



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE LICENCIATURA PLÊNA E BACHARELADO EM CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS**

**JULIANA CARLA SILVA DE CARVALHO**

**ANÁLISE TAFONÔMICA DO *HAPLOMASTODON WARINGI*,  
ESCAVADO NA LAGOA SALGADA, AREIAL, PARAÍBA**

CAMPINA GRANDE – PB  
2012

**JULIANA CARLA SILVA DE CARVALHO**

**ANÁLISE TAFONÔMICA DO *HAPLOMASTODON WARINGI*,  
ESCAVADO NA LAGOA SALGADA, AREIAL, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Juvandi de Souza Santos

CAMPINA GRANDE – PB

2012

C331a Carvalho, Juliana Carla Silva de.  
Análise Tafonômica do *Haplomastodon waringi*,  
escavado na Lagoa Salgada, Areial, Paraíba  
[manuscrito] / Juliana Carla Silva de Carvalho. –  
2012.  
46 f. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em  
Biologia) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro  
de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.  
“Orientação: Prof. Dr. Juvandi de Souza Santos,  
Departamento de História”

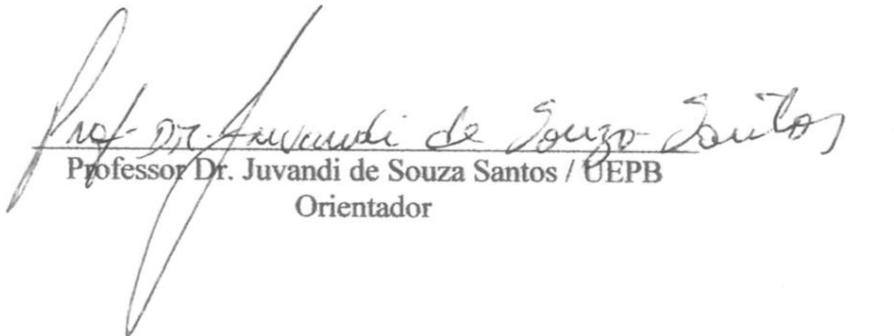
1. Megafauna. 2. Paleontologia. 3. Tafonomia. I.  
Título.

**JULIANA CARLA SILVA DE CARVALHO**

**ANÁLISE TAFONÔMICA DO *HAPLOMASTODON WARINGI*,  
ESCAVADO NA LAGOA SALGADA, AREIAL, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovada em 02, Julho, 2012.  
Nota: 9,8.

  
Professor Dr. Juvandi de Souza Santos / UEPB  
Orientador

  
Professor Dr. André Luiz Machado Pessanha / UEPB  
Examinador

  
Professor Mestrando Thomas Bruno Oliveira  
Examinador

## **DEDICATÓRIA**

A minha mãe, Adelaide Sancho de Carvalho, pela dedicação,  
companheirismo e bons conselhos, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter me concedido paciência, criatividade e sabedoria, além de colocar em meu caminho pessoas que me ajudaram a chegar até aqui.

Aos meus familiares, especialmente a minha mãe Adelaide Sancho de Carvalho, pelo apoio e por ter suportado noites sem dormir devido à luz ligada durante noites e noites nas quais eu escrevia o TCC. Agradeço as minhas irmãs, Daiana Carla de Carvalho e Jusciana Carla Silva de Carvalho, ao me incentivarem.

Ao meu pai Afonso Carlos da Silva, pelo seu esforço para ter suas filhas formadas, demonstrando a todos o seu orgulho por isso.

Ao meu orientador Dr. Juvandi de Souza Santos, que durante o tempo de estágio, me concedeu boas risadas pelo seu jeito louco e divertido, além de ser um pesquisador de conhecimento impar, dando-me oportunidade para aprender muito.

Ao professor de Paleontologia Dr. Márcio Travaglia Mendes, que me proporcionou conhecer os fósseis, fazendo-me ficar cada vez mais apaixonada pelo estudo da vida, para realizar um sonho de infância. Também o agradeço por ter me ajudado no início de minha pesquisa e por boas conversas sobre o seu modo simples e ao mesmo tempo complexo de ver a vida.

Agradeço ao meu namorado Ednaldo Barbosa Laurentino Junior, por ter me apoiado e suportado os meus momentos de estresse.

Aos professores que me incentivaram a continuar neste caminho, além de amigos que me apoiaram com palavras de carinho e incentivo.

Agradeço também ao 17º Grupo de Escoteiros do Ar Santos Dumont, cujo Escotistas e Membros Juvenis entenderam e me apoiaram na difícil decisão de afastamento, para poder ter uma melhor dedicação ao fim de meu curso e ao TCC.

A todos que me ajudaram direta e indiretamente, tenham o meu sincero e simples agradecimento.

"Se tiver o hábito de fazer as coisas com alegria, raramente encontrará situações difíceis."

*Lord Robert Baden Powell.  
Fundador do Movimento Escoteiro*

## RESUMO

No Sítio Lagoa Salgada, localizado no município de Areial, Estado da Paraíba, foi encontrado, o proboscídeo *Haplomastodon waringi*, animal representante da Megafauna no Período do Pleistoceno, de ampla distribuição na América do Sul, sendo considerado uma espécie endêmica. Tal achado serve de subsídio para determinar o paleoambiente do final do Pleistoceno e início do Holoceno da região em que o mastodonte foi encontrado. Levando em consideração os poucos estudos paleontológicos no Estado, sobretudo em Tafonomia, este trabalho contribui para mudar este fato, realizando uma interpretação paleoambiental, a partir de informações tafonômicas investigadas partindo das feições sedimentológicas, bioestratinômicas e diagenéticas dos fósseis. Foram exumados ossos completos, sendo a maioria fragmentados, totalizando 309 peças tombadas, dentre as peças completas, estão as vértebras e peças com elevado grau de fragmentação, impossibilitando a identificação da maioria das peças. Na fase de bioestratinomia, através do padrão em que as referidas peças foram encontradas, foi possível observar que o animal morreu *in situ*, não havendo transporte significativo, pois, apesar de apresentarem desarticulação, peças pequenas e vértebras localizavam-se próximas. Com os padrões de quebra, pôde-se verificar que houve demora para ser soterrado, o que pode ter possibilitado o ataque de carniceiros e predadores, e o pisoteamento, resultando, deste modo, no alto grau de fraturas nos fósseis. Na fase de diagênese, verificou-se a permineralização como o tipo de fossilização, pois os fósseis apresentavam minerais que preencheram as cavidades ósseas. Com tais análises, foi possível evidenciar que na região em que estava inserido o mastodonte, secas prolongadas fizeram que as reservas hídricas secassem o que provocava a constante procura destas reservas, deste modo, o *H. waringi* em questão, poderia estar em busca de água, porém encontrou-se preso ao sedimento, padecendo de fome, sede e ataque de predadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Megafauna. Tafonomia. Paleontologia. Paleoambiente.

