paleodoses percebe-se que os megamamíferos de Alagoas, Pernambuco e Paraíba são correlatos, vivendo em intervalo de tempo similar e encontrados em depósitos de tanque. Esses resultados sugerem que as características climáticas, e conseqüentemente a vegetação, eram similares ao menos nestes três Estados da Região Nordeste, sofrendo mudanças climáticas e vegetacionais correlacionáveis durante o interestadial de 50.000 – 60.000 anos, com a extinção da megafauna ocorrendo na transição Pleistoceno-Holoceno.

No município de Campo Formoso, Estado da Bahia Auler *et al.* (2006) através de ^{14}C do colágeno em ossos de *Moormops* e *Nothrotherium* obtiveram idades de ± 20.060 anos AP. na toca da Boa Vista e ± 12.200 anos AP. na Gruta dos Brejões. Em Lagoa Santa, Minas Gerais, Auler *et al.* (2006) através de datação por Tório e Urânio ($^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$) em camada de calcita sobreposta a ossos de megafauna dos gêneros *Hoplophoros* e *Pampatherium* na Gruta do Baú, obtiveram idade de 77.700 ± 6.100 anos.

Esses resultados corroboram os dados dessa pesquisa no que se refere aos valores geocronológicos obtidos, variando de 77.700 ± 6.100 anos para Minas Gerais (Auler *et al.*, 2006) na região Sudeste, e 71.000 ± 15.0000 anos (Alves, 2007) em Pernambuco até 10.816 ± 1.914 anos nessa pesquisa em Alagoas, para a região Nordeste do Brasil, no qual está inserida a megafauna de mamíferos pleistocênicos, que iniciou seu declínio após os últimos 60.000 anos.

IX.2. DATAÇÃO POR ^{14}C

A datação por ^{14}C foi realizada em carbonato de cálcio (CaCO_3) extraído do cimento do conglomerado com bioclastos. O carbonato de cálcio se precipitou e envolveu os ossos durante a diagênese sendo, portanto mais novo do que os bioclastos. O local datado foi o sítio paleontológico “Seu José” na Fazenda Quandu em Poço das Trincheiras (AL). A datação obtida conduziu a idade de 15.150 ± 150 anos para camada 2 a única fossilífera nesse tanque (Figura 69).

A diagênese desse cimento carbonático é decorrente também da dissolução dos minerais de cálcio pelo intemperismo químico das rochas gnaissicas ou do granito porfírico

que se solubilizam e se precipitam na forma de calcretes nos depósitos de tanques. A dissolução dos bioclastos durante a fossilização também pode contribuir para formação do cimento calcífero (Alves, 2007).

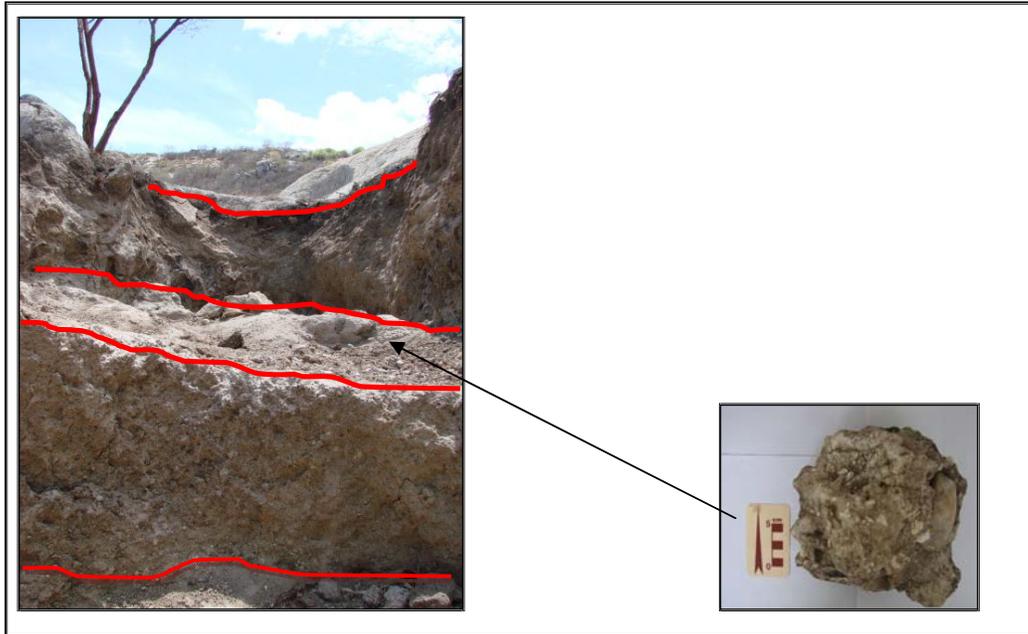


Figura 69. Nível da camada 2 (fossilífera) do SP “Seu José”, local de coleta da amostra para datação por ^{14}C . Fazenda Quandu, Poço das Trincheiras (AL).

A idade determinada no cimento de carbonato de cálcio na camada 2 do SP “Seu José” demonstra que esse jazigo fossilífero foi formado antes de 15.150 ± 150 anos, pois os bioclastos agregados aos clastos formando o calcrete já estavam no interior do tanque durante o período de precipitação do CaCO_3 , já próximo do fim do Pleistoceno quando o clima tendia a semi-árido.

IX.3. RESULTADOS DAS ANÁLISES ISOTÓPICAS E QUÍMICAS

Os resultados obtidos com as análises do $\delta^{13}\text{C}$, a partir do carbonato estrutural da carbonato-apatita em dentes de *Eremotherium laurillardi* (Ma-1), *Stegomastodon waringi* (Ma-3) e *Toxodon* sp. (Ma-5), coletados para análise no jazigo fossilífero SP “Quixabeira” mostrou apenas uma classe de distribuição, que pode ser interpretada como decorrentes de hábitos alimentares semelhantes com alimentação tipicamente a partir de plantas C_4 ou CAM facultativas e obrigatórias (Bromeliaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae e gramíneas) (Quadro 4) em relação as preguiças-gigantes os valores obtidos são mais

negativos, (-12‰) que em *Stegomastodon waringi* (-9,47‰) e *Toxodon* sp. (-9,43‰), possivelmente por incluir nessa dieta, alimentação mista com predominância de plantas C₄ e também provavelmente C₃. Isto permitiu a separação das espécies analisadas em dois grupos distintos, onde *Stegomastodon waringi* e *Toxodon* sp. pertencem ao grupo dos tipicamente C₄ e *Eremotherium laurillardii* também um C₄ com uma dieta provavelmente mista por incluir plantas do tipo C₃.

Quadro 4 - Análise de $\delta^{13}\text{C}$ em dentes de mamíferos pleistocênicos do SP “Quixabeira”, Maravilha (AL)

Nº da amostra	Espécie	$\delta^{13}\text{C}$	C total
Ma-1	<i>Eremotherium laurillardii</i>	-12 ‰	1,88%
Ma-3	<i>Stegomastodon waringi</i>	-9,27‰	1,47%
Ma-5	<i>Toxodon</i> sp.	-9,43‰	1,51%

De uma maneira geral, os dados isotópicos com $\delta^{13}\text{C}$ variando de -12 a -9,43‰ são valores muito próximos dos indicados para dieta à base de plantas C₄, durante o Período Pleistoceno.

Em pesquisa anterior a partir de amostras de dentes das mesmas espécies escolhidas para essa pesquisa e no mesmo depósito de tanque SP “Quixabeira”, Silva (2001), obteve valores de $\delta^{13}\text{C}$ variando de -4,1 a 0,3‰. Observa-se que esses valores também são mais positivos que os valores de plantas C₃, o que evidencia o predomínio das plantas do tipo C₄ e CAM, típica da fisionomia vegetacional na região habitada por essa fauna pleistocênica-holocênica de ambientes semi-áridos como é o bioma de caatinga hoje.

Silva (2001) também submeteu as amostras para análise do $\delta^{18}\text{O}$. Obtendo valores variando de 30.3 a 34.3 ‰ indicando que os processos diagenéticos interferiram na assinatura isotópica, pois são valores muito altos e com uma variação também relativamente alta entre eles (4‰). Tais variações podem implicar em mudanças diagenéticas muito drásticas impostas a uma fauna contemporânea, vivendo no mesmo ecossistema (Quadro 5).

Wang & Cerling (1994) notificaram que os valores de $\delta^{18}\text{O}$ do carbonato estrutural na apatita biogênica são muito mais vulneráveis à diagênese que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e que eles não são registros confiáveis da assinatura original de $\delta^{18}\text{O}$ em muitos sistemas diagenéticos

(exceto em sistemas diagenéticos com baixa temperatura e a razão água/biomineral muito baixa).

Quadro 5 - Valores de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ em dentes de *Eremotherium laurillardi*, *Stegomastodon waringi* e *Toxodon* sp. Amostras do SP “Quixabeira”, Maravilha (AL).

Nº da amostra	Espécie	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	Média $\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{13}\text{C}$	Média $\delta^{13}\text{C}$
SM-1	<i>Eremotherium laurillardi</i>	33,5‰	33,5‰	33,5‰	0,2‰	0,3‰	0,3‰
SM-3	<i>Stegomastodon waringi</i>	34,0‰	34,3‰	34,2‰	-0,1‰	0,0‰	0,0‰
SM-5	<i>Toxodon</i> sp.	30,5‰	30,2‰	30,3‰	-4,0‰	-4,1‰	-4,1‰

Os dados isotópicos e as idades absolutas obtidas permitem estabelecer uma correlação com os resultados de Alves (2007), no município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, onde no Pleistoceno Superior, antes de 71.000 ± 15.000 anos a vegetação era predominantemente composta de plantas C_3 , em ambiente de clima úmido. Após 58.000 ± 5.000 anos até o presente a vegetação passou por mudanças climáticas, estabelecendo-se entre ± 45.000 e 20.000 anos, uma fase mais quente indicada pela mistura de plantas C_3 e plantas CAM, as quais representam o atual bioma de caatinga.

Os resultados isotópicos e geocronológicos obtidos em Alagoas e Pernambuco estão de acordo com os dados obtidos nos Estados da Paraíba, Piauí Ceará e Bahia (Nascimento, 2008; Alves, 2007; Santos, 2007; Gouveia *et al.*, 2005; Ribeiro, 2002; Silva 2001; De Oliveira *et al.*, 1999; Barreto, 1996). Podem representar a existência de um evento regional que levou a extinção os megamamíferos pleistocênicos na Região Nordeste do Brasil.

CAPÍTULO X

RECONSTITUIÇÃO PALEOSSINECOLÓGICA

A reconstituição paleossinecológica nos é permitida uma vez que as exigências ambientais e ecológicas de organismos fósseis são comparadas com as de organismos atuais que lhe são aparentados.

Para os estudos de acontecimentos pretéritos na Terra buscando a reconstituição ambiental, são utilizados uma série de instrumentos, como: o registro fóssil e as interpretações estratigráficas, sedimentológicas, geocronológicas, isotópicas, ecológicas e tafonômicas. A visão integrada dos fenômenos e a interdisciplinaridade são hoje, assim, condições indispensáveis para o “fazer” paleoecológico e não podem ser dispensadas por aqueles que aí tentam reconstituir os antigos ambientes (Dutra, 2004).

Para inferências paleoecológicas sobre os possíveis ambientes de vida e hábitos alimentares dos mamíferos pleistocênicos Ranzi (2000), estabelece quatro tipos de evidências: 1 – ecologia atual das espécies sobreviventes do Pleistoceno; 2 – Dados paleoecológicos de outras áreas estudadas; 3 – Adaptações morfológicas, especialmente sobre a dentição que sugere a preferência alimentar e 4 – Analogia com táxons de outras regiões.

Os mamíferos são ótimos indicadores paleoambientais, pois seus hábitos alimentares e exigências por determinadas espécies de plantas caracterizadas pela morfofuncionalidade dos dentes permitem ao pesquisador fazer inferências quanto ao ambiente e qual a característica da vegetação nele existente. Porém segundo Bergqvist *et al.* (1997), o grau de generalização e precisão dessas considerações paleoambientais pode sofrer restrições de acordo com o nível sistemático dos fósseis e informações fornecidas pelas formas extintas e viventes.

X.1. CONSIDERAÇÕES PALEOECOLÓGICAS E PALEOAMBIENTAIS

A tanatocenose presente nos jazigos fossilíferos estudados é caracterizada por uma paleocomunidade típica de áreas abertas com uma grande dependência de fontes de água e alimentação abundante. Evidenciada pela grande quantidade de animais do mesmo táxon que viviam em manadas, semelhante a seus equivalentes atuais. O número elevado de grandes herbívoros reforça a idéia de uma vegetação abundante na área, caracterizada pela presença de plantas do tipo C₄ e CAM.

Nas escavações realizadas nos três depósitos de tanque percebe-se a ausência de mamíferos de pequeno porte e outros microvertebrados (aves, répteis) o que seria extremamente importante para uma reconstituição paleoambiental mais ampla. Esse fato pode estar associado à destruição dos restos esqueléticos pela seletividade dos processos tafonômicos e pela metodologia da coleta que não priorizou o peneiramento do sedimento retirado do interior do tanque. Mesmo em ambientes abertos do tipo savana é possível encontrar uma grande variedade de pequenos animais, já que os mesmos não são tão exigentes quanto ao ambiente e a dieta alimentar.

Os jazigos fossilíferos em cavernas apresentam uma abundante fauna de microvertebrados em todas as regiões do país como, por exemplo, as encontradas em grutas e cavernas de Minas Gerais (Cartelle, 1994a; 1994b) Cartelle & Langguth (1999) e São Paulo, (Chahud, 2001). No Nordeste, como é o caso do Piauí, citado por Guérin et al. (1996, 1993), foi encontrada uma rica fauna de pequenos mamíferos e aves nas grutas do Parque Nacional da Serra da Capivara, município de São Raimundo Nonato. Em explorações de cavernas na Bahia e Sergipe constatou-se a presença de pequenos mamíferos e répteis fossilizados no sedimento inconsolidado ou sob uma capa de carbonato de cálcio no processo de fossilização por incrustação. Portanto, acredita-se ser prematuro atribuir à pressão ecológica pretérita a baixa diversidade desses pequenos vertebrados. É melhor atribuir essa condição à alta seletividade do processo tafonômico na formação dos depósitos de tanques, em região pedimentar, preenchidos por fluxos de detritos, ou a falta de um trabalho mais refinado durante as escavações na região semi-árida brasileira. Este refinamento na coleta normalmente é feito em trabalhos arqueológicos.

Baseado no material coletado nas escavações, principalmente em ossos cranianos e dentes, foi possível identificar a maioria das espécies e inferir os hábitos alimentares e possíveis nichos ecológicos desses organismos no ecossistema passado.

A composição faunística encontrada na área de estudo é composta pelas espécies *Eremotherium laurillardi*, *Toxodon* sp., *Stegomastodon waringi*, *Palaeolama major*, *Xenorhinotherium bahiense* e um carnívoro identificado apenas como Família Felidae. A fauna é dominada por herbívoros de grande porte com presença de carnívoro o que permite imaginar um cenário típico dos ambientes abertos do tipo savana, em conformidade com trabalhos anteriores, que retratam essa megafauna nos demais Estados do Nordeste.

A classificação com relação aos hábitos alimentares foi correlacionada de acordo com hábitos alimentares de correspondentes recentes (Figura 70), em podadores folívoros “browsers”, herbívoros-onívoros, megaherbívoros e carnívoros segundo modelo sugerido por Prado *et al.* (1987).