## ABSTRACT

In the lands of the Lagoa Salgada farm, located in the city of Areal, Paraíba State, was found the proboscídeo *Haplomastodon waringi*, animal representative of the Period of the Pleistocene megafauna, a wide distribution in South America and is considered an endemic species. This finding may help in determining the paleoenvironment of the Late Pleistocene and early Holocene in the region which the mastodon was found. Considering the few paleontological studies in the state, especially in Taphonomy, this work contributes to change this fact, making an interpretation of paleoenvironmental from taphonomic information investigated to determine conceruins sedimentary, biostratinomic and diagenetic features of the fossils. Complete bones were exhumed, mostly fragmented, totaling 309 pieces tumbled, among complete parts, such as vertebrae, and parts with a high degree of fragmentation, difficulting the identification of most of the parts. In phase biostratinomia, through the pattern in which these pieces were found, it was observed that the animal died in situ, what showed that don't there was significant transport, because, despite showing disarticulation, small parts and vertebrae were located nearby. With the patterns of breakage, it was observed that wasn't buried immediately, which would have enabled the attack of predators, scavengers, and trampling, resulting, thus, in a high degree of fractures in the fossils. In phase diagenesis, was verified the permineralization as the type of fossilization, since the fossils exhibited minerals that filled the bone cavities. With such analyzes, it was observed that in the region that was located the mastodon, prolonged droughts have dried up the water reserves which led to the constant demand for these backlog of water, therefore, *H. waringi* in question might be in search of water, but found himself trapped in the sediment, suffering from hunger, thirst and attack by predators.

**KEYWORDS:** Megafauna. Taphonomy. Paleontology. Paleoenvironmental.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1 -</b>	Escavação do <i>Haplomastodon waringi</i> no município de Areial-PB - Lagoa Salgada .....	12
<b>FIGURA 2 -</b>	"Reconstituição da cabeça de <i>Haplomastodon waringi</i> (Holland), mastodonte que viveu no Brasil durante o Pleistoceno" (Fonte: Mendes, 1982) .....	23
<b>FIGURA 3 -</b>	Mapa geográfico modificado, com a localização do município de Areial, Estado da Paraíba .....	25
<b>FIGURA 4 -</b>	Vista aérea do Sítio Lagoa Salgada, no município de Areial. Localização da lagoa em período de estiagem .....	26
<b>FIGURA 5 -</b>	Paisagem da Lagoa Salgada, onde ao fundo, está representado o local da escavação .....	26
<b>FIGURA 6 -</b>	Vista aérea do Sítio Lagoa Salgada, mostrando a localização dos municípios de Areial e Montadas e da rodovia estadual PB-121 .....	27
<b>FIGURA 7 -</b>	Disposição das quadrículas na escavação .....	28
<b>FIGURA 8 -</b>	Embalsamento de alguns fósseis quando retirado (exumado) do <i>Haplomastodon waringi</i> .....	28
<b>FIGURA 9 -</b>	Detalhes das disposições dos fósseis nas quadrículas na escavação.....	29
<b>FIGURA 10 -</b>	Estantes em que se encontram os fósseis do <i>H. waringi</i> . Acervo do LABAP-UEPB .....	30
<b>FIGURA 11 -</b>	Vértebras cervicais e torácica, selecionadas para a sala de exposição .....	31
<b>FIGURA 12 -</b>	Fotos de vértebras do <i>H. waringi</i> .....	34
<b>FIGURA 13 -</b>	Fotos de osso longo (A) e de fragmento da escápula (B), mostrando detalhes de fraturas irregulares .....	35
<b>FIGURA 14 -</b>	Fósseis que apresentam fraturas regulares, indicadora de quebras pós o processo de fossilização .....	35
<b>FIGURA 15 -</b>	Fotos de fósseis fragmentados .....	36
<b>FIGURA 16 -</b>	Peça óssea que demonstra alterações físicas durante a diagênese .....	37
<b>FIGURA 17 -</b>	Fotos feitas através do microscópio digital, indicadoras das colorações encontradas no material fóssil .....	37
<b>FIGURA 18 -</b>	Detalhes da mesma peça da figura anterior, mostrando as marcas de intemperismo .....	38
<b>FIGURA 19 -</b>	Reconstituição artística do paleoambiente da Lagoa Salgada .....	39
<b>FIGURA 20 -</b>	Reconstituição do momento em que o mastodonte ficou preso ao sedimento .....	40
<b>FIGURA 21 -</b>	Desenho que reconstrói o momento da morte do mastodonte .....	41
<b>FIGURA 22 -</b>	Desenho que reconstrói o mastodonte após o processo de soterramento .....	41
<b>FIGURA 23 -</b>	Fotos de algumas peças fósseis .....	45

## **LISTA DE SIGLAS**

UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
LAPAP-UEPB	Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB
SPA	Sociedade de Paraibana de Arqueologia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	15
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
4.1 TAFONOMIA .....	16
4.2 PALEOAMBIENTE, EXTINÇÕES E A MEGAFUNA DOS SERTÕES .....	19
4.3 SOBRE O <i>Haplomastodon waringi</i> .....	22
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
5.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA .....	25
5.2 ESCAVAÇÃO .....	27
5.3 MATERIAL .....	30
5.4 METODOLOGIAS DE TRABALHO .....	31
5.4.1 Material .....	31
5.4.2 Tafonomia .....	31
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
6.1 ANÁLISES TAFONÔMICAS .....	33
6.1.1 Fase bioestratinômica.....	33
6.1.1.1 Representatividade óssea .....	33
6.1.1.2 Quebras e desarticulação .....	34
6.1.2 Fase diagenética .....	37
6.1.3 Feições sedimentológicas .....	38
6.2 CONSIDERAÇÕES PALEOAMBIENTAIS .....	38
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>APÊNDICE</b> - Fotos de algumas peças fósseis .....	45
<b>ANEXO</b> - Digitalização da fixa de controle de decampagem.....	46

## 1 INTRODUÇÃO

Os fósseis são testemunhos de uma grande diversidade da vida pré-histórica. São restos ou vestígios de animais ou plantas preservados nas rochas. Os restos consistem, predominantemente em elementos (ossos, conchas, etc) e os vestígios são produzidos ainda em vida, como pistas, pegadas, perfurações, coprólitos<sup>1</sup>, entre outros tipos de testemunhos, sendo referidos como icnofósseis (MENDES, 1982).

Após a morte dos organismos, no ciclo natural da vida, as partes moles entram em processo de decomposição devido à ação das bactérias, e as partes duras ficam sujeitas às condições ambientais, culminando com a sua destruição total. A fossilização é o processo que foge a essa regra. No decorrer do tempo, apenas uma pequena parte das espécies conseguem preservar-se nas rochas (CASSAB, 2004).

O soterramento rápido é fundamental em quase todos os casos, pois proporciona proteção imediata. Partes duras dos organismos como conchas, ossos e dentes, possuem uma melhor capacidade de conservação. As melhores condições de fossilização encontram-se, em geral, nos fundos dos mares e lagos (MENDES, 1965), sendo este último o caso deste trabalho. Segundo Mendes (1982), o ambiente que é mais favorável para a fossilização é o marinho, não somente pela extensão e condições adequadas, mas também pela grande diversidade que este ambiente oferece.

Geralmente, os restos de organismos desprovidos de partes resistentes não se conservam (MENDES, 1982), embora possam deixar suas impressões em rochas. Segundo o mesmo autor, a fossilização pode acontecer sem a alteração das partes duras, como no caso da permineralização, que consiste no preenchimento dos poros ou pequenas cavidades do objeto por um mineral presente no sedimento.

Santos (2009a) comenta que o estudo dos fósseis da megafauna pleistocênica, são importantes para 1) o conhecimento das riquezas e da diversidade faunística do período; 2) das condições geoambientais (climáticas e florísticas), pluviométricas e hidrológicas adversas das atuais; 3) existência de vegetação de pradarias e de florestas mais abertas, com o solo rico em gramíneas e árvores com características diferentes das atuais, provavelmente perenifólias<sup>2</sup>, caracterizando, portanto, uma época mais úmida, mas um clima quente, coincidente com o atual.

---

1 São os restos fecais fossilizados, que podem ser relacionados através das características morfológicas dos animais que os produziram e informam a respeito dos hábitos alimentares (MENDES, 1982).

2 Folhas que não caem mesmo em período de estiagem.

Com os diversos fósseis da megafauna encontrados em tanques e lagos da Paraíba do Pleistoceno<sup>3</sup>, pode-se perceber que o ambiente dos Sertões do Estado, mudou ao longo dos últimos dez mil anos. O estudo da megafauna pleistocênica e suas famílias testemunham as mudanças climáticas que ocorreram no final do Pleistoceno e início do Holoceno, acerca de 10 mil anos (SANTOS, 2009b).

Neste trabalho serão descritas feições tafonômicas de fósseis do *Haplomastodon waringi* Holland, 1920, descoberto na Lagoa Salgada ou Lagoa Encantada (Figura 1), localizada no Município de Areal, Paraíba.

Este jazigo fóssil é conhecido desde março de 2006, onde se pode identificar *in loco*, duas espécies de mamíferos, *Erematherium laurielord* e *Haplomastodon waringi* (SANTOS, 2008).



Figura 1 – Escavação do *Haplomastodon waringi* no município de Areal-PB - Lagoa Salgada (2009).

A presença do *Haplomastodon waringi*, espécie típica do Brasil, serve de testemunha que a vegetação no final do Pleistoceno e início do Holoceno deveria ser diferente do que é observada atualmente sendo mais rica em gramíneas e folhas já que esta espécie necessitava de uma grande quantidade de vegetais para manter sua estrutura (SANTOS, 2009b). O *H. waringi* teve uma ampla distribuição na América do Sul. Sendo considerado por Cartelle

3 Tempo geológico que se refere ao período do Quaternário que ocorreu entre 2 milhões a 11 (ou 10) mil anos AP (SANTOS, 2008).

(1999) uma espécie autóctone, sendo provavelmente um herbívoro generalista, que incluía grama, folhas e ramos mesmo pequenos em sua dieta.

É fundamental o estudo dos fósseis para se obter o conhecimento dos diferentes organismos que já viveram neste planeta, os quais também contribuem para evidenciar a ocorrência da evolução. Além disso, é importante para sensibilizar a população para a preservação dos fósseis, uma vez que há muitos problemas com a destruição de fósseis por vandalismo.

A tafonomia é um ramo da paleontologia que estuda os processos de fossilização desde a morte do organismo e sua transformação físico-química ao longo do processo de fossilização. Com tal estudo é possível observar o processo de necrólise<sup>4</sup>, desarticulação e transporte, que é intimamente ligado às questões geológicas e paleoambientais que levaram o organismo à morte, fornecendo importantes informações a respeito sobre as condições ambientais, o que ajuda na reconstituição de hábitos e hábitats (HOLZ E SIMÕES, 2002).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo a identificação e interpretação tafonômicas observadas, as quais incluem fraturas, marcas de desgaste, de dessecação, além de padrões preservacionais e diagnósticos paleoambientais do *Haplomastodon waringi* escavado na Lagoa Salgada encontrada no município de Areial, Estado da Paraíba.

---

4 Processo de decomposição dos tecidos vivos, na presença ou ausência do oxigênio (HOLZ; SIMÕES, 2002).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

- Identificar e interpretar feições tafonômicas, enfocando padrões preservacionais e paleoambientais do *Haplomastodon waringi* Holland, 1920, escavado na Lagoa Salgada ou Lagoa Encantada, encontrada no município de Areial, Estado da Paraíba.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Investigar feições sedimentológicas, bioestratinômicas e diagenéticas para obter um modelo tafonômico do *Haplomastodon waringi*;
- Interpretar o paleoambiente em que estava inserido o *Haplomastodon waringi*, bem como do Nordeste.

### 3 JUSTIFICATIVA

Os fósseis são protegidos por lei (Decreto-Lei nº 4146 de 4 de março de 1942) e devem ser preservados e divulgados. Devido a sua importância científica e histórica para o entendimento da vida na Terra, os fósseis são considerados Patrimônio Cultural da Humanidade. São importantes ferramentas para entender a história da vida, bem como a história da Terra.

No Nordeste, existe ausência de análises tafonômicas detalhadas, o que dificulta o reconhecimento de padrões deposicionais e preservacionais no estudo, resultando em pesquisas paleoecológicas pouco confiáveis e superficiais (ARAÚJO-JÚNIOR et al., 2011a). Portanto, há necessidade de haver, cada vez mais, pesquisas em tafonomia.

A tafonomia é uma área relativamente recente em nosso país (HOLZ; SIMÕES, 2002). Com ela, podem-se estudar os processos envolvidos na formação de camadas fossilíferas, na compreensão da história de formação de uma tafocenose<sup>5</sup>. Através do estudo dos fósseis é possível identificar o paleoambiente<sup>6</sup>, idade de rochas, o movimento dos continentes e a variação do clima da Terra, fornecendo evidências sobre as condições ambientais às quais a paleobiota estava sujeita, enriquecendo a reconstituição dos hábitos e habitats.

Com os dados obtidos com a tafonomia, podem-se conhecer os processos atuantes na história preservacional dos restos da megafauna pleistocênica, o que permite a expansão e refinamento da pesquisa paleomastozoológica (PORPINO; SANTOS, 2002), assim como no que diz respeito ao paleoambiente.

Entender o passado nos permite também entender o presente. Analisar o processo de fossilização, assim como o paleoambiente, nos dá dados importantes para a compreensão do que ocorreu em milhares de anos.

---

3 “Assembléia soterrada e suas marcas e sinais (pegadas, rastros, ovos etc)” (HOLZ; SIMÕES, 2002).

6 O termo “paleo” refere-se a antigo, logo, “ambiente antigo” em que os animais pré-históricos viviam.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 TAFONOMIA

Segundo Holz e Simões (2002), a tafonomia é o estudo "desde a morte do organismo até a etapa da retirada do fóssil da rocha".

Em sua etimologia, tafonomia vem do grego: *tafos* = sepultamento; *nomos* = leis (MENDES, 1982), e refere-se ao estudo dos processos de preservação e como eles afetam a informação no registro fóssilífero, compreendendo duas divisões: a bioestratinomia, que engloba a história sedimentar dos restos esqueléticos até o soterramento, incluindo possíveis causas da morte, decomposição, transporte e soterramento; e a diagênese, que entende os processos físico-químicos que transformam um depósito sedimentar em uma rocha (HOLZ; SIMÕES, 2002).

Na etapa de bioestratinomia do trabalho de Porpino, Santos e Bergqvist (2004), por exemplo, comprovaram que a preservação de pequenas peças do material de estudo e o grande número de pequenos fragmentos na parte mais profunda da ravina<sup>7</sup> que encontraram os fósseis, é um indicativo de que o material foi levado para a fenda quando ela encontrava-se no começo do estágio de desenvolvimento, ocasião em que a probabilidade de retenção de elementos esqueléticos de maior tamanho seria menor.