- De acordo com Prado *et al.* (1987), as preguiças gigantes do gênero *Eremotherium* eram animais com hábito alimentar de megaherbívoros podadores (*browsers*), com a dieta de plantas do tipo C3, com necessidade de toneladas de folhas para se manter, o que sugere um habitat de bordas de florestas; também poderiam se alimentar de plantas do tipo C4, típicas dos ambientes de savana com arbustos espinhosos e cerrado arbustivo-arbóreo. Com longa pelagem, caminhavam apoiando-se sobre os lados de pés e mãos. Braços de grande tamanho utilizados para caminhar e quando na posição bípede puxar os ramos das árvores em direção à boca para com a língua longa e os 18 dentes prismáticos, arrancar os ramos mais finos e os brotos das árvores. Os dentes são do tipo hipsodontes de crescimento contínuo com duas cristas transversas que formavam entre si, no centro do dente uma vala. O conjunto superior de dentes encaixava-se perfeitamente no inferior. As cristas funcionavam como facas cortantes que picotavam a grama e as folhas tenras ou abrasivas.

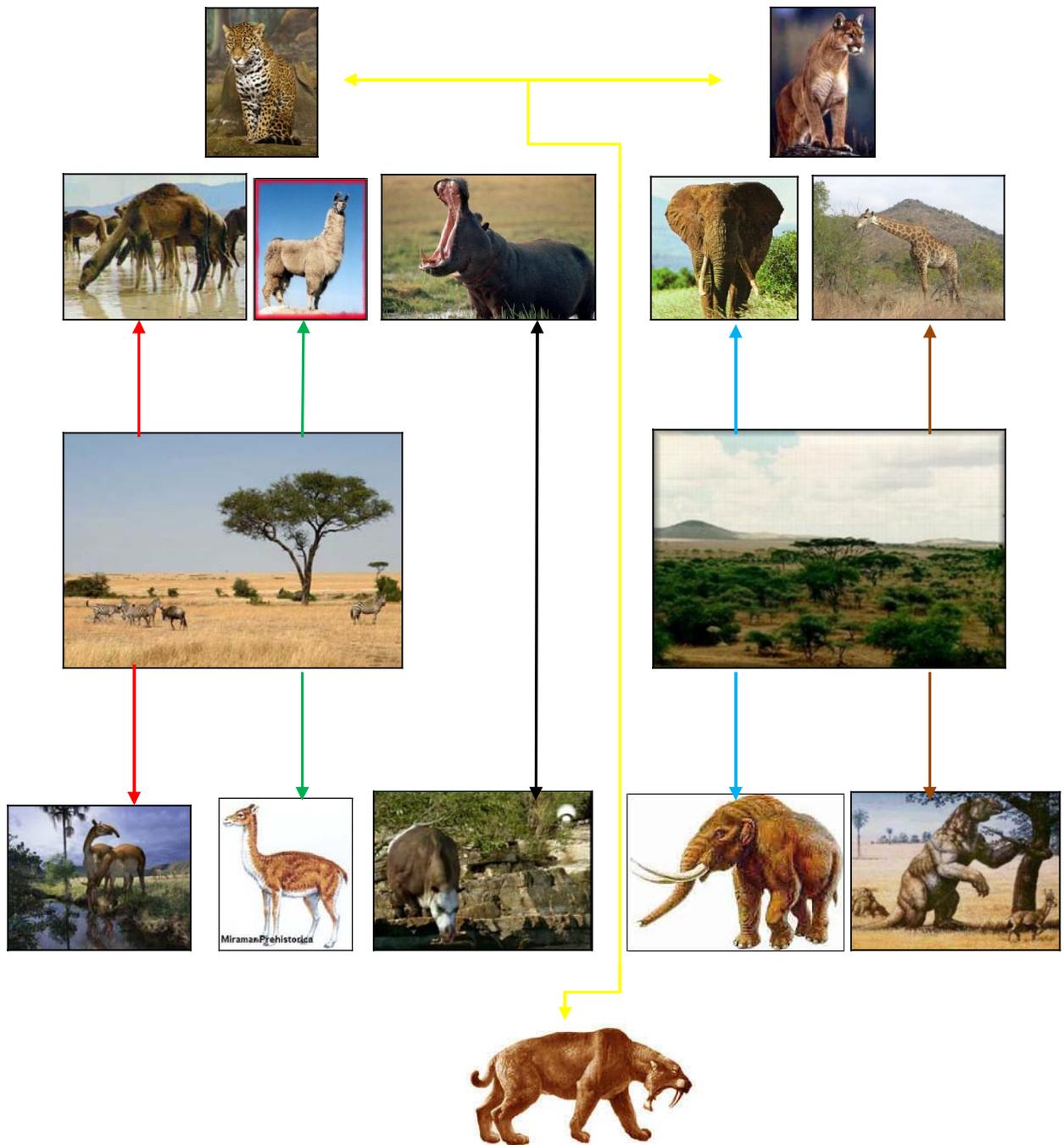


Figura 70. Correlação entre a fauna de mamíferos contemporâneos e os representantes da megafauna pleistocênica quanto ao porte e/ou hábito alimentar. (dromedário e *Xenorhinotherium bahiense*; lhama e *Palaeolama major*; hipopótamo e *Toxodon* sp.; elefante e *Stegomastodon waringi*; girafa e *Eremotherium laurillardii*; felinos contemporâneos e felinos extintos). (Fonte das imagens: www.geocities.com).

- Os animais do gênero *Toxodon* (Figura 71), tinham um focinho largo que recobria os grandes incisivos. Os incisivos inferiores eram muito achatados, largos e acentuadamente projetados para frente. A porção anterior da mandíbula parecia-se com uma pá (Cartelle, 1994). Os dentes apresentavam crescimento contínuo com faixas sem esmalte que vão da coroa à base do dente, e ficavam mais largas à medida que o dente crescia. Eram megaherbívoros de formas pesadas, normalmente associados a ambientes abertos de pastagens de zonas baixas e inundadas, charcos, cursos d'água ou proximidades de lagoas, sugerindo hábito provavelmente semi-aquático, muito similar ao hipopótamo inclusive com as estruturas sensoriais situadas no mesmo plano (orelhas, olhos e narinas). Alimentado-se de gramíneas, folhas e macrófitas aquáticas abrasivas do tipo C₄, tais plantas podem conter partículas minerais microscópicas (fitólitos), comuns em campos, cerrados, savanas e pântanos.

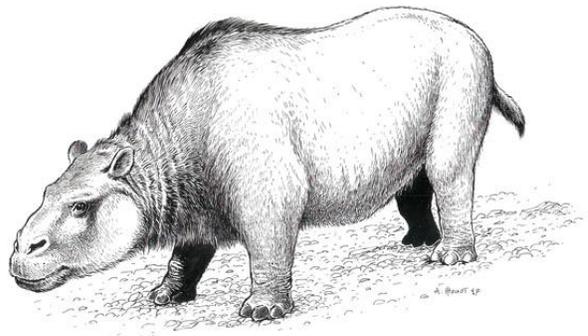


Figura 71. Reconstituição de um Notoungulado do gênero *Toxodon*.
(Fonte: www.geocities.com).

- Os mastodontes que habitaram a região semi-árida do Nordeste brasileiro pertenciam ao gênero *Stegomastodon* eram megaherbívoros que possuíam uma estrutura mastigatória indicativa de animal com dieta alimentar generalista para os tipos vegetais (Figura 72). Frutos, ervas e raízes, cascas de árvores, vegetação do tipo C₃, típicas de ambientes de florestas e savanas arbórea de clima quente e úmido, bem como plantas do tipo C₄, típicas de ambientes abertos de clima frio e seco, faziam parte de sua dieta alimentar. Através do desgaste em sua dentição, percebe-se que os mesmos incluíam na alimentação vegetais abrasivos do tipo

gramíneas, as quais acumulam sílica em sua estrutura foliar. Os Proboscídeos são importantes disseminadores de sementes de árvores tropicais e palmeiras. Por analogia com representantes dos grupos atuais, como os elefantes africanos que comem em média 300 kg de vegetais por dia, supõem-se que os mastodontes devoravam uma grande quantidade de alimento, eram considerados esbanjadores, pois não digeriam todo o alimento ingerido, disponibilizando inclusive biomassa através das fezes, para outros níveis tróficos da cadeia alimentar, como acontece com os proboscídeos atuais.

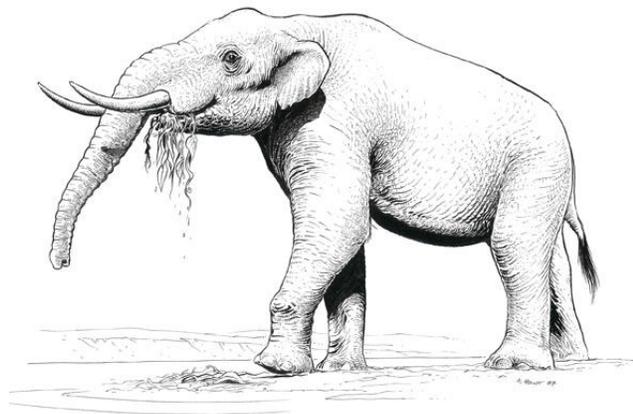


Figura 72. Reconstituição do mastodonte do gênero *Stegomastodon*, que habitou o semi-árido nordestino durante o Pleistoceno. (Fonte: www.geocities.com).

- O representante dos macrauqueniídeos na área é a espécie *Xenorhinotherium bahiense*, que habitou a região semi-árida do Nordeste brasileiro atingindo o tamanho de um camelo (Figura 73), ao qual eram semelhantes pelo pescoço comprido, as patas robustas e longas, terminadas em três cascos pequenos e arredondados. Animal de porte intermediário, provavelmente podadores e pastadores, com a dentição hipsodonte semelhante a dos perissodáctilos. As aberturas nasais externas situadas muito para trás, no meio do crânio, quase sobre as órbitas faz acreditar que esses animais eram dotados de uma pequena tromba como os tapires e as antas.

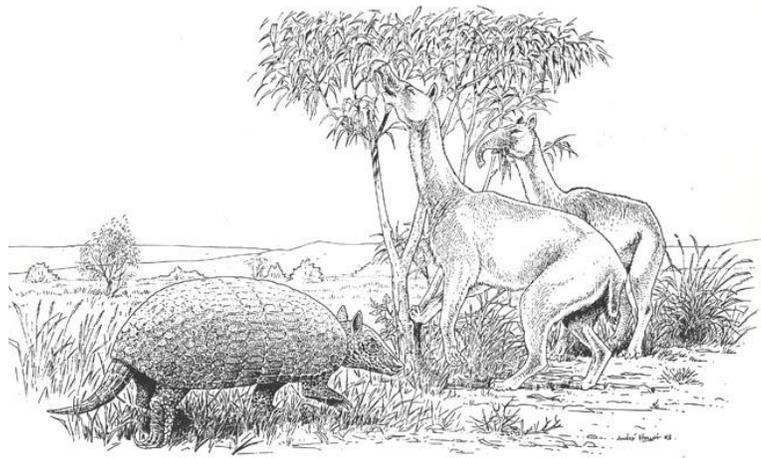


Figura 73. Reconstituição de *Xenorhinotherium bahiense*, alimentando-se no estrato arbustivo. Em primeiro plano *Pampatherium* sp.. (Fonte: www.geocities.com).

- A paleolhama do gênero *Palaeolama*, era um animal com a aparência das lhamas atuais, mas de porte maior que seus correspondentes, também considerada como um megamamífero pastador (Figura 74). Como as atuais lhamas tinham, pêlos longos, de coloração marrom-clara. Segundo Cartelle (1994), através do estudo dos esqueletos fósseis, parece ser a mesma espécie que vivia na Argentina. Não foi, pois, uma espécie de lhama que tenha evoluído em território intertropical, adaptando-se a clima quente. Teria sobrevivido durante pouco tempo em nosso território, acabando por desaparecer juntamente com outras espécies.

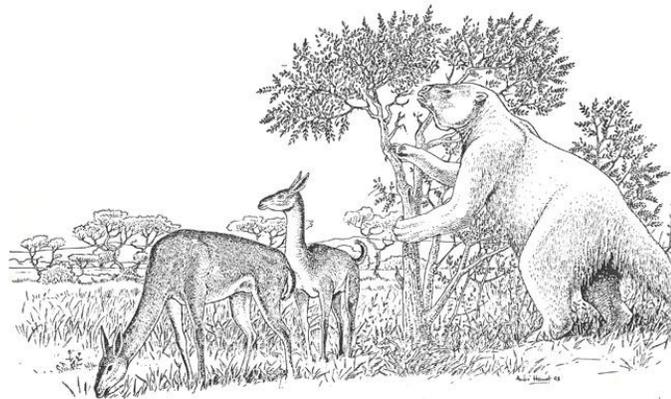


Figura 74. Reconstituição de *Palaeolama major* e *Eremotherium*. (Fonte: www.geocities.com).

- Os felinos estão representados atualmente na América do Sul por animais de pequeno a médio porte, como os gatos do mato e a onça pintada, respectivamente. Animais adaptados a uma dieta carnívora, ocupando o topo da cadeia alimentar. As formas fósseis incluem os especialistas representados pelo tigre-dentes-de-sabre, do gênero *Smilodon* (Figura 75). Geralmente de grande tamanho, providos de grandes caninos superiores transformados em defesas. Com a extinção dos megaherbívoros, não sobreviveram a essa mudança faunística na região semi-árida.

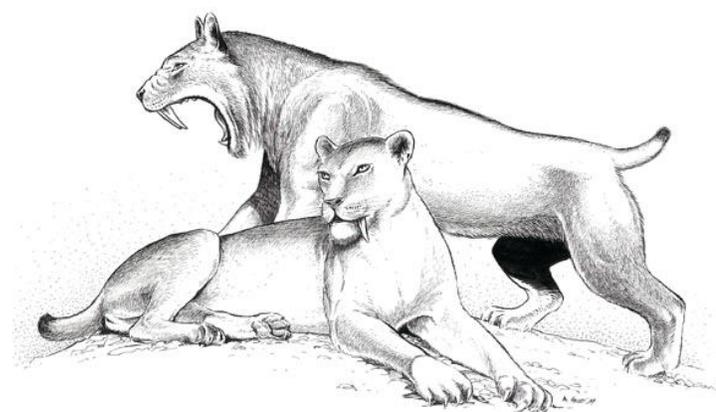


Figura 75. Reconstituição do tigre-dentes-de-sabre do gênero *Smilodon*. (Fonte: www.geocities.com).

No fim do Pleistoceno, na área estudada, a vegetação arbustiva/arbórea era escassa, o que pode ser evidenciado pelos dados obtidos através da análise do $\delta^{13}\text{C}$ nos dentes dos proboscídeos e das preguiças gigantes, nos quais foram obtidos valores muito mais positivos (plantas C_4), sugerindo que estes animais alimentavam-se de gramíneas e plantas CAM.

Ranzi (2000) afirma que os proboscídeos possuíam um aparelho mastigatório indicativo de que poderiam alimentar-se de uma variada gama de associações vegetais desde o de florestas até o de ambientes abertos do tipo savana. No entanto, Owen-Smith (1988 *Apud* Ranzi, 2000) assinala que os mamutes e mastodontes, os quais pela sua dentição estavam adaptados a uma dieta de gramíneas, com alta probabilidade assemelhavam-se aos atuais rinocerontes pastadores, o que foi corroborado pelos resultados obtidos nas análises dos dentes destes megamamíferos da área estudada.

Os toxodontes, mamíferos com dentes curvos de crescimento contínuo adaptados para alimentação abrasiva comum em campos e cerrados, devem ter evoluído para ocupar um nicho ecológico semelhante ao dos atuais rinocerontes e hipopótamos das savanas africanas (Simpson, 1980 *apud* Ranzi, 2000).

MacFadden (2005), analisando a assinatura isotópica do carbono em 47 fragmentos de dentes de *Toxodon* e *Mixotoxodon* da América Central e do Sul, para reconstrução da dieta e dos antigos habitats, concluiu com os dados obtidos que estes megaherbívoros tinham uma dieta alimentar generalista, favorecido pela coroa alta dos dentes, que permite um aumento da capacidade evolutiva para exploração dos nichos ecológicos. Vivendo tanto em ambientes florestais (Amazônia e Honduras) e de pastagens (Norte da Argentina e Bahia no Brasil), como nos chacos da Bolívia, alimentando-se de plantas C₄ e C₃.

De Vivo & Carmignotto (2004) e Prado & Alberdi (2005) atribuem às mudanças ocorridas na vegetação durante a transição Pleistoceno-Holoceno e a falta de adaptações a essas mudanças a extinção da maior parte dos táxons de megamamíferos pleistocênicos, como os mastodontes da América do Sul. Já outros animais como os toxodontes e as preguiças gigantes, estavam adaptados a uma dieta adequada e típica das condições paleoambientais do final do Pleistoceno, sugerindo que esses táxons atravessaram a passagem do período glacial para o interglacial (fim do Pleistoceno-início do Holoceno), com modificações no clima e na vegetação. A presença dos toxodontes no Holoceno pode ser confirmada pelo estudo de Karmann *et. al.* (1999) e por Wang & Cerling (1994). Wang & Cerling (1994) obtiveram valores de $\delta^{13}\text{C}$ encontrado no carbono da apatita biogênica dos dentes de mamíferos pleistocênicos predominantemente herbívoros do Arizona, EUA, que resultaram em razões isotópicas para o consumo de vegetação dos tipos C₃ e C₄, sugerindo dietas alimentares não especializadas e vegetações distintas em um mesmo paleoambiente.

Apesar da maior parte da literatura incluir os toxodontes na classe dos comedores de gramíneas, na área em estudo os valores do $\delta^{13}\text{C}$ muito negativo, indicam uma alimentação baseada em plantas do tipo C₃ e C₄ (arbustiva/arbórea e gramínea), corroborando por MacFadden (2005) e Wang & Cerling (1994). Este fato pode ser justificado pela competição ecológica entre os toxontes com os mastodontes e as preguiças-gigantes, levando-os a se manterem o mais próximos da água, e a comerem plantas chamadas de macrófitas aquáticas (plantas C₃).

MacFadden (2005) interpreta os toxodontes como animais de dieta alimentar generalista, no entanto, na área de estudo, esses animais podem ter se comportado como “generalistas-oportunistas”, uma vez que durante o Pleistoceno e início do Holoceno em ambientes distintos eles aproveitaram da vegetação disponível na área, o que reforça a idéia de um sistema digestório adaptado a uma dieta ampla e que estivesse disponível no ambiente.

A associação faunística encontrada em Alagoas, com ossos inteiros e até articulados além da grande quantidade de ossos muito fragmentados, nos tanques indica que os animais pereceram na região, de fome, sede ou doença e seus restos foram transportados por fluxo de detritos para o interior dos tanques.

Os paleoecossistemas na área estudada, com idades obtidas no intervalo de 42.972 ± 3.689 anos e 10.816 ± 1.914 anos (fim do Pleistoceno início do Holoceno) apresentavam um clima quente ligeiramente úmido já tendendo para o atual quente e seco. A vegetação era do tipo savana arbórea com grandes áreas abertas nas superfícies mais baixas do relevo pedimentar, já predominado as plantas C_4 e CAM (algumas árvores e arbustos dispersos, gramíneas e bromeliáceas). Os dados isotópicos revelam para área megamamíferos, com hábitos alimentares distintos, não especializados com exceção do carnívoro. Havia uma escassez de água, estando ela concentrada principalmente nas depressões do embasamento cristalino.

Manadas de *Stegomastodon waringi* e grupos de *Eremotherium laurillardi* pastavam nas áreas abertas, com *Xenorhinotherium bahiense* e *Palaeolama major*, enquanto indivíduos de *Toxodon* ficavam próximos aos tanques ou no interior destes, alimentando-se de macrófitas aquáticas, saindo provavelmente a noite para pastar, observados e caçados pelos predadores carnívoros (Figura 76).

O ambiente hoje pode não ser muito diferente daquele do fim do Pleistoceno. No entanto, podem-se notar três grandes diferenças hoje: primeira a menor quantidade da água (que sustentava a vida) segunda, a menor quantidade de árvores nas margens dos rios e tanques, e terceira a ausência das enormes manadas destes formidáveis animais que enchiam de vida estas paisagens quando se deslocavam, pela grande vastidão do Pediplano Sertanejo. Os dados obtidos para esse trabalho e por Alves (2007) nos permitem propor um modelo para uma “Tafofácies de Tanques”, na região semi-árida do Nordeste brasileiro.



Figura 83. Reconstituição paleoambiental com megafauna do Pleistoceno superior na área estudada nos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras-AL.

X.2. MODELO TAFONÔMICO: “TAFOFÁCIES DE TANQUES”

A descrição da “tafofácies de tanques” é uma proposta para um modelo tafonômico, baseado nas feições da preservação, observadas em ossos de mamíferos que ocorrem nos depósitos de tanques de idade pleistocênica, em toda região Nordeste do Brasil. O Quadro 6 mostra as características que definem a tafofácies de tanques.

Quadro 6 – Modelo tafonômico para a “Tafofácies de Tanques” com base nos mamíferos fósseis associados, baseado em dados de Alves (2007), Silva (2001); Galindo *et al.* (1984) e Muniz & Lima (1985).

Feições preservacionais	<ul style="list-style-type: none"> - Ossos predominantemente desarticulados, raros articulados. - A maioria dos elementos são fragmentos de ossos. - Preservação 3D (pouca ou nenhuma compactação). - Biomineralização preservada, com pouca substituição permineralização, - Microestrutura óssea preservada.
Ambiente deposicional continental	<ul style="list-style-type: none"> - Depósitos colúvio-aluvionares, depressões, em <i>inselbergs</i> em áreas predominantemente pedimentar. - Fluxo laminar de chuvas torrenciais (fluxo de detritos). - Depósito fluvial
Fósseis associados	<ul style="list-style-type: none"> - Mamíferos: (Gomphotheriidae, Toxodontidae, Megatheriidae, Mylodontidae, Pampatheriidae, Glyptodontidae, Felidae, Camelidae, Macraucheniidae, Equidae e Cervidae,). - Micromamíferos raros ou ausentes (?) - Outros vertebrados (raros): Crocodilos, anfíbios e aves.
Sedimento associado	<ul style="list-style-type: none"> - Cascalhos, areias cascalhosas, lamas. Subordinadamente, conglomerados com cimento calcífero.
Idade	<ul style="list-style-type: none"> - Final do Pleistoceno (77.000 ± 15.000 anos) - Início do Holoceno (10. 816 ± 1.914 anos).

CAPÍTULO XI

CONCLUSÕES

Esta pesquisa levou em consideração todas as limitações impostas pelo registro fossilífero e por isso, não pretende estabelecer nem conclusões, nem modelos definitivos. Na tentativa de contribuir para o conhecimento sobre os tanques do Nordeste do Brasil, apresentam-se as seguintes conclusões:

- São dezesseis municípios, conhecidos até a conclusão dessa pesquisa, no Estado de Alagoas que apresentam ocorrências de tanques fossilíferos. São conhecidas 32 localidades, sendo 12 georeferenciadas. Vinte e seis tanques estão localizados em rochas metamórficas do tipo gnaisses e migmatitos, 4 em rochas plutônicas do Terreno Pernambuco-Alagoas e 2 na bacia sedimentar Alagoas. Geomorfologicamente, os tanques estão localizados em regiões de predomínio de formas residuais do tipo *inselbergs* em área pedimentar. Com sete ordens registradas: Xenarthra, Notoungulata, Proboscidea, Perissodactyla, Litopterna, Artiodactyla e Carnivora. Distribuídas em nove táxons: *Eremotherium laurillardi*, *Catonyx cuvieri*, *Panocthus* sp., *Toxodon* sp., *Stegomastodon waringi*, *Equus (Amerhippus) neogaeus*, *Xenorhinotherium bahiense*, *Palaeolama major* e um Felidae.
- A geomorfologia da área que compreende os municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras apresenta uma topografia suavemente ondulada, modelada pela erosão, com cotas altimétricas que variam de 250 a 700m de altitude dando origem a pequenas cabeceiras de drenagem. A equidade topográfica interrompe-se pelos relevos residuais que se elevam a mais de 700m, esta ocorrendo na porção centro-leste da área, tendo a Serra da Caiçara como o ponto culminante da área com mais de 800m de altitude. O relevo está

compartimentado em seis tipos: plaino aluvial, pedimento detrítico, maciços residuais do tipo *inselbergs*, encosta coluvionar em alvéolo de cabeceira, encosta rochosa dissecada e cimeiras. Os jazigos fossilíferos estão concentrados em áreas de pedimento detrítico circuscritos pelas isolinhas de 250 e 350 metros.

- O município de Maravilha apresenta o maior número de ocorrências de jazigos fossilíferos tipo “tanque” com fósseis de mamíferos pleistocênicos em Alagoas, com sete localidades conhecidas e georeferenciadas, entre elas, a Fazenda Ovo da Ema, uma das áreas de estudo.
- Foram três os depósitos estudados: o SP “Quixabeira” na Fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL), tem forma ligeiramente circular com 30 metros de comprimento, 20 metros de largura e 1 metro de preenchimento sedimentar. É composto por três níveis estratigráficos formados por fluxo de detritos, sendo nos dois primeiros níveis com raros bioclastos encontrados dispersos na matriz argilo-arenosa, o terceiro com a concentração de ossos e dentes da megafauna pleistocênica, é um cascalho imaturo, com o tamanho de partículas clásticas variando de argila, areia, grânulos, seixos e blocos.
- O SP “Lagoa” na Fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL), tem forma ocelar com extensão de 30 metros de comprimento, 15 metros de largura e 2.5 metros de preenchimento sedimentar. É formado por quatro níveis estratigráficos formados por fluxo de detritos, o primeiro com a camada superior contendo areia e argila afossilífera, a segunda camada constituída de argila arenosa com bioclastos, inteiros a parcialmente articulados, a terceira camada constituída por cascalho arenoso com concentração de bioclastos densamente empacotados, fragmentados e parcialmente cimentados por carbonato de cálcio e a quarta camada constituída por cascalho com areia e argila com bioclastos fragmentados e/ou inteiros, com considerável quantidade de pirita, que sugere um ambiente anóxico, de água estagnada e baixa energia.

- O SP “Seu José” localizado no povoado do Quandu, Fazenda Quandu no município de Poço das Trincheiras (AL). Tem forma redonda, com o tamanho de 12,8 metros de comprimento, 12,0 metros de largura e 2,0 metros de preenchimento sedimentar Apresentando camadas (*beds*) distintas. A primeira camada formada por areia argilosa com grânulos e seixos de quartzo angulosos e matações sobre o jazigo. Esta camada é afossilífera. A segunda camada areno-argilosa com bioclastos fracamente empacotados (suportados pela matriz e dissolvidos, formando um nível de conglomerado, cimentado por carbonato de cálcio. A terceira camada com cascalho quartzoso e arenoso, afossilífera, apresentando um nível de areia fina entre 20 e 30 cm da base para o topo com coloração avermelhada por ferruginização. Sobre o topo do depósito encontra-se uma camada perturbada antropicamente.
- Na área estudada, foram encontradas seis espécies representantes da megafauna pleistocênica representada por seis ordens, Xenarthra, Notoungulata, Proboscidea, Litopterna, Artiodactyla e Carnivora, distribuídas em seis táxons *Eremotherium laurillardi* e *Toxodon* sp, *Stegomastodon waringi*, *Xenorhinotherium bahiense*, *Palaeolama major* e um Felidae não identificado. Estas duas últimas espécies inéditas para Alagoas.
- O material ósseo encontrado e estudado está constituído por 2.600 peças incluindo dentes em mandíbulas, dentes isolados, ossos pós-cranianos fragmentados, inteiros, um fêmur e uma tíbia/fíbula de *E. laurillardi* articulados.
- A associação estudada nos depósitos é monotípica e poliespecífica, composta por seis espécies de mamíferos pleistocênicos terrestres, com padrão de orientação unimodal dos bioclastos indicando a atuação de fluxos gravitacionais unidirecionais com os bioclastos perpendiculares, oblíquos e paralelos ao fluxo da corrente. Com baixo grau de seleção dos bioclastos, distribuídos em várias classes de tamanho, o que pode ser interpretado como decorrente do transporte hidráulico. Os dados permitem interpretar a concentração fossilífera na área, como um episódio de mortandade não

seletiva, onde ocorreu a deposição dos bioclastos através de enxurradas. A fragmentação ocorre preferencialmente nas extremidades dos ossos longos e em dentes. O que pode evidenciar que o material foi fraturado durante o transporte e retrabalhados com os litoclastos nas enxurradas e no próprio local de deposição. O material do SP “Lagoa”, pela grande quantidade de ossos inteiros e até articulados evidencia uma pequena distância de transporte até a deposição no tanque.

- A conservação parcial é a forma mais atuante de preservação, seguida de substituição por herderita e calcita, com preenchimento por permineralização, principalmente na parte esponjosa dos ossos.
- Os hábitos alimentares dos mamíferos pleistocênicos são classificados como: podadores (*browsers*) – *Eremotherium laurillardi* e *Xenorhinotherium bahiense*, pastadores: *Palaeolama major*, generalistas – *Toxodon* sp e *Stegomastodon waringi*, carnívoros – Felino, megaherbívoros – *Eremotherium laurillardi*, *Toxodon* sp. e *Stegomastodon waringi* e o que chamou-se aqui de generalista-oportunista – *Toxodon* sp.
- A fauna na área estudada é composta por mamíferos predominantemente herbívoros, indicando um paleoambiente de campos abertos e savana arbórea com predomínio de arbustos e gramíneas, árvores nas proximidades da água e a presença de drenagens.
- Foram obtidas idades estimadas de 42.972 ± 3.689 anos e 10.816 ± 1.914 anos por datação por EPR para os dentes de *Stegomastodon waringi* nos depósitos fossilíferos SP “Quixabeira” e SP “Lagoa” respectivamente, na Fazenda Ovo da Ema, em Maravilha. As idades obtidas sugerem que esses animais habitaram a região entre o fim do Pleistoceno e início do Holoceno.
- A datação obtida por ^{14}C no carbonato do cimento calcífero na camada dois no SP “Seu José” Fazenda Quandu em Poço das Trincheiras, conduziu a idade

aproximada de 15.150 ± 150 anos. A comparação das idades confirma que a cimentação foi posterior ao soterramento dos fósseis no interior do depósito, sugerindo que a cimentação ocorreu próximo ao último máximo glacial (± 20.000 anos A.P.), fase mais seca, propiciando a cimentação calcífera e a formação de crostas do tipo calcretes.

- Propõe-se um modelo tafonômico, com base nos fósseis, principalmente megamamíferos, informalmente designado de “tafofácies de tanques”.
- Os estudos com isótopos estáveis sugerem que *Stegomastodon waringi* e *Eremotherium laurillardi* alimentavam-se principalmente de plantas C₄ (gramíneas), enquanto os *Toxodon* sp alimentava-se de plantas C₄ e C₃ possivelmente macrófitas aquáticas, já que poderiam estar competindo com os elefantes e as preguiças por uma vegetação de plantas C₃ cada vez mais escassa.
- A quantidade de ossos encontrados sugere a presença de grandes manadas destes animais na região.
- Apesar do Estado de Alagoas até então não ser referência para a paleontologia nacional, as descobertas dos jazigos fossilíferos nas áreas dos Municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras e em outras dezenas de municípios alagoanos, nos mostra a necessidade urgente de que novos estudos sejam realizados no Estado antes que este patrimônio paleontológico seja destruído.
- Este estudo está contribuindo para criação de um parque paleontológico, visando à preservação deste patrimônio cultural, científico e sócio-econômico (turismo) e também contribuindo com mais uma alternativa de renda para a população local dando-lhes meio de sobrevivência em equilíbrio com este patrimônio que eles possuem no seu subsolo.