Já na fase de diagênese, o mesmo trabalho relatado anteriormente, mostrou que o estudo das lâminas verificou nos fósseis, o processo de fossilização por permineralização, por material variado e substituição por mineral opaco, provavelmente limonita, de larga ocorrência na região estudada.

Segundo Holz e Simões (2002), dados bioestratinômicos, aplica-se na sedimentologia e estratigrafia, contribuindo para o esclarecimento dos processos sedimentológicos responsáveis pela gênese das concentrações fóssilíferas. Um estudo tafonômico torna-se importante no momento de se estabelecer correlações faunísticas, pois quando se verifica mescla temporal (*time-averaging*) os dados são afetados, já que em uma mesma concentração podem coexistir fósseis de idades distintas<sup>8</sup>.

---

7 Fenômeno geológico que consiste na formação de erosão no solo, causados pela chuva e intempéries, em solos onde há pouca vegetação.

8 Esse processo demonstra, até certo ponto, o processo de remeximento pelo qual passa os fósseis quando seu processo natural de encobrimento por sedimentos, ou mesmo a ação de carniceiros que destroem e transportam para locais diversos os restos mortais das espécies de animais.

Através de estudos quanto ao tipo de preservação, é possível identificar as diferentes idades de deposição (*time-averaging*). Como observado por Machado, Scherer e Oliveira (2011), onde os diferentes tipos de preservações, com incrustação, ou não, poderiam indicar as idades de deposição ou diferenças pré-diagenéticas, onde os ossos sofreram mineralização, poderiam ter passado algum tempo no interior do sedimento, sofrendo o processo de diagênese, quando foram reexumados e transportados para o tanque em estudo. Porém, qualquer uma das alternativas indicava mistura temporal do material.

Mendes (1988) citado por Holz e Simões (2002), explica que nos processos de diagênese, são possíveis de separar em três categorias. a) Preservação total (quando ocorre a mumificação, congelamento, resina e em asfaltos naturais); b) Preservação sem alterações dos restos esqueléticos (incrustação e permineralização); e c) Preservação com alterações (formação de moldes, recristalização, carbonificação, dissolução e formação de contramoldes e pseudomorfos).

O processo de permineralização foi observado no trabalho de Santos et al. (2002), que "consiste no preenchimento da porosidade dos ossos por sedimentos e material precipitado". Tal processo também foram encontrados trabalhos de Dantas e Tasso (2007).

Com o estudo tafonômico, por exemplo, é possível identificar também se houve ataque de carniceiros através do padrão de marcas presentes nos ossos (ARAÚJO-JÚNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2011), bem como a ocorrência de enxurradas quando há presença de mistura temporal (DANTAS; TASSO, 2007; SILVA, 2001).

Em relação ao intemperismo que os ossos sofrem ao longo da fossilização, o tafonomo pode classificar em diferentes estágios. Segundo Behrensmeyer (1978) apud Faria et al. (2011), estes estágios podem ser:

- Estágio 0: A superfície do osso encontra-se inalterada.
- Estágio 1: Os ossos apresentam leves rachaduras em sua superfície, sendo geralmente paralelas à estrutura do osso.
- Estágio 2: Apresenta sinais de escamação da superfície, expondo a camada interna, apresentando quebras angulosas nas extremidades.
- Estágio 3: A superfície do osso torna-se áspera, com rachaduras que podem expor partes da textura fibrosa. A atividade do intemperismo ataca principalmente o tecido externo do osso.

- Estágio 4: O intemperismo estilhaça e lasca a superfície óssea, penetrando nas cavidades. A superfície torna-se fibrosa, podendo se romper parcialmente quando o osso é movimentado.
- Estágio 5: O osso está bastante alterado pelos agentes do intemperismo, dificultando sua identificação. Pode facilmente quebrar-se caso seja movimentado.

Através desta classificação, Faria et al. (2011) pode classificar os fósseis estudados nos estágios 1 ao 5, deixando de ser observado o estágio 0. O estágio 3 apresentou maior percentual (41,7%), o que evidenciou na pesquisa os restos estudados ficaram expostos na superfície do solo por um período de no mínimo 4 anos.

O intemperismo deixa marcas de dessecação nos ossos, como por exemplo, as fraturas observadas ao longo do maior eixo de ossos longos e fraturas em forma de mosaico nas regiões de articulações dos elementos esqueléticos dos fósseis (BERGQVIST, ALMEIDA E ARAÚJO-JÚNIOR, 2011).

Com a tafonomia, é possível recriar o ambiente em que estavam inseridos os indivíduos, como, por exemplo, a presença de folhas carbonizadas, indicou a existência de uma cobertura vegetal na região próxima ao tanque estudado por Dantas e Tasso (2007), o que justificou a fauna herbívora que foi encontrada.

Diferentes termos podem ser utilizados no estudo dos fósseis. Associações que os organismos constituem em vida, cada uma delas adaptadas ao seu determinado ambiente, recebem o nome de *biocenose* (grego *bios* = vida + *koinos* = em comum) sendo que as partes do ambiente que ocupam, são chamadas de *biótipos* (grego *topos* = lugar). Já o conjunto de restos esqueléticos de vários animais acumulados em um sítio, denomina-se *tanatocenose* (grego *thanatos* = morte), porém, quando a tanatocenose se encontra recém-soterrada, é chamada de *tafocenose* (MENDES, 1982).

Deste modo, um único achado paleontológico, pode-se encontrar diversos tipos de organismos preservados, o que contribui para informações importantes para o paleoambiente e paleoecologia, além de eventos exógenos que contribuíram para a formação da tanatocenose (LOPES; BUCHIMANN; CARON, 2002; PORPINO; SANTOS; BERGQVIST, 2004; DANTAS; TASSO, 2007; OLIVEIRA et al., 2009; RIBEIRO; CARVALHO, 2009).

## 4.2 PALEOAMBIENTE, EXTINÇÕES E A MEGAFUNA

O registro da História da Terra é preservado nas rochas e os fósseis são capazes de indicar que o planeta passou por longos períodos alternados de aquecimento global e resfriamento. Nos últimos 18 mil anos, no Pleistoceno, ocorreram mudanças drásticas do clima conduzindo para mudanças significativas como no volume do gelo, nível do mar, temperatura. O que influenciou as regiões de baixas latitudes, ocasionando extremos climáticos que determinaram a distribuições geográficas dos animais e plantas (FRAKES et al., 1994 apud VIANA et al., 2007).

Paleoambientes são os ambientes naturais do passado, capazes de serem estudados por meio, principalmente, dos restos fósseis dos animais e vegetais que viveram no planeta. Através dos fósseis pode-se reconstruir o meio natural em que certas espécies viveram e desapareceram e as possíveis causas das mudanças ambientais (SANTOS, 2009b).

Durante os últimos 200 milhões de anos, grandes carnívoros e megaherbívoros<sup>9</sup> foram dominantes na maioria dos ecossistemas. Com poucas exceções, principalmente na África, estes animais se tornaram mundialmente extintos pelo final do Pleistoceno (DONLAN, 2006).

Por dezenas de milhões de anos, a megafauna dominou o globo, interagindo fortemente e coevoluindo com outras espécies e influenciando ecossistemas inteiros. Mas, a partir de cerca de 50 mil anos atrás, esses animais começaram a serem extintos. Hoje, a megafauna habita menos de 10% do planeta (DONLAN, 2009).

O que se sabe sobre os ancestrais dos animais atuais da América do Sul foi obtido em descobertas de fósseis anteriores na Patagônia e outros locais, mas informações importantes sobre muitos desses antepassados permaneceram evasivas. Os paleontólogos sabiam, por exemplo, que preguiças e tamanduás surgiram há mais de 40 milhões de anos, assim como outras linhagens exóticas hoje extintas (incluindo certos marsupiais e notoungulados). No entanto, nenhum fóssil que representasse a segunda fase da história dos mamíferos sul americanos - entre cerca de 40 milhões e 30 milhões de anos atrás - havia sido descoberto (FLYNN; WYSS; CHARRIER, 2009).

A *Scientific American* em sua edição especial, de número 36, com o seguinte título: “O legado fóssil de gigantes”, traz uma coletânea de trabalhos que possuem temas sobre a megafauna pleistocênica. No capítulo escrito por Donlan “O retorno dos grandes animais da

---

9 Animal herbívoro de grande porte.

América”, explica que o desaparecimento desses animais desencadeou uma série de reações nos ecossistemas.

É possível perceber comparando essa interação com os animais atuais. Como no exemplo do trabalho de Donlan, no qual explica que na África, à medida que os elefantes se deslocam para determinada área, o fato de derrubarem árvores e pisotear o terreno, favorece o estabelecimento de outros tipos de plantas e animais. Leões e outros predadores controlam a população de herbívoros africanos, que, por sua vez, influenciam a distribuição de plantas e nutrientes do solo. O desaparecimento desses animais poderá gerar um colapso no ecossistema, causando a perda de biodiversidade e mudanças no ambiente. O que sugere ter ocorrido com o desaparecimento da megafauna pleistocênica.

Santos (2008), em trabalho realizado na prospecção de sítios paleontológicos no Estado, conseguiu identificar inúmeras espécies que teriam vivido na região durante o Pleistoceno (2 milhões a 10 mil anos a. C.), sendo extintos em definitivo no início do Holoceno.

O Pleistoceno, segundo o mesmo autor foi a Época que criou as condições necessárias para o desenvolvimento destes animais gigantes com a presença das grandes savanas, porém também gerou condições para a extinção desses animais. Podendo assim perceber que o gigantismo acontece quando o planeta fica mais frio, no Pleistoceno, à medida que a temperatura volta a se elevar, as condições de sobrevivência caem e as condições mudam, como no exemplo dado pelo autor, o Brasil que teve áreas de savanas que ficaram cada vez mais secas, se tornando a caatinga (SANTOS, 2008).

Com isso a caatinga se expandiu, homogeneizando o ecossistema. As chances de sobrevivência para os grandes mamíferos herbívoros foram reduzidos, e, na verdade, foram essas formas a experimentar as maiores taxas de extinção. Os achados paleontológicos mostram que a extinção particularmente afetou os megaherbívoros que habitaram as fronteiras de florestas. Os megamamíferos sobreviventes foram precisamente aqueles que toleraram ou dependia de hábitos de florestas (CARTELLE, 1999).

Outro ponto que pode ser discutido é a coexistência do homem com esses animais na região da Paraíba contribuindo para construção de novos ambientes. Para Santos (2009b), apenas é possível fazer analogias com outras regiões, demonstrando que os homens primitivos tiveram um papel preponderante na extinção da megafauna. Segundo o mesmo autor, dados como este poderia fornecer informações precisas tanto sobre o paleoclima da região como o próprio *mudus vivendi* do homem do período.

Já Galett (2004) expõe que outros pesquisadores, por sua vez, sugerem que as mudanças climáticas, foram o suficiente para eliminar a megafauna pleistocênica (CARTELLE, 1999). O aumento das chuvas e da temperatura, as savanas abertas teriam se reduzido em detrimento da expansão das florestas úmidas e fechadas, causando extinção pela falta de ambiente favorável. Ainda é possível encontrar evidências em sítios arqueológicos em algumas regiões (SANTOS, 2009a).

As características morfológicas, fisionômicas e florísticas que definem as savanas<sup>10</sup>, tem resultado de eventos climáticos que começaram a ocorrer no Terciário tardio e picos durante o Quaternário (Período em que os megaherbívoros dominaram), somado a um extenso processo de seleção exercida por solos distróficos e fogo, típico de ambientes secos que predominavam a região Neotropical no passado (PINHEIRO; MONTEIRO, 2010).

É possível que estes fatores tivessem sido a causa da extinção da megafauna sul americana. Santos (2009a) explica a diferença em termos de quantidade, comparando as espécies extintas da região com os animais que temos atualmente. No passado, devido a questões climáticas favoráveis, havia mais espécies do que hoje. Tudo isso corresponde ao final da Era Glacial no Hemisfério Norte e, lógico, a mudanças substanciais no Sul, resultando na extinção gradativa das espécies gigantes.

A alta pressão de caça ocasionada pelos paleoíndios<sup>11</sup>, segundo Galett (2004), teria causado um declínio acentuado nas populações dos megaherbívoros, juntamente com as mudanças no clima, que teriam fragmentado e reduzido a distribuição desses animais a locais com baixa qualidade nutricional, deixando-os mais vulneráveis à extinção local, tanto por humanos, como por fatores estocásticos.

O importante também é saber quais foram os efeitos da extinção da megafauna sobre os ecossistemas, pois, os mamíferos e aves, dependentes da megafauna como o *Smilodon* sp. (tigres-dente-de-sabre) e *Gymnogyps* sp. (condores) extinguiriam em consequência da extinção de suas presas (GALETT, 2004). Quando dezenas e grandes herbívoros nas Américas se tornaram extintos no final do Pleistoceno, importantes interações ecológicas e evolutivas, tais como frutívora e herbívora foram interrompidas e, posteriormente, a dispersão de sementes e, portanto, distribuições de muitas espécies de plantas foram alteradas (DONLAN, 2006).

---

10 Vegetação típica de ambiente semi-árido, que predomina árvores espaças e arbustos. Encontrado na África sendo semelhante à vegetação de caatinga e cerrado brasileiro.

11 Povos indígenas ancestrais estudados pelos arqueólogos.

Entretanto, de acordo com algumas espécies da megafauna conseguiram se adaptar a uma nova situação climática e sobreviver, adaptando-se e chegando até os dias atuais (SANTOS, 2009b) Como exemplo dos Canídeos, que teve um representante na megafauna pleistocênica do Nordeste do Brasil (*Protocyon troglodytes*) possuía o tamanho de um lobo grande e pesava em torno de 50 kg.

Com a quebra do equilíbrio do ecossistema, teve início ao processo de extinção, sobrevivendo na região os animais de pequeno porte, mais adaptáveis a nova situação do ambiente (SANTOS, 2009b). O final do Pleistoceno e início do Holoceno é o período marcado pela transição de um clima mais úmido para o semiárido nordestino (FARIA et al., 2011).

De acordo com Santos (2008), a presença do *H. waringi*, no que hoje chamamos de Nordeste Brasileiro, em especial nas áreas acaatingadas, serve de testemunho que a vegetação no final do Pleistoceno e início do Holoceno deveria ser diferente do que é atualmente, provavelmente mais rica em gramíneas e folhas e não tão seca como se apresenta hoje, já que este animal necessitava de uma grande quantidade de vegetais para manter sua estrutura.