CAPÍTULO XII

REFERÊNCIAS

- Albagli, S. 2001. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. *Parcerias Estratégicas* (Brasília), Brasília, V. 4, nº 12, p. 5-19.
- Alberdi, M. T., Prado, J. L. & Cartelle, C., 2002. El Registro de *Stegomastodon* (Mammalia, Gomphotheriidae) En El Pleistoceno Superior de Brasil. *Revista Española de paleontología*, **17**(2), 217-235p.
- Alberdi, M. T. & Prado, J.L., 1995a. Los mastodontes de América del Sur. In: Alberdi, M.T.; Leone, G. & Tonni, E.P. (eds), *Evolución Biológica y Climática de la Región Pampeana Durante los Ultimos Cinco Millones de Años – un ensayo de correlación con el Mediterráneo Occidental*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, p 277-292.
- Alberdi, M.T. & Prado, J.L., 1995b. Los équidos de América del Sur. In: Alberdi, M.T.; Leone, G. & Ton, E.P. (eds), *Evolución Biológica y Blimática de la Región Pampeana Durante los Ultimos Cinco Millones de Años – un ensayo de correlación con el Mediterráneo Occidental*. Museu Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, p 293-308.
- Alves, R. da S., 2007. Os Mamíferos Pleistocênicos de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco: aspectos tafonômicos, taxonômicos e paleoambientais. Centro e Tecnologia e Geociências, universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado. 140p.
- Alvin, G. F. 1939. Jazigos brasileiros de mamíferos fósseis. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia. DNPM*, Rio de Janeiro, 18: 8 – 16.
- Amabis, J. M. & Martho, G. R., 1999. *Biologia dos Organismos: Classificação, Estrutura e Função nos Seres Vivos*. Ed. Moderna, São Paulo, vol. 2, 713p.
- Aoki, H., Max, J.C.M., Zanatto, A.C.S. 2002. Plano de Manejo das Unidades de Conservação da divisão de florestas e estações experimentais do instituto florestal de São Paulo. In: III

Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. *Anais*. Fortaleza: rede Nacional Pró-Unidades de Conservação.

Assis, J.S. de, 2000. *Biogeografia e Conservação da Biodiversidade – Projeções para Alagoas*. Catavento, Maceió, 200p.

Auler, A.S., Piló, L.B., Smart, P.L., Wang, X., Hoffmann, D., Richards, D.A., Edwards, R.L., Neves, W.A. & Cheng, H. 2006 U-series dating and taphonomy of Quaternary vertebrates from Brazilian caves. *Palaeogeography, palaeoclimatology, Palaeoecology*, **240**: 508-522.

Baines, J., 1993. *Chuva Ácida*. Coleção Preserve o mundo, Scipione, São Paulo, 46p.

Barreto, A.M.F., Ameida, J.A.C., Silva, F.M., Kinoshita, A., Baffa, O., Macário, J. 2003. Datação por EPR em dentes de *Haplomastodon* e *Xenorhinotherium* de Lagoa de Dentro, Puxinanã, Paraíba. XVIII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Brasília-DF, *Boletim de resumos*, 60-61.

Barreto, A.M.F. 1996. *Mudanças paleoambiental do sistema de dunas fixas do médio Rio São Francisco, Bahia*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 210p.

Baffa, O. & Kinoshita, A.M.O. 2004. Datação arqueológica por ressonância Paramagnética eletrônica. 1º encontro de Física e Arqueologia na Região do parque Nacional Serra da Capivara: descobertas e Datações, São Raimundo Nonato-PI, *Anais*, 1-7.

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.

Bellenzani, M. L. R. 2002. Rede APA Capivari-monos: uma experiência de participação comunitária na criação de Unidades de Conservação. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. *Anais*. Fortaleza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação.

Behrensmeyer, A. K. & Kidwell, 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology*, 11 (1): 105 – 119.

Bensunsan, 2002. N. Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade como, para que, por quê. Brasília: UNB.

Bensunsan, N. 2006. Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. Rio de Janeiro: FGV.

- Bergqvist, L. P., 1989. Mamíferos plesitocênicos do Estado da Paraíba, Brasil, depositados no Museu Nacional, Rio de Janeiro. UFRJ, Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Rio de Janeiro, 176p.
- Bergqvist, L. P., Abuhid, V. S. & Giudice, G.M.L., 2004. Mamíferos. In: Carvalho I. de S. (ed.), *Paleontologia*. Interciência, Rio de Janeiro, v. 1, cap. 45; 833-861.
- Bergqvist, L. P. & Almeida, E. B. 2004. Biodiversidade de mamíferos fósseis brasileiros. *Revista Universidade Guarulhos – Geociências*, IX(6): 54-68.
- Bergqvist, L. P.; Gomide, M.; Cartelle, C.; Capilla, R. 1997. Faunas-Locais de Mamíferos Pleistocênicos de Itapipoca/Ceará, Taperoá/Paraíba e Campina Grande/Paraíba. Estudo Comparativo, Bioestratinômico e Paleoambiental. *Revista Universidade de Guarulhos, Geociências*, v.2, n. 6, p. 23-32.
- Bigarella, J. J.; Becker, R. D. & Santos, G. F. dos, 1994. Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Vol. I – Fundamentos Geológico-geográficos, Alteração Química e Física das Rochas. Relevo Castiço e Dômico. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 425p.
- Bond, M.; Cerdeño, E. & López, G., 1995. Los ungulados nativos de América del Sur. In: Alberdi, M. T.; Leone, G. & Tonni, E. P. (eds), *Evolución Biológica y Climática de la Región Pampeana Durante los Ultimos Cinco Millones de Años – un ensayo de correlación con el Mediterráneo Occidental*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, cap. 12: 259-275.
- Borges, L.E., 2000. *Difratometria de Raios-x aplicada ao estudo comparativo dos procesos de formação de baterias automotivas*. Universidade Federal de Pernambuco. Tese de Doutorado, 115p.
- Born, P.A.; Dias Neto, C. M.; Pellaes, F. 2003. Registro de mamíferos pleistocênicos no Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia. Brasília, *Resumos...*, UNB. P.81.
- Boutton, T.W. 1996. Stable carbón isotope rations of soil organic matter and their use as indicators of vegetación and climate change. In: Boutton, T.W. and Yamasaki, S. I. (Eds), *Mass spectrometry of soils*. Marcel Dekker, New York, 47-82.
- Bragança, P. C. de. O e.; Collares, J. E. R. 2002 Metodologia do zoneamento da APA Petrópolis. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Anais. Fortaleza: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação

Branner, J. C. 1902. On the occurrence of Fossil Remains of Mammals in the interior of the States of Pernambuco and Alagoas, Brasil. Connecticut. *American Journal Science*, **13**: 133-137.

Branner, J.C. 1906. *Geologia elementar*. Rio de Janeiro, Laemmert et Cie., 305p.

Brandão, A. de B.L., 1937. *A Escrita Pré-histórica do Brasil* (ensaio de interpretação). Civilização, Rio de Janeiro, 269p.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Mapa Geológico do Estado de Alagoas. Recife, 1986. G2.p.il. 1 mapa 90 x 110cm. 1 mapa 60 x 110cm (Brasil-DNPM). Mapas e Cartas de síntese 2: Seção geologia 2

BRASIL. 1988. *Constituição*. Brasília: Senado Federal.

BRASIL. IBAMA. 2002. Unidades de Conservação no Brasil. Brasília.

BRASIL.IBGE.2005. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades@. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Acesso em 15 maio 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. Departamento de Engenharia e Comunicações. Diretoria de Serviço Geográfico. Região nordeste do Brasil 1:100.000. Folha SC. 24 – X – DI. Santana do Ipanema.

BRASIL. MMA. 2004. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. 5. ed. Lei n. 9.985, de 18 de junho de 2000; decreto n° 4.340, de 22 de agosto de 2002. Brasília.

BRASIL. MMA. 2005. Fragmentação de Ecossistemas: causas e efeitos sobre a Biodiversidade e recomendações de políticas públicas. 2 ed. Brasília: MMA/SBF.

BRASIL. SUDENE. 1990. Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Estado de Alagoas. Recife. 116p. (Brasil. SUDENE. Série Pluviometria, 7).

Brett, C.E. & Baird, G.C. 1986. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaos*, 1:207-227.

Brito, M. C. W de. Unidades de Conservação: intenções e resultados. In: VEIGA, J. E da. (ORG). Ciência Ambiental: primeiros mestrados. 2º Ed. São Paulo: Annablume: FAPESP, 1998.

Brito-Neves, B. B. 1975. Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino. Instituto de Geologia – USP, Tese de Doutorado, São Paulo, 198p.

Burlamaqui, F. L. C. 1855. Paleontologia – Notícia acerca dos animais de raças extintas descobertas em vários pontos do Brasil. Bli. Guanabarensis, Sociedade Velosiana, Rio de Janeiro, 1 – 21.

Cabral, N. R. A. J. C.; Côrtez, M. R.; Souza, M. P. 2000. Gestão Ambiental em Áreas de Proteção Ambiental. In: MILANO, M. S.; THEULEN, V. (ORG). II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Anais Vol. II (trabalhos Técnicos). Campo Grande: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação O Boticário de Proteção a Natureza.

Cadée, G.C., 1991. History of Taphonomy. In: Donovan, S.K. (ed), *The Process of Fossilization*. University Press, New York, 303p.

Carlini, A.A. & Tonni, E.P. 2000. Mamíferos fósiles del paraguay. Museo de La Plata, Buenos Aires, 108p.

Cartelle, C., 2000. Preguiças Terrícolas, essas desconhecidas. *Ciência Hoje*, SBPC, Rio de Janeiro, vol. 27, 161: 18-25.

Cartelle, C. & Langguth, A., 1999. *Procyon troglodytes* (Lund): Um canídeo Intertropical Extinto. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 71(3-I).

Cartelle, C., 1998. Um Pequeno Urso do Pleitoceno Final da Bahia. *Acta Geologica Leopoldensia*, XXI(46/47): 171-189.

Cartelle, C., 1994. Tempo Passado – Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais. Palco, Belo Horizonte, Minas Gerais, 131p.

Cartelle, C. & De Iullis, G. 1995. *Eremotherium laurillardi*: the Panamerican late Pleistocene Megatheriid sloth, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 15(4): 830-841.

Cartelle, C., 1992. *Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos (Ouroândia, BA, Brasil)*. Programa de Pós-Graduação em Morfologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Tese de Doutorado. 516p.

Cartelle, C. & Lessa, G. 1988. Descrição de um novo gênero e Espécie de Macraucheniidae (Mammalia, Litopterna) do Pleistoceno do Brasil. *Paula-Coutiana*, v.3,p. 03-26.

- Carvalho, J. N. C. de; Campos e Silva, A.; Oliveira, L. D. D. & Vasconcelos, M. D. T., 1966. Informação sobre a jazida fossilífera Pleistocênica do Lagedo da Ecada, Município de Mossoró, Rio Grande do Norte. *Arquivos do Instituto de Antropologia Natal* V. 2n. 1-2.
- Cavalcanti, A. C. & Silva, A. B. da. 2005. Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos e Avaliação do Potencial Agroecológico das terras do Município de Poço das Trincheiras, Alagoas (Escala 1:100.000), Recife, 86p. (Programa Fome Zero).
- Clark, J., Beerbower, J. R. & Kietzke, K., 1967. *Oligocene sedimentacion, stratigraphy, paleoecology and paleoclimatology in the big Badlands of South Dakota. Fieldiana, Geology Memoirs*, 5: 1–158.
- Chahud, A. 2001. Caracterização Tafonômica da Fauna de Vertebrados Fósseis (Pleistoceno-Holoceno) do Abismo Ponta de Flecha, Iporanga, SP. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. PIBIC-CNPq. 35p.
- Correal, G.U. & Hammen, T.V.D. 2003. Supervivência de mastodontes, megatérios y presencia del hombre em el Valle de Magdalena (Colômbia) entre 6000 y 5000 AP. *Ap. Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 27(103); 159-164.
- Costa, P. C. 2002. Unidades de Conservação: matéria-prima do ecoturismo. São Paulo: Aleph.
- Cunha, F. L. de S., 1962. Explorações Paleontológicas no Pleistoceno do Rio Grande do Norte. Tese para obtenção da Cátedra de Geologia e Paleontologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Estado da Guanabara, 46p.
- Cunha, F. L. de S., 1979. Um *Toxodon* do Pleistoceno da Bahia. *Anais. Acad. bras. Ciências*, Rio de Janeiro, 51 (4): 779.
- Dantas, M. A. T.; Zucon, M. H. & Ribeiro, A. M., 2005. Megafauna pleistocênica da Fazenda Elefante, Gararu, Sergipe, Brasil. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 24, n. 3, 277-287p.
- De Oliveira, P.E., Barreto, A.M.F. & Suguio, K. 1999. Late Pleistocene Holocene climatic and vegetational history of the brazilian caatinga: the fossil dune of the Middle São Francisco river. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 145: 319-337.
- Diegues, E. C. 2004. Saberes tradicionais e etnoconservação. In: DIEGUES, A. C.; VIANA, V. M. (Orgs) *Comunidades tradicionais e manejo dos recursos naturais da mata atlântica*. 2ª ed. São Paulo: Hucitec.

Diegues, A. C. O 2004. Mito Moderno da natureza Intocada. 5ª ed. São Paulo: Hucitec, NUPAUB-USP.

EMBRAPA. 1975. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas. Recife: Centro de Pesquisas Pedológicas/SUDENE-DRN. 1v. 531p. (Brasil. Ministério da Agricultura. CPP. Boletim Técnico, 35; SUDENE. Série Recursos de Solos, 5).

Driscoll, E. G. & Weltin, T. P. 1973. Sedimentary parameters as factors in abrasive shell reduction. *Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoecology*, 13;275-288.

Dutra, T. L., 2004. Paleocologia. In: Carvalho I. de S. (ed.), *Paleontologia*. Interciência, Rio de Janeiro, v. 1, cap. 45; 145-154.

Fariña, R. 1997. Fauna del Uruguay en el pasado. (<http://www.rau.edu.uy/uruguay/megafauna.htm>, 9p). <acesso: 20 de janeiro de 2007>.

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). *Académie des Sciences de Paris, Sciences de la terre et planètes*, Paris 329: 443 – 448.

Fearnside, P. M., 1990. Rondônia: estradas que levam a devastação. *Revista Ciência Hoje*, SBPC, vol. 11, 61: 45 – 52.

Flessa, K.W.; Kowalewski, M. & Walker, S.E., 1992. Post-collection taphonomy: shell destruction and the Chevrolet. *Palaios*, 7: 553-554.

Formoso, M. L. L., 1984. Difractometria de raios X. In: Gomes, C. B. (Coord.), *Técnicas analíticas instrumentais aplicadas à geologia*. Blücher: PROMINÉRIO, São Paulo, 218p.

Galindo, V.; Viana, M. S. S. & Agostinho, S., 1984. Projeto Arqueológico/Paleontológico lagoa das caraíbas, Salgueiro, PE. Anais da VII Reunião Científica da Sociedade de Arqueologia Brasileira. *Revista de Arqueologia* vol. 8, 1: 117–131.

Gall, J. C., 1976. *Environnements Sedimentaires Anciens et Milliux de Vie: Introduction à la Paléoécologie*. Doin, Paris, 230p.

GEOMORFOLOGIA.UNIVERSIDADE DE COIMBRA.PORTUGAL. Disponível em:< <http://www1.ci.uc.pt/geomorf/fotos.htm> > acesso em: 20 de mai. de 2008

Góes, F. A. S.; Vieira, F. S.; Zucon, M. H.; Cartelle, C. & Teodósio C., 2002. Ocorrência de Mamíferos Pleistocênicos em Sergipe, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v.60, n.3, 199-206p.

Góes, F.A.S.; Cartelle, C.; Zucon, M.H. & Vieira, F.S. 2001. Ocorrência da preguiça terrícola *Catonyx* (*Xenarthra*, *Scelidotheriinae*) no Pleitoceno Final de Sergipe, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17, 2001, Rio ranço, *Resumos...*, Rio Branco; UFAC. P.174.

Gouveia, S.E.M., Pessenda, L.C.R., Bendassoli, J.A., Aravena, R., Ribeiro, A.S., Saia, S. E.M.G., Vedoveto, M. 2005. Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Nordeste do Brasil através dos isótopos do carbono da matéria orgânica dos solos e fragmentos de carvão. X Congresso da ABEQUA, Gaurapari-ES, *Boletins de resumos*, 183.

Guérin, C.; Curvello, M. A.; Faure, M.; Hugueney, M.; Mourer-Chauviré, C. 1996. A fauna pleistocênica do Piauí (Nordeste do Brasil): relações paleoecológicas e biocronológicas. *Fundamentos – Revista da Fundação Museu do Homem Americano*. 1(1): 55-103.

Guérin, C.; Curvello, M. A.; Faure, M.; Hugueney, M.; Mourer-Chauviré, C. 1993. La Faune Pleistocene du Piauí (Nordeste du Bresil): Implications Paleoecologiques et Biochronologiques. *Quaternaria Nova*, v. 3, p 303-341.

Guérin, C.; Curvello, M. A.; Hugueney, M.; Mourer-Chauviré, C. & Faure, M. 1993. Paléoenvironnement pléistocène dans l’aire archéologique de São Raimundo nonato (Piaui, Brésil): Apport dès mammifères et dès aiseaux. *Docum. Laboratório Géologie Lyon*, n. 125 p. 187-202.

Guérin, C. & Faure, M., 1999. *Palaeolama (Hemiauchenia) niedae* nov. sp., nouveau Camelidae du Nordeste Brésilien et sa place parmi les lamini d’Amérique du Sud. *Geobios*, Paris, 32, 4: 629 – 659.

Holland, W. J. 1920. Fossil mammals collected at Pedra Vermelha, Bahia, Brasil. *Ann. Cornegie Mus.*, 13: 224 – 232.

Holz, M. & Soares, M. B. 1995. Tafonomia de vertebrados – estado da arte e perspectivas para a Paleontologia Sul-Rio-Grandense. *Comunicados do Museu de Ciências e Tecnologia, Série Ciências da Terra*, 1:85-94.

Holz, M. & Simões, M.G., 2002. *Elementos fundamentais de tafonomia*. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 213p.

- Joffily, I., 1892. Notas sobre a Parahyba. Typographia do Jornal do Comércio. 255p.
- Karmann, I.; Baffa, O.; Brunetti, A. & Dias-Neto, C. M., 1999. Datação ESR de *Toxodon platensis* do Alto Ribeira (São Paulo): Resultados preliminares e discussão. *Anais do VII Congresso da ABEQUA*, Porto Seguro – BA, 3p.
- 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 bando f northeastern Brazilian megafauna. *Applied radiation and Isotopes*, **62**: 225-229.
- Lessa, G.; Cartelle, C.; Farra, F. D.; Gonçalves, P. R., 1998. Novos achados de mamíferos carnívoros do Pleistoceno final-Holoceno em grutas calcárias do estado da Bahia. *Acta Geológica Leopoldensia*, v. 21, n. 46/47, p. 157-169.
- Lima, I. F., 1965. *Geografia de Alagoas*. Editora do Brasil, São Paulo, vol 14: 347p.
- Lima, R.C. de A.; Tenório, D. A. & Carvalho, C. P. 2006. Enciclopédia dos Municípios de Alagoas – História, Economia, Geografia, Instituto Arnon de Melo, Maceió, 420p.
- Lopes, O. F.; SANTOS, J. C. P. dos; BARROS, A. H. C. 2005. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação do potencial agroecológico das terras do município de Santana do Ipanema, Alagoas. Recife: Embrapa Solos UEP Recife. 165p. (Relatório Técnico)
- Luna, E. B. De A., 1977. Geologia e Petrografia do Complexo Granítico de Santana do Ipanema – AL. Relatório de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 45p.
- Macário, J. A. 2000. Lagoa de Dentro: um jazigo de mamíferos pleistocênicos em Puxinanã – Paraíba. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 51p.
- MacFadden, B.J., Wang, Y., Cerling, T.E. Anaya, F. 1994. South American fóssil mammals and carbon isotopes: a 25 million-year sequence from the Bolivian Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **107**: 257-268.
- MacFadden, B.J. 2005. Diet and habitat of toxodont megaherbivores (Mammalia, Notoungulata) from the late Quaternary of South and Central America, Elsevier, *Quaternary Research* **64**:113—124.

Machado, M. L. & Costa, B. R., 1890. O fóssil de Campina Grande. *Revista do Instituto Arqueológico e Geográfico de Pernambuco.*, 36:23-34.

Maglio, I. C. & Philippi Jr. A. 2005. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. *In: Pelicioni, M. C. F. & Philippi Jr., A. (Orgs). Educação Ambiental e Sustentabilidade. Barueri, SP: Manoli. 245p.*

Magnanane, A. 2002. Política sobre as Unidades de Conservação – Dificuldades e sucessos no Pensamento de Alceu Magnanini. In MILANO, M. S. (ORG). *Unidades de Conservação: atualidades e tendências. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 367p.*

Marques, J. G. W. Palestra proferida na Universidade Federal de Alagoas – UFAL, no dia 26 /04/2007.

Medeiros, M. A. 2004. Fossildiagênese. *In: Carvalho I. de S. (ed.), Paleontologia. Interciência, Rio de Janeiro, Cap. 4:48-59.*

Meléndez, B., 1982. *Paleontologia*. Paraninfo, Madrid, 772p.

Mendes, J. C., 1988. *Paleontologia Básica*. Edidora da USP, São Paulo, 347p.

Mendes, J. C., 1984. *Elementos de Estratigrafia*. Edusp, São Paulo, 12: 566p.

Moore, D. M. & Reinolds Jr., R. C. 1989. *X-Ray Diffraction and thei Identification and Analysis of Clay Minerals*. Oxford University, Oxford, 332p.

Muniz, G. da C.B. & Lima, L.V.O., 1985. Paleontologia de Pernambuco: Estado Atual de Conhecimentos. *Rev. Fanerozóico Nordestino, Centro de Tecnologia, UFPE, Recife, 1: 17-20.*

Nascimento, L.R.S.L. 2008. Dinâmica vegetacional e Climática do Holoceno na Caatinga, região do parque Nacional do Catimbau – Buíque – PE. Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. 70p.

Neri, F. M.; Pires, J. S. R.; Santos, J. E dos. 2004. Área de vida de catetos em duas unidades de conservação do Estado de São Paulo, *in: IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Anais (Volume I – Trabalhos Técnicos)*. Curitiba: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação.

Nobre, P.H. & Carvalho, I de S. 2004. Fósseis: coleta e métodos de estudo. In: Carvalho, I. de S. (Ed.), *Paleontologia*. Interciência, Rio de Janeiro, v.2, Cap. 3: 27-42.

Norman, D., 1996. Dinossauros. *Coleção descubra os dinossauros*, Globo, Rio de Janeiro, 39: 913 – 936.

Odum, E. P., 1988. *Ecologia*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 520p.

Oliveira, E. P. de, 1920. Rochas petrolíferas do Brasil, trabalhos relativos ao anno de 1918. Boletins do Serviço de Geologia e Mineralogia. Brasil, **1**: 1-77.

Oliveira, J. A.; Lessa, G., 1999. análise preliminar da fauna de roedores murídeos (Mammalia, Sigmodontinae) pleistoceno-holocênicos das grutas calcárias do Noroeste da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 16., Crato, URCA. *Resumos...*, p.81.

Paula-Couto, C., 1980. Fóssil Pleistocene to Sub-recent mammals from Northeastern Brazil. I – Edentata, Megalonychidae. *Anais Acad. bras. Ciência*. Rio de Janeiro, 52 (1).

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

Paula-Couto, C. 1971. Mamíferos fósseis das cavernas de Minas Gerais. *Espeleologia*, **3-4**: 3-14.

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

Paula-Couto, C. 1954. Sobre alguns mamíferos fósseis do Ceará. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 42, p. 193-210.

Penny, M., 1993. *Preserve a Vida Silvestre*. Coleção Preserve o Mundo, Scipione, São Paulo, 48p.

Perreira, D.B. 2005. Paradoxos do papel do Estado nas unidades de conservação. In: Laschefski, K.; Perreira, D.B.; Zhouri, A. (Orgs). *A insustentável leveza da política ambiental: desenvolvimento e conflitos socioambientais*. Belo horizonte: Autêntica. 87p.

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.

- Pessenda, L.C.R. 1988. Laboratório de ^{14}C . *Técnicas e aplicações paleoambientais*, CENA/USP, Piracicaba, série didática, **2**, 53p.
- Pessenda, L.C.R., Ledru, M.P., Gouveia, S.E.M., Aravena, R., Ribeiro, A.S., Bendassoli, J.A. & Boulet, R. 2005. Holocene palaeoenvironmental reconstruction in northeastern Brazil inferred from pollen, charcoal and carbon isotopes records. *Holocene*, 15(6): 814-822.
- Plaisance, G. & Cailleux, A., 1958. *Dictionnaire des Sols*. Paris, Maison Rustique. 208p.
- Popp, J. H., 1987. *Introdução ao Estudo da Estratigrafia e da Interpretação de Ambientes de Sedimentação*. *Scientia et Labor*, UFPR, Curitiba, 323p.
- Porpino, K. de O., Santos, M. de F. C. F. dos & Bergqvist, L. P., 2004. Registros de Mamíferos Fósseis no Lagedo de Soledade, Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(3): 349-358.
- Porpino, K. de O. & Bergqvist, L. P. 2002. Novos achados de *Panochthus* (Mammalia, Cingulata, Glyptodontoidea) no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 4:51-62.
- Porpino, K. de O., 1999. *Estudo dos Cingulata (Xenarthra, Mammalia) fósseis depositados no Museu Câmara Cascudo, Natal – RN*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 138p.
- Pough, F.H., Heiser, J.B., McFarland, W.N. 1999. *A vida dos vertebrados*. Atheneu, São Paulo, 798p.
- Prado, J.L., Alberdi, M.T. Azanza, B., Sánchez, B., Frassinetti, D. 2005. The Pleistocene gomphotheriidae (Proboscidea) from South America. *Quaternary International*, **126/128**;21-30.
- Prado, J.L. & Alberdi, M.T. 2005. Systematic, ecology and extinction of the pleistocene Gomphotheriidae (Proboscidea) from South America. II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, Museu Nacional/UFRJ-RJ, *Boletim de resumos*, 213-214.
- Prado, J.L., Menegaz, A.N., Tonni, E.P., Salamme, M.C. 1987. Los mamíferos de La Fauna local Paso Otero (Pleistoceno Tardío) Provincia de Buenos Aires. Aspectos paleoambientais y bioestratigráficos. *Ameghiniana*, 24(3/4): 217-233.

RADAMBRASIL. 1983. Levantamento de recursos Naturais *Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra*. vol. 30. (Folha SC. 24/25 Aracaju/Recife), 856p.

Ranzi, A. 2000. *Paleoecologia da Amazônia – Megafauna do Pleistoceno*. Editora da UFSC, UFAC, Florianópolis, Rio Branco, 101p.

Redford, K. H., 1987. Parque das Emas. *Ciência Hoje*, SBPC, vol. 7, 38: 40 – 48.

Ribeiro, A.C. 2002. Clima da caatinga. *Anais da academia Brasileira de Ciências*, **48**: 325-335.

Riccomini, C.; Giannini, P. C. F. & Mancini, F. 2001. Decifrando a Terra. (Orgs.) Teixeira, W.; Toledo, M. C. M. de; Fairchild, T. R. & Taioli, F. Oficina de Textos, São Paulo, 192-214.

Rolim, J. L. 1971. Sobre alguns mamíferos fósseis de Lagoa da Pedra, Município de Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco. Univ. Federal de Pernambuco, *Instituto de Geociências Série B.*, Recife, **1**(3): 1 – 19.

Rolim, J.L., 1974. *Paleontologia e Estratigrafia do Pleistoceno Continental do Nordeste Brasileiro “Formação Cacimbas”*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 117p.

Rolim, J.L. 1985. *Quaternário Continental do Nordeste do Brasil*. Centro de Tecnologia. Departamento de Geologia. Série D: Textos Didáticos, v. 1. Recife.

Rolim, J.L., 1986. Pesquisa de mamíferos pleistocênicos no Nordeste brasileiro. *Departamento de geologia – estudos e pesquisas*, v. 4, Recife.

Salgado-Labouriau, M. L. 1994. História Ecológica da terra. São Paulo: Edgard Blücher, 307p.

Santos, M.F.C.F.; Filho, F.P.L.; Bergqvist, L.P. 2002. Fósseis Pleistocênicos da Ravina do Leon, Lagedo Soledade, Apodi/RN, *Revista de Geologia*, v.15, p.23-29.

Santos, E. J. dos, 1971. Síntese da geologia do pré-Cambriano da Folha Arcoverde-Nordeste do Brasil. Sudene, Recife, 33p.

- Santos, J.C. 2007. *O Quaternário do Parque Nacional da Serra da Capivara, Piauí, Brasil: Morfoestrutura, Sedimentologia, Geocronologia e Paleoambientes*. Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Tese de Doutorado, 172p.
- Santos, R. da S., 1982. Fauna Cenozóica da Região Nordeste do Brasil. Coleção Mossoroense, ano XV da Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, vol. 233, Mossoró, RN, 57 – 141.
- Schaller, H. 1969. Revisão estratigráfica da Bacia Sergipe-Alagoas. *Boletim Técnico PETROBRAS*, Rio de Janeiro, vol. 12 1: 52-72.
- Schoeninger, M. J. & DeNiro, M. J. 1984. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Acta Geochim. e Cosmochim.*, 48, 625 – 639.
- Scholle, P. A. & Spearing, D., 1992. *Sandstone Depositional Environments*. The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, 410p.
- Silva, F. M.; Barreto, A. M. F.; Sá, F. B. de, & Lins, A. C. B. de, 2003. Levantamento das ocorrências dos fósseis de mamíferos quaternários do Estado de Pernambuco – resultados preliminares. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. *Livro de Resumos*, Recife- PE.
- Silva, J.L.L. 2001. *Tafonomia em mamíferos Pleistocênicos: caso da planície colúvio-aluvionar de Maravilha - AL*. Dissertação apresentada ao Departamento de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco, 88p.
- Simões, M.G. & Holz, M., 2004. Tafonomia: Processos e Ambientes de Fossilização. In: Carvalho I. de S. (ed), *Paleontologia*. Interciência, Rio de Janeiro, p 19-45.
- Simões, M.G. & Holz, M., 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Ed. da Universidade, Porto Alegre, 231p.
- Simpson, G. G. & Paula-Couto, C. de, 1957. The Mastodonts of Brazil. *Bulletins of the American Museu of Natural History.*, New York, **112**: 129-185.
- Souza-Cunha, F.L.; Macedo,A.C.M. 1065. Viagem de reconhecimento geológico e paleontológico à região de Curaça, Bahia. *Separata da Revista Delfos*, v.5p.1-30.
- Stock da Rosa, Á.A.; Pimentel, N.L.V., Faccine, U.F. 2004. Paleoalterações e carbonatos em depósitos Aluviais na Região de santa Maria, Triássico Médio a Superior do Sul do Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 31(1): 3-16.