A fauna identificada nas regiões no que é hoje a caatinga e o cerrado, apresenta um conjunto muito diversificado de habitats, gerando um mosaico de microrregiões que é difícil de analisar. Variações climáticas provavelmente desequilibraram o ecossistema diversificado, tornando-o mais homogêneo. É possível que o regime de chuvas foi alterado, alargando o período de seca e encurtando o período chuvoso, reduzindo assim as matas ciliares, que se tornou refúgio de espécies sobreviventes (CARTELLE, 1999).

#### 4.3 SOBRE O *Haplomastodon waringi*

Hoje, o gênero proboscídeo (gr. *Proboskis* = tromba), vivem apenas na África (*Loxodonta*) e na Ásia (*Elephas*), sendo que no passado, eram presentes em todas as partes do mundo, exceto na Austrália (MENDES, 1982).

Os mastodontes apresentavam os aspectos de elefante africano atual (Figura 2); no entanto, com o corpo mais baixo e alongado. Um macho adulto poderia alcançar 5 toneladas. Estes animais eram exclusivamente sul-americanos, enquanto que os Mamutes habitavam as áreas mais ao Norte do continente. Era um animal herbívoro e vivia em bandos, desaparecendo provavelmente no final do Pleistoceno, com as mudanças ambientais que tornaram escassa sua alimentação (SANTOS, 2008).

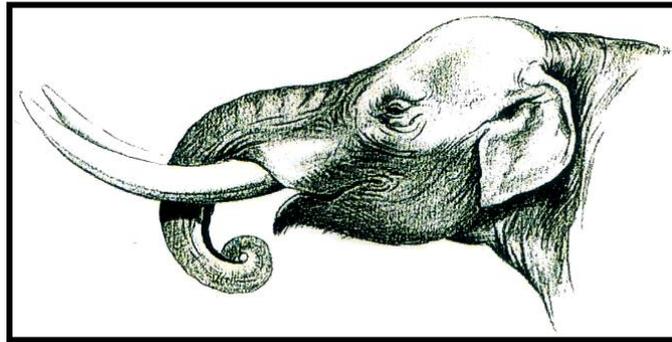


Figura 2 – "Reconstituição da cabeça de *Haplomastodon waringi* (Holland), mastodonte que viveu no Brasil durante o Pleistoceno" (MENDES, 1982).

No Nordeste, achados que evidenciam a presença do *Haplomastodon waringi* foram encontrados no Sertão de Alagoas (SILVA, 2001), em tanque no interior da Paraíba (DANTAS; TASSO, 2007).

Porém, diferente do que Mendes (1965) propôs mostrar que o gênero *Stegomastodon* estava restrito a região do Rio Grande do Sul (TUMELEIRO, 2008), atualmente há registros em São Paulo (GHILARD, 2011), além de Estados do Nordeste como no Rio Grande do Norte (ARAÚJO-JUNIOR; PORPINO, 2007), Pernambuco (SILVA et. al., 2010), Sergipe (DANTAS et al., 2011), Bahia (DANTAS; ZUCON, 2007; DANTAS; TASSO, 2007; RIBEIRO; CARVALHO, 2009) e Ceará (ARAÚJO-JUNIOR; PORPINO; BERGQVIST, 2011). Dentre eles estão trabalhos em que há suspeitas quanto ao material estudado se podem corresponder as espécies de *Stegomastodon waringi* ou *Haplomastodon waringi*.

Isto se deve ao fato de que as diferenças entre os dois gêneros referidos sejam pequenos (OLIVEIRA; BARRETO; ALVES, 2009), porém, Ferigolo et al., 1997 apud Oliveira, Barreto e Alves (2009), sugerem que a distinção está na presença de um forame diferente vertebral arterial (FVA) no atlas de *Haplomastodon*.

Segundo o trabalho de Santos (2009b), fósseis da megafauna são encontrados em várias regiões da Paraíba, sendo abundantes em lagoas e tanques<sup>12</sup>. Santos (2009a) aponta que era um animal representante da megafauna pleistocênica, já sendo detectado em várias localidades do interior da Paraíba, especialmente uma subespécie da família dos Gomphotherídeos, comum nos Sertões do Nordeste.

Os representantes mais antigos datam do Oligoceno (MENDES, 1965). Foram primeiramente encontrados no Egito, chegando à América do Norte tardiamente, no início do Pleistoceno, possivelmente, após a ligação entre as Américas. Sendo que os únicos

<sup>12</sup> "Os tanques fossilíferos são depressões naturais que se formam na superfície de rochas cristalinas de idade pré-cambriana, sendo de ocorrência muito comum na Região Nordeste do Brasil" (XIMENES, 2008) .

proboscídeos que viveram por aqui, foram os dos gêneros *Cuvieronios*, *Stegomastodon* e *Haplomastodon* (MENDES, 1982).

Segundo Silva (2001) o *Haplomastodon waringi* habitou a maior parte da América do Sul tropical, exceto a região andina ao sul do Equador, ocorrendo no Brasil na região Sul. Além disso, foi à espécie em maior população no Brasil (MENDES, 1982). Eles tinham o porte dos elefantes atuais, mas com presas maiores, de até um metro e meio, e pouco recurvadas. Habitaram as regiões com savana arbórea, próximas as bacias hidrográficas que cortavam o nosso território, alimentando-se através da probóscide<sup>13</sup> (SILVA, 2001).

---

13 Prolongamento do aparelho nasal, sinônimo de tromba.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O material estudado provém do município de Areial (PB) (Figura 3), foi coletado no Sítio Lagoa Salgada e/ou Lagoa Encantada, propriedade de Laudelino Tavares de Souza. Com as coordenadas: Latitude sul: 07°04'12.8"; Longitude oeste: 35°58'00.3"; Altitude: 738mts. A lagoa é localizada entre os municípios de Montadas, Areial e Pocinhos (SANTOS, 2008), com área de 2,5 he<sup>14</sup>.

A cidade de Areial está inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema e na Mesorigião do Agreste. A vegetação é composta de Florestas Subcaducifólica e Caducifólica. Areial é incluída na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca. A sede do município tem uma altitude aproximada de 695 metros distando 114,8421 Km da capital (BRASIL, 2005).