- Suguio, K. & Bigarella, J. J., 1990. *Ambientes Fluviais*. UFSC, Florianópolis, 183p.
- Suguio, K. 2003. *Geologia Sedimentar*. Edgard Blücher, São Paulo. 400p.
- Suguio, K. 1994. *Rochas Sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica* 4^a ed., Blücher, São Paulo, 500p.
- Thomas, R. D. K. 1986. Taphonomy Ecology loss in Sedimentology Gain. *Palaios*. vol. 1, 3: 206p.
- Tonni, E.P. & Pasquali, R.C. 2002. *Los que sobrevivieron a los dinosaurios: la historia de los mamíferos en América del Sur*. Editorial naturaleza Austral, Buenos Aires, 104p.
- Turnbull, W. D. & Martill, D. M., 1988. Taphonomy and preservation of a monospecific titanotheres assemblage from the Washakie Formation (late Eocene), Southern Wyoming. An ecological accident in the fossil record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Alberta 63: 9–108.
- Vanrell, J. V., 2008. Mecanismos da morte. In: <http://www.pericias-forenses.com.br/mecamorte.htm> <Acesso em 11 de agosto e 2008>.
- Veloso, C., 1986. *Eles Fazem Alagoas: Prefeitos Municipais*. Manchete dos Município, Jaboatão, 649p.
- Viana, M. S. S., 1999. Métodos geoquímicos aplicados à Paleontologia de vertebrados. Congresso Brasileiro de Paleontologia 16, URCA, Crato, CE, 19p.
- Viana, M. S. S. & Richter, M., 1998. Preservation of biomineralized tissues of the fishes from the Santana Formation (Lower Cretaceous of the Araraípe Basin, NE – Brazil). *Acta Geologica Leopoldensia*, UNISINOS, São Leopoldo, 46/47: 91– 100.
- Vidal, N., 1946. Contribuição ao conhecimento da Paleontologia do Nordeste Brasileiro. Notícia sobre a descoberta de vertebrados Pleistocênicos no Município de Pesqueira Pernambuco. *Boletim do Museu Nacional, Sér., Geologia*, Rio de Janeiro, 6: 1 – 15.
1959. Um *Toxodon* no Pleistoceno de Pernambuco. *Boletim do Museu Nacional, Série, Geologia*, Rio de Janeiro, 30: 1 – 17.

Wang, Y. & Cerling, T.E. 1994. A model of tooth and bone diagenesis: implications for paleodiet reconstruction from stable isotopes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **107**: 281-289.

Webster, D., 2000. Inferno. *National Geographic*. Rio de Janeiro, 17: 68 – 81.

Weigelt, J., 1989. *Recent Vertebrate Carcasses and their Paleobiological implications*. (Translated by SCHAEFER, J.) University of Chicago Press, Chicago, 168p.

Wood, J. M.; Thomas, R. G.; Visser, J., 1988. Fluvial processes and vertebrate taphonomy: The upper Cretaceous Judith River Formation, South – Central Dinosaur Provincial Park, *Paleogeography, Paleoclimatology and Palaeoecology*, Alberta, 66: 43–127.

Zurita, A.E. & Lutz, A.I. 2002. La fauna pliocena de la formación Toropí en la provincia de Corrientes (Argentina). *Mastozoología Neotropical*, **9(1)**: 47-56.

PRANCHAS

PRANCHA I

Figura 01 – Úmero fragmentado de *Eremotherium laurillardi*. Vista ventral
(LGP-MHN-UFAL- 0062v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA I

01



140mm

PRANCHA II

Figura 01 – Ramo mandibular esquerdo, fragmentado, de *Eremotherium laurillardi*. Com quatro dentes encaixados nos alvéolos, três completos e o quarto fragmentado.

a - vista interna. b – vista externa. c – vista superior. (LGP-MHN-UFAL-0058v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA II

01

a



a



145mm

b



c



PRANCHA III

Figura 01 – Fêmur direito completo de *Eremotherium laurillardi*. Vista ventral. (LGP-MHN-UFAL- 0055v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA III

01



190mm



PRANCHA IV

Figura 01 – Tíbia e fibula direita de *Eremotherium laurillardi*. (a peça encontrava-se articulada com o fêmur da PRANCHA III). (LGP-MHAn-UFAL-0056v)

Escala na Prancha em tamanho aproximado

PRANCHA IV

01



125mm



PRANCHA V

Figura 01 – Fêmur esquerdo quase completo de *Eremotherium laurillardi*, vista ventral. (LGP-MHN-UFAL-0043v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA V

01



140mm

PRANCHA VI

Figura 01 – Dente molariforme isolado e fragmentado de *Eremotherium laurillardi*.
a – vista lateral direita. b – vista lateral esquerda. (LGP-MHN-UFAL- 0063).

Escala na prancha em tamanho aprox

PRANCHA VI

01



a



b



20mm



PRANCHA VII

Figura 01 – Costela fragmentada de *Eremotherium laurillardi*. (LGP-MHN-UFAL- 0059v).

Figura 02 – Astrágalo fragmentado de *Eremotherium laurillardi*. (LGP-MHN-UFAL-0150).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA VII

01



150mm

02



50mm



PRANCHA VIII

Figura 01 – Clavícula fragmentada de *Eremotherium laurillardi*.

a – vista dorsal. b – vista ventral (LGP-MHN-UFAL-0061v)

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA VIII

01



a



110mm



b



PRANCHA IX

Figura 01 – Dente molariforme fragmentado de *Toxodon* sp. (LGP-MHN-UFAL-0128v).

Figura 02 – Dente molariforme fragmentado de *Toxodon* sp. (LGP-MHN-UFAL-0025v).

Figura 03 – Dente molariforme fragmentado de *Toxodon* sp. (LGP-MHN-UFAL-0038v).

Figura 04 – Dente molariforme fragmentado de *Toxodon* sp. (LGP-MHN-UFAL- 0037v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA IX



01



02



25mm



03



20mm



04



15mm

PRANCHA X

Figura 01 – Tíbia fragmentada de *Toxodon* sp.

a – vista ventral. b – vista dorsal. (LGP-MHN-UFAL-0098v)

Escala na prancha em tamanho aproxima

PRANCHA X

01



a



90mm



b



PRANCHA XI

Figura 01 – Calcâneo esquerdo de *Toxodon* sp.

a – vista ventral. b – vista lateral. c – vista dorsal. (LGP-MHN-UFAL-0103v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XI

01



a



b



c



60mm

PRANCHA XII

Figura 01 – Calcâneo direito fragmentado de *Toxodon* sp

a – vista ventral. b – vista lateral. c – vista dorsal. (LGP-MHN-UFAL-0102v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XII

01



60mm

A horizontal black scale bar is located at the bottom center of the page, with the text '60mm' centered below it.

PRANCHA XIII

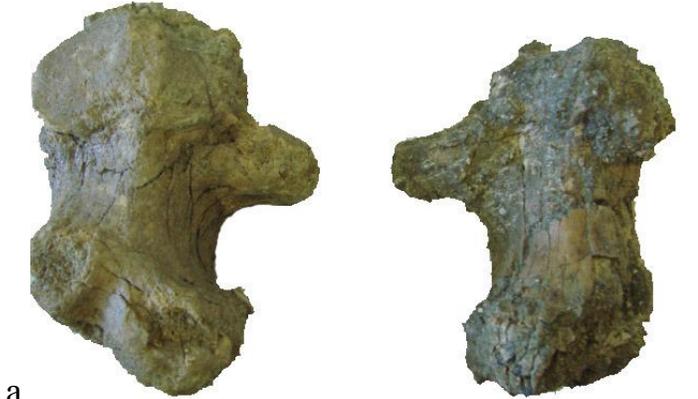
Figura 01 – Calcâneos direito e esquerdo fragmentados de *Toxodon* sp.

a – vista ventral. b – vista dorsal. c – vista lateral. (LGP-MHN-UFAL-0102v e LGP-MHN-UFAL-0103v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XIII

01



50mm

PRANCHA XIV

Figura 01 – Ramo mandibular esquerdo de *Stegomastodon waringi*.

a – vista lingual. b – vista oclusal c – vista labial. (LGP-MHN-UFAL-0044v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XIV

01



a



b



c



100mm



PRANCHA XV

Figura 01 – Vértebra caudal fragmentada de *Xenorhinotherium bahiense*.

a – vista lateral. b- vista dorsal. c – vista ventral. (LGP-MHN-UFAL- 0096).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XV

01



60mm

PRANCHA XVI

Figura 01 – Falange distal de *Palaeolama major*.

a – vista dorsal. b – vista lateral esquerda. c – vista lateral direita. d – vista ventral.
(LGP-MHN-UFAL-0052).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XVI

01



45mm



PRANCHA XVII

Figura 01 – Ramo mandibular esquerdo fragmentado de *Palaeolama major*.
a – vista labial. b – vista lingual. (LGP-MHN-UFAL-0041v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XVII

01



a



b

50mm



PRANCHA XVIII

Figura 01 – Dente canino fragmentado de Felidae.

a – vista lingual. b – vista labial. (LGP-MHN-UFAL-0050v).

Escala na prancha em tamanho aproximado

PRANCHA XVIII

01



15mm



ANEXO A

ANEXO A

CRIAÇÃO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO “SERRA DA CAIÇARA” E DO PARQUE PALEONTOLÓGICO DE MARAVILHA

A idéia para criação do Parque Paleontológico surgiu quando se percebeu a relevância dos municípios de Maravilha e Poço das Trincheiras para a paleontologia alagoana. A grande concentração de sítios paleontológicos nos municípios de Maravilha, Poço das Trincheiras bem como Ouro Branco, foi à motivação para a elaboração de uma proposta de criação da Área de Proteção Ambiental (APA) "Serra da Caiçara" e o envio dessa proposta, para o Instituto do Meio Ambiente (IMA), através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), com a finalidade de transformar a área estudada na primeira Unidade de Conservação (UC) do Nordeste visando à preservação dos sítios Paleontológicos com ênfase na megafauna de mamíferos do Pleistoceno. Concomitantemente outros patrimônios na região também passam a ser preservados como os sítios arqueológicos e o bioma de caatinga, ambos com representações significativas na área proposta.

1. ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS

As áreas naturais protegidas correspondem ao principal mecanismo hoje utilizado para a conservação¹ da biodiversidade e de todo patrimônio natural ou cultural associados a elas. Por possuírem funções extremamente importantes no equilíbrio ecossistêmico, têm a finalidade conservacionista, servindo para o desenvolvimento de práticas de manejo que possibilitem uma abordagem integrada, aproximando dos pressupostos da biologia da conservação e com os fundamentos da ecologia social.

¹ Conservação, “É o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração do ambiente natural, para que se possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das futuras gerações, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral” (SNUC – Lei n°. 9.985).

Áreas naturais protegidas é uma expressão muito utilizada em todo o mundo. Já no Brasil o termo mais adotado é Unidades de Conservação (UC). Neste contexto, Marques (2007)² afirma que “Toda UC corresponde a uma área protegida, mas nem toda Área Natural Protegida corresponde a uma UC”. As Unidades de Conservação, UCs, correspondem a um tipo especial de áreas naturais protegidas com o objetivo de tornar possível a conservação da diversidade biológica (tanto de ecossistemas, como espécies e genes) e cultural, o que se aplica aos sítios paleontológicos e arqueológicos da região, sendo legalmente instituídas pelo poder público ou iniciativa privada, buscando resguardar amostras representativas dos ecossistemas naturais do país, e do que são encontrados neles.

A preservação da herança cultural e natural do Brasil já foi explicitada pioneiramente desde a década de 30 do século passado e continuou a ser garantida por constituições de vários períodos da história de nosso país, no entanto, foi a Constituição Federal de 1988, que definiu de forma ampla e pormenorizada, o interesse pelo patrimônio natural e cultural do Brasil. Em seu texto são utilizados dois capítulos, um para descrever o patrimônio natural e outro para descrever o patrimônio cultural.

O Capítulo sobre o meio ambiente trata da conservação da natureza sob um ponto de vista biológico. A responsabilidade legal e administrativa pelo meio ambiente ecologicamente equilibrado, pela preservação e restauração dos processos ecológicos essenciais, pela biodiversidade e pela integridade do patrimônio genético, por Unidades de Conservação como Parques Nacionais, Reservas Ecológicas, Áreas de Preservação Ambiental é conferida a órgãos ambientais.

Já o Capítulo sobre cultura da Constituição Brasileira declara como Patrimônio Cultural brasileiro alguns conjuntos urbanos e sítios naturais, sendo a gestão atribuída a órgãos culturais.

Assim:

Constituem o patrimônio cultural brasileiro, os bens, de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem as formas de expressão; os modos de criar, fazer e viver; as criações científicas, artísticas e tecnológicas; as obras, os objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (**BRASIL, 1988**).

² MARQUES, J. G. W. Palestra proferida na Universidade Federal de Alagoas – UFAL, no dia 26 /04/2007.

A Própria Constituição Federal do Brasil recomenda que a legislação cultural busque novas formas de acautelamento e preservação do patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação. Infelizmente a preservação do patrimônio cultural se ressentiu da falta de alguns dispositivos legais para acautelamento do patrimônio, de forma tão eficaz como foi levada a cabo, na legislação ambiental.

Um exemplo desse descaso é que apenas nos últimos anos a exigência de relatórios com o diagnóstico e prognóstico sobre patrimônio arqueológico e paleontológico nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e seu respectivo, Relatório de Impactos sobre o Meio ambiente (RIMA), quando da realização de empreendimentos que intervenham diretamente sobre o ambiente natural causando modificação no mesmo, passaram a ser cobrados pelos órgãos competentes como o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Natural (IPHAN) e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Historicamente, o estabelecimento de Unidade de Conservação da natureza (UC) ocorreu como uma estratégia para conservar os recursos biológicos e culturais frente à constante e crescente ameaça da interferência humana, já que a capacidade humana de modificar seu próprio ambiente mostrou-se tão agressiva ao longo da história, que se passou a refletir sobre a necessidade de se conservar a biodiversidade para manutenção da qualidade ambiental nos processos ecológicos vitais no funcionamento dos ecossistemas, diante da apropriação e descaso do homem com relação ao uso cada vez mais indiscriminado dos recursos naturais (Neri, Pires e Santos, 2004).

A criação de Unidades de Conservação corresponde a uma estratégia utilizada para manutenção da biodiversidade que, segundo o Ministério do Meio Ambiente- MMA:

são verdadeiras ilhas que, isoladas em meio à paisagem, sofrem uma deterioração progressiva de seus ambientes, na maioria das vezes a partir das bordas em face da pressão antrópica e das perturbações naturais (BRASIL, 2005).

A comissão de Áreas Protegidas da União Internacional para Conservação da Natureza – UICN (Bensusan, 2002), define de forma mais ampla o conceito de áreas protegidas: “[...] uma área de terra ou de mar especialmente dedicada à proteção e manutenção da diversidade biológica, e de recursos naturais e culturais associados e manejados por instrumentos legais ou outros meios efetivos”.

A questão da biodiversidade aparece nitidamente na estratégia Mundial para a conservação, da UICN (1980). Nesse documento, os objetivos básicos da conservação são: manutenção dos processos ecológicos essenciais; preservação da biodiversidade genética; utilização sustentada das espécies e ecossistemas (Diegues, 2004).

Em síntese o objetivo geral dessas áreas protegidas é preservar espaços com atributos ecológicos e culturais importantes. O termo Áreas Naturais Protegidas surgiu com a criação do Parque Nacional de Yellowstone nos Estados Unidos, em 1872, com o intuito de proibir qualquer exploração que alterasse as características naturais da área. Para Diegues (2001), os Parques naturais norte-americanos foram estabelecidos por razões estéticas e de turismo e não para a proteção da biodiversidade, pois para o mesmo existe um neo-mito, importado de sociedades industrializadas, especialmente os Estados Unidos, segundo o qual a única forma de proteger a natureza é afastá-la do homem, como ocorreu com a criação do parque Nacional de Yellowstone, “a atração e uso são sempre para as populações externas à área e não se pensava nas populações indígenas, de pescadores, ribeirinhas e de coletores que nela moravam” (Diegues, 2004, p. 114).

Influenciados, em parte, pela iniciativa norte-americana, outros países iniciaram o processo de criação de áreas protegidas: Canadá (1885), Nova Zelândia (1894), África do Sul e Austrália (1898), México (1894), entre outros (Bensusan, 2002).

Essas áreas ainda são pouco a nível mundial, principalmente aquelas criadas com o intuito de proteger patrimônios culturais como os sítios paleontológicos e arqueológicos.

Essas áreas existem em aproximadamente 80% dos países e cobrem cerca de 11,5% da superfície terrestre do planeta [...]. Algumas dessas áreas protegidas foram criadas ainda no século XIX, com o intuito de preservar paisagens especialmente belas para as futuras gerações (Bensusan, 2006).

No Brasil, a primeira iniciativa de criação de áreas protegidas aconteceu em 1876, quando André Rebouças, propôs a criação de Parques Nacionais em Sete Quedas e na Ilha do Bananal. Essa idéia, contudo, não foi implementada, e somente em 1937 foi criado o primeiro Parque Nacional do Brasil, o do Itatiaia. Esse parque, criado com base no Código Florestal de 1934³, tinha como objetivo atender as finalidades de pesquisa científica e a demanda turística.

³ Decreto n°. 23.793 de 23 de janeiro de 1934.

Na verdade, os primeiros Parques Nacionais brasileiros tiveram como mola propulsora o objetivo de criar verdadeiros monumentos públicos naturais, com área delimitada para preservar parte significativa de ecossistemas que tivessem, ao mesmo tempo, valor científico e beleza cênica (Magnanini, 2002).

Cerca de 60% do total das áreas naturais protegidas no Brasil encontra-se na região amazônica, que tem 10% de seu território na forma de Unidades de Conservação. “mais a Amazônia já perdeu em torno de 15% da sua cobertura florestal, sob os impactos das queimadas, de expansão da fronteira agropecuária e da exploração madeireira predatória” (Albagli, 2001).

No Estado de Alagoas, o pequeno número de Unidades de Conservação, demonstra o quanto ainda há por se fazer na busca de proteção ao patrimônio natural e cultural do Estado. O número de reservas existentes, que constam de medidas legais de proteção, limita-se apenas a sete Unidades de Conservação, abrangendo a insignificante área em torno de 368 Km², o que corresponde, apenas, a 1,27 % do total estadual (Assis, 2000).

A lei brasileira nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza (SNUC) define Unidades de Conservação como:

[...], espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam as garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2004).

Atualmente na maior parte dos países do mundo, o principal instrumento para a conservação do patrimônio natural e cultural é o estabelecimento de áreas protegidas. A ação humana tem provocado uma série de perturbações no funcionamento dos ecossistemas como também na conservação do patrimônio cultural principalmente sobre os sítios paleontológicos, já que os mesmos são poucos conhecidos ou reconhecidos como tal, quando encontrados pelas comunidades das áreas em que ocorrem. Parte se deve ao crescimento econômico e ascensão desenfreada do modelo capitalista que considera os recursos naturais renováveis abundantes e inesgotáveis e por isso poderiam ser explorados livremente.

A modificação do meio por estradas, hidrelétricas, portos, aeroportos e pela expansão urbana, dentre outros tipos de empreendimentos, vem causando significativas mudanças ambientais e destruição de patrimônio cultural, que muitas vezes são completamente destruídos

sem que sejam previamente estudados cientificamente e salvaguardados em instituições devidamente competentes como as universidades e museus.

Dessa forma, as UCs são áreas prioritárias em termos de representatividade ecossistêmica e foram criadas no Brasil com o propósito de conservação da natureza em sentido amplo. Essas áreas podem ser manejadas para diversos fins como: desenvolvimento de pesquisa científica, proteção da vida selvagem, conservação das espécies, proteção dos recursos hídricos, preservação de recursos genéticos, conservação da beleza cênica, manutenção de serviços ambientais, turismo, lazer e educação ambiental, uso sustentável dos ecossistemas, proteção de cavernas, áreas de importância geológica, arqueológica e paleontológica.

Entretanto, a conservação da biodiversidade⁴ e do patrimônio cultural não é garantida apenas com a existência dessas unidades. A história dos quase 70 anos de desenvolvimento dessa atividade no Brasil, analisada à luz das experiências de mais de 100 anos acumuladas no resto do mundo, mostrou que existem falhas ao se criar e gerir unidades de conservação. Muitas das UCs brasileiras são consideradas, “ficções jurídicas”, unidades que não saíram do papel. As ações de conservação da biodiversidade e dos sítios paleontológicos (*in situ e ex situ*) dependem quase exclusivamente do poder público, em todos os seus níveis, à exceção de casos em que existam populações com características socioculturais específicas. Contrariamente à postura de um estado centralizador, as experiências em diversos países do mundo demonstram que a conservação da biodiversidade e do patrimônio cultural (sítios arqueológicos e paleontológicos) depende muito mais da participação ativa da sociedade e do respeito e reconhecimento dos direitos de populações tradicionais, do que do simples cumprimento de metas quantitativas de UCs (Brito, 1998).

Frente a tal cenário, cada vez mais se ressalta a importância das áreas naturais protegidas. Por serem unidades de conservação da diversidade biológica e cultural, é condição fundamental

⁴ A biodiversidade é a variedade total de classes genéticas, espécies e ecossistemas. Está em mudança contínua à medida que a evolução traz novas espécies, enquanto novas condições ecológicas causam desaparecimento de outras. As atividades humanas estão cada vez mais acelerando o esgotamento e a extinção de espécies e modificando as condições para a evolução (MAGLIO; PHILIPPI Jr, 2005). A Convenção para a Diversidade Biológica – CDB, considera como biodiversidade “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas” (CDB, art. 2º).

para a estabilidade e sustentabilidade da biodiversidade e sociodiversidade, correspondendo a uma fonte inesgotável de riqueza que precisa ser gerenciada, monitorada e resguardada da ação deletéria do homem.

2. SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA – SNUC

No ano 2000, após mais de dez anos de criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza foi oficialmente instituído pela Lei 900.986, representando assim um momento histórico para conservação da biodiversidade e do patrimônio cultural do país, definindo e regulamentando as categorias das Unidades de Conservação em níveis federal, estadual e municipal.

No Brasil, as primeiras Unidades de Conservação correspondem aos Jardins Botânicos, do século XIX, destinados ao lazer das classes mais afortunadas. Em termos institucionais, o primeiro instrumento jurídico instituindo áreas protegidas foi o primeiro Código Florestal (Decreto 23.793 de 23/01/1934), [...]. Em 1965, foi publicado o Código Florestal (Lei 4.771 de 18/09/1965), definindo normas para a proteção da vegetação e critérios para sua exploração. O Código foi complementado pela Lei 5.197 (03/01/1967) e, mais recentemente, em 2000, pela Lei Federal 9.985 de 18/07/2000, que regulamenta o art. 225 da Constituição Federal, instituindo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Pereira, 2005).

Três instituições governamentais instituíram o SNUC. O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), de responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente (MMA); a Diretoria de Ecossistemas do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), autarquia federal vinculada ao MMA, que a partir de 2008 foi dividido em duas partes, cabendo a partir de então, ao Instituto Chico Mendes, a responsabilidade pela criação e gerenciamento das Unidades de Conservação Federais; e por fim, as Secretarias análogas e Institutos Florestais que são responsáveis pelas áreas equivalentes em nível estadual e municipal.

A regulamentação da lei do SNUC encerra a ineficácia do poder público o qual não tinha nas mãos um instrumento que estabelecia as categorias de UC. O SNUC tem uma finalidade distinta e normas de uso e de conservação bastante diversificadas, o mesmo prevê dois grupos dentro dos quais se inserem as diferentes categorias de UCs, de acordo com a possibilidade de uso dos recursos naturais:

a) Unidades de Conservação de Proteção Integral: cujo objetivo básico é preservar a natureza, não sendo nela permitida a exploração direta dos recursos naturais, ou seja, a extração desses recursos, com exceção dos casos previstos em lei.

b) Unidades de Conservação de Uso Sustentável: cuja finalidade é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos seus recursos naturais.

São doze as categorias de Unidades de Conservação estabelecidas pelo SNUC, sendo cinco as UCs de Proteção Integral e sete as UCs de Uso Sustentável (Quadro 7).

Quadro 7: Categorias de Unidades de Conservação existentes no Brasil.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL
I – Estação Ecológica	I – Área de Proteção Ambiental
II – Reserva Biológica	II – Área de Relevante Interesse Ecológico
III – Parque Nacional	III – Floresta Nacional
IV – Monumento Natural	IV - Reserva Extrativista
V - Refúgio de Vida Silvestre	V - Reserva de Fauna
	VI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	VII – Reserva Particular do Patrimônio Natural

Modificado de Brasil 2004.

São treze os objetivos específicos do SNUC dentre estes o sétimo item refere-se diretamente a uma das justificativas para a criação da primeira Unidade de Conservação no bioma de caatinga no Estado de Alagoas (Quadro 8).

Diante da importância dos sítios paleontológicos, arqueológicos e do bioma da caatinga na região, que foram mapeados e inventariados durante a pesquisa científica para esse trabalho, propôs-se ao Instituto do Meio Ambiente (IMA) ligado a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), órgão do governo alagoano que rege a política ambiental e que é responsável pela criação e fiscalização das UCs em Alagoas, que iniciasse o processo de transformação da região numa área legalmente protegida pelo poder público, visando salvaguarda

Quadro 8: Objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
II - proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
III - contribuir para a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
IV - promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
V - promover a utilização dos princípios e das práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
VI - proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
VIII - proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
IX - recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
X - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
XI - valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
XII - favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
XIII - proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

Modificado de Costa 2002.

para as futuras gerações e para a ciência, do patrimônio paleontológico, arqueológico e o bioma de caatinga da área, pois os mesmos são de grande relevância para o Estado e para o País.

Entre os tipos de UC existentes no Brasil, optou-se como sugestão para a área estudada, a criação de uma UC cujo modelo não provoca grandes impactos no modo de vida das populações que habitam a região e concilia a preservação do patrimônio paleontológico com os interesses das comunidades locais. Portanto dentro das categorias de UC de Uso Sustentável, a mais tolerante a presença do homem é a do tipo Área de Proteção Ambiental (APA), pois esse modelo de UC garante a proteção do patrimônio fossilífero, arqueológico e natural da região conciliando a proteção desse patrimônio com a presença da ocupação humana. O nome sugerido é APA Serra da Caiçara (Figura 77).

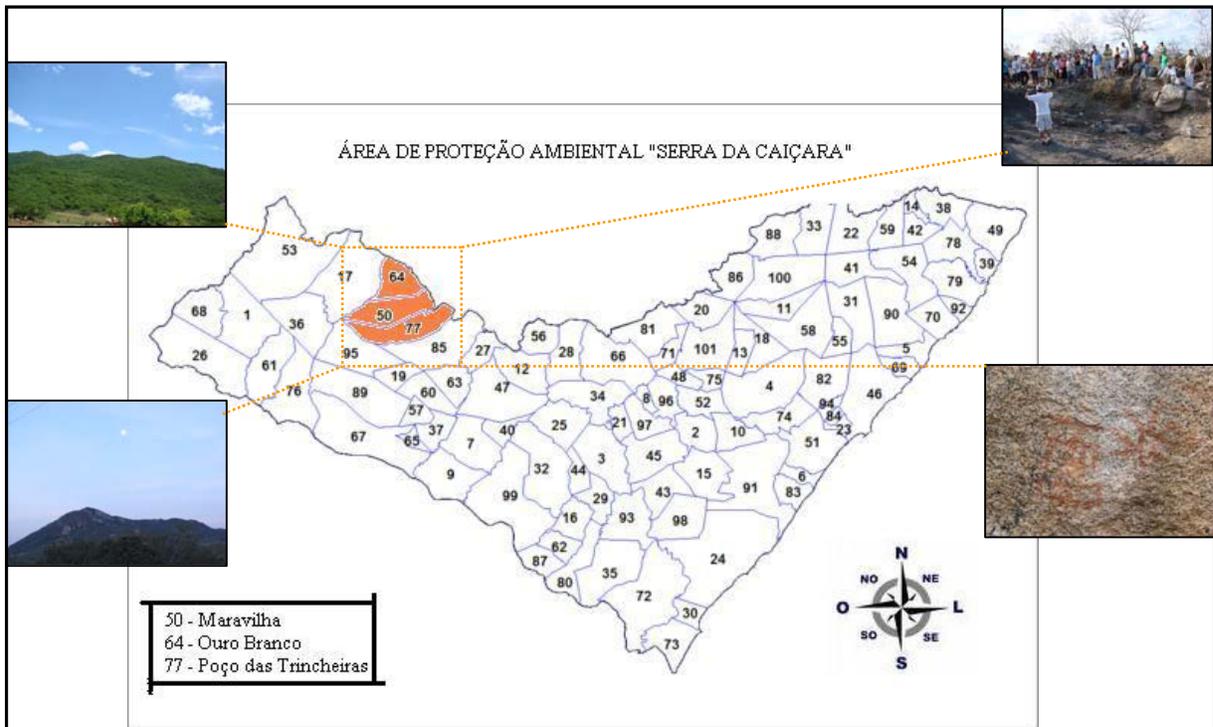


Figura 77. Estado de Alagoas com destaque para os municípios de Poço das Trincheiras (77), Maravilha (50) e Ouro Branco (64), área proposta para criação da APA Serra da Caiçara.

3. ÁREA DE PROTEÇÃO INTEGRAL - APA

As Áreas de Proteção Ambiental (APA), são Unidades de Conservação (UCs) classificadas como de Uso Sustentável, em geral é uma área extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos e abióticos, estéticos e culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais e do patrimônio cultural, “Podendo ser constituída por terras públicas ou privadas gerando em qualquer dos casos, normas e restrições para o uso da propriedade localizada em seu interior” (Cabral, et al. 2000).

A Resolução nº 10, de 14/12/1988 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, (Art. 1º), regulamentou a figura das APAs:

As Áreas de Proteção Ambiental – APA's são unidades de conservação, destinadas a proteger e conservar a qualidade de ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando à melhoria da qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais.

Sob a ótica econômica, a preocupação em “[...] assegurar o bem-estar de populações humanas” pode ser interpretada como a preocupação em evitar a ocorrência de externalidades negativas, potenciais ou reais, oriundas de atividades ali exercidas. A própria legislação indica um caminho em seu Artigo 2º. “[...] visando atender aos objetivos, as APA's teão sempre um zoneamento ecológico-econômico”

As APA's têm como objetivo proteger a biodiversidade, disciplinar o processo de ocupação e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais, procurando disciplinar a ação dos agentes econômicos em locais onde estão envolvidos recursos ambientais importantes, de prioridade comum ou não. Constituem-se em instrumento institucional (legal) que aponta para a necessidade de se reduzir as externalidades negativas que comprometam a eficiência econômica e o bem-estar da sociedade para o Estado. Como consequência direta da restrição ao uso e ocupação do solo, são palcos de conflitos no que diz respeito à sua gestão ambiental (BRASIL, 2004).

São áreas que proporcionam o desenvolvimento social e econômico das populações locais através do uso racional dos recursos naturais e culturais, correspondendo assim a um patrimônio de seus habitantes por meio da promoção de uma melhor qualidade de vida. Essa é a proposta para a APA Serra da Caiçara. “Para tanto, a participação da comunidade local tem que ser legalmente assegurada e a conscientização sobre os objetivos da APA deve ser uma prioridade. Caso contrário, a conservação ambiental e cultural não será realizada” (Bellenzani, 2002).