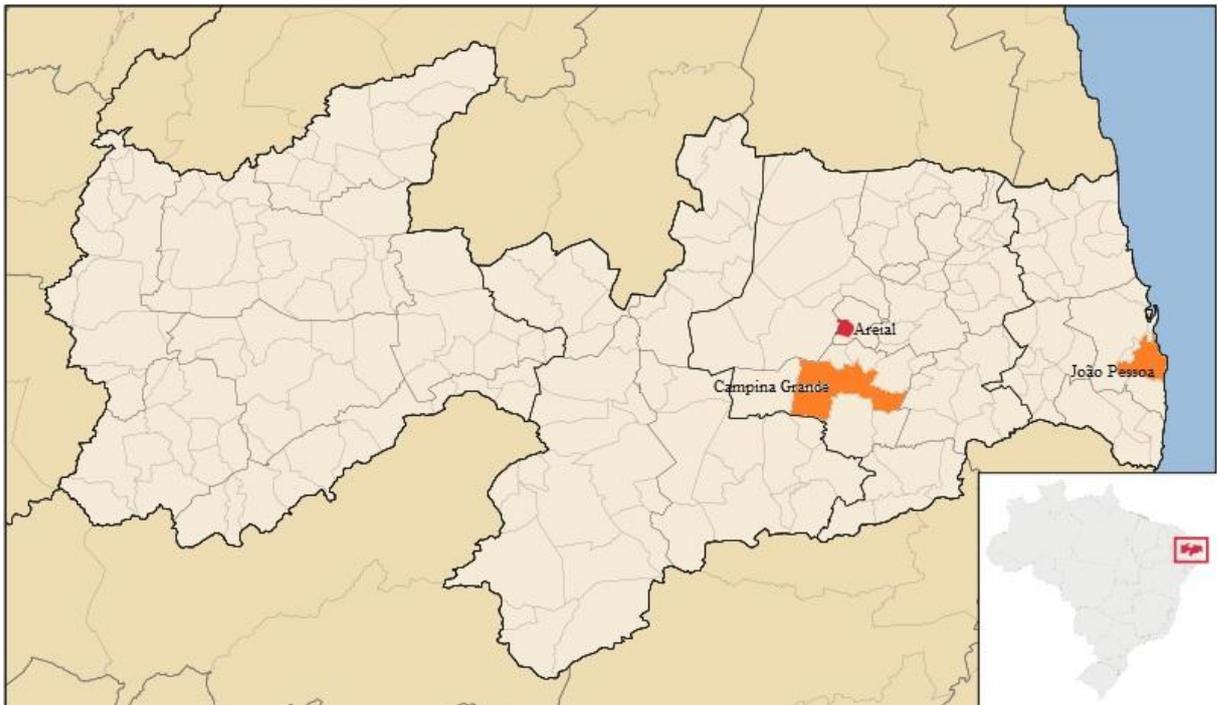


Figura 3 – Mapa geográfico modificado, com a localização do município de Areial, Estado da Paraíba (Fonte: <http://www.areialpb.com.br>)

<sup>14</sup> Comunicação pessoal do Professor Dr. Juvandi de Souza Santos, Arqueólogo, Julho de 2012.

O Sítio Paleontológico de Lagoa Salgada (Figuras 4, 5 e 6) é uma área na qual estava inserido o depósito fossilífero, sendo um lago que possui água salobra e passa a maior parte do ano vazio.



Figura 4 – Foto de satélite do Sítio Lagoa Salgada, no município de Areial. Localização da lagoa em período de estiagem (Fonte: Google Earth)

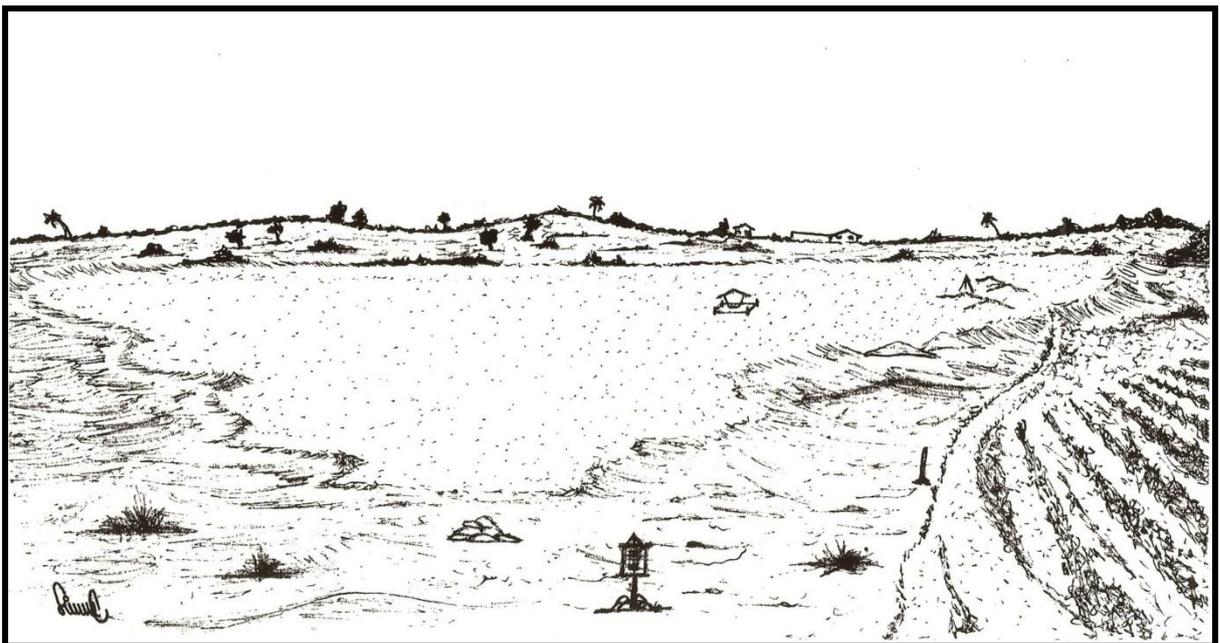


Figura 5 – Paisagem da Lagoa Salgada, onde ao fundo, está representado o local da escavação  
Desenho: Denis Mota

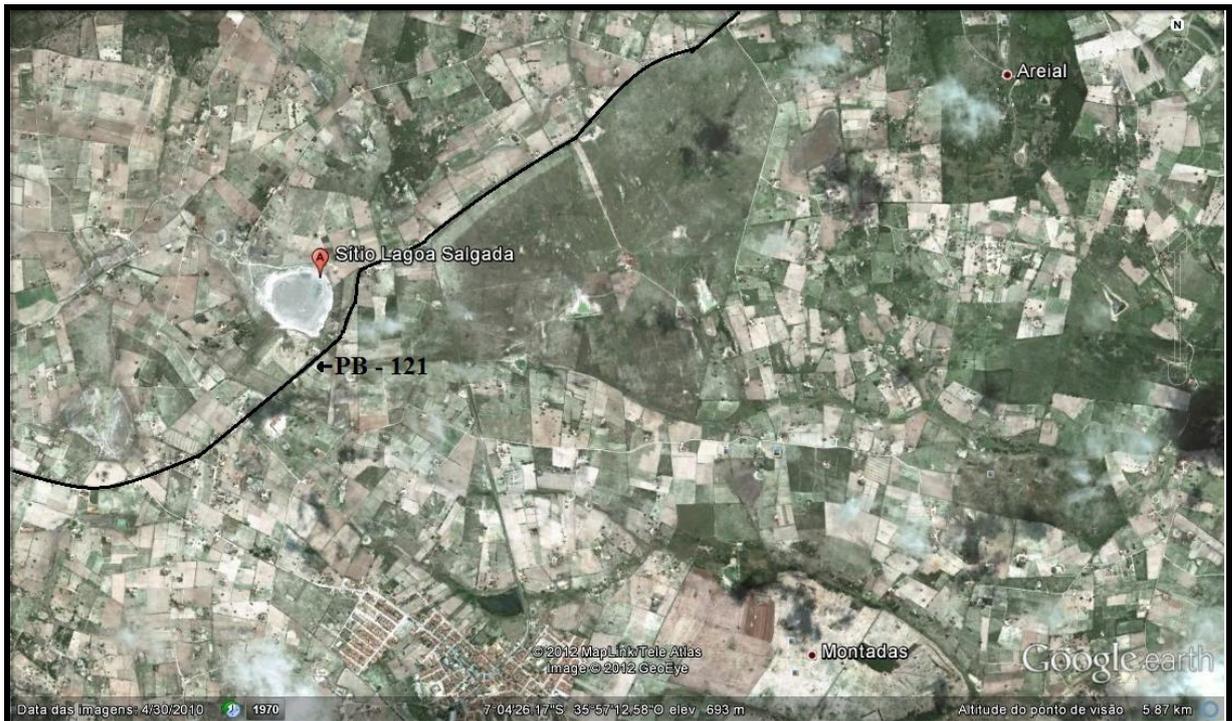


Figura 6 – Foto de satélite do Sítio Lagoa Salgada, mostrando a localização dos municípios de Areal e Montadas e da rodovia estadual PB-121 (modificado do software Google Earth)

## 5.2 ESCAVAÇÃO

O período de escavação ocorreu nos dias 28 a 31 de janeiro do ano de 2008, durante a fase que a Lagoa Salgada estava sem água. Somente no período chuvoso, que vai de março a julho, é que possível ser vista com água.