Busca-se a efetiva participação da população residente por intermédio de um conselho gestor, esse conselho, de acordo com Bragança e Collares (2002), “Constitui um instrumento eficaz para o planejamento e a gestão da APA de acordo com suas atribuições legais”.

Será sempre presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente (Costa, 2002).

As APAs devem ser vistas como instrumentos de proteção, cuja função básica é a conservação dos atributos naturais, paisagísticos e culturais, correspondendo a um patrimônio de seus habitantes

As atividades dentro de uma APA são exercidas por muitos agentes que, além da legislação normal, estão sujeitos às restrições e orientações indicadas pelo zoneamento ambiental. As APAs constituem uma categoria de Unidade de Conservação na qual o domínio das terras não é alterado e o uso produtivo dos recursos naturais e culturais não é proibido, mas regulado. A criação de uma APA, ao contrário do que ocorre com os Parques e outras Unidades de Conservação de Proteção integral, não implica a desapropriação das terras (Bellenzani, 2002). Após sua criação toda Unidade de Conservação deve num prazo de no máximo cinco anos, apesar de ser raro o cumprimento desse prazo no Brasil, realizar seu plano de manejo para melhor definir o uso da área.

4. O PLANO DE MANEJO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O plano de manejo é um instrumento norteador que visa proporcionar melhores condições e disciplinar as atividades a serem desenvolvidas nas Unidades de Conservação, para que a mesma possa cumprir com os propósitos para os quais foi criada, além de favorecer a tomada de decisão relacionada ao manejo ambiental, no contexto da abordagem ecológica que envolve estudos relacionados à estrutura e a função dos ecossistemas. O plano de manejo é definido na Lei do SNUC da seguinte forma;

[...] documento técnico mediante o qual, com fundamentos nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da Unidade (SNUC apud Bensusan, 2006).

A metodologia de avaliação utilizada em um plano de manejo deve ter como principal referência o manejo sustentável, considerando as dimensões ambientais, sociais, econômicas e institucionais, principalmente nas Áreas de Proteção Ambiental, pois as mesmas são do tipo de UC de uso sustentável que tenta conciliar o interesse do homem com o interesse de conservação do patrimônio natural, como sugerido por Aoki et al (2002).

As unidades de conservação por apresentarem importantes funções ecológicas, científicas, econômicas sociais e políticas, precisam ser manejadas e gerenciadas de acordo com um planejamento específico, abrangente e dinâmico denominado plano de manejo (Aoki et al, 2002).

O Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), buscando orientar os responsáveis pela elaboração do plano de manejo em UCs, produziu um roteiro metodológico, visando orientar a confecção dos planos de manejo. Estes roteiros possuem os seguintes objetivos:

- Levar a unidade de conservação a cumprir com os objetivos estabelecidos na sua criação;
- Definir os objetivos específicos de manejo, orientando a gestão da unidade de conservação;
- Dotar a unidade de conservação de diretrizes para seu desenvolvimento;
- Definir as ações específicas para o manejo da unidade de conservação;
- Promover o manejo da unidade, orientado pelo conhecimento disponível ou gerado;
- Estabelecer a diferenciação de intensidade de uso mediante zoneamento, visando à proteção de seus recursos naturais e culturais;
- Destacar a representatividade da unidade de conservação no SNUC em face dos atributos de valorização dos seus recursos como biomas, convenções e certificações internacionais;
- Estabelecer, quando couber, normas e ações específicas visando compatibilizar a presença das populações residentes com os objetivos da unidade, até que seja possível sua indenização ou compensação e sua realocação;
- Estabelecer normas específicas regulamentando a ocupação e uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos, visando a proteção da unidade de conservação; promover a integração socioeconômica das comunidades do entorno com a unidade de conservação;
- Orientar a aplicação dos recursos financeiros destinados à unidade de conservação (BRASIL, 2002).

O conjunto de informações contidas no plano de manejo depende de estudos contínuos de áreas naturais, pois como entende Diegues (2004), “o manejo correto exige primeiro o conhecimento profundo do ecossistema para o qual ele é aplicado”. Além disso, um plano de manejo precisa periodicamente ser atualizado, já que se constitui em um processo dinâmico e contínuo, que envolve uma sistemática avaliação dos resultados de inventários realizados, para sua otimização.

O plano de manejo prevê uma série de programas para tornar a UC funcional de forma a atender seus objetivos, entre os quais está o de proporcionar o desenvolvimento de pesquisas científicas, que devam preferencialmente subsidiar o próprio manejo da APA.

Apenas a elaboração do plano de manejo não é suficiente para a viabilização da UC, pois um manejo efetivo depende da implementação de ações que concretizem objetivos previstos no decreto de criação da UC. As gestões precárias das Unidades de Conservação têm sido atribuídas a alguns fatores como: falta de vontade política, de prioridade por parte das autoridades

constituídas em todos os níveis, falta de pessoal, de recursos financeiros e de um planejamento adequado para gestão das Unidades de Conservação.

O projeto para realização do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Serra da Caiçara foi elaborado e enviado a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), o mesmo foi aprovado e o envio dos recursos depende apenas da criação da Unidade de Conservação. A proposta de criação da UC Serra da Caiçara que visa proteger o patrimônio paleontológico da região encontra-se em curso no Instituto do Meio Ambiente (IMA) para em seguida ser encaminhada ao Conselho Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (CEPRAM) e posteriormente ser enviada à Assembléia Legislativa do Estado a qual depois de aprovada será encaminhada para apreciação pelo Governador do Estado de Alagoas.

A Prefeitura do município de Maravilha através da Secretaria Municipal de Educação adotou o projeto de valorização do patrimônio natural e cultural, produto deste trabalho de Tese, e iniciou uma série de transformações no Município buscando uma nova forma de relação entre a população e seus patrimônios. Como a criação do Museu Paleontológico de Maravilha “Otaviano Florentino Ritir” (Figura 78).

A Prefeitura iniciou em março de 2008, os primeiros estudos para implantação de um parque temático na periferia da cidade, composto por esculturas com os representantes da megafauna pleistocênica que habitou a região. A montagem do cenário é baseada nos estudos realizados nesta tese. O cenário é composto por indivíduos em todas as fases ontogenéticas, de filhotes aos indivíduos adultos, na tentativa de reconstituir seus modos de vida (Figura 79).

Os objetivos e as propostas adotadas em parceria com o município são:

- trazer alternativas para os moradores destas localidades através do turismo científico e cultural dentre outras atividades para geração de renda como um Parque Temático com enfoque nos sítios paleontológicos;
- fortalecer as educações: ambiental, cultural e patrimonial para os moradores locais inserindo o tema na rede municipal e estadual de ensino no município, bem como para os visitantes;
- construir um museu presencial (*ex situ*) na área urbana do município de Maravilha, o qual foi inaugurado em 18 de maio de 2007, e um museu de campo (*in situ*), na área onde os fósseis foram encontrados e pesquisados. Alguns fósseis estão sendo mantidos no tanque para o referido museu.



Figura 78. Frente do Museu Paleontológico de Maravilha “Otaviano Florentino Ritur”, com escultura de um tigre-dentes-de-sabre em primeiro plano.



Figura 79. Reconstituição dos mamíferos da megafauna para o Parque Temático de Maravilha (maquete digital).

- construir um abrigo para proteger os fósseis contra a ação do intemperismo, e passarelas para passagem dos visitantes sem danificar os fósseis no museu *in situ*.

- criar uma logomarca para o Parque temático, a qual está representada por um tigre-dentes-de-sabre, infantilizado e cujo nome “Zamba” (Figura 80), foi escolhido em eleição pela população do município. O nome dado ao mascote reflete a forma como a população da região refere-se aos fósseis a mais de três gerações, passando de geração em geração essa explicação: Para eles “...zamba era um bicho muito grande que viveu aqui e que não tinha junta (articulações), por isso ele só podia dormir em pé, encostado nas árvores, se deitasse, ele não podia se levantar e morria. Os ossos a chuva levou para dentro dos buracos...” (Santos A. dos comunicação verbal). A relação dessa população, com os fósseis é muito antiga. Moradores da zona rural guardam fósseis e os utilizam como remédios há mais de 50 anos, raspando sua superfície, fervendo em água e oferecendo para as pessoas que estão com algum tipo de dor ou inflamação. Essa relação e esses conceitos é o que se chama aqui de “Etnopaleontologia”.



Figura 80. Imagem do “ZAMBA” mascote e símbolo do Parque temático. (Arte: Eduardo, 2008).

- sinalização turística para ser colocada no acesso ao município e em vias públicas;

- confecção de cartões postais e vídeos educacionais para serem exibidos nos municípios e em escolas públicas e particulares da região;
- criação de um *site* na Internet para divulgação do parque temático;
- padronização das lixeiras, já implantadas no município, e orelhões com figuras da fauna extinta e contemporânea (Figura 81);



Figura 81. Uma das dez Lixeiras temáticas na praça central do município de Maravilha (AL). Com a reconstituição de um *Panocthus*. Volume para 100 litros.

- palestras de conscientização para a comunidade com a formação de guias e multiplicadores;
- participação em eventos através de feiras de cultura com *stande* (Figura 82) para apresentação do município em feiras e eventos turísticos e culturais, além da divulgação do artesanato local;



Figura 82 - Modelo do *stand* para feiras e eventos.

- construção de um mirante no alto da serra da Caiçara com apoio para observações astronômicas; confecção de esculturas no perímetro urbano e no entorno de Maravilha em tamanho real com os animais da megafauna que habitaram a região; (Figuras 83, 84).



Figura 83. Escultura de preguiça-gigante na praça central da central da cidade de Maravilha (AL). Com 5m de altura.



Figura 84. Escultura de Toxodonte próximo a área destinada ao museu *in situ*, Fazenda Ovo da Ema, Maravilha (AL).

As figuras anteriores mostram em que nível encontra-se o projeto do parque Temático de Maravilha, cuja inauguração oficial da primeira fase aconteceu no dia 18 de maio de 2007. As próximas etapas devem incluir a conclusão do museu *in situ*, construção de trinta esculturas dos animais da megafauna no parque da cidade, implantação do programa de educação ambiental, patrimonial e cultural e geração de empregos e renda para a população do município de Maravilha.

As etapas que virão devem representar um grande avanço para a região que necessita se projetar entre os municípios alagoanos, buscando novas fontes de renda e desenvolvimento, com a melhoria da qualidade de vida de sua gente. Nada mais justo que se utilize de forma orientada, equilibrada, ética e responsável, dentro do que permite a legislação brasileira, dos fósseis que direta ou indiretamente fazem parte de suas vidas.

ANEXO B

Quadro Anexo B; Material de estudo depositado na Coleção Científica de Vertebrados do Laboratório de Geologia e Paleontologia do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (LGP-MHN-UFAL).

SGP- MHN-UFAL – 0006v	C – 70 mm L – 120 mm A – 260 mm	Vértebra torácica de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0009v	C – 90 mm L – 260 mm A – 120 mm	Atlas de <i>Stegomastodon waringi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0015v	C – 40 mm L - 40 mm A – 80 mm	Dente fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0017v	C – 40 mm L – 40 mm A – 70 mm	Dente fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0023v	C – 560 mm L 190 mm A – 80 mm	Úmero fragmentado de <i>Eremotherium. laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0024v	C – 110 mm L 60 mm A – 90 mm	Dente molar fragmentado de <i>Stegomastodon. waringi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0025v	C – 60 mm L – 35 mm A – 80 mm	Dente fragmentado de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0037v	C - 50 mm L – 30 mm A – 175 mm	Dente fragmentado de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0038v	C – 60 mm L – 30 mm A – 160 mm	Dente fragmentado de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0039v	C – 100 mm L – 80 mm A – 60 mm	Dente molar fragmentado de <i>Stegomastodon waringi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0041a - v	C - 10 mm L – 30 mm A – 70 mm	Mandíbula fragmentada de <i>Palaeolama major</i>
SGP- MHN-UFAL – 0041b - v	C – 30 mm L - 15 mm A – 30 mm	Dente molar fragmentado de <i>Palaeolama major</i>
SGP- MHN-UFAL – 0043v	C – 720 mm L – 370 mm A – 140 mm	Fêmur de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0044v	C – 370 mm L – 110 mm A – 150 mm	Ramo mandibular esquerdo de <i>Stegomastodon waringi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0050v	C – 40 mm L – 20 mm A – 10 mm	Dente canino de Felidae
SGP- MHN-UFAL – 0052v	C – 96 mm L – 30 mm A – 20 mm	Falange distal de <i>Palaeolama major</i>

SGP- MHN-UFAL – 0053a e b- v	C – 20 mm L – 20 mm A – 40 mm	Dente molar de <i>Equus (Ameghino) neogaeu</i> em bloco de calcrete
SGP- MHN-UFAL – 0055v	C – 750 mm L – 370 mm A – 200 mm	Fêmur de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0056v	C – 500 mm L – 220 mm A – 140 mm	Tíbia de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0057v	C – 470 mm L – 130 mm A – 40 mm	Fíbula de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0058v	C – 430 mm L – 70 mm A – 190 mm	Ramo mandibular esquerdo de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0059v	C – 310 mm L – 80 mm A – 40 mm	Costela fragmentada de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0060v	C – 240 mm L – 80 mm A – 70 mm	Matatarso de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0061v	C – 330 mm L – 60 mm A – 80 mm	Clavícula de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0062v	C – 520 mm L – 260 mm A – 110 mm	Úmero fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0063v	C – 40 mm L – 40 mm A – 120 mm	Dente fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0064v	C – 30 mm L – 30 mm A – 90 mm	Dente fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0068v	C – 35 mm L – 40 mm A – 60 mm	Dente molar fragmentado de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0088v	C – 40 mm L – 20 mm A – 55 mm	Dente molar fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0089v	C – 45 mm L - 20 mm A – 40 mm	Dente molar fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0091v	C – 60 mm L – 40 mm A – 35 mm	Falange média de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0094v	C – 130 mm L – 50 mm A – 40 mm	Falange distal de <i>Eremotherium laurillardi</i>

SGP- MHN-UFAL – 0095v	C – 35 mm L – 50 mm A – 55 mm	Vértebra caudal de <i>Xenorhinotherium bahiense</i>
SGP- MHN-UFAL – 0096v	C – 70 mm L – 50 mm A – 70 mm	Vértebra caudal de <i>Xenorhinotherium bahiense</i>
SGP- MHN-UFAL – 0098v	C – 280 mm L – 200 mm A – 120 mm	Tíbia fragmentada de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0102v	C – 130 mm L 100 mm A – 60 mm	Calcâneo Direito de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0103v	C – 130 mm L – 90 mm A – 60 mm	Calcâneo esquerdo de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0108v	C – 480 mm L – 60 mm A – 40 mm	Costela fragmentada de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0119v	C – 80 mm L – 100 mm A – 100 mm	Corpo de vértebra de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0120v	C – 80 mm L – 120 mm A – 90 mm	Corpo de vértebra de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0122v	C – 60 mm L – 110 mm A – 90 mm	Corpo de vértebra de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0124v	C – 50 mm L – 20 mm A – 55 mm	Dente fragmentado de <i>Eremotherium laurillardi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0125v	C – 60 mm L – 35 mm A – 65 mm	Dente fragmentado de <i>Stegomastodon waringi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0128v	C – 40 mm L – 20 mm A – 75 mm	Dente fragmentado de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0129v	C – 60 mm L – 40 mm A – 50 mm	Dente fragmentado de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0134v	C – 65 mm L – 40 mm A – 40 mm	Dente fragmentado de <i>Stegomastodon waringi</i>
SGP- MHN-UFAL – 0136v	C – 40 mm L – 20 mm A – 70 mm	Dente no ramo mandibular fragmentado de <i>Toxodon</i> sp
SGP- MHN-UFAL – 0150v	C – 160 mm L – 200 mm A – 150 mm	Astrágalo de <i>Eremotherium laurillardi</i>