Equipe foi composta pelo Professores Doutores Marcio Mendes Távora e Juvandi de Souza Santos, paleontólogo e arqueólogo, respectivamente. Dois alunos do curso de biologia e dois alunos de História da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), sendo um como desenhista, Dennis Mota, estiveram presentes.

A decampagem se deu de 0 a 20 centímetros, o que evidenciou nos três primeiros centímetros o sedimento era argiloso, para então se tornar arenoso, sedimento que estava aderido fortemente no material fóssil. Foi verificado que os fósseis estavam assentados sobre blocos de pedra e um lajedo.

As quadrículas foram feitas com dimensões de 1m x 1m. Método empregado principalmente em escavações arqueológicas, definidas sua disposição de acordo com o afloramento dos fósseis, ficando da seguinte forma (Figuras 7, 8 e 9):

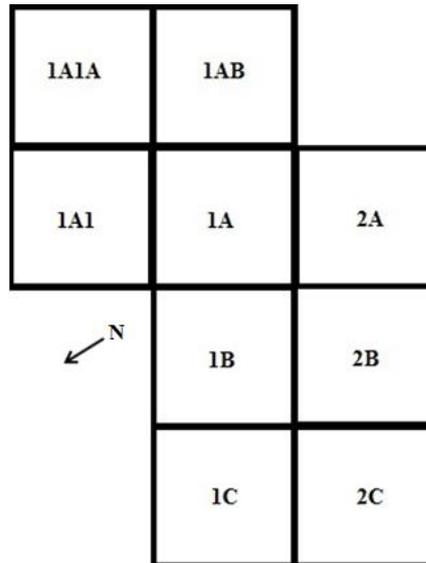


Figura 7 – Disposição das quadrículas na escavação do *Haplomastodon waringi* na Lagoa Salgada no município de Areial (PB) (2009).



Figura 8 – Embalsamento de alguns fósseis quando retirado (exumado) do *Haplomastodon waringi* na Lagoa Salgada no município de Areial (PB) (2009).

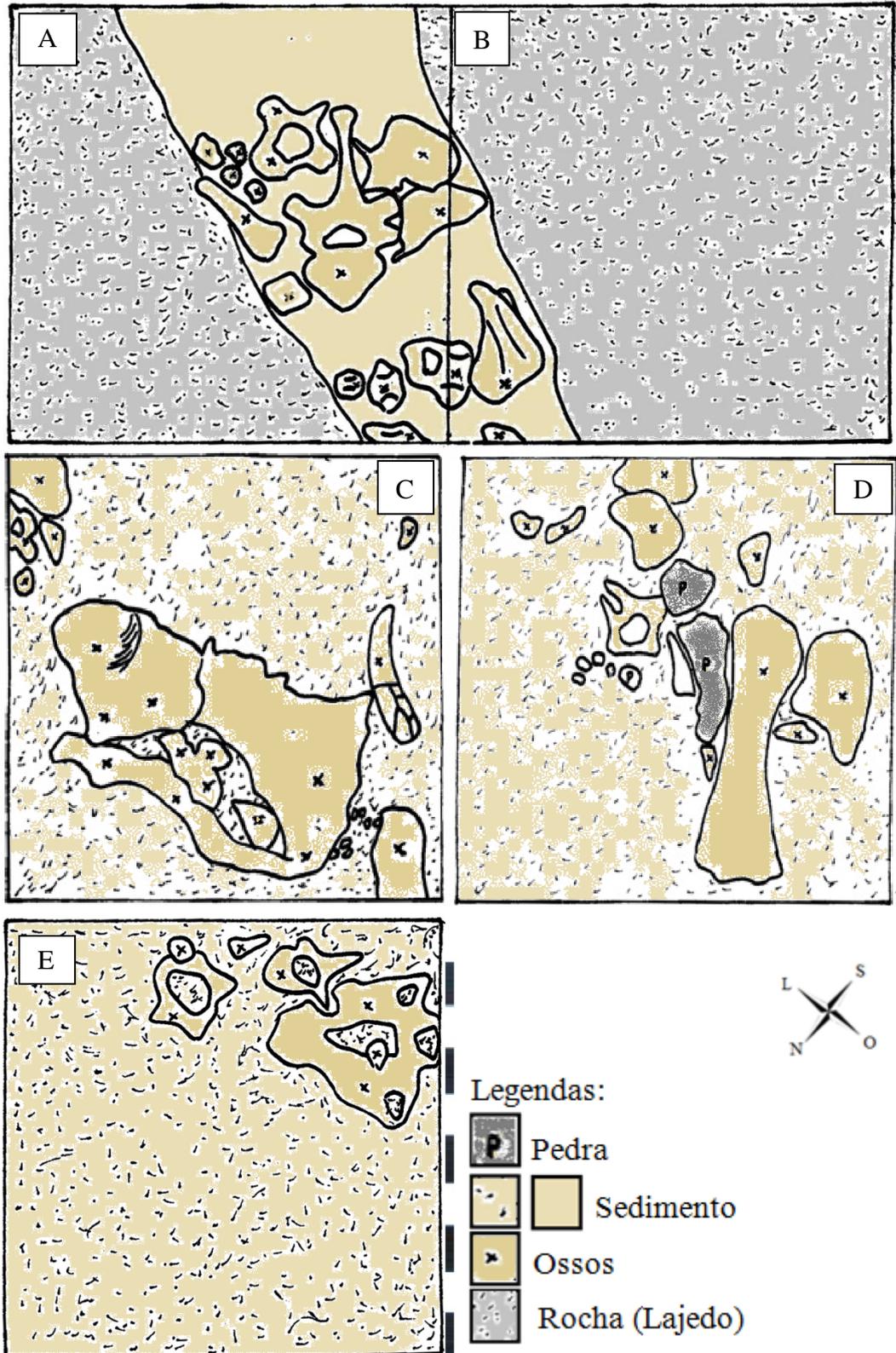


Figura 9 – Detalhes das disposições dos fósseis nas quadrículas na escavação. Onde: A - Corresponde a quadrícula 1A1A; que continua em B - quadrícula 1AB; C - Quadrícula 1A; D - quadrícula 2A; e E - Quadrícula A2. Com dimensões 1m x 1m  
Desenhos: Denis Mota (Cores modificadas pelo programa *Paint*)